

---

## Tesi doctoral

*EFECTES IMMEDIATS DE LA TECARTERÀPIA ALS GASTROCNEMIS I EL QUÀDRICEPS EN L'ABORDATGE DE LA HIPERTONIA ESPÀSTICA I EN LA FUNCIONALITAT DEL MEMBRE INFERIOR EN PERSONES A LA FASE CRÒNICA DE L'ICTUS.*

*Laura García Rueda*

---



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la licència [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 4.0 Internacional \(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia [Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional \(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

This doctoral thesis is licensed under the [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International \(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

---

**EFFECTES IMMEDIATS DE LA TECARTERÀPIA ALS  
GASTROCNEMIS I EL QUÀDRICEPS EN L'ABORDATGE  
DE LA HIPERTONIA ESPÀSTICA I EN LA  
FUNCIONALITAT DEL MEMBRE INFERIOR EN  
PERSONES A LA FASE CRÒNICA DE L'ICTUS**

---

Laura García Rueda

**TESI DOCTORAL**

**Universitat Internacional de Catalunya, 2024**

**Directors: Dr. Carlos López de Celis**

**Dra. Rosa Cabanas Valdés**

**Programa de Doctorat en Ciències de la Salut**

**Línia de Recerca:**

**Valoració i Actuació de la Fisioteràpia en el Control del Moviment**

---

**UIC**  
barcelona

## AGRAÏMENTS

A totes les persones que, sàviament, i moltes sense saber-ho, han ajudat a teixir els fils per donar forma a aquesta tesi. A totes us pertany, perquè un treball d'aquestes dimensions no es pot fer en solitari. A totes i a tots, moltes gràcies.

Expresso una especial gratitud a la Dra. Rosa Cabanas Valdés, per la seva confiança i per introduir-me en el món de la docència i de la recerca, i al Dr. Carlos López de Celis, pels seus coneixements, que van més enllà de la investigació en Fisioteràpia. A tots dos, gràcies infinites per la vostra passió per la recerca, tan necessària en Fisioteràpia, i per la vostra professionalitat, dedicació, paciència, rapidesa i respostes per tot.

Moltes gràcies també a totes les persones vinculades a la Universitat Internacional de Catalunya, que han intervingut en l'elaboració d'aquesta tesi: Dr. Albert Pérez Bellmunt i Dr. Jacobo Rodríguez Sanz. Agraïixo a la Dra. Carina Salgueiro per la seva inestimable ajuda amb el reclutament dels participants, i a la Dra. Aïda Cadellans Arróniz, Dra. Laura Pacheco Arajol, Dr. Carlos Zárate Tejero i Dr. Bertram Müller, pel seu suport, sempre. Igualment agraïixo als estudiants, ja fisioterapeutes, Roger Niubò Mateus, Simón Cedeño Bermúdez, Clàudia Paucicerol Fabregat i Màxim Canet Vintró per assistir-me en la recollida de dades, i a la Judith Pascual, per estar sempre amb un somriure en recollir el material.

Vull manifestar el més profund agraïment a totes i a tots els participants, gràcies als quals, ha estat possible realitzar aquest estudi, i tots els estudis que es fan amb persones i en el seu benefici. També a les fisioterapeutes Magalí Maymó, del Centre de Fisioteràpia Sant Cugat, i Laura Lozoya, d'AVAN Sabadell, per la seva confiança en proporcionar-me contactes per participar en l'estudi.

No puc deixar d'expressar la meva gratitud enorme cap a AME, Asociación Movimiento Expresión. Vosaltres heu inundat de llum la última i difícil etapa d'aquest treball, i m'heu ensenyat que la dansa transcendeix l'espai i el temps i ens fa a tots lliures i iguals. I a les meves amigues, Dra. Eva Bruch i Dra. Ángela

Zumel, pels seus savis consells, i a tots els amics de qui no m'ha faltat mai el suport.

I per últim, gràcies a la meva estimada família. Agraeixo a l'Antonio, el pare que deia que les coses que es comencen s'han d'acabar, i que sempre hi va ser i hi serà; i a la Juliana, la mare que hi és ara, com ningú, en els moments més crítics: sense tu, de ben segur que ara no estaria escrivint aquestes paraules. A les meves germanes Cristina, Bea i Juli, i al meu germà Andreu, perquè m'heu ensenyat el valor del treball diari, de que s'ha d'insistir però no deixar de viure, i perquè som una tribu, ens uneix un fil que no es veu, però que és prou fort com per moure qualsevol obstacle. No m'oblido de tots els meus nebots i cunyats, moltes gràcies, també a vosaltres; tampoc de la meva família de Toronto: To JoAnn, Jimmy, Nora and Jackie, you are always there in spite of the distance.

Dedico aquest treball al meu marit, Joey, a qui agraeixo el suport constant en tots els moments, sobretot en els dolents, així com la família única que hem creat i que dona sentit a tot. I a la Nora i els meus fills Tonet i Freddy, perquè en aquest llarg procés m'heu fet adonar de que sou vosaltres qui m'ensenyeu a mi. Gràcies per créixer plegats.

A totes i a tots, gràcies infinites.

**“ Reserveu-vos el dret a pensar,  
perquè ni que sigui pensar erròniament  
és millor que no pensar ”**

Hipàtia, matemàtica i filòsofa

# ÍNDIX

<b>1. RESUM</b> .....	1
<b>2. PRÒLEG</b> .....	6
<b>3. MARC TEÒRIC</b> .....	8
3.1. L'ICTUS .....	9
3.1.1. Breu història i definició .....	9
3.1.2. Repercussions globals de l'ictus .....	10
3.1.3. Epidemiologia .....	11
3.1.4. Classificació .....	16
3.1.5. Diagnòstic i quadres clínics de l'ictus .....	21
3.1.6 Factors de risc i prevenció de l'ictus .....	24
3.1.7. Ictus i el COVID-19 .....	30
3.1.8. Complicacions i seqüeles de l'ictus .....	32
3.2. ESPASTICITAT .....	35
3.2.1. Component neurològic .....	36
3.2.2. Component biomecànic .....	38
3.2.3. Instruments de valoració de l'espasticitat post-ictus .....	41
3.2.4. La funcionalitat del membre inferior amb espasticitat post-ictus..	42
3.2.5. Instruments de valoració de la funcionalitat de membre inferior amb hipertonia espàstica post-ictus .....	45
3.3. NEURORHABILITACIÓ DE L'ICTUS .....	47
3.3.1. Fases de la recuperació .....	47
3.3.2. Tractament mèdic-quirúrgic .....	49
3.3.3. Tractament de Fisioteràpia .....	50

3.4. MODALITATS DE NEUROREHABILITACIÓ DE L'ESPASTICITAT ....	55
3.4.1. Mètodes farmacològics i quirúrgics pel tractament de l'espasticitat .....	56
3.4.2. Mètodes de Fisioteràpia pel tractament de l'espasticitat.....	57
3.4.3. Massatge Funcional .....	61
3.4.4. Tecarteràpia .....	63
<b>4. JUSTIFICACIÓ .....</b>	<b>66</b>
<b>5. HIPÒTESI .....</b>	<b>69</b>
5.1. HIPÒTESI PRINCIPAL .....	70
5.2. HIPÒTESIS SECUNDÀRIES .....	70
<b>6. OBJECTIUS .....</b>	<b>72</b>
6.1. OBJECTIU PRINCIPAL .....	73
6.2. OBJECTIUS SECUNDARIS .....	73
<b>7. MATERIAL I MÈTODES .....</b>	<b>75</b>
7.1. DISSENY .....	76
7.2. CÀLCUL DE LA GRANDÀRIA DE LA MOSTRA .....	76
7.3. POBLACIÓ D'ESTUDI I SELECCIÓ DE LA MOSTRA .....	76
7.4. CRITERIS D'INCLUSIÓ I EXCLUSIÓ .....	77
7.5. VARIABLES D'ESTUDI .....	78
7.6. VARIABLES DEMOGRÀFIQUES .....	79
7.7. ANÀLISI ESTADÍSTICA .....	80
7.8. INTERVENCIÓ .....	80
7.9. AVALUACIÓ .....	84
7.10. ENQUESTA DE SATISFACCIÓ .....	93

7.11. ASPECTES ÈTICS .....	94
<b>8. RESULTATS .....</b>	<b>95</b>
8.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LA MOSTRA .....	96
8.2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LES VARIABLES PASSIVES .....	96
8.3. ANÀLISI INTRAGRUP DE LES VARIABLES PASSIVES .....	102
8.4. ANÀLISI ENTRE GRUPS DE LES VARIABLES PASSIVES .....	121
8.5. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LES VARIABLES ACTIVES .....	131
8.6. ANÀLISI INTRAGRUP DE LES VARIABLES ACTIVES .....	130
8.7. ANÀLISI ENTRE GRUPS DE LES VARIABLES ACTIVES .....	142
8.8. ENQUESTA DE SATISFACCIÓ .....	147
<b>9. DISCUSSIÓ .....</b>	<b>150</b>
<b>10. CONCLUSIONS .....</b>	<b>180</b>
<b>11. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>184</b>
<b>12. ANNEXOS .....</b>	<b>228</b>
12.1. ANNEX 1: Publicacions .....	229
12.2. ANNEX 2: Escales de Valoració .....	319
12.3. ANNEX 3: Aspectes ètics .....	323



## ABREVIATURES

ACA	Assaig Clínic Aleatoritzat
AEROBICS	<i>Aerobic Exercise Recommendations to Optimize Best Practices In Care after Stroke</i>
AIT	Accident Isquèmic Transitori
ALT	<i>Ankle Lunge Test</i>
AVD	Activitats de la Vida Diària
AHA/ASA	<i>American Heart Association/American Stroke Association</i>
AHA-SOC	<i>American Heart Association–Stroke Outcome Classification</i>
AVAD	Anys de Vida Ajustats per Discapacitat
CER	Comitè d'Ètica per la Recerca
CIM-11	Classificació Internacional de Malalties
DALY	<i>Disability Adjusted Life Years</i>
DASH	Dietary Approaches to Stop Hypertension
DE	Desviació Estàndard
ESAP	<i>European Stroke Action Plan</i>
ESO	<i>European Stroke Organization</i>
FC	Freqüència Cardíaca
FMA-LE	<i>Fugl Meyer Assessment-Lower Extremity</i>
FR	Factor (s) de risc
GL	Gastrocnemi lateral
GM	Gastrocnemi medial
GBD	<i>Global Burden of Disease</i>
HS	Hemorràgia Subaracnoïdal
HIC	Hemorràgia Intracerebral
HTA	Hipertensió Arterial
IC	Infart Cerebral
ICC	<i>Intraclass Correlation Coefficient</i>
IH	Ictus Hemorràgic
IMC	Índex de Massa Corporal
KEOMT	<i>Kaltenborn Evjenth Othopedic Manual Therapy</i>
LS	<i>Lacunar stroke</i>
MAS	<i>Modified Ashworth Scale</i>
MDC	<i>Minimal Detectable Change</i>

MoCA	<i>Montreal Cognitive Assessment Scale</i>
NINDS	<i>National Institute of Neurological Disorder and Stroke</i>
MPOC	Malaltia Pulmonar Obstructiva Crònica
PA	Pressió Arterial
PACS	<i>Partial anterior circulation stroke</i>
PCC	Pacient Crònic Complexe
POCS	<i>Posterior circulation stroke</i>
PROM	Passive Range of Movement
ROM/AROM	<i>Range of Movement/Active Range of Movement</i>
SEM	<i>Standard Error of the Mean</i>
SNC	Sistema Nervios Central
SNS	<i>Sistema Nacional de Salud</i>
SRRR	<i>International Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable</i>
TAC	Tomografia Axial Computeritzada
TACS	<i>Total anterior circulation stroke</i>
TOAST	<i>Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment</i>
TC	Tomografia Computeritzada
UIC	Universitat Internacional de Catalunya
WSO	<i>World Stroke Organization</i>
10MWT	<i>10-Meter Walk Test</i>
4MWT	<i>4-Meter Walk Test</i>
5TSTS	<i>5-Times Sit-to-Stand Test</i>

# 1. RESUM

**Introducció:** L'ictus constitueix una de les principals causes de discapacitat crònica a nivell mundial. El fenomen que més afecta el desenvolupament funcional després d'un ictus és la hipertonia espàstica, la qual provoca un augment de la rigidesa dels flexors plantars de turmell i dels extensors de genoll en l'ictus crònic. La Tecarteràpia (TT) és una tècnica de diatèrmia que podria disminuir la hipertonia espàstica post-ictus, doncs s'ha demostrat que pot reduir l'excés de to muscular en diverses patologies múscul-esquelètiques. D'altra banda, el test de caminada de 4 metres, *4-Meter Walk Test* (4MWT) s'utilitza àmpliament en pacients geriàtrics, però no ha estat validada en ictus.

**Objectius:** Avaluar els canvis immediats en les propietats viscoelàstiques de gastrocnemis i quàdriceps, en la mobilitat passiva de flexors plantars i extensors de genoll, i en la mobilitat activa i funcionalitat del membre inferior amb hipertonia espàstica, després d'una sessió de TT en combinació amb Massatge Funcional (MF) en persones amb ictus crònic. Demostrar la validesa i la fiabilitat del 4MWT, en comparació amb el test de caminada de 10 metres, *10-Meter Walk Test* (10MWT), en persones ambulants amb ictus crònic.

**Material i mètodes:** Es va dissenyar un assaig clínic aleatoritzat, amb 36 participants (n=18 grup experimental i n=18 grup control). Ambdós grups van rebre dues sessions de TT en combinació simultània amb MF, a gastrocnemis i quàdriceps. El grup control va rebre un tractament simulat, amb la TT a potència 0, en combinació simultània amb MF.

La variable principal va ser la hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb l'Escala d'Ashworth Modificada, *Modified Ashworth Scale* (MAS). Les variables secundàries van ser: goniometria de la MAS per flexió de maluc, flexió de genoll i dorsiflexió de turmell, mesurades amb goniòmetre universal; rang de moviment passiu, *passive range of movement* (PROM) de flexió de genoll i dorsiflexió de turmell, mesurat amb dinamòmetre i inclinòmetre; propietats viscoelàstiques (to, rigidesa i elasticitat) de gastrocnemis i recte femoral, mesurada amb el MyotonPro; dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, mesurada amb *Ankle Lunge Test* (ALT); flexió activa de genoll, mesurada amb l'ítem de flexió de genoll de la valoració de Fugl Meyer–Extremitat Inferior (FMA-EI); força funcional d'extremitat inferior,

mesurada amb el *5-Times Sit-to-Stand* test (5TSTS); velocitat de la marxa, mesurada amb el 10MWT i el 4MWT. Les mesures es van prendre abans de la sessió (T0), immediatament després (T1) i 30 minuts després de la sessió (T2). Paral·lelament es va realitzar un estudi observacional transversal, on 36 participants van realitzar el 10MWT i el 4MWT dues vegades consecutives. Es va avaluar la fiabilitat mitjançant el coeficient de correlació intraclasse, *Intraclass Correlation Coefficient* (ICC<sub>2.1</sub>), l'error estàndard de mesura, *Standard Error of Measurement* (SEM) i el canvi mínim detectable, *Minimal Detectable Change* (MDC-95%). L'anàlisi de Bland & Altman es va emprar per quantificar l'acord entre el 4MWT i el 10MWT.

**Resultats:** La puntuació de la MAS de dorsiflexió de turmell va disminuir significativament a T1-T0 ( $p=0,046$ ), i el canvi es va mantenir a T2-T0 ( $p=0,019$ ) en el grup experimental. També va augmentar el PROM de flexió de genoll ( $p=0,019$ ) i dorsiflexió de turmell ( $p=0,034$ ) a T2, i el de flexió de genoll ( $p=0,012$ ) a T1. Pel que fa a la funcionalitat, hi va haver un augment de  $4,3^{\circ} \pm 3,1^{\circ}$  en la dorsiflexió de turmell amb suport de pes.

Es va demostrar una excel·lent validesa i fiabilitat del 4MWT: ICC<sub>2.1</sub>=0,991 (95% CI: 0,983, 0,996); SEM=0.032 i MDC- 95% =0,090 m/sg) amb una forta correlació positiva amb el 10MWT ( $r=0,957$ ,  $p<0.001$ ).

**Conclusions:** Una sessió de TT en combinació simultània amb MF pot reduir, de manera immediata, el to muscular dels flexors plantars de turmell i dels extensors de genoll en persones amb hipertonia espàstica post-ictus. També pot augmentar el PROM de turmell i de genoll i millorar la mobilitat activa del membre inferior. El 4MWT mostra una excel·lent validesa i fiabilitat, així com una forta correlació entre el 4MWT i el 10MWT. El 4MWT es podria emprar com a mesura de la velocitat de la marxa, en persones ambulants amb ictus crònic.

**Introduction:** Stroke is one of the leading causes of chronic disability worldwide. Spastic hypertonia is the sequela of stroke that most affects functional recovery, and increases the stiffness of the ankle plantar flexors and knee extensor muscles. Tecartherapy (TT) is a diathermy technique that could reduce post-stroke spastic hypertonia, as it can reduce excess muscle tone in various musculoskeletal disorders. In terms of functional assessment, the 4-Meter Walk Test (4MWT) is widely used in the elderly, but has not been validated in stroke.

**Objectives:** To evaluate the immediate effects of one session of TT, in combination with Functional Massage, in the viscoelastic properties of the gastrocnemius and quadriceps, in the passive mobility of the plantar flexor and knee extensor muscles, and in the active mobility and functionality of the spastic lower limb in chronic stroke survivors. To demonstrate the validity and reliability of the 4MWT, compared to the 10-Meter Walk Test (10MWT), in ambulatory stroke survivors.

**Materials and methods:** A randomized clinical trial was designed with 36 participants, (n=18 in the experimental group, n=18 in the control group). Both groups received 2 sessions of TT, simultaneously with Functional Massage, in the gastrocnemius and quadriceps. The control group received a sham treatment, with TT at power 0, together with Functional Massage. The primary variable was spastic hypertonia of gastrocnemius and quadriceps, measured with the Modified Ashworth Scale (MAS). Secondary variables were: MAS goniometry of hip flexion, knee flexion and ankle dorsiflexion, measured with universal goniometer; passive range of motion (PROM) of knee flexion and ankle dorsiflexion, measured with dynamometer and inclinometer; viscoelastic properties (tone, stiffness and elasticity) of gastrocnemius and rectus femoris, measured with the MyotonPro device; weight bearing ankle dorsiflexion, measured with the Ankle Lunge Test (ALT); active knee flexion, measured by the knee flexion item of the Fugl Meyer-Lower Extremity Assessment (FMA-EI); lower limb functional strength, measured by the 5-Times Sit-to-Stand Test (5TSTS); walking speed, measured by the 10MWT and the 4MWT.

Measurements were taken before the session (T0), immediately after (T1) and 30 minutes after the session (T2).

A cross-sectional observational study was conducted with 36 participants who performed the 10MWT and the 4MWT twice consecutively. Reliability was assessed using intraclass correlation coefficient (ICC), standard error of measurement (SEM) and minimal detectable change (MDC-95%). Bland & Altman analysis was used to quantify the agreement between the 4MWT and the 10MWT.

**Results:** The ankle dorsiflexion MAS score decreased significantly at T1-T0 ( $p=0,046$ ), and the change was maintained at T2-T0 ( $p=0,019$ ) in the experimental group.

There was an increase in the PROM of knee flexion ( $p=0,019$ ) and ankle dorsiflexion ( $p=0,034$ ) at T2, and knee flexion ( $p=0,012$ ) at T1. Functionally, there was a  $4,3^{\circ} \pm 3,1^{\circ}$  increase in weight-bearing ankle dorsiflexion.

In addition, the 4MWT was demonstrated to have excellent validity and reliability:  $ICC_{2,1}=0,991$  (95% CI: 0,983, 0,996);  $SEM=0,032$  and  $MDC-95%=0,090m/sg$ ) with a strong positive correlation with the 10MWT ( $r=0,957$ ,  $p<0,001$ ).

**Conclusions:** A single session of TT, performed concurrently with Functional Massage, can immediately reduce muscle tone of the ankle plantar flexors and knee extensors with spasticity in chronic stroke survivors. This technique can also increase ankle and knee PROM and improve active mobility of the lower limb.

The 4MWT showed excellent validity and reliability and a strong correlation between the 4MWT and the 10MWT. The 4MWT could be used as a measure of walking speed, both in hospital and at home, in ambulatory chronic stroke survivors.

## 2. PRÒLEG



L'ictus és la primera causa de discapacitat en l'adult, i s'espera que la seva incidència i prevalença augmentin, degut principalment a l'envelliment de la població. Aquesta és una de les principals raons que han conduït a la realització d'aquest treball, doncs resulta essencial cercar mètodes per combatre les seqüeles que se'n deriven, com és la hipertonia espàstica, i que afecten seriosament la mobilitat i la vida dels qui ho pateixen.

La present tesi mostra, per primer cop, el començament d'una línia de recerca ja que, a dia d'avui, no s'ha utilitzat ni s'ha avaluat la Tecarteràpia en el tractament de l'espasticitat post-ictus. Així doncs, aquest treball s'ha desenvolupat per tal d'investigar els efectes de la Tecarteràpia en pacients que han patit un ictus i presenten hipertonia espàstica al membre inferior més afecte. La seva realització ha donat lloc a dos assajos clínics aleatoritzats (ACA) i un estudi de validació del test de la marxa 4MWT. Dos d'aquests estudis han estat publicats, i l'altre està pendent de publicació. Aquests estudis es troben en l'apartat d'annexes.

Els ACA realitzats constitueixen una eina valuosa per donar evidència científica a la Tecarteràpia en l'àmbit de la Fisioteràpia Neurològica. Aquest és un aspecte cabdal, ja que calen mètodes que ajudin a millorar l'autonomia, les activitats de la vida diària i la relació amb l'entorn d'aquells qui han patit un ictus i presenten seqüeles que afecten tots aquests aspectes. L'estudi de validació del 4MWT resulta rellevant tant en l'àmbit clínic com en el domèstic, ja que permet emprar un espai reduït i, si escau, sense que els pacients hagin de sortir del domicili, per valorar l'evolució de la marxa en persones que han patit un ictus.

Tot seguit s'exposa àmpliament el desenvolupament d'aquest treball, començant per l'exposició detallada del problema de l'ictus i de les seves conseqüències.

### **3. MARC TEÒRIC**

## 3.1 L'ICTUS

### 3.1.1 Breu història i definició de l'ictus

Segons la Classificació Internacional de Malalties – 11 (CIM-11), un ictus és una disfunció neurològica aguda, focal o global, d'origen vascular. Tot i que, a dia d'avui, no existeix un consens sobre una definició universal de l'ictus, aquest fa referència a les manifestacions anormals del sistema nerviós causades per una hemorràgia cerebral, o bé per un infart cerebral o isquèmia, ocasionats per un procés patològic primari a, almenys, un vas sanguini cerebral. Es presenta de manera sobtada, és difícil de tractar i pot deixar seqüeles irreversibles [1, 2].

Fins el segle XVIII, alguns dels símptomes compatibles amb l'ictus, tals com la paràlisi, es denominaven amb el terme apoplexia. Llavors no es coneixia el sistema vascular, ni tampoc hi havia consens sobre l'òrgan responsable de les funcions sensibles i motores, podent ser aquest tant el cervell com el cor [3]. Plató, alguns autors hipocràtics i Galè van insistir en que l'apoplexia podia provenir d'una alteració al cervell. No obstant això, apoplexia era una paraula que també s'emprava per referir-se a l'infart de miocardi o a l'embolisme pulmonar, entre d'altres [4].

L'explicació dels símptomes de l'apoplexia estava basada en l'observació de la natura, que era racional però especulativa. Com a conseqüència, i tenint en compte els coneixements i l'antiga concepció de l'ésser humà, s'han estat aplicant tractaments d'acord amb aquesta observació, tals com els banys calents o la cauterització [3]. Aquests tractaments, si bé suposen un primer abordatge terapèutic dels símptomes de l'ictus, lluny queden de les actuals tècniques d'abordatge mèdic i de Fisioteràpia.

No va ser fins el segle XVII, a partir del treball de J. Wepfer i les primeres autòpsies, que es relacionà l'apoplexia amb l'hemorràgia cerebral: es començava a entendre l'apoplexia com una malaltia vascular (2), resultant d'una lesió, i no com un conjunt de símptomes (5).

Després de que J. Abercrombie associés el dany cerebral a la oclusió arterial, i de que R. Virchov classifiqués l'apoplexia en isquèmica i hemorràgica, en el segle XX ja es va substituir el terme apoplexia per l'anglosaxó "stroke", que significa cop, o el seu equivalent llatí "ictus" [2, 3].

L'Organització Mundial de la Salut (OMS) ha definit l'ictus com un "ràpid desenvolupament de signes clínics, focals o globals, de l'alteració de la funció cerebral, que duren més de 24 hores o progressen cap a la mort, i son d'origen vascular"[5]. Aquesta definició, tot i que està àmpliament utilitzada, es basa únicament en els símptomes [2] . Un estudi recent el defineix com un procés patològic provocat per una afectació cerebral, transitòria o permanent i de causes isquèmiques, hemorràgiques, o per dany als vasos sanguinis [6]. Altres investigacions incorporen a la definició d'ictus evidències per neuroimatge de mort cel·lular al cervell, medul·la espinal o retina, per causes vasculars, sense una clínica manifesta [7]. Per aquestes raons, la definició d'ictus ja no està únicament associada a una simptomatologia concreta, el qual podria incidir en la seva incidència i prevalença.

La prevalença de persones que han de conviure amb els efectes d'un ictus està augmentant en els darrers anys [8, 9]. L'ictus constitueix la primera causa de discapacitat en l'adult i, entre els diferents trastorns neurològics que existeixen, representa una de les principals causes de discapacitat crònica a nivell mundial. Les repercussions de l'ictus poden afectar diversos aspectes de la vida como la mobilitat, les habilitats cognitives i les activitats de la vida diària [10, 11].

### **3.1.2 Repercussions globals de l'ictus**

S'estima que dues de cada tres persones que sobreviuen a un ictus presenten algun tipus de seqüela que, en molts casos, pot ser discapacitant [12,13]. Una de les complicacions més importants, a llarg termini, és l'hemiparèsia o hemiplegia, on es debilita o paralitza la part contrària a l'hemicamp cerebral de la lesió, el qual provoca un deteriorament de la funcionalitat. A més, pot existir dany de l'estat neurològic i depressió [14].

De fet, l'ictus és també la segona causa de demència després de la malaltia d'Alzheimer i aquesta, juntament amb la depressió, repercuteix en la funcionalitat. Tots aquests aspectes comporten una restricció de l'autonomia i una baixa participació en les activitats de la vida diària [15–18]. També afecten greument la vida dels familiars, doncs en ells recau la responsabilitat de les cures, ja que la majoria de supervivents viu amb les seves famílies després de l'alta hospitalària [19]. A aquest fet s'afegeix el del cost econòmic, donat que l'augment de supervivents a l'ictus genera més demanda dels serveis de rehabilitació [20].

En l'actualitat, el nombre de casos d'ictus a Europa està augmentant degut a l'envelliment de la població, i es preveu un increment del 34% a la Unió Europea, des del 2015 fins el 2035 [21], amb la consegüent càrrega econòmica. El cost del maneig de l'ictus, més la demanda de rehabilitació, ha crescut als Estats Units, arribant a un total de 34.000 milions de dòlars anuals [22]. A Catalunya, on es produeixen 11.401 nous casos l'any [12], el cost informal de la cura dels pacients afectats per ictus s'estima en 882 milions d'euros l'any [23].

L'elevat impacte emocional, funcional i econòmic del maneig de l'ictus constitueixen les principals raons per les que institucions de diversos governs inverteixen partides en la creació i implementació de plans d'actuació. Un exemple d'això és el *European Stroke Action Plan (ESAP)* de la *European Stroke Organization (ESO)*, pels anys 2018 a 2030, que inclou ampliar coneixements sobre la recuperació funcional per a millorar els efectes de la rehabilitació de l'ictus [24]. A Espanya existeix la *Estrategia en Ictus del Sistema Nacional de Salud (SNS)*, actualitzat el 2020 i orientat a millorar els procediments d'actuació al país [25].

### **3.1.3 Epidemiologia de l'ictus**

Les dades epidemiològiques de l'ictus han anat variant en cada país o regió, al llarg de les darreres tres dècades, ja que s'han anat revisant i actualitzant per justificar la planificació i assignació de recursos sanitaris basats en l'evidència

[26]. Disposar de dades fidedignes sobre l'epidemiologia de l'íctus és essencial per calcular la seva càrrega i destinar els recursos necessaris de prevenció i tractament [27]. Actualment l'íctus és la segona causa de mort en el món i la tercera causa principal de mort i discapacitat combinades, mesurada pels anys de vida ajustats per discapacitat (AVAD, o DALY, *Disability-Adjusted Life Years*) [28, 29]. El nombre de persones al món que pateixen un íctus per any s'estima en 16 milions, dels quals en sobreviuen 10 milions, la majoria amb seqüeles que afecten la qualitat de vida [30].

A nivell global, la incidència i la mortalitat per íctus han augmentat considerablement, tot i que s'ha reduït en persones de més de 70 anys, i les taxes més altes es troben en països amb menys ingressos o en vies de desenvolupament [26]. No obstant això, segons el *Global Burden of Disease* (GBD) de 2016, la mortalitat i la incidència per íctus, estandarditzades per edat, està disminuint als països més desenvolupats, tot i que augmenta la seva prevalença degut a l'augment i envelliment de la població mundial [26, 31].

Paral·lelament, la irrupció del COVID-19 afegeix dades significatives. Segons una revisió sistemàtica de Siahri et al., els pacients amb COVID-19 podrien patir majors taxes de trombembolisme, de fins a un 15-26% [32]. Un altre estudi de Katsanos et al. suggereix que la simultaneïtat de la infecció per SARS-CoV-2 amb l'íctus podria augmentar el risc de mortalitat [33].

Les dades de mortalitat, incidència, prevalença i AVAD referents a l'íctus condueixen a considerar-lo com una malaltia de gran importància en el segle XXI [34]. Donat que s'espera que el pes de les seves conseqüències augmenti significativament en el futur, especialment en països amb ingressos baixos, es necessita una acció imminent, no tan sols en països desenvolupats, sinó a tot el món, per tal d'abordar l'íctus de forma efectiva i reduir el seu impacte, a tots els nivells.

### 3.1.3.1 Mortalitat

Segons diverses investigacions, aproximadament el 10% de la mortalitat mundial es produeix per ictus [35]. El 2016 hi va haver 5,5 milions de morts per ictus al món, xifra que augmentà a 6,55 milions el 2019. No obstant això, entre 1990 y 2019, las tasses de mortalitat ajustada per edat es reduïren en alguns països [28].

La majoria de les morts per ictus tenen lloc a països amb ingressos mitjans-baixos, on també es produeixen a una edat més primerenca [36]. El 2019, els països amb ingressos baixos varen obtenir una tasa de mortalitat per ictus 3,6 vegades superior que en països amb ingressos alts [28]. A Àsia, on resideix la meitat de la població mundial, la tasa de mortalitat fou d'entre 43,3 al Japó i de 222,6 a Mongòlia, per cada 100.000 habitants [37]. Als Estats Units, entre 2011 i 2019, també va disminuir la tasa de mortalitat ajustada per edat, però augmentà el nombre de morts degut l'envelliment de la població [38]. En aquest sentit, existeixen estudis en aquest país que projecten un possible augment de la mortalitat absoluta per ictus d'un 50%, aproximadament, per l'any 2030 [39], valors que probablement siguin superiors en països amb ingressos mitjans-baixos, i sobre els que no hi ha prou dades per poder-ho confirmar.

A Europa, la mortalitat per edat estàndard fou de 41,99 por cada 100.000 habitants el 2015, valors que han anat disminuint globalment durant les dues dècades anteriors. No obstant això, l'ictus constitueix la segona causa de mort, sent aquesta d'un 9% en homes i d'un 13% en dones [40].

A Espanya, l'ictus és la segona causa de mort i la primera en dones. L'Estratègia en Ictus del *Sistema Nacional de Salud* de 2009, actualitzada el 2020, demostra que s'ha reduït la mortalitat gràcies a la implantació de mesures proposades per diversos agents i entitats implicats. La tasa de mortalitat per malalties cerebrovasculars va disminuir de 52,40 en 2008 a 31,61 en 2018, en el seu valor màxim, per cada 100.000 habitants. Un dels objectius de l'actualització d'aquesta estratègia és el de seguir reduint la tasa de mortalitat [25]. A Catalunya, entre 2018 i 2019 la mortalitat intrahospitalària ha passat d'un 12% a un 9% [41].

Pel que fa al COVID-19, la taxa global de mortalitat per ictus, com a complicació d'aquesta malaltia, va ser del 31,7% en el 2020 [42].

### 3.1.3.2 Incidència

La incidència de l'ictus ha augmentat en els últims anys a nivell global, tot i que ha disminuït en països desenvolupats. Malgrat que existeix una elevada heterogeneïtat en els estudis epidemiològics, s'estima que la incidència de l'ictus ha augmentat en un 5,3% de 2010 a 2017, a nivell mundial.

Una anàlisi sistemàtica del *Global Burden of Disease* de 2019 estima la incidència de l'ictus en 12,2 milions el 2017 [26], tot i que hi ha països i regions que no aporten dades. A zones amb ingressos mitjans-baixos, on es produeix el 70% de la incidència de l'ictus, l'edat del seu inici tendeix a ser més baixa, el qual representa una proporció global més alta (19%-30%) [26].

Tot i que no s'han trobat estudis sobre la incidència global de l'ictus per gènere, un estudi de Virani et al. estima que aquesta és un 50% superior en dones que en homes de més de 75 anys als Estats Units, on també es produeix més en la població afroamericana i amb nivell d'estudis més baix [39]. A Europa, segons una metaanàlisi de Soto et al., la incidència és superior en homes (195,7 en homes i 188,1 en dones per 100.000 habitants per any) [43].

D'entre tots els nous casos d'ictus de 2016, aproximadament el 87% van ser d'origen isquèmic, i el 13% restant d'origen hemorràgic. Aquestes dades van variar el 2019, on les proporcions d'ictus isquèmics i hemorràgics van ser d'un 62,4% i un 37,6% respectivament [39]. La proporció d'ictus hemorràgics fou gairebé dues vegades superior en països d'ingressos mitjans-baixos, respecte de països d'ingressos alts [26]. Així es reflexa en el primer estudi *INTERSTROKE*, on es mostra una proporció del 66-34% d'ictus isquèmics i hemorràgics respectivament a Àfrica, davant del 91-9% a països d'ingressos alts. També existeix una revisió recent que suggereix una relació lineal positiva en la taxa d'incidència d'ictus per any en països amb ingressos mitjans-baixos, sense que s'hagi observat aquesta relació en països d'ingressos alts [44].



No obstant això, s'estima que la incidència d'ictus estandarditzada per edat augmenti a Europa en un 3% els propers 25 anys, degut a l'envelliment de la població: durant aquest temps, el nombre de residents a Europa majors de 70 anys, edat en la que el risc és major, haurà augmentat en un 9% [45]. Al Regne Unit està previst que el nombre d'ictus per any vaig augmentant en un 60% cap el 2035 [46].

Pel que fa a Espanya, s'estima que cada any es produeixen 187 nous casos d'ictus per cada 100.000 habitants, amb una incidència superior en homes que en dones [47, 48]. Alguns estudis prospectius suggereixen que un de cada sis espanyols patirà un ictus al llarg de la seva vida [49], i que la incidència seguirà creixent cap el 2035 en un 35% [50]. A Catalunya, segons l'Atlas de l'Ictus de 2019, es van donar 11.401 nous casos d'ictus per any, 52% en homes i 48% en dones. Respecte al COVID-19, una revisió sistemàtica de Siow et al. situa la incidència global de l'ictus en persones ingressades per COVID-19 en un 1,74% [42].

Així doncs, tenint en compte les dades exposades, es pot concloure que la incidència de l'ictus és major en països d'ingressos mitjans-baixos, on hi ha una proporció més alta d'ictus hemorràgics, i es produeixen a una edat més primerenca. No obstant això, els ictus isquèmics s'estan produint amb més freqüència, a nivell global. També hi ha més incidència en dones que en homes, tot i que succeeix a la inversa a Espanya i Catalunya. La incidència de l'ictus també tendeix a augmentar en persones amb nivells d'estudis baixos, i es pot presentar com a complicació a causa d'ingrés per COVID-19. En països d'ingressos alts s'estima que la incidència de l'ictus augmenti progressivament degut a l'envelliment de la població.

### 3.1.3.3 Prevalença

Entre els anys 2010 y 2017 la prevalença de l'ictus ha augmentat en un 19,3% en tot el mon. També ha augmentat a Europa en els últims anys, i s'estima que creixi en un 27% cap el 2047 [45]. Soto et al. situen la prevalença europea de l'ictus en un 9,2%, percentatge que ascendeix al 14,9% en persones des dels

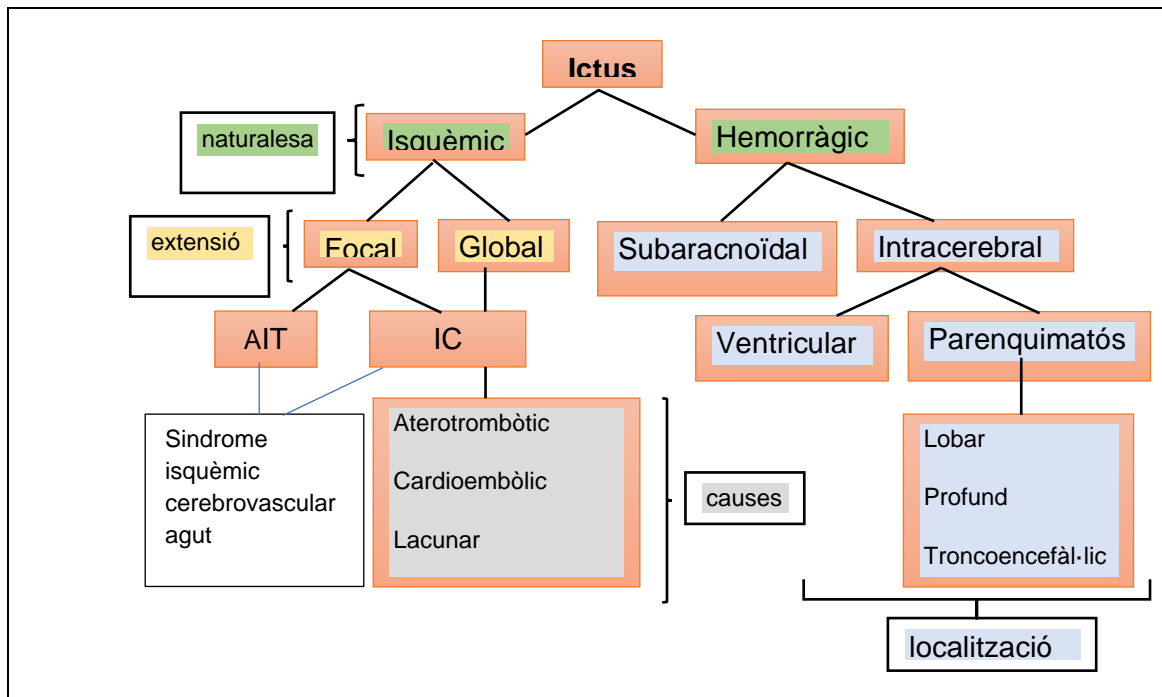
85 anys, i que és també superior en països del nord que del sud d'Europa. Pel que sabem, no hi ha estudis sobre la prevalença de l'ictus a països de l'est europeu. Segons aquesta revisió, la prevalença europea supera a la dels Estats Units, on va ser del 2,7% l'any 2018 [43], el qual podria ser conseqüència d'un major envelliment de la població europea, i d'una manca de control dels factors de risc.

Resulta destacable que, durant la dècada anterior, la prevalença a l'Índia va passar de 44,3 a 559 per cada 100.000 habitants [51] dada que reflecteix l'elevada prevalença de l'ictus als països asiàtics, on s'ha fet palesa la demanda de mesures de prevenció i tractament [52].

A Espanya, les dades més recents daten del 2006, reportades al Atlas del Ictus de 2019, amb una prevalença estimada del 6,4% en persones majors 70 anys, amb predomini en homes i residents en zones urbanes [53]. A Catalunya, s'estima que la prevalença de l'ictus és d'un 1,2% [12].

#### **3.1.4 Classificació de l'ictus**

Existeixen diverses classificacions de l'ictus en funció del tipus de teixit amb necrosi, la situació anatòmica de la lesió, els vasos implicats, les causes, l'edat i la naturalesa isquèmica o hemorràgica [54, 55]. Aquesta última és la més utilitzada en clínica i la que s'aplica en diagnòstic per neuroimatge [56]. A continuació s'exposa una classificació atenent a criteris clínics, tal i com es mostra a la **Figura 1**.



**Figura 1.** Classificació de l'ictus. Font modificada de Díez Tejedor et al.[57] i Gonzáles Piña et al. [58]. Abreviatures: AIT, Accident Isquèmic Transitori; IC, Infart Cerebral

Segons la naturalesa, els dos grans subgrups en què es classifiquen els ictus són l'isquèmic i l'hemorràgic. L'ictus isquèmic és provocat per una aportació sanguínia deficient a una part del parènquima encefàlic (isquèmia focal) o a la seva totalitat (isquèmia global). L'ictus hemorràgic s'origina a partir del trencament d'un vas sanguini encefàlic, donant lloc a un vessament de sang fora de l'espai vascular [57, 59].

#### 3.1.4.1 Ictus isquèmic

La pèrdua de flux sanguini, qualitatiu o quantitatiu, iniciada per l'ictus isquèmic, provoca una manca d'aportació d'oxigen i nutrients cap a les cèl·lules del cervell, produint alteracions a l'encèfal [55]. Aquesta fisiopatologia ha conduït a encunyar el terme "síndrome isquèmic cerebrovascular agut", que engloba no només una sèrie de símptomes clínics de la isquèmia cerebral, sinó que també incorpora les dades diagnòstiques per neuroimatge i laboratori [60]. De fet, Gautam et al. proposen que "la predicció d'un ictus per tomografia axial computeritzada (TAC) suposa un pas inicial cap el diagnòstic acurat dels pacients"[56].

La isquèmia cerebral pot ser focal o global, segons l'afectació d'una zona localitzada de l'encèfal o de la seva totalitat, respectivament. Es consideren dos tipus d'ictus isquèmics, atenent a la seva naturalesa: l'accident isquèmic transitori (AIT) i l'infart cerebral (IC).

#### 3.1.4.1.1 Accident Isquèmic Transitori (AIT)

Es produeix quan la isquèmia cerebral és transitòria, de menys d'1 hora de durada, generalment d'entre 2 i 30 minuts [61]. En un AIT les proves per neuroimatge no mostren dany tissular, de forma que els símptomes, semblants als d'un IC o un vessament, remeten espontàniament [62, 63]. Es pot patir més d'un AIT en un mateix dia, o dos o tres en diversos anys [61]. En qualsevol cas, constitueix un senyal d'alarma, ja que pot ser predictor d'un IC real en el futur. De fet, un 10-20% de persones que pateixen un AIT desenvoluparà un IC en els següents 3 mesos [64], la majoria d'aquests en els 2 dies posteriors. Amarenco et al. suggereixen que pacients amb una lleugera lesió cerebral, que es mostra en neuroimatge, han patit el que anomenen infart cerebral menor [65]. Tot i així no hi ha consens sobre la seva definició, malgrat que el *National Institute of Neurological Disorder and Stroke* (NINDS) ha treballat en algunes, basades en informació per tomografia axial computeritzada (TAC) i exàmens clínics [66].

Aquests aspectes subratllen la importància de les proves diagnòstiques, doncs s'ha demostrat que el seu ús comportaria una disminució del 30% de diagnòstics d'AIT i un augment del 7% d'IC. Identificar aviat un AIT podria disminuir el risc de patir un ictus amb seqüeles de discapacitat en el futur [67]. En aquest sentit, cal destacar el paper de la Fisioteràpia com a eina preventiva per promoure estils de vida saludables i evitar el sedentarisme, al qual tendeixen aquells que han patit un AIT [68].

#### 3.1.4.1.2. Infart cerebral (IC)

Apareix a causa d'un dèficit de reg sanguini en una zona del parènquima encefàlic (IC local) o a la seva totalitat (IC global) durant un temps suficient com

per produir una necrosi del teixit cerebral, que condueix a una lesió irreversible [63]. Segons les seves manifestacions clíniques, pot ser simptomàtic o silent. És simptomàtic quan es mostren signes d'afectació cerebral, retiniana o medul·lar, i silent quan és asimptomàtic, no hi ha història prèvia d'infart però es mostren lesions isquèmiques per neuroimatge.

El mecanisme d'infart cerebral pot ser trombòtic (oclusió d'una artèria intra o extracranial), embòlic (oclusió per presència d'un èmbol) o hemo-dinàmic (disminució crítica de la perfusió global cerebral per hipotensió important) [69]. L'infart cerebral és el subtipus d'ictus més freqüent, ja que suposa el 80-85% del total [58].

a. IC global: És una disminució considerable de l'aportació de flux sanguini a tot l'encèfal alhora, la qual, si dura més de 5 a 10 minuts, pot provocar una necrosi hística i conduir al pacient a un estat vegetatiu persistent [70]. Aquest descens de flux sanguini, per causes diverses (aturada cardíaca, arrítmies, xoc sistèmic, hipotensió durant l'anestèsia per cirurgia general o cardiovascular, etcètera) dificulta i impedeix l'oxigenació cerebral, fonamental per garantir el seu funcionament [71–73].

b. IC focal: Es tracta d'un esdeveniment isquèmic que afecta a una àrea concreta del parènquima encèfalic. El seu diagnòstic és, fonamentalment, clínic, i tenen una durada aproximada de 20 minuts per ocasionar una lesió encefàlica definitiva [6, 70]. En el cas de que la isquèmia duri a partir d'1 hora, es produeix un infart d'una part o de la totalitat del territori vascular afectat [74]. El NINDS americà va classificar l'infart cerebral en 5 subtipus, segons el seu origen etiopatogènic: aterotrombòtic de gran vas, cardioembòlic, lacunar, IC de causa infreqüent i IC de causa indeterminada. Aquesta classificació va ser publicada pel grup d'estudis de la *Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment* (TOAST) i és, tot i que revisada, la més acceptada i utilitzada a dia d'avui [70, 75].

b.1. IC aterotrombòtic de gran vas: Infart de més de 15 a 20 mm de diàmetre que es desenvolupa al còrtex, cerebel, tronc encefàlic o regió subcortical, amb

localització carotídia o vertebrobasilar, i causant del 35% al 43% del total dels IC. Son causats per patologia d'aterosclerosi de vasos intracranials.

b.2. IC cardioembòlic: Infart que es desenvolupa a diferents territoris vasculars, amb freqüència bilaterals [76]. L'embolisme causant d'aquest infarts és d'origen cardíac: fibril·lació atrial, infart de miocardi amb trombe al ventricle esquerre o endocarditis inflamatòria, entre d'altres [77]. Constitueixen entre el 20% i el 31% dels casos d'IC [78]. Sánchez-Larsen et al. suggereixen que hi ha una tendència progressiva, a nivell mundial, a l'augment de la prevalença d'aquest tipus d'embolisme [35].

b.3. IC lacunar: També anomenat infart per oclusió de petita artèria, és un infart de menys de 15 a 20 mm de diàmetre, resultat d'alteracions a la paret de les petites artèries perforants cerebrals, especialment als ganglis basals, tronc cerebral i càpsula interna [79]. No hi ha evidència d'altres patologies i sol ocasionar un síndrome lacunar. Són responsables del 10% al 23% dels IC [78].

b.4. IC de causa infreqüent: De mida diversa i localització cortical i subcortical, son de causa inhabitual. Aquests tipus d'infarts podrien provenir de vasculopaties, estats d'hipercoagulació, disseccions arterials o malalties hematològiques, entre d'altres [80]. Representen del 2% al 10% dels IC [78].

b.5. IC de causa indeterminada: També anomenat per alguns autors, embolisme criptogènic, és aquell del qual se'n desconeix la causa. Representa un 20-40% dels casos d'ictus isquèmics, i és més freqüent en pacients joves [81, 82]. Tot i que es pot atribuir a una investigació incompleta i tardana de les seves causes, podria atribuir-se a un embolisme per fibril·lació atrial paroxística, problemes arteriogènics, o càncer causant d'arteriopatia cerebral, entre d'altres [83]. Investigacions recents l'han associat amb un defecte estructural cardíac, anomenat foramen oval permeable [82]. Alguns autors suggereixen que distingir l'embolisme criptogènic com a categoria oferiria l'oportunitat als investigadors d'estudiar altres orígens d'embolisme de manera més acurada [70].

#### 3.1.4.2 Ictus hemorràgic (IH)

L'IH, o hemorràgia cerebral, és un sagnat que es produeix a la cavitat cranial a causa del trencament d'un vas arterial o venós [58]. La causa principal és la debilitat dels vasos sanguinis provocada per hipertensió arterial crònica o angiopatia amiloide. També es pot desencadenar a partir de malformacions arteriovenoses [84] tumors, o hemorràgies per fàrmacs o drogues d'abús [85]. Son menys freqüents que els ictus isquèmics, representant un 15-20%, aproximadament, de tots els ictus [80, 86]. En l'IH, l'expansió de l'hematoma s'associa als resultats, pel que resulta de vital importància la reversió ràpida de la coagulopatia [87, 88]. La causa del sagnat s'estableix mitjançant la seva localització per ressonància magnètica, segons la qual, els IH es divideixen en:

##### 3.1.4.2.1 Hemorràgia subaracnoïdal (HS)

És un sagnat a l'espai subaracnoïdal que conclou en una hemorràgia intracranial. Les causes més comuns són els aneurismes, que es troben a nivell de les bifurcacions i ramificacions, i les malformacions arteriovenoses. Constitueix del 3% al 5% dels ictus, es presenta en persones joves (40-60 anys), majoritàriament en dones. La taxa de mortalitat és elevada, doncs inicialment moren fins el 50% dels qui ho pateixen, i es pot produir un nou sagnat en el 30-40% dels malalts durant el primer mes [89]. Els pacients que sobreviuen presenten seqüeles cognitives i funcionals a llarg termini [90, 91].

##### 3.1.4.2.2 Hemorràgia intracerebral (HIC)

És una acumulació de sang al parènquima cerebral derivada del trencament d'un vas sanguini, i és de topografia i etiologia diversa. La causa més freqüent és la hipertensió arterial (HTA), tot i que també es pot produir per aneurisma. L'HIC es mostra més incident en l'anomenat "Pacient Crònic Complexe"(PCC), format per persones d'edat avançada, comorbiditats i polimedicada. Té un elevat pronòstic de mortalitat i discapacitat [58,92,93]. L'HIC, també anomenada hematoma, es subdivideix en quatre grups [69]:

a. Lobar: És aquella que es localitza als lòbuls de l'encèfal, en qualsevol part dels hemisferis, a nivell cortical i subcortical. Les causes més freqüents inclouen malformacions arteriovenoses, tumors, discràcies sanguínies i el tractament antitrombòtic. En ancians no hipertensos sol donar-se per angiopatia amiloide [58].

a.1. Profunda: És aquella que es produeix als ganglis bassals i al tàlem, a nivell subcortical. El principal factor de risc és la HTA. El 50% de les HIC profundes s'obren al sistema ventricular.

a.2. Troncoencefàlica: És la que es localitza, majoritàriament, a la protuberància. Les HIC d'aquest tipus solen ser greus, excepte els casos d'hemorràgies puntiformes o de mida petita. a.3. Cerebel·losa: El sagnat es troba al cerebel i el factor de risc més comú és la HTA. En cas de que el volum del sagnat sigui superior a 3 cm, el desenllaç és ràpid i fatal.

### **3.1.5 Diagnòstic i quadres clínics de l'ictus**

L'atenció a l'ictus agut s'inicia abans de que el pacient arribi a urgències, i s'ha de realitzar en el menor temps possible, amb l'activació del Codi Ictus i el preavis a l'equip especialitzat. El Codi Ictus és un sistema d'alarma protocol·litzat que permet seguir tots els passos de la cadena assistencial per escurçar els temps per la valoració i tractament del pacient [94].

El consens de la declaració de Helsinborg recomana que el pacient ingressi a una unitat d'ictus 30-60 minuts després de la seva arribada a urgències [95].

Per tal d'agilitzar la gestió òptima del pacient amb un ictus agut, és determinant identificar la seva causa realitzant un diagnòstic acurat, en paral·lel a la realització de les proves diagnòstiques, instrumentals i hemodinàmiques necessàries [35,96]. Sobre això, s'ha observat que els recents sistemes de telemedicina han facilitat la detecció de l'ictus, el qual és cabdal per la ràpida aplicació la teràpia mèdica oportuna, en cas necessari [97,98].

Un error diagnòstic pot limitar la precisió del tractament immediat i la prevenció de possibles recurrències [35], pel qual també s'han d'enregistrar adequadament els temps i els resultats. De Celis-Ruiz et al. indiquen que l'estudi de la causa de l'ictus ha de ser el més exhaustiva possible per millorar



la prevenció secundària [99]. Els signes/símptomes d'alarma, d'aparició sobtada, d'un ictus agut són [99] :

- Pèrdua de força, sensibilitat, formigueig o paràlisi facial i/o de les extremitats, especialment d'un hemisferi corporal (hemiparèsia o hemihipoestèsia, respectivament).
- Alteració sobtada del llenguatge que dificulta la parla (disàrtria) i/o la comprensió (afàsia).
- Pèrdua de l'equilibri o coordinació (atàxia), dificultat per caminar.
- Pèrdua brusca de la visió en un o ambdós ulls.
- Confusió sobtada.
- Cefalea intensa, que pot venir acompanyada d'un o més símptomes anteriors.
- Dificultat per empassar, (disfàgia), segons *l'Australia's National Stroke Foundation* [100].
- En les dones, es pot presentar amb una simptomatologia més difusa: mareig, sensació d'inestabilitat, vertigen, o el que descriuen com una sensació de "no trobar-se del tot bé" [101]. Aquesta combinació de símptomes, més inespecífica, podria confondre el diagnòstic.

Els diferents quadres clínics que es trobaran després d'un ictus dependran de la localització de la lesió, l'extensió, l'evolució i la naturalesa isquèmica o hemorràgica. En l'ictus isquèmic apareixen, de manera brusca, signes focals de debilitat al braç, cama o cara, sensació d'alteració de la parla, manca de coordinació amb les paraules (disfàsia), parestèsia o parèsia al braç o la cama, maldecap, inestabilitat en bipedestació, anormalitat dels moviments oculars i/o dèficit del camp visual. L'hemorràgia subaracnoïdal sol manifestar-se amb un maldecap extremadament fort i sobtat, juntament amb vòmits, convulsions, signes meningis i disminució del nivell de consciència [102].

Si alguns d'aquest símptomes son transitoris, tractant-se d'un accident isquèmic transitori (AIT), s'ha de tractar també com una urgència, doncs augmenta el risc de patir un IC.

L'orientació etiopatogènica inicial indicarà les possibles causes i les bases del tractament inicial, durant la fase aguda, l'ingrés hospitalari, la prevenció secundària. Aquesta orientació es confirmarà amb les següents proves complementàries [96]:

- Estudis de neuroimatge: son prioritaris i necessaris per obtenir informació sobre la localització i volum de la lesió, l'avaluació de la penombra isquèmica si escau, i la situació vascular. A tal efecte es realitza una Tomografia Computeritzada (TC) multimodal, que inclogui, a ser possible, TC basal, de perfusió i angiografia.
- Analítiques sanguínies: constitueixen un complement bàsic per a l'avaluació diagnòstica a urgències. Alguns dels paràmetres que s'analitzen son la glucèmia, funció renal i hepàtica, hemograma amb recompte i estudi de coagulació.

Tots aquests paràmetres permeten predir complicacions de l'ictus i establir perfils evolutius, per després assignar els recursos terapèutics òptims en cada cas [103,104]. Sobre aquest punt, un ictus és progressiu quan evoluciona cap a l'empitjorament; amb tendència a la millora quan la recuperació és igual o superior al 80% a les tres setmanes. Si el dèficit neurològic no es modifica, es tracta d'un ictus estable, pel que han de transcórrer 24 hores sense modificació del quadre clínic en els infarts de territori carotidi, i 72 hores en els vertebrobasilars [69]. En el cas dels ictus hemorràgics, el pronòstic a curt termini de dependència i mortalitat es preveu amb la monitorització de la pressió arterial durant les primeres 24 hores. També es considera l'edat, la mida de l'hematoma i la glucèmia, com a factors rellevants [105].

Per a una estimació del pronòstic funcional després d'un ictus agut, a mitjà i llarg termini, cal tenir en compte les característiques dels pacients (edat, sexe, comorbiditats, i altres factors de risc); també la clínica, les possibles complicacions, els valors radiològics i analítics i la funcionalitat durant l'evolució.

### 3.1.6 Factors de risc (FR) i prevenció de l'ictus

L'ictus i, en general, la malaltia cerebrovascular, està estretament associada a hàbits i estils de vida que son modificables per tal de disminuir la seva incidència i prevalença. També existeixen FR no modificables, en presència dels quals, és rellevant comptar amb un pla de prevenció i realitzar un seguiment més estricte [106,107]. Segons l'estudi *INTERSTROKE* de 2016 existeixen 10 FR modificables responsables del 90% dels ictus que es presenten [108] i estudis posteriors afegeixen d'altres que s'exposen tot seguit.

#### 3.1.6.1 FR no modificables

- **Edat:** És el principal factor de risc no modificable de l'ictus. La seva incidència augmenta notablement amb l'edat, duplicant-se cada dècada després dels 55 anys, i augmentant el risc d'un nou esdeveniment vascular si ja s'ha patit un prèviament [108, 109]. Ritzel et al. suggereixen que l'edat altera la resposta immunològica a l'ictus, la qual es podria revertir manipulant les cèl·lules immunitàries perifèriques de la medulla òssia [110].

- **Sexe:** El risc d'ictus és un 24-30% més alt en homes, tot i que la incidència és superior en dones, ja que la seva expectativa de vida és superior. Son més freqüents els ictus aterotrombòtics en homes, i cardioembòlics en dones. En l'hemorràgia subaracnoïdal, el risc és més alt en dones [111]. És important destacar els factors de risc únics en el sexe femení, com son els nivells d'hormones endògenes, la teràpia hormonal, l'embaràs i el peripart [112].

En dones joves que pateixen cefalees, el risc d'ictus isquèmic augmenta amb la teràpia hormonal combinada [113]. L'avortament espontani i la mort fetal també podrien incrementar el risc d'ictus. Paral·lelament, estudis recents alerten sobre el risc d'esdeveniments cardioembòlics per exposició hormonal en persones transgènere, especialment en procés d'envelliment [114].

- **Factors genètics:** Alguns estudis suggereixen l'existència de variants genètiques que podrien incrementar el risc de patir un ictus, potenciant i actuant en els factors de risc modificables (hipertensió o diabetis, alteració de la

coagulació de la sang, predisposició a la trombosis arterial o el sagnat, modificació de la tolerància a la isquèmia cerebral, per citar alguns exemples) [115, 116].

#### 3.1.6.2 FR Modificables

- **Hipertensió arterial:** És el factor de risc més freqüent, tant en els ictus isquèmics com en els hemorràgics, i en dones i homes majors de 65 anys [117]. Segons l'estudi Interstroke es considera aquest factor de risc quan hi ha un historial d'HTA i quan la PA és igual o superior a 90/160 mm Hg. [118]. La proporció d'ictus amb HTA és del 54%, i es podria disminuir si es reduís la magnitud de la PA a partir d'un canvi en l'estil de vida [119–121].

- **Diabetis mellitus:** Representa aproximadament el 35% dels ictus, segons un recent estudi de Meza & Miranda. La forma de prevenció efectiva d'aquesta condició de salut consisteix en el control agressiu de la glucosa a partir del canvi d'estil de vida, la presa de medicaments i el control d'altres factors de risc associats, com la PA i la dislipèmia [122].

- **Dislipèmia:** Un nivell elevat de colesterol sèric total està associat a un major risc de patir un ictus, especialment isquèmic, on la dislipèmia és significativament major que en els ictus hemorràgics. Diversos estudis han trobat nivells elevats de colesterol LDL, i baixos de HDL en presència d'un ictus [108, 123]. També s'ha demostrat que una reducció del colesterol LDL podria reduir el risc de patir un ictus en un 16% [124]. En aquest sentit, l'American Heart Association/American Stroke Association (AHA/ASA) recomanen l'ús d'estatines d'alta intensitat [125]. D'altra banda, un alt nivell de triglicèrids també incrementa el risc de patir un ictus.

- **Obesitat:** Segons Vicente et al., a partir d'un Índex de Massa Corporal (IMC) superior a 30 kg/m<sup>2</sup>, el risc de patir un ictus augmenta en un 70%, en comparació amb pacients amb un IMC inferior a 25 kg/m<sup>2</sup> [126].

- **Dieta i nutrició:** L'ictus està relacionat amb determinats hàbits nutricionals. Tant la dieta coneguda amb l'acrònim anglès DASH (*Dietary Approaches to Stop*

*Hypertension*) com la dieta mediterrània, ambdues baixes en sal i en greixos saturats i riques en fruites i verdures, es consideren efectives en el control de la HTA [127].

- **Sedentarisme:** Està associat a altres factors de risc, com la HTA, la dislipèmia, l'obesitat i la síndrome metabòlica, els quals, d'acord amb la AHA-ASA, disminueixen la seva incidència gràcies a l'exercici físic. Diversos estudis i associacions, com la AHA-ASA i l'estudi *INTERSTROKE* destaquen que la pràctica regular d'activitat física disminueix el risc de patir un ictus a nivell global [128–131]. En cas d'esdeveniment cerebrovascular, la seva severitat pot disminuir gràcies a la pràctica regular d'exercici físic. Per contra, romandre físicament inactiu durant més de quatre hores al dia suposa un risc cardiovascular, el qual es pot atenuar amb sessions d'activitat de moderada a intensa, preferiblement de quatre hores setmanals [132].

D'entre els diferents tipus d'exercici físic, la modalitat aeròbica pot ajudar a millorar la capacitat cardiovascular i càrdio-respiratòria i actuar com a eina de prevenció secundària després d'un ictus, ajudant a millorar la marxa, entre d'altres [133]. Tot i que s'ha reconegut l'exercici aeròbic com a eina bàsica en la rehabilitació de l'ictus, aquest es continua infrautilitzant en la pràctica clínica. L'actualització canadenca de la *Aerobic Exercise Recommendations to Optimize Best Practices In Care after Stroke* (AEROBICS) de 2019 recomana aplicar l'exercici aeròbic de manera individualitzada i gradual per tal de minimitzar riscos. També aconsella el seu inici quan el pacient es troba mèdicament estable, després d'una avaluació acurada, i realitzar-lo durant un mínim de vuit setmanes [134], tot i que s'hauria de continuar indefinidament per mantenir els beneficis.

- **Tabac:** Representa un factor de risc rellevant, especialment de cara a patir un ictus aterotrombòtic o hemorràgic intraparenquimatós [135]. Deixar el tabac suposa una mesura de prevenció determinant per aquells que ja han patit un ictus isquèmic. D'altra banda, García Núñez et al. suggereixen que l'exposició ambiental al tabac que pateixen els no fumadors augmenta el risc d'un

esdeveniment cerebrovascular, destacant així la importància dels espais lliures de fum [136].

- **Alcohol:** Diversos estudis demostren que un consum elevat d'alcohol (més de 60 g/dia) està directament relacionat amb un major risc d'ictus i d'arteriopaties perifèriques. Un possible mecanisme responsable d'aquest risc podria ser l'augment de la PA. Una revisió sistemàtica de Roerecke et al. indica que una reducció en la ingesta d'alcohol disminueix la PA en persones que abans bevien més de dues begudes alcohòliques al dia. Per tant, és recomanable no consumir alcohol o reduir la seva ingesta a un màxim a l'equivalent a dues copes de vi al dia [137, 138].

- **Cardiopaties i multimorbiditats:** Les complicacions cardíaques contribueixen a la mortalitat dels pacients amb ictus en un 12.5-22.7%, segons diversos estudis. Les cardiopaties son la segona causa d'ictus isquèmic, amb major risc de mort en aquells d'origen cardioembòlic. La fibrilació auricular és una arrítmia que augmenta amb l'envelliment, i és la causa més freqüent d'ictus cardioembòlic. La multimorbiditat és present en més del 50% dels casos d'ictus, amb almenys quatre comorbiditats cròniques diagnosticades [139, 140].

- **Contaminació atmosfèrica:** La contaminació atmosfèrica podria augmentar la incidència de malalties vasculars ateroscleròtiques, segons ho demostren múltiples estudis. Amb ella se l'atribueixen el 21% de les morts per ictus. També s'ha demostrat que persones que viuen exposades a alts nivells de contaminació, incloent la contaminació acústica i l'escàs accés a zones verdes, presenten major risc de patir esdeveniments cerebrovasculars, i aquests poden ser de major gravetat [128,141].

- **Estrès psicosocial:** L'estrès crònic, molt present a la societat actual, constitueix un altre factor de risc d'esdeveniment cerebrovascular. L'estrès es podria relacionar amb l'activació del sistema nerviós simpàtic i l'eix hipotàlamo-hipofisari, amb el consegüent augment de la PA i de la resposta inflamatòria [142]. Estudis recents recomanen evitar la ira i el malestar emocional, no només per minimitzar el risc d'ictus, sinó també com a prevenció secundària

[143,144]. Sobre això cal destacar que, factors relacionats amb el benestar emocional, com la qualitat de vida i l'estat de salut autopercebut, varien entre cultures i entre persones. S'ha demostrat que aquells que han patit un ictus mostren un estat de salut autopercebut pitjor que en altres malalties cròniques, i que l'estrès influeix negativament en la seva recuperació [145,146]. Hofstad et al. suggereixen que la percepció subjectiva de salut constitueix un predictor important de la millora funcional als sis mesos després de l'ictus, i que aquesta és pitjor en les dones [147]. És per això que cal identificar i aplicar mètodes específicament adreçats a aquest grup de població.

- **Trastorns de la son:** Estudis recents indiquen una relació entre la desregulació de la son i el risc d'ictus. Dormir més de nou hores de forma persistent i realitzar migdiades llargues, o passar d'una son d'una durada moderada a una son persistentment llarga incrementen el risc d'ictus [148, 149]. També comporta risc d'ictus dormir menys de 6 hores al dia [150].

D'acord amb l'estudi IBERICAN de 2017, existeix una elevada prevalença dels factors de risc esmentats en la població espanyola, tal i com es pot observar a la **Taula 1** [151].

**Taula 1.** Principals factors de risc modificables de la població espanyola l'any 2017

<b>Factors de risc</b>	<b>Percetatge població (%)</b>
HTA	47,4%
DM	19%
Dislipèmia	50,3%
Obesitat	33%
Sedentarisme	29,7%
Tabac	18%
Alcohol	11,8%

Abreviatures: HTA, hipertensió arterial; DM, diabetis mellitus

A nivell global, molts d'aquests factors, com la contaminació atmosfèrica, l'obesitat, la dislipèmia, la manca d'activitat física i el consum d'alcohol han augmentat en la població jove [152].

Per aquestes raons, una actuació multidisciplinària sobre els hàbits de vida de la població general representa una peça clau en la prevenció de l'ictus i de la seva recurrència. Les mesures bàsiques consisteixen en cessar o abstenir-se del consum de tabac o l'alcohol, adoptar l'hàbit de l'exercici físic regular, evitar el sobrepès-obesitat i instaurar una dieta variada amb fruites, verdures, oli d'oliva i fruits secs [151]. També és aconsellable evitar situacions que provoquin estrès crònic, i realitzar una son de qualitat. Per últim, diversos estudis apunten a l'elaboració i implementació d'estratègies de prevenció específicament orientades a les dones i a les persones transgènere.

Pel que fa a la prevenció secundària, és rellevant destacar que Catalunya està desenvolupant diferents iniciatives, donada la magnitud del problema. Segons la *Estrategia de Ictus del Sistema Nacional de Salud*, s'ha creat una aplicació de mòbil pel control de factors de risc i comunicació entre els pacients i els professionals especialistes i d'atenció primària. Aquesta aplicació es troba en procés de validació i homologació [153].

### **3.1.7 Ictus i COVID-19**

La pandèmia per COVID-19 ha tingut i té repercussions a nivell global en relació a la gestió de l'ictus en termes de prevenció i de cura.

La veritable relació entre COVID-19 i ictus està per determinar, tot i que, segons la *World Stroke Organisation (WSO)*, sembla que la mateixa infecció podria provocar un esdeveniment cerebrovascular [154]. L'entrada del virus podria portar a una hipercoagulació de la sang i provocar un trombembolisme venós, o bé causar una disfunció endotelial, desencadenant un estat hiperinflamatori i donant lloc a un ictus isquèmic o hemorràgic [155]. Tot i així, s'han enregistrat menys ingressos per ictus durant el confinament, fet que es podria relacionar amb la disminució de la contaminació ambiental [156], o bé amb que els pacients evitessin les institucions sanitàries per por a contraure el

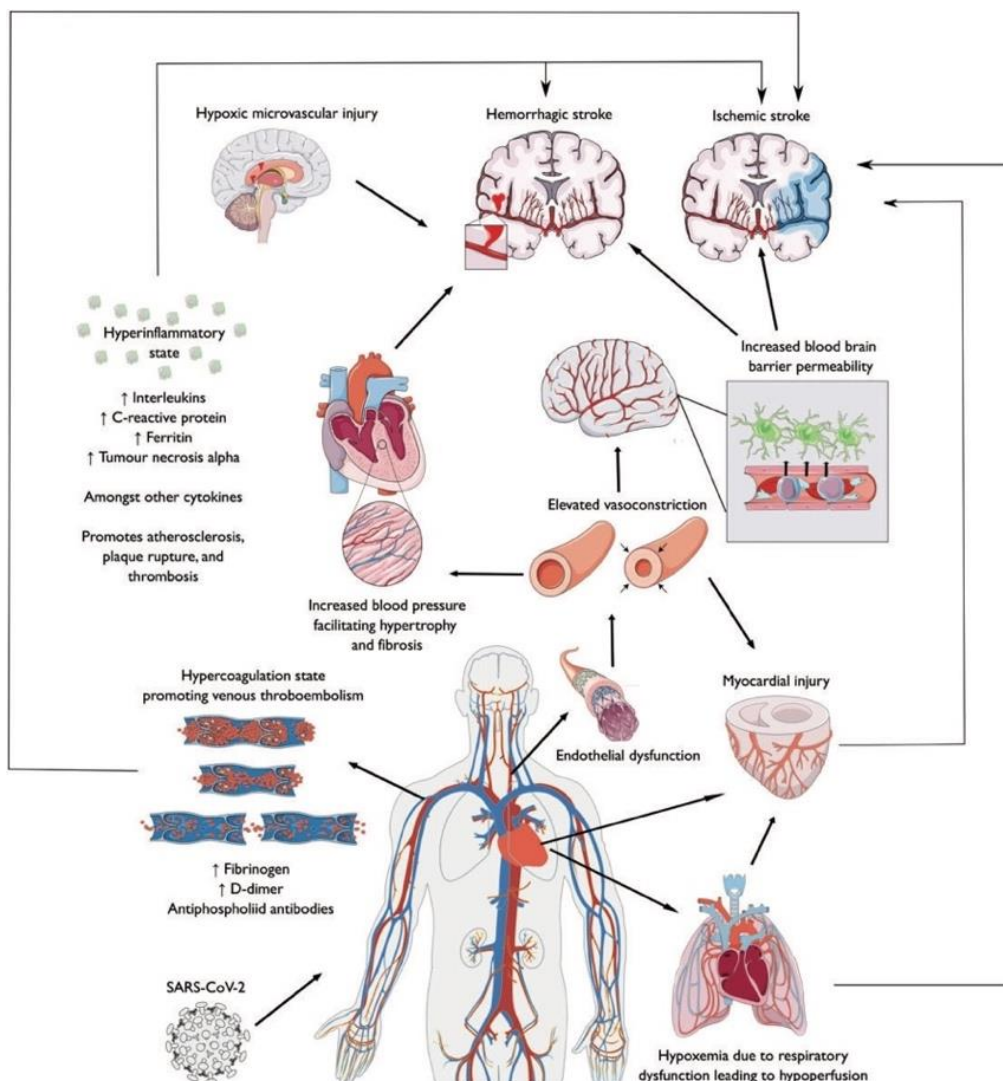


virus [157]. Sobre això s'ha observat que, tot i la reducció d'ingressos per ictus, els que hi havia eren més greus i amb pitjor pronòstic [158].

Un metaanàlisi de Katsanos et al. indica que, donat l'increment de la tasa d'ictus criptogènics en pacients infectats per COVID-19, aquest podria associar-se a un major risc d'ictus cardioembòlic; també suggereix, juntament amb altres estudis [159], que la concurrència de les dues malalties sembla augmentar el risc de mortalitat [160]. D'altra banda, Quin et al. varen observar que pacients ingressats per COVID-19 amb història d'ictus desenvolupaven símptomes més severs, i obtenien pitjors resultats que aquells que no l'havien patit [161].

Pel que fa al seguiment-prevenició secundària en l'etapa subaguda i crònica de l'ictus, és important destacar l'empitjorament funcional de molts pacients degut al confinament i al tancament dels centres de rehabilitació i gimnasos [162]. Com a resposta, investigadors i professionals de la rehabilitació han obert noves vies per facilitar als pacients la seva autogestió després de l'alta hospitalària, a través de tecnologies com el telèfon intel·ligent o la tele-rehabilitació. Les tècniques virtuals, així com els format híbrids, es consideren efectives en el camp de la Neurorehabilitació, tot i que també requereixen assistència, i no substitueixen el treball en persona [163]. Per aquestes raons, les persones víctimes d'ictus durant la pandèmia per COVID-19 s'enfronten a canvis en l'atenció mèdica, amb necessitats addicionals i a llarg termini que poden influir en la seva cura i recuperació [164]. La *Health and Wellness Task Force* americana recomana avançar en el desenvolupament tecnològic i de recerca, adaptar els plans establerts per atendre les necessitats individuals, considerar la dificultat a l'accés a la tecnologia i proporcionar formació específica als professionals sanitaris [164].

La **Figura 2** mostra els possibles mecanismes que poden desencadenar un ictus en pacients afectats per COVID-19.



**Figura 2.** Visió general dels possibles mecanismes d'ictus en pacients amb COVID-19 [155]

### 3.1.8 Complicacions i seqüeles de l'ictus

Els efectes clínics d'un ictus dependran de la localització de la lesió, i resultaran en una afectació motora, en gairebé el 80% dels casos, incloent un grau variable de debilitat a un hemisferi corporal, espasticitat, sinèrgies motores anormals i dificultat en el control motor [165,166]. Aquests dèficits motors poden afectar la cara o extremitats d'una meitat del cos, o bé una combinació d'ambdós.

Les diferents síndromes clíniques de l'ictus es presenten en diversos dèficits neurològics, amb els que es poden predir els resultats funcionals. Cada àrea cerebral s'encarrega d'una funció determinada, i la seva afectació permetrà

discernir les disfuncions que presentarà el pacient en el procés de recuperació (Taula 2).

**Taula 2.** Relació dels dèficits neurològics segons l'àrea cerebral afectada per l'ictus

ÀREA CEREBRAL	AFECTACIÓ
Lòbul frontal	Moviment i percepció del cos a l'espai
Lòbul parietal	Propiocepció
Lòbul temporal	Audició / Llenguatge / Memòria
Lòbul occipital	Visió

Les síndromes clíniques de l'ictus es poden dividir en [167]:

- Total anterior circulation stroke (TACS): Ictus total de la circulació anterior.
- Partial anterior circulation stroke (PACS): Ictus parcial de la circulació anterior.
- Lacunar stroke (LACS): Ictus lacunar.
- Posterior circulation stroke (POCS): Ictus de circulació posterior.

Els ictus totals (TACS) i els de circulació posterior (POCS) mostren major severitat i pitjor pronòstic que els parcials (PACS) i els lacunars (LACS), sent aquests menys severos en comparació amb els no-lacunars. La severitat i pronòstic dels POCS pot ser variable [168, 169]. No obstant això, la heterogeneïtat de les lesions del SNC fa que la mateixa zona afectada no es manifesti clínicament igual en diferents persones, degut a diferents factors de risc, o circumstàncies pròpies [169]. D'altra banda, l'ictus isquèmic i hemorràgic mostren diferents patrons de recuperació: en general, els pacient d'ictus hemorràgic mostren major deteriorament funcional a l'inici, però evolucionen millor que aquells amb ictus isquèmic de gravetat comparable [8, 170].

Les complicacions generals que es poden presentar arran d'un ictus, incloent l'afectació motora, son [171]:

- **Pneumònia per broncoaspiració:** Els pacients amb disfàgia presenten risc de broncoaspiració, el qual es pot minimitzar amb treball de Logopèdia.

- **Trombosi venosa profunda i embolisme pulmonar:** Es produeix per la manca de mobilitat. Mesures profilàctiques inclouen l'ús d'anticoagulants i mitges de compressió, així com Fisioteràpia precoç.
- **Incontinència i infecció urinària:** La incontinència urinària és una complicació freqüent, i implica sondatge vesical, el qual pot provocar infecció. El malestar que provoca la infecció urinària obstaculitza la participació dels pacients en la seva rehabilitació.
- **Dolor:** El dolor central i nociceptiu és habitual en pacients amb ictus. Sol aparèixer, majoritàriament, entre un i sis mesos després de l'esdeveniment vascular [172]. Tot i que el massatge i la mobilització passiva son efectius com a tractament de Fisioteràpia, es pot requerir l'administració de fàrmacs, que poden tenir efectes secundaris a nivell cognitiu.
- **Úlceres per decúbit:** També son conseqüència de la manca de mobilitat. Es poden prevenir amb canvis posturals regulars, nutrició adequada i informació als pacients i als seus familiars [173] .
- **Hemiparèsia espàstica:** L'espasticitat i debilitat d'un hemisferi corporal donen lloc a l'hemiparèsia espàstica, deteriorament motor característic que es produeix després d'un ictus. La debilitat es manifesta en l'etapa aguda, i sol atribuir-se a una alteració de l'activació cortical, mentre que l'espasticitat pot aparèixer després. La seva interacció pot donar lloc a contractures musculars amb la consegüent limitació articular i de moviment. L'espasticitat és el fenomen més comú i que més afecta la recuperació motora i funcional després d'un ictus [174]Diverses tècniques de Fisioteràpia, com el massatge i l'estirament, resulten efectives en la reducció de l'excés de to muscular resultant de l'espasticitat post-ictus. S'ha demostrat que aquestes tècniques poden prevenir les limitacions articulars i facilitar la mobilitat i la funcionalitat [175, 176].

Segons la *American Heart Association–Stroke Outcome Classification* (AHA-SOC) les presentacions neurològiques derivades d'un ictus es divideixen en sis àrees: motora, sensorial, visual, del llenguatge o comunicació, cognitiva i emocional (116).

Aquests dèficits neurològics poden conduir a diferents nivells de discapacitat que dificulten la funcionalitat i redueixen la capacitat per realitzar les activitats de la vida diària (AVD) [177].

### **3.2 ESPASTICITAT**

L'espasticitat és una complicació múscul-esquelètica, una disfunció sensitivomotora caracteritzada per un augment de la resistència articular, dependent de la velocitat, a l'estirament passiu. Aquesta alteració en el control sensitivomotor es produeix per una lesió de la motoneurona superior que deriva en un augment del to muscular i es presenta com una activació involuntària, sostinguda i intermitent de la musculatura [174,178–180]. Segons una recent proposta de definició de Dressler et al., l'espasticitat és una hiperactivitat muscular involuntària en la parèsia central, provocada per un moviment articular passiu, lent o ràpid, o per una estimulació sensorial [181].

Un estudi recent de Li et al. suggereix que altres alteracions motores degudes a l'ictus, com són les sinèrgies anormals, o la co-activació muscular anòmala, coexisteixen amb l'espasticitat i comparteixen principis fisiopatològics similars [182]. Altres estudis sostenen que l'espasticitat apareix i es desenvolupa en paral·lel a la debilitat, i que la seva interacció resulta en una alteració del control motor [183]. Tot i així, el terme s'utilitza comunament per descriure la clínica de la resistència progressiva a l'estirament passiu. Actualment, es considera que els mecanismes de l'espasticitat són múltiples, ja que inclouen canvis neurològics, atròfia muscular i l'efecte de les contractures musculars [184,185].

L'espasticitat es pot manifestar de manera variable, podent anar des d'una hiperreflèxia tendinosa lleu, a un reflex a l'estirament durant la mobilització passiva, amb un impacte negatiu en el rang de moviment, i també en el rang de moviment actiu (ROM i AROM)[186]. L'espasticitat post-ictus afecta severament la marxa i la mobilitat, majoritàriament degut a la instauració d'alguns patrons espàstics comuns al peu, al turmell, i a la marxa, amb el genoll rígid [187,188]. Es manifesta en aproximadament un 25% dels pacients d'ictus, dues setmanes

després de l'accident cerebrovascular [189,190], augmentant la seva prevalença en un 38% un any després del primer ictus, i un 44% quan s'han patit més d'un [191]. En pacients d'ictus en fase crònica, amb dèficits motors de moderats a severos, la prevalença de l'espasticitat arriba al 97% [192]. Aquestes dades suggereixen que poques vegades es produeix una reducció o remissió espontània de l'espasticitat. Més aviat, aquesta es torna progressivament més greu amb el temps, i suposa un gran impacte en les AVD i la qualitat de vida [193]. Els predictors més importants de l'espasticitat crònica són la severitat de l'ictus, la discapacitat severa amb parèsia pronunciada, i la debilitat muscular [194].

Un estudi de Soto et. al. indica que l'índex motor i l'alteració sensitiva a l'ingrés són predictors de l'espasticitat al tercer mes d'evolució [195]. És en aquest moment quan, segons Kuo et. al., el component neurològic de l'espasticitat arriba al seu màxim, mentre que el component biomecànic pot augmentar amb el temps. El component biomecànic de l'espasticitat contribueix a augmentar la incidència de l'espasticitat cap als sis mesos després de la lesió [196].

### **3.2.1 Component neurològic de l'espasticitat**

Entendre el component neurològic de l'espasticitat és determinant per conèixer alguns dels mecanismes subjacents a la recuperació motora de l'ictus. Si bé la neuro-plasticitat participa en la recuperació motora després d'un ictus, aquesta també es complica amb l'aparició de l'espasticitat [197]. Les lesions que inicialment esdevenen amb un ictus impliquen hipòxia i inflamació cel·lulars que afecten tractes de la substància grisa i blanca [198]. A més del dany cerebral primari, es produeixen alteracions anòmales dels reflexes espinals degudes als canvis a les vies descendents entre el cervell i la medulla espinal [199].

Els canvis plàstics posteriors es donen al còrtex motor ipsilesional, contralesional, i a les zones subcorticals [200,201]. Es considera que la plasticitat del còrtex ipsilesional està relacionada amb la recuperació de la funció motora, però no es coneixen a fons els mecanismes del còrtex

contralesional, els quals depenen de la localització i de la mida de la lesió, així com de la severitat del deteriorament motor [202,203].

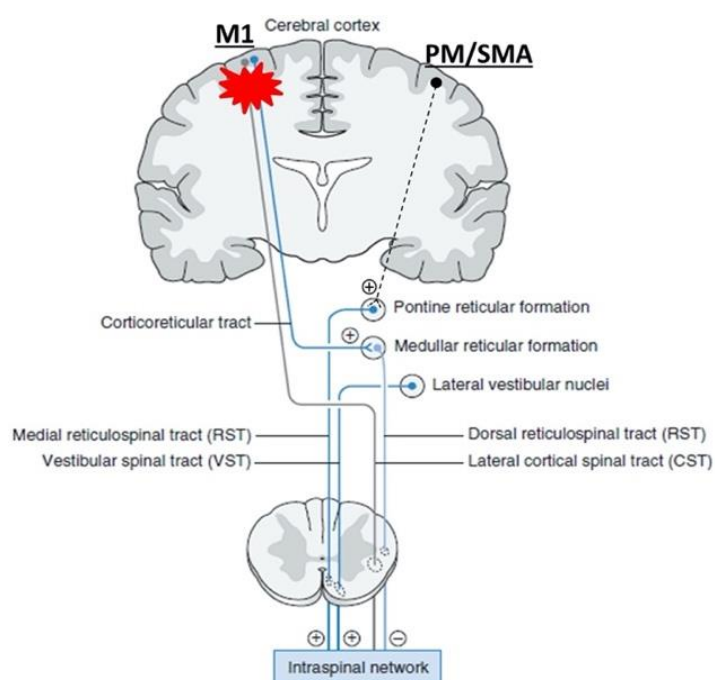
Un estudi recent de Sainz-Pelayo et. al. ha demostrat que existeix una pèrdua de control inhibitori determinada per la lesió de l'àrea cerebral afectada, i del tracte vestibuloespinal i reticuloespinal dorsal. Al mateix temps, es produeix una afectació del tracte ventral, amb una consegüent pèrdua de control excitatori, el qual es tradueix en un augment del to muscular [204].

El paper del tracte vestibuloespinal no està clar, tot i que se'l podria relacionar amb l'espasticitat per la seva connexió amb el tracte reticuloespinal. El rol compensatori de la hiperexcitabilitat del tracte reticuloespinal per la recuperació de la funció motora ha estat demostrat en estudis animals. Per contra, en pacients amb ictus, sembla que aquesta hiperexcitabilitat reticuloespinal està més relacionada amb una sinèrgia motora alterada, pel que no contribueix a recuperar la funció motora de forma normal [205]. També s'ha demostrat que la hiperexcitabilitat del tracte reticuloespinal es produeix en la fase espàstica de l'ictus crònic, i no en la fase flàccida o de recuperació, pel que resultaria maladaptativa en la recuperació motora completa [197].

El tracte reticuloespinal contribueix al manteniment de la posició articular contra la gravetat [206]. Això explica que la seva hiperexcitabilitat tingui efectes anti-gravitatoris i es relacioni amb les sinèrgies anormals, dificultant la recuperació de la mobilitat voluntària posterior a un ictus [205]. D'altra banda, els tractes reticuloespinal i corticoespinal recluten fibres musculars de manera conjunta, durant el moviment voluntari. Un estudi de Jang et. al. mostra un augment de les projeccions corticoreticulars ipsilaterals de l'hemisferi contralesional en pacients d'ictus crònic, fet que pot estar relacionat amb l'habilitat per caminar [207].

Les projeccions del tracte reticuloespinal divergeixen de manera difusa cap a músculs sinèrgics. La hiperexcitabilitat de les neurones motores espinals fa que l'intent d'activació voluntària d'un múscul espàstic resulti en una activació sinèrgica i anormal de diferents músculs espàstics [208].

Aquest fenomen es tradueix en una simplificació de les sinèrgies motores, amb patrons de la marxa estereotipats, en pacients d'ictus crònic [209]. No obstant això, alguns estudis suggereixen que la influència dels reflexes espinals en l'espasticitat podria disminuir amb el temps, ja que els canvis que la provoquen es produeixen en l'etapa subaguda [210–212]. Els mecanismes d'acció de les vies descendents sobre l'excitabilitat del reflex d'estirament es mostren a la **Figura 3**.



**Figura 3.** Mecanismes de les vies descendents sobre l'excitabilitat del reflex d'estirament (205).

Així doncs queda destacada la relació de la hiperexcitabilitat del tracte reticuloespinal amb l'espasticitat post-ictus, amb les consegüents disfuncions motores. Tot i així, l'espasticitat és un procés més complex, ja que les propietats de la musculatura varien segons les persones, depenent també d'altres factors, com l'activitat i la consegüent recuperació motora [210, 211].

### 3.2.2 Component biomecànic de l'espasticitat

L'espasticitat juga un paper important en la formació de contractures musculars, ja que la paràlisi o parèsia inicial posterior a l'ictus immobilitza la musculatura afectada, ocasionant un escurçament adaptatiu en els teixits tous.



Segons Wissel et. al. si la immobilitat i les contractures persisteixen, progressivament es desencadenen respostes anormals a l'estirament, com l'augment dels reflexes dependents de la velocitat en el segment corporal afectat [204]. Alguns autors indiquen que la manca d'ús de la musculatura actua de forma paral·lela a l'espasticitat i que, juntament amb la denervació i els canvis neuroplàstics, deriven en una pèrdua de massa muscular [213]. Nombrosos estudis indiquen que l'atròfia muscular i la sarcopènia post-ictus estan relacionades amb la manca d'ús de la musculatura deguda a la immobilitat prolongada [211,212].

D'altra banda s'ha demostrat que la reducció de la massa muscular en el membre inferior més afectat està relacionada amb el deteriorament motor en la fase crònica de l'ictus [214,215]. Aquesta reducció ja es pot apreciar en el quàdriceps i els gastrocnemis del costat parètic a l'etapa subaguda (dues o tres setmanes posteriors a l'ictus) [216], suggerint canvis en l'arquitectura muscular en etapes primerenques de l'ictus [217].

Estudis actuals suggereixen que, després d'un ictus, les propietats mecàniques del múscul no es distribueixen de manera uniforme, i que hi ha diferents adaptacions al membre superior o inferior [218]. De fet, l'espasticitat es presenta a la musculatura flexora del membre superior i a la musculatura extensora del membre inferior [219]. A ambdós hi podria haver adaptacions funcionals com variacions en el nombre i llargada dels sarcòmers del múscul esquelètic, que derivarien en una reducció de la massa muscular, entre d'altres [220]. Segons Faturi et al., la manca d'ús de la musculatura podria ser el principal factor responsable d'aquests canvis [211]. Mentre que la reducció de la massa muscular es produeix al llarg del primer mes posterior a l'ictus [221], durant l'etapa crònica van augmentant el to i la rigidesa musculars [222].

Pel que fa a l'arquitectura muscular posterior a un ictus, s'ha demostrat que els fascicles musculars afectats alteren el seu comportament en condicions passives o actives. En aquest sentit, existeixen estudis que demostren una disminució de la llargada dels sarcòmers del gastrocnemi medial, en situació

passiva, suggerint una disminució del gruix muscular dels flexors plantars [223], que pot ser de fins a un 5% [220]. En màxima contracció voluntària, Dias et. al. van trobar una disminució en el rang de treball del gastrocnemi medial, el qual podria influir en alguns aspectes de la mecànica muscular, com la relació entre la llargada del múscul i la velocitat de contracció [224]. Tot i així, les AVD com la marxa, es realitzen en contracció voluntària submàxima. Sobre això, Son et. al. van mostrar que l'escurçament i la rotació dels fascicles musculars es reduïen significativament al costat parètic, en comparació amb el no-parètic, en contracció voluntària submàxima [220].

Degut a les adaptacions dels fascicles musculars en posició d'escurçament després d'un ictus, per immobilitat de llarga durada, i de la consegüent reducció del nombre de sarcòmers, es poden produir contractures musculars. Aquests fets podrien derivar en una disminució en la capacitat per generar força amb els flexors plantars del costat parètic [220,225,226], fet també atribuïble al menor escurçament dels fascicles durant la contracció isomètrica [224]. L'escurçament-rotació dels fascicles del gastrocnemi medial depèn dels canvis dinàmics durant la contracció muscular, els quals podrien associar-se a les variacions en la llargada i l'angle de penació [227]. Segons Son et al., aquests canvis podrien esdevenir per l'aplicació de menys tensió en la direcció de l'amplada muscular, possiblement per una interacció alterada entre les forces longitudinals i transversals. La fibrosi muscular post-ictus, associada a una acumulació anormal de material extracel·lular, és un dels múltiples factors que podria influir en la mecànica muscular. Així ho demostra l'eficàcia del les ones de xoc en el tractament de l'espasticitat post-ictus, ja que es podria relacionar amb la reducció de la rigidesa del teixit connectiu causada per la fibrosi dels músculs hipertònics en fase crònica [228, 229].

Els flexors plantars proporcionen la propulsió cap amunt i cap endavant durant la marxa. Si la capacitat per generar el torc de flexió plantar disminueix a causa dels canvis que es produeixen en la musculatura després d'un ictus, la marxa podria estar alterada. A més, segons un estudi de Karr et al., s'estima que l'habilitat dels gastrocnemis del costat més afectat per generar força màxima

disminueix en un 35%, respecte del costat menys afectat [230]. D'altra banda, l'hemiparèsia espàstica post-ictus produeix una activació sinèrgica multi-articular durant la marxa, amb un patró d'extensió involuntària del membre inferior [231].

### **3.2.3 Instruments de valoració de l'espasticitat post-ictus**

Actualment hi ha diversos mètodes disponibles per mesurar l'espasticitat en persones que han patit un ictus. Els més utilitzats comunament són les escales qualitatives, doncs l'espasticitat és difícil d'objectivar, degut a la multiplicitat dels elements que hi intervenen [232], tot i que ja hi ha alguns instruments per quantificar-la.

#### **3.2.3.1 Escales subjectives**

Les escales clíniques tenen l'avantatge de que no requereixen material. Donat que classifiquen informació subjectiva, algunes tenen una fiabilitat i una reproductibilitat limitades, doncs diversos factors externs poden afectar els resultats de les mesures.

- **Escala d'Ashworth Modificada (*Modified Ashworth Scale, MAS*):** És una escala àmpliament utilitzada [233] que valora l'excés de to muscular no dependent de velocitat [234]. Per realitzar la valoració, l'examinador mobilitza passivament l'articulació al llarg de tot el seu rang de moviment. La validesa de la MAS ha estat qüestionada, ja que avalua la resistència al moviment passiu a una velocitat d'estirament constant [235]. Actualment, la MAS s'utilitza també per valorar l'efectivitat de determinades intervencions, com les ones de xoc extracorpòries en pacients amb espasticitat post-ictus [236, 237]. Segons Chen-C-L et al., la MAS és una eina marcadament sensible per detectar canvis en el to muscular dels pacients d'ictus, tant després d'una intervenció com en el seguiment, amb diferències mínimes clínicament importants [237].

- **Escala de Tardeiu Modificada (Modified Tardieu Scale):** És una altra escala que identifica la presència d'espasticitat severa, mesurant objectivament la resposta muscular a estiraments passius a diferents velocitats [238].
- **Escala de valoració del to (Tone Assessment Scale):** És una escala formada per tres apartats, que són la postura resistida, la resposta passiva al moviment avaluada per la MAS i el moviment en resposta a esforços actius [239].
- **Escala de to del flexor plantar de turmell (Ankle Plantar Flexor Tone Scale):** Consisteix en la valoració de la resistència passiva dels flexors plantars des del punt de màxima flexió dorsal fins a la màxima flexió plantar, la resistència al rang mitjà de la flexió plantar i la resistència al rang final de la flexió plantar [239].

#### 3.2.3.2. Mètodes d'avaluació biomecànica

Els mètodes d'avaluació biomecànica poden complementar el treball de les escales subjectives.

- **Dinamometria:** És un mètode biomecànic que es pot utilitzar per quantificar objectivament l'espasticitat mesurant i calculant la resistència al moviment passiu [240].
- **Miotonometria:** És una tècnica que s'utilitza per avaluar la rigidesa muscular a partir d'un dispositiu de ma dissenyat per al seu ús en l'entorn clínic i de recerca. Es basa en l'aplicació d'impulsos curts a través de la sonda del dispositiu, els quals permeten recollir informació relativa al to, la rigidesa, l'elasticitat i la relaxació musculars [241]

#### **3.2.4 La funcionalitat del membre inferior amb espasticitat post-ictus**

Els dèficits funcionals en el membre inferior, presents en dos terços dels pacients que han patit un ictus, afecten l'equilibri, el control motor i la marxa. Com a conseqüència, l'habilitat per realitzar activitats funcionals bàsiques, com

romandre en bipedestació, aixecar-se i seure d'una cadira i caminar, poden quedar limitades a diferents nivells [242, 243].

Alguns autors han trobat sinèrgies anormals respecte a la transició sedestació-bipedestació, com una extensió complerta de genoll abans de l'extensió complerta de malucs, o una activació del solí gairebé simultània a la dels quàdriceps i isquiosurals [244,245]. Aquestes alteracions suggereixen, segons Yang et al., que després d'un ictus es poden utilitzar diferents combinacions d'activacions musculars, que resulten menys consistents i menys coordinades que en persones sanes [246]. També hi ha estudis que indiquen un canvi en el patró temporal per aconseguir el moviment, de manera que els pacients post-ictus retarden i prolonguen el temps d'activació d'algunes sinèrgies musculars [247].

Pel que fa a la marxa, la seva alteració és un dels aspectes clau en l'evolució clínica dels pacients d'ictus, doncs les limitacions funcionals que provoca afecten l'execució de les AVD i disminueixen l'autonomia [248,249]. La marxa és considerada com un dels aspectes més importants que determinen la independència funcional [250]. Una de les limitacions importants degudes a l'alteració de la marxa és l'augment del risc de caigudes [251].

Els diferents patrons de la marxa que es poden observar són variables i depenen de la funcionalitat residual i de la severitat del dèficit sensoriomotor [252]. La marxa implica un treball cooperatiu de les articulacions del maluc, genoll i turmell, de manera que un problema o dèficit en una afecta tot el conjunt [253].

En comparació amb la marxa normal, s'han identificat recorreguts articulars menors, fases de recolzament més llargues i disminució de la velocitat en pacients amb hemiparèsia espàstica post-ictus[254,255].L'espasticitat al membre inferior interfereix, principalment, en la musculatura extensora, postural i anti-gravitatòria, amb una híper-extensió de genoll [256] i un excés de flexió plantar en el turmell de l'extremitat més afectada [257]. Segons Li et al., els moviments articulars de la cama s'acoblen durant la marxa a resultes de

patrons anormals d'activació muscular, els quals inclouen flexió de maluc i extensió de genoll, on està implicat el recte femoral [251]. El quàdriceps és un dels grups musculars on la seva espasticitat és predictora de la fase d'oscil·lació de la marxa [258].

La híper-extensió del genoll en la fase de recolzament limita la velocitat de la marxa, incrementa la despesa energètica en caminar, pot afectar l'aparença estètica per l'asimetria i pot provocar dolor [259–261]. Les causes de la híper-extensió de genoll post-ictus poden ser diverses. A més de l'espasticitat, hi pot haver una combinació de símptomes, com la debilitat, la retracció de la musculatura parètica o la limitació de la mobilitat del turmell, entre d'altres [262].

La híper-extensió de genoll es dona en un 20-68% de pacients d'ictus ambulants [263]. L'espasticitat a l'articulació del turmell resulta en una sèrie de deformitats, també responsables d'una marxa inestable, amb limitacions a la fase d'oscil·lació, dificultat per caminar una distància llarga i problemes per portar calçat [264]. L'espasticitat als flexors plantars, com els gastrocnemis i el soli, és molt comú en pacients crònics amb ictus, i pot derivar en deformitats en el turmell i el peu, limitant la dorsiflexió del turmell. Com a conseqüència, hi ha dificultat perquè el taló prengui contacte amb el terra en bipedestació i durant l'entrenament físic [265].

La deformitat en equinovar és la més comú d'entre totes les que es produeixen en l'articulació del turmell [266]. Més concretament, un turmell en equí porta a una deformitat en flexió plantar que dificulta la dorsiflexió voluntària, degut a l'espasticitat dels gastrocnemis i del soli [267]. S'ha demostrat que, tot i la sarcopènia observada després d'un ictus, [268] en el cas dels gastrocnemis es pot ampliar el reclutament de fibres musculars en bipedestació [269].

De la mateixa manera que el patró d'hiperextensió de genoll pot afectar l'articulació del turmell durant la marxa, també pot succeir a la inversa per l'efecte de la cadena cinètica, amb repercussions al genoll, maluc, i al control de tronc. La deformitat en equinovar indueix a la híper-extensió de genoll

durant la fase de recolzament degut al desplaçament de la força de reacció del terra, que és anterior al genoll. A la seva vegada, els patrons espàtics al turmell i al peu durant la marxa son el resultat d'una combinació d'espasticitat i debilitat de la musculatura que els envolta [267].

La complexitat de l'anatomia del peu i del turmell fa que un moviment aïllat del turmell esdevingui en una activació combinada d'un grup muscular. Aquesta activació esdevé més difusa i menys controlada amb l'espasticitat, conduint a la instauració de diferents deformitats al peu-turmell que depenen del nivell d'espasticitat i de debilitat dels músculs implicats [205,270]. Un estudi de González-Suárez et al. suggereix que la força de la flexió plantar és un predictor de la velocitat de la marxa [258].

### **3.2.5 Instruments de valoració de la funcionalitat del membre inferior amb hipertonia espàstica post-ictus**

Actualment existeixen diversos mètodes per valorar la funcionalitat del membre inferior després d'un ictus. La *International Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable* (SRRR) va desenvolupar recomanacions consensuades per establir mètodes de mesura sensoriomotors basats en l'evidència, amb finalitats de recerca [271]. Un recent estudi Delphi de Pohl et al. ha establert un consens sobre un conjunt bàsic de mesures d'avaluació per ser utilitzades en la pràctica clínica (*Fugl-Meyer Motor Assessment*, *10- Meter Walk Test*, *Timed-Up-and-Go* i *Berg Balance Scale*) [272]. Tot seguit s'exposen les que s'han emprat en el present estudi.

- ***Fugl-Meyer Assessment for Lower Extremity (FMA-LE)***: És una escala àmpliament utilitzada per valorar el nivell de la funció motora després d'un ictus, i està recomanada tant en clínica com en recerca, amb fiabilitat reconeguda en pacients d'ictus amb diferents nivells de discapacitat. La FMA-LE avalua el moviment voluntari, la coordinació de moviments aïllats, la velocitat i l'activitat reflexa, establint unes propietats jeràrquiques. En el cas de l'ítem emprat en la present tesi, el de flexió de genoll, els valors serien els següents: 0 = no hi ha flexió de genoll, 1 = flexió fins a 90°, 2 = flexió major de

90°. Estudis recents demostren que la FMA-LE podria proporcionar informació sobre la mobilitat i la velocitat de la marxa en pacients d'ictus [273, 274].

- **5-Times Sit-to-Stand Test (5TSTS)**: Aquest test mesura el temps que triga un pacient a aixecar-se cinc vegades d'una cadira, el més ràpid possible, començant i acabant en sedestació. Tot i que hi ha diverses variants, el 5TSTS és un dels tests més utilitzats per avaluar i monitoritzar l'estat funcional dels pacients d'ictus, ja que pot ser un predictor del nivell de discapacitat i del risc de caigudes [275–277]. Un estudi de Mentiplay et al. suggereix que la força dels extensors de genoll influeix notablement en el temps de realització del 5TSTS [277]. Segons un altre estudi de Azharuddin et al., la realització del 5TSTS pot afectar l'equilibri dinàmic i la marxa [278].

- **10-Meter Walk Test (10MWT)**: La velocitat de la marxa és un dels paràmetres que més s'utilitzen per avaluar el rendiment i la funcionalitat del membre inferior, ja que la marxa pot ser més lenta en pacients d'ictus [255, 279]. Es considera que el 10MWT té fiabilitat i validesa per quantificar la velocitat de la marxa. El 10MWT mesura el temps requerit per caminar 10 metres, el qual es converteix després en metres per segon. Per aplicar el 10MWT es poden establir uns metres d'acceleració i desacceleració. Alguns autors suggereixen que la longitud de la passarel·la no influeix en la velocitat de la marxa a un ritme confortable i que, per tant, no es necessita una distància d'acceleració i desacceleració amb el 10MWT [280,281]. No obstant això, es recomana afegir uns metres per tal de minimitzar l'estrès dels participants en el moment de realitzar el test [282]. Alguns autors suggereixen que la velocitat de la marxa, mesurada amb el 10MWT té correlació amb la marxa quotidiana en pacients d'ictus en fase crònica.

- **4-Meter Walk Test (4MWT)**: El 4MWT podria aplicar-se com a alternativa al 10MWT, ja que la distància és més curta, els pacients es fatiguen menys i també cal menys espai per realitzar el test [283]. Tal com suggereix Fernández-Huerta et al., el 4MWT és un indicador de la capacitat d'exercici en la gent gran i es pot utilitzar com a mètode de mesura independent [284].



- **Ankle Lunge Test (ALT):** L'ALT s'utilitza habitualment per mesurar la dorsiflexió de turmell amb càrrega. Consisteix en indicar el pacient que situï el peu més afectat al terra i doblegui el genoll cap a una paret, sense aixecar el taló. Els graus de dorsiflexió es mesuren amb inclinòmetre, goniòmetre, o amb una aplicació d'inclinometria del dispositiu iPhone [285]. Un estudi de Simondson et al. ha demostrat la validesa i fiabilitat de l'ALT per avaluar el canvi en la dorsiflexió del turmell amb càrrega en persones que han patit un ictus. Segons aquest estudi, la pèrdua de rang de dorsiflexió amb càrrega està relacionada amb una velocitat de la marxa més lenta i amb una reducció en la funcionalitat [286].

### 3.3 NEUROREHABILITACIÓ DE L'ICTUS

La rehabilitació de l'ictus és un procés individualitzat, que ha de ser conduït per un equip multidisciplinari, amb l'objectiu principal de restablir o maximitzar la independència funcional del pacient, facilitant així la seva autonomia, participació i reintegració social i laboral [182]. La rehabilitació s'inicia en l'àmbit hospitalari i continua en l'ambulatori, podent-se realitzar, també, en l'entorn domiciliari. Donada l'evidència de la manca de serveis en el sector sanitari públic, s'estan realitzant estudis i estratègies per millorar el tractament i la qualitat de l'atenció domiciliària [171,287]. Per treballar de manera més òptima en la recuperació funcional de l'ictus, és determinant el temps d'inici de la rehabilitació, la durada, la intensitat del tractament i l'entorn on es realitza [288].

#### 3.3.1 Fases de la recuperació de l'ictus

En el procés de recuperació de l'ictus es distingeixen quatre fases.

- **Fase aguda (0-24h):** L'objectiu principal durant aquest període és determinar la causa i mantenir l'homeòstasi per mitjà de cures generals i immediates, preferiblement a una Unitat d'Ictus [289]. Paral·lelament, en els ictus isquèmics es realitza la teràpia endovascular, que consisteix en la reperfusió del teixit isquèmic mitjançant la trombòlisi intravenosa o la trombectomia mecànica de tipus stent [290]. En els ictus hemorràgics, on és fonamental prevenir l'extensió de l'hematoma, es realitza un control de la pressió arterial i una revisió precoç

de l'anti-coagulació. En hemorràgies intracranials és important la prevenció i tractament de la hipertensió intracranial [291]. Un estudi recent de Wang et al. ha detectat diferències en el diagnòstic i tractament de l'ictus en l'etapa aguda entre homes i dones, doncs indica que les dones menors de 70 anys tendeixen a ser menys diagnosticades d'ictus que els homes en les urgències prehospitalàries [292].

- **Fase subaguda (>24h-3 mesos):** En pacients amb discapacitat posterior a un ictus, la Neurorehabilitació representa una oportunitat de millora, i s'ha d'aplicar tan aviat com estigui establert el diagnòstic i l'estat vital del pacient estigui controlat. La Fisioteràpia activa pot començar quan el pacient està estable i sense riscos d'alteració hemodinàmica. La Fisioteràpia passiva s'ha d'iniciar abans per tal de reduir l'aparició de contractures musculars i altres complicacions derivades de la immobilitat [293]. La *American Heart Association/American Stroke Association* recomanen l'inici d'estratègies de rehabilitació en l'etapa subaguda [294]. L'objectiu de la rehabilitació de l'ictus es basa en promoure la neuro-plasticitat, definida com la capacitat del cervell per establir noves connexions neuronals en el teixit o a l'hemisferi no lesionat, per tal que aquest s'encarregui de la funció perduda [295]. L'activitat cerebral en l'hemisferi lesionat es reprèn entre 1 i 2 setmanes després de produir-se l'ictus [296]. Mentre que en l'etapa aguda de l'ictus apareixen signes immediats de debilitat a resultes de la lesió central, durant l'etapa subaguda emergeix l'espasticitat. Un estudi de Nam et al. indica que el temps de mitjana per detectar l'espasticitat és de 34 dies després de l'inici de l'ictus [297].

- **Fase tardana (>3 mesos ≤6 mesos):** Alguns estudis indiquen que la finestra terapèutica després d'un ictus és de 3 a 6 mesos, ja que la recuperació funcional s'alenteix a les 15 setmanes amb hemiparèsia severa, i a les 6,5 setmanes amb hemiparèsia moderada [298]. Per aquestes raons, resulta essencial continuar amb la Fisioteràpia que s'ha iniciat en la fase subaguda, que ha de ser repetitiva i motivadora [295].

- **Fase crònica (>6 mesos):** Tot i el reconeixement de l'estabilització funcional post-ictus cap als 6 mesos, s'ha demostrat que es poden seguir produint millores en la fase crònica, fins i tot anys després de l'ictus [299].

Segons Ganesh et al. les millores funcionals que es produeixen més enllà de la fase subaguda i tardana d'un ictus s'associen a un menor índex de mortalitat després de cinc anys [300]. Aquestes troballes generen gran interès per revalorar la finestra terapèutica de l'ictus, i per desenvolupar noves tècniques de rehabilitació que es puguin aplicar al llarg d'aquesta etapa [301]. A més, la recuperació post-ictus és un procés dinàmic on el factor terapèutic, a més dels de la pròpia persona o el seu entorn, és un més de tots els que intervenen i determinen la seva trajectòria [8].

### **3.3.2 Tractament mèdic-quirúrgic**

- **Ictus isquèmic:** El tractament mèdic de referència en l'ictus isquèmic agut és la trombòlisi, que consisteix en l'administració intravenosa del tPA, un activador tissular del plasminògen. La funció d'aquest tractament és la de convertir el plasminògen en plasmina, la qual trenca la fibrina del trombus i afavoreix la re-canalització [302]. És important mencionar que l'eficàcia de la trombòlisi venosa es va reduint a mesura que passen les hores i es limita només a un 30% dels tractaments [303]. A més, amb l'administració de tPA augmenta el risc de que es produeixi un ictus hemorràgic [304]. Existeixen investigacions pre-clínicas que suggereixen la millora del tractament de la trombòlisi amb la nano-medicina, tot i que l'ús de nano-materials comporta un elevat risc de toxicitat [305]. Amb aquesta perspectiva, un dels reptes actuals en el tractament de l'ictus isquèmic agut consisteix en trobar combinacions bio-compatibles que permetin aplicar la nano-medicina amb èxit i minimitzant els riscos [306].

La trombectomia mecànica endovascular és la opció quirúrgica en el tractament de l'ictus isquèmic agut, concretament en les oclusions de grans vasos [307]. Els mètodes de trombectomia mecànica consisteixen en l'ús de dispositius com els *stent retrievers* o el catèters d'aspiració per contacte [308].

- **Ictus hemorràgic:** El principal objectiu del tractament mèdic de l'ictus hemorràgic agut és el de potenciar el sistema hemostàtic endogen per tal d'aturar l'hemorràgia intracranial. Tot i així, els agents hemostàtics no sempre donen els resultats esperats, ja que l'administració d'agents de coagulació redueixen la mida de l'hematoma, però no milloren la funcionalitat posterior a l'hemorràgia [309]. En aquest sentit, la nano-tecnologia també ha desenvolupat recentment tractaments hemostàtics que podrien afavorir la coagulació de la sang i millorar el maneig de l'ictus hemorràgic [310]. S'ha de tenir en compte, però, que tal com podria succeir en el tractament de l'ictus isquèmic, els nano-materials presenten el mateix risc de toxicitat en l'ictus hemorràgic [306] .

### 3.3.3 Tractament de Fisioteràpia

Les pautes internacionals estableixen que dos terços de les persones que han patit un ictus romandran amb alguna discapacitat física a llarg termini, i que necessitaran rehabilitació després de la fase aguda [311,312]. Aquest fet, sumat al creixent nombre de supervivents, condueix a un augment substancial de la demanda en serveis de rehabilitació [20]. En cas de no haver tractament de Fisioteràpia després de l'ictus, aquells que han quedat amb seqüeles poden patir un important deteriorament funcional [313].

Existeixen nombroses tècniques de Fisioteràpia orientades a recuperar la funcionalitat després d'un ictus, ja que la principal complicació que esdevé és l'hemiplegia o hemiparèsia, amb les consegüents seqüeles en la funció motora. Ballester et al. postulen que la recuperació motora posterior a un ictus es pot estructurar en [314]:

- **Funció motora i estructural:** és la que fa referència a la recuperació dels moviments que la persona realitzava abans de la lesió, i resulten de la interacció entre la plasticitat cerebral i l'entrenament sensoriomotor [315,316].

- **Habilitat per realitzar amb èxit les AVD:** és aquella relacionada amb l'ús d'estratègies compensatòries [316, 317]. La tasca dels fisioterapeutes consisteix a avaluar, realitzar el diagnòstic de Fisioteràpia i gestionar aquells

dèficits que limiten la funció motora, i que condueixen a les limitacions en la realització de les AVD. Els fisioterapeutes experts en ictus han d'iniciar el tractament de rehabilitació mitjançant una avaluació acurada i individualitzada dels dèficits neurològics, a partir de la qual podran establir objectius a curt, mitjà i llarg termini [318].

Els objectius generals de la Fisioteràpia en la rehabilitació de l'ictus son [319, 320]:

- Mantenir i recuperar el rang articular.
- Mantenir, recuperar i equilibrar la força muscular.
- Recuperar el control postural, el control de tronc i l'equilibri.
- Reeducar la marxa.

El tractament de Fisioteràpia s'ha d'iniciar tan aviat com sigui possible, després de la valoració per part del metge rehabilitador en les 24-72 hores després de l'esdeveniment cerebrovascular, i un cop hagi establert la prescripció terapèutica. No obstant això, no es poden predir els objectius de manera acurada, ja que la recuperació de l'ictus és heterogènia i dinàmica [171,321]. Considerant aquest criteri, tot seguit s'exposen les diferents etapes en les que s'aplica el tractament de Fisioteràpia.

### 3.3.3.1 Tractament en fase aguda

S'ha demostrat que la Fisioteràpia iniciada aviat després de l'ictus ajuda a reduir complicacions a nivell funcional i promou la recuperació [171]. La inactivitat prolongada, pròpia de l'enllitament els primers dies posteriors a l'ictus, comporta una pèrdua de condició física que agreuja el dany neurològic. Així, el signe més manifest de l'etapa aguda és la hipotonia generalitzada, amb el consegüent risc de trombosi venosa profunda, rigidesa articular, dolor i úlceres per decúbit, entre d'altres. A nivell fisiològic, la mobilització primerenca podria ajudar a mantenir la massa corporal magra, atenuar la debilitat muscular secundària i reduir la pèrdua d'aptitud cardiovascular.

El 5è Audit Clínic de l'Ictus 2018-19 a Catalunya, estableix que calen accions per establir pautes de mobilització precoç [41].

Segons una revisió sistemàtica d'Aquino-Miranda et al., considerant l'estabilitat hemodinàmica i la seguretat dels pacients, es pot començar per una mobilització primerenca a partir de les 24 hores després de l'ictus [322]. És important alertar, però, de la tendència a un pitjor pronòstic funcional si la mobilització comença abans [323]. Altres estudis suggereixen que tant la PA com la FC es poden establir millor amb la mobilització passiva de les cames [324], i que un protocol intensiu de verticalització de càrrega cíclica a les cames podria millorar la funcionalitat dels pacients amb trastorn de la consciència [325]. S'ha de destacar, però, que ja que la patofisiologia de l'ictus isquèmic és diferent a la de l'hemorràgic, també ho és la seva gestió i tractament en la fase aguda. Alguns autors postulen que la mobilització primerenca en l'ictus hemorràgic podria empitjorar la possible hipertensió post-ictus i augmentar el risc de re-sagnat [326]. No obstant això, Yen et al. van observar en el seu estudi que la mobilització primerenca posterior a un ictus hemorràgic lleu-moderat disminuïa el temps d'ingrés dels pacients i millorava la marxa en quatre setmanes després de l'ictus [327].

La Fisioteràpia, en l'estadi inicial de l'ictus, ha d'encaminar-se cap a la sedestació, la bipedestació i la marxa posteriors, tot i que els objectius a curt termini consisteixen a assegurar la funció respiratòria normal, la cura de la pell i la mobilitat articular [322]. La mobilització primerenca també exerceix una estimulació sensorial aferent que ajuda a reduir la severitat de l'espasticitat [328]. En els casos en que el pacient estigui conscient i el seu estat ho permeti, és aconsellable iniciar la mobilització activa assistida de les extremitats afectades. Sobre això, es recomana un treball intensiu i repetitiu de moviments i tasques funcionals que resulten essencials per la posterior recuperació [329].

Amb tot l'exposat, el tractament de Fisioteràpia en l'etapa aguda de l'ictus consisteix en la realització de les següents tècniques, en funció de l'estat del pacient [290, 330] :

- Canvis posturals per evitar complicacions cutànies.
- Mobilitzacions passives dels membres afectats i treball dels esquemes funcionals normals en ambdós hemi-cossos.
- Exercicis respiratoris per eliminar secrecions, prevenir infeccions i normalitzar el patró respiratori.
- Estimulació propioceptiva i sensorial de l'hemi-cos afecte.
- Inici de la sedestació l'abans possible.
- Treball del control de la postura del tronc i del cap.
- Treball de Reeducació Postural Global per prevenir deformitats tals com l'espatlla dolorosa o el peu en equinovar.

### 3.3.3.2 Tractament en la fase subaguda

El tractament de Fisioteràpia en la fase subaguda pot iniciar-se dies després de l'esdeveniment cerebrovascular, quan el pacient està mèdicament estable, i dura aproximadament fins als 3 mesos, podent-se allargar fins als 6 mesos, segons l'evolució [331]. La Fisioteràpia està orientada a la millora del control estàtic i dinàmic, la coordinació dels moviments de tronc i la màxima represa de les habilitats funcionals. Per assolir aquests objectius, és important treballar en l'estabilitat postural i la força funcional del membre inferior, entre d'altres. L'etapa subaguda és la més important, doncs és la més efectiva en quant a plasticitat cerebral i participació activa del pacient per a la seva recuperació [332,333].

En l'etapa subaguda solen aparèixer els primers signes d'espasticitat i hiperreflèxia, i és quan s'avalua el control de tronc i l'equilibri en sedestació, els quals prediuen la capacitat de realitzar la marxa [334,335]. Així doncs, s'apliquen tècniques per regular l'espasticitat i normalitzar el to muscular.

En l'etapa subaguda es realitzen mobilitzacions passives, cinesiteràpia i reeducació propioceptiva, progressant cap el treball actiu-assistit i resistit del costat més afectat per l'enfortiment de la musculatura [329]. Per aplicar aquest treball, es realitzen exercicis de facilitació repetitiva i entrenament pel desenvolupament neuronal, per tal d'eleva el nivell d'excitació dels tractes motors descendents afectats, i així induir el pacient a iniciar el moviment.

Aquest treball repetitiu pot incloure lleugeres variacions, i sempre ha d'estar orientat cap a un objectiu funcional [336, 337].

Cal esmentar, també, la importància de la informació sensorial en la reorganització de la plasticitat i el re-aprenentatge motor, ja que el còrtex motor s'estimula a través de les seves connexions amb el còrtex sensorial. Per això, són essencials els estímuls tàctils per part del fisioterapeuta per tal de guiar el pacient en els moviments, fins que aquest sigui capaç de realitzar-los sense orientació [338,339]. En aquest cas, es considera el paper del fisioterapeuta com a facilitador per tal que el pacient trobi altres ordres motrius sota la xarxa neuronal modificada [336].

Un exemple de tècnica de facilitació àmpliament utilitzada és la basada en el concepte Bobath. S'ha demostrat que el moment d'activació de la sinèrgia muscular de sedestació a bipedestació millora i és similar al de persones sanes quan s'utilitza la tècnica Bobath [340, 341]. També es recomanen i s'utilitzen altres tècniques d'estimulació somato-sensorial, com l'electroestimulació transcutània [342] o la termoteràpia [343], entre d'altres.

És en aquesta fase quan s'inicia la bipedestació i la reeducació de la marxa, tenint en compte l'estat de la musculatura de les extremitats inferiors. Sobre això, actualment s'utilitzen diverses tècniques per millorar el PROM de dorsiflexió del turmell, la marxa i l'equilibri, com l'estirament i el reforç del tríceps sural [344]. També és important destacar el treball de la pelvis, doncs la seva simetria permet reeducar i efectuar la marxa [345]. Alguns autors han demostrat que es produeix una millora en el control de tronc, l'equilibri i la marxa amb els exercicis de *core stability*, afegits a la teràpia convencional, en pacients d'ictus en fase subaguda [346, 347].

Un estudi recent de Brunelli et al. suggereix que l'Entrenament de Suport del Pes Corporal (*Body Weight-Support*), podria ser més efectiu que la teràpia convencional sola en la millora de la marxa [348]. Aquest treball també podria millorar altres aspectes, com la incontinència, ja que aquesta s'ha associat amb la recuperació funcional[349].



Aplicar un programa d'exercici en l'etapa subaguda de l'ictus pot promoure la recuperació espontània [350] i millorar les funcions físiques i psicosocials [351]. S'han trobat estudis recents que destaquen els beneficis d'iniciar l'entrenament d'alta intensitat, adaptat a les circumstàncies físiques i personals de cada pacient, les primeres setmanes després de l'ictus, per millorar la marxa.

### 3.3.3.3 Tractament en la fase crònica

Està àmpliament acceptat que, durant l'etapa crònica, s'estabilitzen les seqüeles de l'ictus, pel qual, la Fisioteràpia està orientada al manteniment dels avenços aconseguits durant l'etapa subaguda, i a l'adaptació a la situació funcional [41,329]. Tot i això, existeixen estudis que destaquen un gradient precís de sensibilitat millorada al tractament que va mes enllà de l'anomenada finestra terapèutica, que és de 3 a 6 mesos, i que s'estén més enllà dels 12 mesos després de l'ictus [171,314]. Un estudi de Nagaraja et al. va detectar un nombre significatiu de pacients aptes per rehabilitació addicional després de l'etapa subaguda [352].

Per tant, durant l'etapa crònica és important continuar amb la potenciació muscular d'ambdós membres, amb un treball aeròbic i de resistència combinats, per tal de millorar la força muscular i la capacitat per caminar [353]. Segons un altre estudi de Linder et al., pacients crònics d'ictus amb comorbiditats cardíaques van poder realitzar exercici aeròbic moderat-intens per 45 minuts [354].

D'altra banda, existeixen noves tècniques i metodologies que, associades a la teràpia convencional, exerceixen beneficis en la fase crònica de l'ictus, com son la tele-rehabilitació [355, 356], la realitat virtual [357] o el ja mencionat treball de *Core Stability* [358], entre d'altres .

Per últim, cal destacar que la discapacitat per ictus resulta més elevada en dones que en homes, el qual té un impacte en la seva qualitat de vida [292]. És important tenir en compte aquest aspecte, de cara a planificar els tractaments de manera individualitzada.

### 3.4 MODALITATS DE NEUROREHABILITACIÓ DE L'ESPASTICITAT

La mobilitat general de les extremitats dels pacients d'ictus es pot veure seriosament limitada per l'espasticitat. Els pacients amb espasticitat presenten una situació de discapacitat motora que es manifesta amb parèsia, augment del to muscular, hiperactivitat muscular, contractures, disminució dels rangs articulars i dolor [183,204]. Els diferents tractaments de l'espasticitat inclouen mètodes farmacològics i quirúrgics, així com tècniques de Fisioteràpia [359]. Si no es tracta, l'espasticitat pot reduir l'autonomia funcional i generar dolor degut a les contractures doloroses que se'n deriven [171].

#### 3.4.1 Mètodes farmacològics i quirúrgics per tractament de l'espasticitat

Actualment s'utilitzen diversos tractaments mèdics, amb diferents mecanismes d'acció que exerceixen efectes sobre l'espasticitat focal i general. Aquests inclouen el baclofè oral, la tizanidina, el dantrolè i les benzodiazepines. Donats els seus possibles efectes adversos, es recomana monitoritzar la seva administració, tant pels beneficis clínics com pels efectes no desitjats [360]. Tot seguit s'exposen amb més detall els tractaments mèdics més utilitzats.

- **Toxina botulínica:** Actualment, el tractament farmacològic de l'espasticitat focal considerat com el més efectiu i segur és el de la toxina botulínica de tipus A (BoNT-A) [361,362]. En determinats casos, però, la BoNT-A no respon, com en el cas d'un objectiu inadequat per al tractament, dosis insuficients del fàrmac, o d'una selecció i identificació inexactes per a la injecció.

Les dosis repetides poden mantenir i incrementar els seus beneficis al llarg dels temps [363], tot i que tenen un risc d'efectes locals, com inflamació neurogènica de les mucoses [364]. A banda d'aquests efectes locals, els possibles efectes adversos són aquells relacionats amb la injecció, i són mínims si el professional que l'administra és experimentat [365]. Nombrosos estudis suggereixen que la BoNT-A és eficaç en la reducció de l'espasticitat dels flexors plantars, tot i que hi ha controvèrsia pel que fa a la millora de la funció motora [366].

- **Baclofè intratecal:** És una tècnica quirúrgica que s'utilitza per reduir l'espasticitat. Per aplicar-lo, cal implantar quirúrgicament un sistema d'infusió programada del fàrmac [367]. Tot i que la taxa d'efectes adversos és baixa, les principals complicacions que poden aparèixer són infecció, externalització o desplaçament del dispositiu, trencament del catèter o tolerància al baclofè [368].

- **Crioneurotomia:** Com a coadjuvant de la toxina botulínica, la crioneurotomia, utilitzada tradicionalment com a mètode d'analgèsia, resulta ser un tractament segur de l'espasticitat. Un estudi de Winston et al. suggereix que la crioneurotomia al nervi tibial ajuda a millorar la marxa [369].

### **3.4.2 Mètodes de Fisioteràpia pel tractament de l'espasticitat**

Actualment hi ha un gran nombre de tècniques de Fisioteràpia per combatre l'espasticitat [362]. Aquestes tècniques s'apliquen juntament o sense les tècniques farmacològiques o quirúrgiques, tot i que encara no està del tot clar com s'han d'aplicar per tal d'optimitzar-ne els resultats. Alguns estudis suggereixen la possibilitat de combinar tractaments. Tot seguit, es descriuen les tècniques més utilitzades fins la data.

#### 3.4.2.1 Tècniques de Teràpia Manual

- **Estiraments musculars:** L'estirament o elongació muscular és la tècnica de Fisioteràpia més utilitzada en el maneig de l'espasticitat. Consisteix en mobilitzar una articulació al llarg de tot el seu ROM possible [370], amb l'objectiu de mantenir o augmentar la mobilitat articular, normalitzar el to muscular, millorar l'extensibilitat tissular i reduir el dolor i les contractures [371]. Malgrat que no estan clars els mecanismes d'acció dels estiraments, podrien ajudar a incrementar la viscoelasticitat dels teixits tous, generant una adaptació, no només del teixit muscular, sinó també del teixit connectiu, tendinós, vascular i neural .

En general, són diversos els procediments que es poden aplicar en un treball d'estiraments, que poden ser passius, actius o de posició prolongada.

El nombre de repeticions és variable, així com la velocitat, la intensitat, el temps d'elongació i la freqüència. Alguns estudis recomanen que, per obtenir resultats, el treball d'estiraments s'hauria d'aplicar de forma individualitzada [372], realitzant-se de manera freqüent, i mantenint-se durant, almenys, 30 segons [373]. També s'ha de considerar la posició de l'articulació ja que, per exemple, en la dorsiflexió de turmell, no s'estiren les mateixes estructures si es realitza amb el genoll flexionat o estirat [370]. Com a possibles efectes adversos s'ha descrit ruptura de la pell, hematomes o dolor [374].

- **Tècniques de massatge terapèutic:** Diversos autors defineixen el massatge terapèutic com una sèrie de manipulacions protocol·litzades dels teixits tous que tenen l'objectiu de prevenir o reduir el dolor, les contractures musculars i l'estrès, i de promoure la salut i el benestar. No es necessita cap material específic, apart de cremes u olis opcionals, ja que es realitza majoritàriament amb les mans, els dits o els avantbraços, i s'aplica de manera segura [375–377]. Una revisió sistemàtica i metaanàlisi de Cabanas et al. suggereix que el massatge terapèutic, especialment la modalitat xinesa *Tui Na*, juntament amb la Fisioteràpia convencional, ajuda a reduir l'espasticitat i a millorar la funció motora del membre inferior després d'un ictus [176]. El massatge *Tui Na* és una tècnica de massatge funcional que pot enviar impulsos propioceptius al SNC a través del moviment de músculs, tendons i articulacions [378]. S'han trobat alguns estudis i revisions més sobre els efectes d'altres tècniques de massatge en l'espasticitat i funcionalitat post-ictus, tot i que hi ha, en general, una manca de qualitat metodològica. Exemples d'aquestes tècniques son el massatge de meridians [379] i l'ayurvèdic [380], aquest últim amb possibles efectes positius en la bipedestació. Així doncs, calen més estudis que recolzin l'efectivitat del massatge com a coadjuvant al tractament de Fisioteràpia tradicional, en el maneig de l'espasticitat, ja que l'evidència científica existent és limitada. D'altra banda, Tot i que no s'han descrit efectes adversos del massatge envers els pacients d'ictus, s'han de considerar algunes precaucions, com la presència de coàguls a les extremitats inferiors, doncs existeix el risc de despreniment [381].

### 3.4.2.2 Tècniques d'Electroteràpia

- **Ones de xoc extracorpòries (*Extra Corporeal Shock Wave Therapy, ESWT*)**: És un tractament no invasiu que consisteix en crear una sèrie de pulsacions d'ones acústiques de baixa energia, que s'apliquen directament a una lesió a través de la pell, mitjançant un gel transmissor [382]. Tot i que no estan clars els mecanismes d'acció de les ESTW sobre l'espasticitat, es suggereix que indueixen la síntesi d'òxid nítric, el qual és responsable de la formació d'unions neuromusculars. També podrien exercir efectes anti-espàstics, alterant la transmissió neuromuscular i disminuint la quantitat de receptors d'acetilcolina en les unions neuromusculars [383]. S'ha demostrat que l'aplicació d' ESTW pot ajudar a reduir l'espasticitat en el membre inferior després d'un ictus, i que no té efectes adversos. No obstant això, es necessiten més estudis per establir els paràmetres d'aplicació.

- **Ultrasò**: L'efecte tèrmic i mecànic de l'ultrasò produeix un augment del flux sanguini i promou l'extensibilitat i la regeneració dels teixits. En els músculs espàstics l'ultrasò pot generar canvis en les propietats viscoelàstiques i disminuir la sensibilitat del fus muscular a l'estirament, tot i que no hi ha prou evidència que demostrï la seva eficàcia envers l'espasticitat [384].

- **Electroestimulació**: Alguns estudis indiquen que l'electroestimulació podria potenciar els efectes de la BoNT-A, tot i que no estan clars els seus mecanismes d'acció [362,385]. Un estudi preliminar, concretament amb l'electroestimulació funcional, com a coadjuvant a la BoNT-A, ha trobat una millora en la velocitat de la marxa en pacients amb turmell espàstic [386]. No s'ha trobat més estudis que suggereixin efectes positius de l'electroestimulació en l'espasticitat post-ictus.

- **Electroestimulació transcutània (*Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation, TENS*)**: S'ha hipotetitzat que el TENS podria tenir un efecte antiespàstic per la producció de  $\beta$ -endorfines, el qual podria disminuir l'excitabilitat de les neurones motores.

Alguns estudis recomanen l'ús del TENS per reduir l'espasticitat, millorar l'equilibri estàtic i augmentar la velocitat de la marxa [387].

#### 3.4.2.3 Aplicació d'ortesis

Les ortesis son dispositius ortopèdics que assisteixen o substitueixen una funció muscular determinada, prevenint i corregint deformitats i assistint als moviments de l'extremitat més afectada. Habitualment s'utilitzen juntament amb altres tècniques, com la BoNT-A i/o la teràpia manual. L'ús d'una ortesi de turmell, juntament amb injeccions de BoNT-A podria reduir la hipertonia causada per l'espasticitat post-ictus i promoure la funcionalitat. També s'apliquen ortesis de genoll per compensar-ne la híper-extensió [388], tot i que no està clar quina és la més adequada, ja que sovint és rebutjada per incomoditat o per raons d'estètica [389].

#### 3.4.2.4 Altres tècniques

Existeixen estudis que demostren els efectes d'altres tècniques en el maneig de l'espasticitat i de la funcionalitat post-ictus en el membre inferior. Alamer et al. suggereixen que la mobilització de Mulligan amb moviment del turmell cap a la dorsiflexió podria millorar el ROM de turmell, l'equilibri i la marxa [390]. També s'han trobat estudis que demostren l'efectivitat de la punció seca en la reducció de l'espasticitat del membre inferior, però no suggereixen millores en la funcionalitat [391,392]. D'altra banda, existeixen tècniques de neuromodulació per induir canvis neuroplàstics en els reflexes espinals pel tractament de l'espasticitat [393].

#### 3.4.2.5 Tractament de Fisioteràpia pel turmell espàstic post-ictus

Algunes de les tècniques de Fisioteràpia exposades s'apliquen i es combinen per rehabilitar el turmell espàstic, donat el limitat ROM de dorsiflexió, les consegüents alteracions de la marxa produïdes pel dèficit neurològic i l'escurçament muscular. La millora del ROM de dorsiflexió és clau per l'entrenament de la marxa i la millora de la mobilitat després d'un ictus. Un estudi de Cho et al. suggereix que la mobilització articular, combinada amb

l'estirament actiu, millora el ROM de dorsiflexió i alguns paràmetres de la marxa, com la velocitat [394]. Un altres estudi de Park et al. també ha detectat aquestes millores aplicant una tècnica d'auto-mobilització i moviment del turmell (*Self-Ankle Mobilization with Moviment*), en pacients d'ictus crònic [395]. Una metaanàlisi de Ravichandran et al. suggereix que la mobilització de turmell en pacients d'ictus és segura i efectiva [396]. Com a conclusió, la mobilització de turmell, combinada amb la rehabilitació convencional, sembla millorar la dorsiflexió i la velocitat de la marxa en pacients d'ictus crònic. No obstant això, calen més estudis per confirmar aquests resultats.

#### 3.4.2.6 Tractament de Fisioteràpia per l'articulació del genoll espàstic post-ictus

La híper-extensió de genoll, o *genu-recurvatum*, deformatat progressiva característica de la hemiparèsia post-ictus, està present la fase de recolzament de la marxa i deriva en diversos dèficits motors. Una revisió sistemàtica recent recomana implementar un programa de reeducació propioceptiva que es pugui estendre a l'etapa crònica de l'ictus, tot i que no es coneixen els beneficis a llarg termini. D'altra banda, l'electro-estimulació funcional també podria ser efectiva en el tractament de la híper-extensió de genoll en adults amb hemiparèsia post-ictus, així com la teràpia vibracional. En el cas de que aquestes teràpies no resultin suficientment efectives, es pot considerar l'ús d'ortesis de genoll [261,388].

#### **3.4.3 Massatge Funcional (MF)**

El MF és una tècnica basada en un sistema nòrdic de Teràpia Manual Ortopèdica desenvolupat per Kaltenborn i Evjenth (*Kaltenborn Evjenth Othopedic Manual Therapy*, KEOMT) [397]. Es tracta d'un mètode que combina dos components: la mobilització passiva i rítmica de l'articulació, i la compressió-descompressió del ventre muscular i les insercions tendinoses-musculars de la musculatura a tractar. Per la seva aplicació es parteix d'una posició d'escurçament del múscul. Amb una ma, el fisioterapeuta comprimeix el múscul, de manera intermitent, al llarg del seu recorregut cap a l'estirament.

Amb l'altra ma, de manera simultània, mobilitza l'articulació rítmicament, de manera suau i lenta, i dintre d'un rang i tensió que no generi dolor al pacient. Algunes de les característiques del MF son similars a les de la tècnica d'alliberació de punts gatell proposada per Travell and Simons [398, 399], amb la diferència de que, en el MF, la pressió no es realitza de manera continua.

El MF té l'objectiu de restablir la mecànica articular, millorant el ROM, i està indicat en els casos de tensió dolorosa de la musculatura [400, 401]. Les seves contraindicacions son les pròpies de la mobilització passiva i el massatge, com pot ser l'osteosíntesi en l'articulació, dolor, pseudoartrosi, inflamació, fractura no consolidada o ferida a la zona. S'han trobat alguns estudis que confirmen l'efectivitat del MF en el tractament de patologies múscul-esquelètiques, però la seva evidència en el tractament de l'espasticitat post-ictus és escassa.

Un estudi de Barra et al. suggereix que afegir el MF al tractament del rodó major ajuda a augmentar el ROM de l'articulació glenohumeral, en cas de pinçament subacromial [401]. Brzozowski et al. indiquen que el MF podria augmentar el ROM de l'articulació glenohumeral en pacients amb espatlla dolorosa [402]. Una investigació de Lee et al., sobre els efectes del MF en el recte abdominal en pacients amb dolor crònic cervical, suggereix una millora en la postura cervical i el dolor [403]. Sobeck et al. han trobat diferències estadísticament significatives en el dolor i el ROM de genoll i turmell en pacients amb patologies múscul-esquelètiques, aplicant una única sessió de MF. Amb aquests resultats, el seu estudi suggereix que el tractament amb MF podria ajudar a disminuir el dolor i augmentar el ROM de genoll i turmell [404]. En línies generals, tots aquests estudis indiquen una possible millora del ROM i del dolor en membre superior i inferior en patologia múscul-esquelètica, aplicant un tractament de MF.

Pel que fa a l'efectivitat del MF en l'espasticitat, Bingol et al. han identificat una millora de la funció motora en nens amb espasticitat per paràlisi cerebral [175]. Segons el seu estudi, donat que l'aplicació aïllada d'estiraments passius pot provocar dolor [405], la realització d'estiraments passius i massatge de manera simultània podria ser menys dolorosa i efectiva en el tractament de l'espasticitat



[404]. En relació amb la funcionalitat, també suggereixen que la disminució de l'espasticitat podria permetre la verticalització en nens amb paràlisi cerebral.

Respecte a la relació del MF amb l'espasticitat post-ictus, Kim et al. han estudiat els efectes del MF en el ROM de turmell i el to muscular en 30 pacients d'ictus. Ells han trobat diferències estadísticament significatives en l'augment del ROM de dorsiflexió i la disminució de la tensió muscular dels gastrocnemis medial i lateral del membre més afectat en els participants del grup experimental. Els seus resultats confirmen que el MF podria augmentar el ROM de dorsiflexió i disminuir el to muscular dels gastrocnemis amb espasticitat [406]. Tenint en compte els estudis mencionats, sembla que el MF podria millorar els rangs articulars i la funcionalitat en persones amb espasticitat al membre inferior, però calen més estudis per poder confirmar aquests efectes.

#### **3.4.4 Tecarteràpia (TT)**

Per una major comprensió de la tècnica de TT, tot seguit s'aborden els fonaments físics que expliquen els seus principis d'actuació. Primerament, és important destacar la diferència fonamental entre calor i temperatura. El calor es defineix com la transferència d'energia tèrmica a un cos de menys temperatura, i la temperatura com l'energia interna de les partícules que constitueixen un cos [407]. D'altra banda, el dispositiu de TT, com a inductor d'energia, genera un camp magnètic que, quan passa al cos, crea un camp elèctric, amb una diferència de voltatge entre els dos elèctrodes que s'apliquen, de manera que s'indueix a que els ions flueixin entre aquests dos punts. El camp magnètic actua com a vehicle per induir el fluxe d'ions, podent travessar qualsevol medi i penetrar en el teixit profund sense que l'energia disminueixi. Per contra, el camp elèctric necessita d'un recorregut de corrent elèctric entre els elèctrodes, la pell i la interfície dels teixits [408].

La TT està classificada com una forma de diatèrmia endògena que produeix un efecte termoterapèutic a nivell profund. Mentre d'altres dispositius d'electroteràpia s'apliquen en modus bipolar, on es transmet l'energia entre dos

elèctrodes fixes de la mateixa mida, la TT genera la transmissió d'ones electromagnètiques en modus monopolar, és a dir, entre un elèctrode fixe i més gran, i un elèctrode actiu [409]. L'efecte tèrmic produït per la TT proporciona energia d'alta freqüència (300KHz-1.2MHz) als teixits. Aquest tipus de corrent, coneguda com a *Capacitive Resistive Electric Transfer Therapy* (CRet), o corrent diatèrmica en l'àmbit clínic, adopta diversos tipus de noms comercials. La TT s'utilitza per a facilitar els processos regeneratius dels teixits i, d'aquesta manera, millorar la circulació, l'oxigenació i la flexibilitat muscular, pel qual podria ser beneficiosa en el tractament de l'espasticitat post-ictus [410].

Els dispositius de TT generen una transmissió d'energia tèrmica als teixits més profunds dels músculs augmentant, així, l'energia interna de les partícules que els conformen. Aquest efecte afavoreix la saturació de l'hemoglobina, augmenta el flux sanguini superficial i profund, la vasodilatació, la temperatura i la eliminació de l'excés de fluid. No obstant això, el nivell de calor generat entre l'elèctrode actiu i l'inactiu és menor que el produït per un dispositiu clàssic de diatèrmia, pel que la TT resulta una tècnica més segura [411, 412]. La TT no necessita un sistema de refredament de superfície perquè utilitza una freqüència d'ona menor (448 KHz) que la diatèrmia conservadora [411].

Amb la TT es poden aplicar dues modalitats de tractament: la de transmissió elèctrica resistiva i la de transmissió elèctrica capacitiva. La modalitat resistiva transmet energia directa des de l'elèctrode actiu no aïllat cap a l'elèctrode inactiu, de forma que les càrregues elèctriques travessen els teixits superficials i generen calor en els teixits més profunds i resistents, com els tendons, ossos, cartílags i lligaments. La modalitat capacitiva, en canvi, actua amb un elèctrode aïllat, concentrant les càrregues elèctriques a prop i transmetent, així, energia tèrmica als teixits més superficials, amb acció selectiva en teixits rics en aigua, com els músculs i els vasos sanguinis i limfàtics [413,414]. Per realitzar la transmissió resistiva es llisca un elèctrode rodó i metàl·lic, de 30 a 80 mm de diàmetre, sobre la zona a tractar. La transmissió capacitiva es realitza de la mateixa manera que la resistiva, amb la diferència de que l'elèctrode és de ceràmica. Per ambdues transmissions s'utilitza una crema lliscant.

L'efectivitat de la TT ha estat avaluada en diversos estudis. Alguns autors suggereixen que la TT redueix el nivell de dolor i millora la qualitat de vida en alguns problemes ortopèdics, inflamatoris o degeneratius, com en l'osteoartritis de genoll [409]. Una altra investigació destaca el seu rol potencial en l'acceleració de la recuperació de la fatiga muscular en corredors [415], a més de reduir significativament el temps de recuperació en lesions agudes i cròniques [416]. La TT resulta útil en patologies cròniques del sistema músculo-esquelètic, on és necessari un augment de la temperatura a nivell profund per generar canvis en la viscoelasticitat de les estructures [417]. Un recent estudi de Rodríguez-Sanz et al. destaca aquests efectes en processos crònics, a més d'una millora en la proliferació cel·lular [418]. Aquest efecte podria resultar beneficiós en el tractament de l'espasticitat, ja que el seu inici i desenvolupament es pot veure afectat pels canvis estructurals en fibres musculars i tendinoses, i a canvis en els components extracel·lulars [419].

En funció del que s'ha exposat, i tenint en compte que no s'ha trobat bibliografia sobre la TT i el MF relacionats amb l'espasticitat i la funcionalitat post-ictus, es considera la necessitat de valorar els seus efectes terapèutics en aquest grup de població. La TT, juntament amb el MF, podria exercir canvis en el component biomecànic de l'espasticitat ja que, incidint en la viscoelasticitat de les fibres musculars, podria millorar la seva flexibilitat, ajudant així a disminuir l'excés de to muscular. La disminució del to de la musculatura afectada per l'espasticitat podria facilitar el procés de recuperació funcional de persones que han patit un ictus. Això podria facilitar el seu procés de recuperació integral, així com el desenvolupament en el seu entorn habitual de la manera més òptima possible.

## 4. JUSTIFICACIÓ

L'essència del present treball s'origina en la necessitat d'aportar més coneixement referent a la rehabilitació i recuperació de l'ictus, ja que, si bé ha augmentat el nombre de publicacions de qualitat en els últims anys, calen més estudis en Fisioteràpia Neurològica, i més concretament en pacients que han experimentat un ictus i presenten seqüeles.

Tal com s'ha indicat en l'apartat anterior, l'ictus és una de les principals causes de discapacitat a nivell global, el qual afecta i limita les activitats de la vida diària dels qui ho pateixen, de manera que molts d'ells han de dependre de les cures dels seus familiars i del sistema nacional i social de salut. En aquest sentit, és important destacar que les societats europees presenten una despesa anual de 60.000 milions d'euros, destinats únicament al tractament dels pacients que han patit un ictus [420]. Si afegim el fet de que l'edat és un dels factors de risc d'ictus no modificables més importants, i que la població europea i mundial es troba en procés progressiu d'envelliment, s'espera que l'impacte econòmic i social d'aquesta malaltia augmenti en les properes dècades. Un altre factor rellevant és que, segons demostren estudis recents a Estats Units i a Europa, els diagnòstics d'ictus isquèmics en adults joves s'està incrementant en els últims anys [152]. D'altra banda, la creixent pressió en centres d'hospitalització porta a cercar nous enfocaments més efectius de rehabilitació [421].

Cal destacar així mateix que, en molts casos, l'espasticitat que deriva de l'ictus porta a una situació de discapacitat motora que obliga a abandonar l'activitat laboral als qui la pateixen. També s'ha observat que la presència d'espasticitat dona lloc a un increment de les despeses diàries, fins a quatre vegades més que en aquells que no en pateixen [422]. En funció del que s'ha exposat, i també tenint en compte que no s'ha trobat bibliografia sobre l'efectivitat de la Tecarteràpia en persones que han patit un ictus, s'ha considerat la necessitat de valorar els seus efectes terapèutics en aquest grup de població.

La Tecarteràpia, en combinació simultània amb el Massatge Funcional, podria exercir canvis en el component biomecànic de l'espasticitat ja que, disminuint en el to de les fibres musculars espàstiques, podria millorar la flexibilitat de les mateixes. La disminució de la hipertonia espàstica dels músculs gastrocnemis i quàdriceps podria facilitar el procés de recuperació de persones que han patit un ictus, millorant la mobilitat i la funcionalitat a diversos nivells. Aquestes millores podrien facilitar un procés integral de recuperació que permetés les persones amb espasticitat post-ictus desenvolupar-se i integrar-se en el seu medi ambient de la manera més òptima possible.

D'altra banda, demostrar la validesa i la fiabilitat del test de caminada de 4 metres (*4-Meter Walk Test*, 4MWT) podria constituir un avenç substancial en les opcions de valoració de la velocitat de la marxa de persones supervivents a un ictus. El 4MWT podria aplicar-se al mateix domicili dels pacients, doncs hi ha més possibilitats de disposar de l'espai necessari. Per contra, per aplicar el test de caminada de 10 metres (*10-Meter Walk Test*, 10MWT) cal un distància en línia recta que no es pot garantir a tots els espais, ni a totes les llars. És per aquesta raó que, en ocasions, cal realitzar el 10MWT en un passadís fora de la sala de tractament, el qual pot comportar molèsties. L'aplicabilitat del 4MWT podria evitar aquestes molèsties i d'altres als pacients, així com permetre avaluar la velocitat de la marxa de persones supervivents a un ictus que presenten fatiga, o bé realitzen una marxa prou lenta com per caminar distàncies més llargues.

## 5. HIPÒTESI

## 5.1 HIPÒTESI PRINCIPAL

- La Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, produeix una disminució immediata major que el Massatge Funcional amb Tecarteràpia simulada, de la hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps de l'extremitat inferior més afectada, en persones a la fase crònica de l'ictus.

## 5.2 HIPÒTESIS SECUNDÀRIES

- La Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, genera un augment immediat major que el Massatge Funcional amb Tecarteràpia simulada, dels graus goniomètrics de l'Escala d'Ashworth Modificada (MAS) en la flexió de maluc, flexió de genoll o dorsiflexió de turmell de l'extremitat inferior més afectada, en persones a la fase crònica de l'ictus.
- La Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, produeix un augment immediat major que el Massatge Funcional amb Tecarteràpia simulada, del rang de moviment passiu (PROM) de flexió de genoll o dorsiflexió de turmell, de l'extremitat inferior més afectada, en persones a la fase crònica de l'ictus.
- La Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, produeix una millora immediata major que el Massatge Funcional amb Tecarteràpia simulada, de les propietats viscoelàstiques (to, rigidesa i elasticitat) de gastrocnemis i quàdriceps amb hipertonia espàstica, en persones a la fase crònica de l'ictus.
- La Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, produeix una millora immediata major que el Massatge Funcional amb Tecarteràpia simulada, de la mobilitat passiva de gastrocnemis i quàdriceps amb hipertonia espàstica, en persones a la fase crònica de l'ictus.



- La Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, produeix una millora immediata major que el Massatge Funcional amb Tecarteràpia simulada, de la dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, en l'extremitat inferior més afectada, en persones a la fase crònica de l'ictus.
- La Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, produeix una millora immediata major que el Massatge Funcional amb Tecarteràpia simulada, de la flexió activa del genoll de l'extremitat inferior més afectada, en persones a la fase crònica de l'ictus.
- La Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, produeix una millora immediata major que el Massatge Funcional amb Tecarteràpia simulada, de la velocitat de la marxa en persones a la fase crònica de l'ictus.
- La Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, produeix una millora immediata major que el Massatge Funcional amb Tecarteràpia simulada, de la força funcional de l'extremitat inferior més afectada, en persones a la fase crònica de l'ictus.
- El 4MWT és una eina vàlida i fiable, en comparació amb el 10MWT, per valorar la velocitat de la marxa en persones que han patit un ictus.
- La Tecarteràpia és una tècnica que no genera efectes adversos i, per tant, és una tècnica segura en persones a la fase crònica de l'ictus.

## 6. OBJECTIUS

## **6.1 OBJECTIU PRINCIPAL**

- Valorar i comparar els efectes immediats que es produeixen en el to muscular de gastrocnemis i quàdriceps amb hipertonia espàstica, després de l'aplicació d'una sessió de Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, versus el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, en persones a la fase crònica de l'ictus.

## **6.2 OBJECTIUS SECUNDARIS**

- Valorar i comparar els efectes immediats en els graus goniomètrics de l'Escala d'Ashworth Modificada, en la flexió de maluc, flexió de genoll o dorsiflexió de turmell, de l'extremitat inferior més afectada, després de l'aplicació d'una sessió de Tecarteràpia en combinació amb el Massatge Funcional, versus el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, en persones a la fase crònica de l'ictus.
- Valorar i comparar els efectes immediats en el rang de moviment passiu de flexió de genoll o dorsiflexió de turmell, de l'extremitat inferior més afectada, després de l'aplicació d'una sessió de Tecarteràpia en combinació amb el Massatge Funcional, versus el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, en persones a la fase crònica de l'ictus.
- Valorar i comparar els efectes immediats en les propietats viscoelàstiques (to, rigidesa i elasticitat) de gastrocnemis i quàdriceps de l'extremitat inferior més afectada, després de l'aplicació d'una sessió de Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, versus el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, en persones a la fase crònica de l'ictus.
- Valorar i comparar els efectes immediats en la mobilitat passiva de gastrocnemis i quàdriceps de l'extremitat inferior més afectada, després de l'aplicació d'una sessió de Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, versus el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, en persones a la fase crònica de l'ictus.

- Valorar i comparar els efectes immediats en la dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, en l'extremitat inferior més afectada, després de l'aplicació d'una sessió de Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, versus el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, en persones a la fase crònica de l'ictus.
- Valorar i comparar els efectes immediats en la flexió activa de genoll de l'extremitat inferior més afectada, després de l'aplicació d'una sessió de Tecarteràpia, en combinació simultània amb el Massatge Funcional, versus el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, en persones a la fase crònica de l'ictus.
- Valorar i comparar els efectes immediats en la força funcional de l'extremitat inferior més afectada, després de l'aplicació d'una sessió de Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, versus el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, en persones a la fase crònica de l'ictus.
- Valorar i comparar els efectes immediats en la velocitat de la marxa, després de l'aplicació d'una sessió de Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, versus el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, en persones a la fase crònica de l'ictus.
- Valorar i comparar els efectes immediats en la mobilitat activa de gastrocnemis i quàdriceps, de l'extremitat inferior més afectada, després de l'aplicació d'una sessió de Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, versus el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, en persones a la fase crònica de l'ictus.
- Avaluar la validesa del 4MWT i la correlació del 4MWT amb el 10MWT, en persones que han patit un ictus.
- Avaluar els possibles efectes adversos que la tècnica de Tecarteràpia pugui ocasionar en persones a la fase crònica de l'ictus.

## 7. MATERIAL I MÈTODES

La present tesi s'ha elaborat per respondre als objectius que s'han enumerat en l'apartat anterior. El primer pas va consistir en dissenyar una metodologia per valorar els efectes immediats de la Tecarteràpia (TT) amb el Massatge Funcional (MF), en la hipertonia espàstica de membre inferior en persones amb ictus crònic, a partir d'una sèrie de variables. D'una banda, s'han valorat variables relatives a les propietats viscoelàstiques i a la mobilitat passiva de gastrocnemis i quàdriceps amb hipertonia espàstica post-ictus. D'altra banda, s'han avaluat variables relatives a la mobilitat activa i la funcionalitat del membre inferior amb espasticitat post-ictus.

### **7.1 DISSENY**

S'ha desenvolupat un assaig clínic aleatoritzat (ACA), paral·lel, amb participants i avaluador cegats.

### **7.2 CÀLCUL DE LA GRANDÀRIA DE LA MOSTRA**

S'ha calculat sobre la variable principal, to muscular, valorat amb l'Escala d'Ashworth Modificada (MAS) [234,423], i extret de l'article de Lee et al. [424]. Acceptant un risc alfa de 0,05 i un risc beta de 0,2 en un contrast bilateral, es precisa una mostra de 36 participants, 18 al grup experimental i 18 al grup control, per detectar una diferència igual o superior a 1,13 punts. Es va contemplar un 15% de pèrdues de seguiment. S'assumeix que la desviació estàndard comú és de 1,09 punts.

### **7.3 POBLACIÓ D'ESTUDI i SELECCIÓ DE LA MOSTRA**

Es van reclutar 44 participants amb un historial d'ictus clínicament estable i en fase crònica, de més de sis mesos d'evolució, procedents de diverses clíniques de Neurorehabilitació i d'associacions de Sant Cugat del Vallès i de Barcelona: Federació Espanyola de l'Ictus (FEI), Associació Catalana de Persones amb Accident Vascular Cerebral (AVECE-ICTUS), Associació Vallès Amics de la Neurologia (AVAN), Centre de Fisioteràpia Sant Cugat, Clínica de Neurorehabilitació de Sant Cugat, Hospital de Sant Pau, Fundació Ictus Barcelona i Grup de Suport Neurològic (GSN).

També s'ha contactat amb particulars. Es van incloure 36 participants, que van ser aleatòriament assignats a dos grups iguals: 18 en el grup experimental i 18 en el grup control, pel que es va realitzar un mostreig amb ordinador mitjançant el software OxMar [425]. Es va realitzar una aleatorització mitjançant el programa random.org, amb ocultació de la seqüència i es van emprar sobres opacs, segellats i endreçats per la seqüència de l'aleatorització.

#### **7.4 CRITERIS D'INCLUSIÓ I EXCLUSIÓ**

Els criteris d'inclusió son:

- Haver patit un ictus segons la definició de la Classificació Internacional de Malalties CIE-11[426] .
- Tenir a partir de 18 anys.
- Obtenir una puntuació de 1 a 2, ambdós inclosos, en la MAS [234, 237]. en flexió de maluc, genoll, o dorsiflexió de turmell.
- Mantenir les capacitats cognitives conservades amb > 25 punts al *Montreal Cognitive Assessment Scale (MoCa)* [427].
- Ser capaç de realitzar la marxa durant 14 metres amb calçat, amb o sense fèrula anti-equí.
- Ser capaç d'aixecar-se d'una cadira estàndard o de la llitera de massatge, i asseure-s'hi, amb els genolls a 90° de flexió.

Els criteris d'exclusió son:

- Haver patit un traumatisme en les extremitats inferiors fins a tres mesos abans de la intervenció.
- Patir altres patologies neurològiques, càncer, presència de material osteo-sintètic o marcapassos.
- Tractament amb toxina botulínica fins a tres mesos abans de la intervenció, o portar bomba de baclofè.
- Incapacitat per adoptar les posicions en les que es realitzaria la intervenció.

- Presentar qualsevol condició on el massatge estigui contraindicat i que no hagi estat mencionada en els criteris d'exclusió: malalties infeccioses de la pell, malalties vasculars inflamatòries, inflamacions agudes, hemorràgies o estats febrils.

## 7.5 VARIABLES D'ESTUDI

Les variables que es citen a continuació es van enregistrar en tres espais de temps: a l'inici de la intervenció (T0), immediatament després (T1) i 30 minuts després de la intervenció (T2) (**Taula 3**).

- Variable principal:
  - Espasticitat de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb l'Escala d'Ashworth Modificada (MAS) [234, 423] .
- Variables secundàries:
  - Goniometria de la MAS per la flexió de maluc, flexió de genoll i dorsiflexió de turmell, mesurada amb goniòmetre universal.
  - Rang de moviment passiu (PROM) de flexió de genoll i dorsiflexió de turmell, mesurat amb dinamòmetre i inclinòmetre.
  - Propietats viscoelàtiques (to, rigidesa i elasticitat) de gastrocnemis i recte femoral, mesurada amb el MyotonPro.
  - Dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, mesurada amb l'*Ankle Lunge Test* (ALT).
  - Flexió activa de genoll en bipedestació, mesurada amb l'ítem de flexió de genoll de la valoració de Fugl Meyer–Extremitat Inferior (FMA-LE).
  - Força funcional d'extremitat inferior, mesurada amb el test *5-Times Sit-to-Stand* (5TSTS).
  - Velocitat de la marxa, mesurada amb el *10-Meter Walk Test* (10MWT).
  - Velocitat de la marxa, mesurada amb el *4-Meter Walk Test* (4MWT).



**Taula 3.** Variables d'estudi

VARIABLE	EINA	TIPUS DE VARIABLE	VALOR
Espasticitat de gastrocnemis i quàdriceps	MAS	Qualitativa Dependent	Punts
Goniometria de la MAS	Goniòmetre	Quantitativa Dependent	Graus (°)
PROM flexió de genoll i dorsiflexió de turmell	Dinamòmetre i Inclínometre	Quantitativa Dependent	Graus (°)
Viscoelasticitat dels teixits	Mioton Pro	Quantitativa Dependent	To: Hz Rigidesa: N/m Elasticitat
Dorsiflexió Activa de Turmell amb suport de pes	ALT	Quantitativa Dependent	Graus (°)
Flexió activa de genoll en bipedestació	FM-EI	Qualitativa Dependent	Punts
Força funcional d'extremitat inferior	5TSTS	Quantitativa Dependent	Segons
Velocitat de la marxa	4MWT i 10MWT	Quantitativa Dependent	Metres/segon

Abreviatures: MAS, *Modified Ashworth Scale*, Escala d'Ashworth Modificada; ALT, *Ankle Lunge Test*; FMA-LE, *Fugl Meyer Assessment-Lower Extremity*; 5TSTS, *5-Times Sit-to-Stand*.

## 7.6 VARIABLES DEMOGRÀFIQUES

Les variables demogràfiques, enregistrades a T0, fan referència a les característiques dels participants en prendre les mesures (**Taula 4**).

**Taula 4.** Variables demogràfiques

VARIABLE	EINA	TIPUS VARIABLE	VALOR
Sexe	Anamnesi	Qualitativa Independent	Nominal
Edat	Anamnesi	Qualitativa Independent	Anys
Pes	Vàscula	Quantitativa Independent	Kg
Alçada	Tallímetre	Quantitativa Independent	Cm
IMC	Fòrmula: pes / alçada <sup>2</sup>	Quantitativa Independent	Kg / m <sup>2</sup>
Tipus d'Ictus	Anamnesi	Qualitativa Independent	Nominal
Temps d'Inici de l'Ictus	Anamnesi	Quantitativa Independent	Anys
Costat afectat	Anamnesi	Qualitativa Independent	Nominal
Consum tabac/alcohol	Anamnesi	Qualitativa Independent	Nominal
Fisioteràpia setmanal	Anamnesi	Quantitativa Independent	Dies per setmana

Abreviatures: Kg, Kilograms; Cm, centímetres; IMC, Índex de Massa Corporal; m<sup>2</sup>, metre quadrat

## 7.7 ANÀLISI ESTADÍSTICA

Tots els participants inscrits inicialment es van incloure en l'anàlisi final, tal com estava previst. S'ha realitzat l'anàlisi estadística amb el paquet estadístic SPSS versió 26.0 (Armonk, NY, USA: IBM Corp). En primer lloc s'ha dut a terme l'anàlisi descriptiva. S'ha calculat la mitjana i la desviació estàndard (DE) per les variables quantitatives, i la freqüència i el percentatge per les variables qualitatives. S'ha comprovat si les variables quantitatives seguien una distribució no-normal mitjançant la prova de Shapiro-Wilk. En referència a l'anàlisi inferencial, s'han analitzat les variables d'estudi mitjançant una prova ANOVA de mostres repetides, amb el temps (T0, T1 i T2) i el grup (experimental i control) per determinar els canvis en cada variable dependent en cada interval de temps. En el cas que no es satisfés la prova d'esfericitat, es va emprar la correcció Greenhouse-Geisser. Quan s'ha observat un efecte estadísticament significatiu, s'ha realitzat una anàlisi post-hoc amb la correcció de Bonferroni, per ajustar per múltiples comparacions. Per a la variable qualitativa MAS, es va utilitzar la prova de McNeimar per l'anàlisi de grups, i l'estadística exacta de Fisher per l'anàlisi entre grups. S'han calculat les mides de l'efecte mitjançant eta quadrat ( $\eta^2$ ). S'ha considerat una mida de l'efecte ( $\eta^2$ ) > 0,14 com a gran, al voltant de 0,06 com a mitjà, i < 0,01 com a petit. Per últim, s'ha establert el valor de significació en  $p < 0,05$ .

## 7.8 INTERVENCIÓ

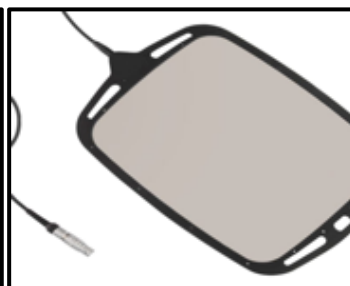
Previ a tot el procediment, es van enregistrar les dades nominals i clíniques dels participants. La investigadora principal, fisioterapeuta col·legiada, va realitzar la intervenció, amb l'ajut d'un assistent. Per això, es va realitzar una jornada de formació a càrrec d'un equip de fisioterapeutes, experts en TT, amb qui es va consensuar el protocol i es varen ajustar les dosis d'aplicació. Pel que fa al protocol d'avaluació, l'avaluador comptava amb l'ajuda d'un assistent per tal que les mesures es poguessin prendre correctament, i perquè els participants estiguessin segurs.

La intervenció va consistir en la realització de dues sessions de TT amb MF, a gastrocnemis i quàdriceps de la cama més afectada al grup experimental. Pel que fa al grup control, es van realitzar dues sessions de MF a gastrocnemis i quàdriceps de la cama més afectada, amb el dispositiu de TT a potència 0.

El dispositiu de TT que s'ha utilitzat en l'estudi és el T-Plus Wintecare (Chiasso, Suïssa) [428]. instrument que transfereix energia tèrmica als teixits, establint camps electromagnètics per contacte de forma modular, mesurable i segura. **(Figura 4)**. El T-Plus Wintecare consta de tres tipus d'elèctrodes: una placa neutra de retorn, lleugera, ampla i flexible **(Figura 5)** i dos elèctrodes mòbils rodons, que transmeten o generen energia resistiva i capacitva **(Figura 6)**.



**Figura 4.** Wintecare-Plus



**Figura 5.** Elèctrode de retorn

L'elèctrode mòbil resistiu, fabricat amb acer quirúrgic, permet que el camp electromagnètic generat pel dispositiu passi a través del cos, convertint-se en energia tèrmica i augmentant la temperatura de les zones que es troben entre la placa fixa y l'elèctrode mòbil. L'elèctrode mòbil capacitiu, fabricat amb porcellana, actua localment, concentrant gran part dels efectes tèrmics en la zona més propera a l'elèctrode. Gràcies al material de revestiment, l'energia generada pel dispositiu es transfereix de forma controlada. No obstant això, per més seguretat, es va prendre la temperatura de la pell cada tres minuts a la zona que s'estava treballant en cada fase de la intervenció **(Figura 7.A)**.



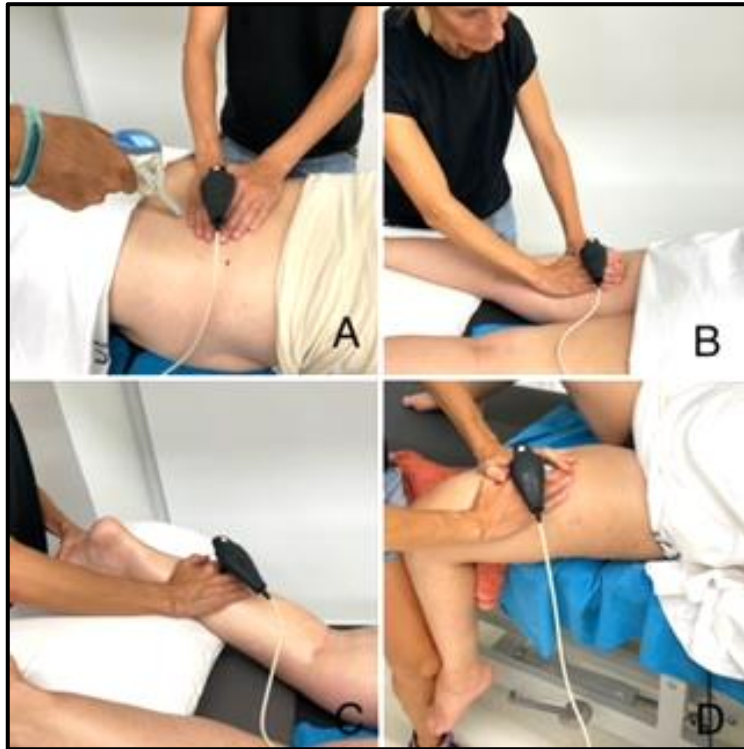
**Figura 6.** Elèctrodes resistius i capacitius

Es va realitzar la intervenció a la Sala de Valoració del Campus Sant Cugat de la UIC. La sala es trobava sota condicions constants de temperatura. Aquest aspecte és rellevant, ja que l'espasticitat afecta la termorregulació per una disminució en la vascularització [429,430].

### **Protocol d'intervenció**

Es va realitzar massatge de crida a la zona lumbar i isquio-sural, seguit per MF als gastrocnemis de la cama més afectada, amb la tècnica de TT afegida. Per això, els participants es van col·locar sobre la llitera de massatge en decúbit pro, amb dos coixins sota els turmells. Posteriorment es va realitzar MF als quàdriceps de la cama més afectada en decúbit supí, amb la tècnica de TT afegida (**Figura 7**).

Es van efectuar dues sessions amb una setmana de diferència. Tot seguit es descriuen els passos del protocol d'intervenció en el grup experimental i en el grup control. En el grup control es va aplicar el dispositiu de TT a potència 0.



**Figura 7.** Protocol d'intervenció

7.A: Massatge de crida zona lumbar; 7.B: Massatge de crida zona isquiosural; 7.C: Massatge funcional gastrocnemius; 7.D: Massatge Funcional quàdriceps

## Passos del protocol d'intervenció

### Decúbit pro

- **1r.** Elèctrode fixe de retorn amb crema lliscant sota l'abdomen. La crema es va escalfar prèviament amb l'estoreta elèctrica Beurer HK Comfort.
- **2n.** 7' de massatge de preparació per l'aplicació de la tècnica de TT, amb l'elèctrode resistiu sobre la zona lumbar (80-100 W) amb moviments dinàmics de l'elèctrode, que es va lliscar amb ambdues mans al llarg i ample de la zona mencionada, amb maniobres de fregament mig-profund.
- **3º.** 5' de massatge de preparació per l'aplicació de la tècnica de TT, amb l'elèctrode resistiu sobre la zona isquio-sural de la cama més afectada, (100-120W) amb moviments dinàmics de l'elèctrode, que es va lliscar amb ambdues mans al llarg i ample de la zona mencionada, amb maniobres de fregament mig-profund, en sentit cranial.

- **4º.** 5´ de massatge funcional amb l'elèctrode resistiu (110-120W) sobre els gastrocnemis, combinant mobilitzacions de flexió dorsal passiva de turmell amb maniobres de fregament mig-profund i pressió estàtica i dinàmica amb l'elèctrode, en sentit cranial.
- **5º.** 4´ de MF amb l'elèctrode capacitiu (180-200VA) sobre els gastrocnemis, combinant mobilitzacions de flexió dorsal passiva de turmell amb maniobres de pressió estàtica i dinàmica amb l'elèctrode, en sentit cranial.

### **Decúbit supí**

- **6º.** Placa de retorn amb crema lliscant sota la zona lumbar. El costat més afectat queda a prop del marge de la llitera, per tal de facilitar el MF amb la flexió passiva de genoll.
- **7º.** 5´ de MF amb l'elèctrode resistiu (110-120W), sobre els quàdriceps, combinant mobilitzacions de flexió passiva de genoll, amb maniobres de fregament mig-profund i pressió estàtica amb l'elèctrode, en sentit cranial.
- **8º.** 4´ de MF mb l'elèctrode capacitiu (180-200VA) sobre els quàdriceps, combinant mobilitzacions de flexió passiva de genoll amb maniobres de pressió estàtica amb l'elèctrode, en sentit cranial. Durada total de la sessió: 30 minuts, aproximadament.

### **Protocol de la sessió amb el tractament simulat**

Es van efectuar exactament els mateixos vuit passos que en el protocol de la sessió pel grup experimental, però amb el dispositiu Wintecare-Plus a potència 0.

## **7.9 AVALUACIÓ**

Es van avaluar les variables passives i les propietats neuromusculars després de la primera sessió, i les variables actives després de la segona sessió. Donat que es tracta d'avaluar els efectes immediats, s'han realitzat dues sessions amb una setmana de diferència per tal de no fatigar els participants, i per evitar que les valoracions de les variables actives contaminés els resultats de les variables passives. L'avaluador, amb ajuda d'un assistent, va realitzar les tres

valoracions: just abans de la sessió (T0), immediatament després (T1) i 30' posteriors a la sessió (T2). Les valoracions de les variables es descriuen a continuació.

### **Variables passives:**

#### **1. Propietats viscoelàstiques (to, rigidesa i elasticitat) de gastrocnemis i recte femoral, mesurada amb el MyotonPro.**

La Miotonometria és una eina no invasiva que avalua les propietats viscoelàstiques dels teixits tous, com les fàscies, els músculs i el teixit connectiu. Té una bona fiabilitat, observada en diversos estudis [222,431,432]. A partir d'un estímul mecànic, el teixit respon amb oscil·lacions que son recollides per sensors d'acceleració, els quals donen lloc als següents paràmetres [241]:

- F: Freqüència d'oscil·lació (Hz), que caracteritza el to o la tensió muscular.
- S: Rigidesa dinàmica (N/m).
- D: Elasticitat.
- R: Temps de relaxació de la tensió mecànica (ms).
- C: Relació entre la deformació muscular i el temps de relaxació.

En el nostre estudi s'ha enregistrat F, S i D.

Les propietats viscoelàstiques es van registrar amb el participant en decúbit supí, aplicant el dispositiu MyotonPro (Myoton Ltds., Tallinn, Estonia) sobre el ventre muscular de quàdriceps (**Figura 8.A**) i gastrocnemis medial (GM) (**Figura 8.B**) i lateral (GL) (**Figura 8.C**). Es van marcar els següents punts d'aplicació: 70% de la longitud de la cama, mesurada des del malèol lateral fins la fossa poplítica pel GM; 1/3 de la longitud de la cama, mesurada des del cap del peroné fins el calcani pel GL [433].



8 **Figura 8.** Miotonometria  
 .A: Mesura de quàdriceps; 8.B: Mesura de GM; 8.C: Mesura de GL

## 2. Rang de moviment passiu (PROM) de flexió de genoll i i dorsiflexió de turmell, mesurat amb dinamòmetre i inclinòmetre.

Es va mesurar el grau d'elongació muscular de gastrocnemis i quàdriceps calculant la diferència entre els angles T0, T1 i T2 de la màxima dorsiflexió passiva de turmell i màxima flexió passiva de genoll, respectivament, aplicant la mateixa força en les tres mesures.

A tal efecte es va utilitzar un dinamòmetre (MicroFET2, *Hoggan Scientific*, Salt Lake City, Utah) i un inclinòmetre (*Clinometer Smartphone Application* TM 4.9.2). Es va mesurar el PROM de dorsiflexió de turmell amb el participant en decúbit supí. Per T0, l'assistent va aplicar una força progressiva contra la base dels metatarsians amb el dinamòmetre (**Figura 9.A**). La força màxima exercida es va enregistrar amb l'inclinòmetre. L'avaluador va aplicar l'inclinòmetre a llarg del cinquè os metatarsià per registrar el PROM de dorsiflexió de turmell (**Figura 9.B**).



**Figura 9.** Dinamometria i inclinometria  
 9.A: Dinamòmetre contra la base dels metatarsians; 9.B: Mesura del PROM de dorsiflexió;  
 9.C: Mesura del PROM de flexió de genoll



En la mateixa posició, amb el cos del participant cap a l'extrem lateral de la llitera, es va mesurar el PROM de flexió genoll amb el mateix procediment. L'avaluador va situar una ma a la llitera, quedant el seu canell per sota del genoll del participant, que estava en flexió per la força de la gravetat. La investigadora va portar el genoll cap a la sensació terminal de màxima flexió passiva, exercint una força progressiva amb el dinamòmetre sobre el terç distal de la tibia, per sobre dels mal·lèols. La força màxima exercida es va enregistrar. L'avaluador va aplicar l'inclinòmetre a 2 cm de l'espina tibial per registrar el PROM de flexió de genoll de (**Figura 9.C**). Aquest procediment correspon a l'adaptació d'una metodologia similar utilitzada en un estudi previ [431].

### **3. Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps mesurada amb l'Escala d'Ashworth Modificada (MAS).**

Per prendre aquesta mesura, els participants es van col·locar en decúbit lateral sobre el costat menys afectat, amb el maluc i el genoll flexionats, quedant el costat més afectat amb el maluc i el genoll a 0°.

Per valorar la flexió de maluc, l'avaluador, situat davant del participant, va col·locar una ma sota del seu genoll i l'altra sota del turmell, portant el maluc cap a la flexió ( **Figura 10.A**). Per valorar la flexió de genoll, en la mateixa posició i amb maluc i genoll en posició 0, l'avaluador va portar el turmell cap el gluti (**Figura 10.B**). Seguidament, per valorar la dorsiflexió de turmell, l'avaluador va col·locar una ma sobre el turmell i l'altra a la base dels metatarsians, per anar de la flexió plantar a la dorsiflexió (**Figura 10.C**).

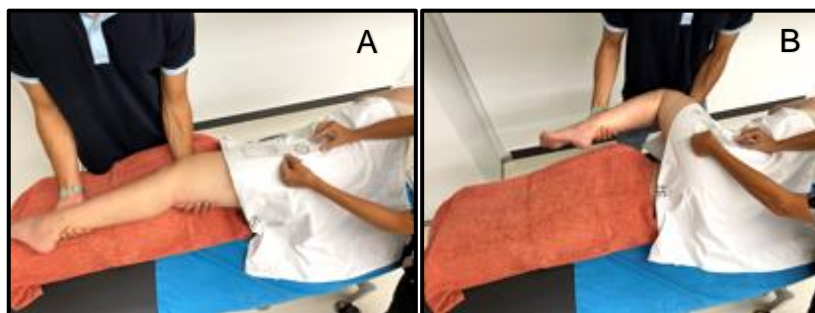
**Figura 10.** Avaluació amb la MAS



10.A: MAS de maluc; 10.B: MAS de genoll; 10.C: MAS de turmell

#### **4. Goniometria MAS flexió de maluc i de genoll i dorsiflexió de turmell.**

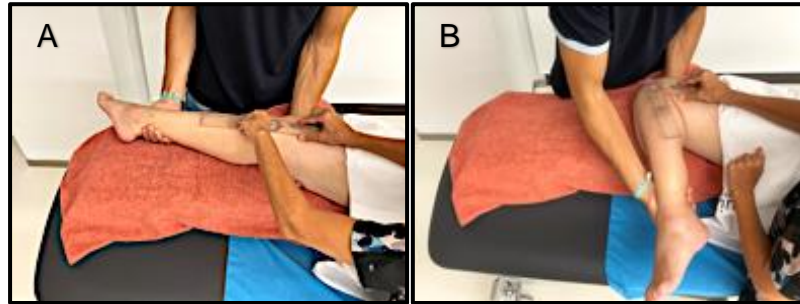
Després de realitzar la MAS, es va valorar el PROM de flexió de maluc, genoll i dorsiflexió de turmell en la mateixa posició, amb goniometria universal de braç llarg [434], amb el goniòmetre Enraf Nonius Grup Prim. Per mesurar la flexió de maluc, l'avaluador va situar l'eix del goniòmetre sobre el trocànter major, situant el braç fixe al llarg de la línia mitja de la pelvis i el braç mòbil amb la línia mitja del fèmur (**Figura 11 A-B**).



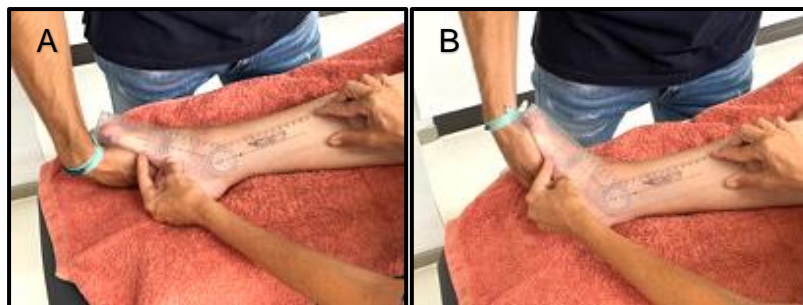
**Figura 11.** Goniometria de maluc

11.A: Posició d'inici, maluc a 0°; 11.B: Flexió de maluc

Per avaluar la flexió de genoll, l'avaluador va situar l'eix del goniòmetre sobre el còndil femoral lateral, amb el braç fixe sobre la línia mitja del fèmur, i el braç mòbil sobre la línia mitja de la tibia (**Figura 12.A-B**). Per mesurar la dorsiflexió de turmell, l'avaluador va col·locar el goniòmetre sobre el mal·lèol tibial extern, amb el braç fixe sobre la línia mitja de la tibia i el braç mòbil sobre la línia mitja del cinquè metatarsià (**Figura 13. A-B**).



**Figura 12.** Goniometria de genoll  
12.A: Posició d'inici, genoll a 0°; 12.B: Flexió de genoll



**Figura 13.** Goniometria de turmell  
13.A: Turmell en posició d'inici; 13.B: Dorsiflexió de turmell

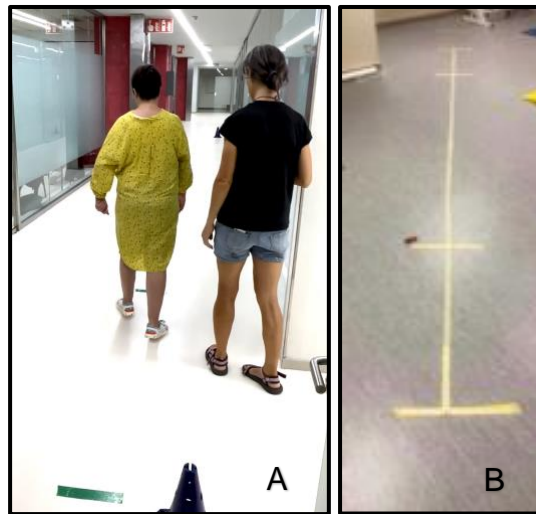
Un cop registrades totes la mesures de les variables passives, es va aplicar el protocol d'intervenció (**Figura 7**). Després de l'aplicació del protocol (T1) i 30 minuts posteriors a la seva finalització (T2), es van realitzar les mateixes valoracions i en idèntic ordre.

### **Variables actives: Valoracions T0**

#### **1. Velocitat de la marxa mesurada amb el 10MWT i el 4MWT.**

Es va registrar la velocitat de la marxa amb el 10MWT (**Figura 14.A**) [435,436] i el 4MWT (**Figura 14.B**) [437,438] amb calçat i amb fèrula antiequí en cas necessari. Es va demostrar una caminada a cada participant abans de començar la prova, sense que realitzessin cap caminada de pràctica. Es va indicar als participants que caminessin 10 metres, a un pas confortable (**Figura 14.A**). La distància recorreguda va ser registrada per l'avaluador en m/seg. En el metro 0 es va donar l'ordre 'ja' per començar a caminar. L'avaluador va cronometrar el temps entre el metre 2 i el metre 12. En el metre 14 es va donar l'ordre 'stop' per deixar de caminar. Els participants van poder caminar amb ajuda i aquesta es va documentar.

L'avaluador va caminar mig pas darrere dels participants per no influir en la velocitat. El procediment es va realitzar i documentar dues vegades.



**Figura 14.** Velocitat de la marxa  
14.A: 10MWT; 14.B: 4MWT

Seguidament, es va indicar als participants que caminessin 4 metres, a un pas confortable. La distància recorreguda va ser enregistrada per l'avaluador en m/sg. En el metro 0 es va donar l'ordre 'ja' per començar a caminar. L'avaluador va cronometrar el temps entre el metre 1 i el metre 5. En el metre 6 es va donar l'ordre 'stop' per deixar de caminar. El procediment es va realitzar i documentar dues vegades.

## **2. Flexió activa de genoll en bipedestació, mesurada amb l'ítem de flexió de genoll del FMA-LE.**

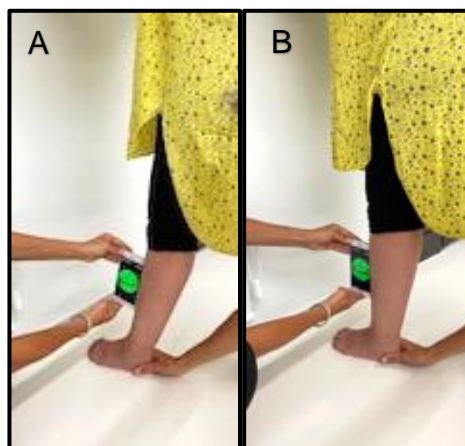
Es va registrar l'AROM de genoll amb la FMA-LE. Aquesta escala s'utilitza en investigació per avaluar el nivell de control motor d'extremitat superior i inferior després de l'ictus [274]. Es va iniciar la valoració amb els participants en bipedestació, sense calçat i recolzats a l'espatllera amb una o dues mans, amb els dos peus paral·lels, genolls i maluc en posició 0. Els participants van doblegar el genoll el màxim possible, sense compensar amb el maluc, portant el taló cap el gluti (**Figura 15**). La puntuació va ser de 0 si no hi havia flexió de genoll, o era necessari compensar amb flexió de maluc, 1 si el genoll no arribava a 90° i 2 si el genoll es flexionava més de 90°.



**Figura.15.** Aplicació del FMA-LE

### **3. Dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, mesurada amb l'ALT**

Es va valorar mitjançant l'ALT [286, 439]. Davant d'una paret, i en la mateixa posició que en el test anterior, es va indicar als participants que situessin la cama més afectada lleugerament per davant y que dobleguessin el genoll en direcció a la paret, sense aixecar el taló del terra. L'assistent va fixar el taló dels participants al terra per evitar que s'aixequés durant la prova. L'avaluador va mesurar el grau de dorsiflexió de turmell amb l'aplicació Clinometer, aplicant l'iPhone 8 a 2 cm de l'espina tibial (**Figura 16 A-B**).

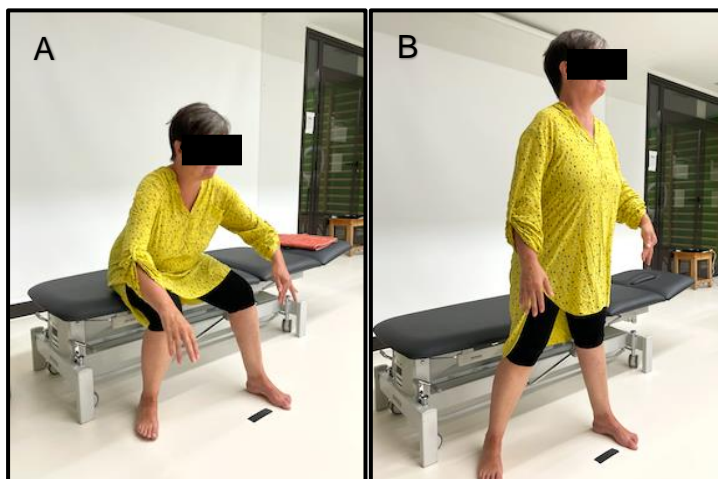


**Figura 16.** Valoració de la dorsiflexió de turmell amb suport de pes amb l'ALT: 16.A: posició d'inici; 16.B: dorsiflexió de turmell

### **4. Força funcional d'extremitat inferior mesurada amb 5TSTS**

Es va avaluar amb el 5TSTS [440], ja que aixecar-se i seure son activitats de la vida diària. Para realitzar el test es va partir de la posició de sedestació a la llitera. La posició inicial era en sedestació i sense calçat, amb els peus a terra i

genolls a 90°. Els participants es van aixecar i seure cinc vegades, el més ràpid possible, aixecant-se completament entre cada repetició, i sense ajudar-se amb braços ni mans (**Figura 17A-B**). El test va començar amb l'ordre 'ja' i va finalitzar quan els participants eren completament asseguts.



**Figura 17.** Valoració de la funcionalitat de membre inferior amb el 5TSTS

### **Variables actives: Valoracions T1**

Immediatament després del protocol de la sessió es van realitzar les mateixes avaluacions, en l'ordre invers, per tal de facilitar el benestar dels participants. Per aquesta raó, no es va realitzar el 10MWT, ja que els participants havien de sortir de la Sala de Valoració. Així doncs, es van realitzar les valoracions en l'ordre següent:

1. Força funcional d'extremitat inferior mesurada amb el 5TSTS.
2. Dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes mesurada amb l'ALT.
3. Flexió activa de genoll en bipedestació mesurada amb la FMA-LE.
4. Velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT.

### **Variables actives: Valoracions T2**

30 minuts després de la sessió, es van tornar a realitzar totes les mesures, en el mateix ordre que en la primera avaluació:

1. Velocitat de la marxa mesurada amb el 10MWT.
2. Velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT.
3. Flexió activa de genoll en bipedestació, mesurada amb la FMA-LE.
4. Dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes mesurada amb l'ALT.
5. Força funcional d'extremitat inferior mesurada amb el 5TSTS.

## 7.10 ENQUESTA DE SATISFACCIÓ

Una setmana després de totes les avaluacions es va entregar als participants una enquesta de satisfacció amb dues preguntes sobre cinc punts a l'Escala de Likert (**Taula 5**). Aquesta enquesta es va elaborar mitjançant un formulari de Google, el qual es va enviar als participants per correu electrònic o a través de l'aplicació de mòbil Whatsapp.

**Taula 5.** Enquesta de satisfacció

**1. Què tan satisfet/a es troba amb les sessions que ha rebut, pel que fa a la seva mobilitat?**

1. Extremadament satisfet/a
2. Molt satisfet/a
3. Moderadament satisfet/a
4. Poc satisfet/a
5. Gens satisfet/a

**2. Com sent vostè la cama després de les sessions, en termes de rigidesa muscular?**

1. La rigidesa ha disminuït molt
2. La rigidesa ha disminuït considerablement
3. La rigidesa ha disminuït lleugerament
4. La rigidesa gairebé no ha disminuït
5. La rigidesa no ha disminuït gens

## 7.11 ASPECTES ÈTICS

El protocol de l'estudi va ser aprovat pel el Comitè d'Ètica de la Universitat Internacional de Catalunya, amb el codi FIS-2021-06, d'acord a la Declaració de Helsinki 2013 i a la Llei Orgànica 3/2018, de 5 de desembre, de Protecció de Dades Personals i garantia dels drets digitals. El protocol de l'estudi es va registrar al *ClinicalTrials.gov* amb els identificadors NCT04824768 i NCT04851756. Els participants van accedir a l'estudi de manera voluntària, havent rebut tota la informació necessària, verbal i escrita, i firmat el consentiment informat que s'adjunta en **l'Annex 3**. La investigadora principal va assignar un codi identificatiu a cada participant, amb la consegüent protecció de les seves dades personals, de forma que mai seran revelades.



## 8. RESULTATS

En aquest apartat es realitzarà una descripció dels resultats obtinguts en la present investigació per tal de donar resposta als objectius plantejats. En primer lloc es descriuran les característiques de la mostra segmentada per grups d'intervenció i control. Seguidament es descriuran els resultats de totes les variables en cada període de l'estudi. Es continuarà amb els resultats de les diferències intragrup de cada període. Finalment s'aportaran els resultats de les diferències entre grups.

Donat que les variables corresponents a la mobilitat passiva i activa es va dur a terme en dos dies diferents, primer s'exposaran els resultats de les variables relatives a la mobilitat passiva, i després els corresponents a la mobilitat activa. Els valors en negreta que surten a les següents taules mostren els resultats estadísticament significatius.

## 8.1 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LA MOSTRA

Es van reclutar 36 participants que es trobaven en la fase crònica de l'ictus, i es van distribuir aleatòriament entre el grup experimental i el grup control, amb 18 participants a cada grup.

La **Taula 6** mostra els resultats de les mesures antropomètriques de la població, distribuïda entre grup experimental i grup control. Aquests resultats es presenten, segons el tipus de variable, en valors nominals o en valors mitjana amb les seves respectives desviacions estàndard, cercant si hi ha diferències estadísticament significatives entre els dos grups per cada una de les variables.

La mostra era de 14 dones (39%) i 22 homes (61%), amb una distribució igual entre grups. Quant a l'edat, la mitjana total de la mostra era de  $58,56 \pm 11,5$  anys, amb una diferència de 0,5 anys en favor del grup experimental. Pel que fa al pes, la mitjana era de  $75,95 \pm 16,2$  kg, amb una diferència d'1,3 Kg en favor del grup control. L'alçada total era de  $170 \pm 8,4$  cm, amb una diferència d'1,2 cm en favor del grup control. La mitjana de l'Índex de Massa Corporal (IMC) era de  $26,2 \pm 4,9$ , amb una diferència de 0,2 en favor del grup control. Respecte al tipus d'ictus, 15 participants havien patit un ictus hemorràgic i 21 un ictus isquèmic, amb una majoria d'ictus isquèmic al grup control (33,3%).

La mitjana de temps d'inici de l'ictus era de  $8,75 \pm 5,75$  anys, amb una diferència de 4,7 anys, sent el grup control qui comptava amb un major temps d'inici. Pel que fa al costat afectat, un total de 24 participants estava afectat del costat dret, i 12 del costat esquerre, amb una majoria d'afectats del costat dret en el grup experimental (38,9%).

**Taula 6.** Estadística descriptiva de la mostra

VARIABLES DEMOGRÀFIQUES	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana $\pm$ DE n (%)	Mitjana $\pm$ DE n (%)	
<b>Sexe</b>			
Dones	7 (38,9 %)	7 (38,9 %)	1,000
Homes	11 (61,1 %)	11 (61,1 %)	
<b>Edat</b>	58,8 $\pm$ 11,9	58,3 $\pm$ 11,0	0,908
<b>Pes (Kg)</b>	7,3 $\pm$ 14,6	76,6 $\pm$ 17,8	0,949
<b>Alçada (cm)</b>	169,4 $\pm$ 9,8	170,6 $\pm$ 7,0	0,699
<b>Índex Massa Corporal (IMC)</b>	26,1 $\pm$ 4,1	26,3 $\pm$ 5,6	0,891
<b>Tipus d'ictus</b>			
Hemorràgic	9 (50 %)	6 (33,3 %)	0,891
Isquèmic	9 (50 %)	12 (66,7 %)	
<b>Temps d'inici (anys)</b>	6,4 $\pm$ 3,1	11,1 $\pm$ 8,4	0,060
<b>Costat afectat</b>			
Dret	14 (77,8 %)	10 (55,6 %)	0,157
Esquerre	4 (22,2 %)	8 (44,4 %)	
<b>Consum de tabac / alcohol</b>			
Tabac	1 (5,6 %)	4 (22,2 %)	0,452
Alcohol	3 (16,7 %)	3 (16,7 %)	
<b>Fisioteràpia setmanal (dies/setmana)</b>	1,6 $\pm$ 1,0	2,2 $\pm$ 2,5	0,708

Abreviatures: n, nombre; %, percentatge; DE, desviació estàndard; Kg, Kilograms; cm, centímetres

Quant al consum de tabac/alcohol, 25 participants del total de la mostra (69,4%) no en consumia, sent el grup experimental qui menys consumidors tenia (38,9%). 5 participants consumien tabac i 6 consumien alcohol, sent el grup control qui més fumadors tenia (11,1%).

Pel que fa a la Fisioteràpia setmanal, eren els participants del grup control els que en realitzaven més, ja que la mitjana total era de  $1,9 \pm 1,75$  dies, amb una diferència de 0,8 dies en favor del grup control. Per contra, els participants del

grup experimental realitzaven  $2,7 \pm 3,5$  més dies d'exercici setmanal que els del grup control, resultats que indiquen diferències estadísticament significatives en aquesta variable, en favor del grup experimental. Així doncs, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre els dos grups per a cap mesura demogràfica de referència, excepte per la variable d'exercici setmanal.

Per concloure, la mostra estava formada per més homes que dones, de mitjana edat, i amb un IMC indicatiu de pre-obesitat [441]. La major part dels participants havia patit un ictus isquèmic, amb una afectació majoritària de l'hemicòs dret. Una àmplia majoria no consumia ni tabac ni alcohol, amb menys consumidors al grup experimental. Tot i així, hi havia més participants del grup control que realitzava més temps de Fisioteràpia setmanal.

## **8.2 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LES VARIABLES PASSIVES**

### Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb l'Escala d'Ashworth Modificada (MAS) en termes qualitius T0

En el moment pre-intervenció, pel que fa a la MAS de flexió de maluc, un total de 21 (58,3%) participants presentava to normal (puntuació 0), 10 (27,8%) to lleuger (puntuació 1), i 4 (11,1%) to lleuger plus (puntuació 1+). Només un participant (2,8%) del grup control presentava to pronunciat (puntuació 2) en la MAS de maluc. Així doncs, en la MAS de flexió de maluc la majoria de participants presentava un to normal amb puntuació 0.

En la MAS de flexió de genoll, 10 (27,8%) participants presentaven to normal (puntuació 0), 15 (41,7%) to lleuger (puntuació 1), 5 (13,9%) to lleuger plus (puntuació 1+), i 6 (16,7%) to pronunciat (puntuació 2). El nombre de participants del grup experimental amb to pronunciat a la flexió de genoll doblava al del control. Així doncs, en la MAS de flexió de genoll, la majoria de participants presentava un to lleuger amb puntuació 1.

En la MAS de dorsiflexió de turmell, 3 (8,3%) participants, tots del grup control, presentaven to normal (puntuació 0), 5 (13,9%) to lleuger (puntuació 1), 7 (19,4%) to lleuger plus (puntuació 1+), i 21 (58,3%) presentava to pronunciat

(puntuació 2), sent aquest la majoria i amb més participants al grup experimental. La **Taula 7** mostra els valors descriptius de la MAS a T0, i la significació entre grups.

**Taula 7.** Descriptius MAS en termes qualitius T0 i significació entre grups

MAS QUALITATIVA T0	Grup Experimental	Grup Control	p
	n (%)	n (%)	
<b>MAS flexió maluc T0</b>			
0 To normal	10 (55,6 %)	11 (61,1%)	0,703
1 To lleuger	5 (27,8 %)	5 (27,8 %)	
1+ To lleuger plus	3 (16,7 %)	1 (5,6 %)	
2 To pronunciat	-	1 (5,6 %)	
<b>MAS flexió genoll T0</b>			
0 To normal	4 (22,2 %)	6 (33,3 %)	0,769
1 To lleuger	8 (44,4 %)	7 (38,9 %)	
1+ To lleuger plus	2 (11,1 %)	3 (16,7 %)	
2 To pronunciat	4 (22,2 %)	2 (11,1 %)	
<b>MAS dorsiflexió turmell T0</b>			
0 To Normal	-	3 (16,7 %)	0,978
1 To Lleuger	1 (5,6 %)	4 (22,2 %)	
1+ To Lleuger plus	4 (22,2 %)	3 (16,7 %)	
2 To pronunciat	13 (72,2 %)	8 (44,4 %)	

Abreviatures: MAS, *Modified Ashworth Scale*, Escala d'Ashworth Modificada; n, nombre; %, percentatge; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció.

### Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb la MAS en termes quantitius T0

Pel que fa a la MAS en termes quantitius, on l'item 1+ passa 2, i el dos passa a 3 amb finalitats estadístiques [237], es mostren diferències estadísticament significatives per la dorsiflexió de turmell, però no per la resta de variables, tal com es pot observar a la **Taula 8**.

**Taula 8.** Descriptius MAS en termes quantitativs T0

<b>MAS T0 QUANTITATIVA</b>	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Flexió de maluc	0,6 ± 0.8	0,6 ± 0,9	0,840
Flexió de genoll	1,3 ± 1.1	1,1 ± 1,0	0,430
Dorsiflexió de turmell	2,7 ± 0.6	1,9 ± 1,2	<b>0,018</b>

Abreviatures: MAS, *Modified Ashworth Scale*, Escala d'Ashworth Modificada; DE, desviació estàndard; T0, moment pre-intervenció

### Goniometria de la MAS flexió de maluc i de genoll, i dorsiflexió de turmell T0

Pel que fa als graus goniomètrics de la MAS per tota la mostra T0, aquest valor era de 99,0° per la flexió de maluc, de 102,8° per la flexió de genoll i de 18,8° ± 6° per la dorsiflexió de turmell, sense diferències estadísticament significatives entre grup experimental i grup control per cap de les mesures enregistrades. La **Taula 9** mostra els valors descriptius per la goniometria de la MAS i la significació entre grups.

**Taula 9.** Descriptius goniometria MAS T0 i significació entre grups

<b>GONIOMETRIA MAS MALUC/GENOLL/TURMELL T0</b>	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Graus flexió maluc (°)	97,6 ± 21,1	100,4 ± 15,8	0,913
Graus flexió genoll (°)	104,7 ± 16,1	100,9 ± 22,1	0,567
Graus dorsiflexió turmell (°)	18,8 ± 5,6	18,8 ± 6,4	0,978

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció.

### Rang de moviment passiu (PROM) de flexió de genoll i dorsiflexió de turmell, mesurat amb dinamòmetre i inclinòmetre T0

El PROM de flexió de genoll de tota la mostra, realitzant una força de 9,9Newton ± 3,7Newton sobre el terç distal de la tibia, era de 26,75° ± 16,25°, en favor del grup experimental. El PROM de dorsiflexió de turmell de tota la mostra, realitzant una força d'11,55Newton ± 3,4Newton, era de 15,35° en favor del grup control.

No hi va haver diferències estadísticament significatives, entre grup experimental i grup control, per cap de les mesures enregistrades (**Taula 10**).

**Taula 10.** Descriptius PROM genoll/turmell T0 i significació entre grups

PROM GENOLL/TURMELL T0	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Força Dorsiflexió Turmell (N)	11,4 ± 3,6	11,7 ± 3,2	0,815
PROM Dorsiflexió Turmell (°)	14,0 ± 6,9	16,7 ± 5,7	0,200
Força Flexió Genoll (N)	10,1 ± 3,8	9,7 ± 3,6	0,772
PROM Flexió Genoll (°)	28,1 ± 15,8	25,4 ± 16,7	0,613

Abreviatures: DE, desviació estàndard; N, Newtons; (°), graus goniomètrics; PROM; *passive range of movement*, rang de moviment passiu; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció.

### Miotonometria (to, rigidesa i relaxació) de gastrocnemis i quàdriceps T0

Quant a la miotonometria de gastrocnemis medial i lateral, i quàdriceps del total de la mostra, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control per cap de les mesures enregistrades en el moment pre-intervenció (**Taula 11**).

**Taula 11.** Descriptius miotonometria T0 i significació entre grups

MIOTONOMETRIA GASTROCNEMIS/ QUÀDRICEPS T0	Grup Experimental	Grupo Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
<b>Gastrocnemi Medial</b>			
To (Hz)	17,8 ± 3,7	17,2 ± 2,6	0,616
Rigidesa (N/m)	323,4 ± 71,3	305,4 ± 81,0	0,311
Relaxació (ms)	18,4 ± 4,6	18,3 ± 5,8	0,681
<b>Gastrocnemi Lateral</b>			
To (Hz)	18,3 ± 4,2	16,8 ± 4,2	0,293
Rigidesa (N/m)	352,5 ± 101,0	326,7 ± 113,7	0,062
Relaxació (ms)	17,4 ± 5,6	19,0 ± 6,0	0,397
<b>Quàdriceps</b>			
To (Hz)	14,5 ± 1,8	14,0 ± 2,0	0,477

Rigidesa (N/m)	287,5 ± 36,8	273,9 ± 44,1	0,580
Relaxació (ms)	23,9 ± 12,0	39,2 ± 7,27	0,517

Abreviatures: DE, desviació estàndard; Hz, hercis; N/m, Newton per metre; ms, temps de relaxació de la tensió mecànica; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció.

### 8.3. ANÀLISI INTRAGRUP DE LES VARIABLES PASSIVES

#### Grup experimental: diferències intragrup T1-T0

#### Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb la MAS en termes qualitius T1-T0

Pel que fa a la MAS, en termes qualitius, de flexió de maluc i de genoll, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T1 i T0 en el grup experimental. Respecte a la dorsiflexió de turmell, no hi va haver cap participant amb to normal (puntuació 0). El nombre de participants amb to lleuger (puntuació 1) va augmentar en un 22,2%. amb to lleuger plus (puntuació 1+) va augmentar en un 11,1% i amb to pronunciat (puntuació 2) va disminuir en un 33,3%. Aquests resultats indiquen canvis significatius en la dorsiflexió de turmell entre T1 i T0 en el grup experimental (**Taula 12**).

**Taula 12.** MAS qualitativa. Diferències intragrup T1-T0 grup experimental

MAS QUALITATIVA T1-T0	T0	T1	Diferències T1-T0
			p
<b>MAS flexió maluc</b>			
0 To normal	10 (55,6%)	11 (61,1 %)	0,368
1 To lleuger	5 (27,8%)	5 (27,8 %)	
1+ To lleuger plus	3 (16,7%)	2 (11,1 %)	
2 To pronunciat	-	-	
<b>MAS flexió genoll</b>			
0 To normal	4 (22,2%)	8 (44,4 %)	0,136
1 To lleuger	8 (44,4%)	6 (33,3 %)	
1+ Tp lleuger plus	2 (11,1%)	3 (16,7 %)	
2 To pronunciat	4 (22,2%)	1 (5,6 %)	



MAS dorsiflexió turmell			
0 To Normal	-	-	<b>0,046</b>
1 To Lleuger	1 (5,6%)	5 (27,8 %)	
1+ To Lleuger plus	4 (22,2%)	6 (33,3 %)	
2 To pronunciat	13 (72,2%)	7 (38,9 %)	

Abreviatures: MAS, *Modified Ashworth Scale*, Escala d'Ashworth Modificada; n, nombre; %, percentatge; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció.

### Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb la MAS en termes quantitatius T1-T0

Pel que fa a la MAS, en termes quantitatius de flexió de maluc, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T1 i T0 en el grup experimental. Respecte a la flexió de genoll i dorsiflexió de turmell, en ambdós hi ha haver una disminució de, almenys, mig punt en la MAS quantitativa, sent aquesta més evident en la flexió de turmell (**Taula 13**).

**Taula 13.** MAS quantitativa. Diferències intragrup T1-T0 grup experimental

MAS T1-T0 QUANTITATIVA	T0	T1	Diferències T1-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Flexió de maluc	0,6 ± 0,8	0,5 ± 0,7	-0,1	[-0,313; 0,091]	0,489	0,00
Flexió de genoll	1,3 ± 1,1	0,8 ± 0,9	-0,5	[-0,942; -0,058]	<b>0,024</b>	0,06
Flexió de turmell	2,7 ± 0,6	2,1 ± 0,8	-0,6	[-0,997; -0,115]	<b>0,012</b>	0,17

Abreviatures: MAS, *Modified Ashworth Scale*, Escala d'Ashworth Modificada; %, percentatge; p, valor de probabilitat; η2, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció.

### Goniometria de la MAS de maluc, genoll i turmell T1-T0

Quant als graus goniomètrics de la MAS entre T1 i T0, no hi va haver diferències estadísticament significatives en la flexió de maluc ni en la dorsiflexió de turmell en el grup experimental. En la flexió de genoll hi va haver diferències estadísticament significatives entre T1 i T0 (**Taula 14**).

**Taula 14.** Goniometria MAS. Diferències intragrup T1-T0 grup experimental

GONIOMETRIA MAS MALUC/GENOLL/ TURMELL T1-T0	T0	T1	Diferència T1-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Graus flexió maluc (°)	97,6 ± 21,1	102,9 ± 18,2	5,3	[0,62 ; 11,18]	0.089	0,02
Graus flexió genoll (°)	104,7 ± 16,1	115,9 ± 16,2	11,3	[3,31 19,25]	<b>0.005</b>	0,11
Graus dorsiflexió turmell (°)	18,8 ± 5,6	20,9 ± 7,3	2,2	[-0,66 4,99]	0.173	0,03

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; p, valor de probabilitat; η2, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció; IC, interval de confiança; %, percentatge.

### PROM de flexió de genoll i dorsiflexió de turmell, mesurat amb dinamòmetre i inclinometre T1-T0

Respecte al PROM entre T1 i T0, no hi va haver diferències estadísticament significatives en la flexió de genoll, però sí en la dorsiflexió de turmell.

La **Taula 15** mostra l'anàlisi intragrup T1-T0 del PROM de genoll i turmell del grup experimental.

**Taula 15.** PROM. Diferències intragrup T1-T0 grup experimental

PROM GENOLL/TURMELL T1-T0	T0	T1	Diferència T1-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
PROM Dorsiflexió Turmell (°)	14,0 ± 6,9	16,8 ± 8,7	2,9	[0,27 ; 5,48]	<b>0,028</b>	0,03
PROM Flexió Genoll (°)	28,1 ± 15,8	30,6 ± 12,6	2,5	[-3,49 ; 8,39]	0,850	0,01

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; PROM; *passive range of movement*, rang de moviment passiu; p, valor de probabilitat; η2, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció; IC, interval de confiança; %, percentatge.

### Miotonometria (to, rigidesa i relaxació) de gastrocnemis i quàdriceps T1-T0

Quant a la miotonometria de gastrocnemis i quàdriceps, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T1 i T0 per cap de les mesures enregistrades en el grup experimental, excepte en la rigidesa del gastrocnemi medial, on sí que hi va haver canvis estadísticament significatius, tal i com es mostra a la **Taula 16**.

**Taula 16.** Miotonometria. Diferències intragrup T1-T0 grup experimental

MIOTONOMETRIA GASTROCNEMIS/ QUÀDRICEPS T1-T0	T0	T1	Diferències T1-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
<b>Gastrocnemi Medial</b>						
To (Hz)	17,8 ± 3,7	21,9 ± 22,6	4,1	[-10,19 ; 18,45]	1,000	0,02
Rigidesa (N/m)	323,4 ± 71,3	286,6 ± 46,6	-36,8	[-68,62 ; -5,02]	<b>0,021</b>	0,09
Relaxació (ms)	18,4 ± 4,6	21,1 ± 6,0	2,6	[-0.05 ; 5.32]	0,056	0,08
<b>Gastrocnemi Lateral</b>						
To (Hz)	18,3 ± 4,2	17,1 ± 4,6	-1,2	[-3,00 ; 0,53]	0,240	0,02
Rigidesa (N/m)	352,5 ± 101,0	332,2 ± 95,9	-22,2	[-49,42 ; 8,88]	0,247	0,01
Relaxació (ms)	17,4 ± 5,6	19,6 ± 6,7	2,2	[-0.86 ; 5.35]	0,217	0,03
<b>Quàdriceps</b>						
To (Hz)	14,5 ± 1,8	14,3 ± 1,6	-0,2	[-1.05 ; 0.58]	1,000	0,00
Rigidesa (N/m)	287,5 ± 36,8	283,2 ± 35,7	-4,3	[-19.29 ; 10.61]	1,000	0,00
Relaxació (ms)	23,9 ± 12,0	21,4 ± 3,7	-2,5	[-9.52 ; 4.49]	1,000	0,02

Abreviatures: DE, desviació estàndard; Hz, hercis; N/m, Newton per metre; ms, temps de relaxació de la tensió mecànica; p, valor de probabilitat; η<sup>2</sup>, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció; IC, interval de confiança; %, percentatge.

### **Grup control: diferències intragrup T1-T0**

#### Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb la MAS en termes qualitius T1-T0

Pel que fa a la MAS, en termes qualitius, de maluc, genoll i turmell, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T1 i T0 en el grup control, tal com es mostra a la **Taula 17**.

**Taula 17.** MAS qualitativa. Diferències intragrup T1-T0 grup control

MAS T1-T0 QUALITATIVA	T0	T1	Diferència T1-T0
			p
MAS flexió maluc			
0 To normal	11 (61,1%)	11 (61,1 %)	1,000
1 To lleuger	5 (27,8 %)	6 (33,3 %)	
1+ To lleuger plus	1 (5,6 %)	1 (5,6 %)	
2 To pronunciat	1 (5,6 %)	-	
MAS flexió genoll			
0 To normal	6 (33,3 %)	6 (33,3 %)	1.000
1 To lleuger	7 (38,9 %)	7 (38,9 %)	
1+ To lleuger plus	3 (16,7 %)	3 (16,7 %)	
2 To pronunciat	2 (11,1 %)	2 (11,1 %)	
MAS dorsiflexió turmell			
0 To Normal	3 (16,7 %)	3 (16,7 %)	0,368
1 To Lleuger	4 (22,2 %)	5 (27,8 %)	
1+ To Lleuger plus	3 (16,7 %)	3 (16,7 %)	
2 To pronunciat	8 (44,4 %)	7 (38,9 %)	

Abreviatures: MAS, *Modified Ashworth Scale*, Escala d'Ashworth Modificada; n, nombre; %, percentatge; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció.

### Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb la MAS en termes quantitius T1-T0

Pel que fa a la MAS, en termes quantitius, de maluc, genoll i turmell, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T1 i T0 en el grup control, tal com es mostra a la **Taula 18**. Respecte a la dorsiflexió de turmell, hi ha haver una disminució de més de mig punt en la MAS qualitativa.

**Taula 18.** MAS quantitativa. Diferències intragrup T1-T0 grup control

MAS T1-T0 QUANTITATIVA	T0	T1	Diferències T1-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Flexió de maluc	0., ± 0,9	0,4 ± 0,6	-0,1	[-0,313; 0,91]	0,489	0,02
Flexió de genoll	1,1 ± 1,0	1,1 ± 1,0	0,0	[-0,215; 0,215]	1,000	0,00
Dorsiflexió de turmell	1,9 ± 1,2	1,8 ± 1,2	-0,1	[-0,313; 0,091]	0,489	0,00

Abreviatures: MAS, *Modified Ashworth Scale*, Escala d'Ashworth Modificada; %, percentatge; p, valor de probabilitat; η2, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció.

### Goniometria de la MAS de maluc, genoll i turmell T1-T0

Quant als graus goniomètrics de la MAS entre T1 i T0, no hi va haver diferències estadísticament significatives en la flexió de maluc, en la flexió genoll ni en la dorsiflexió de turmell del grup control, tal i com es pot observar a la **Taula 19**.

**Taula 19.** Goniometria MAS. Diferències intragrup T1-T0 grup control

GONIOMETRIA MAS MALUC/GENOLL/ TURMELL T1-T0	T0	T1	Diferència T1-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Graus flexió maluc (°)	100.4 ± 15.8	103.6 ± 16.0	3,2	[-0,55 ; 6,99]	0.110	0,01
Graus flexió genoll (°)	100.9 ± 22.1	104.3 ± 21.8	3,3	[-0,56 ; 7,23]	0,109	0,01
Graus dorsiflexió turmell (°)	18.8 ± 6.4	20.5 ± 7.8	1,7	[-0,35 ; 3,68]	0,126	0,01

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; p, valor de probabilitat; η2, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció; IC, interval de confiança; %, percentatge.

### PROM de flexió de genoll i dorsiflexió de turmell, mesurat amb dinamòmetre i inclinòmetre T1-T0

Respecte al PROM entre T1 i T0 del grup control, no hi va haver diferències estadísticament significatives en la flexió de genoll ni en la dorsiflexió de turmell. La **Taula 20** mostra l'anàlisi intragrup T1-T0 del PROM de genoll i turmell del grup control.

**Taula 20.** PROM. Diferències intragrup T1-T0 grup control

PROM GENOLL/TURMELL T1-T0	T0	T1	Diferència T1-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
PROM Dorsiflexió Turmell (°)	16,7 ± 5,7	17,1 ± 6,6	0,4	[-1.58 ; 2.36]	1,000	0,00
PROM Flexió Genoll (°)	25,4 ± 16,7	26,3 ± 17,1	1,0	[-0.93 ; 2.84]	0,588	0,00

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; PROM; *passive range of movement*, rang de moviment passiu; p, valor de probabilitat; η<sup>2</sup>, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció; IC, interval de confiança; %, percentatge.

### Miotonometria (to, rigidesa i relaxació) de gastrocnemis i quàdriceps T1-T0

Quant a la miotonometria de gastrocnemis i quàdriceps, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T1 i T0 per cap de les mesures enregistrades en el grup control, tal i com es mostra a la **Taula 21**.

**Taula 21.** Miotonometria. Diferències intragrup T1-T0 grup control

MIOTONOMETRIA GASTROCNEMIS/ QUÀDRICEPS T1-T0	T0	T1	Diferència T1-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
<b>Gastrocnemi Medial</b>						
To (Hz)	17,2 ± 3,6	16,6 ± 3,1	-0,6	[-2,34 ; 1,09]	1,000	0,01
Rigidesa (N/m)	305,4 ± 81,0	285,8 ± 62,5	-19,7	[-51,27 ; 11,94]	0,350	0,02
Relaxació (ms)	18,3 ± 5,8	19,2 ± 5,0	0,8	[-1,82 ; 3,47]	1,000	0,01
<b>Gastrocnemi Lateral</b>						
To (Hz)	16,8 ± 4,2	16,1 ± 3,5	-0,8	[-3,00 ; 1,47]	1,000	0,01
Rigidesa (N/m)	326,7 ± 113,7	290,6 ± 57,7	-36,1	[-100,46 ; 28,24]	0,464	0,04
Relaxació (ms)	19,0 ± 6,0	20,6 ± 5,2	1,5	[-1,42 ; 4,48]	0,560	0,02
<b>Quàdriceps</b>						
To (Hz)	14,0 ± 2,0	14,0 ± 2,9	0,0	[-1,17 ; 1,13]	1,000	0,00
Rigidesa (N/m)	273,9 ± 44,1	274,7 ± 69,5	0,8	[-32,65 ; 34,31]	1,000	0,00
Relaxació (ms)	39,2 ± 72,7	22,4 ± 5,0	-16,8	[-60,75 ; 27,18]	0,975	0,03

Abreviatures: DE, desviació estàndard; Hz, hercis; N/m, Newton per metre; ms, temps de relaxació de la tensió mecànica; p, valor de probabilitat; η<sup>2</sup>, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció; IC, interval de confiança; %, percentatge.

## Grup experimental: diferències intragrup T2-T0

### Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb la MAS en termes qualitatiu T2-T0

Pel que fa a la MAS, en termes qualitatiu, de flexió de maluc i de genoll, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T0 en el grup experimental. Respecte a la dorsiflexió de turmell, no hi va haver cap participant amb to normal (puntuació 0). El nombre de participants amb to lleuger (puntuació 1) va augmentar en un 22,2%, amb to lleuger plus (puntuació 1+) va augmentar en un 16,7% i amb to pronunciat (puntuació 2) va disminuir en un 38,9%. Aquests resultats indiquen canvis estadísticament significatius en la dorsiflexió de turmell entre T2 i T0 en el grup experimental, tal com es mostra a la **Taula 22**.

**Taula 22.** MAS qualitativa. Diferències intragrup T2-T0 grup experimental

MAS T2-T0 QUALITATIVA	T0	T2	Diferència T2-T0
			p
MAS flexió maluc			
0 To normal	10 (55,6%)	11 (61,1 %)	0,368
1 To lleuger	5 (27,8%)	5 (27,8 %)	
1+ To lleuger plus	3 (16,7%)	2 (11,1 %)	
2 To pronunciat	-	-	
MAS flexió genoll			
0 To normal	4 (22,2%)	8 (44,4 %)	0,199
1 To lleuger	8 (44,4%)	5 (27,8 %)	
1+ To lleuger plus	2 (11,1%)	3 (16,7 %)	
2 To pronunciat	4 (22,2%)	2 (11,1 %)	
MAS dorsiflexió turmell			
0 To Normal	-	-	<b>0,019</b>
1 To Lleuger	1 (5,6%)	5 (27,8 %)	
1+ To Lleuger plus	4 (22,2%)	7 (38,9 %)	
2 To pronunciat	13 (72,2%)	6 (33,3 %)	

Abreviatures: MAS, Modified Ashworth Scale, Escala d'Ashworth Modificada; n, nombre; %, percentatge; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

### Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb la MAS en termes quantitativs T2-T0

Pel que fa a la MAS en termes quantitativs, de flexió de maluc i de genoll, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T0 en el grup experimental. Respecte a la dorsiflexió de turmell, hi va haver una disminució de més de mig punt en la MAS quantitativa, tal i com es mostra a la **Taula 23**.

**Taula 23.** MAS quantitativa. Diferències intragrup T2-T0 grup experimental

MAS T2-T0 QUANTITATIVA	T0	T2	Diferències T2-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
Flexió de maluc	0,6 ± 0,8	0,5 ± 0,7	-0,1	[-0,313; 0,091]	0,489	0,00
Flexió de genoll	1,3 ± 1,1	0,9 ± 1,1	-0,4	[-0,962; 0,185]	0,269	0,03
Dorsiflexió de turmell	2,7 ± 1,2	2,1 ± 0,8	-0,6	[-0,991; -0,231]	<b>0,002</b>	0,17

Abreviatures: MAS, Modified Ashworth Scale, Escala d'Ashworth Modificada; %, percentatge; p, valor de probabilitat; η<sup>2</sup>, mida de l'efecte; T0, moment ret-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

### Goniometria de la MAS de maluc, genoll i turmell T2-T0

Quant als graus goniomètrics de la MAS entre T2 i T0 del grup experimental, hi va haver diferències estadísticament significatives en la flexió de maluc, flexió de genoll i dorsiflexió de turmell, tal i com es pot observar a la **Taula 24**.

**Taula 24.** Goniometria MAS. Diferències intragrup T2-T0 grup experimental

GONIOMETRIA MAS MALUC/GENOLL/ TURMELL T2-T0	T0	T2	Diferència T2-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
Graus flexió maluc (°)	97,6 ± 21,1	105,6 ± 18,2	8,0	[2,73 ; 13,27]	<b>0,003</b>	0,04
Graus flexió genoll (°)	104,7 ± 16,1	116,6 ± 14,8	11,9	[4,20 ; 1,69]	<b>0,002</b>	0,13
Graus dorsiflexió turmell (°)	18,8 ± 5,6	22,2 ± 6,8	3,4	[1,07 ; 5,71]	<b>0,004</b>	0,07

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; η<sup>2</sup>, mida de l'efecte; T2, 30 minuts post-intervenció; IC, interval de confiança; %, percentatge



PROM de flexió de genoll i dorsiflexió de turmell, mesurat amb dinamòmetre i inclinòmetre T2-T0

Respecte al PROM entre T2 i T0 del grup experimental, no hi va haver diferències estadísticament significatives en la flexió de genoll, però sí en la dorsiflexió de turmell. La **Taula 25** mostra l'anàlisi intragrup T2-T0 del PROM de genoll i turmell del grup experimental.

**Taula 25.** PROM. Diferències intragrup T2-T0 grup experimental

PROM GENOLL/TURMELL T2-T0	T0	T2	Diferència T2-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
PROM Dorsiflexió Turmell (°)	14,0 ± 6,9	17.1 ± 8.8	8,0	0,22 ; 6,09]	<b>0,033</b>	0,04
PROM Flexió Genoll (°)	28,1 ± 15,8	31.1 ± 12.6	11,9	[-2,99 ; 8,82]	0,621	0,01

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; PROM; passive range of movement, rang de moviment passiu; p, valor de probabilitat; η<sup>2</sup>, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció; IC, interval de confiança; %, percentatge.

Miotonometria (to, rigidesa i relaxació) de gastrocnemis i quàdriceps T2-T0

Quant a la miotonometria de gastrocnemis i quàdriceps, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T0 per cap de les mesures enregistrades en el grup experimental, tal i com es mostra a la **Taula 26**.

**Taula 26.** Miotonometria. Diferències intragrup T2-T0 grup experimental

MIOTONOMETRIA GASTROCNEMIS/ QUÀDRICEPS T2-T0	T0	T2	Diferència T2-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
Gastrocnemi Medial						
To (Hz)	17,8 ± 3,7	16,3 ± 3,8	-1,5	[-3,54 ; 0,45]	0,165	0,04
Rigidesa (N/m)	323,4 ± 71,3	294,9 ± 67,9	-28,5	[-74,42 ; 17,43]	0,354	0,04
Relaxació (ms)	18,4 ± 4,6	20,3 ± 6,1	1,9	[-1,40 ; 5,21]	0,434	0,03
Gastrocnemi Lateral						
To (Hz)	18,3 ± 4,2	16,8 ± 4,6	-1,6	[-3.26 ; 0.13]	0,075	0,03
Rigidesa (N/m)	352,5 ± 101,0	326,3 ± 94,1	-26,2	[-53.68 ; 1.36]	0,066	0,03
Relaxació (ms)	17,4 ± 5,6	19,9 ± 6,6	2,5	[-0.20 ; 5.24]	0,075	0,04

Quàdriceps						
To (Hz)	14,5 ± 1,8	14,3 ± 1,6	-0,2	[-0,99 ; 0,59]	1,000	0,00
Rigidesa (N/m)	287,5 ± 36,8	279,9 ± 38,9	-7,6	[-21,64 ; 6,34]	0,495	0,01
Relaxació (ms)	23,9 ± 12,0	22,1 ± 3,5	-1,8	[-0,46 ; 1,83]	1,000	0,01

Abreviatures: DE, desviació estàndard; Hz, hercis; N/m, Newton per metre; ms, temps de relaxació de la tensió mecànica; p, valor de probabilitat;  $\eta^2$ , mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció; IC, interval de confiança; %, percentatge

## Grup control: diferències intragrup T2-T0

### Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps (MAS qualitativa T2-T0)

Pel que fa a la MAS, en termes qualitatius, de flexió de maluc i de genoll, i dorsiflexió de turmell, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T0 en el grup control, tal com es mostra a la **Taula 27**.

**Taula 27.** MAS qualitativa. Diferències intragrup T2-T0 grup control

MAS T2-T0 QUALITATIVA	T0	T2	Diferència T2-T0	
				p
<b>MAS flexió maluc</b>				
0 To normal	11 (61,1%)	11 (61,1 %)	1,000	
1 To lleuger	5 (27,8 %)	5 (27,8 %)		
1+ To lleuger plus	1 (5,6 %)	2 (11,1 %)		
2 To pronunciat	1 (5,6 %)	-		
<b>MAS flexió genoll</b>				
0 To normal	6 (33,3 %)	6 (33,3 %)	1,000	
1 To lleuger	7 (38,9 %)	7 (38,9 %)		
1+ Tp lleuger plus	3 (16,7 %)	3 (16,7 %)		
2 To pronunciat	2 (11,1 %)	2 (11,1 %)		
<b>MAS dorsiflexió turmell</b>				
0 To Normal	3 (16,7 %)	4 (22,2 %)	0,261	
1 To Lleuger	4 (22,2 %)	5 (27,8 %)		
1+ To Lleuger plus	3 (16,7 %)	2 (11,1 %)		
2 To pronunciat	8 (44,4 %)	7 (38,9 %)		

Abreviatures: MAS, *Modified Ashworth Scale*, Escala d'Ashworth Modificada; n, nombre;; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció; %, percentatge.

Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb l'Escala d'Ashworth Modificada (MAS) en termes quantitatius T2-T0

Pel que fa a la MAS, en termes quantitatius, de flexió de maluc i de genoll, i dorsiflexió de turmell, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T0 en el grup control, tal com es mostra a la **Taula 28**.

**Taula 28.** MAS quantitativa. Diferències intragrup T2-T0 grup control

MAS QUANTITATIVA T2-T0	T0	T2	Diferències T2-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
Flexió de maluc	0,6 ± 0,9	0,5 ± 0,7	-0,1	[-0,203; 0,092]	0,994	0,00
Flexió de genoll	1,1 ± 1,0	1,1 ± 1,0	0,0	[-0,215; 0,215]	1,000	0,00
Dorsiflexió de turmell	1,9 ± 1,2	1,7 ± 1,2	-0,2	[-0,490; 0,045]	0,125	0,00

Abreviatures: MAS, *Modified Ashworth Scale*, Escala d'Ashworth Modificada; %, percentatge; p, valor de probabilitat; η<sup>2</sup>, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

Goniometria de la MAS de maluc, genoll i turmell T2-T0

Quant als graus goniomètrics de la MAS entre T2 i T0 del grup control, no hi va haver diferències estadísticament significatives en la flexió de maluc, flexió de genoll ni dorsiflexió de turmell, tal i com es pot observar a la **Taula 29**.

**Taula 29.** Goniometria MAS maluc/genoll/turmell. Diferències intragrup T2-T0 grup control

GONIOMETRIA MAS MALUC/GENOLL/ TURMELL T2-T0	T0	T2	Diferència T2-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
Graus flexió maluc (°)	100,4 ± 15,1	101,9 ± 18,6	1,6	[-2,49 ; 5,60]	0,965	0,00
Graus flexió genoll (°)	100,9 ± 22,1	102,5 ± 22,0	1,6	[-1,02 ; 4,13]	0,383	0,00
Graus dorsiflexió turmell (°)	18,8 ± 6,4	19,9 ± 7,2	1,1	[-0,65 ; 2,77]	0,359	0,01

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; p, valor de probabilitat; η<sup>2</sup>, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció; IC, interval de confiança; %, percentatge.

PROM de flexió de genoll i dorsiflexió de turmell, mesurat amb dinamòmetre i inclinometre T2-T0

Respecte al PROM entre T2 i T0 del grup control, no hi va haver diferències estadísticament significatives en la flexió de genoll, ni en la dorsiflexió de turmell. La **Taula 30** mostra l'anàlisi intragrup T2-T0 del PROM de genoll i turmell del grup control.

**Taula 30.** PROM. Diferències intragrup T2-T0 grup control

PROM GENOLL/TURMELL T2-T0	T0	T2	Diferència T2-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
PROM Dorsiflexió Turmell (°)	16,7 ± 5,7	17,0 ± 6,5	0,3	[-1,48 ; 2,03]	1,00	0,00
PROM Flexió Genoll (°)	25,4 ± 16,7	26,5 ± 16,8	1,1	[-0,73 ; 2,98]	0,38	0,00

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; PROM; *passive range of movement*, rang de moviment passiu; p, valor de probabilitat; η<sup>2</sup>, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció; %, percentatge.

Miotonometria (to, rigidesa i relaxació) de gastrocnemis i quàdriceps T2-T0

Quant a la miotonometria de gastrocnemis i quàdriceps, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T0 per cap de les mesures enregistrades en el grup control, tal i com es mostra a la **Taula 31**.

**Taula 31.** Miotonometria. Diferències intragrup T2-T0 grup control

MIOTONOMETRIA GASTROCNEMIS/ QUÀDRICEPS T1-T0	T0	T2	Diferència T2-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
Gastrocnemi Medial						
To (Hz)	17,2 ± 3,6	16,9 ± 3,3	-0,4	[-1,59 ; 0,88]	1,000	0,00
Rigidesa (N/m)	305,4 ± 81,0	299,6 ± 72,4	-5,9	[-38,98 ; 27,20]	1,000	0,00
Relaxació (ms)	18,3 ± 5,8	18,7 ± 5,8	0,4	[-2,27 ; 3,02]	1,000	0,00
Gastrocnemi Lateral						
To (Hz)	16,8 ± 4,2	16,7 ± 3,3	-0,1	[-2,49 ; 2,25]	1,000	0,00
Rigidesa (N/m)	326,7 ± 113,7	305,4 ± 86,4	-21,3	[-104,37 ; 61,71]	1,000	0,01
Relaxació (ms)	19,0 ± 6,0	18,6 ± 4,3	-0,5	[-3,95 ; 3,04]	1,000	0,00
Quàdriceps						

To (Hz)	14,0 ± 2,0	14,0 ± 1,9	-0,0	[-0,76 ; 0,75]	1,000	0,00
Rigidesa (N/m)	273,9 ± 44,1	271,1 ± 44,4	-2,8	[-20,28 ; 14,72]	1,000	0,00
Relaxació (ms)	39,2 ± 72,7	22,4 ± 4,4	-16,8	[-60,56 ; 26,97]	0,968	0,03

Abreviatures: DE, desviació estàndard; Hz, hercis; N/m, Newton per metre; ms, temps de relaxació de la tensió mecànica; p, valor de probabilitat;  $\eta^2$ , mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció; IC, interval de confiança; %, percentatge

## Grup experimental: diferències intragrup T2-T1

### Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb la MAS T2-T1

Pel que fa a la MAS de flexió de maluc i de genoll, i dorsiflexió de turmell, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T1 en el grup experimental, tal com es mostra a la **Taula 32**.

**Taula 32.** MAS qualitativa. Diferències intragrup T2-T1 grup experimental

MAS QUALITATIVA T2-T1	T1	T2	Diferències T2-T1
			p
MAS flexió maluc			
0 To normal	11 (61,1 %)	11 (61,1 %)	1,000
1 To lleuger	5 (27,8 %)	5 (27,8 %)	
1+ To lleuger plus	2 (11,1 %)	2 (11,1 %)	
2 To pronunciat	-	-	
MAS flexió genoll			
0 To normal	8 (44,4 %)	8 (44,4 %)	0,607
1 To lleuger	6 (33,3 %)	5 (27,8 %)	
1+ Tp lleuger plus	3 (16,7 %)	3 (16,7 %)	
2 To pronunciat	1 (5,6 %)	2 (11,1 %)	
MAS dorsiflexió turmell			
0 To Normal	-	-	0,261
1 To Lleuger	5 (27,8 %)	5 (27,8 %)	
1+ To Lleuger plus	6 (33,3 %)	7 (38,9 %)	
2 To pronunciat	7 (38,9 %)	6 (33,3 %)	

Abreviatures: MAS, *Modified Ashworth Scale*, Escala d'Ashworth Modificada; n, nombre; %, percentatge; p, valor de probabilitat; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb la MAS en termes qualitius T2-T1

Pel que fa a la MAS, en termes quantitius, de flexió de maluc i de genoll, i dorsiflexió de turmell, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T1 en el grup experimental, tal com es mostra a la **Taula 33**.

**Taula 33.** MAS quantitativa. Diferències intragrup T2-T1 grup experimental

MAS QUANTITATIVA T2-T1	T1	T2	Diferències T2-T1			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Flexió de maluc	0,5 ± 0,7	0,5 ± 0,7	0,0	[0,000; 0,000]	1,00	0,00
Flexió de genoll	0,8 ± 0,9	0,9 ± 1,1	0,1	[-0,254; 0,476]	1,00	0,00
Flexió de turmell	2,1 ± 0,8	2,1 ± 0,8	-0,1	[-0,456; 0,344]	1,00	0,00

Abreviatures: MAS, *Modified Ashworth Scale*, Escala d'Ashworth Modificada; %, percentatge; p, valor de probabilitat; η2, mida de l'efecte; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

Goniometria de la MAS de maluc, genoll i turmell T2-T1

Quant als graus goniomètrics de la MAS entre T2 i T1 del grup experimental, no hi va haver diferències estadísticament significatives en la flexió de maluc, flexió de genoll ni dorsiflexió de turmell, tal i com es pot observar a la **Taula 34**.

**Taula 34.** Goniometria MAS. Diferències intragrup T2-T1 grup experimental

GONIOMETRIA MAS MALUC/GENOLL/ TURMELL T2-T1	T1	T2	Diferències T2-T1			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Graus flexió maluc (°)	102,9 ± 18,2	105,6 ± 18,2	2,7	[-2.66 ; 8.10]	0,590	0,01
Graus flexió genoll (°)	115,9 ± 16,2	116,6 ± 14,8	0,7	[-2.88 ; 4.21]	1,000	0,00
Graus dorsiflexió turmell (°)	20,9 ± 7,3	22,2 ± 6,8	1,2	[-1.08 ; 3.52]	0,528	0,01

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; p, valor de probabilitat; η2, mida de l'efecte; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció; IC, interval de confiança; %, percentatge.

## PROM de genoll i turmell, mesurat amb dinamòmetre i inclinometre T2-T1

Respecte al PROM entre T2 i T1 del grup experimental, no hi va haver diferències estadísticament significatives en la flexió de genoll, i tampoc en la dorsiflexió de turmell. La **Taula 35** mostra l'anàlisi intragrup T2-T1 del PROM de genoll i turmell del grup experimental.

**Taula 35.** PROM. Diferències intragrup T2-T1 grup experimental

PROM GENOLL/TURMELL T2-T1	T1	T2	Diferències T2-T1			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
PROM dorsiflexió turmell (°)	16,8 ± 8,7	17,1 ± 8,8	0,3	[-0,73 ; 1,28]	1,00	0,00
PROM flexió genoll (°)	30,6 ± 12,6	31,1 ± 12,6	0,4	[-0,84 ; 1,67]	1,00	0,00

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; PROM; *passive range of movement*, rang de moviment passiu; p, valor de probabilitat; η<sup>2</sup>, mida de l'efecte; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció; %, percentatge.

## Miotonometria (to, rigidesa i relaxació) de gastrocnemis i quàdriceps T2-T1

Quant a la miotonometria de gastrocnemis i quàdriceps, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T1 per cap de les mesures enregistrades en el grup experimental, tal i com es mostra a la **Taula 36**.

**Taula 36.** Miotonometria. Diferències intragrup T2-T1 grup experimental

MIOTONOMETRIA GASTROCNEMIS/ QUÀDRICEPS T2-T1	T1	T2	Diferències T2-T1			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
Gastrocnemi Medial						
To (Hz)	21,9 ± 22,6	16,3 ± 3,8	-5,7	[-20,52 ; 9,18]	0,97	0,03
Rigidesa (N/m)	286,6 ± 46,6	294,9 ± 67,9	8,3	[-30,19 ; 46,84]	1,00	0,00
Relaxació (m/s)	21,1 ± 6,0	20,3 ± 6,1	-0,7	[-3,97 ; 2,50]	1,00	0,00
Gastrocnemi Lateral						
To (Hz)	17,1 ± 4,6	16,8 ± 4,6	-0,3	[-1,98 ; 1,36]	1,00	0,00
Rigidesa (N/m)	332,2 ± 95,9	326,3 ± 94,1	-5,7	[-33,82 ; 22,04]	1,00	0,00
Relaxació (m/s)	19,6 ± 6,7	19,9 ± 6,6	0,3	[-2,01 ; 2,57]	1,00	0,00
Quàdriceps						

To (Hz)	14,3 ± 1,6	14,3 ± 1,6	0,0	[-0,61 ; 0,68]	1,00	0,00
Rigidesa (N/m)	283,2 ± 35,7	279,9 ± 38,9	-3,3	[-14,56 ; 7,95]	1,00	0,00
Relaxació (m/s)	21,4 ± 3,7	22,1 ± 3,5	0,7	[-0,46 ; 1,86]	0,39	0,01

Abreviatures: DE, desviació estàndard; Hz, hercis; N/m, Newton per metre; ms, temps de relaxació de la tensió mecànica; p, valor de probabilitat;  $\eta$ 2, mida de l'efecte; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció; IC, interval de confiança; %, percentatge.

## Grup control: diferències intragrup T2-T1

### Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb la MAS en termes qualitatius T2-T1

Pel que fa a la MAS, en termes qualitatius, de maluc, genoll i turmell, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T1 en el grup control, tal com es mostra a la **Taula 37**.

**Taula 37.** MAS qualitativa. Diferències intragrup T2-T1 grup control

MAS QUALITATIVA T2-T1	T1	T2	Diferències T2-T1
			p
MAS flexió maluc			
0 To normal	11 (61,1 %)	11 (61,1 %)	0,317
1 To lleuger	6 (33,3 %)	5 (27,8 %)	
1+ To lleuger plus	1 (5,6 %)	2 (11,1 %)	
2 To pronunciat	-	-	
MAS flexió genoll			
0 To normal	6 (33,3 %)	6 (33,3 %)	1,000
1 To lleuger	7 (38,9 %)	7 (38,9 %)	
1+ To lleuger plus	3 (16,7 %)	3 (16,7 %)	
2 To pronunciat	2 (11,1 %)	2 (11,1 %)	
MAS dorsiflexió turmell			
0 To Normal	3 (16,7 %)	4 (22,2 %)	0,368
1 To Lleuger	5 (27,8 %)	5 (27,8 %)	
1+ To Lleuger plus	3 (16,7 %)	2 (11,1 %)	
2 To pronunciat	7 (38,9 %)	7 (38,9 %)	

Abreviatures: MAS, *Modified Ashworth Scale*, Escala d'Ashworth Modificada; n, nombre; %, percentatge; p, valor de probabilitat; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.



Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb l'Escala d'Ashworth Modificada (MAS) en termes quantitativs T2-T1

Pel que fa a la MAS, en termes quantitativs, de maluc, genoll i turmell, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T1 en el grup control, tal com es mostra a la **Taula 38**.

**Taula 38.** MAS quantitativa. Diferències intragrup T2-T1 grup control

MAS QUANTITATIVA T2-T1	T1	T2	Diferències T2-T1			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
Flexió de maluc	0,4 ± 0,6	0,5 ± 0,7	0,1	[-0,092; 0,203]	0,99	0,00
Flexió de genoll	1,1 ± 1,0	1,1 ± 1,0	0,0	[0,000; 0,000]	1,00	0,00
Flexió de turmell	1,8 ± 1,2	1,7 ± 1,2	-0,1	[-0,313; 0,091]	0,48	0,00

Abreviatures: MAS, *Modified Ashworth Scale*, Escala d'Ashworth Modificada; %, percentatge; p, valor de probabilitat; η<sup>2</sup>, mida de l'efecte; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

Goniometria de la MAS de maluc, genoll i turmell T2-T1

Quant als graus goniomètrics de la MAS entre T2 i T1, no hi va haver diferències estadísticament significatives en la flexió de maluc, en la flexió genoll ni en la dorsiflexió de turmell del grup control, tal i com es pot observar a la **Taula 39**.

**Taula 39.** Goniometria MAS. Diferències intragrup T2-T1 grup control

GONIOMETRIA MAS MALUC/GENOLL/ TURMELL T2-T1	T1	T2	Diferències T2-T1			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
Graus flexió maluc (°)	103.6 ± 16.0	101.9 ± 18.6	-1,7	[-5,96 ; 2,63]	0,951	0,00
Graus flexió genoll (°)	104.3 ± 21.8	102.5 ± 22.0	-1,8	[-4,95 ; 1,40]	0,466	0,00
Graus dorsiflexió turmell (°)	20.5 ± 7.8	19.9 ± 7.2	-0,6	[-2,81 ; 1,59]	1,000	0,00

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; p, valor de probabilitat; η<sup>2</sup>, mida de l'efecte; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció; IC, interval de confiança; %, percentatge.

PROM de flexió de genoll i turmell, mesurat amb dinamòmetre i inclinometre T2-T1

Respecte al PROM entre T2 i T1 del grup control, no hi va haver diferències estadísticament significatives en la flexió de genoll ni en la dorsiflexió de turmell. (**Taula 40**).

**Taula 40.** PROM. Diferències intragrup T2-T1 grup control

PROM GENOLL/TURMELL T2-T1	T1	T2	Diferències T2-T1			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
PROM Dorsiflexió Turmell (°)	17,1 ± 6,6	17,0 ± 6,5	-0,1	[-1,22 ; 1,00]	1,00	0,00
PROM Flexió Genoll (°)	26,3 ± 17,1	26,5 ± 16,8	0,2	[-0,37 ; 0,70]	1,00	0,00

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; PROM; *passive range of movement*, rang de moviment passiu; p, valor de probabilitat; η<sup>2</sup>, mida de l'efecte; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció; %, percentatge.

Miotonometria (to, rigidesa i relaxació) de gastrocnemis i quàdriceps T2-T1

Quant a la miotonometria de gastrocnemis i quàdriceps, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T1 per cap de les mesures enregistrades en el grup control, tal i com es mostra a la **Taula 41**.

**Taula 41.** Miotonometria. Diferències intragrup T2-T1 grup control

MIOTONOMETRIA GASTROCNEMIS/ QUÀDRICEPS T2-T1	T1	T2	Diferències T2-T1			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
Gastrocnemi Medial						
To (Hz)	16,6 ± 3,1	16,9 ± 3,3	0,3	[-1,65 ; 2,19]	1,000	0,00
Rigidesa (N/m)	285,8 ± 62,5	299,6 ± 72,4	13,8	[-27,28 ; 54,83]	1,000	0,01
Relaxació (ms)	19,2 ± 5,0	18,7 ± 5,8	-0,5	[-3,17 ; 2,26]	1,000	0,00
Gastrocnemi Lateral						
To (Hz)	16,1 ± 3,5	16,7 ± 3,3	0,6	[-1,69 ; 2,98]	1,000	0,01
Rigidesa (N/m)	290,6 ± 57,7	305,4 ± 86,4	14,8	[-35,40 ; 64,95]	1,000	0,01
Relaxació (ms)	20,6 ± 5,2	18,6 ± 4,3	-2,0	[-4,94 ; 0,97]	0,973	0,04
Quàdriceps						

To (Hz)	14,0 ± 2,9	14,0 ± 1,9	0,0	[-0,99 ; 1,01]	1,000	0,00
Rigidesa (N/m)	274,7 ± 69,5	271,1 ± 44,4	-3,6	[-32,27 ; 25,05]	1,000	0,00
Relaxació (ms)	22,4 ± 5,0	22,4 ± 4,4	-0,1	[-1,49 ; 1,46]	1,000	0,00

Abreviatures: DE, desviació estàndard; Hz, hercis; N/m, Newton per metre; ms, temps de relaxació de la tensió mecànica; p, valor de probabilitat;  $\eta^2$ , mida de l'efecte; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció; IC, interval de confiança; %, percentatge

## 8.4. ANÀLISI ENTRE GRUPS DE LES VARIABLES PASSIVES

### Diferències entre grups T1-T0

Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb MAS en termes quantitius. Diferències grup experimental-grup control T1-T0.

Pel que fa a la MAS, en termes quantitius, de flexió de maluc, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el control, entre T1 i T0. Per la flexió de genoll i dorsiflexió de turmell, en ambdós hi va haver una disminució de mig punt més en la MAS quantitativa del grup experimental respecte del control (**Taula 42**).

**Taula 42.** MAS quantitativa. Diferències entre grups T1-T0

MAS QUANTITATIVA T1-T0	Diferències T1-T0		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Flexió de maluc	-0,1 ± 0,3	-0,1 ± 0,3	1,00
Flexió de genoll	-0,5 ± 0,7	0,0 ± 0,3	<b>0,01</b>
Flexió de turmell	-0,6 ± 0,7	-0,1 ± 0,3	<b>0,03</b>

Abreviatures: MAS, *Modified Ashworth Scale*, Escala d'Ashworth Modificada; %, percentatge; p, valor de probabilitat; T0, moment post-intervenció; T1, moment post-intervenció.

Goniometria de la MAS de maluc, genoll i turmell. Diferències grup experimental-grup control T1-T0

Quant als graus goniomètrics de la MAS per la flexió de maluc i la dorsiflexió de turmell, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control entre T1 i T0.

Pel que fa als graus goniomètrics de la MAS per la flexió de genoll, s'ha observat un increment de 8° en favor del grup experimental, tal i com es mostra a la **Taula 43**.

**Taula 43.** Goniometria MAS. Diferències entre grups T1-T0

GONIOMETRIA MAS MALUC/GENOLL/ TURMELL T1-T0	Diferències T1-T0		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Graus flexió maluc (°)	5,3 ± 9,4	3,2 ± 6,0	0,44
Graus flexió genoll (°)	11,3 ± 12,7	3,3 ± 6,2	<b>0,02</b>
Graus dorsiflexió turmell (°)	2,2 ± 4,5	1,7 ± 3,2	0,50

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció.

PROM de flexió de genoll i dorsiflexió de turmell, mesurat amb dinamòmetre i inclinometre. Diferències grup experimental-grup control T1-T0.

Respecte al PROM de dorsiflexió de turmell no hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control entre T1 i T0. Pel que fa al PROM de flexió de genoll, s'ha observat un augment de 1,5° en favor del grup experimental, tal i com es mostra a la **Taula 44**.

**Taula 44.** PROM. Diferències entre grups T1-T0

PROM TURMELL/GENOLL T1-T0	Diferències T1-T0		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
PROM Dorsiflexió Turmell (°)	2,9 ± 4,2	0,4 ± 3,1	0,16
PROM Flexió Genoll (°)	2,5 ± 9,6	1,0 ± 3,0	<b>0,02</b>

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; PROM; *passive range of movement*, rang de moviment passiu; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció; %, percentatge.

Miotonometria (to, rigidesa i relaxació) de gastrocnemis i quàdriceps.  
Diferències grup experimental-grup control T1-T0

Quant a la miotonometria de gastrocnemis i quàdriceps, no hi va haver diferències estadísticament significatives en el període T1-T0 entre el grup experimental i el grup control per cap de les mesures enregistrades, com es pot observar a la **Taula 45**.

**Taula 45.** Miotonometria. Diferències entre grups T1-T0

MIOTONOMETRIA GASTROCNEMIS/ QUÀDRICEPS T1-T0	Diferències T1-T0		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Gastrocnemi Medial			
To (Hz)	4,1 ± 22,9	-0,6 ± 2,7	0,388
Rigidesa (N/m)	-36,8 ± 50,8	-19,7 ± 50,5	0,317
Relaxació (ms)	2,6 ± 4,3	0,8 ± 4,2	0,212
Gastrocnemi Lateral			
To (Hz)	-1,2 ± 2,8	-0,8 ± 3,6	0,664
Rigidesa (N/m)	-20,3 ± 46,6	-36,1 ± 102,8	0,556
Relaxació (ms)	2,2 ± 5,0	1,5 ± 4,7	0,661
Quàdriceps			
To (Hz)	-0,2 ± 1,3	0,0 ± 1,8	0,682
Rigidesa (N/m)	-4,3 ± 23,9	0,8 ± 53,5	0,710
Relaxació (ms)	-2,5 ± 11,2	-16,8 ± 70,3	0,401

Abreviatures: DE, desviació estàndard; Hz, hercis; N/m, Newton per metre; ms, temps de relaxació de la tensió mecànica; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció.

## Diferències entre grups T2-T0

### Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb la MAS en termes quantitativs. Diferències grup experimental-grup control T2-T0

Pel que fa a la MAS, en termes quantitativs, de flexió de maluc i de genoll, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el control, entre T2 i T0. Per la dorsiflexió de turmell, hi va haver una disminució de 0,4 punts més en la MAS quantitativa del grup experimental respecte del control (**Taula 46**).

**Taula 46.** MAS quantitativa. Diferències entre grups T2-T0

MAS QUANTITATIVA T2-T0	Diferències T2-T0		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Flexió de maluc	-0,1 ± 0,3	-0,1 ± 0,2	0,560
Flexió de genoll	-0,4 ± 0,9	0,0 ± 0,3	0,101
Flexió de turmell	-0,6 ± 0,6	-0,2 ± 0,4	<b>0,020</b>

Abreviatures: MAS, *Modified Ashworth Scale*, Escala d'Ashworth Modificada; %, percentatge; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

### Goniometria de la MAS de maluc, genoll i turmell. Diferències grup experimental-grup control T2-T0

Quant als graus goniomètrics de la MAS per la flexió de maluc, flexió de genoll i dorsiflexió de turmell, hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control entre T2 i T0 a totes les variables. Quant a la flexió de maluc, s'ha observat un increment de 6,4° en favor del grup experimental. Pel que fa als graus goniomètrics de la MAS per la flexió de genoll, s'ha observat un increment de 10,3° en favor del grup experimental. Respecte als graus goniomètrics de la MAS per la dorsiflexió de turmell, s'ha observat un increment de 2,3° en favor del grup experimental (**Taula 47**).

**Taula 47.** Goniometria MAS. Diferències entre grups T2-T0

GONIOMETRIA MAS MALUC/GENOLL/ TURMELL T2-T0	Diferència T2-T0		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Graus flexió maluc (°)	8,0 ± 8,4	1,6 ± 6,5	<b>0,022</b>
Graus flexió genoll (°)	11,9 ± 12,4	1,6 ± 4,1	<b>0,000</b>
Graus dorsiflexió turmell (°)	3,4 ± 3,7	1,1 ± 2,7	<b>0,011</b>

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció; p, valor de probabilitat

PROM de genoll i turmell, mesurat amb dinamòmetre i inclinometre. Diferències grup experimental-grup control T2-T0

Respecte al PROM de flexió de genoll i dorsiflexió de turmell hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control entre T2 i T0 a totes les variables. Pel que fa al PROM de flexió de genoll, s'ha observat un augment de 1,8° de mitjana en favor del grup experimental. En la dorsiflexió de turmell, hi ha hagut un augment de 2,9° de mitjana en favor del grup experimental (**Taula 48**).

**Taula 48.** PROM. Diferències entre grups T2-T0

PROM TURMELL/GENOLL T2-T0	Diferència T2-T0		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
PROM Dorsiflexió Turmell (°)	3,2 ± 4,7	0,3 ± 2,8	<b>0,034</b>
PROM Flexió Genoll (°)	2,9 ± 9,4	1,1 ± 3,0	<b>0,019</b>

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; PROM; *passive range of movement*, rang de moviment passiu; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció; %, percentatge.

Miotonometria (to, rigidesa i relaxació) de gastrocnemis i quàdriceps.  
Diferències grup experimental-grup control T2-T0

Quant a la miotonometria de gastrocnemis i quàdriceps, no hi va haver diferències estadísticament significatives en el període T2-T0 entre el grup experimental i el grup control per cap de les mesures enregistrades, com es pot observar a la **Taula 49**.

**Taula 49.** Miotonometria. Diferències entre grups T2-T0

MIOTONOMETRIA GASTROCNEMIS/ QUÀDRICEPS T2-T0	Diferència T2-T0		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Gastrocnemi Medial			
To (Hz)	-1,5 ± 3,2	-0,4 ± 2,0	0,186
Rigidesa (N/m)	-28,5 ± 73,4	-5,9 ± 52,9	0,297
Relaxació (ms)	1,9 ± 5,3	0,4 ± 4,2	0,344
Gastrocnemi Lateral			
To (Hz)	-1,6 ± 2,7	-0,1 ± 3,8	0,198
Rigidesa (N/m)	-26,2 ± 44,0	-21,3 ± 13,7	0,884
Relaxació (ms)	2,5 ± 4,4	-0,5 ± 5,6	0,084
Quàdriceps			
To (Hz)	-0,2 ± 1,3	0,0 ± 1,2	0,638
Rigidesa (N/m)	-7,6 ± 22,4	-2,8 ± 28,0	0,568
Relaxació (ms)	-1,8 ± 11,2	-16,8 ± 69,9	0,376

Abreviatures: DE, desviació estàndard; Hz, hercis; N/m, Newton per metre; ms, temps de relaxació de la tensió mecànica; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.



## Diferències entre grups T2-T1

### Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb la MAS en termes quantitativs. Diferències grup experimental-grup control T2-T1

Pel que fa a la MAS, en termes quantitativs, de flexió de maluc i de genoll, i de dorsiflexió de turmell, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el control, entre T2 i T1 (**Taula 50**).

**Taula 50.** MAS quantitativa. Diferències entre grups T2-T1

MAS T2-T1 QUANTITATIVA	Diferències T2-T1		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Flexió de maluc	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,2	0,324
Flexió de genoll	0,1 ± 0,6	0,0 ± 0,0	0,424
Flexió de turmell	-0,1 ± 0,6	-0,1 ± 0,3	0,744

Abreviatures: MAS, *Modified Ashworth Scale*, Escala d'Ashworth Modificada; DE, desviació estàndard; p, valor de probabilitat; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

### Goniometria de la MAS de maluc, genoll i turmell. Diferències grup experimental-grup control T2-T1

No hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control entre T2 i T1 (**Taula 51**).

**Taula 51.** Goniometria MAS. Diferències entre grups T2-T1

GONIOMETRIA MAS MALUC/GENOLL/ TURMELL T2-T1	Diferències T2-T1		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Graus flexió maluc (°)	2,7 ± 8,6	-1,7 ± 6,9	0,542
Graus flexió genoll (°)	0,7 ± 5,7	-1,8 ± 5,1	0,239
Graus dorsiflexió turmell (°)	1,2 ± 3,7	-0,6 ± 3,5	0,134

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; p, valor de probabilitat; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

PROM de genoll i turmell, mesurat amb dinamòmetre i inclinometre. Diferències grup experimental-grup control T2-T1

Respecte al PROM de flexió de genoll i dorsiflexió de turmell no hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control entre T2 i T1, tal i com es mostra a la **Taula 52**.

**Taula 52.** PROM. Diferències entre grups T2-T1

PROM TURMELL/GENOLL T2-T1	Diferència T2-T1		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
PROM Dorsiflexió Turmell (°)	0,3 ± 1,6	-0,1 ± 1,8	0,888
PROM Flexió Genoll (°)	0,4 ± 2,0	0,2 ± 0,9	0,323

Abreviatures: DE, desviació estàndard; (°), graus goniomètrics; PROM; *passive range of movement*, rang de moviment passiu; p, valor de probabilitat; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció; %, percentatge.

Miotonometria (to, rigidesa i relaxació) de gastrocnemis i quàdriceps. Diferències grup experimental-grup control T2-T1

Quant a la miotonometria de gastrocnemis i quàdriceps, no hi va haver diferències estadísticament significatives en el període T2-T1 entre el grup experimental i el grup control per cap de les mesures enregistrades, com es pot observar a la **Taula 53**.

**Taula 53.** Miotonometria. Diferències entre grups T2-T1

MIOTONOMETRIA GASTROCNEMIS/ QUÀDRICEPS T2-T1	Diferència T2-T1		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Gastrocnemi Medial			
To (Hz)	-5,7 ± 2,7	0,3 ± 3,1	0,300
Rigidesa (N/m)	8,3 ± 61,6	13,8 ± 65,6	0,799
Relaxació (ms)	-0,7 ± 5,2	-0,5 ± 4,3	0,863
Gastrocnemi Lateral			

To (Hz)	-0,3 ± 2,6	0,6 ± 3,7	0,373
Rigidesa (N/m)	-5,9 ± 44,6	14,8 ± 80,2	0,346
Relaxació (ms)	0,3 ± 3,7	-2,0 ± 4,7	0,118
Quàdriceps			
To (Hz)	0,0 ± 1,0	0,0 ± 1,6	0,957
Rigidesa (N/m)	-3,3 ± 18,0	-3,6 ± 45,8	0,979
Relaxació (ms)	0,7 ± 1,8	0,0 ± 2,4	0,332

Abreviatures: DE, desviació estàndard; Hz, hercis; N/m, Newton per metre; ms, temps de relaxació de la tensió mecànica; p, valor de probabilitat; T1, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

## 8.5. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LES VARIABLES ACTIVES

Tot seguit es presenten els resultats de les variables actives pel grup experimental i el grup control que s'han obtingut en els moments pre-intervenció (T0) post- intervenció (T1) i 30 minuts post-intervenció (T2).

### Valors descriptius de les variables actives pre-intervenció (T0)

Pel que fa a les variables actives a T0, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control per cap de les mesures enregistrades, tal i com es mostra a les **Taules 54-58**.

### Velocitat de la marxa mesurada amb el 10 Meter Walk Test (10MWT)

**Taula 54.** Descriptius 10MWT T0 i significació entre grups

<b>10-METER WALK TEST T0</b>	Grup experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Temps (sg)	17,2 ± 11,6	18,0 ± 12,08	0,859
Velocitat de la marxa (m/sg)	0,8 ± 0,3	0,8 ± 0,5	0,707

Abreviatures: 10MWT, 10-Meter Walk Test, Test de Caminada de 10 Metres; DE, desviació estàndard; sg, segons; m, metres; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció

### Velocitat de la marxa mesurada amb el 4 Meter Walk Test (4MWT)

**Taula 55.** Descriptius 4MWT T0 i significació entre grups

<b>4-METER WALK TEST T0</b>	Grup experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Temps (sg)	6,7 ± 4,5	7,4 ± 5,1	0,679
Velocitat de la marxa (m/sg)	0,8 ± 0,3	0,7 ± 0,4	0,808

Abreviatures: 4MWT, *10-Meter Walk Test*, Test de Caminada de 4 Metres; DE, desviació estàndard; sg, segons; m, metres; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció

### Flexió activa de genoll mesurada amb l'ítem de flexió de genoll de la valoració de Fuyl Meyer (FMA-LE)

**Taula 56.** Descriptius FMA-LE T0 i significació entre grups

<b>VALORACIÓ FUGL-MEYER T0</b>	Grup Experimental	Grup Control	p
	n (%)	n (%)	
Flexió genoll < 0°	4 (22,2%)	5 (27,8%)	1,000
Flexió genoll 0°- 90°	10 (55,6%)	9 (50%)	
Flexió > 90°	4 (22,2%)	4 (22,2%)	

Abreviatures: FMA-LE, *Fuyl Meyer Assessment-Lower Extremity*, Valoració Fuyl Meyer-Extremitat Inferior; nombre; DE, desviació estàndard; n, nombre; %, percentatge; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció

### Dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, mesurada amb l'Ankle Lunge Test (ALT)

**Taula 57.** Descriptius ALT T0 i significació entre grups

<b>ANKLE LUNGE TEST T0</b>	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Dorsiflexió activa turmell (°)	27,4 ± 10,1	29,2 ± 14,5	0,676

Abreviatures: ALT, *Ankle Lunge Test*, prova de dorsiflexió de turmell; DE, desviació estàndard; (°), graus; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció

Força funcional de membre inferior, mesurada amb el 5 Times Sit-to-Stand (5TSTS)

**Taula 58.** Descriptius 5TSTS T0 i significació entre grups

<b>5 TIMES SIT-TO-STAND T0</b>	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Força funcional membre inferior (sg)	21,0 ± 5,4	20,7 ± 11,2	0,903

Abreviatures:; 5TSTS, *5-Times Sit-to-Stand*; DE, desviació estàndard; sg, segons; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció

## 8.6. ANÀLISI INTRAGRUP DE LES VARIABLES ACTIVES

### Grup experimental: diferències intragrup T1-T0

Velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT

Quant a la velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T1 i T0 en el grup experimental (**Taula 59**).

**Taula 59.** 4MWT. Diferències intragrup T1-T0 grup experimental

<b>4-METER WALK TEST T1-T0</b>	T0	T1	Diferència T1-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
Temps (sg)	6,7 ± 4,5	6,6 ± 4,1	-0,1	[-0,67 ; 0,41]	1,00	0,02
Velocitat de la marxa (m/sg)	0,8 ± 0,3	0,8 ± 0,3	0,0	[-0,06; 0,054]	1,00	0,00

Abreviatures: 4MWT, *4-Meter Walk Test*, Test de Caminada de 4 Metres; DE, desviació estàndard; sg, segons; m, metres; %, percentatge; IC, interval de confiança; p, valor de probabilitat; η<sup>2</sup>, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció.

Flexió activa de genoll mesurada amb l'ítem de flexió de genoll de la FMA-LE

Pel que fa a la flexió activa de genoll, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T1 i T0 en el grup experimental (**Taula 60**).

**Taula 60.** FMA-LE. Diferències intragrup T1-T0 grup experimental

VALORACIÓ FUGL-MEYER T1-T0	T0	T1	p
	n(%)	n(%)	
Flexió genoll < 0°	4 (22,2%)	4 (22,2%)	0,157
Flexió genoll 0°- 90°	10 (55,6%)	8 (44,4%)	
Flexió > 90°	4 (22,2%)	6 (33,3%)	

Abreviatures: FMA-LE, *Fugl Meyer Assessment-Lower Extremity*, Valoració Fulg Meyer-Extremitat Inferior; n, nombre; %, percentatge; p, valor de probabilitat;  $\eta^2$ , mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció.

### Dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, mesurada amb l'ALT

Pel que fa a la dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, s'ha observat un increment estadísticament significatiu d'aquesta en el grup experimental, en el moment T1 respecte del moment T0 (**Taula 61**), tot i que la mida de l'efecte és baix.

**Taula 61.** ALT. Diferències intragrup T1-T0 grup experimental

ANKLE LUNGE TEST T1-T0	T0	T1	Diferència T1-T0			
	Mitjana $\pm$ DE	Mitjana $\pm$ DE	Mitjana	95% IC	p	$\eta^2$
Dorsiflexió activa turmell (°)	27,4 $\pm$ 10,1	30,8 $\pm$ 11,3	3,4	[1,795; 4,983]	<b>0,00</b>	0,02

Abreviatures: ALT, *Ankle Lunge Test*, prova de dorsiflexió de turmell; DE, desviació estàndard; (°), graus; p, valor de probabilitat;  $\eta^2$ , tamany de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció.

### Força funcional de membre inferior, mesurada amb el 5TSTS

Quant a la força funcional de membre inferior, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T1 i T0 en el grup experimental (**Taula 62**).

**Taula 62.** 5TSTS. Diferències intragrup T1-T0 grup experimental

5 TIMES SIT-TO-STAND T1-T0	T0	T1	Diferència T1-T0			
	Mitjana $\pm$ DE	Mitjana $\pm$ DE	Mitjana	95% IC	p	$\eta^2$
Força funcional membre inferior (sg)	21,0 $\pm$ 5,4	20,1 $\pm$ 6,8	- 1,0	[-2,996; 1,081]	0,681	0,01

Abreviatures: 5TSTS, *5-Times Sit-to-Stand*; DE, desviació estàndard; sg, segons; p, valor de probabilitat;  $\eta^2$ , tamany de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció.

## Grup control: diferències intragrup T1-T0

### Velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT

Quant a la velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T1 i T0 en el grup control (**Taula 63**).

**Taula 63.** 4MWT. Diferències intragrup T1-T0 grup control

4-METER WALK TEST T1-T0	T0	T1	Diferència T1-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
Temps (sg)	7,4 ± 5,1	7,2 ± 4,8	-0,2	[-0,658 ; 0,168]	0,400	0,04
Velocitat de la marxa (m/sg)	0,7 ± 0,4	0,8 ± 0,4	0,0	[-0,033; 0,080]	0,872	0,02

Abreviatures: 4MWT, *4-Meter Walk Test*, Test de Caminada de 4 Metres; DE, desviació estàndard; sg, segons; m, metres; %, percentatge; IC, interval de confiança; p, valor de probabilitat; η<sup>2</sup>, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció.

### Flexió activa de genoll mesurada amb l'ítem de flexió de genoll de la FMA-LE

Pel que fa a la flexió activa de genoll, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T1 i T0 en el grup control (**Taula 64**).

**Taula 64.** FMA-LE. Diferències intragrup T1-T0 grup control

VALORACIÓ FUGL-MEYER T1-T0	T0	T1	p
	n(%)	n(%)	
Flexió genoll < 0°	5 (27,8%)	5 (27,8%)	-
Flexió genoll 0°- 90°	9 (50%)	9 (50%)	
Flexió > 90°	4 (22,2%)	4 (22,2%)	

Abreviatures: FMA-LE, *Fugl Meyer Assessment-Lower Extremity*, Valoració Fulg Meyer-Extremitat Inferior; n, nombre; %, percentatge; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció.

### Dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, mesurada amb l'ALT

Pel que fa a la dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, s'ha observat un increment estadísticament significatiu d'aquesta en el grup control, en el moment T1 respecte del moment T0 (**Taula 65**).

**Taula 65.** ALT. Diferències intragrup T1-T0 grup control

<b>ANKLE LUNGE TEST T1-T0</b>	T0	T1	Diferència T1-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Dorsiflexió activa turmell (°)	29,2 ± 14,5	31,6 ± 15,9	2,4	[0,781; 3,997]	<b>0,003</b>	0,01

Abreviatures: ALT, *Ankle Lunge Test*, prova de dorsiflexió de turmell; DE, desviació estàndard; (°), graus; p, valor de probabilitat; η2, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció.

### Força funcional de membre inferior mesurada amb el 5TSTS

Quant a la força funcional de membre inferior, hi va haver diferències estadísticament significatives entre T1 i T0 en el grup control (**Taula 66**). Tot i així, la mida de l'efecte va resultar baixa.

**Taula 66.** 5TSTS. Diferències intragrup T1-T0 grup control

<b>5 TIMES SIT-TO-STAND T1-T0</b>	T0	T1	Diferència T1-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Força funcional membre inferior (sg)	20,7 ± 11,2	18,7 ± 12,2	-2,0	[-3,354; -0,584]	<b>0,005</b>	0,01

Abreviatures: 5TSTS, *5-Times Sit-to-Stand*; DE, desviació estàndard; sg, segons; p, valor de probabilitat; η2, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció

### **Grup experimental: diferències intragrup T2-T0**

#### Velocitat de la marxa mesurada amb el 10MWT

Pel que fa a la velocitat de la marxa mesurada amb el 10MWT, es van observar diferències estadísticament significatives entre T2 i T0 en el grup experimental, tal i com es mostra a la **Taula 67**.

**Taula 67.** 10MWT. Diferències intragrup T2-T0 grup experimental

<b>10-METER WALK TEST T2-T0</b>	T0	T2	Diferència T2-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Temps (sg)	17,2 ± 11,6	16,1 ± 11,0	-1,8	[-2,818 ; -0,699]	<b>0,003</b>	0,1
Velocitat de la marxa (m/sg)	0,8 ± 0,3	0,8 ± 0,3	0,0	[0,012 ; 0,102]	<b>0,017</b>	0,00

Abreviatures: 10MWT, *10-Meter Walk Test*; DE, desviació estàndard; sg, segons; m, metres; %, percentatge; IC, interval de confiança; p, valor de probabilitat; η2, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.



### Velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT

Quant a la velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T1 i T0 en el grup experimental (**Taula 68**).

**Taula 68.** 4MWT. Diferències intragrup T2-T0 grup experimental

4-METER WALK TEST T2-T0	T0	T2	Diferència T2-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Temps (sg)	6,7 ± 4,5	6,3 ± 4,1	-0,4	[-0,898 ; 0,052]	0,09	0,09
Velocitat de la marxa (m/sg)	0,8 ± 0,3	0,8 ± 0,3	0,0	[-0.014; 0.091]	0,196	0,00

Abreviatures: 4MWT, *4-Meter Walk Test*, Test de Caminada de 4 Metres; DE, desviació estàndard; sg, segons; m, metres; %, percentatge; IC, interval de confiança; p, valor de probabilitat; η2, tamany de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

### Flexió activa de genoll mesurada amb l'ítem de flexió de genoll de la FMA-LE

Pel que fa a la flexió activa de genoll, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T0 en el grup experimental (**Taula 69**).

**Taula 69.** FMA-LE. Diferències intragrup T2-T0 grup experimental

VALORACIÓ FULG-MEYER T2-T0	T0	T2	p
	n(%)	n(%)	
Flexió genoll < 0°	4 (22,2%)	4 (22,2%)	0,083
Flexió genoll 0°- 90°	10 (55,6%)	7 (38,9%)	
Flexió > 90°	4 (22,2%)	7 (38,9%)	

Abreviatures: FMA-LE, *Fugl Meyer Assessment-Lower Extremity*, Valoració Fulg Meyer-Extremitat Inferior; n, nombre; %, percentatge; p, valor de probabilitat; η2, tamany de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

### Dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, mesurada amb L'ALT

Pel que fa a la dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, s'ha observat un increment estadísticament significatiu d'aquesta en el grup experimental, en el moment T2 respecte del moment T0 (**Taula 70**).

**Taula 70.** ALT. Diferències intragrup T2-T0 grup experimental

<b>ANKLE LUNGE TEST T2-T0</b>	T0	T2	Diferència T2-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Dorsiflexió activa turmell (°)	27,4 ± 10,1	31,7 ± 12,3	4,3	[2,382 ; 6,229]	0,00	0,03

Abreviatures: ALT, *Ankle Lunge Test*, prova de dorsiflexió de turmell; DE, desviació estàndard; (°), graus; p, valor de probabilitat; η2, tamany de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció

### Força funcional de membre inferior, mesurada amb el 5TSTS

Quant a la força funcional de membre inferior, es van observar diferències estadísticament significatives entre T2 i T0 en el grup experimental (**Taula 71**).

**Taula 71.** 5TSTS. Diferències intragrup T2-T0 grup experimental

<b>5 TIMES SIT-TO-STAND T2-T0</b>	T0	T2	Diferència T2-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Força funcional membre inferior (sg)	21,0 ± 5,4	18,6 ± 6,9	-2,4	[-4,742 ; -0,004]	<b>0,049</b>	0,04

Abreviatures: 5TSTS, *5-Times Sit-to-Stand*; DE, desviació estàndard; sg, segons; p, valor de probabilitat; η2, tamany de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

### **Grup control: diferències intragrup T2-T0**

#### Velocitat de la marxa mesurada amb el 10MWT

Pel que fa a la velocitat de la marxa mesurada amb el 10MWT, es van observar diferències estadísticament significatives entre T2 i T0 en el grup control, així com una mida de l'efecte alta, tal i com es mostra a la **Taula 72**.

**Taula 72.** 10MWT. Diferències intragrup T2-T0 grup control

<b>10-METER WALK TEST T2-T0</b>	T0	T2	Diferència T2-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Temps (sg)	18,0 ± 12,08	16,2 ± 11,8	-1,1	[-1,872 ; -0,350]	<b>0,007</b>	0,15
Velocitat de la marxa (m/sg)	0,8 ± 0,5	0,9 ± 0,5	0,1	[0,016 ; 0,111]	<b>0,012</b>	0,20

Abreviatures: 10MWT, *10-Meter Walk Test*; DE, desviació estàndard; sg, segons; m, metres; %, percentatge; IC, interval de confiança; p, valor de probabilitat; η2, tamany de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció

### Velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT

Quant a la velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T0 en el grup control (**Taula 73**).

**Taula 73.** 4MWT. Diferències intragrup T2-T0 grup control

4-METER WALK TEST T2-T0	T0	T2	Diferència T2-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Temps (sg)	7,4 ± 5,1	6,9 ± 4,9	-0,5	[-1,056 ; 0,153]	0,191	0,10
Velocitat de la marxa (m/sg)	0,7 ± 0,4	0,8 ± 0,4	0,1	[-0,005 ; 0,123]	0,074	0,02

Abreviatures: 4MWT, 4-Meter Walk Test, Test de Caminada de 4 Metres; DE, desviació estàndard; sg, segons; m, metres; %, percentatge; IC, interval de confiança; p, valor de probabilitat; η2, tamany de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

### Flexió activa de genoll mesurada amb l'ítem de flexió de genoll de la FMA-LE

Pel que fa a la flexió activa de genoll, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T0 en el grup control (**Taula 74**).

**Taula 74.** FMA-LE. Diferències intragrup T2-T0 grup control

VALORACIÓ FUGL-MEYER T2-T0	T0	T2	p
	n(%)	n(%)	
Flexió genoll < 0°	5 (27,8%)	5 (27,8%)	0,785
Flexió genoll 0°- 90°	9 (50%)	9 (50%)	
Flexió > 90°	4 (22,2%)	4 (22,2%)	

Abreviatures: FMA-LE, *Fugl Meyer Assessment-Lower Extremity*, Valoració Fulg Meyer-Extremitat Inferior; n, nombre; %, percentatge; p, valor de probabilitat; η2, tamany de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

### Dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, mesurada ALT

Pel que fa a la dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, s'ha observat un increment estadísticament significatiu d'aquesta en el grup control, en el moment T2 respecte del moment T0 (**Taula 75**).

**Taula 75.** ALT. Diferències intragrup T2-T0 grup control

<b>ANKLE LUNGE TEST T2-T0</b>	T0	T2	Diferència T2-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Dorsiflexió activa turmell (°)	29,2 ± 14,5	31,1 ± 15,7	1,9	[0,313 ; 3,465]	0,016	0,00

Abreviatures: ALT, *Ankle Lunge Test*, prova de dorsiflexió de turmell; DE, desviació estàndard; (°), graus; p, valor de probabilitat; η2, tamany de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

### Força funcional de membre inferior, mesurada amb 5TSTS

Quant a la força funcional de membre inferior, es van observar diferències estadísticament significatives entre T2 i T0 en el grup control (**Taula 76**).

**Taula 76.** 5TSTS. Diferències intragrup T2-T0 grup control

<b>5 TIMES SIT-TO-STAND T2-T0</b>	T0	T2	Diferència T2-T0			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Força funcional membre inferior (sg)	20,7 ± 11,2	18,3 ± 11,9	-2,3	[-4,255 ; -0,424]	0,014	0,01

Abreviatures: 5TSTS, *5-Times Sit-to-Stand*; DE, desviació estàndard; sg, segons; p, valor de probabilitat; η2, mida de l'efecte; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

### **Grup experimental: diferències intragrup T2-T1**

#### Velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT

Quant a la velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT, s'han observat diferències estadísticament significatives entre T2 i T1 en el grup experimental (**Taula 77**).

**Taula 77.** 4MWT. Diferències intragrup T2-T1 grup experimental

<b>4-METER WALK TEST T2-T1</b>	T1	T2	Diferència T2-T1			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Temps (sg)	6,6 ± 4,1	6,3 ± 4,1	-0,3	[-0,557 ; -0,024]	<b>0,030</b>	0,07
Velocitat de la marxa (m/sg)	0,8 ± 0,3	0,8 ± 0,3	0,0	[0,005 ; 0,083]	<b>0,025</b>	0,00

Abreviatures: 4MWT, *4-Meter Walk Test*, Test de Caminada de 4 Metres; DE, desviació estàndard; sg, segons; m, metres; %, percentatge; IC, interval de confiança; p, valor de probabilitat; η2, tamany de l'efecte; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

### Flexió activa de genoll mesurada amb l'ítem de flexió de genoll de la FMA-LE

Pel que fa a la flexió activa de genoll, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T1 en el grup experimental (**Taula 78**).

**Taula 78.** FMA-LE. Diferències intragrup T2-T1 grup experimental

Valoració Fugl Meyer T2-T1	T1	T2	p
	n(%)	n(%)	
Flexió genoll < 0°	4 (22,2%)	4 (22,2%)	0,317
Flexió genoll 0°- 90°	8 (44,4%)	7 (38,9%)	
Flexió > 90°	6 (33,3%)	7 (38,9%)	

Abreviatures: FMA-LE, *Fugl Meyer Assessment-Lower Extremity*, Valoració Fulg Meyer-Extremitat Inferior; n, nombre; %, percentatge; p, valor de probabilitat;  $\eta^2$ , tamany de l'efecte; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció

### Dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, mesurada amb l'ALT

Pel que fa a la dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, no s'han observat diferències estadísticament significatives entre T2 i T1 en el grup experimental (**Taula 79**).

**Taula 79.** ALT. Diferències intragrup T2-T1 grup experimental

ANKLE LUNGE TEST T2-T1	T1	T2	Diferència T2-T1			
	Mitjana $\pm$ DE	Mitjana $\pm$ DE	Mitjana	95% IC	p	$\eta^2$
Dorsiflexió activa turmell (°)	30,8 $\pm$ 11,3	31,7 $\pm$ 12,3	0,9	[-0.080; 1.913]	0,078	0,00

Abreviatures: ALT, *Ankle Lunge Test*, prova de dorsiflexió de turmell DE, desviació estàndard; (°), graus; p, valor de probabilitat;  $\eta^2$ , tamany de l'efecte; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

### Força funcional de membre inferior mesurada amb el 5TSTS

Quant a la força funcional de membre inferior, hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T1 en el grup experimental (**Taula 80**).

**Taula 80.** 5TSTS. Diferències intragrup T2-T1 grup experimental

5-TIMES SIT-TO-STAND T2-T1	T1	T2	Diferència T2-T1			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η <sup>2</sup>
Força funcional membre inferior (sg)	20,1 ± 6.8	18,6 ± 6.9	-1,4	[-2,682 ; -0,150]	<b>0,026</b>	0,01

Abreviatures: 5TSTS, *5-Times Sit-to-Stand*; DE, desviació estàndard; sg, segons; p, valor de probabilitat; η<sup>2</sup>, mida de l'efecte; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció

### Grup control: diferències intragrup T2-T1

#### Velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT

Quant a la velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT, no s'han observat diferències estadísticament significatives entre T2 i T1 en el grup control (**Taula 81**)

**Taula 81.** 4MWT. Diferències intragrup T2-T1 grup control

4-METER WALK TEST T2-T1	T1	T2	Diferència T2-T1		
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p
Temps (sg)	7,2 ± 4,8	6,9 ± 4,9	-0,2	[-0,759 ; 0,347]	1,000
Velocitat de la marxa (m/sg)	0,8 ± 0,4	0,8 ± 0,4	0,0	[-0,009 ; 0,081]	0,139

Abreviatures: 4MWT, *4-Meter Walk Test*, Test de Caminada de 4 Metres; DE, desviació estàndard; sg, segons; m, metres; %, percentatge; IC, interval de confiança; p, valor de probabilitat; η<sup>2</sup>, mida de l'efecte; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

#### Flexió activa de genoll mesurada amb l'ítem de flexió de genoll de la FMA-LE

Pel que fa a la flexió activa de genoll, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T1 en el grup control (**Taula 82**).

**Taula 82.** FMA-LE. Diferències intragrup T2-T1 grup control

VALORACIÓ FUGL-MEYER T2-T1	T1	T2	p
	n(%)	n(%)	
Flexió genoll < 0°	4 (22,2%)	4 (22,2%)	0,317
Flexió genoll 0°- 90°	8 (44,4%)	7 (38,9%)	
Flexió > 90°	6 (33,3%)	7 (38,9%)	

Abreviatures: FMA-LE, *Fugl Meyer Assessment-Lower Extremity*, Valoració Fulg Meyer-Extremitat Inferior; n, nombre; %, percentatge; p, valor de probabilitat; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció

### Dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, mesurada amb ALT

Pel que fa a la dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, no s'han observat diferències estadísticament significatives entre T2 i T1 en el grup control (**Taula 83**).

**Taula 83.** ALT. Diferències intragrup T2-T1 grup control

ANKLE LUNGE TEST T2-T1	T1	T2	Diferència T2-T1			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Dorsiflexió activa turmell (°)	31,6 ± 15,9	31,1 ± 15,7	-0,5	[-1,912; 0,912]	1,00	0,00

Abreviatures: ALT, *Ankle Lunge Test*, prova de dorsiflexió de turmell DE, desviació estàndard; (°), graus; p, valor de probabilitat; η2, mida de l'efecte; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

### Força funcional de membre inferior, mesurada amb el 5TSTS

Quant a la força funcional de membre inferior, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre T2 i T1 en el grup control (**Taula 84**).

**Taula 84.** 5TSTS. Diferències intragrup T2-T1 grup control

5 TIMES SIT- TO-STAND T2-T1	T1	T2	Diferència T2-T1			
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	Mitjana	95% IC	p	η2
Força funcional membre inferior (sg)	18,7 ± 12,2	18,3 ± 11,9	-0,4	[-1,360 ; 0,620]	1,00	0,00

Abreviatures: 5TSTS, *5-Times Sit-to-Stand*; DE, desviació estàndard; sg, segons; p, valor de probabilitat; η2, tamany de l'efecte; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció

## 8.7 ANÀLISI ENTRE GRUPS DE LES VARIABLES ACTIVES

### Diferències entre grups T1-T0

#### Velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT

Quant a la velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control entre T1 i T0, tal com es mostra a la **Taula 85**.

**Taula 85.** 4MWT. Diferències entre grups T1-T0

<b>4-METER WALK TEST T1-T0</b>	Diferència T1-T0		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Temps (sg)	-0,1 ± 0,9	-0,2 ± 0,7	0,664
Velocitat de la marxa (m/sg)	0,0 ± 0,1	0,0 ± 0,1	0,366

Abreviatures: 4MWT, 4-Meter Walk Test, Test de Caminada de 4 Metres; DE, desviació estàndard; sg, segons; m, metres; %, percentatge; IC, interval de confiança; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció.

#### Dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, mesurada amb l'ALT

Pel que fa a la dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control entre T1 i T0, tal com es mostra a la **Taula 86**.

**Taula 86.** ALT. Diferències entre grups T1-T0

<b>ANKLE LUNGE TEST T1-T0</b>	Diferència T1-T0		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Dorsiflexió activa turmell (°)	3,4 ± 2,5	2,4 ± 2,6	0,249

Abreviatures: ALT, Ankle Lunge Test, prova de dorsiflexió de turmell DE, desviació estàndard; (°), graus; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció.



### Força funcional de membre inferior, mesurada amb el 5TSTS

Quant a la força funcional de membre inferior, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control entre T1 i T0, tal com es mostra a la **Taula 87**.

**Taula 87.** 5TSTS. Diferències entre grups T1-T0

5 TIMES SIT-TO-STAND T1-T0	Diferència T1-T0		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Força funcional membre inferior (sg)	-1,0 ± 3,3	-2,0 ± 2,2	0,283

Abreviatures: 5TSTS, *5-Times Sit-to-Stand*; DE, desviació estàndard; sg, segons; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T1, moment post-intervenció

### **Diferències entre grups T2-T0**

#### Velocitat de la marxa mesurada amb el 10MWT

Quant a la velocitat de la marxa mesurada amb el 10MWT, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control entre T2 i T0, tal com es mostra a la **Taula 88**.

**Taula 88.** 10MWT. Diferències entre grup T2-T0

10-METER WALK TEST T2-T0	Diferència T2-T0		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Temps (sg)	-1,1 ± 1,5	-1,8 ± 2,1	0,282
Velocitat de la marxa (m/sg)	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,293

Abreviatures: 10MWT, *10-Meter Walk Test*, Test de Caminada de 4 Metres; DE, desviació estàndard; sg, segons; m, metres; %, percentatge; IC, interval de confiança; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T2 30 minuts post-intervenció

### Velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT

Quant a la velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control entre T2 i T0, tal com es mostra a la **Taula 89**.

**Taula 89.** 4MWT. Diferències entre grups T2-T0

<b>4-METER WALK TEST T2-T0</b>	Diferència T2-T0		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Temps (sg)	-0,4 ± 0,8	-0,5 ± 1,0	0,923
Velocitat de la marxa (m/sg)	0,0 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,743

Abreviatures: 4MWT, 4-Meter Walk Test, Test de Caminada de 4 Metres; DE, desviació estàndard; sg, segons; m, metres; %, percentatge; IC, interval de confiança; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T2 30 minuts post-intervenció

### Dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes mesurada amb ALT

Pel que fa a la dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, s'han observat diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control entre T2 i T0, tal com es mostra a la **Taula 90**.

**Taula 90.** ALT. Diferències entre grups T2-T0

<b>ANKLE LUNGE TEST T2-T0</b>	Diferència T2-T0		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Dorsiflexió activa turmell (°)	4,3 ± 3,1	1,9 ± 2,5	<b>0,014</b>

Abreviatures: ALT, Ankle Lunge Test, prova de dorsiflexió de turmell DE, desviació estàndard; (°), graus; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

### Força funcional de membre inferior, mesurada amb el 5TSTS

Quant a la força funcional de membre inferior, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control entre T2 i T0, tal com es mostra a la **Taula 91**.

**Taula 91.** 5TSTS. Diferències entre grups T2-T0

5 TIMES SIT-TO-STAND T2-T0	Diferència T2-T0		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Força funcional membre inferior (sg)	-2,4 ± 3,8	-2,3 ± 3,1	0,977

Abreviatures: 5TSTS, 5-Times Sit-to-Stand; DE, desviació estàndard; sg, segons; p, valor de probabilitat; T0, moment pre-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

### Diferències entre grups T2-T1

#### Velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT

Quant a la velocitat de la marxa mesurada amb el 4MWT, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control entre T2 i T1, tal com es mostra a la **Taula 92**.

**Taula 92.** 4MWT. Diferències entre grups T2-T1

4-METER WALK TEST T2-T1	Diferència T2-T1		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Temps (sg)	-0,3 ± 0,4	-0,2 ± 0,9	0,988
Velocitat de la marxa (m/sg)	0,0 ± 0,1	0,0 ± 0,1	0,729

Abreviatures: 4MWT, 4-Meter Walk Test, Test de Caminada de 4 Metres; DE, desviació estàndard; sg, segons; m, metres; %, percentatge; IC, interval de confiança; p, valor de probabilitat; T1, moment post-intervenció; T2 30 minuts post-intervenció

#### Dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes mesurada amb ALT

Pel que fa a la dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, s'han observat diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control entre T2 i T1, tal com es mostra a la **Taula 93**.

**Taula 93.** ALT. Diferències entre grups T2-T1

<b>ANKLE LUNGE TEST T2-T1</b>	Diferència T2-T1		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Dorsiflexió activa turmell (°)	0,9 ± 1,6	-0,5 ± 2,3	<b>0,037</b>

Abreviatures: ALT, *Ankle Lunge Test*, prova de dorsiflexió de turmell; DE, desviació estàndard; (°), graus; p, valor de probabilitat;  $\eta^2$ , tamany de l'efecte; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

### Força funcional de membre inferior, mesurada amb el 5TSTS

Quant a la força funcional de membre inferior, no hi va haver diferències estadísticament significatives entre el grup experimental i el grup control entre T2 i T1, tal com es mostra a la **Taula 94**.

**Taula 94.** 5TSTS. Diferències entre grups T2-T1

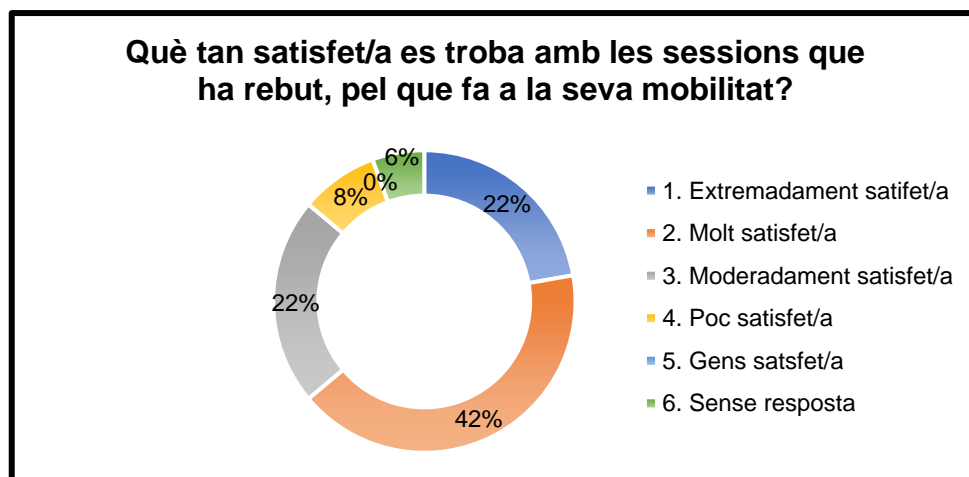
<b>5-TIMES SIT-TO-STAND T2-T1</b>	Diferència T2-T1		
	Grup Experimental	Grup Control	p
	Mitjana ± DE	Mitjana ± DE	
Força funcional membre inferior (sg)	-1,4 ± 2,0	-0,4 ± 1,6	0,093

Abreviatures: 5TSTS, *5-Times Sit-to-Stand*; DE, desviació estàndard; sg, segons; p, valor de probabilitat;  $\eta^2$ , mida de l'efecte; T1, moment post-intervenció; T2, 30 minuts post-intervenció.

## 8.8 ENQUESTA DE SATISFACCIÓ

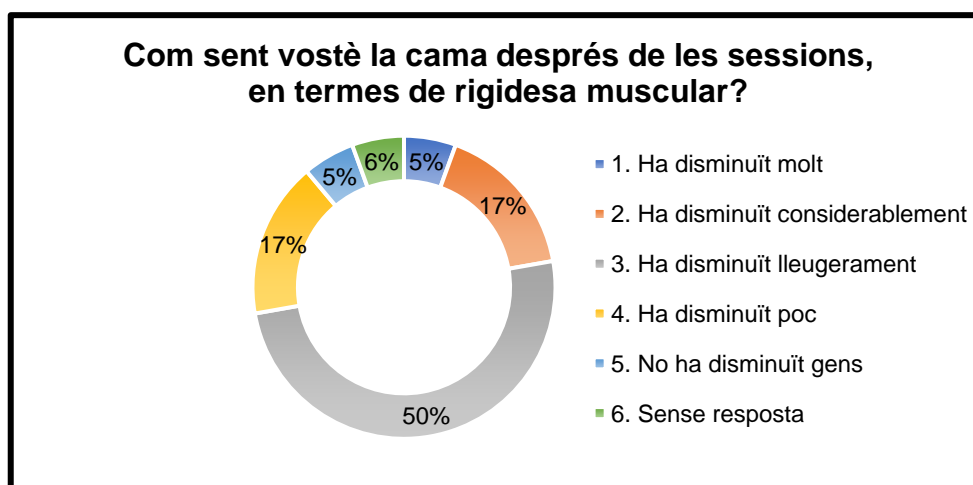
### Total de la mostra

Dels 36 participants de l'estudi, 34 varen respondre l'enquesta de satisfacció. De tots ells, 15 es van mostrar molt satisfets amb les sessions rebudes, en termes de mobilitat, i cap d'ells es va mostrar gens satisfet (**Figura 18**).



**Figura 18.** Enquesta de satisfacció. Pregunta 1. Total de la mostra (n = 36).

Del total de la mostra, 18 participants van contestar que la rigidesa de la cama havia disminuït lleugerament després de la sessió, i 2 van respondre que no havia disminuït gens (**Figura 19**).



**Figura 19.** Enquesta de satisfacció. Pregunta 2. Total de la mostra (n = 36)

### Pregunta 1. Comparació entre grups

Pel que fa al nivell de satisfacció amb la tècnica de TT amb MF, hi ha hagut dos participants més al grup experimental que s'han mostrat extremadament satisfets (5 participants al grup control i 3 al grup experimental). No obstant això, hi ha hagut tres participants més al grup experimental que s'ahn mostrat mot satisfets (9 participants al grup experimental i 6 al grup control), sent aquesta la resposta més majoritària en ambbós grups (**Figures 20-21**).

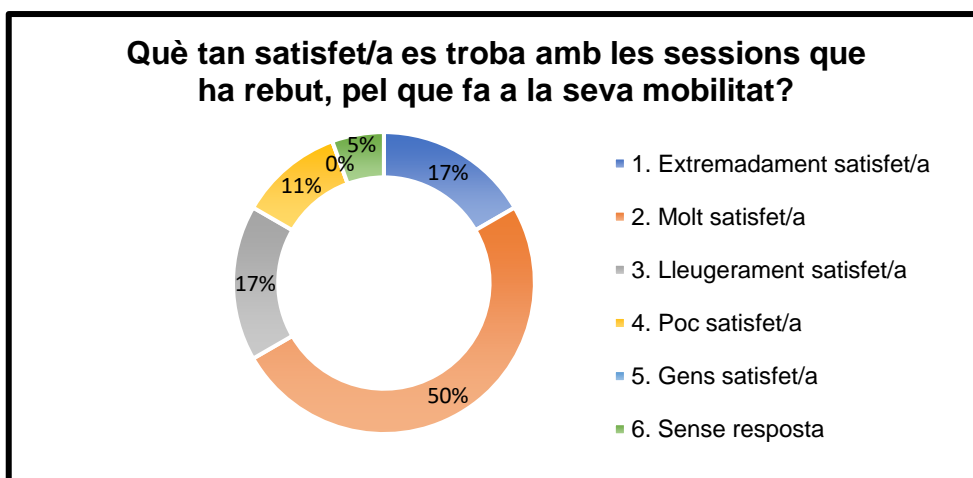


Figura 20. Enquesta de satisfacció. Pregunta 1. Grup experimental

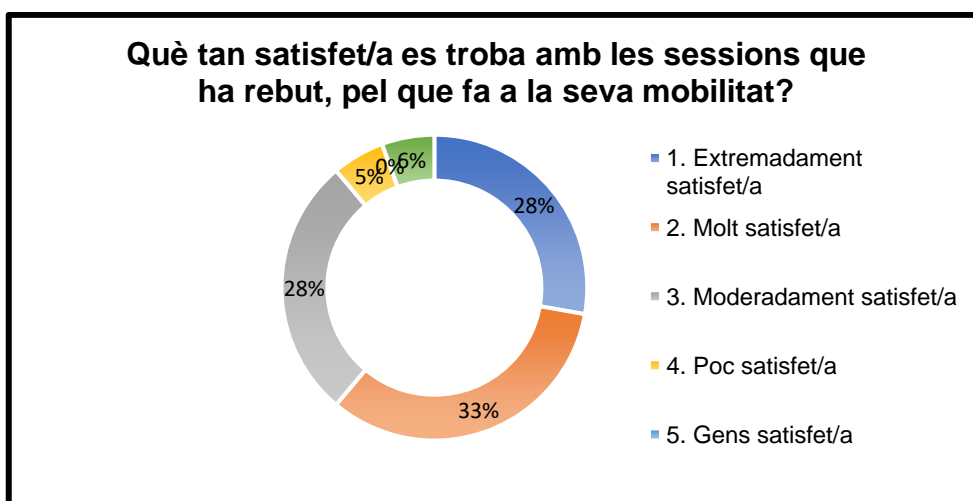
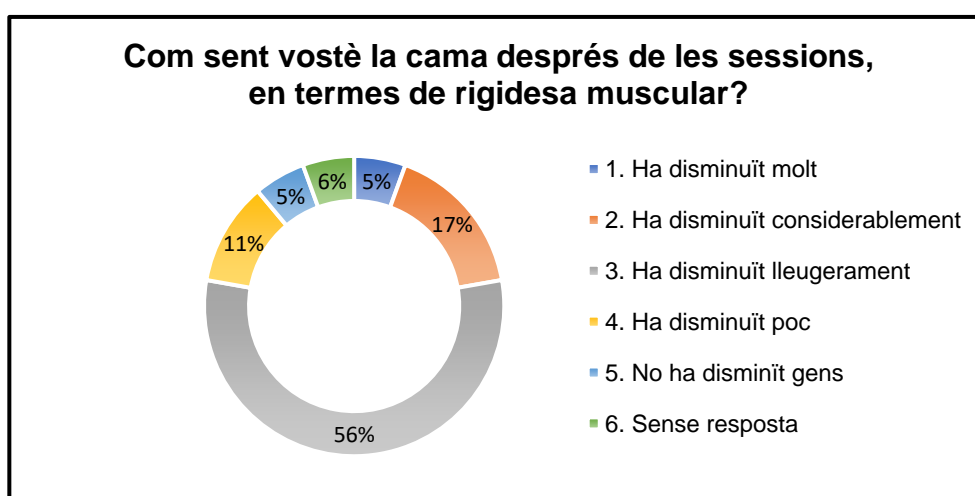


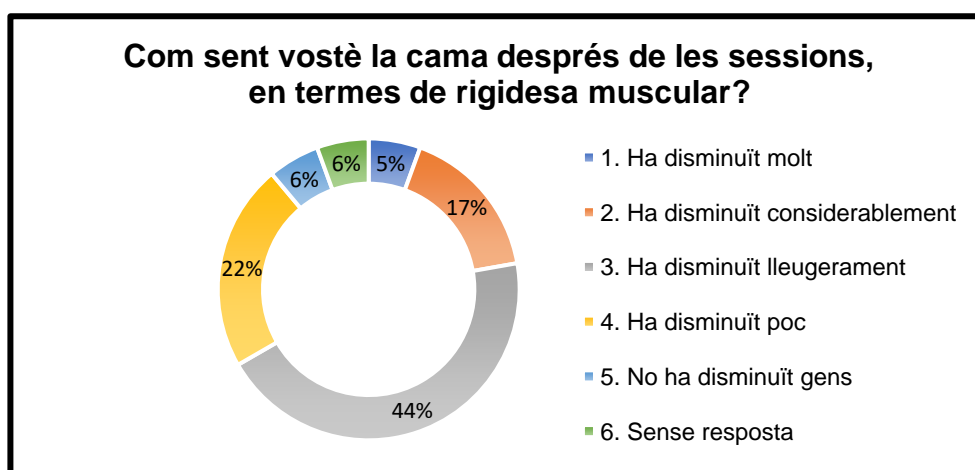
Figura 21. Enquesta de satisfacció. Pregunta 1. Grup control

## Pregunta 2. Comparació entre grups

Respecte a la percepció de la rigidesa de la cama després de rebre el tractament de TT amb MF, 2 participants més del grup experimental que del grup control han percebut que la rigidesa havia disminuït lleugerament (10 participants al grup experimental i 8 al grup control). També hi ha hagut 2 participants més al grup control que han percebut que la rigidesa havia disminuït poc (4 participants al grup control i 2 a l'experimental) (**Figures 22-23**).



**Figura 22.** Enquesta de satisfacció. Pregunta 2. Grup experimental



**Figura 23.** Enquesta de satisfacció. Pregunta 2. Grup control

## 9. DISCUSSIÓ



La present tesi doctoral té com a propòsit l'avaluació dels canvis relatius a la hipertonia espàstica dels flexors plantars (gastrocnemis) i els extensors de genoll (quàdriceps) de l'extremitat més afectada, en pacients que han patit un ictus i es troben en fase crònica, després d'aplicar una sessió de Tecarteràpia (TT) en combinació amb el Massatge Funcional (MF). A tal efecte s'ha realitzat un assaig clínic aleatoritzat (ACA) per avaluar, d'una banda, una sèrie de variables relacionades amb la mobilitat passiva, i de l'altra, variables referents a la mobilitat activa i a la funcionalitat. Al mateix temps, la prova del test de caminada de 4 metres (4MWT), la qual no estava validada en ictus, s'ha validat i publicat. Aquests treballs tracten aspectes terapèutics i de mesura de resultats que tenen com a comú denominador un problema destacat, la hipertonia espàstica que pateix un gran nombre de pacients amb ictus en fase crònica de la malaltia.

Així, en aquesta tesi s'han obert dues línies d'estudi a partir de la TT, una nova eina de treball que amplia les possibilitats per realitzar un abordatge més precís d'aquesta condició de salut. No s'han trobat estudis sobre el tractament de la hipertonia espàstica post-ictus amb TT i MF, el qual representa la possibilitat d'obrir una nova via d'investigació al respecte.

Pel que fa a la mobilitat passiva, del present estudi es desprèn que, amb una sessió de TT amb MF, es produeix una reducció immediata de la hipertonia espàstica dels flexors plantars de turmell i dels extensors de genoll. També es produeix un augment en el rang de moviment passiu (PROM) de flexió de genoll i dorsiflexió de turmell. Respecte a la mobilitat activa i a la funcionalitat, una única sessió de TT i MF augmenta la dorsiflexió de turmell en càrrega. És important destacar que no s'han detectat efectes adversos derivats de la tècnica aplicada.

Per valorar els diferents resultats d'aquesta tesi, s'ha disposat d'instruments específics, vàlids i fiables, com es veurà tot seguit. Aquesta dada és important, doncs el disseny d'investigació dels ACA és el que més s'adequa i s'utilitza per contrastar i verificar una intervenció de Fisioteràpia, i per això cal que aquests assaigs clínics siguin de qualitat.

Un punt important sobre el cegament dels participants ha estat que, en el present estudi, ha estat possible gràcies a l'aplicació d'un tractament simulat, que ha consistit en l'aplicació del dispositiu Tècar a potència 0 de manera simultània al MF. Tant en el grup experimental com en el grup control, s'ha aplicat el tractament experimental i el simulat, respectivament, amb el mateix protocol de MF.

Pel que fa a l'estudi de validació del 4MWT, es conclou que existeix una excel·lent validesa i fiabilitat entre aquest i el test de caminada de 10 metres (10MWT). Aquest resultat comporta beneficis per als pacients i els professionals de la salut, ja que facilita el procés de valoració de la velocitat de la marxa en pacients post-ictus: Els avantatges del 4MWT són que es necessita menys espai i, per tant, es pot realitzar al mateix domicili, sense que la persona afectada s'hagi de desplaçar al centre sanitari, ni fatigar-se. Els estudis de validació aporten eines de qualitat per realitzar les intervencions de manera rigorosa, tant en l'àmbit de la recerca de la Fisioteràpia Neurològica com en la clínica.

Tot seguit s'exposaran els possibles mecanismes dels resultats a partir de les variables que s'han analitzat al llarg de la present tesi. Primer s'exposaran les característiques de la mostra, que aniran seguides de l'avaluació de les diferents variables, i es finalitzarà amb les limitacions dels estudis inclosos. En aquest apartat s'ha modificat l'ordre de les variables seguit a Material i Mètodes i a Resultats, per tal d'aportar una major coherència en exposar i enllaçar els possibles mecanismes de resultat.

### **Característiques de la mostra**

La mostra, formada per 36 participants (18 al grup experimental, 18 al grup control), era comparable a l'inici de l'estudi i no es van detectar diferències estadísticament significatives entre els dos grups per cap variable demogràfica. La grandària de la mostra, tot i que semblava petita, era similar a la d'altres estudis previs que estudiaven l'extremitat inferior més afectada en ictus crònic, com els de Suh et al., amb una mostra de 42 participants [442], i Alwhaibi et al.,

amb una mostra de 30 participants [248]. Una revisió sistemàtica recent de Martínez et al. sobre espasticitat post-ictus, ha revisat 25 estudis amb mostres de 35 participants de mitjana [443].

Pel que fa a la cronicitat de l'ictus, aquest superava a la dels estudis mencionats, ja que era superior als sis anys en ambdós grups. Tot i així, Persson et al. van detectar en el seu estudi de revisió que, set anys després de l'inici de l'ictus, un terç dels participants presentava hipertonia moderada a la musculatura de les extremitats [444]. Respecte a això, literatura recent suggereix que intervencions de Fisioteràpia, posteriors als sis mesos de l'inici de l'ictus, poden exercir efectes positius i contribuir a la millora de la funcionalitat, degut a la plasticitat tardana [445–447]. De fet, Pohl et al. recomanen revisar i monitoritzar l'evolució de l'ictus cada sis mesos, de manera consecutiva i en endavant, per tal d'optimitzar la qualitat de la rehabilitació a llarg termini [448].

### **Hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps, mesurada amb l'Escala d'Ashworth Modificada (MAS)**

L'espasticitat és una disfunció sensoriomotora desencadenada per mecanismes múltiples. L'espasticitat inclou un component neural, caracteritzat per canvis neurològics, i un component biomecànic, amb atròfia i contractures musculars (184, 185). Durant la fase crònica de l'ictus, etapa en la que es trobaven els participants d'aquest estudi, és quan més augmenten el to i la rigidesa musculars (222). Per aquesta raó, i perquè amb una sessió de TT i MF només s'incideix en el component biomecànic de l'espasticitat, en la present tesi s'utilitza el terme d'hipertonia espàstica.

La MAS és una escala àmpliament utilitzada en clínica i en investigació [228, 237]. La seva fiabilitat per la musculatura del membre inferior, segons un estudi recent, és de moderada a excel·lent [449], i està considerada com un instrument prou sensible per detectar canvis al llarg del temps [450]. Tot i així, pot presentar algunes limitacions a nivell biomètric [451].

En primer lloc, es tracta d'una escala amb un component subjectiu, ja que és l'avaluador qui quantifica la resistència percebuda a l'estirament passiu de la musculatura [444]. En segon lloc, tot i que el valor 1+ afegeix sensibilitat a l'escala, aquest fet hi confereix un caràcter qualitatiu [235]. Per tal de poder aplicar mètodes estadístics, alguns autors han passat el valor 1+ a 1,5 [452, 453]. Amb la mateixa finalitat, altres autors han convertit el valor 1+ en 2 [237, 454–456].

Per tant, per poder comparar les nostres dades, s'ha aplicat, d'una banda, la MAS en termes qualitatius amb el valor 1+. Paral·lelament s'ha aplicat la MAS en termes quantitius, de manera que el valor 1+ ha passat a 2, el 2 a 3, i així fins el valor 5 que ha passat a 6.

S'ha demostrat, també, una baixa fiabilitat entre avaluadors per la MAS [457]. Per això, en aquest estudi només hi va haver un avaluador, qui també estava cegat per evitar biaixos, per realitzar totes les valoracions de la MAS. D'altra banda, la MAS només mesura la resistència a l'estirament en repòs. Per tant, a més de realitzar altres mesures sobre la mobilitat passiva, s'han avaluat altres variables relatives a la mobilitat activa i a la funcionalitat, com es veurà més endavant.

Tot i que aquest és el primer estudi sobre els efectes de la TT en la hipertonia espàstica post-ictus, existeixen treballs d'investigació sobre els efectes d'altres dispositius de diatèrmia, on es fa servir la MAS com a variable. Un estudi de Brunelli et al. destaca els beneficis de les ones de xoc extracorpòries radials en el tractament de l'espasticitat post-ictus del membre superior, utilitzant únicament la MAS com a mesura de resultat [458]. També s'han trobat revisions sistemàtiques recents sobre la reducció de l'espasticitat post-ictus en el membre inferior amb les ones de xoc extracorpòries radials i focals, on la variable principal de mesura era la MAS [459,460].

En el aquest estudi s'ha detectat una reducció de la MAS en la dorsiflexió de turmell i en la flexió de genoll en el grup experimental, el qual podria indicar una reducció de la hipertonia espàstica dels flexors plantars i els extensors de

genoll. D'una banda, pel que fa a la MAS en termes qualitatius, s'han detectat canvis significatius en el grup experimental per la dorsiflexió de turmell immediatament després de la intervenció (T1-T0,  $p = 0,046$ ) i 30 minuts després de la intervenció (T2-T0,  $p = 0,019$ ). Concretament, 13 participants del grup experimental (72,2%) presentaven un to muscular pronunciat (puntuació 2 a la MAS) a la dorsiflexió de turmell a l'inici de la intervenció (T0), 7 participants (38,9%) immediatament després (T1) i 6 participants (33,3%) 30 minuts després (T2). Així doncs, el to pronunciat (puntuació 2 a la MAS) a la dorsiflexió de turmell en el grup experimental es va reduir en un 33,3% immediatament després de la intervenció, i en un 38,9% 30 minuts després de la intervenció. Si afegim la valoració amb la MAS en termes quantitativs, s'han detectat canvis significatius en el grup experimental entre T1 i T0 en la flexió de genoll ( $p = 0,024$ ) i dorsiflexió de turmell ( $p = 0,012$ ). També s'han detectat canvis entre T2 i T0 en la dorsiflexió de turmell ( $p = 0,002$ ). Pel que fa a la comparació entre grups s'ha detectat una reducció de la MAS en termes quantitativs entre T1 i T0 en la flexió de genoll i la dorsiflexió de turmell ( $p=0,011$  i  $p=0,033$ , respectivament) i entre T2 i T0 en la dorsiflexió de turmell ( $p=0,020$ ).

Per tant, les dades obtingudes mostren que, comparant l'aplicació de la MAS en termes quantitativs i qualitatius, s'ha trobat una millora en la dorsiflexió de turmell en el grup experimental a T1-T0 i a T2-T0, tant amb la MAS qualitativa com amb la quantitativa. Aplicant, també, la MAS en termes quantitativs, s'ha detectat, addicionalment, una millora en la flexió de genoll del grup experimental, i del grup experimental respecte del grup control en flexió de genoll i dorsiflexió de turmell.

Aquestes dades suggereixen que es produeix una reducció immediata de la hipertonia espàstica post-ictus dels flexors plantars i del quàdriceps, després d'una sessió de TT amb MF, la qual es manté 30 minuts després, en el cas dels flexors plantars.

No obstant això, degut a les mancances biomètriques que, com s'ha comentat, podria presentar la MAS, s'han contrastat aquestes dades amb altres mesures de resultat sobre la mobilitat passiva i les propietats neuromusculars.

### **Goniometria de la MAS per la flexió de maluc, flexió de genoll i dorsiflexió de turmell**

La goniometria universal és un mètode de mesura que s'utilitza habitualment per avaluar el PROM del sistema múscul-esquelètic. Diversos estudis apliquen la MAS per valorar la hipertonia espàstica d'un grup muscular, i la goniometria universal, per avaluar el PROM de l'articulació associada a aquest grup muscular [461]. El present estudi és el primer a emprar la goniometria universal per avaluar la MAS en graus goniomètrics, ja que podria proporcionar informació addicional sobre la hipertonia espàstica d'un múscul, o grup muscular determinat. Cooper et al. recomanen l'ús de la MAS juntament amb altres mesures que determinin la rigidesa muscular i articular, a més de la pèrdua de rang de moviment [462].

Els resultats d'aquest estudi han revelat un augment dels graus goniomètrics de la MAS del grup experimental en la flexió de genoll, immediatament després de la intervenció ( $p = 0,05$  a T1-T0). Aquesta millora també s'ha detectat en la flexió de maluc i de genoll, i en la dorsiflexió de turmell 30 minuts després de la intervenció ( $p = 0,03$ ,  $p = 0,04$  i  $p = 0,05$  a T2-T0, respectivament), però no immediatament després. La millora obtinguda a T2, però no a T1, pot ser deguda a que, en aquesta patologia, es pot produir un retard en el temps de relaxació muscular a resultes de la desinhibició de les vies monoaminèrgiques del tronc encefàlic [463].

Pel que fa a la comparació entre grups, també hi ha hagut una millora de la flexió de genoll, del grup experimental respecte del control, immediatament després de la intervenció ( $p = 0,016$  a T1-T0), la qual s'ha mantingut 30 minuts després, en la flexió de maluc, flexió de genoll i dorsiflexió de turmell ( $p = 0,022$ ,  $p = 0,000$  i  $p = 0,011$  a T2-T0, respectivament).

Per tant, es dedueix que, segons aquesta variable, hi ha hagut una reducció immediata de la hipertonia espàstica post-ictus del quàdriceps, després d'una única sessió de TT amb MF, però no dels flexors plantars. Tot i així, aquesta reducció sí s'ha detectat 30 minuts després de la intervenció, tant en el quàdriceps com en els flexors plantars.

Aquest resultat mostren una relació parcial entre la goniometria universal i la MAS, ja que amb aquesta última, sí s'havia detectat una disminució de la hipertonia espàstica de flexors plantars immediatament després de la intervenció. Aquest fet es podria atribuir a factors biomecànics: La MAS s'aplica de manera dinàmica, és a dir, es necessita la percepció del reflex a l'estirament, per part de l'avaluador, mentre realitza la valoració. Per contra, per poder avaluar la hipertonia espàstica d'un grup muscular amb el goniòmetre universal, l'articulació ha de romandre estàtica, en el màxim PROM possible, mentre es realitza la valoració. Aquesta diferència podria emetre lleugeres variacions en els resultats.

### **Rang de moviment passiu (PROM) de flexió de genoll i dorsiflexió de turmell, mesurat amb dinamòmetre i inclinòmetre**

Una altra variable que s'ha aplicat en aquest estudi per avaluar el PROM de flexió de genoll i dorsiflexió de turmell, és la inclinometria amb dinamòmetre de flexió de genoll i dorsiflexió de turmell.

Per aquest propòsit s'ha utilitzat la *Clinometer SmartPhone Application*, aplicació de mòbil considerada com un instrument vàlid i fiable per valorar la flexió de genoll [464], tot i que, per la dorsiflexió de turmell hi ha discrepàncies entre autors. Cox et al. en confirmen la seva validesa, ja que han detectat una correlació elevada entre el Clinometer SmartPhone Application i la goniometria universal [465]. Per contra, un estudi de Mohammad et al. suggereix que aquesta aplicació no es pot utilitzar indistintament per mesures de PROM de turmell [466]. Altres aplicacions d'inclinometria, però, s'han implementat per mesurar el PROM del membre superior amb hipertonia espàstica post-ictus, mostrant una alta validesa i fiabilitat, i permetent l'ús del telèfon mòbil per prendre mesures precises en l'àmbit clínic [464]. Tot i així, no s'han trobat

estudis on s'utilitzi el *Clinometer SmartPhone Application* per avaluar el membre inferior amb hipertonia espàstica post-ictus. Paral·lelament, en aquest estudi s'ha emprat un dinamòmetre de ma (*microFET2*) per tal que l'assitent apliqués exactament la mateixa força en els tres moments de mesura, mentre l'avaluador enregistrava el PROM amb l'inclinòmetre. L'aplicació d'aquesta metodologia respon a una adaptació de dos estudis previs [431,467].

Les dades obtingudes mostren un augment del PROM de dorsiflexió de turmell, immediatament després de la intervenció, el qual es manté, com a mínim, 30 minuts després en el grup experimental ( $p = 0,028$  a T1-T0,  $p = 0,033$  a T2-T0). També mostren una millora del grup experimental, respecte del control, per la flexió de genoll, immediatament i 30 minuts després de la intervenció ( $p = 0,012$  a T1-T0,  $p = 0,019$  a T2-T0) i de la dorsiflexió de turmell, 30 minuts després de la intervenció ( $p = 0,034$  T2-T0). Per tant, aplicant aquesta variable de resultat, es pot concloure que es produeix un augment del PROM de dorsiflexió de turmell, que es manté 30 minuts després d'una sessió de TT amb MF. Pel que fa al PROM de flexió de genoll, el fet que no hi hagi hagut canvis en el grup experimental, però sí del grup experimental respecte del control, indica que no hi ha canvis significatius, però sí una tendència a la millora, que és menys evident que en la dorsiflexió de turmell.

### **Propietats viscoelàstiques (to, rigidesa i elasticitat) de gastrocnemis i recte femoral, mesurada amb el MyotonPro**

Les tres variables anteriors fan referència als canvis que esdevenen en la musculatura amb hipertonia espàstica post-ictus, a partir de l'avaluació de la mobilitat passiva amb escales subjectives i mètodes biomecànics. Per tal de complementar aquests mètodes, en aquest estudi s'ha afegit la miotonometria, a partir del dispositiu MyotonPro. El MyotonPro registra valors objectius sobre diferents propietats neuromusculars. S'ha trobat un estudi que indica diferències significatives, obtingudes amb miotonometria, entre les propietats neuromusculars de persones amb hipertonia espàstica post-ictus i persones sanes [468]. En aquest sentit, la miotonometria es presenta com una eina



vàlida i fiable en l'avaluació de les propietats viscoelàstiques del múscul en persones que han patit un ictus [241], tot i que s'ha detectat una baixa capacitat discriminatòria en grans grups musculars, on sembla que hi influeix el gruix del teixit subcutani [232,469].

Per aquesta raó, en aquest estudi s'ha avaluat el to muscular, la rigidesa i l'elasticitat, no del quàdriceps, sinó del recte femoral i dels gastrocnemis medial i lateral.

Les dades obtingudes mostren una disminució significativa, únicament en la rigidesa del gastrocnemi medial del grup experimental, immediatament després de la intervenció ( $p = 0,026$ ), tot i que aquesta no es manté 30 minuts després. Pel que fa al recte femoral, si tenim en compte que l'Índex de Massa Corporal dels participants era indicatiu de preobesitat (IMC:  $26,1 \pm 4,1$  al grup experimental), la presència de teixit adipós podria dificultar i emmascarar la mesura de resultat amb el MyotonPro.

Per tant, la miotonometria podria indicar una disminució immediata en la rigidesa del gastrocnemi medial amb hipertonia espàtica post-ictus, però no del to ni de l'elasticitat, amb una sessió de TT amb MF. A més, no s'han obtingut dades concloents pel que fa a la mesura del gastrocnemi lateral ni del recte femoral. Amb això, es pot suggerir que el MyotonPro ha detectat, únicament, una tendència a la millora de la hipertonia espàtica post-ictus del gastrocnemi medial. Per tal de poder observar l'evolució d'aquesta tendència, comparar dades i confirmar una millora, podrien ser necessàries més sessions que aportessin més informació al respecte.

### **Efectes de la TT en combinació amb el MF en la mobilitat passiva del turmell i el genoll, i les propietats viscoelàstiques (to, rigidesa i elasticitat) de gastrocnemis i quàdriceps**

Integrant les dades significatives obtingudes amb la mesura de les variables passives relatives als gastrocnemis, s'ha detectat una disminució de la MAS qualitativa i quantitativa i un augment de la goniometria de la MAS en la dorsiflexió de turmell. També s'ha observat un augment del PROM de

dorsiflexió de turmell i una disminució en el factor rigidesa, mesurat amb el MyotonPro, del gastrocnemi medial, en el grup experimental. Excepte en el factor rigidesa, tots aquest canvis s'han mantingut 30 minuts després de la intervenció.

Així doncs, els resultats d'aquest estudi suggereixen que una única sessió de TT, juntament amb el MF, redueix, de manera immediata, el to muscular dels gastrocnemis amb hipertonia espàstica post-ictus en fase crònica, el qual comporta una millora de la mobilitat passiva del turmell. Pel que fa al grup control, no s'han observat canvis significatius per cap de les variables emprades en l'estudi. Això suggereix que la TT i el MF poden exercir una millora més substancial en la hipertonia espàstica dels gastrocnemis, que el MF sol. De fet, no s'han observat canvis significatius, per cap variable, en el grup control, el qual indica que el MF no hi exerceix cap efecte a nivell immediat.

Existeixen diversos estudis sobre l'efectivitat del massatge i de l'estirament en la reducció de la hipertonia espàstica post-ictus. L'estirament passiu, així com diverses tècniques de massatge terapèutic, s'utilitzen extensament per la millora de l'espasticitat, ja que poden ajudar a optimitzar la llargada dels sarcòmers, millorant, així, la flexibilitat muscular i el ROM [372]. Park et al. varen observar un augment del ROM en la dorsiflexió de turmell després d'una única sessió d'estirament, el qual es podria associar a una disminució en l'excitabilitat de la motoneurona inferior del tríceps sural [470].

No obstant això, algunes revisions sistemàtiques més recents conclouen que cal aplicar aquestes tècniques de manera prolongada per obtenir millores en les estructures musculars o tendinoses. Així ho estableixen Freitas et al., indicant un mínim de vuit setmanes, amb 20 minuts d'estiraments per setmana [471], o Katalinic et al., que no van obtenir millores aplicant l'estirament passiu per menys de set mesos [472].

Pel que fa al MF, s'ha trobat un únic estudi que suggereix la seva efectivitat en la reducció de l'espasticitat del membre inferior en nens amb paràlisi cerebral

[175]. Aquest estudi confirma el que han suggerit els autors anteriors, ja que la millora de l'espasticitat es va produir després de vuit setmanes de tractament, amb dues sessions setmanals de 45 minuts. Es pot suggerir, doncs, que una única sessió de MF no efectua millores en la hipertonia espàstica post-ictus, però sí que les podria exercir si s'apliquessin més sessions durant un període de temps més prolongat. Per contra, alguns estudis demostren que la TT, combinada amb la Teràpia Manual, sí que podria exercir canvis en qualsevol tipus de trastorn muscular [416, 473, 474], podent millorar les propietats estructurals i funcionals dels gastrocnemis amb hipertonia espàstica. Un estudi de Kim et al. va demostrar que la TT pot ser clínicament efectiva, a curt termini, en la millora de la flexibilitat, el to muscular i la rigidesa dels gastrocnemis amb hipertonia [475], tot i que no fa referència a la hipertonia secundària a un esdeveniment neurològic. Els resultats d'aquests estudis convergeixen amb les millores obtingudes en el present treball, sobre la mobilitat passiva i les propietats neuromusculars dels gastrocnemis amb hipertonia espàstica del grup experimental. S'ha observat que la TT millora la microcirculació sanguínia local, el qual optimitza la flexibilitat i la recuperació del múscul després de la fatiga [476]. Concretament, el mode capacitiu genera calor en teixits amb una alta electròlisi i rics en aigua, el qual augmenta el flux sanguini intramuscular, en aquest cas, dels gastrocnemis [416,418,477].

Si el múscul s'escurça amb la fatiga, es pot esperar que la hipertonia espàstica també exerceixi els mateixos efectes. Així ho demostra la literatura, on s'ha trobat que l'espasticitat provoca un escurçament muscular i tendinós, a resultes de l'adaptació per desús. Aquest canvis ocorren gradualment, provocant contractures, un augment de la rigidesa muscular [478] i portant les fibres musculars a adquirir gairebé el doble de rigidesa que les de les persones sanes [270, 479]. És lògic, doncs, que la hipertonia espàstica post-ictus provoqui un engruiximent del tendó d'Aquil·les degut a una desorganització morfològica de les fibres de col·lagen. L'augment del flux sanguini influeix i facilita la reparació del tendó [480], el qual experimenta canvis degeneratius quan l'aportació sanguínia és deficient [481]. Tal com indica Dhindsa et al., nivells elevats

d'espasticitat estan associats a una disminució del flux sanguini perifèric [482]. Una reducció del to vascular a l'extremitat afectada, per inactivitat prolongada, pot provocar vasoconstricció degut a la disminució de subministrament vascular [483]. Per tant, l'augment del flux sanguini, que està relacionat amb l'augment de temperatura local i la proliferació cel·lular [484,485], resulta clau en el tractament i reparació tissular. En aquest sentit, la TT podria ajudar a millorar l'aportació sanguínia a la regió peritendinosa del tendó d'Aquil·les, i no només en els gastrocnemis, ja que hi ha hagut una millora immediata en el PROM de dorsiflexió de turmell en el grup experimental. Diversos estudis han demostrat que la TT pot augmentar el flux sanguini i millorar l'aportació sanguínia als tendons, promovent així la reparació dels teixits [407, 486]. Això podria ajudar a canviar la morfologia del col·lagen, i disminuir la rigidesa de les cèl·lules musculars espàstiques [487]. Tot i així, Clijisen et al. qüestionen els efectes de la TT en el flux sanguini dels tendons ja que aquests estan menys vascularitzats que les fibres musculars, i la seva nutrició depèn més del líquid sinovial [417].

El mode resistiu de la TT actua en teixits més resistents, com els tendons i les càpsules articulars, incrementant la temperatura local i la proliferació cel·lular, i augmentant l'extensibilitat de les fibres de col·lagen. Un estudi de López de Celis et al. indica que l'aplicació del mode resistiu a alta potència al tendó d'Aquil·les augmenta la temperatura local i genera un major flux sanguini. És per això que suggereix el seu us en patologies cròniques, com seria el cas de la hipertonia espàstica post-ictus, per generar canvis en l'arquitectura muscular [417].

És important destacar que la reducció immediata de la rigidesa del gastrocnemi medial del grup experimental ( $p = 0,026$ ) també s'ha produït en l'estudi de Kim et al., ( $p < 0,05$ ) els quals van emprar el MyotonPro per realitzar la mesura [475]. No obstant això, aquest canvi no s'ha mantingut 30 minuts després del tractament, però sí en totes les altres variables. S'ha trobat únicament un estudi relacionat amb aquest resultat, el qual va detectar un augment de la

temperatura local de 3<sup>o</sup>-5<sup>o</sup> després d'una sessió de diatèrmia, que es va mantenir durant les 3-4 hores posteriors [475, 488].

Un cop revisades les millores que es poden produir en la mobilitat passiva i la rigidesa des flexors plantars (gastrocnemis i tendó d'Aquil·les) després d'una sessió de TT amb MF, es podria considerar la seva aplicació en fases més inicials, com la fase subaguda (>24h-3 mesos) o tardana (> 3 mesos ≤ 6 mesos) de l'ictus. L'espasticitat es desenvolupa a partir d'un procés de neuroplasticitat anormal en els estadis primerencs posteriors a l'ictus [182], i pot empitjorar a resultes de la debilitat inicial [183]. Aquesta debilitat, juntament amb els reflexes d'hiperexcitabilitat muscular, condueixen a una immobilitat per desús que porta a un escurçament del tendó d'Aquil·les i a una contractura dels gastrocnemis, d'aquí la formació del peu en equinovarus [182]. Es pot hipotetitzar, doncs, que l'aplicació de la TT en l'etapa subaguda de l'ictus podria evitar l'augment de la rigidesa i mantenir el PROM dels flexors plantars ja que, tal com suggereix Rodríguez-Sanz et al., podria estimular la proliferació cel·lular i evitar la formació de teixit fibrós [418]. Paral·lelament, la mobilització primerenca pot millorar la vascularització local i induir a una millor regeneració i reorganització de les fibres musculars. Així doncs, es pot suggerir que un tractament més prolongat i amb més sessions de TT juntament amb MF, podrien exercir beneficis no només en l'etapa crònica, sinó en l'etapa subaguda de l'ictus.

Integrant les dades significatives obtingudes amb la mesura de les variables passives relatives als quàdriceps, no s'han observat canvis en la MAS qualitativa per la flexió de genoll, ni en el grup experimental ni en el control. En canvi, la MAS quantitativa i la goniometria de la MAS sí han augmentat en la flexió de genoll i flexió de maluc del grup experimental. El PROM de flexió de genoll no ha millorat en el grup experimental, però sí hi ha hagut canvis en el grup experimental respecte del control. Tampoc s'han detectat canvis en les propietats neuromusculars (to muscular, rigidesa i/o flexibilitat) del recte femoral. Pel que fa al grup control, no s'han observat canvis significatius per cap de les variables de l'estudi.

Aquests resultats suggereixen, doncs, una disminució de la hipertonia espàstica post-ictus i per tant, una tendència a la millora de la mobilitat passiva dels quàdriceps, amb una sessió de TT amb MF, tot i que és menys evident que la millora dels gastrocnemis i el tendó d'Aquiles. En aquests últims, s'ha detectat un possible allargament dels fascicles dels gastrocnemis, ja que hi va haver un augment de la MAS i el PROM del flexors plantars, i una disminució de la rigidesa del gastrocnemi medial del grup experimental. En els quàdriceps, en canvi, només s'ha detectat una millora en la goniometria de la MAS i la MAS quantitativa del grup experimental, tot i havent aplicat el mateix tractament que en els flexors plantars. En aquest sentit, és important considerar la posició en la que es van prendre les mesures del PROM: Per mesurar-lo en la flexió de genoll, els participants havien de deixar el genoll de la cama afectada fora de la llitera i, tot i que el genoll tenia el suport de l'avantbraç de l'avaluador, la gravetat exercia la seva força a la resta de la cama. A més, també hi havia un lleuger component d'extensió de maluc (**Fig. 9.C**).

Per tant, aquesta posició podria aplicar una tensió addicional al quàdriceps, que es podria reflectir als resultats [489]. La goniometria de la MAS, en canvi, es va mesurar en decúbit lateral, on hi havia suport pel genoll i el turmell, i el maluc restava en posició 0°. Aquestes diferències de posició en prendre les mesures podrien determinar també les diferències en els resultats, doncs el PROM de flexió de genoll del grup experimental no va millorar, a diferència del de dorsiflexió de turmell. Per mesurar el PROM de dorsiflexió de turmell, els participants estaven amb el peu completament recolzat en la llitera (**Figura 7.D**), el qual podria haver contribuït, també, a la millora dels dos paràmetres, goniometria de la MAS i PROM de dorsiflexió.

D'altra banda, aquesta diferència en els resultats de la mesura dels dos grups musculars podria derivar de que l'extensió i gruix dels quàdriceps és major que la dels gastrocnemis. Addicionalment, estudis recents han trobat un augment del greix intramuscular i una disminució de la massa muscular en els quàdriceps del membre inferior parètic post-ictus [213,490]. Respecte a això, és important destacar que la TT es dirigeix també a teixits on hi ha més greix i

matèria adiposa [491, 492]. Aquesta característica podria influir i beneficiar els quàdriceps amb hipertonia espàstica post-ictus, ja que, tal com suggereixen Meyer et al., l'energia tèrmica de la TT podria augmentar el flux limfàtic, provocant una reabsorció local de fluids i una disminució del teixit adipós [493]. Concretament, aquests autors i d'altres indiquen que la combinació del mode resistiu i capacitiu de la TT és el més efectiu en la reducció de matèria adiposa, també en estats avançats d'adipogènesi [493, 494].

Tot i així, no es van detectar canvis en cap de les propietats neuromusculars, mesurades amb el MyotonPro, però sí en la rigidesa del gastrocnemi medial. Per tant, si bé una única sessió de TT amb MF resulta insuficient per detectar canvis en l'arquitectura muscular dels quàdriceps amb hipertonia espàstica post-ictus, un tractament amb més sessions podria exercir millores significatives, doncs s'ha demostrat que la TT podria millorar la viscoelasticitat dels teixits en processos crònics [418]. Pel que fa a la funcionalitat, Akazawa et al. suggereixen que una disminució del greix intramuscular, juntament amb un augment de la massa muscular podria millorar la força de persones amb ictus [215]. Respecte a això, s'ha trobat un estudi que ha detectat millores en la funcionalitat després de 72 hores de l'aplicació de la TT, tot i que la mostra estava formada per atletes sanes [495].

Per tant, es pot suggerir que un major nombre de sessions de TT, juntament amb MF, podrien millorar la hipertonia espàstica post-ictus de quàdriceps i gastrocnemis, i que un programa d'exercicis afegit podria facilitar la millora de la funcionalitat del membre inferior. Fins aquí s'han analitzat aspectes relacionats amb la mobilitat passiva i les propietats neuromusculars. En el següents apartats, que tracten aspectes de la mobilitat activa, s'abordarà més amplament el concepte de funcionalitat.

### **Dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, mesurada amb l'Ankle Lunge Test (ALT)**

En la present tesi, a més de mesurar la mobilitat passiva del la dorsiflexió de turmell, s'ha aplicat la mesura de la dorsiflexió activa amb suport de pes

mitjançant l'ALT. Aquest test pot aportar informació sobre els components dels teixits tous que limiten el rang de dorsiflexió de turmell [286]. En persones amb ictus, l'ALT també podria facilitar dades sobre el comportament del turmell realitzant la dorsiflexió amb suport de pes, doncs la seva rigidesa no només deriva de la hipertonia espàstica. Amb l'ALT, el nivell de rigidesa del turmell també depèn de com es comporta realitzant la dorsiflexió voluntària en bipedestació i amb el peu fixe, i dels estímuls externs [496,497].

De fet, a més d'aplicar-se àmpliament en afeccions múscul-esquelètiques [285, 498], es tracta d'una mesura vàlida i fiable que es pot aplicar en la pràctica clínica per avaluar els canvis de la dorsiflexió amb càrrega en persones amb ictus [286]. Tot i així, Simondson et al. van aplicar tres mesures de l'ALT en el seu estudi, i van detectar una diferència significativa entre la primera i la tercera. Per això, en pacients amb ictus, recomanen que es realitzi una primera mesura de prova abans de la mesura real [286], i així és com s'ha procedit en el present estudi.

El dispositiu que s'ha utilitzat aquí és el *Clinometer SmartPhone Application*. Balsalobre et al. han demostrat la validesa i fiabilitat d'una aplicació de mòbil similar, la *Dorsiflex App*, en comparació amb un inclinòmetre professional, per mesurar la dorsiflexió de turmell amb suport de pes [439]. A més, el dispositiu que van emprar és l'iPhone 8, el mateix que s'ha utilitzat en el present estudi. Les dues aplicacions esmentades es poden obtenir fàcilment a la botiga d'aplicacions dels diferents dispositius de telefonia intel·ligent. S'ha trobat un estudi on la fiabilitat del Clinometer és moderada per la dorsiflexió de turmell [470]. S'ha de considerar, però, que aquest estudi no mesura la dorsiflexió de turmell amb suport de pes, sinó en decúbit pro i amb flexió de genoll en persones sanes. L'ALT, mesurat amb telèfon intel·ligent, s'ha aplicat en diversos estudis, però només s'ha trobat un on s'utilitza en persones amb ictus [499].



Els resultats obtinguts amb l'ALT mostren un augment de la dorsiflexió de turmell amb suport de pes de 3,4° i 4,3° en el grup experimental a T1 i T2 respectivament, i de 2,4° i 1,9° al grup control (IC de 95%). També s'ha detectat una millora del grup experimental, respecte del control.

Així doncs, segons l'ALT, una sessió de TT amb MF podria millorar, de forma immediata, la dorsiflexió de turmell amb suport de pes en persones amb hipertonia espàstica post-ictus. Aquesta millora també es podria produir amb el MF sol, però resulta menys significativa que amb les dues tècniques aplicades de manera simultània.

### **Flexió activa de genoll en bipedestació, mesurada amb l'ítem de flexió de genoll de la valoració de Fugl Meyer – Extremitat Inferior (FMA-LE)**

Per avaluar la funció sensoriomotora del genoll s'ha optat, únicament, per l'ítem IV sobre flexió voluntària de genoll, a partir de la FMA-IE, ja que valora el moviment voluntari de genoll en bipedestació, sense, o amb poques sinèrgies [500]. Gladstone et al. en destaquen la seva validesa i fiabilitat en l'avaluació dels canvis en els dèficits motors de l'extremitat inferior de persones amb ictus [501]. Per la seva banda, Rech et al., han detectat que el FMA-EI està relacionat amb el rendiment motor, més que amb la qualitat del moviment de l'extremitat inferior. En aquest estudi s'ha valorat el rendiment motor de l'articulació de genoll, però no s'ha aplicat l'ítem de dorsiflexió de turmell ja que, per valorar la funcionalitat d'aquesta última, s'ha aplicat l'ALT.

Així doncs, pel que fa a la flexió activa de genoll, mesurada amb l'escala FM, el percentatge de participants amb una puntuació 2 (flexió activa de genoll > 90°) va augmentar un 13,1% immediatament després de la intervenció, i un 3,6% 30 minuts després. Aquests resultats no indiquen una millora significativa de la flexió activa de genoll amb una sessió de TT amb MF, ( $p = 0,157$  a T1-T0 /  $P = 0,083$  a T2-T0). Tot i així, sí que indiquen una tendència a l'augment de la flexió activa de genoll, tot i que no s'han valorat altres ítems del FMA-EI, com la flexió de genoll en sedestació o la sinèrgia flexora de tota l'extremitat inferior.

## **Força funcional d'extremitat inferior, mesurada amb el *5-Times Sit-to-Stand Test* (5TSTS)**

Un altre paràmetre que s'ha emprat per mesurar la mobilitat activa i la força funcional del membre inferior és el test de cronometrar el temps per aixecar-se i seure cinc vegades, *5-Times Sit-to-Stand Test* (5TSTS). L'entrenament del pas de la sedestació a la bipedestació millora la força muscular del membre inferior, el control de l'equilibri, la coordinació de la mobilitat entre el tren inferior i el tronc, i la marxa [502]. No obstant això, no s'ha observat una correlació entre el 5TSTS i la capacitat d'equilibri en persones amb ictus [503]. D'altra banda, l'estudi de validació dels 4MWT de Cabanas-Valdés et al. ha detectat una correlació moderada entre el 5TSTS i els tests de velocitat de la marxa 4MWT i 10MWT, probablement deguda a la presència d'hipertonia espàstica als flexors plantars [283].

A l'inici de la intervenció, un total de 21 participants (58% aproximadament) entre el grup experimental i el control, presentava una puntuació de 2 a la MAS. La manca de dorsiflexió de turmell podria limitar la generació de la força vertical requerida, per part del quàdriceps, per aixecar el pes del cos en el pas de la sedestació a la bipedestació [283]. Això reduiria l'eficiència en l'ús de la força disponible [504]. Addicionalment, hi ha paràmetres de la marxa, com la inèrcia, la trajectòria tridimensional o l'acceleració gravitacional, que no existeixen en el pas de la sedestació a la bipedestació i vice-versa [505]. També, segons un estudi de Zhang et al., el torc actiu de turmell depèn de l'angle de turmell i de tronc [506], el qual porta a deduir que el 5TSTS té una relació amb el nivell de dorsiflexió de turmell amb suport de pes. Per contra, Freire et al. defensen que l'espasticitat als gastrocnemis no influeix en l'activitat d'aixecar-se i seure i que, per tant, no influeix en el 5TSTS [507]. En el present estudi, s'han observat variacions en el 5TSTS després de la intervenció, tant en el grup experimental com en el control.

Per tant es dedueix una tendència a la millora de la força funcional del membre inferior més amb una sessió de TT i MF, i de MF sol. Tot i així, aquesta millora

no es produeix immediatament després en el grup experimental, però sí en el grup control, 30 minuts després de la intervenció en ambdós grups. Això podria ser degut a que els participants no van realitzar cap test de prova, i també a que necessiten un temps per reclutar el to muscular necessari per realitzar la prova de la manera més òptima.

### **Velocitat de la marxa, mesurada amb el *10-Meter Walk Test* (10MWT)**

Una altra variable que s'ha valorat, relativa a la mobilitat activa i a la funcionalitat del membre inferior amb hipertonía espàstica post-ictus, és la velocitat de la marxa, mesurada amb el 10MWT.

Aquest test ha estat amplament utilitzat amb pacients afectats per un o més ictus. Tot i que una revisió sistemàtica de Scrivener et al. ha detectat una sensibilitat variable del 10MWT [508] estudis posteriors han demostrat la seva fiabilitat i validesa, i és un test que resulta fàcil i ràpid d'administrar [436, 509, 510]. De fet, la *Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable* (SRRR) han recomanat el seu us estandarditzat en la valoració funcional d'extremitat inferior en persones amb ictus [511]. No obstant això, Ardestani et al. suggereixen que els paràmetres biomecànics de la marxa podrien estar relacionats amb la presència d'un observador [512]. És per això que proposen diferenciar entre la velocitat de la marxa i el nombre de passes diàries. En la present tesi doctoral s'han avaluat els efectes immediats de la TT amb el MF, per tant, no és aplicable la comptabilització de les passes diàries. Tampoc s'han valorat altres aspectes espai temporals de la marxa, ja que s'han tingut en compte altres aspectes relatius a la mobilitat activa. A més, s'ha trobat un estudi que indica una correlació significativa entre el 10MWT, realitzat tant a velocitat habitual com màxima, i la llargada del pas o el nombre de passes [435].

Pel que fa al procediment de cronometratge, s'ha aplicat un inici i finalització dinàmics, on els participants disposaven de dos metres d'acceleració dos de deceleració, de manera que es cronometrava el temps quan ja estaven caminant per la passarel·la. Alguns autors consideren que la velocitat és menor amb un inici estàtic, on es comptabilitza el temps quan el participant comença i

finalitza la caminada. També suggereixen que un inici dinàmic permet accelerar abans que es comenci a cronometrar, associant així l'inici dinàmic amb una velocitat 0,05-0,11 m/s major [513] que aplicant un inici estàtic [513, 514]. Paral·lelament, els pacients d'ictus podrien necessitar certa distància per establir la velocitat de la marxa, ja que podrien alentir l'acceleració del tronc per reduir el risc de caigudes [515]. Diversos autors apliquen dos metres d'acceleració i deceleració pel 10MWT, ja que els consideren suficients per persones que caminen a un ritme lent [284, 509, 516] i es fatiguen [516].

Els resultats obtinguts, a partir de la mesura del 10MWT, mostren una millora significativa de la velocitat de la marxa, tant en el grup experimental com en el grup control. No obstant això, un estudi de Taylor et al. suggereix que el 10MWT no prediu la velocitat de la marxa del dia a dia en persones que han obtingut una puntuació inferior a 0,8 m/s. Els participants del grup experimental van obtenir  $0,8 \pm 0,3$  m/s a T2, sense cap millora respecte de T0. Els participants del grup control van obtenir  $0,9 \pm 0,5$  m/s a T2, amb una millora de 0,1 m/s. Aquests resultats podrien, segons els autors citats, sobreestimar la velocitat de la marxa d'ambdós grups [517]. S'ha demostrat, però, que millores iguals o majors a 0,1 m/s son predictors de bona salut en adults d'edat avançada [518]. Resulta contradictori, doncs que aquesta millora immediata en la velocitat de la marxa s'hagi produït en el grup control, però no en l'experimental.

Per totes les raons exposades, no es pot concloure que una sessió de TT i MF, o de MF sol, exerceixi una millora immediata en la velocitat de la marxa, mesurada amb el 10MWT.

### **Velocitat de la marxa, mesurada amb el 4-Meter Walk Test (4MWT)**

Per tal d'aportar més informació sobre el paràmetre distància-temporal de la marxa, obtingut amb el 10MWT, s'ha aplicat el test de valoració de la marxa dels 4 metres, 4MWT. L'estudi de validació de Cabanas-Valdés et al. realitzat en la present tesi, ha detectat una excel·lent validesa i fiabilitat entre el 4MWT i el 10MWT, amb inici i finalització dinàmics i a un pas confortable, en persones

que han patit un ictus i es troben a la fase crònica de la malaltia [283]. El 4MWT i es pot realitzar en espais reduïts, el qual facilita la seva aplicació, tant en clínica com en els domicilis, on cada vegada es realitzen més avaluacions i tractaments, sobretot arran del la pandèmia per COVID-19. Paral·lelament, és important destacar que una distància més curta pot minimitzar els efectes d'una possible fatiga en pacients severament afectats d'ictus [515]. Pel que fa a la present tesi doctoral, ambdós tests (10MWT i 4MWT) s'han aplicat en espais diferents, precisament per una qüestió d'espai. El 4MWT s'ha aplicat a l'interior de la sala de valoració, on es realitzaven totes les altres mesures i el protocol de tractament. El 10MWT, en canvi, es va haver d'avaluar al passadís, ja que era l'àrea més propera que disposava de 14 metres seguits per caminar en línia recta.

El procediment de cronometratge que s'ha utilitzat ha estat el d'inici i finalització dinàmics, aplicant 1 metre d'acceleració i desacceleració . Amatachaya et al. no han detectat diferències significatives entre les distàncies de 10 metres i 4 metres, si s'estableix un espai d'acceleració i desacceleració en ambdós tests [513]. No obstant això, la mostra del seu estudi estava formada per persones sanes, ancianes i amb velocitat inferior a 0,8 m/s, sense participants amb ictus. Només s'ha trobat un estudi que utilitza el 4MWT, i un altre el 5MWT en ictus. En aquest últim els seus autors recomanen 1 m d'acceleració i 1 m de deceleració en el 5MWT en persones amb ictus que caminin a un ritme confortable [515].

Els resultats obtinguts, a partir de la mesura del 4MWT, no mostren cap millora significativa de la velocitat de la marxa, ni en el grup experimental ni en el grup control. Així doncs, no es pot concloure que una sessió de TT i MF, o de MF sol, exerceixi una millora immediata en la velocitat de la marxa, mesurada amb el 4MWT.

## **Efectes de la Tecarteràpia amb el Massatge Funcional en la mobilitat activa i la funcionalitat de l'extremitat inferior amb hipertonia espàstica post-ictus en fase crònica**

Integrant les dades significatives relatives a la mobilitat activa, s'ha detectat una millora en la dorsiflexió de turmell amb suport de pes amb una sessió de TT amb MF. També s'ha observat una millora, tot i que menys substancial, amb el MF sol. Pel que fa a la força funcional de l'extremitat inferior, s'ha observat una millora, tant amb la TT amb el MF com amb el MF sol.

Ja que no s'han trobat altres estudis sobre els efectes de la TT, juntament amb el MF, en la funcionalitat de persones amb hipertonia espàstica post-ictus, no ha estat possible comparar aquest estudi amb altres.

Picelli et al. van avaluar recentment els efectes de la diatèrmia d'ona curta en el peu equí espàstic de pacients amb ictus crònic, suggerint que aquesta teràpia podia millorar el to muscular i l'elasticitat dels gastrocnemis, a més del PROM de turmell [519]. Els resultats d'aquest estudi estan en línia amb els de la present tesi, ja que els dos mostren una millora en paràmetres relatius a la mobilitat passiva dels gastrocnemis. Picelli et al. van aplicar deu sessions de diatèrmia d'ona curta, durant dues setmanes seguides, en els gastrocnemis amb hipertonia espàstica post-ictus, obtenint millores que es va mantenir dues setmanes després de la intervenció. Per tant, considerant que en el present estudi s'ha aplicat una única sessió de TT amb MF, es pot suggerir que l'aplicació de més sessions també podria aconseguir millores en la mobilitat passiva, més mantingudes en el temps.

No obstant això, l'estudi de Picelli et al. no fa cap referència a la funcionalitat de turmell. En el present estudi, en canvi, sí s'ha detectat una millora de la dorsiflexió amb càrrega del grup experimental. Això podria estar relacionat amb la millora de l'elasticitat dels flexors plantars / tendó d'Aquil·les, i del PROM de dorsiflexió, suggerint que la TT amb el MF podria influir en l'alineació mecànica del turmell. Picelli et al. suggereixen que les millores del seu estudi podrien ser degudes a l'acció tèrmica i reològica de la diatèrmia d'ona curta en la hipertonia espàstica [519], efectes que també es podrien aconseguir amb la TT. En el

present estudi, però, també s'ha aplicat el MF de manera simultània. Per la seva banda, Park et al. han detectat una millora significativa en el PROM de dorsiflexió de turmell i en l'equilibri dinàmic, aplicant un protocol de teràpia manual i estirament en persones amb hipertonia espàstica post-ictus [470]. Aquí s'ha aplicat un treball manual similar al de Park et al., ja que el MF combina el massatge amb l'estirament passiu dinàmic. Per tant, relacionant els resultats de Picelli et al. i de Park et al. amb el present estudi, es pot suggerir que un tractament de més sessions de TT amb MF podria millorar la dorsiflexió amb càrrega en presència d'hipertonia espàstica post-ictus, i que aquestes millores es podrien mantenir en el temps.

Alguns autors indiquen que l'increment del to muscular pot conduir a l'adopció de postures anormals, com la deformitat en equinovarus [267,520]. En aquest estudi, els participants mostraven una limitació en la dorsiflexió activa de turmell a causa del trastorn sensoriomotor inherent al component neural de l'espasticitat, el qual pot influir en altres funcions motores, com les fases d'oscil·lació i de recolzament inicial de la marxa. De fet, s'han trobat estudis que han associat el deteriorament en el rang de dorsiflexió amb càrrega de turmell a una marxa més lenta i a una restricció de la mobilitat [286,507]. Freire et al. indiquen que reduir el nivell d'espasticitat dels flexors plantars per sota de la puntuació 2 (to pronunciat) en la MAS, podria ajudar a augmentar la velocitat de la marxa en persones amb ictus crònic [507]. En el present estudi, el percentatge de participants que havia rebut TT amb MF, amb puntuació 2 a la MAS, es va reduir en 38,9%, on també va augmentar la dorsiflexió amb càrrega en 4,3°. No obstant això, no s'han detectat millores significatives en la velocitat de la marxa, probablement degut a que s'ha realitzat una única sessió. S'ha de tenir en compte que els participants es trobaven a la fase crònica de l'ictus, etapa en la que es tendeix a reforçar i establir patrons posturals asimètrics de la marxa [521]. La postura asimètrica, així com la compensació amb el membre inferior menys afectat, poden ser conseqüència de l'alteració neurològica dels estímuls sensorials propis de la lesió per ictus [521, 522]. Aquesta alteració, que porta a la hiperreflèxia pròpia de l'espasticitat, també pot comportar

disfuncions biomecàniques per desús, amb la consegüent modificació de les propietats musculars [182]. D'altra banda, l'ALT es podria considerar com una mesura del PROM de dorsiflexió [523], ja que és el pes del propi cos el que porta el turmell a la dorsiflexió, amb el peu fixe al terra. Per tant, es dedueix que una única sessió de TT amb MF millora la dorsiflexió de turmell amb suport de pes, però no és suficient per mostrar canvis concloents en la marxa, ja que aquesta és una funció motora que requereix temps i una estratègia de rehabilitació perquè hi hagi millores [521, 524].

Els resultats del present estudi poden ser, però, rellevants per futures investigacions on s'apliquin tractaments de TT i MF més llargs en el temps, juntament amb un protocol d'exercicis actius de la musculatura dels dorsiflexors en persones amb hipertonia espàstica post-ictus [525]. La disminució de la hipertonia espàstica dels flexors plantars podria facilitar el treball dels dorsiflexors, el qual podria promoure una marxa més efectiva.

Estudis amb ultrasonografia han detectat un escurçament de la longitud i un augment de la rigidesa dels fascicles musculars en persones amb hipertonia espàstica post-ictus [424, 526]. Addicionalment, l'engruiximent focal del tendó d'Aquil·les i la desorganització de les fibres de col·lagen provoquen un augment de la rigidesa i una disminució de l'elasticitat del tendó [527]. Tots aquests fenòmens, associats a una disminució del rang de moviment, podrien comprometre les forces de transmissió per generar la suficient propulsió durant la marxa, disminuint també la seva velocitat [528]. Aquesta era la situació en la que es trobaven els participants del present estudi, amb una limitació en el rang de moviment del turmell més afectat i una velocitat de la marxa reduïda. Per tant, seguint en la línia d'afegir un treball actiu a l'aplicació de la TT amb MF, caminar cap enrere podria suposar una altra opció per millorar la dorsiflexió [525] i, per tant, millorar la marxa [529].

Pel que fa a la flexió activa de genoll, com s'ha comentat anteriorment, s'ha detectat una tendència a la millora (augment immediat d'un 13,1% de participants del grup experimental amb flexió de genoll > 90°, i d'un 3,6% 30 minuts després de la intervenció, mesurada amb el FMA-LE). Això podria tenir



un efecte en la recuperació funcional del membre inferior parètic. S'ha observat que una de les principals causes de la rigidesa de genoll en pacients amb hipertonia espàstica post-ictus és l'activació excessiva del recte femoral, especialment durant la marxa [530, 531]. Wang et al. suggereixen que, en pacients amb ictus, hi ha una disminució de la flexió de genoll per una coordinació muscular simplificada, doncs han observat una alteració de la magnitud i freqüència d'activació del recte femoral i els gastrocnemis [530]. El grup experimental del present estudi mostrava una millora immediata en la flexió passiva de genoll, mesurada amb la MAS quantitativa ( $p = 0,024$ ), canvis que no es van observar en el grup control ( $p = 1,000$ ). Cal recordar que el protocol de tractament incloïa un massatge de crida (fricció superficial) de 5 minuts, amb l'elèctrode resisitiu, a la zona de la musculatura isquiosural. Això pot haver contribuït a aquesta millora, possiblement per una millor activació del bíceps femoral [532], gràcies a l'acció conjunta del mode resistiu de la TT amb el massatge.

Addicionalment, la força funcional d'extremitat inferior, mesurada amb el 5TSTS, també va millorar, tant en el grup experimental com en el grup control. Per tant, una sessió de TT amb MF pot ajudar a disminuir, de manera immediata, la hipertonia espàstica de gastrocnemis i quàdriceps. Aquesta reducció, però, també podria facilitar el treball muscular i articular del genoll, si s'apliquessin més sessions i es programés un treball específic de rehabilitació del membre inferior. Segons Li et al., la capacitat d'aprenentatge motor es pot veure limitada per la hipertonia espàstica, doncs aquesta provoca hiperactivitat muscular i activació espontània de les neurones, activitats que no estan sota control voluntari [182]. No obstant això, alguns estudis han revelat que és possible fomentar la reparació cerebral i millorar la funció en etapes tardanes d'un ictus a través de diverses tècniques de rehabilitació [533]

És important destacar el cas d'una participant del grup control qui, després de la sessió, va experimentar més lleugeresa als flexors plantars, però certa inestabilitat durant la marxa. La MAS de dorsiflexió de turmell va ser de 1+ en les tres valoracions, però la goniometria de la MAS, el PROM i l'ALT van

augmentar immediatament després de la intervenció (5<sup>o</sup>, 1<sup>o</sup> i 3<sup>o</sup> respectivament). Tot i que es tracta d'un únic cas, aquests resultats posen de relleu, un cop més, els possibles beneficis del MF sol en la disminució de la hipertonia espàstica. També indiquen que, en algunes ocasions, com la que acabem de mencionar, un cert grau d'hipertonia espàstica podria afavorir la bipedestació i la marxa [534]. És per aquesta raó que es recomana individualitzar el tractament des de l'inici [535].

La capacitat de la TT per induir un efecte termo-terapèutic en els teixits profunds, sense incrementar en excés la temperatura superficial, fa que aquesta esdevingui una teràpia segura pel tractament de nombrosos trastorns múscul-esquelètics [413]. La TT tampoc genera calor excessiu entre l'elèctrode i la pell [410]. Les dosis aplicades en el present estudi es troben dintre d'un rang establert, segur per evitar dany als teixits [418, 536] i suficient per incrementar el flux sanguini i promoure la proliferació cel·lular [537]. Per tant, la TT també podria ser tolerable i segura en el tractament de la hipertonia espàstica post-ictus, doncs el trastorn sensoriomotor propi de l'espasticitat no suposaria un obstacle, pel que fa a l'augment de la temperatura de la pell i el teixit subcutani. Així ho han demostrat els participants del grup experimental, els quals es van mostrar satisfets amb la tècnica aplicada, i no hi va haver cap que abandonés l'estudi.

Finalment, sigui en l'etapa subaguda o crònica, l'aplicació de la TT amb el MF, juntament amb un protocol d'exercicis, podria anar integrada en un programa d'actuació multidisciplinar, el qual es recomana en el tractament de l'ictus [538]. Un ambient enriquit, on interaccionin una combinació d'estímulsp espacials, visuals, socials, físics i d'aprenentatge conformarien una unitat òptima que podria induir la plasticitat cerebral [533], facilitant la recuperació funcional de persones amb hipertonia espàstica post-ictus.

## **Estudi de validació de la prova de caminada de 4 metres (4MWT)**

L'estudi publicat sobre la validació del 4MWT ha indicat una excel·lent validesa i fiabilitat test-retest, a més d'una robusta correlació entre el 4MWT i el 10MWT, amb inici dinàmic i a pas confortable. Tot i que el 4MWT s'utilitza àmpliament en geriatria [539], només s'ha utilitzat ocasionalment en ictus [513]. Per tant, aquest és el primer estudi que ha validat el 4MWT en persones que han patit un ictus, es troben en la fase crònica i poden realitzar la marxa. D'altra banda, també s'ha avaluat la correlació dels dos tests amb el 5TSTS, i aquesta s'ha mostrat moderada.

S'ha realitzat un estudi observacional transversal, on s'ha avaluat la fiabilitat amb el coeficient de correlació intraclassa ( $ICC_{2,1}$ ), l'error estàndard de medició (SEM) i l'error mínim detectable (MDC-95%). La correlació entre el 4MWT i el 10MWT s'ha quantificat mitjançant l'anàlisi de Bland & Altman.

El valor  $ICC_{2,1}$  pel 4MWT va ser de 0,991 (0,983-0,996), que és similar a d'altres estudis on s'ha avaluat la seva fiabilitat en pacients geriàtrics [284], amb cirurgia a l'extremitat inferior [540] i amb malaltia pulmonar obstructiva crònica (MPOC) [541]. El valor SEM, important per garantir un grau baix d'error en les mesures inicials, va ser similar en el 4MWT i el 10MWT, de 0,032 i 0,036 respectivament, amb una diferència mínima de 0,004. Pel que fa al MDC-95%, la diferència entre els dos tests va ser de 0,01, resultats similars als de Peters et al., amb una diferència de 0,01 amb pacients geriàtrics sans [542]. D'altra banda, l'anàlisi Bland & Altman va mostrar una concordança de -0,05 m/sg de biaix ( $p = 0,039$ ) (límits de concordança de 0,20 a - 0,29 m/sg). Aquests resultats estan en línia amb els de Fernández-Huerta et al. [284], qui varen aplicar el mateix procediment que en la present tesi, però difereixen del de Peters et al. [542], on els participants eren més grans i el 10MWT es va aplicar amb 5m d'acceleració i desacceleració. Aquest augment en l'edat i en la distància caminada de l'estudi de Peters et al., podrien suposar també una major fatiga dels participants, el que explicaria la diferència de resultats amb els altres estudis.

Pel que fa al 5TSTS, els resultats van mostrar una correlació moderada amb el 10MWT ( $r = - 0.5600$ ,  $p < 0.001$ ). Aixecar-se i seure, i vice-versa requereix generar o sostenir la força vertical equivalent al pes del cos, i aquesta força és més eficient si es genera amb més velocitat [504]. La hipertonia espàstica als flexors plantars del turmell, present a la meitat dels participants, podria ser la causa de la dificultat per generar aquesta força necessària per aixecar-se i seure, degut a que la limitada dorsiflexió del turmell.

El 4MWT podria ser útil per mesurar la velocitat de la marxa, no només en l'àmbit clínic, sinó també a nivell domiciliari. També es podria utilitzar quan l'espai és reduït, si hi ha una dificultat severa per caminar o bé si els pacients no toleren el 10MWT a causa de la fatiga, la qual afecta molts pacients amb ictus [513]. És important destacar que la pandèmia per COVID-19 ha obligat a modificar diversos protocols d'ictus, sent aquesta una de les raons per les que moltes valoracions d'ictus es realitzen, cada vegada més, als domicilis dels pacients [543].

## **LIMITACIONS**

En primer lloc, l'aplicació d'una única sessió de TT en combinació simultània amb el MF, suposa un primer pas en la investigació dels seus possibles beneficis, i és necessària per garantir la seguretat de la tècnica sobre possibles efectes adversos. No obstant això, una única sessió no té repercussions sòlides per una aplicació clínica. Caldrien, doncs, més estudis, amb un major nombre de sessions setmanals, per tal de confirmar els beneficis de la TT amb el MF en la mobilitat passiva i les propietats viscoelàstiques dels flexors plantars i del quàdriceps amb ictus crònic. Per detectar canvis conclouents en la mobilitat activa i en la funcionalitat del membre inferior, s'hauria d'aplicar, addicionalment, un programa d'activitat física, o una altre tractament que impliqui un treball actiu del pacient amb ictus.

Tot i que es va realitzar un càlcul de la mostra, i la grandària era similar a la d'altres estudis, aquesta podria ser prou limitada com per extreure conclusions

concloents i significatives, per la qual cosa calen estudis amb mides mostrals més amples. Altrament, l'alta incidència d'ictus en edats avançades no es reflecteix en l'estudi, ja que és més difícil trobar possibles participants, especialment si s'han de desplaçar.

Tampoc s'han pogut valorar els efectes aïllats de la TT, tot i que la seva aplicació, en la modalitat presentada, sempre implica un cert nivell d'acció manual sobre la zona a tractar, per part del fisioterapeuta. Una altra limitació que s'ha trobat en l'estudi és la dificultat en aplicar el protocol de tractament en persones amb la mobilitat reduïda, ja que implicava alguns canvis posturals que dificultaven el seu confort i podien desencadenar reaccions espàstiques. Malgrat aquest inconvenient, l'enquesta posterior a les sessions mostra un nivell de satisfacció alt en un 50% dels participants del grup experimental, i d'un 33% en els del grup control, sense tenir en compte els resultats positius de l'estudi ja comentats, referents a la mobilitat passiva i a la funcionalitat.

Per tant, es podria considerar un canvi o adaptació del protocol de tractament en futurs estudis i aplicacions clíniques, que sigui més ajustat a la mobilitat dels pacients o participants.

Per últim, en aquesta tesi s'ha emprat la MAS com a variable per mesurar la hipertonia espàstica, ja que és una escala amplament utilitzada en pacients amb ictus, degut a la seva senzillesa i baix cost. Tot i així, és una escala amb les seves limitacions en recerca, ja que depèn de la valoració subjectiva de l'avaluador. D'altra banda, ja que la MAS mesura la hipertonia espàstica en repòs, i no s'han trobat sistemes per valorar la hipertonia espàstica en moviment, s'han afegit, en aquest estudi, altres variables relatives a la mobilitat activa i a la funcionalitat.

## 10. CONCLUSIONS

A continuació es presenten les conclusions derivades d'aquest treball, agrupades en tres àrees diferenciades. D'una banda, els efectes de la Tecarteràpia, en combinació amb el Massatge Funcional sobre la mobilitat passiva del turmell i del genoll amb hipertonia espàstica post-ictus en fase crònica, i de l'altra els seus efectes sobre la mobilitat activa i la funcionalitat del membre inferior. Per últim, es presenten les conclusions relatives a la validació del test de caminada de 4 metres, *4-Meter Walk Test* (4MWT).

1. La Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, produeix una disminució immediata del to muscular de gastrocnemis i quàdriceps amb hipertonia espàstica, en comparació amb el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, mesurat amb l'Escala d'Ashworth Modificada, en persones a la fase crònica de l'ictus.
2. La Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, produeix un augment immediat dels graus goniomètrics de l'Escala d'Ashworth Modificada en la flexió de maluc, flexió de genoll i dorsiflexió de turmell de l'extremitat inferior més afectada, en comparació amb el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, en persones a la fase crònica de l'ictus.
3. La Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, produeix un augment immediat del rang de moviment passiu de dorsiflexió de turmell amb hipertonia espàstica, en comparació amb el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, mesurat amb el *Clinometer SmartPhone Application*, en persones a la fase crònica de l'ictus.
4. La Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional, produeix una disminució immediata de la rigidesa del gastrocnemi medial amb hipertonia espàstica, en comparació amb el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, mesurat amb el dispositiu de miotonometria MyotonPro, en persones a la fase crònica de l'ictus.

5. La Tecarteràpia en combinació simultània amb el Massatge Funcional redueix, de manera immediata, el to muscular dels flexors plantars (gastrocnemis i tendó d'Aquil·les) i la rigidesa del gastrocnemi medial amb hipertonia espàstica, en comparació amb el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, en persones a la fase crònica de l'ictus. Aquests progressos comporten una millora immediata de la mobilitat passiva del turmell amb hipertonia espàstica post-ictus en fase crònica.
6. La Tecarteràpia, en combinació simultània amb el Massatge Funcional produeix un augment immediat de la dorsiflexió de turmell amb suport de pes, en comparació amb el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, mesurat amb l'*Ankle Lunge Test*, en persones a la fase crònica de l'ictus.
7. La Tecarteràpia, en combinació simultània amb el Massatge Funcional no exerceix canvis immediats en la flexió activa de genoll amb hipertonia espàstica, en comparació amb el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, mesurada amb l'escala Fugl-Meyer, en persones a la fase crònica de l'ictus.
8. La Tecarteràpia, en combinació simultània amb el Massatge Funcional, i el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, efectuen una millora de la força funcional de l'extremitat inferior, valorada amb el *5-Times Sit-to-Stand (5TSTS)*, en persones a la fase crònica de l'ictus.
9. La Tecarteràpia, en combinació simultània amb el Massatge Funcional no exerceix millores immediates en la velocitat de la marxa, mesurada amb el test de caminada de 10 metres, *10-Meter Walk Test (10MWT)*, en persones a la fase crònica de l'ictus.
10. La Tecarteràpia, en combinació simultània amb el Massatge Funcional no exerceix millores immediates en la velocitat de la marxa, mesurada amb el test de caminada de 4 metres, *4-Meter Walk Test (4MWT)* en persones a la fase crònica de l'ictus.



11. La Tecarteràpia, en combinació simultània amb el Massatge Funcional exerceix una millora immediata de la dorsiflexió activa de turmell amb suport de pes, i una millora de la força funcional d'extremitat inferior, en comparació amb el mateix protocol amb Tecarteràpia simulada, en persones a la fase crònica de l'ictus.
12. El test de caminada de 4 metres, *4-Meter Walk Test* (4MWT) té una excel·lent validesa i una robusta correlació amb el test de caminada de 10 metres, *10 Meter Walk Test* (10MWT).
13. La Tecarteràpia és una tècnica segura en persones a la fase crònica de l'ictus, ja que no s'han observat efectes adversos en aquest grup de població.

## LÍNIES DE FUTUR

Es considera que, en futurs estudis, caldria incorporar més sessions de Tecarteràpia, en combinació amb el Massatge Funcional, per tal de consolidar els resultats obtinguts i poder estudiar els seus efectes amb més profunditat. Un estudi amb un protocol d'intervenció, possiblement de quatre setmanes de durada, amb dues sessions setmanals, podria donar els resultats necessaris per poder aplicar aquest protocol en clínica, considerant que, en la fase crònica, també es poden obtenir millores. D'altra banda, per tal d'aprofitar els beneficis obtinguts amb la Tecarteràpia i el Massatge Funcional, fora d'interès aplicar un programa d'exercicis addicional per tal de potenciar les millores en la funcionalitat de l'extremitat inferior.

Tenint en compte que la neuroplasticitat és més present a la fase sub-aguda que en la fase crònica de l'ictus, permetent obtenir millores més substancials en la funcionalitat, es podria aplicar la Tecarteràpia amb el Massatge Funcional en la fase subaguda de l'ictus. Per últim, caldria que aquests estudis es realitzessin en una mostra més ampla.

## 11. BIBLIOGRAFIA

- [1] Harrison JE, Weber S, Jakob R, et al. ICD-11: an international classification of diseases for the twenty-first century. *BMC Med Inform Decis Mak* 2021; 21: 206.
- [2] Coupland AP, Thapar A, Qureshi MI, et al. The definition of stroke. *J R Soc Med* 2017; 110: 9–12.
- [3] Karenberg A. Historic review: select chapters of a history of stroke. *Neurol Res Pract* 2020; 2: 34.
- [4] Rose FC. The neurology of Ancient Greece — an overview. *J Hist Neurosci* 1994; 3: 237–260.
- [5] WHO MONICA Project Principal Invest. The world health organization monica project (monitoring trends and determinants in cardiovascular disease): A major international collaboration. *J Clin Epidemiol* 1988; 41: 105–114.
- [6] Salas Martínez NM, Lam Mosquera IE, Sornoza Moreira KM, et al. Evento Cerebrovascular Isquémico vs Hemorrágico. *RECIMUNDO* 2019; 3: 177–193.
- [7] Sacco RL, Kasner SE, Broderick JP, et al. An Updated Definition of Stroke for the 21st Century. *Stroke* 2013; 44: 2064–2089.
- [8] Alawieh A, Zhao J, Feng W. Factors affecting post-stroke motor recovery: Implications on neurotherapy after brain injury. *Behavioural Brain Research* 2018; 340: 94–101.
- [9] Johnson CO, Nguyen M, Roth GA, et al. Global, regional, and national burden of stroke, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Neurol* 2019; 18: 439–458.
- [10] Norrving B, Barrick J, Davalos A, et al. Action Plan for Stroke in Europe 2018–2030. *Eur Stroke J* 2018; 3: 309–336.
- [11] Blöchl M, Meissner S, Nestler S. Does depression after stroke negatively influence physical disability? A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *J Affect Disord* 2019; 247: 45–56.
- [12] Grupo de Estudio de Enfermedades Cerebrovasculares de la Sociedad Española de Neurología (SEN). Atlas del Ictus Cataluña 2019. Barcelona: Sociedad Española de Neurología (SEN); 2019. Disponible a: [https://www.sen.es/images/2020/atlas/Informes\\_comunidad/In. Atlas del Ictus Cataluña 2019. Barcelona: Sociedad Española de Neurología \(SEN\), https://www.sen.es/images/2020/atlas/Informes\\_comunidad/Informe\\_ICTUS\\_Cataluna.pdf](https://www.sen.es/images/2020/atlas/Informes_comunidad/In. Atlas del Ictus Cataluña 2019. Barcelona: Sociedad Española de Neurología (SEN), https://www.sen.es/images/2020/atlas/Informes_comunidad/Informe_ICTUS_Cataluna.pdf).
- [13] Crichton SL, Bray BD, McKevitt C, et al. Patient outcomes up to 15 years after stroke: survival, disability, quality of life, cognition and mental health. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2016; 87: 1091–1098.

- [14] Mogollón, G.J, Siabato-Macias, E. Revisión sobre el Estado Actual de la Calidad de Vida en Personas Sobrevivientes a Ictus. *Revista Interamericana de Psicología/Interamerican Journal of Psychology* 54.3 (2020): e992-e992.
- [15] Duran Heras MA. Informe sobre el impacto social de los enfermos dependientes por ictus. Informe SEDIC 2004. 2005. *Informe SEDIC 2004*, <http://hdl.handle.net/10261/100684> (2005).
- [16] Servicio Canario de Salud. Protocolo de diagnóstico del deterioro cognitivo 2019. Gobcan.org. [consultado 30 abril, 2020]. Disponible en: <https://n9.cl/vbcgj>.
- [17] Wassenius C, Claesson L, Blomstrand C, et al. Integrating consequences of stroke into everyday life – Experiences from a long-term perspective. *Scand J Occup Ther* 2022; 29: 126–138.
- [18] Palstam A, Sjödin A, Sunnerhagen KS. Participation and autonomy five years after stroke: A longitudinal observational study. *PLoS One* 2019; 14: e0219513.
- [19] Lu Q, Mårtensson J, Zhao Y, et al. Living on the edge: Family caregivers' experiences of caring for post-stroke family members in China: A qualitative study. *Int J Nurs Stud* 2019; 94: 1–8.
- [20] Stinear CM, Lang CE, Zeiler S, et al. Advances and challenges in stroke rehabilitation. *Lancet Neurol* 2020; 19: 348–360.
- [21] Instituto Nacional de Estadística. Defunciones según la causa de muerte. Año 2018. [Internet]. [citad 21 de gener de 2023]. Disponible a: [https://www.ine.es/prensa/edcm\\_2018.pdf](https://www.ine.es/prensa/edcm_2018.pdf).
- [22] Benjamin EJ, Blaha MJ, Chiuve SE, et al. Heart Disease and Stroke Statistics—2017 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*; 135. Epub ahead of print 7 March 2017. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000485.
- [23] Oliva-Moreno J, Aranda-Reneo I, Vilaplana-Prieto C, et al. Economic valuation of informal care in cerebrovascular accident survivors in Spain. *BMC Health Serv Res* 2013; 13: 508.
- [24] Norrving B, Barrick J, Davalos A, et al. Action Plan for Stroke in Europe 2018–2030. *Eur Stroke J* 2018; 3: 309–336.
- [25] Simal-Hernández Patricia, Guiu-Guia Jorge Matías, Hernández-Meléndez Teresa A-APilar. Logros y retos en la atención del ictus en España: desde la estrategia del sistema nacional de salud al plan de acción europeo 2018-2030. *Rev Esp Salud Pública*, [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272021000100197&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272021000100197&lng=es). Epub 04-Jul-2022 (2021).
- [26] Feigin VL, Stark BA, Johnson CO, et al. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Neurol* 2021; 20: 795–820.

- [27] Truelsen T, Piechowski-Jozwiak B, Bonita R, et al. Stroke incidence and prevalence in Europe: a review of available data. *Eur J Neurol* 2006; 13: 581–598.
- [28] Krishnamurthi R V., Ikeda T, Feigin VL. Global, Regional and Country-Specific Burden of Ischaemic Stroke, Intracerebral Haemorrhage and Subarachnoid Haemorrhage: A Systematic Analysis of the Global Burden of Disease Study 2017. *Neuroepidemiology* 2020; 54: 171–179.
- [29] Kyu HH, Abate D, Abate KH, et al. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 359 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet* 2018; 392: 1859–1922.
- [30] Mesa-Barrera, Y., Hernández-Rodríguez, T., Parada-Barroso Y. Factores determinantes de la calidad de vida en pacientes sobrevivientes a un ictus. *Rev haban cienc méd* [Internet]. 2017 Oct [citado 2023 Abr 27]; 16( 5 ): 735-750. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-519X20170005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X20170005). *Rev haban cienc méd* 2017; 16: 735–750.
- [31] Lanan F, Seron P. Facing the stroke burden worldwide. *Lancet Glob Health* 2021; 9: e235–e236.
- [32] Syahrul S, Maliga HA, Ilmawan M, et al. Hemorrhagic and ischemic stroke in patients with coronavirus disease 2019: incidence, risk factors, and pathogenesis - a systematic review and meta-analysis. *F1000Res* 2021; 10: 34.
- [33] Katsanos AH, Palaiodimou L, Zand R, et al. The Impact of SARS-CoV-2 on Stroke Epidemiology and Care: A Meta-Analysis. *Ann Neurol* 2021; 89: 380–388.
- [34] Donkor ES. Stroke in the 21<sup>st</sup> Century: A Snapshot of the Bur. *Stroke Res Treat* 2018; 2018: 1–10.
- [35] Sánchez-Larsen Á, García-García J, Ayo-Martín O, et al. ¿Se ha producido un cambio en la etiología del ictus isquémico en las últimas décadas? Análisis y comparación de una base de datos de ictus actual frente a las históricas. *Neurología* 2018; 33: 369–377.
- [36] Johnson W, Onuma O, Owolabi M, et al. Stroke: a global response is needed. *Bull World Health Organ* 2016; 94: 634-634A.
- [37] Venketasubramanian N, Yoon BW, Pandian J, et al. Stroke Epidemiology in South, East, and South-East Asia: A Review. *J Stroke* 2017; 19: 286–294.

- [38] Sidney S, Go AS, Jaffe MG, et al. Association Between Aging of the US Population and Heart Disease Mortality From 2011 to 2017. *JAMA Cardiol* 2019; 4: 1280.
- [39] Virani SS, Alonso A, Benjamin EJ, et al. Heart Disease and Stroke Statistics—2020 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*; 141. Epub ahead of print 3 March 2020. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000757.
- [40] Wilkins E, Wilson L, Wickramasinghe K, Bhatnagar P, Leal J L-FR et al. Wilkins E, Wilson L, Wickramasinghe K, Bhatnagar P, Leal J, Luengo-Fernandez R et al. European Cardiovascular Disease Statistics 2017. Brussels: European Heart Network, 2017.
- [41] Salvat-Plana M, Pérez de la Ossa N, Cortes J, Ayesta M GG. *Pla director de les malalties vasculars cerebrals. 5è Audit clínic de l'ictus. Catalunya 2018/2019.*, [https://canalsalut.gencat.cat/web/.content/\\_A-Z/l/ictus/prof/documents/arxiu/5e-audit-ictus.pdf](https://canalsalut.gencat.cat/web/.content/_A-Z/l/ictus/prof/documents/arxiu/5e-audit-ictus.pdf) (2021).
- [42] Siow I, Lee KS, Zhang JJY, et al. Stroke as a Neurological Complication of COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis of Incidence, Outcomes and Predictors. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 2021; 30: 105549.
- [43] Soto, A., et al. 'Prevalence and incidence of ictus in Europe: systematic review and meta-analysis.' *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*. 2021.
- [44] Kim J, Thayabaranathan T, Donnan GA, et al. Global Stroke Statistics 2019. *International Journal of Stroke* 2020; 15: 819–838.
- [45] Wafa HA, Wolfe CDA, Emmett E, et al. Burden of Stroke in Europe. *Stroke* 2020; 51: 2418–2427.
- [46] King D, Wittenberg R, Patel A, et al. The future incidence, prevalence and costs of stroke in the UK. *Age Ageing* 2020; 49: 277–282.
- [47] Brea A, Laclaustra M, Martorell E, et al. Epidemiología de la enfermedad vascular cerebral en España. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis* 2013; 25: 211–217.
- [48] Díaz-Guzmán J, Egido J-A, Gabriel-Sánchez R, et al. Stroke and Transient Ischemic Attack Incidence Rate in Spain: The IBERICTUS Study. *Cerebrovascular Diseases* 2012; 34: 272–281.
- [49] Simal-Hernández, Patricia, et al. 'Logros y retos en la atención del ictus en España: desde la estrategia del sistema nacional de salud al plan de acción europeo 2018-2030.' *Revista Española de Salud Pública* 95 (2021).
- [50] Stevens E, Emmett E, Wang Y, McKeivitt C WCD. The burden of stroke in Europe,

[http://www.strokeeurope.eu/downloads/The\\_Burden\\_of\\_Stroke\\_in\\_Europe\\_Report](http://www.strokeeurope.eu/downloads/The_Burden_of_Stroke_in_Europe_Report) (2017).

- [51] Kamalakannan S, Gudlavalleti Aashrai S V., Gudlavalleti Venkata SM, et al. Incidence & prevalence of stroke in India: A systematic review. *Indian Journal of Medical Research* 2017; 146: 175.
- [52] Turana Y, Tenglawan J, Chia YC, et al. Hypertension and stroke in Asia: A comprehensive review from HOPE Asia. *The Journal of Clinical Hypertension* 2021; 23: 513–521.
- [53] El Atlas del Ictus en España. 2019. Disponible a: [https://www.sen.es/images/2020/atlas/Atlas\\_del\\_Ictus\\_de\\_Espana\\_version\\_web.pdf](https://www.sen.es/images/2020/atlas/Atlas_del_Ictus_de_Espana_version_web.pdf). [Consultat 20 de Setembre de 2022].
- [54] Díez-Tejedor E, Del Brutto O, Álvarez-Sabín J, Muñoz, M, & Abiusi G. Clasificación de las enfermedades cerebrovasculares. Sociedad Iberoamericana de Enfermedades Cerebrovasculares. *REV NEUROL*. 2001; 33(5): 455-64. .
- [55] Ropper A, Samuels M, & Klein J. Adams And Victor's Principles Of Neurology [Internet]. 10 edition. New York: McGraw Hill Education; 2014 [citado 2018 Jun 4]. 1664 p. Disponible en: <https://www.amazon.in/Adams-Victors-Principles-Neurology-Ropper/dp/00717>.
- [56] Gautam A, Raman B. Towards effective classification of brain hemorrhagic and ischemic stroke using CNN. *Biomed Signal Process Control* 2021; 63: 102178.
- [57] Díez-Tejedor E, del Brutto O, Alvarez Sabín J, et al. [Classification of the cerebrovascular diseases. Iberoamerican Cerebrovascular diseases Society]. *Rev Neurol* 2001; 33: 455–64.
- [58] Gonzales Piña R, Landinez Martinez DA. Epidemiología, etiología y clasificación de la enfermedad vascular cerebral. *Archivos de Medicina (Manizales)* 2016; 16: 495–507.
- [59] Vamsi V, Tekwani V, Ushakiranmayi V, et al. Resultados del tratamiento del ictus isquémico con y sin administración de terapia trombolítica: un estudio comparativo. *Revista Científica Ciencia Medica* 2018; 21: 30–39.
- [60] Kidwell CS, Warach S. Acute Ischemic Cerebrovascular Syndrome. *Stroke* 2003; 34: 2995–2998.
- [61] Ji Y. Chong, MD, Weill Cornell Medical College, accidentes isquémicos transitorios (AIT) [Internet] jul. 2020 [citado 23 de Noviembre 2021], disponible en: <https://www.msmanuals.com/es-es/hogar/enfermedades-cerebrales,-medulares-y-nerviosas/accidente-ce>.
- [62] Hachinski V, Donnan GA, Gorelick PB, et al. Stroke: Working Toward a Prioritized World Agenda. *Stroke* 2010; 41: 1084–1099.

- [63] Gutiérrez-Zúñiga, R., B. Fuentes, and E. Díez-Tejedor. 'Ictus isquémico. Infarto cerebral y ataque isquémico transitorio.' *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado* 12.70 (2019): 4085-4096.
- [64] Redacción médica, ataque isquémico transitorio [Internet] 2004-2021 [citado 21 de diciembre 2022], disponible en: <https://www.redaccionmedica.com/recursos-salud/diccionario-enfermedades/ataque-isquemico-transitorio>.
- [65] Amarenco P. Transient Ischemic Attack. *New England Journal of Medicine* 2020; 382: 1933–1941.
- [66] The National Institute of Neurolo. Recombinant Tissue Plasminogen Activator for Minor Strokes: The National Institute of Neurological Disorders and Stroke rt-PA Stroke Study Experience. *Ann Emerg Med* 2005; 46: 243–252.
- [67] Foschi M, Pavolucci L, Rondelli F, et al. Prospective observational cohort study of early recurrent TIA. *Neurology* 2020; 95: e1733–e1744.
- [68] English C, Manns PJ, Tucak C, et al. Physical Activity and Sedentary Behaviors in People With Stroke Living in the Community: A Systematic Review. *Phys Ther* 2014; 94: 185–196.
- [69] Comité ad hoc del Grupo de Estudio de Enfermedades Cerebrovasculares de la Sociedad Española de Neurología. *Guía para el diagnóstico y tratamiento del ictus. Guías oficiales de la Sociedad Española de Neurología*. 2006.
- [70] Chen P, Gao S, Wang Y, et al. Classifying Ischemic Stroke, from TOAST to CISS. *CNS Neurosci Ther* 2012; 18: 452–456.
- [71] Alvarez Sabin J, Codina-Puiggros A. Encefalopatía hipóxico-isquémica. Tratado de Neurología. In: Editorial libro del año, editor.; 1994. p. 494-495.
- [72] Arboix A, Díaz J, Pérez-Sempere A A-SJ. Ictus: tipos etiológicos y criterios diagnósticos. *Neurología (Barc, Ed impr)* 2002; 17: 3–12.
- [73] Ortiz-Prado, Esteban, et al. 'Oxigenación y flujo sanguíneo cerebral, revisión comprensiva de la literatura.' *Revista Ecuatoriana de Neurología* 27.1 (2018): 80-89.
- [74] MA. D-S. Como se fundamenta la neurorrehabilitación desde el punto de vista de la neuroplasticidad. *Arch Neurocién* 2011; 16: 216–222.
- [75] Adams HP, Bendixen BH, Kappelle LJ, et al. Classification of subtype of acute ischemic stroke. Definitions for use in a multicenter clinical trial. TOAST. Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment. *Stroke* 1993; 24: 35–41.
- [76] Depuydt S, Sarov M, Vandendries C, et al. Significance of acute multiple infarcts in multiple cerebral circulations on initial diffusion weighted imaging in stroke patients. *J Neurol Sci* 2014; 337: 151–155.



- [77] Pujadas Capmany R, Oliveras Ibanez M, Jane Pesquer X. Complex Atheromatosis of the Aortic Arch in Cerebral Infarction. *Curr Cardiol Rev* 2010; 6: 184–193.
- [78] Chung J, Park SH, Kim N, et al. Trial of ORG 10172 in Acute Stroke Treatment (TOAST) Classification and Vascular Territory of Ischemic Stroke Lesions Diagnosed by Diffusion-Weighted Imaging. *J Am Heart Assoc*; 3. Epub ahead of print 15 August 2014. DOI: 10.1161/JAHA.114.001119.
- [79] Ay H, Furie KL, Singhal A, et al. An evidence-based causative classification system for acute ischemic stroke. *Ann Neurol* 2005; 58: 688–697.
- [80] Knight-Greenfield A, Nario JJQ, Gupta A. Causes of Acute Stroke. *Radiol Clin North Am* 2019; 57: 1093–1108.
- [81] Saver JL. Cryptogenic Stroke. *New England Journal of Medicine* 2016; 374: 2065–2074.
- [82] Guzmán-Valdivieso C. Foramen oval permeable e ictus criptogénico. *Revista Uruguay de Cardiología*; 34. Epub ahead of print 1 July 2019. DOI: 10.29277/cardio.34.2.11.
- [83] Fonseca AC, Ferro JM. Cryptogenic stroke. *Eur J Neurol* 2015; 22: 618–623.
- [84] Hakimi R, Garg A. Imaging of Hemorrhagic Stroke. *CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology* 2016; 22: 1424–1450.
- [85] Sieira PI, Esparragosa I, Valentí R, et al. Enfermedades cerebrovasculares. Hemorragia cerebral. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado* 2019; 12: 4075–4084.
- [86] Bogousslavsky J, Van Melle G, Regli F. The Lausanne Stroke Registry: analysis of 1,000 consecutive patients with first stroke. *Stroke* 1988; 19: 1083–1092.
- [87] Davis SM, Broderick J, Hennerici M, et al. Hematoma growth is a determinant of mortality and poor outcome after intracerebral hemorrhage. *Neurology* 2006; 66: 1175–1181.
- [88] Hemphill JC, Greenberg SM, Anderson CS, et al. Guidelines for the Management of Spontaneous Intracerebral Hemorrhage. *Stroke* 2015; 46: 2032–2060.
- [89] Ortega Zufiría JM, Choque Cuba B, Sierra Rodríguez M, et al. Diagnóstico y tratamiento quirúrgico versus embolizador de la hemorragia subaracnoidea aneurismática. *Neurología Argentina* 2020; 12: 223–232.
- [90] Maldonado FM, García GR RET. Comportamiento de la hemorragia subaracnoidea en la Unidad de Adultos Área de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín. *Cambios rev méd* 2018; 17: 40–45.

- [91] SNC - Soporte neurocrítico. De la urgencia a la terapia intensiva - Editorial Medica Distribuna, <https://libreriamedica.com/cuidados-intensivos/52-SNC-Soporte-neurocritico-De-la-urgencia-a-la-terapia-intensiva.html>.
- [92] Henares, M. Antonia González. Hemorragia intracerebral en los pacientes crónicos complejos: epidemiología, factores pronósticos, y evitabilidad. Diss. Universidad Miguel Hernández, 2021.
- [93] Plan Director de la Enfermedad Vascul ar Cerebral en Cataluña. Guía de Práctica Clínica del ictus. 2ª ed. Barcelona: Agencia de Evaluación de Tecnología e Investigación Médicas. Barcelona; 2007.
- [94] Pérez de la Ossa-Herrero N. [Early access to stroke referral centres offers clinical benefits: the stroke code]. *Rev Neurol*; 47: 427–33.
- [95] Kjellström T, Norrving B, Shatchkute A. Helsingborg Declaration 2006 on European Stroke Strategies. *Cerebrovascular Diseases* 2007; 23: 229–241.
- [96] Leal JS. Protocolo de diagnóstico y atención del ictus en urgencias. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado* 2019; 12: 4124–4129.
- [97] Barlinn J, Gerber J, Barlinn K, et al. Acute endovascular treatment delivery to ischemic stroke patients transferred within a telestroke network: a retrospective observational study. *International Journal of Stroke* 2017; 12: 502–509.
- [98] Herpich F, Rincon F. Management of Acute Ischemic Stroke. *Crit Care Med* 2020; 48: 1654–1663.
- [99] PLAN DE ATENCION A LOS PACIENTES CON ICTUS [Internet]. Dirección General de Proceso Integrado de Salud Servicio Madrileño de Salud. Consejería de Sanidad. COMUNIDAD DE MADRID; 2021. Disponible en: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM050314.pdf>.
- [100] Kilkenny MF, Purvis T, Werner M, et al. Improving stroke knowledge through a 'volunteer-led' community education program in Australia. *Prev Med (Baltim)* 2016; 86: 1–5.
- [101] Laxe S. El ictus en las mujeres. *Sobre Ruedas* 2018; 98: 22–25.
- [102] Yew KS, Cheng EM. Diagnosis of acute stroke. *Am Fam Physician* 2015; 91: 528–36.
- [103] Wang L, Song Q, Wang C, et al. Neutrophil to lymphocyte ratio predicts poor outcomes after acute ischemic stroke: A cohort study and systematic review. *J Neurol Sci* 2019; 406: 116445.
- [104] Marta-Enguita J, Rubio-Baines I, Aymerich N, et al. Análisis del valor pronóstico de la analítica urgente en el ictus isquémico. *Neurología*. Epub ahead of print June 2022. DOI: 10.1016/j.nrl.2022.03.004.

- [105] Castillo AMMI. Ictus hemorrágico: monitorización de 24 horas de la presión arterial y su valor pronóstico sobre dependencia y mortalidad. Diss. Universidad Complutense de Madrid, 2011. *Diss Universidad Complutense de Madrid*.
- [106] Rigau Comas D, Álvarez-Sabin J, Gil Núñez A, et al. Guía de práctica clínica sobre prevención primaria y secundaria del ictus. *Med Clin (Barc)* 2009; 133: 754–762.
- [107] Piloto CA, Suarez RB, Belaunde CA et al. La enfermedad cerebrovascular y sus factores de riesgo. *Rev Cub Med Mil* ; 49.
- [108] Meza-Miranda ER, Romero-Espínola NR, Báez Ortiz EA. Factores de riesgo modificables de enfermedad cerebrovascular en pacientes que han sufrido un ictus. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo* 2021; 4: 24–31.
- [109] Ovbiagele B, Nguyen-Huynh MN. Stroke Epidemiology: Advancing Our Understanding of Disease Mechanism and Therapy. *Neurotherapeutics* 2011; 8: 319–329.
- [110] Ritzel RM, Lai Y-J, Crapser JD, et al. Aging alters the immunological response to ischemic stroke. *Acta Neuropathol* 2018; 136: 89–110.
- [111] Martínez-Villa, E., Irimia P. Factores de riesgo del ictus. *An Sist Sanit Navar* 2000; 23: 25–31.
- [112] Demel SL, Kittner S, Ley SH, et al. Stroke Risk Factors Unique to Women. *Stroke* 2018; 49: 518–523.
- [113] Ornello R, Canonico M, Merki-Feld GS, et al. Migraine, low-dose combined hormonal contraceptives, and ischemic stroke in young women: a systematic review and suggestions for future research. *Expert Rev Neurother* 2020; 20: 313–317.
- [114] Balcerek MI, Nolan BJ, Brownhill A, et al. Feminizing Hormone Therapy Prescription Patterns and Cardiovascular Risk Factors in Aging Transgender Individuals in Australia. *Front Endocrinol (Lausanne)*; 12. Epub ahead of print 13 July 2021. DOI: 10.3389/fendo.2021.667403.
- [115] Chauhan G, Debette S. Genetic Risk Factors for Ischemic and Hemorrhagic Stroke. *Curr Cardiol Rep* 2016; 18: 124.
- [116] Hassan A. Genetics and ischaemic stroke. *Brain* 2000; 123: 1784–1812.
- [117] Abellán Alemán J, Ruilope Urioste LM, Leal Hernández M, et al. Control de los factores de riesgo cardiovascular en pacientes con ictus atendidos en Atención Primaria en España. Estudio ICTUSCARE. *Med Clin (Barc)* 2011; 136: 329–335.
- [118] O'Donnell M, Xavier D, Diener C, et al. Rationale and Design of INTERSTROKE: A Global Case-Control Study of Risk Factors for Stroke. *Neuroepidemiology* 2010; 35: 36–44.

- [119] Ebrahim S, Beswick A, Burke M, et al. Multiple risk factor interventions for primary prevention of coronary heart disease. In: Ebrahim S (ed) *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. Epub ahead of print 18 October 2006. DOI: 10.1002/14651858.CD001561.pub2.
- [120] Rashid P, Leonardi-Bee J, Bath P. Blood Pressure Reduction and Secondary Prevention of Stroke and Other Vascular Events. *Stroke* 2003; 34: 2741–2748.
- [121] Zhang H, Thijs L, Staessen JA. Blood Pressure Lowering for Primary and Secondary Prevention of Stroke. *Hypertension* 2006; 48: 187–195.
- [122] Chen R, Ovbiagele B, Feng W. Diabetes and Stroke: Epidemiology, Pathophysiology, Pharmaceuticals and Outcomes. *Am J Med Sci* 2016; 351: 380–386.
- [123] Olamoyegun MA, Akinlade AT, Fawale BM, et al. Dyslipidaemia as a risk factor in the occurrence of stroke in Nigeria: prevalence and patterns. *Pan African Medical Journal*; 25. Epub ahead of print 2016. DOI: 10.11604/pamj.2016.25.72.6496.
- [124] Ji R, Liu G, Shen H, et al. Persistence of secondary prevention medications after acute ischemic stroke or transient ischemic attack in Chinese population: data from China National Stroke Registry. *Neurol Res* 2013; 35: 29–36.
- [125] Wang C-J, Wang Y-L, Li Z-X, et al. The Management of LDL Cholesterol and Predictors of Goal Achievement in Stroke Patients in China: A Cross-Sectional Study. *CNS Neurosci Ther* 2016; 22: 577–583.
- [126] Vicente VS, Cabral NL, Nagel V, et al. Prevalence of obesity among stroke patients in five Brazilian cities: a cross-sectional study. *Arq Neuropsiquiatr* 2018; 76: 367–372.
- [127] Sacks FM, Svetkey LP, Vollmer WM, et al. Effects on Blood Pressure of Reduced Dietary Sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) Diet. *New England Journal of Medicine* 2001; 344: 3–10.
- [128] García Pastor A, López-Cancio Martínez E, Rodríguez-Yáñez M, et al. Recommendations of the Spanish Society of Neurology for the prevention of stroke. Interventions on lifestyle and air pollution. *Neurología (English Edition)*. Epub ahead of print March 2021. DOI: 10.1016/j.nrleng.2020.05.020.
- [129] Warburton DER, Bredin SSD. Health benefits of physical activity. *Curr Opin Cardiol* 2017; 32: 541–556.
- [130] Kleindorfer DO, Towfighi A, Chaturvedi S, et al. 2021 Guideline for the Prevention of Stroke in Patients With Stroke and Transient Ischemic Attack: A Guideline From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*; 52. Epub ahead of print July 2021. DOI: 10.1161/STR.0000000000000375.

- [131] O'Donnell MJ, Chin SL, Rangarajan S, et al. Global and regional effects of potentially modifiable risk factors associated with acute stroke in 32 countries (INTERSTROKE): a case-control study. *The Lancet* 2016; 388: 761–775.
- [132] O'Donnell MJ, Xavier D, Liu L, et al. Risk factors for ischaemic and intracerebral haemorrhagic stroke in 22 countries (the INTERSTROKE study): a case-control study. *The Lancet* 2010; 376: 112–123.
- [133] Saunders DH, Sanderson M, Hayes S, et al. Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Epub ahead of print 24 March 2016. DOI: 10.1002/14651858.CD003316.pub6.
- [134] Ivey FM. Task-oriented treadmill exercise training in chronic hemiparetic stroke. *The Journal of Rehabilitation Research and Development* 2008; 45: 249–260.
- [135] La enfermedad cerebrovascular y sus factores de riesgo | Piloto Cruz | Revista Cubana de Medicina Militar, <http://www.revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/568>.
- [136] García-Núñez C, Sáez J, García-Núñez JM, et al. [Passive smoking as a cerebrovascular risk factor]. *Rev Neurol*; 45: 577–81.
- [137] Roerecke M, Kaczorowski J, Tobe SW, et al. The effect of a reduction in alcohol consumption on blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Public Health* 2017; 2: e108–e120.
- [138] Cánovas Vergé D. Guia ictus Corporació Sanitaria Parc Tauli. 2011.
- [139] Loukianov. MM, Yakushin SS, Martsevich SYU, et al. Cardiovascular diseases and drug treatment in patients with the history of cerebral stroke: Data of the outpatient registry REGION. *Ration Pharmacother Cardiol* 2018; 14: 879–886.
- [140] Loukianov M. Cardiovascular treatment and prevention of stroke: The problem of cross-disciplinary interaction. *Eur J Prev Cardiol* 2020; 27: 679–681.
- [141] Avellaneda-Gómez C, Roquer J, Vivanco-Hidalgo R. Reconocimiento de la contaminación atmosférica como factor de riesgo de ictus en las guías de práctica clínica para las enfermedades cerebrovasculares: revisión de la literatura. *Neurología* 2021; 36: 480–483.
- [142] Dar T, Radfar A, Abohashem S, et al. Psychosocial Stress and Cardiovascular Disease. *Curr Treat Options Cardiovasc Med* 2019; 21: 23.
- [143] Smyth A, O'Donnell M, Hankey GJ, et al. Anger or emotional upset and heavy physical exertion as triggers of stroke: the INTERSTROKE study. *Eur Heart J* 2022; 43: 202–209.
- [144] Wegener S. Triggers of stroke: anger, emotional upset, and heavy physical exertion. New insights from the INTERSTROKE study. *Eur Heart J* 2022; 43: 210–212.

- [145] Hinwood M, Ilicic M, Gyawali P, et al. Exploration of stress management interventions to address psychological stress in stroke survivors: a protocol for a scoping review. *BMJ Open* 2020; 10: e035592.
- [146] Instituto Nacional de Estadística. (2012). Defunciones según la causa de muerte. Madrid: Instituto Nacional de Estadística. Recuperado de: <http://www.ine.es/prensa/np830.pdf>.
- [147] Hofstad H, Naess H, Gjelsvik BEB, et al. Subjective health complaints predict functional outcome six months after stroke. *Acta Neurol Scand* 2017; 135: 161–169.
- [148] Khot SP, Morgenstern LB. Sleep and Stroke. *Stroke* 2019; 50: 1612–1617.
- [149] Zhou L, Yu K, Yang L, et al. Sleep duration, midday napping, and sleep quality and incident stroke. *Neurology* 2020; 94: e345–e356.
- [150] Ji A, Lou H, Lou P, et al. Interactive effect of sleep duration and sleep quality on risk of stroke: An 8-year follow-up study in China. *Sci Rep* 2020; 10: 8690.
- [151] Cinza Sanjurjo S, Prieto Díaz MÁ, Llisterri Caro JL, et al. Características basales y manejo clínico de los primeros 3.000 pacientes incluidos en el estudio IBERICAN (Identificación de la población española de riesgo cardiovascular y renal). *SEMERGEN - Medicina de Familia* 2017; 43: 493–500.
- [152] Boot E, Ekker MS, Putaala J, et al. Ischaemic stroke in young adults: a global perspective. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2020; 91: 411–417.
- [153] Estrategia de Ictus Sistema Nacional de Salud. Disponible a: [https://www.sanidad.gob.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/docs/Estrategia\\_en\\_Ictus.Accesible.pdf](https://www.sanidad.gob.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/docs/Estrategia_en_Ictus.Accesible.pdf) (Consultat el 5 de Desembre de 2022).
- [154] Markus HS, Brainin M. COVID-19 and stroke—A global World Stroke Organization perspective. *International Journal of Stroke* 2020; 15: 361–364.
- [155] Nannoni S, de Groot R, Bell S, et al. Stroke in COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Stroke* 2021; 16: 137–149.
- [156] Béjot Y, Reis J, Giroud M, et al. A review of epidemiological research on stroke and dementia and exposure to air pollution. *International Journal of Stroke* 2018; 13: 687–695.
- [157] Siegler JE, Abdalkader M, Michel P, et al. Therapeutic Trends of Cerebrovascular Disease during the COVID-19 Pandemic and Future Perspectives. *J Stroke* 2022; 24: 179–188.
- [158] Haki C, Deniz O. The impact of home quarantine during COVID-19 lockdown on neurological hospitalizations, in-hospital mortality, and acute ischemic stroke management in older patients without COVID-19. *Clin Neurol Neurosurg* 2022; 212: 107027.

- [159] Syahrul, Syahrul, et al. 'Hemorrhagic and ischemic stroke in patients with coronavirus disease 2019: incidence, risk factors, and pathogenesis-a systematic review and meta-analysis.' *F1000Research* 10 (2021).
- [160] Katsanos AH, Palaiodimou L, Zand R, et al. The Impact of <scp>SARS-CoV</scp> -2 on Stroke Epidemiology and Care: A Meta-Analysis. *Ann Neurol* 2021; 89: 380–388.
- [161] Qin C, Zhou L, Hu Z, et al. Clinical Characteristics and Outcomes of COVID-19 Patients With a History of Stroke in Wuhan, China. *Stroke* 2020; 51: 2219–2223.
- [162] Venketasubramanian N, Anderson C, Ay H, et al. Stroke Care during the COVID-19 Pandemic: International Expert Panel Review. *Cerebrovascular Diseases* 2021; 50: 245–261.
- [163] Kim GJ, Kim H, Fletcher J, et al. Differential Impact of the COVID-19 Pandemic on Health Care Utilization Disruption for Community-Dwelling Individuals With and Without Acquired Brain Injury. *Arch Rehabil Res Clin Transl* 2022; 4: 100176.
- [164] Burns SP, Fleming TK, Webb SS, et al. Stroke Recovery During the COVID-19 Pandemic: A Position Paper on Recommendations for Rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil* 2022; 103: 1874–1882.
- [165] Brewer L, Horgan F, Hickey A, et al. Stroke rehabilitation: recent advances and future therapies. *QJM* 2013; 106: 11–25.
- [166] Li, Sheng, et al. 'A unifying pathophysiological account for post-stroke spasticity and disordered motor control.' *Frontiers in neurology* 10 (2019): 468.
- [167] Amarenco P, Bogousslavsky J, Caplan LR, et al. Classification of Stroke Subtypes. *Cerebrovascular Diseases* 2009; 27: 493–501.
- [168] Payabvash S, Taleb S, Benson JC, et al. Acute Ischemic Stroke Infarct Topology: Association with Lesion Volume and Severity of Symptoms at Admission and Discharge. *American Journal of Neuroradiology* 2017; 38: 58–63.
- [169] Ambawatte SB, Weerathunga DN, Dissanayake A, et al. Ischemic Stroke Subtypes: Socio-demographic Factors, Risk Factors, and Outcomes in Southern Sri Lanka. *Ethn Dis* 2021; 31: 509–518.
- [170] Bhalla A, Wang Y, Rudd A, et al. Differences in Outcome and Predictors Between Ischemic and Intracerebral Hemorrhage. *Stroke* 2013; 44: 2174–2181.
- [171] Whitehead S, Baalbergen E. Post-stroke rehabilitation. *South African Medical Journal* 2019; 109: 81.
- [172] Canavero S, Bonicalzi V. Pain after thalamic stroke: Right diencephalic predominance and clinical features in 180 patients. *Neurology* 1998; 51: 927.2-927-a.

- [173] Bryer A, Connor M, Haug P, et al. South African guideline for management of ischaemic stroke and transient ischaemic attack 2010: A guideline from the South African Stroke Society (SASS) and the SASS Writing Committee. *South African Medical Journal* 2010; 100: 747.
- [174] Van den Noort JC, Bar-On L, Aertbelien E, et al. European consensus on the concepts and measurement of the pathophysiological neuromuscular responses to passive muscle stretch. *Eur J Neurol* 2017; 24: 981–9, e37–8.
- [175] Bingöl H. YÖ. Effects of functional massage on spasticity and motor functions in children with cerebral palsy: a randomized controlled study. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation* 2018; 5: 135–142.
- [176] Cabanas-Valdés R, Calvo-Sanz J, Serra-Llobet P, et al. The Effectiveness of Massage Therapy for Improving Sequelae in Post-Stroke Survivors. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18: 4424.
- [177] Hussain I, Park S-J. Quantitative Evaluation of Task-Induced Neurological Outcome after Stroke. *Brain Sci* 2021; 11: 900.
- [178] Pandyan A, Gregoric M, Barnes M, et al. Spasticity: Clinical perceptions, neurological realities and meaningful measurement. *Disabil Rehabil* 2005; 27: 2–6.
- [179] Feldman, young K. *Lance JW. Symposium synopsis. In: Feldman RG, Young R, Koella WP, eds. Spasticity: disordered Motor Control. Chicago, IL: Year Book Medical Publishers; 1980:485–494.* 1980.
- [180] Patel R, Rhee PC. Assessment of 30-Day Adverse Events in Single-Event, Multilevel Upper Extremity Surgery in Adult Patients with Upper Motor Neuron Syndrome. *HAND* 2022; 17: 933–940.
- [181] Dressler D, Bhidayasiri R, Bohlega S, et al. Defining spasticity: a new approach considering current movement disorders terminology and botulinum toxin therapy. *J Neurol* 2018; 265: 856–862.
- [182] Li S, Francisco GE, Rymer WZ. A New Definition of Poststroke Spasticity and the Interference of Spasticity With Motor Recovery From Acute to Chronic Stages. *Neurorehabil Neural Repair* 2021; 35: 601–610.
- [183] Gracies J-M. Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle overactivity. *Muscle Nerve* 2005; 31: 552–571.
- [184] Bennett DJ. Demystifying Spasticity: Reply to Dietz. *J Neurophysiol* 2008; 99: 1041–1043.
- [185] Pang MYC, Ashe MC, Eng JJ. Compromised bone strength index in the hemiparetic distal tibia epiphysis among chronic stroke patients: the association



- with cardiovascular function, muscle atrophy, mobility, and spasticity. *Osteoporosis International* 2010; 21: 997–1007.
- [186] Wissel J, Manack A, Brainin M. Toward an epidemiology of poststroke spasticity. *Neurology* 2013; 80: S13–S19.
- [187] Bensoussan L, Lotito G, Viton J-M, et al. Effect on postural control of spastic equinovarus foot treatment with botulinum toxin in stroke patients: Randomized, controlled, multicenter trial. *Ann Phys Rehabil Med* 2012; 55: e102.
- [188] Campanini I, Merlo A, Damiano B. A method to differentiate the causes of stiff-knee gait in stroke patients. *Gait Posture* 2013; 38: 165–169.
- [189] Glaess-Leistner S, Ri SJ, Audebert HJ, et al. Early clinical predictors of post stroke spasticity. *Top Stroke Rehabil* 2021; 28: 508–518.
- [190] Wissel J, Schelosky LD, Scott J, et al. Early development of spasticity following stroke: a prospective, observational trial. *J Neurol* 2010; 257: 1067–1072.
- [191] Watkins CL, Leathley MJ, Gregson JM, et al. Prevalence of spasticity post stroke. *Clin Rehabil* 2002; 16: 515–522.
- [192] Pundik S, McCabe J, Skelly M, et al. Association of spasticity and motor dysfunction in chronic stroke. *Ann Phys Rehabil Med* 2019; 62: 397–402.
- [193] Sunnerhagen KS, Opheim A, Alt Murphy M. Onset, time course and prediction of spasticity after stroke or traumatic brain injury. *Ann Phys Rehabil Med* 2019; 62: 431–434.
- [194] Schinwelski MJ, Sitek EJ, Waż P, et al. Prevalence and predictors of post-stroke spasticity and its impact on daily living and quality of life. *Neurol Neurochir Pol* 2019; 53: 449–457.
- [195] Béseler Soto MR, Montes García J, Máñez Añón I. Espasticidad tras ictus: ¿la edad es un factor de riesgo? Estudio observacional de la espasticidad en pacientes neurovasculares en una serie retrospectiva de dos centros. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2020; 55: 258–265.
- [196] Kuo C-L, Hu G-C. Post-stroke Spasticity: A Review of Epidemiology, Pathophysiology, and Treatments. *Int J Gerontol* 2018; 12: 280–284.
- [197] Li S. Spasticity, Motor Recovery, and Neural Plasticity after Stroke. *Front Neurol*; 8. Epub ahead of print 3 April 2017. DOI: 10.3389/fneur.2017.00120.
- [198] Corbetta M, Ramsey L, Callejas A, et al. Common Behavioral Clusters and Subcortical Anatomy in Stroke. *Neuron* 2015; 85: 927–941.
- [199] Dyer J-O, Maupas E, de Andrade Melo S, et al. Changes in activation timing of knee and ankle extensors during gait are related to changes in heteronymous spinal pathways after stroke. *J Neuroeng Rehabil* 2014; 11: 148.

- [200] Palmer E, Ashby P, Hajek VE. Ipsilateral fast corticospinal pathways do not account for recovery in stroke. *Ann Neurol* 1992; 32: 519–525.
- [201] Ejaz N, Xu J, Branscheidt M, et al. Evidence for a subcortical origin of mirror movements after stroke: a longitudinal study. *Brain* 2018; 141: 837–847.
- [202] Sankarasubramanian V, Machado AG, Conforto AB, et al. Inhibition versus facilitation of contralesional motor cortices in stroke: Deriving a model to tailor brain stimulation. *Clinical Neurophysiology* 2017; 128: 892–902.
- [203] Bradnam L V., Stinear CM, Byblow WD. Ipsilateral Motor Pathways after Stroke: Implications for Non-Invasive Brain Stimulation. *Front Hum Neurosci*; 7. Epub ahead of print 2013. DOI: 10.3389/fnhum.2013.00184.
- [204] Sáinz Pelayo MP, Albu S, Murillo N, et al. Espasticidad en la patología neurológica. Actualización sobre mecanismos fisiopatológicos, avances en el diagnóstico y tratamiento. *Rev Neurol* 2020; 70: 453.
- [205] Li S, Chen Y-T, Francisco GE, et al. A Unifying Pathophysiological Account for Post-stroke Spasticity and Disordered Motor Control. *Front Neurol*; 10. Epub ahead of print 10 May 2019. DOI: 10.3389/fneur.2019.00468.
- [206] Drew T, Prentice S, Schepens B. Cortical and brainstem control of locomotion. pp. 251–261.
- [207] Jang SH, Chang CH, Lee J, et al. Functional Role of the Corticoreticular Pathway in Chronic Stroke Patients. *Stroke* 2013; 44: 1099–1104.
- [208] McPherson JG, McPherson LM, Thompson CK, et al. Altered Neuromodulatory Drive May Contribute to Exaggerated Tonic Vibration Reflexes in Chronic Hemiparetic Stroke. *Front Hum Neurosci*; 12. Epub ahead of print 9 April 2018. DOI: 10.3389/fnhum.2018.00131.
- [209] Levin MF, Liebermann DG, Parmet Y, et al. Compensatory Versus Noncompensatory Shoulder Movements Used for Reaching in Stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2016; 30: 635–646.
- [210] Takahashi Y, Kawakami M, Mikami R, et al. Relationship between spinal reflexes and leg motor function in sub-acute and chronic stroke patients. *Clinical Neurophysiology* 2022; 138: 74–83.
- [211] Faturi FM, Santos GL, Ocamoto GN, Russo TL. Structural muscular adaptations in upper limb after stroke: a systematic review. *Top Stroke Rehabil.* 2019;26:73–9.
- [212] Rasool G, Afsharipour B, Suresh NL, et al. Spatial Analysis of Multichannel Surface EMG in Hemiplegic Stroke. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* 2017; 25: 1802–1811.

- [213] Hunnicutt JL, Gregory CM. Skeletal muscle changes following stroke: a systematic review and comparison to healthy individuals. *Top Stroke Rehabil* 2017; 24: 463–471.
- [214] Monjo H, Fukumoto Y, Asai T, et al. Muscle Thickness and Echo Intensity of the Abdominal and Lower Extremity Muscles in Stroke Survivors. *Journal of Clinical Neurology* 2018; 14: 549.
- [215] Akazawa N, Harada K, Okawa N, et al. Muscle mass and intramuscular fat of the quadriceps are related to muscle strength in non-ambulatory chronic stroke survivors: A cross-sectional study. *PLoS One* 2018; 13: e0201789.
- [216] Scherbakov N, von Haehling S, Anker SD, et al. Stroke induced Sarcopenia: Muscle wasting and disability after stroke. *Int J Cardiol* 2013; 170: 89–94.
- [217] Nozoe M, Kanai M, Kubo H, et al. Quadriceps muscle thickness changes in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage during the acute phase. *Top Stroke Rehabil* 2018; 25: 209–213.
- [218] Lehoux M-C, Sobczak S, Cloutier F, et al. Shear wave elastography potential to characterize spastic muscles in stroke survivors: Literature review. *Clinical Biomechanics* 2020; 72: 84–93.
- [219] Trompetto C, Marinelli L, Mori L, et al. Pathophysiology of Spasticity: Implications for Neurorehabilitation. *Biomed Res Int* 2014; 2014: 1–8.
- [220] Son J, Rymer WZ, Lee SSM. Limited fascicle shortening and fascicle rotation may be associated with impaired voluntary force-generating capacity in pennate muscles of chronic stroke survivors. *Clinical Biomechanics* 2020; 75: 105007.
- [221] Beckwée D, Cuypers L, Lefeber N, et al. Skeletal Muscle Changes in the First Three Months of Stroke Recovery: A Systematic Review. *J Rehabil Med* 2022; 54: jrm00308.
- [222] Fröhlich-Zwahlen AK, Casartelli NC, Item-Glatthorn JF, et al. Validity of resting myotonometric assessment of lower extremity muscles in chronic stroke patients with limited hypertonia: A preliminary study. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2014; 24: 762–769.
- [223] Zhao H, Ren Y, Roth EJ, et al. Concurrent deficits of soleus and gastrocnemius muscle fascicles and Achilles tendon post stroke. *J Appl Physiol* 2015; 118: 863–871.
- [224] Dias CP, Freire B, Goulart NBA, et al. Muscle architecture and torque production in stroke survivors: an observational study. *Top Stroke Rehabil* 2017; 24: 206–213.
- [225] Williams PE, Goldspink G. Changes in sarcomere length and physiological properties in immobilized muscle. *J Anat* 1978; 127: 459–68.

- [226] Gao F, Zhang L-Q. Altered contractile properties of the gastrocnemius muscle poststroke. *J Appl Physiol* 2008; 105: 1802–1808.
- [227] Eng CM, Azizi E, Roberts TJ. Structural Determinants of Muscle Gearing During Dynamic Contractions. *Integr Comp Biol* 2018; 58: 207–218.
- [228] Li T-Y, Chang C-Y, Chou Y-C, et al. Effect of Radial Shock Wave Therapy on Spasticity of the Upper Limb in Patients With Chronic Stroke. *Medicine* 2016; 95: e3544.
- [229] Xiang, Ji., Wang, W., Jiang, W., 'Effects of extracorporeal shock wave therapy on spasticity in post-stroke patients: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials.' *Journal of rehabilitation medicine* 50.10 (2018): 852-859.
- [230] Knarr BA, Ramsay JW, Buchanan TS, et al. Muscle volume as a predictor of maximum force generating ability in the plantar flexors post-stroke. *Muscle Nerve* 2013; 48: 971–976.
- [231] Arene N, Hidler J. Understanding Motor Impairment in the Paretic Lower Limb After a Stroke: A Review of the Literature. *Top Stroke Rehabil* 2009; 16: 346–356.
- [232] Luo Z, Lo WLA, Bian R, et al. Advanced quantitative estimation methods for spasticity: a literature review. *Journal of International Medical Research* 2020; 48: 030006051988842.
- [233] Sommerfeld DK, Gripenstedt U, Welmer A-K. Spasticity After Stroke. *Am J Phys Med Rehabil* 2012; 91: 814–820.
- [234] Bohannon RW, Smith MB. Interrater Reliability of a Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity. *Phys Ther* 1987; 67: 206–207.
- [235] Pandyan AD, Johnson GR, Price CIM, et al. A review of the properties and limitations of the Ashworth and modified Ashworth Scales as measures of spasticity. *Clin Rehabil* 1999; 13: 373–383.
- [236] Wu Y-T, Chang C-N, Chen Y-M, et al. Comparison of the effect of focused and radial extracorporeal shock waves on spastic equinus in patients with stroke: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*; 54. Epub ahead of print June 2018. DOI: 10.23736/S1973-9087.17.04801-8.
- [237] Chen C-L, Chen C-Y, Chen H-C, et al. Responsiveness and minimal clinically important difference of Modified Ashworth Scale in patients with stroke. *Eur J Phys Rehabil Med*; 55. Epub ahead of print January 2020. DOI: 10.23736/S1973-9087.19.05545-X.
- [238] Patrick E, Ada L. The Tardieu Scale differentiates contracture from spasticity whereas the Ashworth Scale is confounded by it. *Clin Rehabil* 2006; 20: 173–182.

- [239] Aloraini SM, Gäverth J, Yeung E, et al. Assessment of spasticity after stroke using clinical measures: a systematic review. *Disabil Rehabil* 2015; 37: 2313–2323.
- [240] Firoozbakhsh KK, Kunkel CF, Scremin AM, et al. Isokinetic dynamometric technique for spasticity assessment. *Am J Phys Med Rehabil* 1993; 72: 379–85.
- [241] Garcia-Bernal M-I, Heredia-Rizo AM, Gonzalez-Garcia P, et al. Validity and reliability of myotonometry for assessing muscle viscoelastic properties in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep* 2021; 11: 5062.
- [242] Adegoke BOA, Olaniyi O, Akosile CO. Weight Bearing Asymmetry and Functional Ambulation Performance in Stroke Survivors. *Glob J Health Sci*; 4. Epub ahead of print 29 February 2012. DOI: 10.5539/gjhs.v4n2p87.
- [243] Lecours J, Nadeau S, Gravel D, et al. Interactions between foot placement, trunk frontal position, weight-bearing and knee moment asymmetry at seat-off during rising from a chair in healthy controls and persons with hemiparesis. *J Rehabil Med* 2008; 40: 200–207.
- [244] Ada L, Westwood P. A kinematic analysis of recovery of the ability to stand up following stroke. *Australian Journal of Physiotherapy* 1992; 38: 135–142.
- [245] Cheng P-T, Chen C-L, Wang C-M, et al. Leg Muscle Activation Patterns of Sit-to-Stand Movement in Stroke Patients. *Am J Phys Med Rehabil* 2004; 83: 10–16.
- [246] Yang N, An Q, Kogami H, et al. Temporal Features of Muscle Synergies in Sit-to-Stand Motion Reflect the Motor Impairment of Post-Stroke Patients. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* 2019; 27: 2118–2127.
- [247] Gizzi L, Nielsen JF, Felici F, et al. Impulses of activation but not motor modules are preserved in the locomotion of subacute stroke patients. *J Neurophysiol* 2011; 106: 202–210.
- [248] M. Alwhaibi R, Mahmoud NF, Basheer MA, et al. Impact of Somatosensory Training on Neural and Functional Recovery of Lower Extremity in Patients with Chronic Stroke: A Single Blind Controlled Randomized Trial. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18: 583.
- [249] Burke E, Dobkin BH, Noser EA, et al. Predictors and Biomarkers of Treatment Gains in a Clinical Stroke Trial Targeting the Lower Extremity. *Stroke* 2014; 45: 2379–2384.
- [250] Shankaranarayana AM, Gururaj S, Natarajan M, et al. Gait training interventions for patients with stroke in India: A systematic review. *Gait Posture* 2021; 83: 132–140.

- [251] Li S, Francisco GE, Zhou P. Post-stroke Hemiplegic Gait: New Perspective and Insights. *Front Physiol*; 9. Epub ahead of print 2 August 2018. DOI: 10.3389/fphys.2018.01021.
- [252] Soundy A, Liles C, Stubbs B, et al. Identifying a Framework for Hope in Order to Establish the Importance of Generalised Hopes for Individuals Who Have Suffered a Stroke. *Adv Med* 2014; 2014: 1–8.
- [253] Lee HS, Ryu H, Lee S-U, et al. Analysis of Gait Characteristics Using Hip-Knee Cyclograms in Patients with Hemiplegic Stroke. *Sensors* 2021; 21: 7685.
- [254] Mah CD, Hulliger M, O’Callaghan IS, et al. Quantitative kinematics of gait patterns during the recovery period after stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 1999; 8: 312–329.
- [255] Balaban B, Tok F. Gait Disturbances in Patients With Stroke. *PM&R* 2014; 6: 635–642.
- [256] Boudarham J, Zory R, Genet F, et al. Effects of a knee–ankle–foot orthosis on gait biomechanical characteristics of paretic and non-paretic limbs in hemiplegic patients with genu recurvatum. *Clinical Biomechanics* 2013; 28: 73–78.
- [257] Buffenoir K, Rigoard P, Lefaucheur J-P, et al. Lidocaine Hyperselective Motor Blocks of the Triceps Surae Nerves. *Am J Phys Med Rehabil* 2008; 87: 292–304.
- [258] Gonzalez-Suarez CB, Ogerio CG V., dela Cruz AR, et al. Motor Impairment and Its Influence in Gait Velocity and Asymmetry in Community Ambulating Hemiplegic Individuals. *Arch Rehabil Res Clin Transl* 2021; 3: 100093.
- [259] Appasamy M, De Witt ME, Patel N, et al. Treatment Strategies for Genu Recurvatum in Adult Patients With Hemiparesis: A Case Series. *PM&R* 2015; 7: 105–112.
- [260] Loudon JK, Goist HL, Loudon KL. Genu Recurvatum Syndrome. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1998; 27: 361–367.
- [261] Geerars M, Minnaar-van der Feen N, Huisstede BMA. Treatment of knee hyperextension in post-stroke gait. A systematic review. *Gait Posture* 2022; 91: 137–148.
- [262] Higginson JS, Zajac FE, Neptune RR, et al. Effect of equinus foot placement and intrinsic muscle response on knee extension during stance. *Gait Posture* 2006; 23: 32–36.
- [263] Tani Y, Otaka Y, Kudo M, et al. Prevalence of Genu Recurvatum during Walking and Associated Knee Pain in Chronic Hemiplegic Stroke Patients: A Preliminary Survey. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 2016; 25: 1153–1157.

- [264] Terreaux L, Gross R, Leboeuf F, et al. Benefits of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) for Spastic Subjects: Clinical, Functional, and Biomechanical Parameters for Lower Limb and Walking in Five Hemiparetic Patients. *The Scientific World Journal* 2014; 2014: 1–7.
- [265] Deltombe T, Wautier D, Cloedt P, et al. Assessment and treatment of spastic equinovarus foot after stroke: Guidance from the Mont-Godinne interdisciplinary group. *J Rehabil Med* 2017; 49: 461–468.
- [266] Foley N, Murie-Fernandez M, Speechley M, et al. Does the treatment of spastic equinovarus deformity following stroke with botulinum toxin increase gait velocity? A systematic review and meta-analysis. *Eur J Neurol* 2010; 17: 1419–1427.
- [267] Li S. Ankle and Foot Spasticity Patterns in Chronic Stroke Survivors with Abnormal Gait. *Toxins (Basel)* 2020; 12: 646.
- [268] Su Y, Yuki M, Otsuki M. Prevalence of stroke-related sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 2020; 29: 105092.
- [269] Vieira TM, Lemos T, Oliveira LAS, et al. Postural Muscle Unit Plasticity in Stroke Survivors: Altered Distribution of Gastrocnemius' Action Potentials. *Front Neurol*; 10. Epub ahead of print 26 June 2019. DOI: 10.3389/fneur.2019.00686.
- [270] Li S, Francisco GE. New insights into the pathophysiology of post-stroke spasticity. *Front Hum Neurosci*; 9. Epub ahead of print 10 April 2015. DOI: 10.3389/fnhum.2015.00192.
- [271] Kwakkel G, Lannin NA, Borschmann K, et al. Standardized measurement of sensorimotor recovery in stroke trials: Consensus-based core recommendations from the Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable. *International Journal of Stroke* 2017; 12: 451–461.
- [272] Pohl J, Held JPO, Verheyden G, et al. Consensus-Based Core Set of Outcome Measures for Clinical Motor Rehabilitation After Stroke—A Delphi Study. *Front Neurol*; 11. Epub ahead of print 2 September 2020. DOI: 10.3389/fneur.2020.00875.
- [273] Kwong PWH, Ng SSM. Cutoff Score of the Lower-Extremity Motor Subscale of Fugl-Meyer Assessment in Chronic Stroke Survivors: A Cross-Sectional Study. *Arch Phys Med Rehabil* 2019; 100: 1782–1787.
- [274] Rech KD, Salazar AP, Marchese RR, et al. Fugl-Meyer Assessment Scores Are Related With Kinematic Measures in People with Chronic Hemiparesis after Stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 2020; 29: 104463.

- [275] Silva PFS, Quintino LF, Franco J, et al. Measurement properties and feasibility of clinical tests to assess sit-to-stand/stand-to-sit tasks in subjects with neurological disease: a systematic review. *Braz J Phys Ther* 2014; 18: 99–110.
- [276] Pua Y-H, Thumboo J, Clark RA. Correspondence: Time-based versus repetition-based sit-to-stand measures: choice of metrics matters. *J Physiother* 2018; 64: 200–201.
- [277] Mentiplay BF, Clark RA, Bower KJ, et al. Five times sit-to-stand following stroke: Relationship with strength and balance. *Gait Posture* 2020; 78: 35–39.
- [278] Azharuddin M, Zia NU. Correlation between sit-to-stand ability, dynamic balance, gait speed, and quality of life in stroke population: a non-randomized pilot study. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy* 2021; 26: 26.
- [279] Schmid A, Duncan PW, Studenski S, et al. Improvements in Speed-Based Gait Classifications Are Meaningful. *Stroke* 2007; 38: 2096–2100.
- [280] Cheng DK-Y, Dagenais M, Alsbury-Nealy K, et al. Distance-limited walk tests post-stroke: A systematic review of measurement properties<sup>1</sup>. *NeuroRehabilitation* 2021; 48: 413–439.
- [281] Ng SSM, Au KKC, Chan ELW, et al. Effect of acceleration and deceleration distance on the walking speed of people with chronic stroke. *J Rehabil Med* 2016; 48: 666–670.
- [282] Ng S, Ng P, Lee C, et al. Walkway lengths for measuring walking speed in stroke rehabilitation. *J Rehabil Med* 2012; 44: 43–46.
- [283] Cabanas-Valdés R, García-Rueda L, Salgueiro C, et al. Assessment of the 4-meter walk test test-retest reliability and concurrent validity and its correlation with the five sit-to-stand test in chronic ambulatory stroke survivors. *Gait Posture* 2023; 101: 8–13.
- [284] Fernández-Huerta L, Córdova-León K. Reliability of two gait speed tests of different timed phases and equal non-timed phases in community-dwelling older persons. *Medwave* 2019; 19: e7611–e7611.
- [285] Hall EA, Docherty CL. Validity of clinical outcome measures to evaluate ankle range of motion during the weight-bearing lunge test. *J Sci Med Sport* 2017; 20: 618–621.
- [286] Simondson J, Simondson D, Formby C, et al. The Ankle Lunge Test for measurement of dorsiflexion in individuals following stroke; reliability, validity and evaluation of change following intervention for spasticity of the lower limb. *Physiotherapy Research International*; 27. Epub ahead of print 13 January 2022. DOI: 10.1002/pri.1925.
- [287] Bryer A, Connor M, Haug P, et al. South African guideline for management of ischaemic stroke and transient ischaemic attack 2010: A guideline from the



- South African Stroke Society (SASS) and the SASS Writing Committee. *South African Medical Journal* 2010; 100: 747.
- [288] Murie-Fernández M, Irimia P, Martínez-Vila E, et al. [Neuro-rehabilitation after stroke]. *Neurología* 2010; 25: 189–96.
- [289] Micheli F. *ratado de neurología clínica. Ed. Médica Panamericana*. 2002.
- [290] Culleré JG. Protocolo de tratamiento del ictus isquémico en fase aguda. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado* 2019; 12: 4130–4137.
- [291] Muñoz-Lopetegui A, de Arce A, Martínez-Zabaleta M. Protocolo de tratamiento del ictus hemorrágico en fase aguda. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado* 2019; 12: 4138–4142.
- [292] Wang X, Carcel C, Hsu B, et al. Differences in the pre-hospital management of women and men with stroke by emergency medical services in New South Wales. *Medical Journal of Australia* 2022; 217: 143–148.
- [293] Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. 2018 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*; 49. Epub ahead of print March 2018. DOI: 10.1161/STR.000000000000158.
- [294] Winstein CJ, Stein J, Arena R, et al. Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery. *Stroke*; 47. Epub ahead of print June 2016. DOI: 10.1161/STR.000000000000098.
- [295] Mekbib DB, Han J, Zhang L, et al. Virtual reality therapy for upper limb rehabilitation in patients with stroke: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Brain Inj* 2020; 34: 456–465.
- [296] Fujii Y, Nakada T. Cortical reorganization in patients with subcortical hemiparesis: neural mechanisms of functional recovery and prognostic implication. *J Neurosurg* 2003; 98: 64–73.
- [297] Nam KE, Lim SH, Kim JS, et al. When does spasticity in the upper limb develop after a first stroke? A nationwide observational study on 861 stroke patients. *Journal of Clinical Neuroscience* 2019; 66: 144–148.
- [298] Hendricks HT, van Limbeek J, Geurts AC, et al. Motor recovery after stroke: A systematic review of the literature. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 1629–1637.
- [299] Jørgensen HS, Nakayama H, Raaschou HO, et al. Outcome and time course of recovery in stroke. Part II: Time course of recovery. The copenhagen stroke study. *Arch Phys Med Rehabil* 1995; 76: 406–412.

- [300] Ganesh A, Luengo-Fernandez R, Rothwell PM. Late functional improvement and 5-year poststroke outcomes: a population-based cohort study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2020; 91: 831–839.
- [301] Belagaje SR. Stroke Rehabilitation. *CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology* 2017; 23: 238–253.
- [302] Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. 2018 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*; 49. Epub ahead of print March 2018. DOI: 10.1161/STR.000000000000158.
- [303] Bhatia R, Hill MD, Shobha N, et al. Low Rates of Acute Recanalization With Intravenous Recombinant Tissue Plasminogen Activator in Ischemic Stroke. *Stroke* 2010; 41: 2254–2258.
- [304] Ge W-Q, Chen J, Pan H, et al. Analysis of Risk Factors Increased Hemorrhagic Transformation after Acute Ischemic Stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 2018; 27: 3587–3590.
- [305] Shcharbina N, Shcharbin D, Bryszewska M. Nanomaterials in Stroke Treatment. *Stroke* 2013; 44: 2351–2355.
- [306] Bonnard T, Gauberti M, Martinez de Lizarrondo S, et al. Recent Advances in Nanomedicine for Ischemic and Hemorrhagic Stroke. *Stroke* 2019; 50: 1318–1324.
- [307] Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *The Lancet* 2016; 387: 1723–1731.
- [308] Turk AS, Siddiqui A, Fifi JT, et al. Aspiration thrombectomy versus stent retriever thrombectomy as first-line approach for large vessel occlusion (COMPASS): a multicentre, randomised, open label, blinded outcome, non-inferiority trial. *The Lancet* 2019; 393: 998–1008.
- [309] Mayer SA, Brun NC, Begtrup K, et al. Efficacy and Safety of Recombinant Activated Factor VII for Acute Intracerebral Hemorrhage. *New England Journal of Medicine* 2008; 358: 2127–2137.
- [310] Hangge P, Stone J, Albadawi H, et al. Hemostasis and nanotechnology. *Cardiovasc Diagn Ther* 2017; 7: S267–S275.
- [311] Medicare Payment Advisory Commission USD of H. Medicare Payment Advisory Commission Report to the Congress, March 2010. *J Pain Palliat Care Pharmacother* 2010; 24: 302–305.
- [312] Mendis S. Stroke Disability and Rehabilitation of Stroke: World Health Organization Perspective. *International Journal of Stroke* 2013; 8: 3–4.

- [313] Durà Mata MJ, Molleda Marzo M, García Almazán C, et al. Factores pronósticos en el ictus. De la fase aguda a los tres años. *Rehabilitacion (Madr)* 2011; 45: 18–23.
- [314] Ballester BR, Maier M, Duff A, et al. A critical time window for recovery extends beyond one-year post-stroke. *J Neurophysiol* 2019; 122: 350–357.
- [315] Leonardi M, Lee H, Kostanjsek N, et al. 20 Years of ICF—International Classification of Functioning, Disability and Health: Uses and Applications around the World. *Int J Environ Res Public Health* 2022; 19: 11321.
- [316] Bernhardt J, Hayward KS, Kwakkel G, et al. Agreed definitions and a shared vision for new standards in stroke recovery research: The Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable taskforce. *International Journal of Stroke* 2017; 12: 444–450.
- [317] Levin MF, Kleim JA, Wolf SL. What Do Motor “Recovery” and “Compensation” Mean in Patients Following Stroke? *Neurorehabil Neural Repair* 2009; 23: 313–319.
- [318] Castillo-Sánchez, J.A., Jiménez-Marín I. *Reeducación Funcional tras un Ictus*. Elsevier, 2014.
- [319] Mackintosh SF, Hill K, Dodd KJ, et al. Falls and injury prevention should be part of every stroke rehabilitation plan. *Clin Rehabil* 2005; 19: 441–451.
- [320] Alvarez Sabín J, Alonso de Leciñana M, Gállego J, et al. [Plan for stroke healthcare delivery]. *Neurologia* 2006; 21: 717–26.
- [321] Ikai T, Kamikubo T, Takehara I, et al. Dynamic postural control in patients with hemiparesis. *Am J Phys Med Rehabil* 2003; 82: 463–9; quiz 470–2, 484.
- [322] Mariana de Aquino Miranda J, Mendes Borges V, Bazan R, et al. Early mobilization in acute stroke phase: a systematic review. *Top Stroke Rehabil* 2023; 30: 157–168.
- [323] Rethnam V, Langhorne P, Churilov L, et al. Early mobilisation post-stroke: a systematic review and meta-analysis of individual participant data. *Disabil Rehabil* 2022; 44: 1156–1163.
- [324] Taveggia G, Ragusa I, Trani V, et al. Robotic tilt table reduces the occurrence of orthostatic hypotension over time in vegetative states. *International Journal of Rehabilitation Research* 2015; 38: 162–166.
- [325] Frazzitta G, Zivi I, Valsecchi R, et al. Effectiveness of a Very Early Stepping Verticalization Protocol in Severe Acquired Brain Injured Patients: A Randomized Pilot Study in ICU. *PLoS One* 2016; 11: e0158030.

- [326] Manning L, Hirakawa Y, Arima H, et al. Blood pressure variability and outcome after acute intracerebral haemorrhage: a post-hoc analysis of INTERACT2, a randomised controlled trial. *Lancet Neurol* 2014; 13: 364–373.
- [327] Yen H-C, Jeng J-S, Chen W-S, et al. Early Mobilization of Mild-Moderate Intracerebral Hemorrhage Patients in a Stroke Center: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2020; 34: 72–81.
- [328] Rocca A, Pignat J-M, Berney L, et al. Sympathetic activity and early mobilization in patients in intensive and intermediate care with severe brain injuries: a preliminary prospective randomized study. *BMC Neurol* 2016; 16: 169.
- [329] Garay Sánchez A, Marcén Román Y. La importancia de la fisioterapia en el ictus. *Fisioterapia* 2015; 37: 143–144.
- [330] Cabrera C, Hernández M. Hernández Rodríguez M, Cabrera García C. Plan de tratamiento conservador en el ictus. Fase aguda vs fase subaguda [Trabajo de fin de grado en Internet]. [Tenerife]: Universidad de la Laguna; 2020., <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/20872> (2020, accessed 30 April 2023).
- [331] García-Rudolph A, Sánchez-Pinsach D, Salleras EO, et al. Subacute stroke physical rehabilitation evidence in activities of daily living outcomes. *Medicine* 2019; 98: e14501.
- [332] Dimitrova, A. et al. Dimitrova, Antoaneta, et al. 'The effect of physiotherapy on the functional recovery in patients after stroke in a subacute stage.' (2020): 261-261. 2020; 261–261.
- [333] Nes IJW van, Nienhuis B, Latour H, et al. Posturographic assessment of sitting balance recovery in the subacute phase of stroke. *Gait Posture* 2008; 28: 507–512.
- [334] KWAKKEL G, WAGENAAR RC, KOLLEN BJ, et al. Predicting Disability in Stroke—A Critical Review of the Literature. *Age Ageing* 1996; 25: 479–489.
- [335] Selves C, Stoquart G, Lejeune T. Gait rehabilitation after stroke: review of the evidence of predictors, clinical outcomes and timing for interventions. *Acta Neurol Belg* 2020; 120: 783–790.
- [336] Eberle H, Hayashi Y, Kurazume R, et al. Modeling of hyper-adaptability: from motor coordination to rehabilitation. *Advanced Robotics* 2021; 35: 802–817.
- [337] Tassignon B, Verschueren J, Baeyens J-P, et al. An Exploratory Meta-Analytic Review on the Empirical Evidence of Differential Learning as an Enhanced Motor Learning Method. *Front Psychol*; 12. Epub ahead of print 7 May 2021. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.533033.
- [338] Leech KA, Roemmich RT, Gordon J, et al. Updates in Motor Learning: Implications for Physical Therapist Practice and Education. *Phys Ther*; 102. Epub ahead of print 1 January 2022. DOI: 10.1093/ptj/pzab250.

- [339] Mulder T, Hochstenbach J. Adaptability and Flexibility of the Human Motor System: Implications for Neurological Rehabilitation. *Neural Plast* 2001; 8: 131–140.
- [340] Graham JV, Eustace C, Brock K, et al. The Bobath Concept in Contemporary Clinical Practice. *Top Stroke Rehabil* 2009; 16: 57–68.
- [341] Sue, R., Meadows, L., Lynch-Ellerington M. *Bobath concept: theory and clinical practice in neurological rehabilitation*. John Wiley & Sons, 2013. John Wiley & Sons, 2013.
- [342] Kita K, Otaka Y, Takeda K, et al. A pilot study of sensory feedback by transcutaneous electrical nerve stimulation to improve manipulation deficit caused by severe sensory loss after stroke. *J Neuroeng Rehabil* 2013; 10: 55.
- [343] Setiyowati YD, Wang S-T, Chen H-M. Thermotherapy Combined With Therapeutic Exercise Improves Muscle Strength and Depression in Patients With Ischemic Stroke. *Rehabilitation Nursing* 2019; 44: 254–262.
- [344] Nakayama Y, Iijima S, Kakuda W, et al. Effect of home-based training using a slant board with dorsiflexed ankles on walking function in post-stroke hemiparetic patients. *J Phys Ther Sci* 2016; 28: 2353–2357.
- [345] Yavuzer G, Eser F, Karakus D, et al. The effects of balance training on gait late after stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2006; 20: 960–969.
- [346] Cabanas-Valdés R, Bagur-Calafat C, Girabent-Farrés M, et al. The effect of additional core stability exercises on improving dynamic sitting balance and trunk control for subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2016; 30: 1024–1033.
- [347] Gamble K, Chiu A, Peiris C. Core Stability Exercises in Addition to Usual Care Physiotherapy Improve Stability and Balance After Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 2021; 102: 762–775.
- [348] Brunelli S, Iosa M, Fusco FR, et al. Early body weight-supported overground walking training in patients with stroke in subacute phase compared to conventional physiotherapy: a randomized controlled pilot study. *International Journal of Rehabilitation Research* 2019; 42: 309–315.
- [349] Chen W-C, Hsiao M-Y, Wang T-G. Prognostic factors of functional outcome in post-acute stroke in the rehabilitation unit. *Journal of the Formosan Medical Association* 2022; 121: 670–678.
- [350] Zhao J, Chau JPC, Chan AWK, et al. Tailored Sitting Tai Chi Program for Subacute Stroke Survivors: A Randomized Controlled Trial. *Stroke* 2022; 53: 2192–2203.
- [351] Billinger SA, Arena R, Bernhardt J, et al. Physical Activity and Exercise Recommendations for Stroke Survivors. *Stroke* 2014; 45: 2532–2553.

- [352] Nagaraja N, Kraus AR, Rose DK, et al. Benefits of an interdisciplinary stroke clinic: addressing a gap in physical therapy at post-stroke neurology follow-up. *Disabil Rehabil* 2022; 44: 8509–8514.
- [353] Lee J, Stone AJ. Combined Aerobic and Resistance Training for Cardiorespiratory Fitness, Muscle Strength, and Walking Capacity after Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 2020; 29: 104498.
- [354] Linder SM, Rosenfeldt AB, Davidson S, et al. Forced, Not Voluntary, Aerobic Exercise Enhances Motor Recovery in Persons With Chronic Stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2019; 33: 681–690.
- [355] Sarfo FS, Ulasavets U, Opare-Sem OK, et al. Tele-Rehabilitation after Stroke: An Updated Systematic Review of the Literature. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 2018; 27: 2306–2318.
- [356] Caughlin S, Mehta S, Corriveau H, et al. Implementing Telerehabilitation After Stroke: Lessons Learned from Canadian Trials. *Telemedicine and e-Health* 2020; 26: 710–719.
- [357] Maggio MG, Latella D, Maresca G, et al. Virtual Reality and Cognitive Rehabilitation in People With Stroke: An Overview. *Journal of Neuroscience Nursing* 2019; 51: 101–105.
- [358] Olczak A. Importance of core stability for coordinated movement of the human body in stroke rehabilitation. *Neurol Res* 2022; 44: 7–13.
- [359] Duncan PW, Zorowitz R, Bates B, et al. Management of Adult Stroke Rehabilitation Care. *Stroke*; 36. Epub ahead of print September 2005. DOI: 10.1161/01.STR.0000180861.54180.FF.
- [360] Francisco GE, Wissel J, Platz T, et al. Post-Stroke Spasticity. In: *Clinical Pathways in Stroke Rehabilitation*. Cham: Springer International Publishing, pp. 149–173.
- [361] Simpson DM, Hallett M, Ashman EJ, et al. Practice guideline update summary: Botulinum neurotoxin for the treatment of blepharospasm, cervical dystonia, adult spasticity, and headache. *Neurology* 2016; 86: 1818–1826.
- [362] Picelli A, Santamato A, Chemello E, et al. Adjuvant treatments associated with botulinum toxin injection for managing spasticity: An overview of the literature. *Ann Phys Rehabil Med* 2019; 62: 291–296.
- [363] Francisco GE, Jost WH, Bavikatte G, et al. Individualized OnabotulinumtoxinA Treatment for Upper Limb Spasticity Resulted in High Clinician- and Patient-Reported Satisfaction: Long-Term Observational Results from the ASPIRE Study. *PM&R* 2020; 12: 1120–1133.

- [364] Traini C, Vannucchi MG. The Botulinum Treatment of Neurogenic Detrusor Overactivity: The Double-Face of the Neurotoxin. *Toxins (Basel)* 2019; 11: 614.
- [365] Palazón-García R, Benavente-Valdepeñas AM. Botulinum Toxin: From Poison to Possible Treatment for Spasticity in Spinal Cord Injury. *Int J Mol Sci* 2021; 22: 4886.
- [366] Santamato A, Cinone N, Panza F, et al. Botulinum Toxin Type A for the Treatment of Lower Limb Spasticity after Stroke. *Drugs* 2019; 79: 143–160.
- [367] Schiess MC, Eldabe S, Konrad P, et al. Intrathecal Baclofen for Severe Spasticity: Longitudinal Data From the Product Surveillance Registry. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface* 2020; 23: 996–1002.
- [368] Santin-Amo JM, Flores-Justa A, Román-Pena P, et al. Baclofeno intratecal para el tratamiento de la espasticidad: revisión de los casos presentes tratados en nuestro servicio. *Neurocirugía* 2019; 30: 288–293.
- [369] Winston P, Mills PB, Reebye R, et al. Cryoneurotomy as a Percutaneous Mini-invasive Therapy for the Treatment of the Spastic Limb: Case Presentation, Review of the Literature, and Proposed Approach for Use. *Arch Rehabil Res Clin Transl* 2019; 1: 100030.
- [370] Bovend'Eerd T, Newman M, Barker K, et al. The Effects of Stretching in Spasticity: A Systematic Review. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89: 1395–1406.
- [371] Freitas S, Vaz J, Bruno P, et al. Stretching Effects: High-intensity & Moderate-duration vs. Low-intensity & Long-duration. *Int J Sports Med* 2015; 37: 239–244.
- [372] Gomez-Cuaresma L, Lucena-Anton D, Gonzalez-Medina G, et al. Effectiveness of Stretching in Post-Stroke Spasticity and Range of Motion: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Pers Med* 2021; 11: 1074.
- [373] Fasen JM, O'Connor AM, Schwartz SL, et al. A Randomized Controlled Trial of Hamstring Stretching: Comparison of Four Techniques. *J Strength Cond Res* 2009; 23: 660–667.
- [374] Smania N, Picelli A, Munari D, et al. Rehabilitation procedures in the management of spasticity. *Eur J Phys Rehabil Med* 2010; 46: 423–38.
- [375] Ooi SL, Smith L, Pak SC. Evidence-informed massage therapy – an Australian practitioner perspective. *Complement Ther Clin Pract* 2018; 31: 325–331.
- [376] Miake-Lye IM, Mak S, Lee J, et al. Massage for Pain: An Evidence Map. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* 2019; 25: 475–502.
- [377] Kennedy AB, Cambron JA, Sharpe PA, et al. Process for massage therapy practice and essential assessment. *J Bodyw Mov Ther* 2016; 20: 484–496.

- [378] Sun W, Ji G, Lu L, et al. Tuina for shoulder pain after stroke: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine* 2022; 101: e31828.
- [379] Yunhui X, Hao GU, Qing Z, et al. Efficacy of meridian massage for motor function after a stroke: a systematic review and Meta-analysis. *J Tradit Chin Med* 2022; 42: 321–331.
- [380] Sankaran R, Kamath R, Nambiar V, et al. A prospective study on the effects of Ayurvedic massage in post-stroke patients. *J Ayurveda Integr Med* 2019; 10: 126–130.
- [381] Ernst E. The safety of massage therapy. *Rheumatology* 2003; 42: 1101–1106.
- [382] Opara J, Taradaj J, Walewicz K, et al. The Current State of Knowledge on the Clinical and Methodological Aspects of Extracorporeal Shock Waves Therapy in the Management of Post-Stroke Spasticity—Overview of 20 Years of Experiences. *J Clin Med* 2021; 10: 261.
- [383] Jia G, Ma J, Wang S, et al. Long-term Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Poststroke Spasticity: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 2020; 29: 104591.
- [384] Ansari NN, Naghdi S, Bagheri H, et al. Therapeutic ultrasound in the treatment of ankle plantarflexor spasticity in a unilateral stroke population: a randomized, single-blind, placebo-controlled trial. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 2007; 47: 137–43.
- [385] Mills PB, Finlayson H, Sudol M, et al. Systematic review of adjunct therapies to improve outcomes following botulinum toxin injection for treatment of limb spasticity. *Clin Rehabil* 2016; 30: 537–548.
- [386] Intiso D, Santamato A, Di Rienzo F. Effect of electrical stimulation as an adjunct to botulinum toxin type A in the treatment of adult spasticity: a systematic review. *Disabil Rehabil* 2017; 39: 2123–2133.
- [387] Lin S, Sun Q, Wang H, et al. Influence of transcutaneous electrical nerve stimulation on spasticity, balance, and walking speed in stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *J Rehabil Med* 2018; 50: 3–7.
- [388] Bleyenheuft C, Bleyenheuft Y, Hanson P, et al. Treatment of genu recurvatum in hemiparetic adult patients: A systematic literature review. *Ann Phys Rehabil Med* 2010; 53: 189–199.
- [389] Boudarham J, Zory R, Genet F, et al. Effects of a knee–ankle–foot orthosis on gait biomechanical characteristics of paretic and non-paretic limbs in hemiplegic patients with genu recurvatum. *Clinical Biomechanics* 2013; 28: 73–78.
- [390] Alamer A, Melese H, Getie K, et al. Effect of Ankle Joint Mobilization with Movement on Range of Motion, Balance and Gait Function in Chronic Stroke



- Survivors: Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Degener Neurol Neuromuscul Dis* 2021; Volume 11: 51–60.
- [391] Fernández-de-las-Peñas C, Pérez-Bellmunt A, Llurda-Almuzara L, et al. Is Dry Needling Effective for the Management of Spasticity, Pain, and Motor Function in Post-Stroke Patients. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain Medicine* 2021; 22: 131–141.
- [392] Núñez-Cortés R, Cruz-Montecinos C, Latorre-García R, et al. Effectiveness of Dry Needling in the Management of Spasticity in Patients Post Stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 2020; 29: 105236.
- [393] Takahashi Y, Kawakami M, Mikami R, et al. Relationship between spinal reflexes and leg motor function in sub-acute and chronic stroke patients. *Clinical Neurophysiology* 2022; 138: 74–83.
- [394] Cho K-H, Park S-J. Effects of joint mobilization and stretching on the range of motion for ankle joint and spatiotemporal gait variables in stroke patients. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 2020; 29: 104933.
- [395] Park D, Lee J-H, Kang T-W, et al. Four-week training involving ankle mobilization with movement versus static muscle stretching in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Top Stroke Rehabil* 2019; 26: 81–86.
- [396] Ravichandran H, Janakiraman B. The Effects of Ankle Joint Mobilization on Dorsiflexion Range and Gait Parameters in Chronic Stroke Survivors: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Stroke Medicine* 2021; 4: 15–24.
- [397] Kaltenborn FM. Orthopedic Manual Therapy For Physical Therapists Nordic System: OMT Kaltenborn-Evjenth Concept. *Journal of Manual & Manipulative Therapy* 1993; 1: 47–51.
- [398] Simons, D. G., Travell, J. G., & Simons LS. *Travell & Simons' myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual. 2. The lower extremities*. 2nd ed. Williams & Wilkins., 1999.
- [399] Dommerholt J, Thorp JN, Hooks T, et al. A critical overview of the current myofascial pain literature – October 2020. *J Bodyw Mov Ther* 2020; 24: 468–478.
- [400] Tricás JM. *Cuadernillos Prácticos de Fisioterapia, Masaje Funcional*. Zaragoza. Fundación Empresa Universidad de Zaragoza., 2001.
- [401] Barra-López M, Lucha-López M, Castillo-Tomás S, et al. Functional Massage of the Teres Major Muscle in Patients with Subacromial Impingement Syndrome. A Randomized Controlled Case Series Study. *Int J Med Pharm Case Reports* 2016; 8: 1–10.

- [402] Brzozowski A, Chomiuk T, Lach J, et al. Usefulness of Soft Tissue Therapy in Patients with Shoulder Pain Syndrome. *Ortop Traumatol Rehabil* 2019; 21: 329–338.
- [403] Lee, J. N., Jung, S. M., & Jeon JH. The Effect of Rectus Abdominis Functional Massage on Forward head posture and Pain in Patients with Chronic Neck Pain. *The Journal of Korean Academy of Orthopedic Manual Physical Therapy* 2018; 24: 15–21.
- [404] Sobeck C, Lenk L, Knipper S, et al. The effectiveness of functional massage on pain and range of motion measurements in patients with orthopedic impairments of the extremities. *Int Musculoskelet Med* 2016; 38: 21–25.
- [405] WALLEN M, STEWART K. The evidence for abandoning upper limb stretch interventions in paediatric practice. *Dev Med Child Neurol* 2013; 55: 208–209.
- [406] Kim JS, Park J-H. Effects of Functional Massage on Ankle Range of Motion and Muscle Tone in Post Stroke Patients. *Journal of Business Convergence* 2021; 6: 65–70.
- [407] Rivers et al. Historia del concepto del calor. *Latin-American J Phys Educ* 2022; 16:3307
- [408] Kanjanapananag N, Chang K-V. Peripheral Magnetic Stimulation. 2024
- [409] Ari K, Sugi M, Yokoi H, Wang L, Jiang y. Comparison of Bipolar and Monopolar Electrode Configurations for FES on Biceps Brachii. 2023. *45<sup>th</sup> Annu, Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. IEEE*, pp 1-
- [410] Tashiro Y, Hasegawa S, Yokota Y, et al. Effect of Capacitive and Resistive electric transfer on haemoglobin saturation and tissue temperature. *International Journal of Hyperthermia* 2017; 33: 696–702.
- [411] Osti R, Pari C, Salvatori G, et al. Tri-length laser therapy associated to tecar therapy in the treatment of low-back pain in adults: a preliminary report of a prospective case series. *Lasers Med Sci* 2015; 30: 407–412.
- [412] Coccetta CA, Sale P, Ferrara PE, et al. Effects of capacitive and resistive electric transfer therapy in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *International Journal of Rehabilitation Research* 2019; 42: 106–111.
- [413] Clijsen R, Leoni D, Schneebeli A, et al. Does the Application of Tecar Therapy Affect Temperature and Perfusion of Skin and Muscle Microcirculation? A Pilot Feasibility Study on Healthy Subjects. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* 2020; 26: 147–153.

- [414] Raffaetà, G. et al. Studio sperimentale: applicazione terapéutica della tecarterapia  
Nelle sindromi algiche cervicalli. 2007. Eura. Medicophys. 43.
- [415] Duñabeitia I, Arrieta H, Torres-Unda J, et al. Effects of a capacitive-resistive electric transfer therapy on physiological and biomechanical parameters in recreational runners: A randomized controlled crossover trial. *Physical Therapy in Sport* 2018; 32: 227–234.
- [416] Ribeiro, S., Henriques, B., & Cardoso R. The Effectiveness of Tecar Therapy in Musculoskeletal Disorders. *International Journal of Public Health and Health Systems* 2018; 3: 77–83.
- [417] López-de-Celis C, Hidalgo-García C, Pérez-Bellmunt A, et al. Thermal and non-thermal effects off capacitive-resistive electric transfer application on the Achilles tendon and musculotendinous junction of the gastrocnemius muscle: a cadaveric study. *BMC Musculoskelet Disord* 2020; 21: 46.
- [418] Rodríguez-Sanz J, López-de-Celis C, Hidalgo-García C, et al. Is Tecar Therapy Effective on Biceps Femoris and Quadriceps Rehabilitation. A Cadaveric Study. *J Sport Rehabil* 2022; 31: 756–763.
- [419] Lieber RL, Runesson E, Einarsson F, et al. Inferior mechanical properties of spastic muscle bundles due to hypertrophic but compromised extracellular matrix material. *Muscle Nerve* 2003; 28: 464–471.
- [420] Luengo-Fernandez R, Violato M, Candio P, et al. Economic burden of stroke across Europe: A population-based cost analysis. *Eur Stroke J* 2020; 5: 17–25.
- [421] Norrving B, Barrick J, Davalos A, et al. Action Plan for Stroke in Europe 2018–2030. *Eur Stroke J* 2018; 3: 309–336.
- [422] Kuo C-L, Hu G-C. Post-stroke Spasticity: A Review of Epidemiology, Pathophysiology, and Treatments. *Int J Gerontol* 2018; 12: 280–284.
- [423] Ghotbi N, Ansari NN, Naghdi S, et al. Inter-rater reliability of the Modified Modified Ashworth Scale in assessing lower limb muscle spasticity. *Brain Inj* 2009; 23: 815–819.
- [424] Lee CH, Lee SH, Yoo J, et al. Ultrasonographic Evaluation for the Effect of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Gastrocnemius Muscle Spasticity in Patients With Chronic Stroke. *PM&R* 2019; 11: 363–371.
- [425] Guillaumes S, O’Callaghan CA. Versión en español del software gratuito OxMaR para minimización y aleatorización de estudios clínicos. *Gac Sanit* 2019; 33: 395–397.
- [426] World Health Organisation. ICD-11 Beta Draft (Mortality and Morbidity Statistics), <https://icd.who.int/dev11/l-m/en>.

- [427] Potocnik J, Ovcar Stante K, Rakusa M. The validity of the Montreal cognitive assessment (MoCA) for the screening of vascular cognitive impairment after ischemic stroke. *Acta Neurol Belg* 2020; 120: 681–685.
- [428] Wintecare T-Plus, [www.wintecare.ch](http://www.wintecare.ch) (2023).
- [429] Nowak I, Mraz M, Mraz M. Thermography assessment of spastic lower limb in patients after cerebral stroke undergoing rehabilitation. *J Therm Anal Calorim* 2020; 140: 755–762.
- [430] Ring EFJ. The historical development of thermometry and thermal imaging in medicine. *J Med Eng Technol* 2006; 30: 192–198.
- [431] Pérez-Bellmunt A, Simon M, López-de-Celis C, et al. Effects on Neuromuscular Function After Ischemic Compression in Latent Trigger Points in the Gastrocnemius Muscles: A Randomized Within-Participant Clinical Trial. *J Manipulative Physiol Ther* 2022; 45: 490–496.
- [432] Myoton AS, <https://www.myoton.com/technology/> (2016).
- [433] Huang J, Qin K, Tang C, et al. Assessment of Passive Stiffness of Medial and Lateral Heads of Gastrocnemius Muscle, Achilles Tendon, and Plantar Fascia at Different Ankle and Knee Positions Using the MyotonPRO. *Medical Science Monitor* 2018; 24: 7570–7576.
- [434] Norkin, C.C. WDJ. *Measurement of joint motion: a guide to goniometry*. 5a Edición. Philadelphia: FA Davis Company, 2016.
- [435] Nagano K, Hori H, Muramatsu K. A comparison of at-home walking and 10-meter walking test parameters of individuals with post-stroke hemiparesis. *J Phys Ther Sci* 2015; 27: 357–359.
- [436] Cheng DK, Nelson M, Brooks D, et al. Validation of stroke-specific protocols for the 10-meter walk test and 6-minute walk test conducted using 15-meter and 30-meter walkways. *Top Stroke Rehabil* 2020; 27: 251–261.
- [437] Bloem AEM, Veltkamp M, Spruit MA, et al. Validation of 4-meter-gait-speed test and 5-repetitions-sit-to-stand test in patients with pulmonary fibrosis: a clinimetric validation study. *Sarcoidosis Vasc Diffuse Lung Dis* 2018; 35: 317–326.
- [438] Hirabayashi R, Takahashi Y, Nagata K, et al. The validity and reliability of four-meter gait speed test for stable interstitial lung disease patients: the prospective study. *J Thorac Dis* 2020; 12: 1296–1304.
- [439] Balsalobre-Fernández C, Romero-Franco N, Jiménez-Reyes P. Concurrent validity and reliability of an iPhone app for the measurement of ankle dorsiflexion and inter-limb asymmetries. *J Sports Sci* 2019; 37: 249–253.

- [440] Agustín RM-S, Crisostomo MJ, Sánchez-Martínez MP, et al. Responsiveness and Minimal Clinically Important Difference of the Five Times Sit-to-Stand Test in Patients with Stroke. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18: 2314.
- [441] Weir CB, Jan A. *BMI Classification Percentile And Cut Off Points*, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11234459> (2023).
- [442] Suh HR, Han HC, Cho H. Immediate therapeutic effect of interferential current therapy on spasticity, balance, and gait function in chronic stroke patients: a randomized control trial. *Clin Rehabil* 2014; 28: 885–891.
- [443] Martínez IM, Sempere-Rubio N, Navarro O, et al. Effectiveness of Shock Wave Therapy as a Treatment for Spasticity: A Systematic Review. *Brain Sci* 2020; 11: 15.
- [444] Persson CU, Holmegaard L, Redfors P, et al. Increased muscle tone and contracture late after ischemic stroke. *Brain Behav*, 10. Epub ahead of print February 2020. DOI: 10.1002/brb3.1509.
- [445] Ferrarello F, Baccini M, Rinaldi LA, et al. Efficacy of physiotherapy interventions late after stroke: a meta-analysis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2011; 82: 136–143.
- [446] Teasell R, Mehta S, Pereira S, et al. Time to Rethink Long-Term Rehabilitation Management of Stroke Patients. *Top Stroke Rehabil* 2012; 19: 457–462.
- [447] Callegari B, Garcez DR, da Cruz Júnior ATV, et al. Gait patterns in ischemic and hemorrhagic post-stroke patients with delayed access to physiotherapy. *Hong Kong Physiotherapy Journal* 2021; 41: 77–87.
- [448] Pohl J, Held JPO, Verheyden G, et al. Consensus-Based Core Set of Outcome Measures for Clinical Motor Rehabilitation After Stroke—A Delphi Study. *Front Neurol*; 11. Epub ahead of print 2 September 2020. DOI: 10.3389/fneur.2020.00875.
- [449] Vidmar T, Goljar Kregar N, Puh U. Reliability of the Modified Ashworth Scale After Stroke for 13 Muscle Groups. *Arch Phys Med Rehabil*. Epub ahead of print April 2023. DOI: 10.1016/j.apmr.2023.04.008.
- [450] Terwee CB, Bot SDM, de Boer MR, et al. Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *J Clin Epidemiol* 2007; 60: 34–42.
- [451] Harb A, Kishner S. *Modified Ashworth Scale*, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28901119> (2023).
- [452] Kim JM, Tay MRJ, Rajeswaran DK, et al. Changes in muscle architecture on ultrasound in patients early after stroke. *NeuroRehabilitation* 2021; 49: 565–572.

- [453] Marinelli L, Currà A, Trompetto C, et al. Spasticity and spastic dystonia: the two faces of velocity-dependent hypertonia. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2017; 37: 84–89.
- [454] Caliandro P, Celletti C, Padua L, et al. Focal Muscle Vibration in the Treatment of Upper Limb Spasticity: A Pilot Randomized Controlled Trial in Patients With Chronic Stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2012; 93: 1656–1661.
- [455] Ansari NN, Naghdi S, Moammeri H, et al. Ashworth Scales are unreliable for the assessment of muscle spasticity. *Physiother Theory Pract* 2006; 22: 119–125.
- [456] Naghdi S, Nakhostin Ansari N, Azarnia S, et al. Interrater reliability of the Modified Modified Ashworth Scale (MMAS) for patients with wrist flexor muscle spasticity. *Physiother Theory Pract* 2008; 24: 372–379.
- [457] Zurawski E, Behm K, Dunlap C, et al. Interrater Reliability of the Modified Ashworth Scale with Standardized Movement Speeds: A Pilot Study. *Physiotherapy Canada* 2019; 71: 348–354.
- [458] Brunelli S, Gentileschi N, Spanò B, et al. Effect of Early Radial Shock Wave Treatment on Spasticity in Subacute Stroke Patients: A Pilot Study. *Biomed Res Int* 2022; 2022: 1–9.
- [459] Mihai EE, Dumitru L, Mihai IV, et al. Long-Term Efficacy of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Lower Limb Post-Stroke Spasticity: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Clin Med* 2020; 10: 86.
- [460] Cabanas-Valdés R, Calvo-Sanz J, Urrútia G, et al. The effectiveness of extracorporeal shock wave therapy to reduce lower limb spasticity in stroke patients: a systematic review and meta-analysis. *Top Stroke Rehabil* 2020; 27: 137–157.
- [461] S S, Baba MR. EFFECTIVENESS OF SUSTAINED MUSCLE STRETCH WITH TILT TABLE VERSUS PASSIVE EXERCISES IN CHILDREN WITH SPASTIC CEREBRAL PALSY: A CLINICAL STUDY. *International Journal of Physiotherapy and Research* 2017; 5: 2039–2044.
- [462] Cooper A, Musa IM, van Deursen R, et al. Electromyography characterization of stretch responses in hemiparetic stroke patients and their relationship with the Modified Ashworth Scale. *Clin Rehabil* 2005; 19: 760–766.
- [463] Seo NJ, Fischer HW, Bogey RA, et al. Effect of a serotonin antagonist on delay in grip muscle relaxation for persons with chronic hemiparetic stroke. *Clinical Neurophysiology* 2011; 122: 796–802.
- [464] Lin NCJ, Hayward KS, D’Cruz K, et al. Validity and reliability of a smartphone inclinometer app for measuring passive upper limb range of motion in a stroke population\*. *Disabil Rehabil* 2020; 42: 3243–3249.

- [465] Cox RW, Martinez RE, Baker RT, et al. Validity of a Smartphone Application for Measuring Ankle Plantar Flexion. *J Sport Rehabil*; 27. Epub ahead of print 1 May 2018. DOI: 10.1123/jsr.2017-0143.
- [466] Mohammad WS, Elattar FF, Elsaï WM, et al. Validity and Reliability of a Smartphone and Digital Inclinometer in Measuring the Lower Extremity Joints Range of Motion. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine* 2021; 10: 47–52.
- [467] Kawakami Y, Kanehisa H, Fukunaga T. The Relationship Between Passive Ankle Plantar Flexion Joint Torque and Gastrocnemius Muscle and Achilles Tendon Stiffness: Implications for Flexibility. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2008; 38: 269–276.
- [468] Rydahl SJ, Brouwer BJ. Ankle stiffness and tissue compliance in stroke survivors: A validation of Myotonometer *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 1631–1637.
- [469] Fröhlich-Zwahlen AK, Casartelli NC, Item-Glatthorn JF, et al. Validity of resting myotonometric assessment of lower extremity muscles in chronic stroke patients with limited hypertonia: A preliminary study. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2014; 24: 762–769.
- [470] Park S, Jeong H, Kim B. Effects of Vibration Rolling on Ankle Range of Motion and Ankle Muscle Stiffness in Stroke Patients: A Randomized Crossover Study. *Journal of International Academy of Physical Therapy Research* 2021; 12: 2272–2278.
- [471] Freitas SR, Mendes B, Le Sant G, et al. Can chronic stretching change the muscle-tendon mechanical properties? A review. *Scand J Med Sci Sports* 2018; 28: 794–806.
- [472] Katalinic OM, Harvey LA, Herbert RD. Effectiveness of Stretch for the Treatment and Prevention of Contractures in People With Neurological Conditions: A Systematic Review. *Phys Ther* 2011; 91: 11–24.
- [473] Kasimis K, Iakovidis P, Lytras D, et al. Short-Term Effects of Manual Therapy plus Capacitive and Resistive Electric Transfer Therapy in Individuals with Chronic Non-Specific Low Back Pain: A Randomized Clinical Trial Study. *Medicina (B Aires)* 2023; 59: 1275.
- [474] Szabo DA, Neagu N, Teodorescu S, et al. TECAR Therapy Associated with High-Intensity Laser Therapy (Hilt) and Manual Therapy in the Treatment of Muscle Disorders: A Literature Review on the Theorised Effects Supporting Their Use. *J Clin Med* 2022; 11: 6149.
- [475] Kim J, Park J, Yoon H, et al. Immediate Effects of High-frequency Diathermy on Muscle Architecture and Flexibility in Subjects With Gastrocnemius Tightness. *Physical Therapy Korea* 2020; 27: 133–139.

- [476] Elias GP, Varley MC, Wyckelsma VL, et al. Effects of Water Immersion on Posttraining Recovery in Australian Footballers. *Int J Sports Physiol Perform* 2012; 7: 357–366.
- [477] Ley A, Cladellas JM, Colet S, et al. Transferencia eléctrica capacitiva (TEC). Técnica no invasiva de hipertermia profunda en el tratamiento de los gliomas cerebrales. Resultados preliminares. *Neurocirugia* 1992; 3: 118–123.
- [478] Mirbagheri MM, Tsao C-C, Rymer WZ. Changes of elbow kinematics and kinetics during 1 year after stroke. *Muscle Nerve* 2008; 37: 387–395.
- [479] Fridén J, Lieber RL. Spastic muscle cells are shorter and stiffer than normal cells. *Muscle Nerve* 2003; 27: 157–164.
- [480] Richards HJ. Repair and healing of the divided digital flexor tendon. *Injury* 1980; 12: 1–12.
- [481] Fenwick SA, Hazleman BL, Riley GP. The vasculature and its role in the damaged and healing tendon. *Arthritis Res* 2002; 4: 252–60.
- [482] Dhindsa MS, Merring CA, Brandt LE, et al. Muscle spasticity associated with reduced whole-leg perfusion in persons with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med* 2011; 34: 594–599.
- [483] Alfieri FM, Massaro AR, Filippo TR, et al. Evaluation of body temperature in individuals with stroke. *NeuroRehabilitation* 2017; 40: 119–128.
- [484] Hernández-Bule ML, Trillo MÁ, Úbeda A. Molecular Mechanisms Underlying Antiproliferative and Differentiating Responses of Hepatocarcinoma Cells to Subthermal Electric Stimulation. *PLoS One* 2014; 9: e84636.
- [485] Chen C, Bai X, Ding Y, et al. Electrical stimulation as a novel tool for regulating cell behavior in tissue engineering. *Biomater Res* 2019; 23: 25.
- [486] Notarnicola A, Maccagnano G, Gallone MF, et al. Short term efficacy of capacitive-resistive diathermy therapy in patients with low back pain: a prospective randomized controlled trial. *J Biol Regul Homeost Agents* 2017; 31: 509–515.
- [487] Lieber RL, Steinman S, Barash IA, et al. Structural and functional changes in spastic skeletal muscle. *Muscle Nerve* 2004; 29: 615–627.
- [488] Gutmann A. *Recientes avances en Fisioterapia. Fisioterapia actual*. 1993.
- [489] Bovend'Eerd T, Newman M, Barker K, et al. The Effects of Stretching in Spasticity: A Systematic Review. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89: 1395–1406.
- [490] Ramsay JW, Barrance PJ, Buchanan TS, et al. Paretic muscle atrophy and non-contractile tissue content in individual muscles of the post-stroke lower extremity. *J Biomech* 2011; 44: 2741–6.



- [491] Masiero S, Pignataro A, Piran G, et al. Short-wave diathermy in the clinical management of musculoskeletal disorders: a pilot observational study. *Int J Biometeorol* 2020; 64: 981–988.
- [492] Paolucci T, Pezzi L, Centra M, et al. Effects of capacitive and resistive electric transfer therapy in patients with painful shoulder impingement syndrome: a comparative study. *Journal of International Medical Research* 2020; 48: 030006051988309.
- [493] Meyer PF, Da Silva RMV, Carreiro EDM, et al. Effects of Tecar Therapy on Adipose Tissue: Clinical Trial. *J Biosci Med (Irvine)* 2022; 10: 169–180.
- [494] Rego Maia R, Froes Meyer P, Marcel Valentim Da Silva R, et al. EFFECTS OF TECAR THERAPY ASSOCIATED WITH MANUAL THERAPY ON GLUTEAL SKIN FLACCIDITY. *Int J Adv Res (Indore)* 2021; 9: 902–910.
- [495] Guimaraes B, Barreto J, Martins AÚ, et al. The role of tecar therapy in the delayed onset muscle soreness and functional recovery. *Ann Phys Rehabil Med* 2018; 61: e75–e76.
- [496] Loram ID, Lakie M. Direct measurement of human ankle stiffness during quiet standing: the intrinsic mechanical stiffness is insufficient for stability. *J Physiol* 2002; 545: 1041–1053.
- [497] Kearney RE, Stein RB, Parameswaran L. Identification of intrinsic and reflex contributions to human ankle stiffness dynamics. *IEEE Trans Biomed Eng* 1997; 44: 493–504.
- [498] Powden CJ, Hoch JM, Hoch MC. Reliability and minimal detectable change of the weight-bearing lunge test: A systematic review. *Man Ther* 2015; 20: 524–532.
- [499] Park S-J, Cho K-H, Kim S-H. The Effects of Kaltenborn Orthopedic Manual Therapy with Evjenth-hamberg Stretching on Range of Motion of Ankle Joint and Balance Ability in Patients with Chronic Stroke. *Journal of The Korean Society of Physical Medicine* 2018; 13: 43–51.
- [500] Fugl-Meyer AR, Jääskö L, Leyman I, et al. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med* 1975; 7: 13–31.
- [501] Gladstone DJ, Danells CJ, Black SE. The Fugl-Meyer Assessment of Motor Recovery after Stroke: A Critical Review of Its Measurement Properties. *Neurorehabil Neural Repair* 2002; 16: 232–240.
- [502] Hyun S-J, Lee J, Lee B-H. The Effects of Sit-to-Stand Training Combined with Real-Time Visual Feedback on Strength, Balance, Gait Ability, and Quality of Life in Patients with Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18: 12229.

- [503] Mong Y, Teo TW, Ng SS. 5-Repetition Sit-to-Stand Test in Subjects With Chronic Stroke: Reliability and Validity. *Arch Phys Med Rehabil* 2010; 91: 407–413.
- [504] Galli M, Cimolin V, Crivellini M, et al. Quantitative analysis of sit to stand movement: Experimental set-up definition and application to healthy and hemiplegic adults. *Gait Posture* 2008; 28: 80–85.
- [505] Tesio L, Rota V. The Motion of Body Center of Mass During Walking: A Review Oriented to Clinical Applications. *Front Neuro*; 10. Epub ahead of print 20 September 2019. DOI: 10.3389/fneur.2019.00999.
- [506] Zhang H, Nussbaum MA, Agnew MJ. A new method to assess passive and active ankle stiffness during quiet upright stance. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2015; 25: 937–943.
- [507] Freire B, Bochehin do Valle M, Lanferdini FJ, et al. Cut-off score of the modified Ashworth scale corresponding to walking ability and functional mobility in individuals with chronic stroke. *Disabil Rehabil* 2023; 45: 866–870.
- [508] Scrivener K, Schurr K, Sherrington C. Responsiveness of the ten-metre walk test, Step Test and Motor Assessment Scale in inpatient care after stroke. *BMC Neurol* 2014; 14: 129.
- [509] Tyson S, Connell L. The psychometric properties and clinical utility of measures of walking and mobility in neurological conditions: a systematic review. *Clin Rehabil* 2009; 23: 1018–1033.
- [510] Cheng DK-Y, Dagenais M, Alsbury-Nealy K, et al. Distance-limited walk tests post-stroke: A systematic review of measurement properties. *NeuroRehabilitation* 2021; 48: 413–439.
- [511] Kwakkel G, Lannin NA, Borschmann K, et al. Standardized measurement of sensorimotor recovery in stroke trials: Consensus-based core recommendations from the Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable. *International Journal of Stroke* 2017; 12: 451–461.
- [512] Ardestani MM, Hornby TG. Effect of investigator observation on gait parameters in individuals with stroke. *J Biomech* 2020; 100: 109602.
- [513] Amatachaya S, Kwanmongkolthong M, Thongjumroon A, et al. Influence of timing protocols and distance covered on the outcomes of the 10-meter walk test. *Physiother Theory Pract* 2020; 36: 1348–1353.
- [514] Sustakoski A, Perera S, VanSwearingen JM, et al. The impact of testing protocol on recorded gait speed. *Gait Posture* 2015; 41: 329–331.
- [515] Ng S, Au K, Chan E, et al. Effect of acceleration and deceleration distance on the walking speed of people with chronic stroke. *J Rehabil Med* 2016; 48: 666–670.

- [516] Karpman C, LeBrasseur NK, DePew ZS, et al. Measuring Gait Speed in the Out-Patient Clinic: Methodology and Feasibility. *Respir Care* 2014; 59: 531–537.
- [517] Taylor D, Stretton CM, Mudge S, et al. Does clinic-measured gait speed differ from gait speed measured in the community in people with stroke? *Clin Rehabil* 2006; 20: 438–444.
- [518] Hardy SE, Perera S, Roumani YF, et al. Improvement in Usual Gait Speed Predicts Better Survival in Older Adults. *J Am Geriatr Soc* 2007; 55: 1727–1734.
- [519] PICELLI A, MUNARI D, SERINA A, et al. Short-wave diathermy for spastic equinus foot in chronic stroke patients: a proof-of-concept pilot study. *Minerva Med*; 114. Epub ahead of print July 2023. DOI: 10.23736/S0026-4806.21.07581-9.
- [520] Mandiroglu S, Firat M. Foot and ankle deformities in stroke: relationship with ambulation, balance, and daily living activities: a cross-sectional study. *Somatosens Mot Res* 2022; 39: 106–110.
- [521] Allen JL, Kesar TM, Ting LH. Motor module generalization across balance and walking is impaired after stroke. *J Neurophysiol* 2019; 122: 277–289.
- [522] Jamal K, Leplaideur S, Rousseau C, et al. Disturbances of spatial reference frame and postural asymmetry after a chronic stroke. *Exp Brain Res* 2018; 236: 2377–2385.
- [523] da Costa GV, de Castro MP, Sanchotene CG, et al. Relationship between passive ankle dorsiflexion range, dynamic ankle dorsiflexion range and lower limb and trunk kinematics during the single-leg squat. *Gait Posture* 2021; 86: 106–111.
- [524] Beyaert C, Vasa R, Frykberg GE. Gait post-stroke: Pathophysiology and rehabilitation strategies. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology* 2015; 45: 335–355.
- [525] Ferry B, Compagnat M, Yonneau J, et al. Awakenning the control of the ankle dorsiflexors in the post-stroke hemiplegic subject to improve walking activity and social participation: the WAKE (Walking Ankle isoKinetic Exercise) randomised, controlled trial. *Trials* 2022; 23: 661.
- [526] Gao F, Grant TH, Roth EJ, et al. Changes in Passive Mechanical Properties of the Gastrocnemius Muscle at the Muscle Fascicle and Joint Levels in Stroke Survivors. *Arch Phys Med Rehabil* 2009; 90: 819–826.
- [527] Kulig K, Chang Y-J, Winiarski S, et al. Ultrasound-Based Tendon Micromorphology Predicts Mechanical Characteristics of Degenerated Tendons. *Ultrasound Med Biol* 2016; 42: 664–673.
- [528] Liang JN, Ho K-Y. Altered Achilles tendon morphology in individuals with chronic post-stroke hemiparesis: a case report. *BMC Med Imaging* 2020; 20: 34.

- [529] Wen H, Wang M. Backward Walking Training Impacts Positive Effect on Improving Walking Capacity after Stroke: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2022; 19: 3370.
- [530] Wang W, Li K, Yue S, et al. Associations between lower-limb muscle activation and knee flexion in post-stroke individuals: A study on the stance-to-swing phases of gait. *PLoS One* 2017; 12: e0183865.
- [531] Ostádal M, Chomiak J, Dungal P, et al. [Distal rectus femoris tendon transfer in cerebral palsy patients]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2007; 74: 388–91.
- [532] Chen I-H, Yang Y-R, Cheng S-J, et al. Neuromuscular and biomechanical strategies of turning in ambulatory individuals post-stroke. *Chin J Physiol* 2014; 57: 128–36.
- [533] Zhao L-R, Willing A. Enhancing endogenous capacity to repair a stroke-damaged brain: An evolving field for stroke research. *Prog Neurobiol* 2018; 163–164: 5–26.
- [534] Vivancos Matellano F, Pascual Pascual SI, Nardi Vilardaga J, et al. Guía del tratamiento integral de la espasticidad. *Rev Neurol* 2007; 45: 365.
- [535] Ferrer Pastor M, Iñigo Huarte V, Juste Díaz J, et al. Revisión sistemática del tratamiento de la espasticidad en el adulto con daño cerebral adquirido. *Rehabilitacion (Madr)* 2020; 54: 51–62.
- [536] Yarmolenko PS, Moon EJ, Landon C, et al. Thresholds for thermal damage to normal tissues: An update. *International Journal of Hyperthermia* 2011; 27: 320–343.
- [537] Hernández-Bule ML, Paíno CL, Trillo MÁ, et al. Electric Stimulation at 448 kHz Promotes Proliferation of Human Mesenchymal Stem Cells. *Cellular Physiology and Biochemistry* 2014; 34: 1741–1755.
- [538] Azzollini V, Dalise S, Chisari C. How Does Stroke Affect Skeletal Muscle? State of the Art and Rehabilitation Perspective. *Front Neurol*; 12. Epub ahead of print 23 December 2021. DOI: 10.3389/fneur.2021.797559.
- [539] Pamoukdjian F, Paillaud E, Zelek L, et al. Measurement of gait speed in older adults to identify complications associated with frailty: A systematic review. *J Geriatr Oncol* 2015; 6: 484–496.
- [540] Unver B, Baris RH, Yuksel E, et al. Reliability of 4-meter and 10-meter walk tests after lower extremity surgery. *Disabil Rehabil* 2017; 39: 2572–2576.
- [541] Karpman C, LeBrasseur NK, DePew ZS, et al. Measuring Gait Speed in the Out-Patient Clinic: Methodology and Feasibility. *Respir Care* 2014; 59: 531–537.
- [542] Peters DM, Fritz SL, Krotish DE. Assessing the Reliability and Validity of a Shorter Walk Test Compared With the 10-Meter Walk Test for Measurements of

Gait Speed in Healthy, Older Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy* 2013; 36: 24–30.

- [543] Alonso de Leciñana M, Castellanos M, Ayo-Martín Ó, et al. Stroke care during the COVID-19 outbreak in Spain: the experience of Spanish stroke units. *Stroke Vasc Neurol* 2021; 6: 267–273.

## 12. ANNEXOS

### **12.1. ANNEX 1: Publicacions i articles**

- *Publicació 1: "Immediate Effects of Tecar Therapy on Gastrocnemius and Quadriceps muscles with Spastic Hypertonia in Chronic Stroke Survivors. A randomized Controlled Trial"*
- *Publicació 2: "Assessment of the 4-meter walk test-retest reliability and concurrent validity and its correlation with the five sit-to-stand test in chronic ambulatori stroke survivors"*
- *Article: "Immediate Effects of Tecar Therapy on Lower Limb to Decrease Hypertonia in Chronic Stroke Survivors. A Randomized Controlled Trial"*





# Annals of Physical and Rehabilitation Medicine

## Immediate Effects of Tecar Therapy on Gastrocnemius and Quadriceps with Spastic Hypertonia in Chronic Stroke Survivors. A Randomized Controlled Trial --Manuscript Draft--

<b>Manuscript Number:</b>	REHAB-D-23-00414
<b>Article Type:</b>	Original Article
<b>Keywords:</b>	Tecar Therapy; Stroke; Spasticity; Functional Massage; Capacitive Resistive Electric Transfer Therapy; CRet; muscle tone
<b>Corresponding Author:</b>	Rosa Cabanas-Valdés, PhD International University of Cataluna Faculty of Medicine and Health Sciences Sant Cugat del Valles, Barcelona SPAIN
<b>First Author:</b>	Laura García-Rueda, MsC
<b>Order of Authors:</b>	Laura García-Rueda, MsC Rosa Cabanas-Valdés, PhD Carina Salgueiro, PhD Albert Pérez-Bellmunt, PhD Jacobo Rodríguez-Sanz, PhD Carlos López-de-Celis, PhD
<b>Abstract:</b>	<p><b>Background:</b> Lower limb hypertonia due to spasticity is a common condition in chronic stroke survivors. Tecar Therapy could be an appropriate non-invasive strategy to reduce muscle tone in these individuals.</p> <p><b>Objective:</b> The aim of this study was to assess changes in muscle properties after a single session of Tecar Therapy combined with Functional Massage of gastrocnemius and quadriceps muscles of chronic stroke survivors with hypertonia (spasticity).</p> <p><b>Methods:</b> 36 chronic stroke survivors with lower limb hypertonia were enrolled in a double-blind randomized controlled trial. The experimental group (n=18) received a single 30-minute session of Tecar Therapy in combination with Functional Massage (FM) on the gastrocnemius and quadriceps muscles. The control group (n=18) received a sham treatment of Tecar Therapy (without electrical stimulation) in combination with real FM. The primary outcome was muscle tone of the lower limb muscles assessed with the Modified Ashworth Scale (MAS). The secondary outcomes were goniometric degrees of the MAS (goniometer), neuromuscular properties of the gastrocnemius/quadriceps (myotonometer), and passive range of motion (inclinometer). All measurements were performed at baseline (T0), immediately after treatment (T1), and at 30-minutes post-treatment (T2) by a blinded assessor.</p> <p><b>Results:</b> The MAS score ankle dorsiflexion significantly decreased at T0-T1 (p=0.046) and the change was maintained at T0-T2 (p=0.019) in the experimental group. Significant improvements were noted in passive range of motion for knee flexion (p=0.012) and ankle dorsiflexion (p=0.034) at T2. In addition, knee flexion improved at T1 (p=0.019).</p> <p><b>Conclusion:</b> A single session of Tecar Therapy at the same time with FM on the gastrocnemius and quadriceps immediately reduces muscle tone and increases passive range of motion of both ankle and knee in chronic stroke survivors. There were no significant changes in the neuromuscular properties measured with myotonometer of the gastrocnemius and quadriceps.</p>
<b>Suggested Reviewers:</b>	Esther Duarte-Oller, PhD head, MAR Health Park Consortium 87642@parcdesalutmar.cat  Laura Mori, PhD University of Genoa Department of Health Sciences morilaura@hotmail.com  Dan Alexandre Szabo, PhD George Emil Palade University of Medicine Pharmacy Science and Technology of

Targu Mures  
dan-alexandru.szabo@umfst.ro

Dear Dr. Dominic Pérennou,

We wish to submit an original research article entitled **“Immediate Effects of Tecar Therapy on Gastrocnemius and Quadriceps with Spastic Hypertonia in Chronic Stroke Survivors. A Randomized Controlled Trial”** for consideration by Annals of physical and rehabilitation medicine (APRM).

We confirm that this work is original and has not been published elsewhere, nor is it currently under consideration for publication elsewhere.

In this paper, we report on stroke survivors. This is significant because it is Double-blind randomized sham-controlled clinical trial study design. This study is the first to investigate the Tecar Therapy or Capacitive Resistive Electric Transfer Therapy (CRet) in ambulatory chronic stroke survivors. Stroke is the main cause of disability in adults. Lower limb spasticity (increase muscle tone) is a sensorimotor disorder that can develop after stroke, with consequences on functionality such as poor active range of movement of lower limb joints and gait disturbances. Post-stroke physiotherapy aims to reduce excess muscle tone derived from spasticity and improve functionality. Tecar Therapy could be a new option non-invasive therapy to reduce muscle tone in stroke survivors. In addition, Tecar Therapy has not been studied in individuals with neurological conditions. We believe that this manuscript is appropriate for publication by APRM because this journal publishes original, peer-reviewed research and clinical reports on important trends and developments in physical medicine and rehabilitation and related fields.

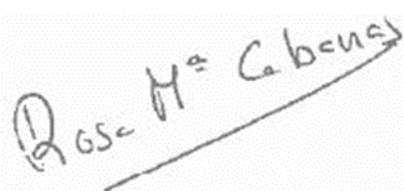
It is important to highlight those secondary musculoskeletal problems after stroke, can hopefully be prevented, and more effective rehabilitation treatment will optimize the recovery. Thus, the primary purpose of this study was to examine if a single Tecar Therapy session, associated with functional massage, can immediately decrease lower limb spasticity and evaluate the changes of neuromuscular properties that occur with a TT session, as an adjunct to functional massage, in spastic gastrocnemius and quadriceps of chronic stroke survivors.

We have no conflicts of interest to disclose. All authors have read and approved the submitted manuscript, which has not been published or submitted elsewhere, in whole or in part.

Please address all correspondence concerning this manuscript to me at [rosacabanas@uic.es](mailto:rosacabanas@uic.es).

Thank you for your consideration of this manuscript.

Sincerely, June 15th, 2023



Rosa M. Cabanas

Rosa Cabanas Valdés, PhD  
Physiotherapy Department,  
Faculty of Medicine and Health Sciences  
Universitat Internacional de Catalunya  
Sant Cugat del Vallés 08195  
Barcelona, Spain

Rosa Cabanas-Valdés and co-authors

- Tecar therapy with functional massage reduces the gastrocnemius tone.
- Tecar therapy with functional massage decrease the MAS score.
- Tecar therapy with functional massage increase the ankle dorsiflexion.

## **Immediate Effects of Tecar Therapy on Gastrocnemius and Quadriceps with Spastic Hypertonia in Chronic Stroke Survivors. A Randomized Controlled Trial**

Laura García-Rueda MsC, Universitat Internacional de Catalunya, PhD program  
Universitat Internacional de Catalunya,, Sant Cugat del Vallés, Barcelona, Spain  
[lgarciar@uic.es](mailto:lgarciar@uic.es)

Rosa Cabanas-Valdés PhD, Universitat Internacional de Catalunya, Physiotherapy  
Department, Faculty of Medicine and Health Sciences. Sant Cugat del Vallés,  
Barcelona, Spain. phone +34 93 504 20 00 [rosacabanas@uic.es](mailto:rosacabanas@uic.es) corresponding  
author Orcid: 0000-0002-5255-2494

Carina Salgueiro PhD, Universitat Internacional de Catalunya, Sant Cugat del  
Vallés, Barcelona. Clínica de Neurorehabilitación, Sant Cugat del Vallés,  
Barcelona, Spain [carinafsalgueiro@gmail.com](mailto:carinafsalgueiro@gmail.com)

Albert Pérez-Bellmunt PhD, Universitat Internacional de Catalunya, Campus Sant  
Cugat, Basic Sciences Department, Actium functional anatomy research group.  
Sant Cugat del Vallés, Barcelona, Spain. [aperez@uic.es](mailto:aperez@uic.es)

Jacobo Rodríguez-Sanz PhD, Universitat Internacional de Catalunya Campus  
Sant Cugat, Basic Sciences Department, Actium functional anatomy research  
group. Sant Cugat del Vallés, Barcelona, Spain. [jrodriguez@uic.es](mailto:jrodriguez@uic.es)

Carlos López-de-Celis PhD, Universitat Internacional de Catalunya, Campus Sant  
Cugat, Physiotherapy Department, Faculty of Medicine and Health Sciences, Sant  
Cugat del Vallés, Barcelona, Spain. Fundació Institut Universitari per a la recerca  
a l'Atenció Primària de Salut Jordi Gol i Gurina (IDIAPJGol), Barcelona, Spain.  
[carlesldc@uic.es](mailto:carlesldc@uic.es)

## **Ethical approval**

Universitat Internacional de Catalunya with the number FIS-2021-06

## **Author contribution**

**Laura García-Rueda:** Conceptualization, Writing-Review & Editing, Resources, Investigation. **Rosa Cabanas-Valdés:** Conceptualization, Methodology, Writing-Original draft preparation, Visualization, Project administration.

**Carina Salgueiro:** Supervision, Writing-Review & Editing, Resources. **Albert Pérez-Bellmunt:** Validation, Writing-Review & Editing. **Jacobo Rodríguez-Sanz:** Validation, Writing-Review & Editing. **Carlos López-de-Celis:** Data curation, Methodology, Writing-Review & Editing, Software, Formal analysis.

## **Author statement**

I affirm that all authors have read and agreed the Statement for Authors. Rosa Cabanas-Valdés.

We obtained written informed consent from all patients.

This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

## **Competing interests**

No potential competing interest was reported by the authors.

## **Acknowledgements**

The Wintecare company provided the relevant equipment to the Universitat Internacional de Catalunya. The authors have not received any payment of any kind. The authors have conducted the present research in a totally free way. The authors would like to thank all the participants in the study for their collaboration.

Word count: 3635



## Immediate Effects of Tecar Therapy on Gastrocnemius and Quadriceps muscles with Spastic Hypertonia in Chronic Stroke Survivors. A Randomized Controlled Trial

**Background:** Lower limb hypertonia due to spasticity is a common condition in chronic stroke survivors. Tecar Therapy could be an appropriate non-invasive strategy to reduce muscle tone in these individuals.

**Objective:** The aim of this study was to assess changes in muscle properties after a single session of Tecar Therapy combined with Functional Massage of gastrocnemius and quadriceps muscles of chronic stroke survivors with hypertonia (spasticity).

**Methods:** 36 chronic-stroke survivors with lower limb hypertonia were enrolled in a double-blind randomized controlled trial. The experimental group (n=18) received a single 30-minute session of Tecar Therapy in combination with Functional Massage (FM) on the gastrocnemius and quadriceps muscles. The control group (n=18) received a sham treatment of Tecar Therapy (without electrical stimulation) in combination with real FM. The primary outcome was muscle tone of the lower limb muscles assessed with the Modified Ashworth Scale (MAS). The secondary outcomes were goniometric degrees of the MAS (goniometer), neuromuscular properties of the gastrocnemius/quadriceps (myotonometer), and passive range of motion (inclinometer). All measurements were performed at baseline (T0), immediately after treatment (T1), and at 30-minutes post-treatment (T2) by a blinded assessor.

**Results:** The MAS score ankle dorsiflexion significantly decreased at T0-T1 ( $p=0.046$ ) and the change was maintained at T0-T2 ( $p=0.019$ ) in the experimental group. Significant improvements were noted in passive range of motion for knee flexion ( $p=0.012$ ) and ankle dorsiflexion ( $p=0.034$ ) at T2. In addition, knee flexion improved at T1 ( $p=0.019$ ).

**Conclusion:** A single session of Tecar Therapy at the same time with FM on the gastrocnemius and quadriceps immediately reduces muscle tone and increases passive range of motion of both ankle and knee in chronic stroke survivors. There were no significant changes in the neuromuscular properties measured with myotonometer of the gastrocnemius and quadriceps.

**Key words:** Tecar Therapy; Stroke; Spasticity; Functional Massage; Functionality; Capacitive

Resistive Electric Transfer Therapy; CRet; muscle tone.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40
- 41
- 42
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47
- 48
- 49
- 50
- 51
- 52
- 53
- 54
- 55
- 56
- 57
- 58
- 59
- 60
- 61
- 62
- 63
- 64
- 65

## Introduction

1 Spasticity is the most common sequel of stroke. It has a severe impact on motor and functional  
2 recovery [1]. There is increased muscle tone due to a lesion of the upper motor neuron that presents  
3 as an involuntary, sustained and intermittent muscle activation [2]. Other related motor impairments  
4 derived from stroke, coexist with spasticity, and share similar pathophysiological origins. These  
5 include abnormal synergies and inappropriate and anomalous muscle co-activation [3]. From a  
6 biomechanical point of view, the initial post-stroke paresis immobilizes the affected muscles. This  
7 leads to adaptive shortening of muscle fibers, the development of soft tissue contractures and  
8 velocity-dependent stretch reflexes [4]. Previous studies suggest that spasticity causes  
9 morphological changes of muscle thickness in stroke patients [5]. Changes in soft tissues result in  
10 non-neural symptoms including changes in muscle and tendon properties and reduced joint range  
11 of motion (ROM) [6,7].

12 According to Kuo C-L et al.,[8] the biomechanical component of spasticity may increase over time  
13 although the neurological component (of spasticity) peaks in the third month after stroke. Spasticity  
14 is present in 43.2% of stroke survivors at 12 months [9]. The prevalence of increased muscle tone  
15 is up to 97% [10] in chronic stroke survivors with moderate to severe motor impairments. It suggests  
16 that spontaneous spasticity reduction occurs rarely. It tends to evolve and become more severe over  
17 time [11].

18 Common lower limb muscle involvement of spasticity includes ankle plantar flexors and knee  
19 extensors, amongst other muscle groups [10]. Spasticity in gastrocnemius and soleus muscles is  
20 very common, and often results in various ankle and foot deformities, including equinovarus and toe  
21 deformities [12] that impact on motor function, gait and quality of life [13]. Physical therapy  
22 interventions, such as massage [14], and joint mobilization and active stretching are widely used as  
23 conservative methods [15] to reduce excess muscle tone and improve motor function. Physical  
24 therapy and pharmacological treatment are essential to prevent retraction, joint fixation [16], and  
25 improve motor recovery [14]. Functional Massage (FM) is a technique that simultaneously combines  
26 passive rhythmic mobilization and massage-stretching of the muscles, which reduces excess muscle  
27 tone without causing pain [17].

1 Tecar Therapy (TT) is another technique that reduces muscle stiffness [18] and improves flexibility  
2 [19]. TT is a modality of non-invasive diathermy that, improves superficial and deep blood circulation,  
3 hemoglobin saturation and muscle flexibility by providing high frequency to the tissues [20]. TT is  
4 useful in chronic musculoskeletal diseases where an increase in the temperature of deep tissues is  
5 needed to change the viscoelasticity of the structures [21]. This effect could be positive in the  
6 treatment of hypertonia due to spasticity because its onset and development can be affected by  
7 structural changes in muscle and tendon fibers and in extracellular components. To the best of our  
8 knowledge, there are no randomized controlled trials focused on the effects of TT on hypertonia due  
9 to spasticity in stroke survivors.  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18

19 It is important to highlight that secondary musculoskeletal problems can hopefully be prevented, and  
20 more effective rehabilitation treatment will optimize the recovery [22]. Therefore, the aim of this study  
21 is to assess changes in muscle tone, passive range of motion and mechanical properties that occur  
22 with a single TT session, in spastic gastrocnemius and quadriceps muscles of chronic stroke  
23 survivors, as an adjunct to FM.  
24  
25  
26  
27  
28  
29

## 30 **Methods**

31  
32  
33 A randomized double-blind controlled clinical trial was carried out in the laboratory of the university  
34 XXXXXX. Chronic stroke volunteers were recruited from different Neurorehabilitation Clinics and  
35 associations in the XXXXX area from May 2021 to May 2022. The study was approved by the local  
36 ethics Committee of the university-CER (FIS-2021-06), according to the Declaration of Helsinki  
37 (World Medical Association, 2013), and registered at [www.clinicaltrials.gov](http://www.clinicaltrials.gov) number NCT04824768.  
38 CONSORT 2010 and TIDieR guidelines were followed.  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46

47 Inclusion criteria were: i) chronic stroke survivors (6 months post-stroke), ii) age >18, iii) score of 1-  
48 3 points on the Modified Ashworth Scale (MAS) [23,24] on hip flexion, knee flexion or ankle  
49 dorsiflexion, iv) score >25 points on the Montreal Cognitive Assessment [25]. Exclusion criteria were:  
50 i) injuries in the lower limbs, ii) other neurological diseases or cancer, iii) the presence of  
51 osteosynthetic material or a pacemaker, iv) botulinum toxin or antispastic treatment in the 3 months  
52 before the study, v) inability to remain in the prone position, vi) any contraindication to massage and  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

or Tecar therapy not mentioned in the exclusion criteria, such as skin infections, inflammatory vascular diseases, or acute inflammation.

The randomization was performed with OxMar computer software by a researcher who was not involved in data collection. The allocation concealment of the sequence was done with opaque and numbered envelopes. Participants were randomly assigned to either of two groups: Both groups received FM with the mobile resistive/capacitive electrodes; the experimental group received TT and the control group received sham TT. The TT treatment in combination with FM was applied to the quadriceps, gastrocnemius, and Achilles tendon of the affected leg with the T-plus device (Wintecare Chiasso, Switzerland).

The experimental group received the procedure and dosage detailed below. The participant was in a prone position. A fixed electrode was set under the participant's abdomen. The protocol started with massage and TT in resistive mode (80-100W - 7 minutes) in the lumbar area, followed by massage and TT in resistive mode (100-120W - 5 minutes) over the hamstrings of the affected leg. We continued in the gastrocnemius area with FM and TT in the same resistive mode (110-120W; 5 minutes), followed by FM and TT in the capacitive mode in the same region (180-200VA - 4 minutes).

The patient was moved to a supine position with the electrode fixed on the lumbar area. FM and TT in the resistive mode (110-140W – 5 minutes) was performed on the quadriceps and the session ended with FM and TT in capacitive mode in the same region (180-200VA - 4 minutes). The session lasted approximately 30 minutes. A “Thermocomed” digital thermometer (precision  $\pm 0.3^{\circ}$  Celsius) was used by the investigator to measure the surface temperature of the affected lower limb during the treatment.

The same steps of the experimental group were followed for the control group, but with sham TT (0W/VA). To blind the participant to whether the electrode was generating a dose, we preheated it to provide a slight cutaneous thermal sensation (Beurer HK Comfort heat mat).

A blinded assessor (RN) collected and recorded the measurements. All outcomes were measured at baseline (T0), immediately after the intervention (T1) and 30 minutes at the end-intervention (T2).

The entire procedure lasted approximately 90 minutes. Although TT can significantly increase skin

1 temperature [21], the doses applied were previously established by a physiotherapist (JR)  
2 experienced with TT. Room temperature was controlled at 22-23° to prevent an increase in muscle  
3 tone.  
4

5 Nominal and clinical data were recorded prior to the measurement of motor functions. The outcome  
6 assessment procedure was carried out in the following order. Muscle properties of gastrocnemius  
7 and quadriceps muscles were assessed by myotonometry with MyotonPro (Myoton Ltds., Tallinn,  
8 Estonia) [26]. The MyotonPro assesses tone or state of tension natural oscillation frequency (Hz),  
9 biomechanical properties as dynamic stiffness (N/m) and viscoelastic properties as mechanical  
10 stress relaxation time (ms) [27]. The MyotonPro device was placed on the skin, perpendicular to the  
11 surface of the most prominent belly of the medial and lateral gastrocnemius and quadriceps muscles,  
12 with the participant in a supine position (**Figure 1.A-B**).  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23

24 Passive range of motion (PROM) of the ankle and knee was measured at the end-feel using an  
25 inclinometer (Clinometer Smartphone Application TM 4.9.2). To determine strength, a handheld  
26 dynamometer (MicroFET2, Hoggan Scientific, Salt Lake City, Utah) was used. The participant rested  
27 in the supine position with the knee straight on the treatment table to measure the ankle PROM. The  
28 assessor applied the maximum force against the metatarsal base with the dynamometer to assess  
29 T0 (**Figure 2.A**), and placed the inclinometer along the fifth metatarsal (**Figure 2.B**). To assess T1  
30 and T2 the investigator applied the same force registered by the inclinometer at T0. To measure  
31 knee PROM, the participant rested in a supine position, close to the edge of the treatment table, with  
32 the knee bent as the leg was outside the treatment table. For T0, the investigator applied the  
33 maximum force against the distal third of the tibial shaft, and the evaluator applied the inclinometer  
34 along the proximal shaft (**Figure 2.C**). For T1 and T2, the investigator applied the same force  
35 registered by the inclinometer at T0.  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50

51 Muscle tone due to spasticity was assessed with MAS. It is the most widely accepted clinical tool  
52 used to measure increases in muscle tone [28]. The MAS is a 6-point scale. Scores range from 0  
53 to 4, where lower scores represent normal muscle tone, and higher scores represent spasticity or  
54 increased resistance to passive movement. For the gastrocnemius muscle, hip was in 45 degrees  
55 of flexion with the knee in maximum extension and the ankle is moved from maximum plantar  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

flexion to maximum dorsiflexion. For the quadriceps femoris muscle, knee and hip were in maximal extension and the knee is moved from maximum extension to maximum flexion.

Degrees of the MAS for hip flexion, knee flexion and ankle dorsiflexion were assessed with a long arm universal goniometer (Enraf Nonius, Prim Group). The participant was lying in lateral decubitus position, with hip and knee at 0°, the assessor slowly moved individuals' leg to maximum passive hip flexion, knee flexion and ankle dorsiflexion—and carried out the respective measurements with the goniometer.

The sample size was calculated based on the article by Lee et al., [29] for MAS outcome. Accepting an alpha risk of 0.05 and a beta risk of 0.2 in a bilateral contrast, a sample of 36 participants (18 in each group) is required to detect a difference  $\geq 1.13$  points in MAS, with a common standard deviation of 1.09 points.

### **Data analysis**

Statistical analysis was performed with IBM SPSS Statistic version 26.0 (Armonk, NY, USA: IBM Corp) to assess group differences in the variables at each time interval. Descriptive analysis was conducted. The mean and standard deviation were calculated for the quantitative variables. Frequencies were calculated for demographic and anthropologic qualitative variables. The Shapiro-Wilk test was used to determine non-normal distribution of quantitative data.

A repeated-measure analyses of variance (ANOVA) with time (baseline, post-intervention, follow up) and group (experimental, control) was conducted to determine changes in the outcomes of each dependent variable (MAS score, MAS degrees and PROM of knee flexion and ankle dorsiflexion, and neuromuscular properties of gastrocnemius and quadriceps muscles) at each time interval. If the assumption of sphericity test was not satisfied, the Greenhouse-Geisser correction was used for interpretation. When a statistically significant effect was observed, a post hoc analysis was performed, and the Bonferroni correction was used to adjust for multiple comparisons. For the qualitative variable MAS, McNeimar's test was used for the within-group analysis and Fisher's exact statistic for the between-groups analysis.

1 All individuals originally enrolled were included in the final analysis as planned. Effect sizes were  
2 calculated using eta squared ( $\eta^2$ ). We considered an effect size  $>0.14$  as large; around 0.06 as  
3 medium; and  $<0.01$  as small. The level of significance was set at  $p<0.05$ .  
4

## 5 **Results**

6  
7  
8 We recruited 44 volunteers (16 females and 28 males), 2 females and 6 males did not meet the  
9 inclusion or exclusion criteria. The 36 participants involved in the study (18 experimental group and  
10 18 control group), were given written and verbal descriptions of the study procedures, after which  
11 they signed an informed consent form. Mean age was  $58.6\pm 11.3$  years. There were no dropouts for  
12 the 90 minutes after measurements. There were no significant differences between the 2 groups for  
13 any demographic or baseline measures (Table 1). The comparative analysis of the study can be  
14 found **(Tables 2–4)**.  
15

16 The MAS score for ankle dorsiflexion showed statistically significant changes compared to the  
17 control group between T0-T1 ( $p=0.046$ ) and between T0-T2 ( $p=0.019$ ). No statistically significant  
18 changes were observed for MAS hip Flexion or MAS knee flexion **(Table 2)**.  
19

20 The MAS degrees for ankle dorsiflexion showed significant improvements for the between group  
21 analysis between T2-T0 ( $p=0.011$ ) **(Table 3)**. In the within-group analysis, significant improvements  
22 were noticed for the experimental group between T2-T0 ( $p=0.004$ ) **(Table 4)**. For MAS degrees for  
23 knee flexion showed significant effects for the between group analysis between T1-T0 ( $p=0.016$ ) and  
24 between T2-T0 ( $p=0.000$ ) **(Table 3)**. In the within-group analysis, statistically significant differences  
25 were observed in the experimental group, between T0-T1 ( $p=0.005$ ) and between T0-T2 ( $p=0.002$ ).  
26  
27 **(Table 4)**. The MAS degrees for hip flexion showed significant main effects in the between group  
28 analysis between T2-T0 period ( $p=0.022$ ) **(Table 3)**. In the within-group analysis, statistically  
29 significant differences were noticed in the experimental group, in the T0-T2 ( $p=0.003$ ) **(Table 4)**.  
30

31 In the between group analysis of the PROM of gastrocnemius variable, statistically significant  
32 differences were demonstrated between T0-T2 ( $p=0.034$ ). In the within-group analysis, significant  
33 improvement was observed in the experimental group between T0-T1 ( $p=0.028$ ) and between T0-  
34 T2 ( $p=0.033$ ) **(Table 3-4)**. In the PROM of quadriceps variable, statistically significant differences  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65



1 were showed in the between group analysis between T0-T1 ( $p=0.012$ ) and between T0-T2  
2 ( $p=0.019$ ). In the within-group analysis, no statistically significant changes were observed in both  
3 groups (**Table 3-4**).  
4

5 When the neuromuscular properties of gastrocnemius and quadriceps muscles were assessed with  
6 myotonometry, there was no improvement in the tone of either gastrocnemius medialis/lateralis or  
7 quadriceps, nor in the between group or within group analysis in both groups (**Table 3-4**). In the  
8 between group analysis, no statistically significant changes were showed for gastrocnemius medialis  
9 at any stage. In the within group analysis, there were statistically significant changes for  
10 gastrocnemius medialis in the experimental group between T0-T1 ( $p=0.021$ ). There were no  
11 significant improvements in the stiffness of gastrocnemius lateralis or quadriceps, neither in the  
12 between group or within-group analysis in both group (**Table 3-4**). There was no significant  
13 improvement in the relaxation of gastrocnemius medialis/lateralis or quadriceps, neither in the  
14 between group nor within-group analysis in any group (**Table 3-4**). No adverse events were observed  
15 with any of the interventions performed in the study.  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30

## 31 Discussion

32 The results of this study suggest that a single session of TT in combination with FM immediately  
33 reduces the muscle tone of the gastrocnemius due to spastic hypertonia in chronic stroke survivors.  
34 A reduction in the MAS score and increase in the MAS degrees for the ankle dorsiflexion in the  
35 experimental group was observed. Besides, the PROM at the end-feel of the gastrocnemius also  
36 increased in the experimental group.  
37

38 There were no changes in MAS scores for knee and hip flexion, although the MAS degrees increased  
39 for knee and hip flexion in the experimental group, which indicates an improvement in the tone of  
40 the quadriceps muscle. Furthermore, the PROM at the end-feel of the knee flexion increased  
41 between T0-T1 and T0-T2. However, when neuromuscular properties (tone, stiffness, relaxation)  
42 were assessed with myotonometry, no changes were recorded, except for gastrocnemius medialis  
43 stiffness in the experimental group between at the end of intervention.  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1 To the best of our knowledge, the effects of TT in addition to FM have not been assessed on the  
2 neuromuscular properties of post-stroke spastic muscles in previous studies. Therefore, it has not  
3 been possible to compare our results with other similar studies. Although the MAS is the most  
4 accepted clinical tool that measures resistance to passive movement due to excess muscle tone, it  
5 has shown to have several limitations, because it is a subjective method that relies only on the  
6 experience of the assessor [28,30]. However, it is the most widely accepted tool to measure the  
7 increase of muscle tone in clinical practice.  
8  
9

10 We have included the MAS degree variable in this study. It has provided additional objective  
11 information regarding muscle tone. Both MAS score and MAS degrees of ankle dorsiflexion  
12 improved in the experimental group; however, although the MAS scores of knee and hip flexion did  
13 not change, MAS degrees showed improvement in the experimental group. Vidmar et al., [31] found  
14 that the intra-rater reliability of the MAS is moderate to excellent for lower limb muscles, which could  
15 be in line with our results. This would suggest that other complementary assessments could  
16 contribute to improve objective information to the MAS regarding muscle tone.  
17  
18

19 Pre- and post-treatment findings revealed no differences for the control group for any of the variables  
20 in the present study. Only the experimental group showed significant improvements in MAS score,  
21 MAS degrees and PROM, so the combination of TT with FM could produce more changes in muscle  
22 properties than FM alone.  
23  
24

25 Stretching appears to have no benefit for neurological disorders like stroke or spinal cord injury [32].  
26 It is no surprise that simple muscle stretching techniques are not effective because of the strong  
27 neurological component and long-standing muscle shortening associated with these conditions.  
28 Different techniques of manual therapy are still considered as basic approaches in most  
29 rehabilitation programs and they are usually used in isolation or associated with conventional  
30 physiotherapy [14,33–35]. Therapeutic massage, in addition to conventional therapy, is considered  
31 an effective option to treat post-stroke spastic hypertonia, as it can help to optimize sarcomere length  
32 [36], and to increase range of motion and flexibility [37,38]. A study by Bİngöl et al., [35] detected  
33 that FM was effective in reducing lower limb spasticity in children with cerebral palsy. This study was  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1 conducted over eight weeks, with two weekly 45-minute sessions, whereas our study consisted of a  
2 single session. Possibly, no significant changes were observed in the control group for any  
3 outcomes, probably because of the single session protocol. However, as Szabo et al.,[34] observed,  
4 manual therapy combined with TT provides a more effective muscle stimulation in all types of muscle  
5 diseases. Therefore, TT with FM could also result in changes of the biomechanical component of  
6 spastic hypertonia in chronic stroke survivors. Some studies hypothesize that not only  
7 hyperexcitability reflexes, but also altered properties of muscle tissue causes resistance to passive  
8 movement [39,40]. In our study, the reduced gastrocnemius hypertonia of both the capacitive and  
9 the resistive modes of TT may be due to the quick action on intramuscular blood flow. Besides, TT  
10 also improves blood flow in the peritendinous region [41]. The capacitive mode generates heat in  
11 more superficial tissues, rich in water, such as gastrocnemius. The resistive mode affects denser  
12 and more fibrous tissues, such as the Achilles tendon. In post-stroke hypertonia there is a  
13 morphological disorganization of the collagen fibers of the Achilles tendon, which leads to tendon  
14 thickening and a reduced tendon flexibility [42].

15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31 Our study revealed fascicle lengthening of the calf muscles associated with the increased ankle joint  
32 range of motion. Different results were obtained in the quadriceps, where only the MAS degrees, but  
33 not the MAS score, for hip and knee flexion improved in the experimental group. These results could  
34 be explained by the greater thickness and length of the quadriceps muscle compared to the calf  
35 muscles, where the latter obtained greater benefits with the same treatment time. Furthermore,  
36 decreased muscle mass and increased intramuscular fat have been recently found in the paretic  
37 quadriceps of chronic stroke survivors [43,44]. TT targets tissues with more fat and adipose matter  
38 [45,46], which could have an effect on the muscular properties of the quadriceps in chronic stroke  
39 survivors, but it did not occur in our participants: there were no changes related to tone, stiffness  
40 and relaxation measured by myotonometry, although a tendency towards improvement was detected  
41 in gastrocnemius medialis stiffness at the end of intervention. Akazawa et al.,[47] suggests that  
42 decreasing quadriceps intramuscular fat and increasing muscle mass may improve muscle strength  
43 in chronic stroke survivors. However, as Adringa et al.,[48] indicate that reduction in spasticity alone  
44 does not equate to functional improvement. Thus, we hypothesize that not only more sessions of TT  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1 plus FM may improve lower limb functionality in chronic stroke survivors, but also a combination of  
2 this treatment with an exercise program.

3 According to Bavikatte et al.,[49] early detection and management of spasticity would improve  
4 function and independence, and avoid long-term complications. Therefore, TT plus FM could help  
5 to improve function by increasing range of motion and improving muscle tone in the subacute stage  
6 of stroke, again in association with an exercise program.  
7  
8  
9  
10

11 It is also important to highlight that TT generates a thermotherapeutic effect in deep muscle layers,  
12 joints, and tendons, without excessively increasing skin temperature. In this respect, TT was highly  
13 tolerable for our patients. On the other hand, a prospective study by Wissel et al., [50] reported that  
14 spasticity is associated with pain in the upper limb. Therefore, applying TT plus FM on the upper  
15 limb could help to reduce spasticity and pain in the paretic arm of chronic stroke survivors.  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22

23 Further studies are needed, with a larger sample and a greater number of sessions, to be able to  
24 fully assess the effects of TT on the neuromuscular properties of chronic stroke survivors. In future  
25 studies it would be interesting to consider the subacute stage of stroke, as well as similar studies in  
26 the upper limb, where the prevalence of post-stroke spasticity is higher.  
27  
28  
29  
30  
31  
32

### 33 *Limitations*

34 Firstly, the sample is too small to make general conclusions. Secondly, we only provided results of  
35 the immediate effects of a single session. The reason was to have greater control over factors that  
36 could mask the technique. This was achieved by continuous monitoring of the subjects. We also  
37 wanted to know whether there were any adverse effects with this first study. However, more studies  
38 in usual clinical conditions are needed. Finally, as the effects of TT plus FM were analyzed in chronic  
39 stroke survivors, we could not collect information regarding the subacute phase.  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49

### 50 **Conclusions**

51 According to our results, a single session of TT in combination with FM can immediately increase  
52 ankle and knee passive range of motion and reduce muscle tone of gastrocnemius and quadriceps  
53 muscles in chronic stroke survivors. No adverse events were observed in the application of TT plus  
54 FM, and the participants rated the treatment as satisfactory.  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

## References

- 1 [1] Li S. Spasticity, Motor Recovery, and Neural Plasticity after Stroke. *Front Neurol*  
2 2017;8:1–8. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00120>.  
3  
4  
5  
6
- 7 [2] van den Noort JC, Bar-On L, Aertbeliën E, Bonikowski M, Braendvik SM, Broström  
8 EW, et al. European consensus on the concepts and measurement of the  
9 pathophysiological neuromuscular responses to passive muscle stretch. *Eur J*  
10 *Neurol* 2017;24:981-e38. <https://doi.org/10.1111/ene.13322>.  
11  
12  
13  
14  
15  
16
- 17 [3] Li S, Francisco GE, Rymer WZ. A New Definition of Poststroke Spasticity and the  
18 Interference of Spasticity With Motor Recovery From Acute to Chronic Stages.  
19 *Neurorehabil Neural Repair* 2021;35:601–10.  
20  
21 <https://doi.org/10.1177/15459683211011214>.  
22  
23  
24  
25  
26
- 27 [4] Wissel J, Verrier M, Simpson DM, Charles D, Guinto P, Papapetropoulos S, et al.  
28 Post-stroke spasticity: predictors of early development and considerations for  
29 therapeutic intervention. *PM R* 2015;7:60–7.  
30  
31 <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2014.08.946>.  
32  
33  
34  
35  
36
- 37 [5] Calvo-Lobo C, Useros-Olmo AI, Almazán-Polo J, Martín-Sevilla M, Romero-Morales  
38 C, Sanz-Corbalán I, et al. Quantitative Ultrasound Imaging Pixel Analysis of the  
39 Intrinsic Plantar Muscle Tissue between Hemiparesis and Contralateral Feet in Post-  
40 Stroke Patients. *Int J Environ Res Public Health* 2018;15:1–10.  
41  
42 <https://doi.org/10.3390/ijerph15112519>.  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49
- 50 [6] Pradines M, Ghedira M, Portero R, Masson I, Marciniak C, Hicklin D, et al.  
51 Ultrasound Structural Changes in Triceps Surae After a 1-Year Daily Self-stretch  
52 Program: A Prospective Randomized Controlled Trial in Chronic Hemiparesis.  
53 *Neurorehabil Neural Repair* 2019;33:245–59.  
54  
55 <https://doi.org/10.1177/1545968319829455>.  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

[7] Gracies J-M. Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle overactivity. *Muscle Nerve* 2005;31:552–71. <https://doi.org/10.1002/mus.20285>.

[8] Kuo C-L, Hu G-C. Post-stroke Spasticity: A Review of Epidemiology, Pathophysiology, and Treatments. *Int J Gerontol* 2018;12:280–4. <https://doi.org/10.1016/j.ijge.2018.05.005>.

[9] Dorňák T, Justanová M, Konvalinková R, Říha M, Mužík J, Hoskovcová M, et al. Prevalence and evolution of spasticity in patients suffering from first-ever stroke with carotid origin: a prospective, longitudinal study. *Eur J Neurol* 2019;26:880–6. <https://doi.org/10.1111/ene.13902>.

[10] Pundik S, McCabe J, Skelly M, Tatsuoka C, Daly JJ. Association of spasticity and motor dysfunction in chronic stroke. *Ann Phys Rehabil Med* 2019;62:397–402. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2018.07.006>.

[11] Sunnerhagen KS, Opheim A, Alt Murphy M. Onset, time course and prediction of spasticity after stroke or traumatic brain injury. *Ann Phys Rehabil Med* 2019;62:431–4. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2018.04.004>.

[12] Deltombe T, Wautier D, De Cloedt P, Fostier M, Gustin T. Assessment and treatment of spastic equinovarus foot after stroke: Guidance from the Mont-Godinne interdisciplinary group. *J Rehabil Med* 2017;49:461–8. <https://doi.org/10.2340/16501977-2226>.

[13] Zorowitz RD, Gillard PJ, Brainin M. Poststroke spasticity: sequelae and burden on stroke survivors and caregivers. *Neurology* 2013;80:S45-52. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3182764c86>.

[14] Cabanas-Valdés R, Calvo-Sanz J, Serra-Llobet P, Alcoba-Kait J, González-Rueda V, Rodríguez-Rubio PR. The Effectiveness of Massage Therapy for Improving Sequelae in Post-Stroke Survivors. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J*

Environ Res Public Health 2021;18. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094424>.

- 1  
2 [15] Cho KH, Park SJ. Effects of joint mobilization and stretching on the range of motion  
3 for ankle joint and spatiotemporal gait variables in stroke patients. *J Stroke*  
4 *Cerebrovasc Dis* 2020;29.  
5  
6 <https://doi.org/10.1016/J.JSTROKECEREBROVASCDIS.2020.104933>.  
7  
8  
9  
10  
11 [16] Martins A. *iMedPub Journals The Role of Spasticity in Functional*  
12 *Neurorehabilitation-Part II : Non- pharmacological and Pharmacological*  
13 *Management : A Multidisciplinary Approach Rehabilitation Procedures Management*  
14 *of Spasticity in the Non-pharmacological Management* 2016:1–7.  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22 [17] van den Dolder PA, Ferreira PH, Refshauge KM. Effectiveness of soft tissue  
23 massage and exercise for the treatment of non-specific shoulder pain: a systematic  
24 review with meta-analysis. *Br J Sports Med* 2014;48:1216–26.  
25  
26  
27 <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090553>.  
28  
29  
30  
31  
32 [18] Wachi M, Jiroumaru T, Satonaka A, Ikeya M, Noguchi S, Suzuki M, et al. Effects of  
33 capacitive and resistive electric transfer therapy on pain and lumbar muscle stiffness  
34 and activity in patients with chronic low back pain. *J Phys Ther Sci* 2022;34:2022–  
35 006. <https://doi.org/10.1589/jpts.34.400>.  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42 [19] Yokota Y, Sonoda T, Tashiro Y, Suzuki Y, Kajiwara Y, Zeidan H, et al. Effect of  
43 Capacitive and Resistive electric transfer on changes in muscle flexibility and  
44 lumbopelvic alignment after fatiguing exercise. *J Phys Ther Sci* 2018;30:719–25.  
45  
46  
47 <https://doi.org/10.1589/jpts.30.719>.  
48  
49  
50  
51  
52 [20] Tashiro Y, Hasegawa S, Yokota Y, Nishiguchi S, Fukutani N, Shirooka H, et al.  
53 Effect of Capacitive and Resistive electric transfer on haemoglobin saturation and  
54 tissue temperature. *Int J Hyperthermia* 2017;33:696–702.  
55  
56  
57 <https://doi.org/10.1080/02656736.2017.1289252>.  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

- 1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65
- [21] López-de-Celis C, Hidalgo-García C, Pérez-Bellmunt A, Fanlo-Mazas P, González-Rueda V, Tricás-Moreno JM, et al. Thermal and non-thermal effects off capacitive-resistive electric transfer application on the Achilles tendon and musculotendinous junction of the gastrocnemius muscle: a cadaveric study. *BMC Musculoskelet Disord* 2020;21:46. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-3072-4>.
- [22] Schillebeeckx F, DE Groef A, DE Beukelaer N, Desloovere K, Verheyden G, Peers K. Muscle and tendon properties of the spastic lower leg after stroke defined by ultrasonography: a systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med* 2021;57:495–510. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.20.06462-X>.
- [23] Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther* 1987;67:206–7. <https://doi.org/10.1093/ptj/67.2.206>.
- [24] Chen C-L, Chen C-Y, Chen H-C, Wu C-Y, Lin K-C, Hsieh Y-W, et al. Responsiveness and minimal clinically important difference of Modified Ashworth Scale in patients with stroke. *Eur J Phys Rehabil Med* 2019;55:754–60. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.19.05545-X>.
- [25] Potocnik J, Ovcar Stante K, Rakusa M. The validity of the Montreal cognitive assessment (MoCA) for the screening of vascular cognitive impairment after ischemic stroke. *Acta Neurol Belg* 2020;120:681–5. <https://doi.org/10.1007/s13760-020-01330-5>.
- [26] Chuang L, Wu C, Lin K. Reliability, Validity, and Responsiveness of Myotonometric Measurement of Muscle Tone, Elasticity, and Stiffness in Patients With Stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2012;93:532–40. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.09.014>.
- [27] Garcia-Bernal MI, Heredia-Rizo AM, Gonzalez-Garcia P, Cortés-Vega MD, Casuso-Holgado MJ. Validity and reliability of myotonometry for assessing muscle viscoelastic properties in patients with stroke: a systematic review and meta-



analysis. *Sci Rep* 2021;11. <https://doi.org/10.1038/S41598-021-84656-1>.

- 1  
2 [28] Meseguer-Henarejos A-B, Sánchez-Meca J, López-Pina J-A, Carles-Hernández R.  
3  
4 Inter- and intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale: a systematic review  
5  
6 and meta-analysis. *Eur J Phys Rehabil Med* 2018;54:576–90.  
7  
8 <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.17.04796-7>.  
9  
10  
11 [29] Lee CH, Lee SH, Yoo J-I, Lee S-U. Ultrasonographic Evaluation for the Effect of  
12  
13 Extracorporeal Shock Wave Therapy on Gastrocnemius Muscle Spasticity in  
14  
15 Patients With Chronic Stroke. *PM R* 2019;11:363–71.  
16  
17 <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2018.08.379>.  
18  
19  
20  
21 [30] Craven BC, Morris AR. Modified Ashworth scale reliability for measurement of lower  
22  
23 extremity spasticity among patients with SCI. *Spinal Cord* 2010;48:207–13.  
24  
25 <https://doi.org/10.1038/sc.2009.107>.  
26  
27  
28  
29 [31] Vidmar T, Goljar Kregar N, Puh U. Reliability of the Modified Ashworth Scale After  
30  
31 Stroke for 13 Muscle Groups. *Arch Phys Med Rehabil* 2023.  
32  
33 <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2023.04.008>.  
34  
35  
36  
37 [32] Harvey LA, Katalinic OM, Herbert RD, Moseley AM, Lannin NA, Schurr K. Stretch for  
38  
39 the treatment and prevention of contracture: an abridged republication of a  
40  
41 Cochrane Systematic Review. *J Physiother* 2017;63:67–75.  
42  
43 <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2017.02.014>.  
44  
45  
46  
47 [33] Jiménez-Del-Barrio S, Cadellans-Arróniz A, Ceballos-Laita L, Estébanez-de-Miguel  
48  
49 E, López-de-Celis C, Bueno-Gracia E, et al. The effectiveness of manual therapy on  
50  
51 pain, physical function, and nerve conduction studies in carpal tunnel syndrome  
52  
53 patients: a systematic review and meta-analysis. *Int Orthop* 2022;46:301–12.  
54  
55 <https://doi.org/10.1007/s00264-021-05272-2>.  
56  
57  
58  
59 [34] Szabo DA, Neagu N, Teodorescu S, Predescu C, Sopa IS, Panait L. TECAR  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

Therapy Associated with High-Intensity Laser Therapy (Hilt) and Manual Therapy in the Treatment of Muscle Disorders: A Literature Review on the Theorised Effects Supporting Their Use. *J Clin Med* 2022;11:6149.  
<https://doi.org/10.3390/jcm11206149>.

- [35] Bingöl H, Yilmaz Ö. EXERCISE THERAPY AND REHABILITATION Effects of functional massage on spasticity and motor functions in children with cerebral palsy: a randomized controlled study. *J Exerc Ther Rehabil* 2018;5:135–42.
- [36] Thanakiatpinyo T, Suwannatrai S, Suwannatrai U, Khumkaew P, Wiwattamongkol D, Vannabhum M, et al. The efficacy of traditional Thai massage in decreasing spasticity in elderly stroke patients. *Clin Interv Aging* 2014;9:1311–9.  
<https://doi.org/10.2147/CIA.S66416>.
- [37] Moyer CA, Rounds J, Hannum JW. A meta-analysis of massage therapy research. *Psychol Bull* 2004;130:3–18. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.130.1.3>.
- [38] Hernandez-Reif M, Field T, Field T, Theakston H. Multiple sclerosis patients benefit from massage therapy. *J Bodyw Mov Ther* 1998;2:168–74.  
[https://doi.org/10.1016/S1360-8592\(98\)80009-0](https://doi.org/10.1016/S1360-8592(98)80009-0).
- [39] Lieber RL, Steinman S, Barash IA, Chambers H. Structural and functional changes in spastic skeletal muscle. *Muscle Nerve* 2004;29:615–27.  
<https://doi.org/10.1002/mus.20059>.
- [40] Foran JRH, Steinman S, Barash I, Chambers HG, Lieber RL. Structural and mechanical alterations in spastic skeletal muscle. *Dev Med Child Neurol* 2005;47:713–7. <https://doi.org/10.1017/S0012162205001465>.
- [41] Notarnicola A, Maccagnano G, Gallone MF, Covelli I, Tafuri S, Moretti B. Short term efficacy of capacitive-resistive diathermy therapy in patients with low back pain: a prospective randomized controlled trial. *J Biol Regul Homeost Agents* 2017;31:509–

15.

- 1 [42] Kulig K, Chang Y-J, Winiarski S, Bashford GR. Ultrasound-Based Tendon  
2 Micromorphology Predicts Mechanical Characteristics of Degenerated Tendons.  
3  
4 Ultrasound Med Biol 2016;42:664–73.  
5  
6  
7  
8  
9 <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2015.11.013>.
- 10  
11 [43] Ramsay JW, Barrance PJ, Buchanan TS, Higginson JS. Paretic muscle atrophy and  
12 non-contractile tissue content in individual muscles of the post-stroke lower  
13  
14 extremity. J Biomech 2011;44:2741–6.  
15  
16  
17  
18  
19 <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2011.09.001>.
- 20  
21 [44] Hunnicutt JL, Gregory CM. Skeletal muscle changes following stroke: a systematic  
22  
23 review and comparison to healthy individuals. Top Stroke Rehabil 2017;24:463–71.  
24  
25  
26  
27 <https://doi.org/10.1080/10749357.2017.1292720>.
- 28  
29 [45] Masiero S, Pignataro A, Piran G, Duso M, Mimche P, Ermani M, et al. Short-wave  
30  
31 diathermy in the clinical management of musculoskeletal disorders: a pilot  
32  
33  
34  
35 observational study. Int J Biometeorol 2020;64:981–8.  
36  
37  
38  
39 <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01806-x>.
- 40 [46] Paolucci T, Pezzi L, Centra MA, Porreca A, Barbato C, Bellomo RG, et al. Effects of  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65
- [46] Paolucci T, Pezzi L, Centra MA, Porreca A, Barbato C, Bellomo RG, et al. Effects of  
capacitive and resistive electric transfer therapy in patients with painful shoulder  
impingement syndrome: a comparative study. J Int Med Res  
2020;48:300060519883090. <https://doi.org/10.1177/0300060519883090>.
- [47] Akazawa N, Harada K, Okawa N, Tamura K, Moriyama H. Muscle mass and  
intramuscular fat of the quadriceps are related to muscle strength in non-ambulatory  
chronic stroke survivors: A cross-sectional study. PLoS One 2018;13:e0201789.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201789>.
- [48] Andringa A, van de Port I, van Wegen E, Ket J, Meskers C, Kwakkel G.

Effectiveness of Botulinum Toxin Treatment for Upper Limb Spasticity Poststroke  
Over Different ICF Domains: A Systematic Review and Meta-Analysis. Arch Phys  
Med Rehabil 2019;100:1703–25. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.01.016>.

- [49] Bavikatte G, Subramanian G, Ashford S, Allison R, Hicklin D. Early Identification, Intervention and Management of Post-stroke Spasticity: Expert Consensus Recommendations. J Cent Nerv Syst Dis 2021;13:117957352110365. <https://doi.org/10.1177/11795735211036576>.
- [50] Wissel J, Schelosky LD, Scott J, Christie W, Faiss JH, Mueller J. Early development of spasticity following stroke: a prospective, observational trial. J Neurol 2010;257:1067–72. <https://doi.org/10.1007/s00415-010-5463-1>.

## Figure legends

**Figure 1.A.B** MyotonPro assessment

**Figure 2.A;2.B;2.C** Dynamometer and inclinometer assessment

**Table 1:** Descriptive characteristics of the participants

	Experimental Group	Control Group
	Mean $\pm$ SD n (%)	Mean $\pm$ SD n(%)
<b>Sex</b>		
Women	7 (38.9 %)	7 (38.9 %)
Men	11 (61.1 %)	11 (61.1 %)
<b>Age</b> (years)	58.8 $\pm$ 11.9	58.3 $\pm$ 11.0
<b>Weight</b> (Kg)	75.3 $\pm$ 14.6	76.6 $\pm$ 17.8
<b>Height</b> (cm)	169.4 $\pm$ 9.8	170.6 $\pm$ 7.0
<b>BMI</b>	26.1 $\pm$ 4.1	26.3 $\pm$ 5.6
<b>Type of stroke</b>		
Haemorrhagic	9 (50 %)	6 (33.3 %)
Ischemic	9 (50 %)	12 (55.7 %)
<b>Time onset</b> (years)	6.4 $\pm$ 3.1	11.1 $\pm$ 8.4
<b>Affected side</b>		
Right	14 (77.8 %)	10 (55.6 %)
Left	4 (22.2 %)	8 (44.4 %)
<b>Tobacco/alcohol use</b>		
None	14 (77.8 %)	11 (61.1 %)
Tobacco	1 (5.6 %)	4 (22.2 %)
Alcohol	3 (16.7 %)	3 (16.7 %)
<b>Physiotherapy</b> (days/week)	1.6 $\pm$ 1.0	2.2 $\pm$ 2.5

Abbreviations: SD, Standard deviation; n, number; Kg, Kilograms; cm, centimetres

Table 2: Descriptive data of MAS score and within-group significance at different times

		T0	T1	T2	T0-T1	T0-T2	T1-T2
		n(%)	n(%)	n(%)	p	p	p
<b>Experimental Group</b>							
MAS Hip flexion	0 Normal	10 (55.6 %)	11 (61.1 %)	10 (55.6 %)	0.368	0.368	1.000
	1 Light tone	5 (27.8 %)	5 (27.8 %)	5 (27.8 %)			
	1+ Light tone plus	3 (16.7 %)	2 (11.1 %)	3 (16.7 %)			
	2 Pronounced tone	-	-	-			
MAS Knee flexion	0 Normal	4 (22.2 %)	8 (44.4 %)	4 (22.2 %)	0.136	0.199	0.607
	1 Light tone	8 (44.4 %)	5 (27.8 %)	8 (44.4 %)			
	1+ Light tone plus	2 (11.1 %)	3 (16.7 %)	2 (11.1 %)			
	2 Pronounced tone	4 (22.2 %)	2 (11.1 %)	4 (22.2 %)			
MAS Ankle dorsiflexion	0 Normal	-	-	-	<b>0.046</b>	<b>0.019</b>	0.261
	1 Light tone	1 (5.6 %)	5 (27.8 %)	1 (5.6 %)			
	1+ Light tone plus	4 (22.2 %)	7 (38.9 %)	4 (22.2 %)			
	2 Pronounced tone	13 (72.2 %)	6 (33.3 %)	13 (72.2 %)			
<b>Control Group</b>							
MAS Hip flexion	0 Normal	11 (61.1%)	11 (61.1 %)	11 (61.1%)	1.000	1.000	0.317
	1 Light tone	5 (27.8 %)	5 (27.8 %)	5 (27.8 %)			
	1+ Light tone plus	1 (5.6 %)	2 (11.1 %)	1 (5.6 %)			
	2 Pronounced tone	1 (5.6 %)	-	1 (5.6 %)			
MAS Knee flexion	0 Normal	6 (33.3 %)	6 (33.3 %)	6 (33.3 %)	1.000	1.000	1.000
	1 Light tone	7 (38.9 %)	7 (38.9 %)	7 (38.9 %)			
	1+ Light tone plus	3 (16.7 %)	3 (16.7 %)	3 (16.7 %)			
	2 Pronounced tone	2 (11.1 %)	2 (11.1 %)	2 (11.1 %)			
MAS Ankle dorsiflexion	0 Normal	3 (16.7 %)	4 (22.2 %)	3 (16.7 %)	0.368	0.261	0.368
	1 Light tone	4 (22.2 %)	5 (27.8 %)	4 (22.2 %)			
	1+ Light tone plus	3 (16.7 %)	2 (11.1 %)	3 (16.7 %)			
	2 Pronounced tone	8 (44.4 %)	7 (38.9 %)	8 (44.4 %)			

Abbreviations: MAS, Modified Ashworth Scale; T0-T1-T2, time pre-after-30 minutes after the intervention; n, number; p, level of significance; in bold significant data

**Table 3:** Between group analysis of the variables MAS degrees, PROM of knee and ankle dorsiflexion, and neuromuscular properties of gastrocnemius and quadriceps.

Variable	Difference T1-T0			Difference T2-T0			Difference T2-T1		
	Experimental Group	Control Group	p	Experimental Group	Control Group	p	Experimental Group	Control Group	p
	Mean ± SD	Mean ± SD		Mean ± SD	Mean ± SD		Mean ± SD		
MAS Hip (degrees)	5.3 ± 9.4	3.2 ± 6.0	0.443	8.0 ± 8.4	1.6 ± 6.5	<b>0.022</b>	2.7 ± 8.6	-1.7 ± 6.9	0.542
MAS Knee (degrees)	11.3 ± 12.7	3.3 ± 6.2	<b>0.016</b>	11.9 ± 12.4	1.6 ± 4.1	<b>0.000</b>	0.7 ± 5.7	-1.8 ± 5.1	0.239
MAS Ankle (degrees)	2.2 ± 4.5	1.7 ± 3.2	0.501	3.4 ± 3.7	1.1 ± 2.7	<b>0.011</b>	1.2 ± 3.7	-0.6 ± 3.5	0.134
PROM-ankle dorsiflexion (degrees)	2.9 ± 4.2	0.4 ± 3.1	0.161	3.2 ± 4.7	0.3 ± 2.8	<b>0.034</b>	0.3 ± 1.6	-0.1 ± 1.8	0.888
PROM-knee (degrees)	2.5 ± 9.6	1.0 ± 3.0	<b>0.012</b>	2.9 ± 9.4	1.1 ± 3.0	<b>0.019</b>	0.4 ± 2.0	0.2 ± 0.9	0.323
<b>Gastrocnemius Medialis</b>									
Tone (Hz)	4.1 ± 22.9	-0.6 ± 2.7	0.388	-1.5 ± 3.2	-0.4 ± 2.0	0.186	-5.7 ± 23.7	0.3 ± 3.1	0.300
Stiffness (N/m)	-36.8 ± 50.8	-19.7 ± 50.5	0.317	-28.5 ± 73.4	-5.9 ± 52.9	0.297	8.3 ± 61.6	13.8 ± 65.6	0.799
Relaxation (m/s)	2.6 ± 4.3	0.8 ± 4.2	0.212	1.9 ± 5.3	0.4 ± 4.2	0.344	-0.7 ± 5.2	-0.5 ± 4.3	0.863
<b>Gastrocnemius Lateralis</b>									
Tone (Hz)	-1.2 ± 2.8	-0.8 ± 3.6	0.664	-1.6 ± 2.7	-0.1 ± 3.8	0.198	-0.3 ± 2.6	0.6 ± 3.7	0.373
Stiffness (N/m)	-20.3 ± 46.6	-36.1 ± 102.8	0.556	-26.2 ± 44.0	-21.3 ± 132.7	0.884	-5.9 ± 44.6	14.8 ± 80.2	0.346
Relaxation (m/s)	2.2 ± 5.0	1.5 ± 4.7	0.661	2.5 ± 4.4	-0.5 ± 5.6	0.084	0.3 ± 3.7	-2.0 ± 4.7	0.118
<b>Quadriceps</b>									
Tone (Hz)	-0.2 ± 1.3	0.0 ± 1.8	0.682	-0.2 ± 1.3	0.0 ± 1.2	0.638	0.0 ± 1.0	0.0 ± 1.6	0.957
Stiffness (N/m)	-4.3 ± 23.9	0.8 ± 53.5	0.710	-7.6 ± 22.4	-2.8 ± 28.0	0.568	-3.3 ± 18.0	-3.6 ± 45.8	0.979
Relaxation (m/s)	-2.5 ± 11.2	-16.8 ± 70.3	0.401	-1.8 ± 11.2	-16.8 ± 69.9	0.376	0.7 ± 1.8	0.0 ± 2.4	0.332

Abbreviations: MAS, Modified Ashworth Scale; T0-T1-T2, time pre-after-30 minutes after the intervention; SD, standard deviation; p, level of significance; in bold significant data.

**Table 4:** Within-group analysis of the variables MAS degrees, PROM of knee and ankle dorsiflexion, and Neuromuscular properties of gastrocnemius and quadriceps

Variables	T0	T1	Difference T1-T0				T2	Difference T2-T0				Difference T2-T1			
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean	95% CI	p	η <sup>2</sup>	Mean ± SD	Mean	95% CI	p	η <sup>2</sup>	Mean	95% CI	p	η <sup>2</sup>
<b>Experimental Group</b>															
MAS Hip (degrees)	97.6 ± 21.1	102.9 ± 18.2	5.3	[0.62 ; 11.18]	0.089	0.02	105.6 ± 18.2	8.0	[2.73 ; 13.27]	<b>0.003</b>	0.04	2.7	[-2.66 ; 8.10]	0.590	0.01
MAS Knee (degrees)	104.7 ± 16.1	115.9 ± 16.2	11.3	[3.31 ; 19.25]	<b>0.005</b>	0.11	116.6 ± 14.8	11.9	[4.20 ; 19.69]	<b>0.002</b>	0.13	0.7	[-2.88 ; 4.21]	1.000	0.00
MAS Ankle (degrees)	18.8 ± 5.6	20.9 ± 7.3	2.2	[-0.66 ; 4.99]	0.173	0.03	22.2 ± 6.8	3.4	[1.07 ; 5.71]	<b>0.004</b>	0.07	1.2	[-1.08 ; 3.52]	0.528	0.01
PROM-Ankle dorsiflexion (degrees)	14.0 ± 6.9	16.8 ± 8.7	2.9	[0.27 ; 5.48]	<b>0.028</b>	0.03	17.1 ± 8.8	3.2	[0.22 ; 6.09]	<b>0.033</b>	0.04	0.3	[-0.73 ; 1.28]	1.000	0.00
PROM-Knee (degrees)	28.1 ± 15.8	30.6 ± 12.6	2.5	[-3.49 ; 8.39]	0.850	0.01	31.1 ± 12.6	2.9	[-2.99 ; 8.82]	0.621	0.01	0.4	[-0.84 ; 1.67]	1.000	0.00
<b>Gastrocnemius Medialis</b>															
Tone (Hz)	17.8 ± 3.7	21.9 ± 22.6	4.1	[-10.19 ; 18.45]	1.000	0.02	16.3 ± 3.8	-1.5	[-3.54 ; 0.45]	0.165	0.04	-5.7	[-20.52 ; 9.18]	0.975	0.03
Stiffness (N/m)	323.4 ± 71.3	286.6 ± 46.6	-36.8	[-68.62 ; -5.02]	<b>0.021</b>	0.09	294.9 ± 67.9	-28.5	[-74.42 ; 17.43]	0.354	0.04	8.3	[-30.19 ; 46.84]	1.000	0.00
Relaxation (m/s)	18.4 ± 4.6	21.1 ± 6.0	2.6	[-0.05 ; 5.32]	0.056	0.08	20.3 ± 6.1	1.9	[-1.40 ; 5.21]	0.434	0.03	-0.7	[-3.97 ; 2.50]	1.000	0.00
<b>Gastrocnemius Lateralis</b>															
Tone (Hz)	18.3 ± 4.2	17.1 ± 4.6	-1.2	[-3.00 ; 0.53]	0.240	0.02	16.8 ± 4.6	-1.6	[-3.26 ; 0.13]	0.075	0.03	-0.3	[-1.98 ; 1.36]	1.000	0.00
Stiffness (N/m)	352.5 ± 101.0	332.2 ± 95.9	-20.2	[-49.42 ; 8.88]	0.247	0.01	326.3 ± 94.1	-26.2	[-53.68 ; 1.36]	0.066	0.02	-5.9	[-33.82 ; 22.04]	1.000	0.00
Relaxation (m/s)	17.4 ± 5.6	19.6 ± 6.7	2.2	[-0.86 ; 5.35]	0.217	0.03	19.9 ± 6.6	2.5	[-0.20 ; 5.24]	0.075	0.04	0.3	[-2.01 ; 2.57]	1.000	0.00
<b>Quadriceps</b>															
Tone (Hz)	14.5 ± 1.8	14.3 ± 1.6	-0.2	[-1.05 ; 0.58]	1.000	0.00	14.3 ± 1.6	-0.2	[-0.99 ; 0.59]	1.000	0.00	0.0	[-0.61 ; 0.68]	1.000	0.00
Stiffness (N/m)	287.5 ± 36.8	283.2 ± 35.7	-4.3	[-19.29 ; 10.61]	1.000	0.00	279.9 ± 38.9	-7.6	[-21.64 ; 6.34]	0.495	0.01	-3.3	[-14.56 ; 7.95]	1.000	0.00
Relaxation (m/s)	23.9 ± 12.0	21.4 ± 3.7	-2.5	[-9.52 ; 4.49]	1.000	0.02	22.1 ± 3.5	-1.8	[-0.46 ; 1.83]	1.000	0.01	0.7	[-0.46 ; 1.86]	0.398	0.01
<b>Control Group</b>															
MAS Hip (degrees)	100.4 ± 15.8	103.6 ± 16.0	3.2	[-0.55 ; 6.99]	0.110	0.01	101.9 ± 18.6	1.6	[-2.49 ; 5.60]	0.965	0.00	-1.7	[-5.96 ; 2.63]	0.951	0.00
MAS Knee (degrees)	100.9 ± 22.1	104.3 ± 21.8	3.3	[-0.56 ; 7.23]	0.109	0.01	102.5 ± 22.0	1.6	[-1.02 ; 4.13]	0.383	0.00	-1.8	[-4.95 ; 1.40]	0.466	0.00
MAS Ankle (degrees)	18.8 ± 6.4	20.5 ± 7.8	1.7	[-0.35 ; 3.68]	0.126	0.01	19.9 ± 7.2	1.1	[-0.65 ; 2.77]	0.359	0.01	-0.6	[-2.81 ; 1.59]	1.000	0.00
PROM-Ankle dorsiflexion (degrees)	16.7 ± 5.7	17.1 ± 6.6	0.4	[-1.58 ; 2.36]	1.000	0.00	17.0 ± 6.5	0.3	[-1.48 ; 2.03]	1.000	0.00	-0.1	[-1.22 ; 1.00]	1.000	0.00
PROM-Knee (degrees)	25.4 ± 16.7	26.3 ± 17.1	1.0	[-0.93 ; 2.84]	0.588	0.00	26.5 ± 16.8	1.1	[-0.73 ; 2.98]	0.380	0.00	0.2	[-0.37 ; 0.70]	1.000	0.00
<b>Gastrocnemius Medialis</b>															
Tone (Hz)	17.2 ± 3.6	16.6 ± 3.1	-0.6	[-2.34 ; 1.09]	1.000	0.01	16.9 ± 3.3	-0.4	[-1.59 ; 0.88]	1.000	0.00	0.3	[-1.65 ; 2.19]	1.000	0.00
Stiffness (N/m)	305.4 ± 81.0	285.8 ± 62.5	-19.7	[-51.27 ; 11.94]	0.350	0.02	299.6 ± 72.4	-5.9	[-38.98 ; 27.20]	1.000	0.00	13.8	[-27.28 ; 54.83]	1.000	0.01
Relaxation (m/s)	18.3 ± 5.8	19.2 ± 5.0	0.8	[-1.82 ; 3.47]	1.000	0.01	18.7 ± 5.8	0.4	[-2.27 ; 3.02]	1.000	0.00	-0.5	[-3.17 ; 2.26]	1.000	0.00
<b>Gastrocnemius Lateralis</b>															
Tone (Hz)	16.8 ± 4.2	16.1 ± 3.5	-0.8	[-3.00 ; 1.47]	1.000	0.01	16.7 ± 3.3	-0.1	[-2.49 ; 2.25]	1.000	0.00	0.6	[-1.69 ; 2.98]	1.000	0.01
Stiffness (N/m)	326.7 ± 113.7	290.6 ± 57.7	-36.1	[-100.46 ; 28.24]	0.464	0.04	305.4 ± 86.4	-21.3	[-104.37 ; 61.71]	1.000	0.01	14.8	[-35.40 ; 64.95]	1.000	0.01
Relaxation (m/s)	19.0 ± 6.0	20.6 ± 5.2	1.5	[-1.42 ; 4.48]	0.560	0.02	18.6 ± 4.3	-0.5	[-3.95 ; 3.04]	1.000	0.00	-2.0	[-4.94 ; 0.97]	0.973	0.04
<b>Quadriceps</b>															
Tone (Hz)	14.0 ± 2.0	14.0 ± 2.9	0.0	[-1.17 ; 1.13]	1.000	0.00	14.0 ± 1.9	-0.0	[-0.76 ; 0.75]	1.000	0.00	0.0	[-0.99 ; 1.01]	1.000	0.00
Stiffness (N/m)	273.9 ± 44.1	274.7 ± 69.5	0.8	[-32.65 ; 34.31]	1.000	0.00	271.1 ± 44.4	-2.8	[-20.28 ; 14.72]	1.000	0.00	-3.6	[-32.27 ; 25.05]	1.000	0.00
Relaxation (m/s)	39.2 ± 72.7	22.4 ± 5.0	-16.8	[-60.75 ; 27.18]	0.975	0.03	22.4 ± 4.4	-16.8	[-60.56 ; 26.97]	0.968	0.03	-0.1	[-1.49 ; 1.46]	1.000	0.00

Abbreviations: MAS, Modified Ashworth Scale; T0-T1-T2, time pre-after-30 minutes after the intervention; SD, standard deviation; CI, confidence interval; η<sup>2</sup>, effect size; p, level of significance; in bold significant data.



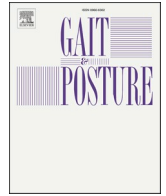






Click here to access/download  
**Additional material**  
Checklist Sex gender.docx





# Assessment of the 4-meter walk test test-retest reliability and concurrent validity and its correlation with the five sit-to-stand test in chronic ambulatory stroke survivors

Rosa Cabanas-Valdés<sup>a,\*</sup>, Laura García-Rueda<sup>b</sup>, Carina Salgueiro<sup>a,e</sup>, Albert Pérez-Bellmunt<sup>c</sup>, Jacobo Rodríguez-Sanz<sup>c</sup>, Carlos López-de-Celis<sup>c,d</sup>

<sup>a</sup> Universitat Internacional de Catalunya, Physiotherapy Department, Faculty of Medicine and Health Sciences, Sant Cugat del Vallés, Barcelona, Spain

<sup>b</sup> Universitat Internacional de Catalunya, PhD Program, Sant Cugat del Vallés, Barcelona, Spain

<sup>c</sup> Universitat Internacional de Catalunya, Campus Sant Cugat, Basic Sciences Department, Actium Functional Anatomy Research Group, Sant Cugat del Vallés, Barcelona, Spain

<sup>d</sup> Fundació Institut Universitari per a la recerca a l'Atenció Primària de Salut Jordi Gol i Gurina (IDIAPJGol), Barcelona, Spain

<sup>e</sup> Clínica de Neurorehabilitación, Sant Cugat del Vallés, Barcelona, Spain

## ARTICLE INFO

### Keywords:

4-meter walking test  
10-meter walking test  
Sit to stand  
Stroke  
Gait speed  
5 times sit to stand  
4-MWT  
10-MWT  
Reliability  
Concurrent validity

## ABSTRACT

**Background:** The 4-meter walk test (4-MWT) is a widely used measure to assess gait speed in the elderly but has not been validated for stroke survivors to date.

**Objectives:** To assess the test-retest reliability and concurrent validity of the 4-MWT compared to the 10-meter walk test (10-MWT) as a measure of gait speed in chronic post-stroke. Secondary outcome measure: to assess the correlation of both gait measures with the 5 times sit-to-stand test (5TSTS).

**Methods:** A cross-sectional observational study was conducted. Reliability was assessed by intraclass correlation coefficient (ICC<sub>2,1</sub>), standard error of measurement (SEM) and minimal detectable change (MDC-95%). Bland & Altman analysis was used to quantify agreement between the 4-MWT and the 10-MWT. Two consecutive walking trials of the 4-MWT and 10-MWT followed by 5TSTS were performed all on the same day. A single researcher made all measurements.

**Results:** Thirty-six chronic ambulatory post-stroke (average age 58.56 ± 11.28 years) were analyzed at their self-selected walking speed with a dynamic start. The 4-MWT showed excellent concurrent validity and test-retest reliability: ICC<sub>2,1</sub> = 0.991 (95% CI: 0.983, 0.996); SEM = 0.032 and MDC-95% = 0.090 m/second) with a strong positive correlation with the 10-MWT (r = 0.957, p < 0.001). The Bland & Altman analysis showed a concordance of -0.05 m/second bias (p = 0.039) (95% limits of agreement: 0.20 to -0.29 m/second). The paired t-test showed no statistically significant difference in the mean of both walking tests (p < 0.091). However, there was only moderate correlation between the two gait assessments and the 5TSTS.

**Conclusions:** This study indicates excellent test-retest reliability concurrent validity and strong correlation between 4-MWT and 10-MWT with a dynamic start at comfortable speed. The 4-MWT could be used as a measure of gait speed in both outpatients and home settings in chronic ambulatory stroke survivors.

## 1. Introduction

Stroke is associated with longer life expectancy and becoming more

prevalent [1]. Consequently, the number of stroke survivors has also increased. One third of patients report inability to walk in the community [2]. Slow speed, fatigue and lack of endurance contributed

**Abbreviations:** 5TSTS, 5 times sit-to-stand test; 4-MWT, 4-meter walk test; 10-MWT, 10-meter walk test; SPPB, Short Physical Performance Battery; ICC<sub>2,1</sub>, intraclass correlation coefficient; SEM, standard error of measurement; MDC-95%, minimal detectable change 95%; MAS, modified Ashworth scale.

\* Corresponding author.

**E-mail addresses:** [rosacabanas@uic.es](mailto:rosacabanas@uic.es) (R. Cabanas-Valdés), [lgarcia@uic.es](mailto:lgarcia@uic.es) (L. García-Rueda), [carinafalsalguero@uic.es](mailto:carinafalsalguero@uic.es) (C. Salgueiro), [aperez@uic.es](mailto:aperez@uic.es) (A. Pérez-Bellmunt), [jrodriguez@uic.es](mailto:jrodriguez@uic.es) (J. Rodríguez-Sanz), [carlesldc@uic.es](mailto:carlesldc@uic.es) (C. López-de-Celis).

<sup>1</sup> Orcid: 0000-0002-5255-2494

<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.01.014>

Received 26 September 2022; Received in revised form 2 January 2023; Accepted 18 January 2023

Available online 20 January 2023

0966-6362/© 2023 Elsevier B.V. All rights reserved.

significantly to gait velocity among community-dwelling stroke survivors [3].

Returning home and community ambulation are primary rehabilitation goals for many stroke survivors [4]. Gait speed is commonly used as an objective measure of functional mobility [5] and is strongly associated with the risk of falls [3], quality of life, and walking independence [6]. In addition, it has been shown to have the potential to predict future functional impairment and long-term survival [7]. Gait speed is recommended as a “vital sign” of good health and better functional outcomes [5].

To date, the comfortable 10-meter walk test (10-MWT) has been shown to have excellent reliability and construct validity throughout the post-stroke rehabilitation process [8]. The 10-MWT is sensitive to small changes in comfortable walking speed and therefore an indicator of clinical progress or deterioration [9]. However, the 10-MWT requires a flat and straight 20-meter [10–12] or 14-meter length [13–15] walkway depending on the authors. This distance may be too long for some stroke survivors with fatigue and severe gait impairment. The 4-MWT could be an alternative option to the 10-MWT. The 4-MWT is included in the Short Physical Performance Battery (SPPB). SPPB is a tool often used in research on elderly populations [16] and as a predictor of functional capacity after stroke [17]. It comprises three tests: balance, to assess walking speed by 4-MWT and functional lower limb strength by 5 times sit-to-stand (5TSTS). The 4-MWT is increasingly being used as an independent measure and it is an established marker of exercise capacity in the elderly [14]. The 5TSTS provides a method to quantify functional lower limb strength [18].

To the best of our knowledge, there are four studies that correlate the 4-MWT with the 10-MWT: two studies in the elderly population [11,14], one following lower limb surgery [12], and one in chronic obstructive pulmonary disease (COPD) [15]. However, we have found no studies of the 4-MWT concurrent validity and reliability on stroke survivors. One study correlates 5TSTS to 10-MWT on post-stroke but does not correlate with 4-MWT [19]. Therefore, the aim of this study was to assess the test-retest reliability and concurrent validity of the 4-MWT compared to the 10-MWT in chronic ambulatory stroke individuals. The correlation of the both gait measures with the 5TSTS was the secondary outcome measure.

## 2. Methods

A cross-sectional observational study design was used. The statement and the Declaration of Helsinki 2013 were followed. The study protocol was approved by the Human Research Ethics Committee of the Universitat Internacional de Catalunya (number FIS-2021–06), and registered in ClinicalTrials.gov. number NCT04919772.

The sample size was calculated with the Sample Size Calculator website <https://wnarifin.github.io/ssc/ssalpha.html> [20]. Considering a minimally acceptable intraclass correlation coefficient (ICC) of 0.7, an ICC of 0.9 was expected, according to Cheng et al., [21], with an alpha of 0.05 and beta risk of 0.20. A drop-out rate of 10% was assumed, requiring a total sample size of 36 chronic ambulatory stroke survivors.

The study was carried out at the laboratory of the university. Individuals were recruited between May 2021 and June 2022 from several stroke centers. Inclusion criteria were: 6 months post-stroke individuals with the ability to walk on a flat surface of at least 14-meter, with or without aid (ankle-foot orthosis or cane), age 18 years and older and able to finish 5TSTS. Exclusion criteria included history of lower limb injury, surgery or severe osteoarthritis, inflammatory myopathy, peripheral neurological disease, orthopedic problems that restrict the ability to walk and other degenerative neurological diseases. All participants gave written informed consent and completed a questionnaire with the help of a researcher, which provided medical and demographic information. The principal researcher (over 10 years of experience in physiotherapy) assessed all post-stroke survivors.

Individuals performed two consecutive timed trials of each test (4-

MWT, 10-MWT and 5TSTS) within a single session. The time for each trial was recorded in seconds and then calculated to be expressed in meters/second (m/s). The order of the tests was the same for all participants. One minute of rest was given between trials to avoid fatigue. During this period, individuals were only allowed to drink water. Time to complete each 4-MWT and 10-MWT were measured using ChronoJump Biosystem v. 1.9.0, Barcelona, Spain [22].

To carry out the 10-MWT [13], a 14-meter path of flat, hard unobstructed surface path was identified in the laboratory room. Two acceleration/deceleration zones of 2-meter were marked with adhesive tape and four cones. Each participant was given a gait demonstration before the start of the test, but the participants themselves did not have a practice gait. The following standardized instructions were given: “This is our walking corridor. I want you to walk to the other end of the trail at a comfortable speed, as if you were walking down the street. Walk past the other end of the tape before stopping”. With the instructions of “Ready, steady, go, you will begin to walk”. Participants wore comfortable walking shoes. They were allowed to use assistive devices (canes and/or ankle foot-orthosis) to ensure safety. They started with their toes behind the starting line.

To perform the 4-MWT a 6-meter flat, a hard walkway without obstacles was identified in the laboratory room. Two acceleration/deceleration zones of 1-meter were marked with adhesive tape and four cones. The same instructions were given as for the 10-MWT.

To perform the 5TSTS a height-adjustable chair was used to start the test with the knee joint at 90° measured with a goniometer. The principal researcher explained to participants to stand up and sit down 5 times as quickly as possible with arms folded across the chest. The following instruction were given by the principal researcher: “I want you to stand up and sit down 5 times in a row, with your arms folded across the chest, as fast you can, when I say ready, steady, go”. Subjects stood up and sat down fully each repetition and they did not use any aids. Time began when the tester said “Go” and stopped when the patient’s buttocks touched the seat after the 5th stand [18].

### 2.1. Statistical analysis

The Shapiro-Wilks test was used to test for normality of the data. Descriptive statistics (mean and standard deviations, or number and percentage) were calculated to describe the demographic characteristics of the sample. Test-retest reliability for each gait speed test during the two trials was assessed using the intraclass correlation coefficient (ICC<sub>2,1</sub>) (Two-way random single measures), standard error of measurement (SEM), and the minimal detectable change 95% confidence interval (MDC-95%). For the interpretation of ICC<sub>2,1</sub>, values greater than 0.75 were considered excellent, between 0.4 and 0.75 were moderate and values less than 0.4 indicated poor reliability.

The agreement between the 4-MWT and the 10-MWT was examined using Bland & Altman analysis [23] (95% limits of confidence). Additionally, paired t tests were performed to assess systematic differences in gait speed between the two walk tests. A *p* value < 0.05 was considered statistically significant. The Pearson correlation coefficient between the 4-MWT, the 10-MWT and the 5TSTS were performed. Statistical analysis was carried out with SPSS v.20 Statistics software (IBM, Armonk, NY, USA) for Windows.

## 3. Results

Forty-three participants were eligible and 36 completed the study (Fig. 1). The individuals attended physiotherapy sessions and/or walked regularly and 58% of them had a score of 2 points on the modified Ashworth scale in ankle plantar flexion (Table 1). The measurements of the 4-MWT and the 10-MWT showed excellent test-retest reliability. The ICC<sub>2,1</sub> of 4-MWT was 0.991 (95% CI: 0.983–0.996), and 10-MWT was 0.992 (95% CI: 0.985–0.996) (Table 2).

The Bland & Altman analysis showed a –0.05 m/s bias (*p* = 0.039)



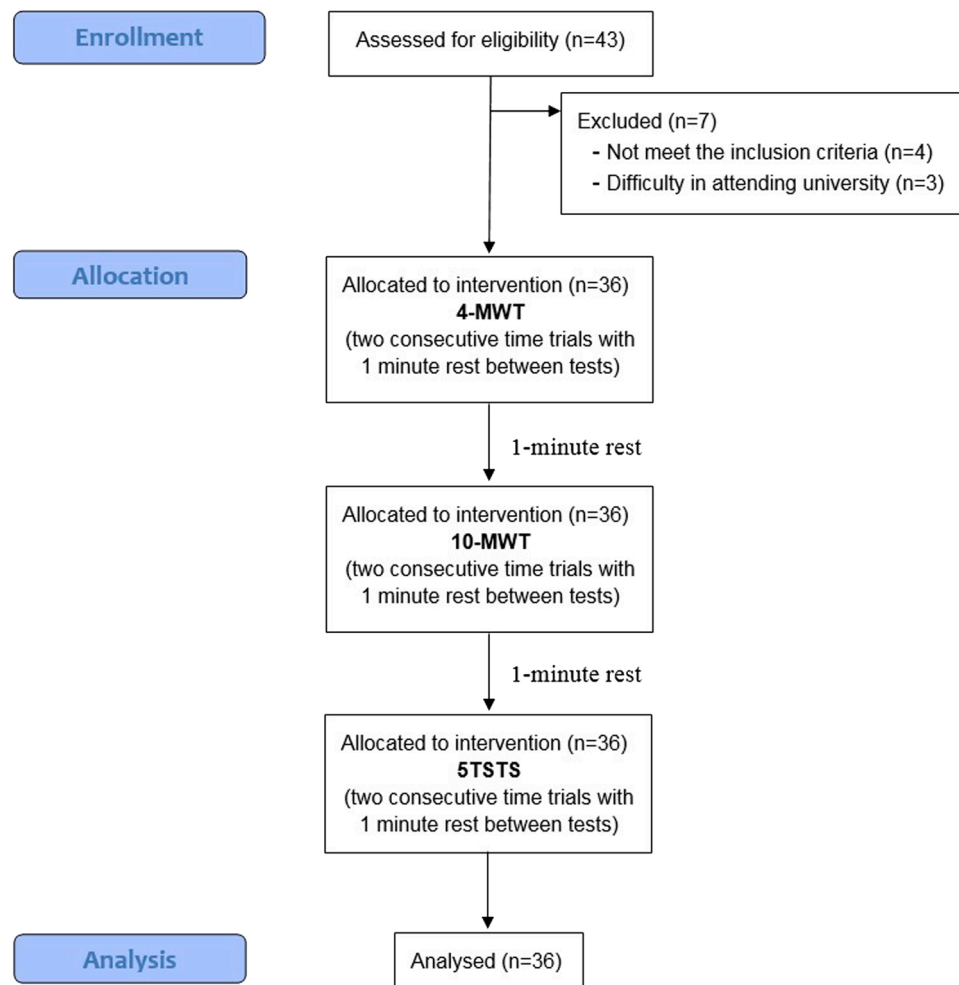


Fig. 1. Flow chart of the study.

(95% limits of agreement: 0.20 to  $-0.29$  m/second) (Fig. 2). There is a strong positive correlation between the 4-MWT and the 10-MWT ( $r = 0.957$ ,  $p < 0.001$ ) (Fig. 3). The relationship between the 4-MWT and the 10-MWT with the 5TSTS showed moderate correlation ( $r = -0.499$ ,  $p < 0.025$ ) (Fig. 4-A) and ( $r = -0.5600$ ,  $p < 0.001$ ) (Fig. 4-B). The mean and standard deviation were  $0.80 \pm 0.34$  m/s for 4-MWT,  $0.84 \pm 0.40$  m/s for the 10-MWT, and  $18.92 \pm 9.62$  s for the 5TSTS.

#### 4. Discussion

The current study is the first to investigate the test-retest reliability and concurrent validity of the 4-MWT and correlate it with the 10-MWT in ambulatory chronic stroke survivors. In addition, both gait measurements were correlated with 5TSTS. This study indicated excellent concurrent validity and test-retest reliability for the 4-MWT and the 10-MWT with a dynamic start at a comfortable speed. Their correlation with 5TSTS was moderate.

Regaining the ability to walk is a crucial step to restore functional independence after stroke and quality of life. Walking speed is considered as the sixth vital sign [5]. Therefore, our results have clinical and research implications because they provide flexibility to rehabilitation services in choosing a test that does not need adaptation or changes to fit the rehabilitation service setting when space is limited [13]. Shorter distances are more feasible and preferable [24] by individuals with gait difficulties. Rehabilitation and home care services [15] need reliable measurement tools to assess functional outcomes and changes in stroke

survivors following any rehabilitation intervention. Before starting a recovery program, it is very important to assess walking ability and gait speed [25]. The 4-MWT can be useful for post-stroke with severe impairment and fatigue if they cannot tolerate the 10-MWT.

Many stroke protocols had to be modified due to the Covid-19 pandemic [26]. This is one reason why stroke survivors are increasingly assessed and treated in their homes. Furthermore, a test in which patients have to walk less is considered, especially when their gait is slow and they have difficulties with balance and fatigue. Therefore, it is important to adjust the various assessment scales and tests to the space available. So, it is useful to know that the 4-MWT is as valid and reliable as the 10-MWT as a measure of gait speed in stroke survivors.

Our results of the test-retest reliability for 10-MWT showed an  $ICC_{2,1} = 0.992$  (0.985–0.996), similar to the findings of previous studies as Hiengkaew et al., [27]  $ICC_{2,1} = 0.96$  (0.92–0.98), Cheng et al., [8] ICC had a range of 0.80–0.99, Flansbjerg, et al., [9]  $ICC_{2,1} = 0.94$  and Collen et al., [28]  $ICC = 0.95$ –0.99 in stroke survivors, and Kim et al., [29]  $ICCs = 0.902$  in women elderly, Fernández-Huerta et al., [14]  $ICCs = 0.976$  (0.966–0.983) and Peters et al., [11]  $ICCs = 0.98$  (0.096–0.099) in the elderly people, Unver et al., [12]  $ICC = 0.95$  (0.93–0.97) after lower limb surgery and Karpman et al., [15]  $ICCs = 0.97$  (0.95–0.98) in COPD.

Concerning  $ICC_{2,1}$  value for 4-MWT, our result was an  $ICC_{2,1} = 0.991$  (0.983–0.996), which is in line with Fernández-Huerta et al., [14]  $ICC = 0.959$  (0.943–0.971), Peters et al., [11]  $ICCs = 0.96$  (0.094–0.098), Unver et al., [12]  $ICCs = 0.94$  (0.92–0.96) and Karpman et al., [15]  $ICCs = 0.95$  (0.92–0.97). However, they disagree with Kim

**Table 1**  
Sample characteristics of study population.

	(n = 36)
Age (years) Mean ± SD	58.56 ± 11.28
Gender, (n and %)	
Men	23 (63.9%)
Women	13 (36.1%)
Weight (Kg) Mean ± SD	75.95 ± 16.05
Height (m) Mean ± SD	1.70 ± 0.08
BMI Mean ± SD	26.22 ± 4.84
Time onset of stroke (years)	7.58 ± 6.85
Type of stroke, (n and %)	
Hemorrhagic	15 (41.7%)
Ischemic	21 (58.3%)
Paretic side, (n and %)	
Right	24 (66.7%)
Left	12 (33.3%)
Using walking assistive device, n (%)	
None	16 (44.4%)
Cane	3 (8.3%)
AFO	14 (38.9%)
Cane + AFO	3 (8.3%)
MAS scale, n (%)	
0	3 (8.3%)
1–1 +	12 (33.3%)
2	21 (58.3%)
Fulg-Meyer assessment knee flexion, n (%)	
< 90°	9 (25%)
90°	16 (44.4%)
> 90°	11 (30.6%)

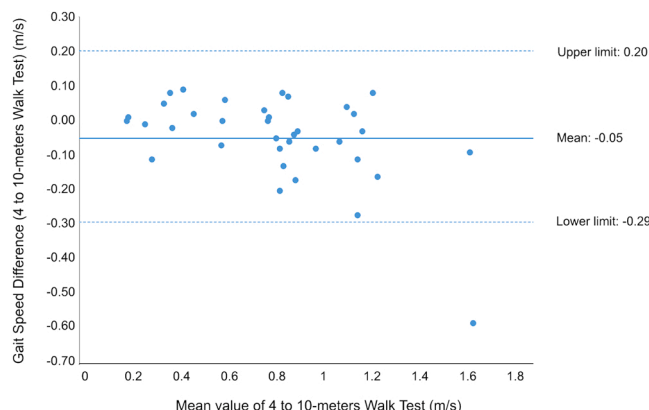
Abbreviations: AFO: ankle-foot orthosis, BMI: body mass index, Kg: kilograms, MAS: modified Ashworth scale m:meters, SD: standard deviation

**Table 2**

Test-retest reliability coefficient, standard error measurement and minimal detectable change of the 4-meter walk test, the 10-meter walk test and 5 repetitions sit-to-stand.

	ICC <sub>2,1</sub> (95% CI)	SEM	MDC 95%
4-meter walk test (m/s)	0.991 (0.983–0.996)	0.032	0.090
10-meter walk test (m/s)	0.992 (0.985–0.996)	0.036	0.100
5TSTS	0.981 (0.814–0.998)	1.326	3.676

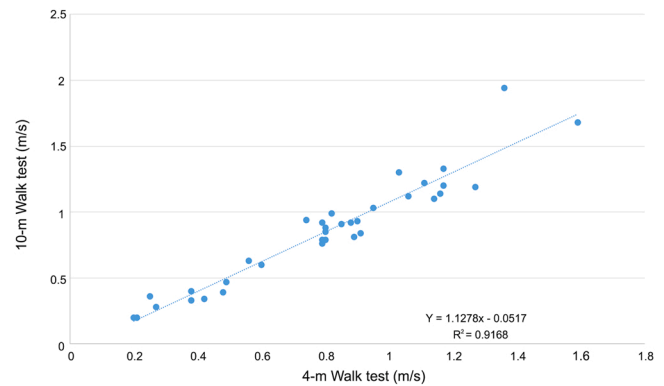
Abbreviations: ICC<sub>2,1</sub>: Intraclass correlation coefficients, CI: Confidence interval, m/s: meters per second, MDC: Minimal detectable change, SEM: standard error measurements, 5TSTS: 5 repetitions sit-to-stand



**Fig. 2.** Bland-Altman plot. The solid line represents the mean difference in 4-meter walk test and 10-meter walk test. The dashed lines represent the upper and lower 95% limits of agreement.

et al., [29] ICCs= 0.715 and Bohannon et al., [30] although they performed the 4-MWT with a static start [16].

Our results showed excellent correlation between the 4-MWT and the 10-MWT, compared to Fernández-Huerta et al., [14] results. They



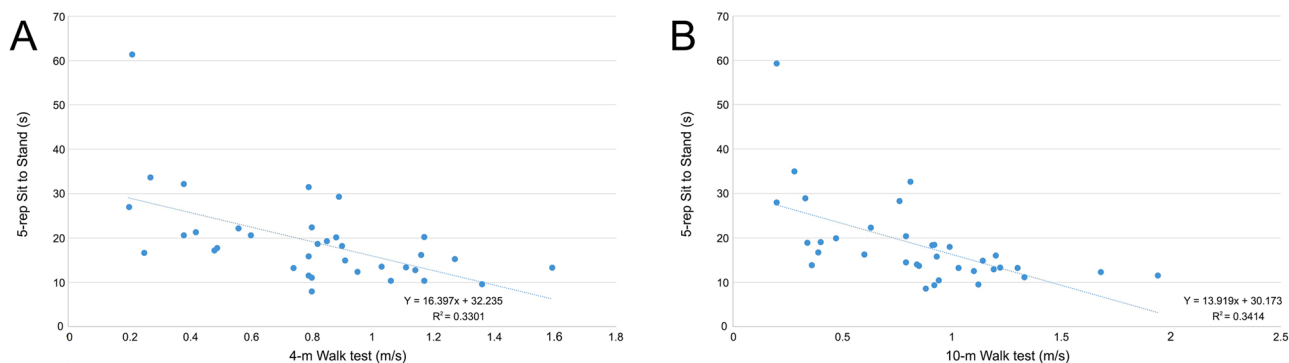
**Fig. 3.** Correlation graph between the 10-meter walk test and the 4-meter walk test, m/s: meters/second.

analyzed 136 participants (103 females), with an average age of 72.83 years, while the average age of our participants was 58.56 years. They performed four trials with 2-meter to acceleration/deceleration as the same procedure as our study. However, our results were different from those of Peters et al., [11]. These authors did not find good correlation between the two tests in their results. They analyzed 43 individuals (33 females) with an average age of 84.3 years. The difference between the results of the two studies is probably due to the fact that Peters et al., [11] performed three 10-MWT tests with 5-meter to acceleration/deceleration and their population was older than Fernández-Huerta et al., [14]. This could make them to fatigue faster. Another suggestion could be that longer walkways were faster than shorter walkways in healthy elderly people [25]. Furthermore, the sample size of Peters et al., [11] was smaller than that of Fernández-Huerta L et al., [14]

The SEM value are important to ensure a small degree of measurement error when assessing baseline values. Both 4-MWT and 10-MWT showed similar SEM values, 0.032 and 0.036 respectively, with a minimum difference of 0.004. These values are in agreement with the results of Peters et al., [11] with 0.008 and 0.005 and results of Karpman et al., [15] with 0.05 and 0.08 for 4-MWT and 10-MWT SEM values respectively. However, Fernández-Huerta et al., [14] showed results of 0.014 and 0.039 and Unver et al., [12] with values of 2 and 5.5 SEM. Regarding MCD-95 the difference between 4-MWT and 10-MWT was 0.01, in line with results of Peters et al., [11] with 0.01. For the 10-MWT our results are similar to Hiengkaew et al., [27] with 0.18 MCD-95 in chronic stroke survivors with moderate plantarflexion ankle tone.

Procedures for measuring gait speed and timing protocols vary considerably, most notably with regard to the distance at which timing occurs [25], dynamic start or a static start [13] and the surface walked on [24]. The use of a straight path protocol has advantages over a path that includes a turn [25]. We used the 4-MWT distance to measure gait speed because it is the most frequently used in the elderly [31] but is rarely used in post-stroke [13]. It is important to note that fatigue affects most people who suffer a stroke [32]. Dynamic starts, which allow acceleration before the start of timing, are associated with higher gait speeds than static starts [33] with a difference approximately of 0.05–0.11 m/s [13]. Dynamic start does not include data during unstable periods and only records data during rhythmic gait. We decided to use the dynamic start in 4-MWT with a 1-meter distance to accelerate/decelerate at comfortable speed according to results of Ng et al., [34]. However, most authors used 4-MWT with acceleration/deceleration zones of 2-meter as Unver et al., [12] after lower limb surgery, Fernández-Huerta et al., [14] and Peters et al., [11] in elderly people and, Karpman et al., [15] in COPD. However, Amatachaya et al., [13] performed 4-MWT with acceleration/deceleration zones of 3-meter with varied population and including healthy subjects.

Using a static start protocol, the acceleration phase is measured as



**Fig. 4.** **A:** Correlation graph between the 4-meter walk test and 5TSTS: five times sit-to-stand test. m/s: meters/second and **B:** Correlation graph between the 10-meter walk test and the 5TSTS: five times sit-to-stand test. m/s: meters per second.

part of the gait speed result, which may underestimate the usual walking speed [24]. As for the deceleration zone, Bohannon et al., [30] used 1.5 m after the 4-MWT in static start. Concerning the 10-MWT, we used acceleration/deceleration zones of 2-meter according to several authors [13–15], [35] this is a sufficient distance in individuals who walk slowly and present fatigue [9], although other authors used acceleration/deceleration zones of 5-meter for the 10-MWT [10–12].

Sit-to-stand and ambulation are functional independence activities measures that can be functional goals and an important rehabilitation goal for many stroke survivors [35]. The 5TSTS correlates with lower limb muscle strength and balance ability after stroke [18]. Our 5TSTS reliability results were  $ICC_{2,1}=0.981$  and are similar to  $ICC = 0.994$  reported by Mong et al. [36]. Also our findings showed a moderate correlation of 5TSTS with 10-MWT ( $r = -0.5600$ ,  $p < 0.001$ ). This is according to Azharuddin et al., [19] results ( $r = -0.639$ ,  $p < 0.008$ ) in subacute and chronic stroke survivors. However, they performed 10-MWT with acceleration/deceleration zones of 2-meter but the time was measured while the individual walked a distance of 6-meter. A study, de Abreu et al., [37] showed that the 5TSTS was associated with gait speed in elderly people. These authors were able to discriminate individuals with reduced gait speed with moderate accuracy. Their findings reinforce the usefulness of the 5TSTS, rather than gait speed testing in clinical settings where the walking speed test is not feasible. The results of de Abreu et al., [37] also suggest different cut-off values for the 5TSTS considering gait speeds  $< 0.8$  and  $< 1.0$  m/s for older women and men, respectively.

A possible explanation of the moderate correlation regarding the 5TSTS with the 4-MWT and the 10-MWT found in our results is that in human gait, parameters exhibited that do not exist in sit-to-stand, such as the three-dimensional trajectory of the center of mass motion, inertia and gravitational acceleration [38]. Sit-to-stand and stand-to-sit require skills such as coordination between lower limb and trunk movements, muscle strength, balance control and stability [39]. This activity requires the generation of a vertical force equal to body weight in a fraction of a second, faster force generation allows more efficient use of available strength [40]. Half of our participants had spasticity in the plantar flexors of the ankle, which could be the origin of the limited ankle dorsiflexion in the more affected leg required at the start of the 5TSTS. Therefore, they might have carried more weight on the less affected limb [40].

#### 4.1. Study limitations

This study has several limitations. Only two repetitions of each test were assessed. All participants were in their chronic stroke stage and they had some degree of ankle plantar flexor spasticity. Although a sample size calculation has been made, future studies could require a larger sample size to perform a subgroup analysis of spasticity variable. The order of the tests was not random, so its influence on the results

cannot be guaranteed.

## 5. Conclusion

This study indicates excellent reliability, concurrent validity and strong correlation between 4-MWT and 10-MWT with a dynamic start and comfortable speed in chronic post-stroke individuals. The 4-MWT could be used as a measure of gait speed when there is limited space in the rehabilitation department and in a home setting in chronic ambulatory stroke survivors. The 4-MWT is an alternative gait speed test to the 10-MWT, especially when space is limited and in patients who have serious walking difficulties and suffer from severe fatigue.

## Ethical approval

Universitat Internacional de Catalunya with the number FIS-2021-06.

## Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies from public, commercial, or not-for-profit sectors.

## CRedit authorship contribution statement

**Rosa Cabanas-Valdés:** Conceptualization, Methodology, Writing – original draft, Visualization, Project administration. **Carlos López-de-Celis:** Data curation, Methodology, Writing – review & editing, Software, Formal analysis. **Laura García-Rueda:** Supervision, Writing – review & editing, Resources, Investigation. **Carina Salgueiro:** Supervision, Writing – review & editing, Resources. **Jacobo Rodríguez-Sanz:** Validation, Writing – review & editing. **Albert Pérez-Bellmunt:** Validation, Writing – review & editing.

## Declaration of Competing Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

## Acknowledgements

Manel Cusí Sánchez for language editing and David Blanco de Tena Davila for sample size calculation and to all participants who took part of the study.

## Author statement

I affirm that all authors have read and agreed the Statement for



Authors. Rosa Cabanas-Valdés. This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors. This work was presented by poster presentation at 8th European Stroke Organisation Congress (ESOC) from 4th to 6th May in Lyon, France.

### Registration

This study was registered in ClinicalTrials gov. number NCT04919772.

### Data linking

<https://dataverse.harvard.edu/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.7910/DVN/XICSXK>

### References

- Q. Ding, S. Liu, Y. Yao, H. Liu, T. Cai, L. Han, Global, Regional, and National Burden of Ischemic Stroke, 1990–2019, *Neurology* 98 (3) (2022) e279–e290, <https://doi.org/10.1212/WNL.00000000000013115>.
- S.E. Lord, K. McPherson, H.K. McNaughton, L. Rochester, M. Weatherall, Community ambulation after stroke: how important and obtainable is it and what measures appear predictive, *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 85 (2) (2004) 234–239, <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2003.05.002>.
- R.E. Taylor-Piliae, L.D. Latt, J.T. Hepworth, B.M. Coull, Predictors of gait velocity among community-dwelling stroke survivors, *Gait Posture* 35 (3) (2012) 395–399, <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.10.358>.
- S.A. Combs, M. Van Puymbroeck, P.A. Altenburger, K.K. Miller, T.A. Dierks, A. Schmid, Is walking faster or walking farther more important to persons with chronic stroke? *Disabil. Rehabil.* 35 (10) (2013) 860–867, <https://doi.org/10.3109/09638288.2012.717575>.
- A. Middleton, S.L. Fritz, M. Lusardi, Walking speed: the functional vital sign, *J. Aging Phys. Act.* 23 (2) (2015) 314–322, <https://doi.org/10.1123/japa.2013-0236>.
- M. Grau-Pellicer, A. Chamarro-Lusar, J. Medina-Casanovas, B.C. Serdà Ferrer, Walking speed as a predictor of community mobility and quality of life after stroke, *Top. Stroke Rehabil.* 26 (5) (2019) 349–358, <https://doi.org/10.1080/10749357.2019.1605751>.
- A.B. Newman et al., Association of long-distance corridor walk performance with mortality, cardiovascular disease, mobility limitation, and disability, *JAMA* 3 (17) 295, doi:10.1001/jama.295.17.2018. PMID: 16670410.
- D.K.Y. Cheng, et al., Distance-limited walk tests post-stroke: a systematic review of measurement properties, *Neurorehabilitation* 48 (4) (2021) 413, <https://doi.org/10.3233/NRE-210026>.
- U.B. Flansbjerg, A.M. Holmbäck, D. Downham, C. Patten, J. Lexell, Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke, *J. Rehabil. Med.* 37 (2) (2005) 75–82, <https://doi.org/10.1080/16501970410017215>.
- J. Roush, J.D. Heick, T. Hawk, D. Eurek, A. Wallis, D. Kiflu, Agreement in walking speed measured using four different outcome measures: 6-meter walk test, 10-meter walk test, 2-minute walk test, and 6-minute walk test, *Internet J. Allied Health Sci. Pract.* 19 (2) (2021) 7, <https://doi.org/10.46743/1540-580X/2021.1971>.
- D.M. Peters, S.L. Fritz, D.E. Krotish, Assessing the reliability and validity of a shorter walk test compared with the 10-Meter Walk Test for measurements of gait speed in healthy, older adults, *J. Geriatr. Phys. Ther.* 36 (1) (2013) 24–30, <https://doi.org/10.1519/JPT.0b013e318248e20d>.
- B. Unver, R.H. Baris, E. Yuksel, S. Cekmece, S. Kalkan, V. Karatosun, Reliability of 4-meter and 10-meter walk tests after lower extremity surgery, *Disabil. Rehabil.* 39 (25) (2017) 2572–2576, <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1236153>.
- S. Amatachaya, et al., Influence of timing protocols and distance covered on the outcomes of the 10-meter walk test, *Physiother. Theory Pract.* 36 (12) (2019), <https://doi.org/10.1080/09593985.2019.1570577>.
- L. Fernández-Huerta, K. Córdova-León, Reliability of two gait speed tests of different timed phases and equal non-timed phases in community-dwelling older persons, *Medwave* 19 (3) (2019), e7611, <https://doi.org/10.5867/medwave.2019.03.7611>. PMID: 31075094.
- C. Karpman, N.K. Le Brasseur, Z.S. De Pew, P.J. Novotny, R.P. Benzo, Measuring gait speed in the out-patient clinic: methodology and feasibility, *Respir. Care* 59 (4) (2014) 531–537, <https://doi.org/10.4187/respcare.02688>.
- J.M. Guralnik, et al., Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery, *J. Gerontol. Ser. A Biol. Sci. Med. Sci.* 55 (4) (2000), <https://doi.org/10.1093/gerona/55.4.M221>.
- A.D. Stookey, L.I. Katzell, G. Steinbrenner, M. Shaughnessy, F.M. Ivey, The short physical performance battery as a predictor of functional capacity after stroke, *J. Stroke Cerebrovasc. Dis. Off. J. Natl. Stroke Assoc.* 23 (1) (2014) 130–135, <https://doi.org/10.1016/J.JSTROKECEREBROVASCDIS.2012.11.003>.
- B.F. Mentilplay, R.A. Clark, K.J. Bower, G. Williams, Y.H. Pua, Five times sit-to-stand following stroke: relationship with strength and balance, *Gait Posture* 78 (2020) 35–39, <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.03.005>.
- M. Azharuddin, N.U. Zia, Correlation between sit-to-stand ability, dynamic balance, gait speed, and quality of life in stroke population: a non-randomized pilot study, *2021 26:1, Bull. Fac. Phys. Ther.* 26 (1) (2021) 1–6.
- W.N. Arifin, A web-based sample size calculator for reliability studies, *Educ. Med. J.* 10 (3) (2018) 67–76, <https://doi.org/10.21315/eimj2018.10.3.8>.
- D.K. Cheng, M. Nelson, D. Brooks, N.M. Salbach, Validation of stroke-specific protocols for the 10-meter walk test and 6-minute walk test conducted using 15-meter and 30-meter walkways, *Top. Stroke Rehabil.* 27 (4) (2020) 251–261, <https://doi.org/10.1080/10749357.2019.1691815>.
- A. Bastida Castillo, C.D. Gómez Carmona, J. Pino Ortega, E. de La Cruz Sánchez, Validity of an inertial system to measure sprint time and sport task time: a proposal for the integration of photocells in an inertial system, *undefined* 17 (4) (2017) 600–608, <https://doi.org/10.1080/24748668.2017.1374633>.
- P.S. Myles, J. Cui, I. Using the Bland-Altman method to measure agreement with repeated measures, *Br. J. Anaesth.* 99 (3) (2007) 309–311, <https://doi.org/10.1093/BJA/AEM214>.
- A.K. Stuck, M. Bachmann, P. Füllemann, K.R. Josephson, A.E. Stuck, Effect of testing procedures on gait speed measurement: a systematic review, *PLoS One* 15 (6) (2020), e0234200, <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0234200>.
- J.E. Graham, G.V. Ostir, S.R. Fisher, K.J. Ottenbacher, Assessing walking speed in clinical research: a systematic review, *J. Eval. Clin. Pract.* 14 (4) (2008) 552–562, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2753.2007.00917.x>.
- M. Alonso De Leciana, M. Castellanos, O. Ayo-Martín, A. Morales, Stroke care during the COVID-19 outbreak in Spain: the experience of Spanish stroke units, *Stroke Vasc. Neurol.* 6 (2) (2021) 267–273, <https://doi.org/10.1136/SVN-2020-000678>.
- V. Hiengkaew, K. Jitree, P. Chaiyawat, Minimal detectable changes of the berg balance scale, fugl-meyer assessment scale, timed “up & go” test, gait speeds, and 2-minute walk test in individuals with chronic stroke with different degrees of ankle plantarflexor tone, *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 93 (7) (2012) 1201–1208, <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.01.014>.
- F.M. Collen, D.T. Wade, C.M. Bradshaw, Mobility after stroke: reliability of measures of impairment and disability, *Int. Disabil. Stud.* 12 (1) (1990) 6–9.
- H. Kim, I. Park, H.Joo Lee, O. Lee, The reliability and validity of gait speed with different walking pace and distances against general health, physical function, and chronic disease in aged adults, *J. Exerc. Nutr. Biochem.* 20 (3) (2016) 46, <https://doi.org/10.20463/JENB.2016.09.20.3.7>.
- R.W. Bohannon, Y.C. Wang, Four-meter gait speed: normative values and reliability determined for adults participating in the NIH toolbox study, *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 100 (3) (2019) 509–513, <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.06.031>.
- F. Pamoukdjian, et al., Measurement of gait speed in older adults to identify complications associated with frailty: a systematic review, *J. Geriatr. Oncol.* 6 (6) (2015) 484–496, <https://doi.org/10.1016/j.jgo.2015.08.006>.
- K. Thomas, C. Gamlin, A. De Simoni, R. Mullis, J. Mant, How is poststroke fatigue understood by stroke survivors and carers? A thematic analysis of an online discussion forum, *BMJ Open* 9 (7) (2019), e028958, <https://doi.org/10.1136/BMJOPEN-2019-028958>.
- A. Sustakoski, S. Perera, J.M. VanSwearingen, S.A. Studenski, J.S. Brach, The impact of testing protocol on recorded gait speed, *Gait Posture* 41 (1) (2015) 329–331, <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2014.10.020>.
- S.S.M. Ng, et al., Effect of acceleration and deceleration distance on walking speed of people with chronic stroke, *J. Rehabil. Med.* 48 (8) (2016) 666–670, <https://doi.org/10.2340/16501977-2124>.
- V. Pardo, D. Knuth, B. McDermott, J. Powell, A. Goldberg, Validity, reliability and minimum detectable change of the maximum step length test in people with stroke, *J. Neurol. Sci.* 325 (1) (2013) 74–78, <https://doi.org/10.1016/J.JNS.2012.11.021>.
- Y. Mong, T.W. Teo, S.S. Ng, 5-Repetition sit-to-stand test in subjects with chronic stroke: reliability and validity, *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 91 (3) (2010) 407–413, <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.10.030>.
- D.C.C. de Abreu, J.M. Porto, P.S. Tofani, R. de, M.B. Braghin, R.C. Freire Junior, Prediction of reduced gait speed using 5-time sit-to-stand test in healthy older adults, *J. Am. Med. Dir. Assoc.* 23 (5) (2022) 889–892, <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2021.11.002>.
- L. Tesio, V. Rota, The motion of body center of mass during walking: a review oriented to clinical applications, *Front. Neurol.* 10 (2019) 999, <https://doi.org/10.3389/FNEUR.2019.00999/BIBTEX>.
- S.J. Hyun, J. Lee, B.H. Lee, The effects of sit-to-stand training combined with real-time visual feedback on strength, balance, gait ability, and quality of life in patients with stroke: a randomized controlled trial, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 18 (22) (2021) 12229, <https://doi.org/10.3390/IJERPH182212229>.
- M. Galli, V. Cimolin, M. Crivellini, I. Campanini, Quantitative analysis of sit to stand movement: experimental set-up definition and application to healthy and hemiplegic adults, *Gait Posture* 28 (1) (2008) 80–85.



**Immediate Effects of Tecar Therapy on Lower Limb to  
Decrease Hypertonia in Chronic Stroke Survivors. A  
Randomized Controlled Trial**

Journal:	<i>Clinical Rehabilitation</i>
Manuscript ID	Draft
Manuscript Type:	Original Research Article
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	García-Rueda, Laura; Universitat Internacional de Catalunya - Campus Sant Cugat, Physiotherapy Cabanas-Valdés, Rosa; Universitat Internacional de Catalunya - Campus Sant Cugat, Physiotherapy Department Faculty of Medicine and Health Sciences; Salgueiro, Carina; Universitat Internacional de Catalunya, Physiotherapy Department Faculty of Medicine and Health Sciences; Clinica de Neurorehabilitación, Physiotherapy Pérez-Bellmunt, Albert; Universitat Internacional de Catalunya Facultat de Medicina i Ciències de la Salut, Basic Sciences Department, Actium functional anatomy research group. Rodríguez-Sanz, Jacobo; Universitat Internacional de Catalunya - Campus Sant Cugat, Basic Sciences Department, Actium functional anatomy research group. López-de-Celis, Carlos; Universitat Internacional de Catalunya, Physiotherapy Department Faculty of Medicine and Health Sciences; Fundació Institut Universitari per a la recerca a l'Atenció Primària de Salut Jordi Gol i Gurina (IDIAPJGol), Rehabilitation
Keywords:	Tecar therapy, Stroke, Muscle spasticity, Hypertonia, Functional Massage

SCHOLARONE™  
Manuscripts

1  
2  
3 **Objective:** To investigate whether a single session of Tecar therapy in  
4  
5 combination to Functional massage reduces lower limb hypertonia and  
6  
7 improves function in post-stroke individuals  
8  
9

10 **Design:** Double-blind randomized controlled clinical trial  
11

12 **Setting:** Laboratory  
13

14 **Subjects:** A total of 36 chronic stroke survivors  
15  
16

17 **Interventions:** The experimental group received a single 30-minute session of  
18  
19 Tecar therapy at the same time with functional massage on lower limb. The  
20  
21 control group received sham treatment (Tecar therapy, without electrical  
22  
23 stimulation) plus functional massage.  
24  
25

26 **Main measures:** The primary outcome measure was the reduction of  
27  
28 hypertonia assessed by the Modified Ashworth Scale. Secondary outcomes  
29  
30 measures were gait speed assessed by the 4-meter Walk-Test, standing knee  
31  
32 flexion by Fugl-Meyer Assessment Scale (knee item), change in weight bearing  
33  
34 ankle dorsiflexion by the Ankle Lunge Test and functional lower limb strength by  
35  
36 the 5-times Sit-to-Stand Test. All measurements were performed at baseline,  
37  
38 immediately after treatment and at 30-minutes by the same assessor.  
39  
40  
41

42 **Results:** There was a positive effect after treatment in the experimental group  
43  
44 for plantar-flexors and extensors-knee muscles hypertonia (Modified Ashworth  
45  
46 Scale-ankle was  $-0.6 \pm 0.7$ , effect size 0.15), (Modified Ashworth Scale-knee was  
47  
48  $-0.5 \pm 0.7$  effect size 0.17) and an increase of  $4.3 \pm 3.1$  degrees on weight bearing  
49  
50 ankle dorsiflexion. No differences were showed for gait speed, active knee  
51  
52 flexion in standing position and functional lower limb strength.  
53  
54

55 **Conclusion:** A single session of Tecar therapy performed at the same time with  
56  
57 Functional massage reduces immediately plantar-flexors and knee-extensors  
58  
59  
60

1  
2  
3 muscle tone and increases change in weight bearing ankle dorsiflexion in  
4  
5 chronic post-stroke individuals.  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

For Peer Review

1  
2  
3 **Immediate Effects of Tecar Therapy on Lower Limb to Decrease**  
4 **Hypertonia in Chronic Stroke Survivors. A Randomized Controlled Trial**  
5  
6  
7  
8  
9

10 **Objective:** To investigate whether a single session of Tecar therapy in  
11 combination to Functional massage reduces lower limb hypertonia and  
12 improves function in post-stroke individuals  
13  
14

15  
16  
17 **Design:** Double-blind randomized controlled clinical trial  
18

19 **Setting:** Laboratory  
20

21 **Subjects:** A total of 36 chronic stroke survivors  
22

23 **Interventions:** The experimental group received a single 30-minute session of  
24 Tecar therapy at the same time with functional massage on lower limb. The  
25 control group received sham treatment (Tecar therapy, without electrical  
26 stimulation) plus functional massage.  
27  
28  
29  
30  
31

32  
33 **Main measures:** The primary outcome measure was the reduction of  
34 hypertonia assessed by the Modified Ashworth Scale. Secondary outcomes  
35 measures were gait speed assessed by the 4-meter Walk-Test, standing knee  
36 flexion by Fugl-Meyer Assessment Scale (knee item), change in weight bearing  
37 ankle dorsiflexion by the Ankle Lunge Test and functional lower limb strength by  
38 the 5-times Sit-to-Stand Test. All measurements were performed at baseline,  
39 immediately after treatment and at 30-minutes by the same assessor.  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47

48  
49 **Results:** There was a positive effect after treatment in the experimental group  
50 for plantar-flexors and extensors-knee muscles hypertonia (Modified Ashworth  
51 Scale-ankle was  $-0.6 \pm 0.7$ , effect size 0.15), (Modified Ashworth Scale-knee was  
52  $-0.5 \pm 0.7$  effect size 0.17) and an increase of  $4.3 \pm 3.1$  degrees on weight bearing  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

1  
2  
3 ankle dorsiflexion. No differences were showed for gait speed, active knee  
4 flexion in standing position and functional lower limb strength.  
5  
6

7 **Conclusion:** A single session of Tecar therapy performed at the same time with  
8 Functional massage reduces immediately plantar-flexors and knee-extensors  
9 muscle tone and increases change in weight bearing ankle dorsiflexion in  
10 chronic post-stroke individuals.  
11  
12  
13  
14  
15  
16

17 **Key words:** Tecar therapy; Stroke; Muscle spasticity; Functional Massage;  
18 Functionality; Capacitive Resistive Electric Transfer Therapy, CRet, Hypertonia,  
19 Muscle tonus.  
20  
21  
22  
23  
24  
25

### 26 **Clinical Messages**

27  
28  
29 Tecar therapy in combination with functional massage reduce plantar-flexors  
30 hypertonia in stroke survivors  
31  
32

33  
34  
35 Tecar therapy plus Functional massage improve ankle dorsiflexion  
36  
37

38  
39 Tecar therapy could be a new non-invasive strategy for neurologic disorders  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

## Introduction

Stroke often affects sensory-motor networks and descending tracts, as reflected by several signs of upper motor neuron syndrome. One symptom is spasticity. It may be defined as a motor disorder characterized by a velocity-dependent exaggeration of stretch reflex resulting from abnormal intraspinal processing of primary afferent input. Clinically this implies increased muscle tone.<sup>1</sup>

After an initial stroke 39.5% of patients showed spasticity and in 9.4% of them it became severe or disabling spasticity.<sup>2</sup> Chronic stroke survivors have structural changes translate into rigidity and extensibility of the muscle-tendon unit.<sup>3</sup>

Therefore, several adaptations occur in lower limb spastic and impact on functionality.<sup>4</sup> Intramuscular structural and functional adaptations, in this case the increase of connective tissue in the muscle and fascia, lead to stiffness or decreased elasticity. It may cause the pulling forces to be transmitted more readily to the muscle spindles and can intensify sensory input thus increasing spasticity. It has a negative impact on lower limb function, which affects passive muscle stretch, range of motion, and motor unit recruitment during voluntary contraction.<sup>5</sup>

Consequently, maintaining the viscoelastic characteristics of tissues, including musculo-tendinous unit, fasciae and joints, is an important goal of rehabilitation treatment in chronic stroke survivors. Tecar therapy or Capacitive Resistive Electric Transfer Therapy is an endogenous thermotherapy that uses electrical

1  
2  
3 currents, induced by a 448 kHz capacitive/resistive monopolar radiofrequency,  
4  
5 to generate heat in deep tissues.<sup>6,7</sup> Tecar therapy is safer than a classic  
6  
7 diathermy device as it generates less deep heat<sup>8</sup> and uses a lower wave  
8  
9 frequency, so it does not require a surface cooling system.<sup>6</sup> In-vitro studies  
10  
11 have shown that electrical currents flow through deep tissues, that may or may  
12  
13 not increase temperature levels.<sup>9,10</sup>  
14  
15

16  
17  
18 According to Ribeiro et al.<sup>11</sup> Tecar therapy reduces muscle tone. This could  
19  
20 produce a positive effect on post-stroke spasticity. Tecar therapy has shown  
21  
22 positive effects on muscle properties, improving function in different  
23  
24 musculoskeletal disorders such as pain and tissue injury.<sup>12,13</sup> This is assumed  
25  
26 to be caused by increasing intramuscular blood flow,<sup>12</sup> haemoglobin saturation  
27  
28 and increased temperature.<sup>14</sup> Mild hyperthermia is sufficient to accelerate  
29  
30 and/or increase most cellular activity.<sup>15</sup> In addition, heat-induced vasodilation  
31  
32 can enhance local blood circulation in the tissues.<sup>16</sup> Heat can also change the  
33  
34 nature of connective tissues. It can alter the properties of tendons, ligaments  
35  
36 and, to some extent muscle, by means of increasing the extensibility and  
37  
38 reducing the tone.<sup>16</sup> The extent of physiological effect may vary depending on  
39  
40 the level of exposure.  
41  
42  
43  
44  
45

46  
47 Tecar therapy can be used in two treatment modalities: a resistive modality,  
48  
49 which generates heat in the deeper tissues, and a capacitive modality, which  
50  
51 acts at a more superficial level and in specific areas.<sup>12</sup> Tecar therapy performed  
52  
53 at the same time with manual therapy has a greater effect than Tecar therapy  
54  
55 alone for all types of musculo-tendinous diseases.<sup>17</sup> Functional massage is a  
56  
57 manual therapy technique and is the most frequently applied type of passive  
58  
59  
60



1  
2  
3 physical therapy. Functional massage is a method of decreasing the muscle  
4 tone and combines rhythmical passive joint mobilization with  
5  
6 compression/decompression of the muscular belly and muscle-tendinous  
7  
8 insertions. Positive effects have been found in cerebral palsy<sup>18</sup> and multiple  
9  
10 sclerosis<sup>19,20</sup> individuals. However, the evidence on post-stroke spasticity is  
11  
12 sparse.<sup>21,22</sup>  
13  
14  
15  
16  
17

18 Address patient-relevant outcomes and improve strategies to facilitate shared  
19  
20 decision-making in the management of spasticity. To this end, it is important to  
21  
22 have several non-invasive strategies to reduce hypertonicity. Tecar therapy  
23  
24 combined with concurrent FM in hypertonic muscle of stroke survivors could be  
25  
26 a new treatment to reduce hypertonia. To the best of our knowledge no post-  
27  
28 stroke studies are published with Tecar therapy performed at the same time  
29  
30 with functional massage. Consequently, our hypothesis is that Tecar therapy  
31  
32 plus functional massage have a positive influence on the lower limb non-neural  
33  
34 component of spasticity to reduce lower limb muscle tone and improve  
35  
36 functionality. Therefore, the aims of this study are to assess the immediate  
37  
38 effects of Tecar therapy on lower limb muscle tone and functionality in chronic  
39  
40 stroke survivors.  
41  
42  
43  
44  
45  
46

## 47 **Methods**

48  
49  
50 A randomized double-blind controlled clinical trial was carried out in the  
51  
52 laboratory of the University. Chronic stroke volunteers were recruited from  
53  
54 different Neurorehabilitation Clinics and associations in the Barcelona area from  
55  
56 May 2021 to May 2022. A personal identification code was provided to  
57  
58 participants. The study was approved by the local ethics Committee of the  
59  
60

1  
2  
3 Universitat Internacional de Catalunya-CEim (FIS-2021-06), according to the  
4 Declaration of Helsinki 2013, and registered at clinicaltrials.gov number  
5  
6  
7  
8 NCT04851756. CONSORT and TIDieR guidelines were followed.  
9

10  
11 Inclusion criteria were: i) chronic stroke survivors ( $\geq 6$  months post-stroke), ii)  
12  
13 age  $\geq 18$  years, iii) score of 1-2 points on the Modified Ashworth Scale<sup>23</sup> on hip  
14  
15 flexion, knee flexion or ankle dorsiflexion, iv) score  $> 25$  points on the Montreal  
16  
17 Cognitive Assessment,<sup>24</sup> v) ability to sit-stand of a chair and to walk  
18  
19 independently 10 meters, with/without ankle splint and/or cane. Exclusion  
20  
21 criteria were: i) injuries in the lower limbs, ii) other neurological diseases or  
22  
23 cancer, iii) osteosynthetic material or pacemaker, iv) botulinum toxin or  
24  
25 antispastic treatment 3 months prior to the study, v) inability to remain in the  
26  
27 prone position, vi) any contraindication to massage such as skin infections,  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
inflammatory vascular diseases or acute inflammation.

Participants were randomly assigned to two groups by an informatics program.  
The randomization was performed with OxMar computer software by a  
researcher who was not involved in data collection. The allocation concealment  
of the sequence was done with opaque and numbered envelopes.

Room temperature was controlled at 22-23<sup>0</sup> Celsius to prevent an increase in  
muscle tone. Although Tecar therapy can significantly increase skin  
temperature,<sup>25</sup> the doses applied in this study were previously established by an  
experienced physical therapist (J.R-S) on Tecar therapy with more than 5 years  
of experience in this technique.

1  
2  
3 Both groups received the same functional massage treatment. In addition, the  
4  
5 experimental group received a real session of Tecar therapy (**Figure 1**). The  
6  
7 Tecar therapy (T-Plus Wintecare device Chiasso, Switzerland) was performed  
8  
9 on the quadriceps, gastrocnemius muscles and Achilles tendon of the affected  
10  
11 lower limb. A fixed electrode was placed under the abdomen of the participant,  
12  
13 in a prone position. An introductory massage in conjunction with Tecar therapy  
14  
15 in the resistive modality (80W) were performed on the low back and hamstrings  
16  
17 of the most affected leg (**Suppl. Figure 2.A-B**). Tecar therapy and Functional  
18  
19 massage was performed on the gastrocnemius and Achilles tendon, with  
20  
21 resistive mode (100-120W), and later in capacitive mode (180-200VA) (**Suppl.**  
22  
23 **Figure 2.C**). Finally, Tecar therapy in resistive mode (120-140W), followed by  
24  
25 capacitive mode (180-200VA) and functional massage were performed on the  
26  
27 quadriceps in supine position (**Suppl. Figure 2.D**). Functional massage was  
28  
29 applied simultaneously to Tecar therapy, with the mobile resistive/capacitive  
30  
31 electrodes. The session lasted approximately 30 minutes. "Thermocomed"  
32  
33 digital thermometer (precision  $\pm 0.3^\circ$  Celsius) was used to measure the surface  
34  
35 temperature of the affected lower limb during the treatment. The intervention  
36  
37 steps can be seen in (**Figure 3**).  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44

45 The control group received the same functional massage session 30 minutes  
46  
47 that experimental group but with the T-Plus Wintecare device turned on  
48  
49 (0W/VA). The same steps described above were followed. The electrodes were  
50  
51 heated before the session with the heat mat Beurer HK Comfort, to provide a  
52  
53 thermal sensation. The effects of functional massage by moving the mobile, but  
54  
55 inactive electrodes, along the same areas as the experimental group.  
56  
57  
58  
59  
60

1  
2  
3 All outcomes were measured at baseline (T0), immediately after the intervention  
4 (T1) and 30 minutes after the end of the intervention (T2) by the same blinded  
5  
6  
7 assessor physical therapist (R.N.) with more than five years of experience in  
8  
9  
10 Neurorehabilitation. The entire procedure lasted approximately 90 minutes.  
11  
12 After T1 the participants remained 30 minutes seated in a relaxed position.

13  
14  
15  
16 Nominal and clinical data were recorded prior to the measurement of motor  
17  
18 functions. The outcome assessment procedure was carried out in the following  
19  
20 order. Muscle tone due to spasticity was assessed with Modified Ashworth  
21  
22 Scale. It is the most universally accepted clinical tool used to measure  
23  
24 increases in muscle tone.<sup>26</sup> This is a scale used to assess the resistance  
25  
26 experienced during passive range of motion and does not require any  
27  
28 instrumentation and is quick to perform. It comprises 6 stages (0: flaccid muscle  
29  
30 tone to 4: limb held rigid in flexion or extension). To show the resistance  
31  
32 experienced by the assessor when moving the leg of the participant to  
33  
34 extension to flexion. With the participant in lateral decubitus position, with hip  
35  
36 and knee at 0°, the assessor moved the leg to maximum passive hip flexion,  
37  
38 knee flexion and ankle dorsiflexion (**Suppl. Figure 4.A-B-C**).

39  
40  
41  
42  
43  
44  
45 Gait speed was assessed with the 4-Meter Walking Test<sup>27</sup> in meters per  
46  
47 second. The tests were performed at the highest speed possible, with shoes or  
48  
49 a splint if necessary with a 1-meter acceleration and deceleration zone (**Suppl.**  
50  
51 **Figure 4.D**).

52  
53  
54  
55 Active knee flexion was measured by the IV item of the lower limb Fugl-Meyer  
56  
57 Assessment lower limb.<sup>28</sup> It has 3 scores; 0: no active motion or immediate and  
58  
59 simultaneous hip flexion, 1: less than 90° knee flexion or hip flexion during  
60

1  
2  
3 movement, 2: at least 90° knee flexion without simultaneous hip flexion.

4  
5 Participants were standing in bare feet, facing the espalier gym, with both feet  
6  
7 parallel on the floor, knees extended and hips in the neutral position.

8  
9  
10 Participants were asked to bend the affected knee as much as possible, without  
11  
12 bending the hip, in standing position (**Suppl. Figure 4.E**).

13  
14  
15 Change in weight bearing ankle dorsiflexion was measured with the Ankle  
16  
17 Lunge Test.<sup>29</sup> The angle was recorded with an inclinometer (Clinometer  
18  
19 Smartphone Application TM 4.9.2.).<sup>30</sup> Participants were standing barefoot,  
20  
21 facing the wall, with the affected leg slightly forward. They were instructed to  
22  
23 bend the knee towards the wall, without lifting the heel from the floor. The  
24  
25 assessor placed the inclinometer at the level of the tibial spine (**Suppl. Figure**  
26  
27 **4.F**).

28  
29  
30 Lower limb functional strength was measured with the 5 Times Sit-to-Stand  
31  
32 Test<sup>31</sup> recorded in seconds. Participants were seated on a chair, barefoot, with  
33  
34 hips, knees and ankles at 90° assessed with a goniometer. They were asked to  
35  
36 stand up and sit down five times, as quickly as possible. They had to reach a  
37  
38 full standing position for each repetition, without the help of their hands. The test  
39  
40 began when the assessor said “go” and ended when the participants had fully  
41  
42 seated on the chair.

43  
44  
45 The sample size was calculated based on the article by Lee et al.<sup>32</sup> Their  
46  
47 primary outcome measure, hypertonia (spasticity) was assessed with the  
48  
49 Modified Ashworth Scale. Accepting an alpha risk of 0.05 and a beta risk of 0.2  
50  
51 in a bilateral contrast, a sample of 36 participants (18 in each group) is required  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

1  
2  
3 to detect a difference  $\geq 1.13$  points in Modified Ashworth Scale score, with a  
4  
5 common standard deviation of 1.09 points.  
6  
7

### 8 *Statically analysis*

9  
10  
11  
12 Statistical analysis was performed with IBM SPSS Statistic version 26.0 (Armonk,  
13  
14 NY, USA: IBM Corp). Descriptive analysis was carried out. The mean and  
15  
16 standard deviation were calculated for quantitative variables. Frequencies were  
17  
18 calculated for demographic qualitative variables. The Shapiro–Wilk test was used  
19  
20 to determine non-normal distribution of quantitative data. For convenience of  
21  
22 statistical analysis, Modified Ashworth Scale 1+ was substituted by 2, and 2, 3,  
23  
24 and 4 were substituted by 3, 4, and 5, respectively.<sup>33</sup> A repeated-measure  
25  
26 analyses of variance (ANOVA) with time, baseline (T0), post-intervention (T1),  
27  
28 follow up (T2) and group was conducted to determine changes in the outcomes  
29  
30 of each dependent variable at each time interval. If the assumption of sphericity  
31  
32 test was not satisfied, the Greenhouse-Geisser correction was used for  
33  
34 interpretation. When a statistically significant effect was observed, a post hoc  
35  
36 analysis was performed, and the Bonferroni correction was used to adjust for  
37  
38 multiple comparisons. Fisher's exact statistic test was used for the qualitative  
39  
40 variable IV item of Fugl-Meyer Assessment. The significance level was  $p < 0.05$ .  
41  
42  
43  
44  
45

46  
47 Effect sizes were calculated using eta squared ( $\eta^2$ ). Considering an effect size  
48  
49  $> 0.14$  as large; around 0.06 are medium; and  $< 0.01$  small.<sup>34</sup> The level of  
50  
51 significance was set at  $p < 0.05$ .  
52  
53

### 54 **Results**

1  
2  
3 44 volunteers (16 females and 28 males) were screened, 8 did not meet the  
4  
5 inclusion or exclusion criteria. Finally, 36 participants were recruited (18  
6  
7 experimental group and 18 control group) after receiving written and verbal  
8  
9 descriptions of the study procedures and signing an informed consent form. Mean  
10  
11 age was  $58.6 \pm 11.3$  years. There were no dropouts for the 90 minutes after  
12  
13 measurements. There were no significant differences between the 2 groups for  
14  
15 any demographic or baseline measures (**Table 1**).  
16  
17  
18  
19

20  
21 For the Modified Ashworth Scale variable, statistically significant differences were  
22  
23 revealed for the experimental group (**Table 2**). For Knee flexion, a statistically  
24  
25 significant change was showed in the within-group comparison at T1-T0  
26  
27 ( $p=0.024$ ). For Ankle dorsiflexion, statistically significant changes in the within-  
28  
29 group comparison were indicated for the experimental group at T1-T0 ( $p=0.012$ )  
30  
31 and T2-T0 ( $p=0.02$ ). For the between-group analysis the Knee flexion showed a  
32  
33 statistically significant difference between groups ( $p=0.011$ ) favoring  
34  
35 experimental group (**Table 3**). For the Ankle dorsiflexion, it is revealed in the  
36  
37 comparison between groups in T1-T0 ( $p<0.033$ ) and in T2-T0 ( $p<0.020$ ).  
38  
39  
40  
41

42  
43 Statistically significant changes in gait speed were showed in the experimental  
44  
45 group at T2-T1 ( $p<0.025$ ). However, the changes are minimal with a low effect  
46  
47 size. There were no statistically significant differences in the comparison between  
48  
49 groups ( $p>0.05$ ).  
50  
51

52  
53 In the variable lower limb function by 5 Times Sit-to-Stand Test, the experimental  
54  
55 group achieved a statistically significant improvement at T2-T0 ( $p=0.049$ ), the  
56  
57 period of most significant gain with a decrease of 2.4 seconds. The control group  
58  
59  
60

1  
2  
3 also improved statistically significantly at T1-T0 ( $p=0.005$ ) and T2-T0 ( $p=0.014$ ).  
4  
5 However, no between-group difference was showed ( $p>0.05$ ).  
6  
7

8  
9 Finally, both groups achieved a statistically significant difference in grade gain at  
10  
11 T1-T0 and T2-T0 in the Ankle Lunge Test variable. However, the experimental  
12  
13 group demonstrated the most significant gain in degrees in both periods. In the  
14  
15 comparison between groups, there is a statistically significant difference at T2-T0  
16  
17 ( $p=0.016$ ), with more than double the gain for the experimental group.  
18  
19

20  
21 Our data showed that the control group remained unchanged for the Fugl-Meyer  
22  
23 Assessment item however for in the experimental group, three individuals passed  
24  
25 from partial flexion to full flexion at T2 (**Table 4**). Finally, no adverse events were  
26  
27 observed that could be attributed to the intervention.  
28  
29

## 30 31 32 **Discussion**

33  
34  
35 The current study showed that a single session of Tecar therapy performed at  
36  
37 the same time with functional massage reduce immediately the muscle tone of  
38  
39 plantar flexors and quadriceps muscles and increase change in weight bearing  
40  
41 dorsiflexion, smoothing the consequences of spasticity in chronic stroke  
42  
43 survivors. However, the effects on functionality were sparse.  
44  
45

46  
47  
48 A systematic review by Beltrame et al.<sup>35</sup> showed that Tecar therapy reduces  
49  
50 pain and disability in patients with musculoskeletal disorders. However, its  
51  
52 effects in the neurological field are not yet known. To the best of our knowledge,  
53  
54 this is the first published study that analyzed the effects of Tecar therapy in  
55  
56 addition to Functional massage on hypertonic/spastic muscles after stroke. So,  
57  
58 it has not been possible to compare our results with other similar studies.  
59  
60



1  
2  
3 At the end of intervention, the muscle tone of the plantar flexors and the  
4  
5 quadriceps muscles was reduced in the experimental group more than in the  
6  
7 control group, measured by the Modified Ashworth Scale. According to Chen et  
8  
9 al.<sup>33</sup> the minimal clinically important differences of effect sizes for the lower  
10  
11 limbs muscles were  $-0.45 \pm 0.73$ . Therefore, our results were  $-0.6 \pm 0.7$  and -  
12  
13  $0.5 \pm 0.7$  for plantar flexors and quadriceps, respectively. In addition, leads to  
14  
15 decreased muscle fiber tension for ankle dorsiflexion. However, it does not  
16  
17 seem to be related to a decreased in spinal excitability. Thus, one session of  
18  
19 Tecar therapy with Functional massage has had a positive impact on ankle and  
20  
21 knee in terms of reduced muscle tone.  
22  
23  
24  
25

26  
27 Despite these positive data, no improvement in walking speed was observed.  
28  
29 Spasticity post-stroke has primarily a neural origin, as stated by Li et al.<sup>36</sup> with  
30  
31 neuromechanical consequences and modification of muscle. Accordingly,  
32  
33 change in weight bearing ankle dorsiflexion increased significantly in the  
34  
35 experimental group. This could be related to the improvement of triceps surae  
36  
37 and Achilles tendon elasticity, suggesting that Tecar therapy plus Functional  
38  
39 massage may also have influenced the improvement in the mechanical  
40  
41 alignment of the ankle. Different authors<sup>4,37</sup> state that increased muscle tone  
42  
43 can lead to abnormal posture, such as ankle equinovarus deformity.  
44  
45  
46  
47 Consequently, increasing the active range of dorsiflexion could have an effect  
48  
49 on mechanical recovery, as the Ankle Lunge Test measures soft tissue  
50  
51 components that limit the range of motion.<sup>29</sup> In our study, participants had  
52  
53 restricted active ankle dorsiflexion due to the sensorimotor disorder inherent to  
54  
55 the neural component of spasticity, which may influence some motor functions,  
56  
57 such as the swing and heel-strike phases of gait. Consequently, it is difficult for  
58  
59  
60

1  
2  
3 the heel to contact the ground fully during standing and the support phase of  
4 gait,<sup>38</sup> thus making rehabilitation more difficult. Therefore, we suggest that the  
5 results of our study may be relevant to future studies in which the Tecar therapy  
6 treatment is followed by active exercises of dorsi-flexors muscles in these  
7 individuals.<sup>39</sup>  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14

15 Altered morphology of the Achilles tendon might contribute to the insufficient  
16 propulsive forces during gait in the paretic limb of stroke survivors and reduces  
17 gait speed.<sup>40</sup> Focal tendon thickening and collagen fiber disorganization are  
18 related to reduced stiffness and elastic modulus of the tendon.<sup>41</sup> The more  
19 compliant tendon as a result of collagen fiber disorganization<sup>25</sup> might  
20 compromise force transmission during gait, thereby leading to insufficient  
21 propulsive forces generated during gait, which are observed in these  
22 circumstances. Undoubtedly, our participants had decreased fascicle length and  
23 increased fascicle stiffness of the calf muscles associated with the decreased  
24 ankle joint range of motion and increased joint stiffness. These have been  
25 studied in studies using ultrasonography.<sup>32,42</sup>  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41

42 An active therapy modality is probably necessary to improve functional  
43 outcomes, and walking backwards may be a good choice of exercise<sup>43</sup> to  
44 improve ankle dorsiflexion.<sup>39</sup> According to several systematic reviews<sup>44,45</sup>  
45 combination of extracorporeal shockwave therapy and conventional  
46 physiotherapy is more effective to reduce muscle tone than extracorporeal  
47 shockwave therapy alone. Tecar therapy could be used in addition to  
48 physiotherapy<sup>46</sup> as a safe technique for immediate reduction of hypertonia.  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

1  
2  
3 Furthermore, a multidisciplinary approach is strongly recommended to treat  
4  
5 stroke survivors.<sup>47</sup>  
6  
7

8  
9 There is ample evidence that skeletal muscle tissue itself is altered under  
10  
11 spastic conditions.<sup>48</sup> According to Dhindsa et al.<sup>49</sup> increased levels of muscle  
12  
13 spasticity are significantly associated with reduced peripheral blood flow. A  
14  
15 decrease of vascular tone in the affected limbs due to prolonged inactivity of the  
16  
17 paretic limbs may result in vasoconstriction due to reduced shear flow. In stroke  
18  
19 survivors, clinical observations indicate that the paretic limbs have lower skin  
20  
21 temperature, especially the feet,<sup>50</sup> than the non-paretic limbs. Metabolic milieu  
22  
23 alteration in tissues on the side involved in chronic hemiparesis ultimately  
24  
25 compromises the vasomotor function of the affected side.<sup>51</sup> Several studies  
26  
27 showed that Tecar therapy can increase blood flow and improve muscle and  
28  
29 tendon vascular supply, thereby promoting tissue healing and increasing  
30  
31 connective tissue elasticity.<sup>14,15</sup>  
32  
33  
34  
35  
36

37  
38 The ability to induce a thermotherapeutic effect in the deep target tissue (joints,  
39  
40 tendons and deep muscle layers) without generating an excessive increase of  
41  
42 the superficial (skin) temperature makes Tecar therapy highly tolerable for the  
43  
44 treatment of a variety of musculoskeletal disorders.<sup>12</sup> Spasticity post-stroke is a  
45  
46 sensory-motor disorder characterized by an increase in velocity-dependent joint  
47  
48 resistance of the muscle to passive motion that presents as an involuntary,  
49  
50 sustained and intermittent activation of the relevant muscles. The decrease of  
51  
52 muscle elasticity causes a more efficient transmission of forces towards the  
53  
54 neuromuscular spindles, which is more sensitive to stretching.<sup>5</sup>  
55  
56  
57  
58  
59  
60

1  
2  
3 Regarding active knee flexion, it is important to highlight that the percentage of  
4 participants in the experimental group who scored 3 points (knee flexion >90°)  
5 increased 13.1% immediately after the intervention, and 3.6% 30 minutes later.  
6  
7 These results indicate a tendency to increase active knee flexion, so it could be  
8 an effect on lower limb functional recovery. The muscular and nervous systems  
9 work together and are strictly dependent in their structure and function, through  
10 efferent and afferent communication pathways with a reciprocal "modulation."<sup>47</sup>  
11  
12

13  
14 Therefore, early detection and management of post-stroke spasticity and  
15 hypertonia is essential to improve function and independence.<sup>47</sup> However, brain  
16 repair and stroke recovery may improve over time with rehabilitative  
17 interventions, even in the chronic stages.<sup>52</sup> It is important to have different  
18 strategies to reduce hypertonia due to spasticity to prevent secondary structural  
19 alteration deformities, sarcomere shortening and histological changes in the  
20 extracellular matrix. Stretching is known to reduce the hypertonicity of the  
21 affected joints in healthy subjects and it is widely practiced by physiotherapists.  
22 However, stretching appears to have no benefit for neurological individuals who  
23 have had a stroke or spinal cord injury.<sup>53</sup> Finally, the Tecar therapy could be  
24 used followed by active exercises on the muscles involved.  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45

### 46 *Study limitations*

47  
48  
49 Firstly, the use of a single session with only a single measurement point. This is  
50 a good first step in investigating the utility of this treatment, but for clinical  
51 application, this would likely require multiple sessions and combination with  
52 physical activity or other functional/active treatments to have a meaningful  
53 effect. Secondly, the limited sample size. Finally, the subjective nature of  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

1  
2  
3 Modified Ashworth Scale score, but for the daily clinical routine, simple  
4  
5 instruments will be very much appreciated.  
6  
7

8  
9 In conclusion, the findings of this study indicate that a single session of Tecar  
10  
11 therapy performed at the same time with Functional massage immediately  
12  
13 improved ankle and knee joint mobility. In addition, reduced muscle tone were  
14  
15 showed in plantar-flexors and extensors-knee muscles in stroke survivors. No  
16  
17 adverse events were observed in the application of Tecar therapy in these  
18  
19 individuals.  
20  
21

22  
23  
24 More research is needed, with larger sample sizes, a greater number of  
25  
26 sessions and including Tecar therapy in addition to an exercise program. A  
27  
28 longer protocol should be performed in future research, possibly 3 times a  
29  
30 weeks of Tecar therapy performed at the same time with Functional massage  
31  
32 plus exercise interventions<sup>54</sup> on the spastic muscles of chronic stroke survivors.  
33  
34

### 35 36 **Acknowledgements** 37

38  
39 There is an agreement and a transfer of devices between the company  
40  
41 Wintecare and the Universitat Internacional de Catalunya. The authors have not  
42  
43 received any payment. The authors have carried out the present research in a  
44  
45 totally free way. The authors would like to thank all the participants in the study  
46  
47 for their collaboration and Dr. Manel Cusi for review English language.  
48  
49  
50

### 51 52 **Ethics** 53

54  
55  
56 The study was approved by the ethics committee of Universitat Internacional de  
57  
58 Catalunya number FIS-2021-06.  
59  
60

## Data Availability

Harvard Dataverse: <https://doi.org/10.7910/DVN/N0YMXU>

## Funding

This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

## Conflicts of Interest

The authors completed the ICMJE Form for Disclosure of Potential Conflicts of Interest and reported no conflicts of interest.

## References

1. Trompetto C, Marinelli L, Mori L, et al. Pathophysiology of spasticity: implications for neurorehabilitation. *BioMed research international*. 2014;2014. doi:10.1155/2014/354906
2. Zeng H, Chen J, Guo Y, Tan S. Prevalence and Risk Factors for Spasticity After Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in neurology*. 2021;11. doi:10.3389/FNEUR.2020.616097
3. Singer B, Dunne J, Allison G. Reflex and non-reflex elements of hypertonia in triceps surae muscles following acquired brain injury: implications for rehabilitation. *Disability and rehabilitation*. 2001;23(17):749-757. doi:10.1080/09638280110060466

- 1  
2  
3 4. Mandiroglu S, Firat M. Foot and ankle deformities in stroke: relationship  
4 with ambulation, balance, and daily living activities: a cross-sectional  
5 study. *Somatosensory & motor research*. 2022;39(2-4):106-110.  
6  
7 doi:10.1080/08990220.2021.2018294  
8  
9
- 10  
11  
12  
13 5. Gracies JM. Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle  
14 overactivity. *Muscle & nerve*. 2005;31(5):552-571.  
15  
16 doi:10.1002/MUS.20285  
17  
18
- 19  
20  
21 6. Osti R, Pari C, Salvatori G, Massari L. Tri-length laser therapy associated  
22 to tecar therapy in the treatment of low-back pain in adults: a preliminary  
23 report of a prospective case series. *Lasers in medical science*.  
24  
25 2015;30(1):407-412. doi:10.1007/S10103-014-1684-3  
26  
27  
28
- 29  
30  
31 7. Kumaran B, Watson T. Thermal build-up, decay and retention responses  
32 to local therapeutic application of 448 kHz capacitive resistive monopolar  
33 radiofrequency: A prospective randomised crossover study in healthy  
34  
35 adults. *International journal of hyperthermia : the official journal of*  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
60  
*European Society for Hyperthermic Oncology, North American*  
*Hyperthermia Group*. 2015;31(8):883-895.  
doi:10.3109/02656736.2015.1092172
8. Cocchetta CA, Sale P, Ferrara PE, et al. Effects of capacitive and resistive  
electric transfer therapy in patients with knee osteoarthritis: a randomized  
controlled trial. *International journal of rehabilitation research*  
*Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung Revue*  
*internationale de recherches de readaptation*. 2019;42(2):106-111.

- 1  
2  
3 doi:10.1097/MRR.0000000000000324  
4  
5  
6  
7 9. Rodríguez-Sanz J, Pérez-Bellmunt A, López-de-Celis C, et al. Thermal  
8 and non-thermal effects of capacitive–resistive electric transfer application  
9 on different structures of the knee: a cadaveric study. *Scientific Reports*.  
10 2020;10(1). doi:10.1038/s41598-020-78612-8  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17 10. Rodríguez-Sanz J, López-De-Celis C, Hidalgo-García C, et al. Is Tecar  
18 Therapy Effective on Biceps Femoris and Quadriceps Rehabilitation? A  
19 Cadaveric Study. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2022;31(6):756-763.  
20  
21  
22 doi:10.1123/jsr.2021-0458  
23  
24  
25  
26  
27 11. Ribeiro S, Henriques B, Cardoso R. The Effectiveness of Tecar Therapy  
28 in Musculoskeletal Disorders. *International Journal of Public Health and*  
29 *Health Systems*. 2018;3(5):77-83.  
30  
31  
32  
33  
34  
35 12. Clijsen R, Leoni D, Schneebeli A, et al. Does the Application of Tecar  
36 Therapy Affect Temperature and Perfusion of Skin and Muscle  
37 Microcirculation? A Pilot Feasibility Study on Healthy Subjects. *Journal of*  
38 *alternative and complementary medicine (New York, NY)*.  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45 2020;26(2):147-153. doi:10.1089/ACM.2019.0165  
46  
47  
48 13. Yokota Y, Sonoda T, Tashiro RPT Y, et al. Effect of Capacitive and  
49 Resistive electric transfer on changes in muscle flexibility and lumbopelvic  
50 alignment after fatiguing exercise. *Journal of Physical Therapy Science*.  
51  
52  
53  
54  
55 2018;30(5):719-725. doi:10.1589/JPTS.30.719  
56  
57  
58 14. Tashiro Y, Hasegawa S, Yokota Y, et al. Effect of Capacitive and  
59  
60



- 1  
2  
3 Resistive electric transfer on haemoglobin saturation and tissue  
4  
5 temperature. *International Journal of Hyperthermia*. 2017;33(6):696-702.  
6  
7 doi:10.1080/02656736.2017.1289252  
8  
9  
10  
11 15. Notarnicola A, Maccagnano G, Gallone MF, Covelli I, Tafurp S, Moretti B.  
12  
13 Short term efficacy of capacitive-resistive diathermy therapy in patients  
14  
15 with low back pain: A prospective randomized controlled trial. *Journal of*  
16  
17 *Biological Regulators and Homeostatic Agents*. 2017;31(2):509-515.  
18  
19  
20  
21 16. Watson T. The role of electrotherapy in contemporary physiotherapy  
22  
23 practice. *Manual therapy*. 2000;5(3):132-141.  
24  
25 doi:10.1054/MATH.2000.0363  
26  
27  
28  
29 17. Szabo DA, Neagu N, Teodorescu S, Predescu C, Sopa IS, Panait L.  
30  
31 TECAR Therapy Associated with High-Intensity Laser Therapy (Hilt) and  
32  
33 Manual Therapy in the Treatment of Muscle Disorders: A Literature  
34  
35 Review on the Theorised Effects Supporting Their Use. *Journal of clinical*  
36  
37 *medicine*. 2022;11(20). doi:10.3390/jcm11206149  
38  
39  
40  
41  
42 18. Bingöl H, Yilmaz Ö. Effects of functional massage on spasticity and motor  
43  
44 functions in children with cerebral palsy: a randomized controlled study.  
45  
46 Published online 2018.  
47  
48  
49  
50 19. Heidari Z, Shahrbanian S, Chiu C. Massage therapy as a complementary  
51  
52 and alternative approach for people with multiple sclerosis: a systematic  
53  
54 review. *Disability and rehabilitation*. 2022;44(20):5758-5769.  
55  
56 doi:10.1080/09638288.2021.1949051  
57  
58  
59  
60

- 1  
2  
3 20. Backus D, Manella C, Bender A, Sweatman M. Impact of massage  
4 therapy on fatigue, pain, and spasticity in people with multiple sclerosis: A  
5 pilot study. *International Journal of Therapeutic Massage and Bodywork:*  
6  
7 *Research, Education, and Practice*. 2016;9(4):4-13.  
8  
9 doi:10.3822/ijtmb.v9i4.327  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16 21. Yang YJ, Zhang J, Hou Y, et al. Effectiveness and safety of Chinese  
17 massage therapy (Tui Na) on post-stroke spasticity: A prospective  
18 multicenter randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*.  
19  
20 2017;31(7):904-912. doi:10.1177/0269215516663009  
21  
22  
23  
24  
25  
26 22. Cabanas-Valdés R, Calvo-Sanz J, Serra-Llobet P, Alcoba-Kait J,  
27  
28 González-Rueda V, Rodríguez-Rubio PR. The Effectiveness of Massage  
29  
30 Therapy for Improving Sequelae in Post-Stroke Survivors. A Systematic  
31  
32 Review and Meta-Analysis. *International journal of environmental*  
33  
34 *research and public health*. 2021;18(9). doi:10.3390/IJERPH18094424  
35  
36  
37  
38  
39 23. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth  
40  
41 scale of muscle spasticity. *Physical Therapy*. 1987;67(2):206-207 DOI:  
42  
43 10.1093/ptj/67.2.206.  
44  
45  
46  
47 24. Wong A, Nyenhuis D, Black SE, et al. Montreal Cognitive Assessment 5-  
48  
49 minute protocol is a brief, valid, reliable, and feasible cognitive screen for  
50  
51 telephone administration. *Stroke*. 2015;46(4):1059-1064.  
52  
53 doi:10.1161/STROKEAHA.114.007253  
54  
55  
56  
57 25. López-De-Celis C, Hidalgo-García C, Pérez-Bellmunt A, et al. Thermal  
58  
59 and non-thermal effects off capacitive-resistive electric transfer  
60

- 1  
2  
3 application on the Achilles tendon and musculotendinous junction of the  
4 gastrocnemius muscle: a cadaveric study. *BMC musculoskeletal*  
5 *disorders*. 2020;21(1). doi:10.1186/S12891-020-3072-4  
6  
7  
8  
9  
10  
11 26. Meseguer-Henarejos AB, Sánchez-Meca J, López-Pina JA, Carles-  
12 Hernández R. Inter- and intra-rater reliability of the Modified Ashworth  
13 Scale: a systematic review and meta-analysis. *European journal of*  
14 *physical and rehabilitation medicine*. 2018;54(4):576-590.  
15 doi:10.23736/S1973-9087.17.04796-7  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24 27. Cabanas-Valdés R, García-Rueda L, Salgueiro C, Pérez-Bellmunt A,  
25 Rodríguez-Sanz J, López-de-Celis C. Assessment of the 4-meter walk  
26 test test-retest reliability and concurrent validity and its correlation with the  
27 five sit-to-stand test in chronic ambulatory stroke survivors. *Gait &*  
28 *Posture*. 2023;101:8-13. doi:10.1016/j.gaitpost.2023.01.014  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37 28. Sullivan KJ, Tilson JK, Cen SY, et al. Fugl-meyer assessment of  
38 sensorimotor function after stroke: Standardized training procedure for  
39 clinical practice and clinical trials. *Stroke*. 2011;42(2):427-432.  
40 doi:10.1161/STROKEAHA.110.592766  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47 29. Simondson J, Simondson D, Formby C, Brock K. The Ankle Lunge Test  
48 for measurement of dorsiflexion in individuals following stroke; reliability,  
49 validity and evaluation of change following intervention for spasticity of the  
50 lower limb. *Physiotherapy research international : the journal for*  
51 *researchers and clinicians in physical therapy*. 2022;27(1).  
52 doi:10.1002/PRI.1925  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

- 1  
2  
3 30. Balsalobre-Fernández C, Romero-Franco N, Jiménez-Reyes P.  
4  
5 Concurrent validity and reliability of an iPhone app for the measurement  
6  
7 of ankle dorsiflexion and inter-limb asymmetries. *Journal of sports*  
8  
9 *sciences*. 2019;37(3):249-253. doi:10.1080/02640414.2018.1494908  
10  
11  
12  
13 31. Mentiplay BF, Clark RA, Bower KJ, Williams G, Pua YH. Five times sit-to-  
14  
15 stand following stroke: Relationship with strength and balance. *Gait and*  
16  
17 *Posture*. 2020;78:35-39. doi:10.1016/j.gaitpost.2020.03.005  
18  
19  
20  
21 32. Lee CH, Lee SU, Lee SH, Yoo JI. Ultrasonographic Evaluation for the  
22  
23 Effect of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Gastrocnemius Muscle  
24  
25 Spasticity in Patients With Chronic Stroke. *PM & R: the journal of injury,*  
26  
27 *function, and rehabilitation*. 2018;pii: S1934(18):30851-30857. doi:S1934-  
28  
29 1482(18)30851-7 [pii]  
30  
31  
32  
33 33. Chen CL, Chen CY, Chen HC, et al. Responsiveness and minimal  
34  
35 clinically important difference of Modified Ashworth Scale in patients with  
36  
37 stroke. *European journal of physical and rehabilitation medicine*.  
38  
39 2019;55(6):754-760. doi:10.23736/S1973-9087.19.05545-X  
40  
41  
42  
43  
44 34. Lakens D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative  
45  
46 science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in*  
47  
48 *psychology*. 2013;4(Nov.26):863. doi:10.3389/FPSYG.2013.00863  
49  
50  
51  
52 35. Beltrame R, Ronconi G, Ferrara PE, et al. Capacitive and resistive electric  
53  
54 transfer therapy in rehabilitation: a systematic review. *International journal*  
55  
56 *of rehabilitation research Internationale Zeitschrift fur*  
57  
58 *Rehabilitationsforschung Revue internationale de recherches de*  
59  
60

- 1  
2  
3 *readaptation*. 2020;43(4):291-298. doi:10.1097/MRR.0000000000000435  
4  
5  
6  
7 36. Li S, Francisco GE, Rymer WZ. A New Definition of Poststroke Spasticity  
8  
9 and the Interference of Spasticity With Motor Recovery From Acute to  
10  
11 Chronic Stages. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2021;35(7):601-  
12  
13 610. doi:10.1177/15459683211011214  
14  
15  
16  
17 37. Li S. Ankle and foot spasticity patterns in chronic stroke survivors with  
18  
19 abnormal gait. *Toxins*. 2020;12(10). doi:10.3390/toxins12100646  
20  
21  
22  
23 38. Deltombe T, Wautier D, De Cloedt P, Fostier M, Gustin T. Assessment  
24  
25 and treatment of spastic equinovarus foot after stroke: Guidance from the  
26  
27 Mont-Godinne interdisciplinary group. *Journal of rehabilitation medicine*.  
28  
29 2017;49(6):461-468. doi:10.2340/16501977-2226  
30  
31  
32  
33 39. Ferry B, Compagnat M, Yonneau J, et al. Awakening the control of the  
34  
35 ankle dorsiflexors in the post-stroke hemiplegic subject to improve  
36  
37 walking activity and social participation: the WAKE (Walking Ankle  
38  
39 isoKinetic Exercise) randomised, controlled trial. *Trials*. 2022;23(1).  
40  
41 doi:10.1186/S13063-022-06545-W  
42  
43  
44  
45  
46 40. Liang JN, Ho KY. Altered Achilles tendon morphology in individuals with  
47  
48 chronic post-stroke hemiparesis: a case report. *BMC medical imaging*.  
49  
50 2020;20(1). doi:10.1186/S12880-020-00431-0  
51  
52  
53  
54 41. Kulig K, Chang YJ, Winiarski S, Bashford GR. Ultrasound-Based Tendon  
55  
56 Micromorphology Predicts Mechanical Characteristics of Degenerated  
57  
58 Tendons. *Ultrasound in medicine & biology*. 2016;42(3):664-673.  
59  
60

- 1  
2  
3 doi:10.1016/J.ULTRASMEDBIO.2015.11.013  
4  
5  
6  
7 42. Gao F, Grant TH, Roth EJ, Zhang LQ. Changes in Passive Mechanical  
8 Properties of the Gastrocnemius Muscle at the Muscle Fascicle and Joint  
9 Levels in Stroke Survivors. *Archives of Physical Medicine and*  
10 *Rehabilitation*. 2009;90(5):819-826. doi:10.1016/j.apmr.2008.11.004  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17 43. Wen H, Wang M. Backward Walking Training Impacts Positive Effect on  
18 Improving Walking Capacity after Stroke: A Meta-Analysis. *International*  
19 *journal of environmental research and public health*. 2022;19(6).  
20  
21  
22  
23  
24 doi:10.3390/IJERPH19063370  
25  
26  
27 44. Cabanas-Valdés R, Serra-Llobet P, Rodriguez-Rubio PR, López-de-Celis  
28 C, Llauro-Fores M, Calvo-Sanz J. The effectiveness of extracorporeal  
29 shock wave therapy for improving upper limb spasticity and functionality  
30 in stroke patients: a systematic review and meta-analysis. *Clinical*  
31 *Rehabilitation*. 2020;34(9):1141-1156. doi:10.1177/0269215520932196  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40 45. Cabanas-Valdés R, Calvo-Sanz J, Urrütia G, Serra-Llobet P, Pérez-  
41 Bellmunt A, Germán-Romero A. The effectiveness of extracorporeal  
42 shock wave therapy to reduce lower limb spasticity in stroke patients: a  
43 systematic review and meta-analysis. *Topics in Stroke Rehabilitation*.  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53 46. Vahdatpour B, Haghigat S, Sadri L, Taghian M, Sadri S. Effects of  
54 Transfer Energy Capacitive and Resistive On Musculoskeletal Pain: A  
55 Systematic Review and Meta-Analysis: *Galen medical journal*.  
56  
57  
58  
59  
60 2022;11:e2407. doi:10.31661/gmj.v11i.2407

- 1  
2  
3 47. Azzollini V, Dalise S, Chisari C. How Does Stroke Affect Skeletal Muscle?  
4  
5 State of the Art and Rehabilitation Perspective. *Frontiers in neurology*.  
6  
7 2021;12. doi:10.3389/FNEUR.2021.797559  
8  
9  
10  
11 48. Lieber RL, Steinman S, Barash IA, Chambers H. Structural and functional  
12  
13 changes in spastic skeletal muscle. *Muscle & nerve*. 2004;29(5):615-627.  
14  
15 doi:10.1002/mus.20059  
16  
17  
18  
19 49. Dhindsa MS, Merring CA, Brandt LE, Tanaka H, Griffin L. Muscle  
20  
21 spasticity associated with reduced whole-leg perfusion in persons with  
22  
23 spinal cord injury. *The journal of spinal cord medicine*. 2011;34(6):594-  
24  
25 599. doi:10.1179/2045772311Y.0000000040  
26  
27  
28  
29 50. Alfieri FM, Massaro AR, Filippo TR, Portes LA, Battistella LR. Evaluation  
30  
31 of body temperature in individuals with stroke. *NeuroRehabilitation*.  
32  
33 2017;40(1):119-128. doi:10.3233/NRE-161397  
34  
35  
36  
37 51. Ivey FM, Gardner AW, Dobrovolsky CL, Macko RF. Unilateral impairment  
38  
39 of leg blood flow in chronic stroke patients. *Cerebrovascular diseases*  
40  
41 *(Basel, Switzerland)*. 2004;18(4):283-289. doi:10.1159/000080353  
42  
43  
44  
45 52. Zhao LR, Willing A. Enhancing endogenous capacity to repair a stroke-  
46  
47 damaged brain: An evolving field for stroke research. *Progress in*  
48  
49 *neurobiology*. 2018;163-164:5-26.  
50  
51 doi:10.1016/J.PNEUROBIO.2018.01.004  
52  
53  
54  
55 53. Katalinic OM, Harvey LA, Herbert RD. Effectiveness of stretch for the  
56  
57 treatment and prevention of contractures in people with neurological  
58  
59  
60

1  
2  
3 conditions: a systematic review. *Physical Therapy*. 2011;91(1):11-24.

4  
5 doi:10.2522/ptj.20100265 [doi]  
6  
7

- 8  
9 54. Davis JF, Khir AW, Barber L, et al. The mechanisms of adaptation for  
10 muscle fascicle length changes with exercise: Implications for spastic  
11 muscle. *Medical Hypotheses*. 2020;144:110199.  
12  
13  
14

15 doi:10.1016/J.MEHY.2020.110199  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22

### 23 **Figure legends**

24  
25  
26 **Figure 1:** Flowchart of the study. MAS, Modified Ashworth Scale

27  
28 **Suppl. Figure 2. A.** Introductory massage on the lumbar area; **B.** Introductory  
29 massage on hamstrings; **C.** Tecar therapy and Functional massage on triceps  
30 surae, **D.** Functional massage on knee-extensors  
31  
32  
33

34  
35 **Figure 3:** Stages and intensity of interventions

36  
37 **Suppl. Figure 4. A.** MAS, Modified Ashworth Scale for hip flexion, **B.** MAS for  
38 knee flexion; **C.** MAS for ankle dorsiflexion; **D.** 4-Meter Walk Test; **E.** Active  
39 knee flexion; **F.** Ankle Lunge Test  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60



**Table 1.** Descriptive characteristics of the participants

	Experimental Group	Control Group
	Mean $\pm$ SD n (%)	Mean $\pm$ SD n (%)
<b>Gender</b>		
Women	7 (38.9 %)	7 (38.9 %)
Men	11 (61.1 %)	11 (61.1 %)
Age (years)	58.8 $\pm$ 11.9	58.3 $\pm$ 11.0
Weight (Kg)	75.3 $\pm$ 14.6	76.6 $\pm$ 17.8
Height (cm)	169.4 $\pm$ 9.8	170.6 $\pm$ 7.0
Body mass index	26.1 $\pm$ 4.1	26.3 $\pm$ 5.6
<b>Type of stroke</b>		
Hemorrhagic	9 (50 %)	6 (33.3 %)
Ischemic	9 (50 %)	12 (55.7 %)
Time onset (years)	6.4 $\pm$ 3.1	11.1 $\pm$ 8.4
<b>Side affected</b>		
Right	14 (77.8 %)	10 (55.6 %)
Left	4 (22.2 %)	8 (44.4 %)
<b>Tobacco/alcohol use</b>		
None	14 (77.8 %)	11 (61.1 %)
Tobacco	1 (5.6 %)	4 (22.2 %)
Alcohol	3 (16.7 %)	3 (16.7 %)
Physiotherapy (days/week)	1.6 $\pm$ 1.0	2.2 $\pm$ 2.5

**Table 2.** Values obtained for outcome measures at baseline (T0), immediately post-treatment (T1) and 30-minute follow-up (T2)

Variables	T0	T1	Difference T1-T0				T2	Difference T2-T0				Difference T2-T1			
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean	95% CI	<i>p</i>	$\eta^2$	Mean ± SD	Mean	95% CI	<i>p</i>	$\eta^2$	Mean	95% CI	<i>p</i>	$\eta^2$
Experimental Group															
4-MWT (meters/second)	0.8 ± 0.3	0.8 ± 0.3	0.0	[-0.064; 0.054]	1.000	0.00	0.8 ± 0.3	0.0	[-0.014; 0.091]	0.196	0.00	0.0	[0.005; 0.083]	<b>0.025</b>	0.00
5TSTS (seconds)	21.0 ± 5.4	20.1 ± 6.8	-1.0	[-2.996; 1.081]	0.688	0.01	18.6 ± 6.9	-2.4	[-4.742; -0.004]	0.049	0.04	-1.4	[-2.682; -0.150]	<b>0.026</b>	0.01
ALT (degrees)	27.4 ± 10.1	30.8 ± 11.3	3.4	[1.795; 4.983]	<b>0.000</b>	0.02	31.7 ± 12.3	4.3	[2.382; 6.229]	0.000	0.03	0.9	[-0.080; 1.913]	0.078	0.00
MAS Hip Flexion	0.6 ± 0.8	0.5 ± 0.7	-0.1	[-0.313; 0.091]	0.489	0.00	0.5 ± 0.7	-0.1	[-0.313; 0.091]	0.489	0.00	0.0	[0.000; 0.000]	1.000	0.00
MAS Knee Flexion	1.3 ± 1.1	0.8 ± 0.9	-0.5	[-0.942; -0.058]	<b>0.024</b>	0.06	0.9 ± 1.1	-0.4	[-0.962; 0.185]	0.269	0.03	0.1	[-0.254; 0.476]	1.000	0.00
MAS Ankle Dorsiflexion	2.7 ± 0.6	2.1 ± 0.8	-0.6	[-0.997; -0.115]	<b>0.012</b>	0.17	2.1 ± 0.8	-0.6	[-0.991; -0.231]	0.002	0.17	-0.1	[-0.456; 0.344]	1.000	0.00
Control Group															
4-MWT (meters/second)	0.7 ± 0.4	0.8 ± 0.4	0.0	[-0.033; 0.080]	0.872	0.02	0.8 ± 0.4	0.1	[-0.005; 0.123]	0.074	0.02	0.0	[-0.009; 0.081]	0.139	0.00
5TSTS (seconds)	20.7 ± 11.2	18.7 ± 12.2	-2.0	[-3.354; -0.584]	0.005	0.01	18.3 ± 11.9	-2.3	[-4.255; -0.424]	0.014	0.01	-0.4	[-1.360; 0.620]	1.000	0.00
ALT (degrees)	29.2 ± 14.5	31.6 ± 15.9	2.4	[0.781; 3.997]	<b>0.003</b>	0.01	31.1 ± 15.7	1.9	[0.313; 3.465]	0.016	0.00	-0.5	[-1.912; 0.912]	1.000	0.00
MAS Hip Flexion	0.6 ± 0.9	0.4 ± 0.6	-0.1	[-0.313; 0.91]	0.489	0.02	0.5 ± 0.7	-0.1	[-0.203; 0.092]	0.994	0.00	0.1	[-0.092; 0.203]	0.994	0.00
MAS Knee Flexion	1.1 ± 1.0	1.1 ± 1.0	0.0	[-0.215; 0.215]	1.000	0.00	1.1 ± 1.0	0.0	[-0.215; 0.215]	1.000	0.00	0.0	[0.000; 0.000]	1.000	0.00
MAS Ankle Dorsiflexion	1.9 ± 1.2	1.8 ± 1.2	-0.1	[-0.313; 0.091]	0.489	0.00	1.7 ± 1.2	-0.2	[-0.490; 0.045]	0.125	0.00	-0.1	[-0.313; 0.091]	0.489	0.00

Abbreviations: ALT; ankle lunge test; MAS, Modified Ashworth Scale; 4-MWT, 4 meters walking test; SD, Standard deviation; 5TSTS, 5 times sit-to-stand; n, number; CI, Confidence interval;  $\eta^2$ , effect size eta squared; significant results are highlighted in bold.

**Table 3.** Between-group analysis for outcome measures

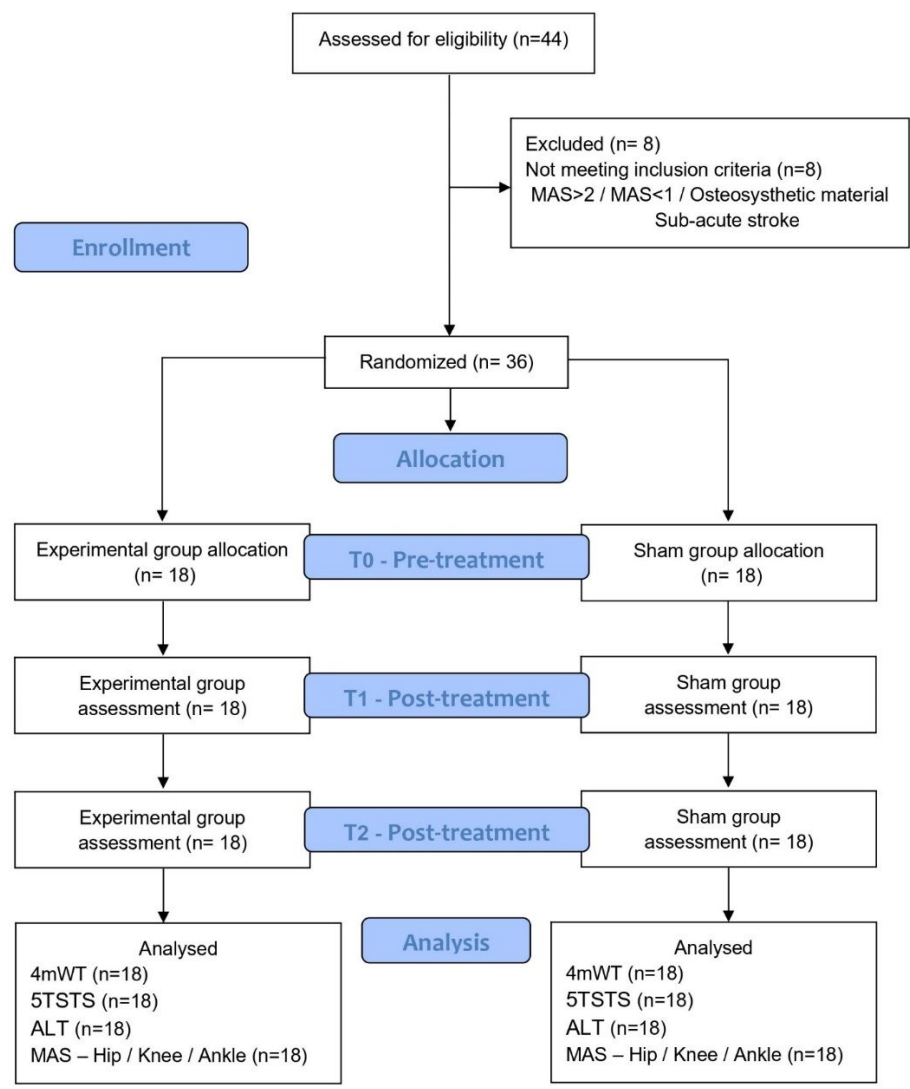
Variables	Difference T1-T0			Difference T2-T0			Difference T2-T1		
	Experimental Group	Control Group		Experimental Group	Control Group		Experimental Group	Control Group	
	Mean ± SD	Mean ± SD	<i>p</i>	Mean ± SD	Mean ± SD	<i>p</i>	Mean ± SD	Mean ± SD	<i>p</i>
4-MWT (meters/second)	0.0 ± 0.1	0.0 ± 0.1	0.366	0.0 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.514	0.0 ± 0.1	0.0 ± 0.1	0.729
5TSTS (seconds)	-1.0 ± 3.3	-2.0 ± 2.2	0.283	-2.4 ± 3.8	-2.3 ± 3.1	0.977	-1.4 ± 2.0	-0.4 ± 1.6	0.093
ALT (degrees)	3.4 ± 2.5	2.4 ± 2.6	0.249	4.3 ± 3.1	1.9 ± 2.5	<b>0.014</b>	0.9 ± 1.6	-0.5 ± 2.3	<b>0.037</b>
MAS Hip Flexion	-0.1 ± 0.3	-0.1 ± 0.3	1.000	-0.1 ± 0.3	-0.1 ± 0.2	0.560	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.2	0.324
MAS Knee Flexion	-0.5 ± 0.7	0.0 ± 0.3	<b>0.011</b>	-0.4 ± 0.9	0.0 ± 0.3	0.101	0.1 ± 0.6	0.0 ± 0.0	0.424
MAS Ankle Dorsiflexion	-0.6 ± 0.7	-0.1 ± 0.3	<b>0.033</b>	-0.6 ± 0.6	-0.2 ± 0.4	<b>0.020</b>	-0.1 ± 0.6	-0.1 ± 0.3	0.744

Abbreviations: ALT, ankle lunge test; MAS, Modified Ashworth Scale; 4-MWT, 4 meters walking test; SD, Standard deviation; 5TSTS, 5 times sit-to-stand; significant results are highlighted in bold.

**Table 4:** Fugl-Meyer Assessment IV item flexion knee

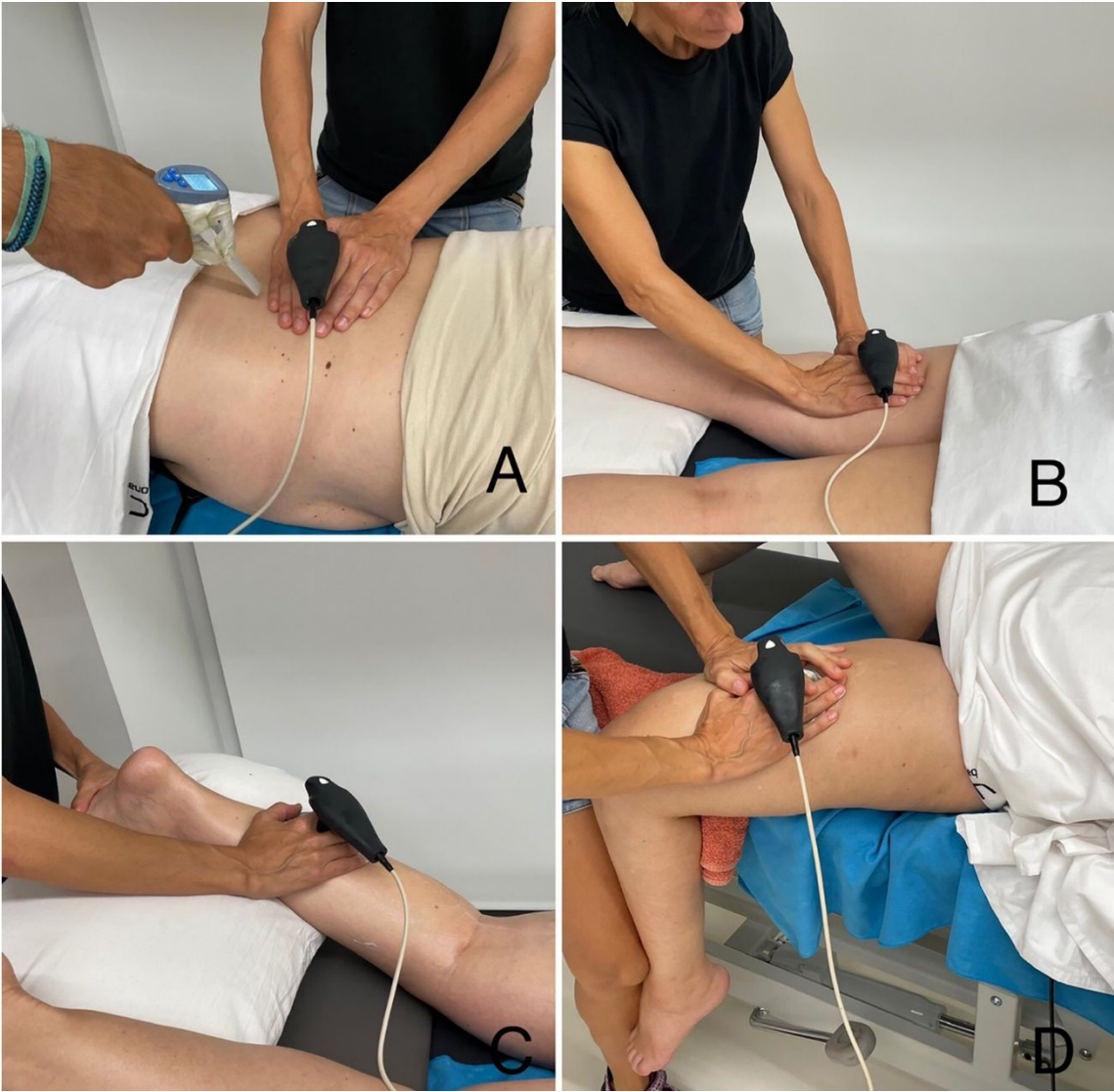
	0° Flexion	<90° Flexion	>90° Flexion	
	n (%)	n (%)	n (%)	p
<b>T0</b>				
Experimental group	4 (22.2%)	10 (55.6%)	4 (22.2%)	1.000
Control Group	5 (27.8%)	9 (50.0%)	4 (22.2%)	
<b>T1</b>				
Experimental group	4 (22.2%)	8 (44.4%)	6 (33.3%)	0.497
Control Group	5 (27.8%)	9 (50.0%)	4 (22.2%)	
<b>T2</b>				
Experimental group	4 (22.2%)	7 (38.9%)	7 (38.9%)	0.688
Control Group	5 (27.8%)	9 (50.0%)	4 (22.2%)	

Abbreviations: n, number; % percentage



Review

Figure 1



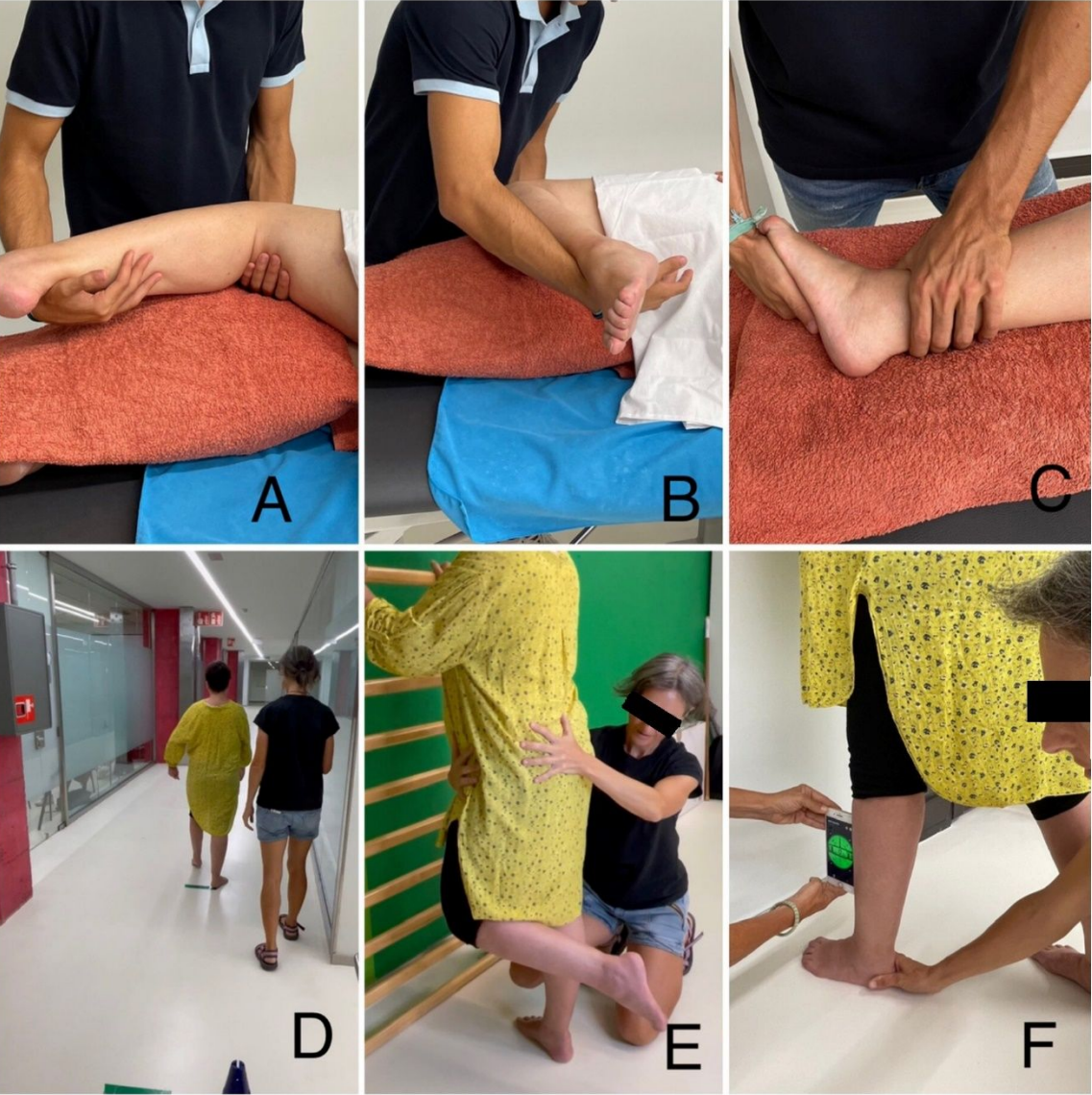
Suppl. Figure 2

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46

STEP	MANEUVER	ELECTRODE	POWER	TIME
1	Prone position (PP) with the inactive electrode in the abdomen area	<b>Inactive</b>		
2	Introductory massage in the lumbar area (PP)	<b>Resistive</b>	<b>Exp.: 80-100W</b>	<b>7'</b>
			<b>Sham: 0W</b>	
3	Introductory massage in the hamstrigs area (PP)	<b>Resistive</b>	<b>Exp.: 100-120 W</b>	<b>5'</b>
			<b>Sham: 0W</b>	
4	Functional Massage (FM) in gastrocnemius with passive ankle dorsiflexion (PP)	<b>Resistive</b>	<b>Exp.: 110-120 W</b> <b>Sham: 0W</b>	<b>5'</b>
5	FM in gastrocnemius with passive ankle dorsiflexion (PP)	<b>Capacitive</b>	<b>Exp.: 180-200 VA</b>	<b>4'</b>
			<b>Sham: 0W</b>	
6	Supine position (SP) with the inactive electrode in the lumbar area	<b>Inactive</b>		
7	FM rectus femoris with passive knee flexion-extension (SP)	<b>Resistive</b>	<b>Exp.: 110-140 W</b>	<b>5'</b>
			<b>Sham: 0W</b>	
8	FM rectus femoris with passive knee flexion-extension (SP)	<b>Capacitive</b>	<b>Exp.: 180-200 VA</b>	<b>4'</b>
			<b>Sham: 0W</b>	

**Figure 3**





Suppl. Figure 4

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46



**AUTORTIZATION FOR THE PUBLICATION OF IMATGES FOR  
PARTICIPATION IN THE STUDY:**

**'Immediate Effects of Tecar Therapy on Spasticity and Functionality of the  
Lower Limb in chronic post-stroke survivors. A Randomized Controlled  
Trial'**

With the inclusion of new technologies within the communications and publications that Laura García Rueda can make and the possibility that the images she has provided for the study may appear in them.

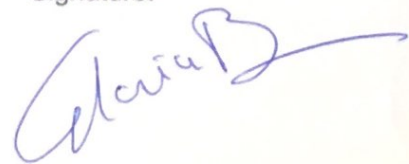
And given that the right to one's image is recognized in article 18 of the Constitution and regulated by Law 1/1982, of May 5, on the right to honor, personal and family privacy and one's image and Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council, of April 27, 2016, relating to the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and the free movement of such data,

Laura García Rueda requests your consent to be able to publish the images in which the participant appears individually or in a group.

IM<sup>a</sup> GLÒRIA PONS MONCABA with DNI number  
17723576-Y authorize Laura García Rueda to use my images provided for scientific dissemination in order to be published in the study carried out.

Date: 15th NOVEMBER 2022

Signature:



## 12.2. Annex 2: Escales i Qüestionaris

- *Modified Ashworth Scale (MAS)*, Escala d'Ashworth Modificada).
- *Fugl Meyer Assessment - Lower Extremity (FMA – LE)*, Escala Fugl Meyer – Extremitat Inferior.
- Qüestionari sobre les dades personals i clíniques dels participants.

**Código de identificación del paciente:**

**Fecha evaluación:**

**Tabla 1. Escala modificada de Ashworth para espasticidad**

<b>Tono</b>	<b>Descripción</b>
0	Normal
1	Ligero aumento del tono muscular, manifestado por bloqueo, prensión y liberación o por una resistencia mínima al final del arco de movimiento
1+	Ligero aumento del tono muscular, manifestado por prensión, seguida de resistencia mínima a lo largo del resto (menos de la mitad) del arco de movimiento
2	Aumento más pronunciado del tono muscular a lo largo de la mayor parte del arco de movimiento, pero la parte afectada se mueve con facilidad
3	Aumento considerable del tono muscular, el movimiento pasivo resulta difícil
4	La parte afectada está rígida

Si el paciente presenta hipotonía o flacidez poner **-1**

### **Extremidad inferior**

<b>Grupo muscular</b>	<b>Paciente</b>	<b>Terapeuta</b>
Cadera Aductores	Supino, cabeza en medio, y EEII en posición extendida	El fisioterapeuta en el lado afecto del paciente, una mano por debajo de la rodilla y otra en el tobillo. La pierna es movida hacia la abducción (sin rotación).
Rodilla Extensores	En decúbito lateral, con cadera y rodilla en extensión. Cabeza y tronco alineado en línea recta. La almohada se puede poner detrás para estabilizar el paciente.	Detrás del paciente, el fisioterapeuta coloca una mano proximal a la rodilla para estabilizar fémur y otra mano proximal al tobillo. La rodilla se mueve desde la máxima extensión a la máxima flexión.
Tobillo Flexores Plantar	Supino, cabeza en medio, y brazos a lo largo del tronco. EEII en posición extendida	El fisioterapeuta en el lado afecto del paciente, una mano por debajo metatarsianos, mientras la otra mano estabiliza la pierna alrededor del tobillo. Este es movido de la máxima flexión plantar a la máxima flexión dorsal.

## V. Movement out of Synergy

### *Standing Knee Flexion*

**Initial subject position:** Standing with both feet flat on floor, hips and knees extended as straight as possible. May use countertop or table for balance. Remember, SAFETY FIRST!

**Correct ending position:** Standing with both feet flat on floor, hips and unaffected knee extended as straight as possible and affected knee maximally flexed at least 90°.

**Instructions to subject:** “While standing, raise your foot behind you so that your knee bends to at least 90°, like this (*demonstrate*). Do not let your hips bend at the same time. You may hold on for balance.”

**Assessor:** Instructs subject to voluntarily perform task.

✱ Do not allow simultaneous hip flexion to occur.

#### Scoring:

0= no knee flexion, or hip begins to flex at onset of movement.

1= knee flexes towards, but does not reach  $\geq 90^\circ$ , or hip begins to flex after the start of movement.

2= knee flexes  $>90^\circ$ .

4. Knee flexion

0 [Cannot be performed]

1 [Partial motion]

2 [Full motion (check to insure that knee flexion is active)]



**CUESTIONARIO PARA EL ESTUDIO:**

**EFFECTOS INMEDIATOS DE LA TECARTERAPIA COMO COADYUVANTE AL  
MASAJE FUNCIONAL DEL GASTROCNEMIO Y RECTO FEMORAL EN  
PACIENTES CON ESPASTICIDAD POST-ICTUS**

**DATOS PERSONALES**

- CÓDIGO DEL/LA PARTICIPANTE Nº:
- NOMBRE COMPLETO:
- FECHA DE NACIMIENTO:
- GÉNERO:

**DATOS CLÍNICOS**

- PESO:
- ALTURA:
- TIPO DE ICTUS:
- FECHA DEL ICTUS:
- LADO AFECTADO:
- CONSUMO DE TABACO/ALCOHOL:
- ¿REALIZA FISIOTERAPIA?:            EN CASO AFIRMATIVO Nº HORAS SEMANALES:

### **12.3. Annex 3: Aspectes Ètics**

- Aprovació del Comitè d'Ètica per la Recerca (CER).
- Document d'informació als participants de l'estudi d'investigació.
- Consentiment informat.

## **APROVACIÓ PROJECTE PEL CER/ APROBACIÓN PROYECTO POR EL CER**

Codi de l'estudi / *Código del estudio*: FIS-2021-06  
Versió del protocol / *Versión del protocolo*: 2.0  
Data de la versió / *Fecha de la versión*: 13/04/21

Sant Cugat del Vallès, 14 de juny de 2021

**Doctorand/o: Laura García Rueda**

**Directors/es:** Dr. Carlos López de Celis, Dra. Rosa María Cabanas Valdés

**Títol de l'estudi / *Título del estudio*: Efectos inmediatos de la tercarterapia como coadyuvante al masaje funcional del gastrocnemio y recto femoral en pacientes con espasticidad post-ictus**

Benvolgut/da,

Valorat el projecte presentat, el CER de la Universitat Internacional de Catalunya, considera que, el contingut de la investigació, no implica cap inconvenient relacionat amb la dignitat humana, tracte ètic per als animals ni atempta contra el medi ambient, ni té implicacions econòmiques ni conflicte d'interessos, no s'han valorat els aspectes metodològics sense implicacions ètiques del projecte de recerca, degut a que tal anàlisis correspon a d'altres instàncies

Per aquests motius, el Comitè d'Ètica de Recerca, **RESOLT FAVORABLEMENT**, emetre aquest CERTIFICAT D'APROVACIÓ, per que pugui ser presentat a les instàncies que així ho requereixin.

Em permeto recordar-li que, si en el procés d'execució es produís algun canvi significatiu en els seus plantejaments, hauria de ser sotmès novament a la revisió i aprovació del CER.

Atentament,

*Apreciado/a,*

*Valorado el proyecto presentado, el CER de la Universidad Internacional de Catalunya, considera que, el contenido de la investigación, no implica ningún inconveniente relacionado con la dignidad humana, trato ético para los animales, ni atenta contra el medio ambiente, ni tiene implicaciones económicas ni conflicto de intereses, pero no se han valorado aspectos metodológicos sin implicaciones éticas del proyecto de investigación, debido a que tal análisis corresponde a otras instancias.*

*Por estos motivos, el Comitè d'Ètica de Recerca, RESUELVE FAVORABLEMENTE, emitir este CERTIFICADO DE APROBACIÓN, para que pueda ser presentado a las instancias que así lo requieran.*

*Me permito recordarle que, si el proceso de ejecución se produjera algún cambio significativo en sus planteamientos, debería ser sometido nuevamente a la revisión y aprobación del CER.*

Atentamente,

**Secretaria CER-UIC**

**NOGALES  
GADEA  
NOELIA -  
53288914F**

Firmado digitalmente por  
NOGALES GADEA NOELIA -  
53288914F  
Nombre de reconocimiento (DN):  
c=ES,  
serialNumber=IDCES-53288914F,  
givenName=NOELIA, sn=NOGALES  
GADEA, cn=NOGALES GADEA  
NOELIA - 53288914F  
Fecha: 2021.06.14 16:08:31 +02'00'

## **DOCUMENTO DE INFORMACIÓN AL SUJETO PARTICIPANTE DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN**

Código del protocolo de investigación:

Versión del protocolo: 1

Fecha de la versión del protocolo:

Fecha de la presentación del protocolo: 24 de Febrero de 2021

Título del Proyecto:

### **EFFECTOS INMEDIATOS DE LA TERCARTERAPIA COMO COADYUVANTE AL MASAJE FUNCIONAL DEL GASTROCNEMIO Y RECTO FEMORAL EN PACIENTES CON ESPASTICIDAD POST-ICTUS**

- |    |   |
|----|---|
| 1. | Director/a del Proyecto: Dr. Carlos López de Celis / Dra. Rosa María Cabanas Valdés |
| 2. | Investigador/a: Laura García Rueda  |
| 3. | Departamento: Fisioterapia  |

Hemos solicitado su participación en un estudio de investigación. Antes de decidir si aceptan participar, es importante que comprendan los motivos por los cuales se lleva a cabo la investigación: como se usará su información, en qué consistirá el estudio y los posibles beneficios, riesgos y molestias que pueda comportar.

En caso que participen en algún otro estudio, lo tendrán que comunicar al responsable para valorar si pueden participar en este.

#### **¿CUALES SON LOS ANTECEDENTES Y EL OBJETIVO DE ESTE ESTUDIO?**

El presente estudio consiste en valorar los efectos de la Tecarterapia, junto al masaje funcional, en dos sesiones, y observar una serie de variables relacionadas con el tono muscular en la extremidad inferior. El Tecar es un dispositivo de electroterapia no invasivo que genera un efecto térmico y facilita la regeneración de los tejidos. Aunque existen numerosos estudios sobre su efectividad en otros grupos de población, no se ha estudiado en pacientes post-ictus. El masaje funcional es una técnica de terapia manual que combina la movilización rítmica y suave con el masaje.

La intervención consistirá en realizar dos sesiones de masaje funcional con Tecarterapia. Habrá un espacio de 7-10 días entre ambas sesiones.

Antes, después, y 30 minutos tras la sesión, se medirán unas variables.

La duración de la sesión será de 30 minutos. El tiempo total para realizar la sesión y las mediciones se estima en 120 minutos aproximadamente.

En la primera sesión se medirá el tono muscular, la rigidez, la flexibilidad y la longitud musculares, y la temperatura. Estas pruebas son pasivas y no invasivas.

En la segunda sesión se medirá la velocidad de la marcha y la funcionalidad. Estas pruebas son activas.

Tanto las pruebas pasivas como las activas son sencillas de realizar.



**En la investigación habrá un grupo experimental y un grupo control. La inclusión en uno u otro grupo será aleatoria.**

**La intervención se realizará en la Sala de Valoración de la Universitat Internacional de Catalunya, Campus Sant Cugat.**

**Las condiciones de las instalaciones son idóneas para realizar el estudio, ya que no existe ningún desnivel para acceder a dicha sala, que se encontrará en condiciones idóneas de acceso y temperatura. La camilla donde se realizará la sesión es hidráulica, por lo que ustedes podrán acceder a ella con absoluta comodidad.**

### **MEDIDAS DE SEGURIDAD RESPECTO AL COVID-19**

Se mantendrán las medidas de seguridad aprobadas por la Universitat Internacional de Catalunya. Tanto la Sala de Valoración como todo el material que se utilice estará desinfectado. Se hará uso frecuente de gel hidroalcohólico y se mantendrá la distancia en la medida de lo posible.

Tanto la investigadora principal como la evaluadora llevarán mascarilla FFP2 en todo momento.

En caso de que lo soliciten, se les enseñará el certificado europeo de vacunación por COVID-19.

### **¿TENGO LA OBLIGACIÓN DE PARTICIPAR?**

La decisión sobre participar o no en la investigación corresponde a ustedes. En el caso en que no quieran participar o bien quieran abandonar, la calidad de la asistencia que reciban no se verá afectada. Si deciden participar, les pasaremos un formulario de consentimiento informado para que lo firmen.

### **¿CUALES SON MIS OBLIGACIONES?**

Ustedes deberán asistir a dos sesiones de masaje funcional con Tecarterapia, con una semana entre ambas, además de someterse a las mediciones de determinadas variables antes, justo después, y treinta minutos después de la sesión. La sesión de masaje funcional con tecarterapia tendrá una duración de 30 minutos, aproximadamente, y ustedes deberán permanecer en la sala de valoración de la Universitat Internacional de Catalunya durante 120 minutos aproximadamente.

### **¿CUALES SON LOS POSIBLES EFECTOS SECUNDARIOS, RIESGOS Y MOLESTIAS ASOCIADOS A LA PARTICIPACIÓN?**

- Podría existir el riesgo de sufrir posibles lesiones ocasionadas por el calor profundo generado por el dispositivo de Tecarterapia. Para que no exista dicho riesgo, se tomará la temperatura cada minuto.
- En el caso de que los participantes no observen ninguna mejora tras las sesiones, se les ofrecerá una sesión adicional.

### **¿CUALES SON LOS POSIBLES BENEFICIOS DE PARTICIPAR?**

- Contribuir en el desarrollo científico.

- Una posible disminución del tono de la musculatura de la extremidad inferior afectada por la espasticidad, lo que podría facilitar el proceso de recuperación, mejorando la funcionalidad a diversos niveles.

### **¿COMO SE UTILIZARÁN MIS DATOS EN EL ESTUDIO?**

El trato, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de los sujetos participantes en el ensayo se ajustan a lo que dispone la Ley orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

Estos datos, no incluyen ni su nombre ni su dirección, sino que se le asignará un número de código. Únicamente el equipo investigador, tendrá acceso a la clave del código que permite asociar los datos del estudio con ustedes. No obstante, las autoridades reguladoras, el comité de ética independiente u otras entidades de supervisión podrán revisar sus datos personales. El objetivo de dichas revisiones es garantizar la dirección adecuada del estudio o la calidad de los datos del estudio.

Si retiran del consentimiento informado de usar sus datos para el estudio, no podrán continuar participando en la investigación. Han de tener en cuenta que los resultados del estudio pueden aparecer publicados en la bibliografía, si bien, su identidad no será revelada.

### **¿COMO PUEDO ESTABLECER CONTACTO SI NECESITO OBTENER MÁS INFORMACIÓN O AYUDA?**

Mediante la firma de este formulario, asienten que han sido informados de las características del estudio, han entendido la información i se les ha clarificado todas sus dudas.

En caso de padecer un daño relacionado con el estudio o para obtener respuesta a cualquier pregunta que pueda surgir durante la investigación contacte con:

Dra./Dr. Rosa María Cabanas Valdés/ Carlos López de Celis/ Sra. Laura García Rueda  
Universitat Internacional de Catalunya  
Dirección: C/ Josep Trueta, s/n, 08195, Sant Cugat del Vallès  
Nº de teléfono: 93 504 20 00

**DOCUMENTO DE INFORMACIÓN AL SUJETO PARTICIPANTE DEL ESTUDIO DE  
INVESTIGACIÓN  
CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Código del estudio:

Versión del protocolo:

Fecha de la versión:

Fecha de la presentación:

Título del Proyecto:

**EFFECTOS INMEDIATOS DE LA TECARTEPIA COMO COADYUVANTE AL MASAJE  
FUNCIONAL DEL GASTROCNEMIO Y RECTO FEMORAL EN PACIENTES CON  
ESPASTICIDAD POST-ICTUS**

- |    |   |
|----|---|
| 4. | Director/a del Proyecto: Dr. Carlos López de Celis / Dra. Rosa María Cabanas Valdés |
| 5. | Investigador/a: Laura García Rueda  |
| 6. | Departamento: Fisioterapia  |

Yo, el Sr./la Sra: .....

- He recibido información verbal sobre el estudio y he leído la información escrita que se adjunta, la cual me ha sido facilitada una copia.
- He comprendido lo que se me ha explicado y los posibles riesgos y beneficios de participar en el estudio.
- He podido comentar el estudio y hacer preguntas al profesional responsable.
- Doy mi consentimiento para tomar parte en el estudio y asumo que mi participación es totalmente voluntaria.
- Entiendo que me podré retirar en cualquier momento.

Mediante la firma de este formulario de consentimiento informado, doy mi conformidad para que mis datos personales se puedan usar como se ha descrito en este formulario de consentimiento, que se ajusta a lo que dispone la Ley orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

Entiendo que recibiré una copia de este formulario de consentimiento informado.

Firma del Participante  
Núm. de DNI

Fecha de la firma

Firma del Investigador/a

Fecha de la firma