

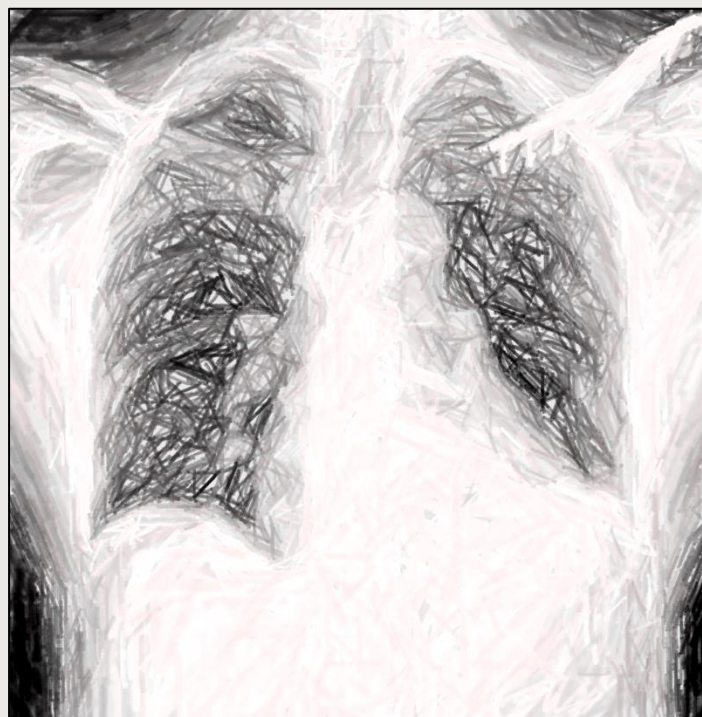
TESI DOCTORAL

---

**Estudi comparatiu entre  
l'inspiròmetre d'incentiu i la  
pressió espiratòria positiva en el  
traumatisme toràcic**

Assaig clínic aleatoritzat

Immaculada Castillo Sánchez





TESI DOCTORAL

---

**Estudi comparatiu entre  
l'inspiròmetre d'incentiu i la  
pressió espiratòria positiva en el  
traumatisme toràcic**

**Assaig clínic aleatoritzat**

**Immaculada Castillo Sánchez**

Directores de tesi: **Júlia Tárrega Camarasa; Montserrat Serra Mas**

Programa de doctorat: **Cures Integrals i Serveis de Salut**

Facultat: **Ciències de la Salut i el Benestar**

**Vic 2024**



**UNIVERSITAT DE VIC  
UNIVERSITAT CENTRAL DE CATALUNYA**

**Escola de Doctorat**



La directora, Dra. Júlia Tárrega Camarasa, Llicenciada en Medicina i Cirurgia. Especialista en Pneumologia. Doctora en Medicina per la Universitat Autònoma de Barcelona. Pneumòloga i cap d'estudis de l'Hospital Universitari General de Granollers. Professora associada de la Universitat Internacional de Catalunya.

La directora, Dra. Montserrat Serra Mas, Llicenciada en Química per la Universitat de Barcelona, Doctora en Bioquímica i Biologia Molecular per la Universitat de Barcelona. Professora Doctora I de la Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya.

CERTIFIQUEN:

Que la present Tesi Doctoral titulada:

ESTUDI COMPARATIU ENTRE L'INSPIRÒMETRE D'INCENTIU I LA PRESSIÓ  
ESPIRATÒRIA POSITIVA EN EL TRAUMATISME TORÀCIC.

Ha estat realitzada sota la seva direcció/tutorització per la Diplomada en Fisioteràpia Immaculada Castillo Sánchez.

Vic, a 29 de febrer de 2024.



Dedicada al meu pare i  
als meus fills Pedro i Laura.





## **AGRAÏMENTS**

Sempre m'he considerat una persona treballadora que s'ha esforçat amb entusiasme per aconseguir tot allò que m'he proposat en la vida. Per mi, la meva feina com a fisioterapeuta és vocacional i arribar a fer una tesi doctoral era un repte i una motivació per seguir treballant en el meu camp que és la fisioteràpia respiratòria. Ha sigut una etapa difícil, però molt enriquidora en molts aspectes, tot en aquesta vida és un aprenentatge continu. He tingut entrebancs, però saber sortir-se et dona més força per continuar endavant. He tingut la sort de comptar amb persones que m'han demostrat estar al meu costat i a les que volia donar la meva gratitud. Agraïixo l'ajuda prestada a les següents persones:

-Dra. Júlia Tàrrega, com a directora de tesis. Els seus coneixements, la seva orientació i la seva motivació han sigut importants per la meva formació.

-Dra. Montserrat Serra, com a codirectora de tesis, persona molt humil i pendent de la supervisió anual de la tesi.

-Dra. Núria Angrill Selles, companya dintre de l'equip del servei de pneumologia i que ha volgut col·laborar en les reunions de seguiment, sempre amb molt bona voluntat i entusiasme.

-Dr. Vinicius Rosa de Oliveira, company de la Universitat de Vic. Persona molt interessada en la recerca i investigació i m'ha pogut aportar els seus coneixements. Ha col·laborat en les reunions de seguiment dels 2 darrers anys de la tesi.

- Dr. Pablo Ventura, company fisioterapeuta de l'Hospital i professor de Vic que m'ha ajudat en aspectes tècnics, però després també moralment per l'esforç que representa publicar el teu primer article, i el darrer any de la tesi.

-Sr. Pedro Fernández, infermer del servei d'urgències per la seva participació dintre de l'estudi. També al meu marit que m'ha hagut d'aguantar en els meus pitjors moments per realitzar la tesi.

-Les fisioterapeutes Júlia Brugué, Fabiola Fernández. Són les meves companyes i amigues que han sofert el meu cansament durant l'última etapa de la tesi.

-Dr. Enric Barbeta, cap del Servei de Pneumologia. El seu suport per la realització del projecte i el seu recolzament en els projectes que he realitzat dintre de la meva trajectòria professional.

-La resta de l'equip de pneumologia: metgesses del servei: Dra. Marta Torrella, Ana Mola, Yolanda Galea per l'ajuda en la selecció i tractament dels pacients. Infermeria: Núria Mena, Raquel González, Dolors Garcia, Santi Mora, Mireia Baiges per la seva col·laboració dintre de l'equip.

-I per últim, però no menys important, als pacients que han donat permís per col·laborar i mostrar en imatges alguns dels exercicis de l'estudi.

# Sumari

<b>ABREVIATURES</b> .....	<b>1</b>
<b>RESUM</b> .....	<b>3</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>5</b>
<b>1. INTRODUCCIÓ</b> .....	<b>7</b>
1.1 DEFINICIÓ DE TRAUMATISME TORÀCIC .....	7
1.2 EPIDEMIOLOGIA DEL TRAUMATISME TORÀCIC.....	7
1.3 CLASSIFICACIÓ DELS TT .....	9
1.4 RECORDATORI ANATÒMIC DEL SISTEMA RESPIRATORI.....	10
1.4.1 Caixa toràcica .....	10
1.4.2 Músculs respiratoris .....	12
1.4.3 Aparell respiratori.....	15
1.4.4 Pleura .....	19
1.4.5 Mediastí .....	20
1.5 RECORDATÒRIA DE LA FISIOLOGIA RESPIRATÒRIA.....	23
1.6 LESIONS DE LA PARET TORÀCICA, PLEURA I PULMÓ.....	29
1.6.1 Paret toràcica .....	29
1.6.2 Pleura .....	38
1.6.3 Pulmó.....	42
1.6.4 Altres lesions associades al traumatisme toràcic .....	43
1.7 FISIOTERÀPIA RESPIRATÒRIA EN EL MANEIG DEL TRAUMATISME TORÀCIC. ....	46
1.8 TRACTAMENT DE FISIOTERÀPIA RESPIRATÒRIA EN LES FRACTURES COSTALS.....	46
1.9 SUPORT INSTRUMENTAL A LES TÈCNIQUES DE FISIOTERÀPIA RESPIRATÒRIA .....	56
1.9.1 Tècnica d'inspiròmetre d'incentiu .....	56
1.9.2 Tècnica de pressió espiratòria positiva .....	59
1.10 CONCLUSIONS DE LA REVISIÓ BIBLIOGRÀFICA .....	65

<b>2</b>	<b>JUSTIFICACIÓ DE L'ESTUDI .....</b>	<b>67</b>
<b>3</b>	<b>HIPÒTESIS.....</b>	<b>69</b>
<b>4</b>	<b>OBJECTIUS.....</b>	<b>71</b>
4.1	OBJECTIU PRINCIPAL.....	71
4.2	OBJECTIUS SECUNDARIS .....	71
<b>5</b>	<b>MATERIAL I MÈTODES.....</b>	<b>73</b>
5.1	EMPLAÇAMENT DE L'ESTUDI .....	73
5.2	MIDA DE LA MOSTRA.....	73
5.3	DISSENY DE L'ESTUDI .....	75
5.4	RECLUTAMENT DELS PARTICIPANTS.....	76
5.5	ASSIGNACIÓ DELS PARTICIPANTS .....	78
5.5.1	Intervenció.....	78
5.6	VARIABLES DE L'ESTUDI .....	92
5.7	CONSIDERACIONS ÈTIQUES .....	96
5.8	ANÀLISIS DELS RESULTATS.....	97
5.9	FINANÇAMENT DE L'ESTUDI.....	99
<b>6</b>	<b>RESULTATS .....</b>	<b>101</b>
6.1	PACIENTS. DIAGRAMA DE FLUX DE L'ESTUDI .....	101
6.2	DESCRIPCIÓ DE LES CARACTERÍSTIQUES BASALS DE LA MOSTRA. ....	103
6.3	RESULTATS RELACIONATS AMB L'OBJECTIU PRINCIPAL ...	112
6.4	RESULTATS RELACIONATS AMB ELS OBJECTIUS SECUNDARIS.....	116
6.5	RESUM VARIABLES ESTUDI I CONTROL POST-ESTUDI. ....	127

<b>7</b>	<b>DISCUSSIÓ .....</b>	<b>133</b>
7.1	INTERPRETACIÓ DELS RESULTATS.....	133
7.2	FORTALESES I LIMITACIONS DE L'ESTUDI .....	139
7.3	APLICABILITAT DE L'ESTUDI.....	141
7.4	PROPOSTES I LÍNIES D'INVESTIGACIÓ FUTURES .....	142
7.5	PUBLICACIONS DERIVADES DE LA TESI.....	144
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONS .....</b>	<b>144</b>
<b>9</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>146</b>
<b>ANNEX</b>	<b>.....</b>	<b>149</b>
	ANNEX 1: Full informatiu del pacient i consentiment informat.....	166
	ANNEX 2: Quadern de recollida de dades .....	174
	ANNEX 3: Escala numèrica del dolor, escala de SEVA i valors teòrics de cirtometria toràcica .....	184
	ANNEX 4: Qüestionari de seguiment del dispositiu i qüestionari de satisfacció del dispositiu .....	188
	ANNEX 5: Certificat del comitè d'ètica d'investigació clínica de l'Hospital General de Granollers .....	194
	ANNEX 6: Certificats d'ajudes a la investigació de l'estudi .....	198
	ANNEX 7: Certificats seminari Barcelona Respiratory Network .....	202



## ABREVIATURES

<b>AOS</b>	Apnea obstructiva de la son
<b>ASL</b>	Airway Surface Layer
<b>CAR</b>	Cicle Actiu Respiratori
<b>CI</b>	Capacitat Inspiratòria
<b>CPAP</b>	Continous Positive Airway Pressure
<b>CPT</b>	Capacitat Pulmonar Total
<b>CRF</b>	Capacitat Residual Funcional
<b>CV</b>	Capacitat Vital
<b>DA</b>	Drenatge Autogen
<b>EDIC</b>	Exercici a Dèbit Inspiratori Controlat
<b>ELTGOL</b>	Espiració Lenta a Glotis Oberta en Lateral
<b>EPP</b>	Punt d'Igual Pressió
<b>FC</b>	Fractures Costals
<b>FEV<sub>1</sub></b>	Volum Espirat Forçat en el primer segon
<b>FEV<sub>1</sub>/FVC%</b>	Relació expressada com a percentatge
<b>FPHAG</b>	Fundació Privada Hospital Asil de Granollers
<b>FR</b>	Fisioteràpia Respiratòria
<b>FVC</b>	Capacitat vital Forçada
<b>ICI</b>	Inspiròmetre d'incentiu
<b>IMC</b>	Índex de Massa Corporal
<b>IR</b>	Insuficiència Respiratòria
<b>MPOC</b>	Malaltia Pulmonar obstructiva crònica
<b>NTDB</b>	National Trauma Data Bank
<b>OMS</b>	Organitzación Mundial de la Salud
<b>ONAF</b>	Oxigenoteràpia d'Alt Flux
<b>PA</b>	Pressió interna de la via aèria

<b>PaCO<sub>2</sub></b>	Pressió parcial de Diòxid de Carboni
<b>P<sub>alv</sub></b>	Pressió alveolar
<b>PaO<sub>2</sub></b>	Pressió parcial d'oxigen
<b>PCA</b>	Analgèsia Controlada pel Pacient
<b>PEP</b>	Pressió Espiratòria Positiva
<b>PEEP</b>	Positive End Expiratory Pressure
<b>PIB</b>	Producte Interior Brut
<b>PIC</b>	Pressió intracranial
<b>P<sub>pl</sub></b>	Pressió pleural
<b>P<sub>tr</sub></b>	Pressió transpulmonar
<b>R</b>	Resistència
<b>Rel I/E</b>	Relació inspiració/espriació
<b>TAC</b>	Tomografia Axial Computeritzada
<b>TEF</b>	Tècnica Espiració Forçada
<b>TENS</b>	Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation
<b>TT</b>	Traumatisme Toràcic
<b>UCI</b>	Unitat de Cures Intensives
<b>VM</b>	Ventilació mecànica
<b>VMI</b>	Ventilació mecànica invasiva
<b>VMNI</b>	Ventilació mecànica no invasiva
<b>VR</b>	Volum Residual
<b>VRE</b>	Volum de Reserva Espiratori
<b>VRI</b>	Volum de Reserva Inspiratori
<b>V<sub>t</sub></b>	Volum Tidal o Corrent
<b>ZEEP</b>	Pressió espiratòria final zero



# RESUM

## Introducció

Els traumatismes toràcics (TT) són un problema freqüent en el nostre medi causat, sobretot, per accidents de trànsit i caigudes casuals entre la població de la tercera edat. Els TT, en algunes situacions, poden arribar a deixar seqüeles com fibrotòrax secundari a un hemotòrax o empiema i dolor crònic residual. Les normatives i guies clíniques recomanen una pauta de fisioteràpia respiratòria (FR) per tots els pacients amb fractures costals (FC). L'escassa evidència actual limita poder determinar l'eficàcia de determinades intervencions de FR en els pacients amb TT.

L'objectiu de l'estudi va ser avaluar l'efectivitat de la tècnica a pressió espiratòria positiva (PEP) amb el dispositiu PEP-*bottle* en comparació amb el dispositiu d'Inspiròmetre d'incentiu (ICI) en termes de; control del dolor costal, retenció de secrecions, mobilitat de caixa toràcica, restauració de les alteracions radiològiques pleuropulmonars i de la funció pulmonar, ús de medicaments analgèsics, disminució de dies d'ingrés hospitalari i grau de satisfacció del dispositiu, en la Fase immediata del TT i al mes del diagnòstic del TT.

## Material i mètodes

Estudi prospectiu i aleatoritzat en dos grups paral·lels, a on es van incloure pacients ingressats per  $\geq 3$  FC entre febrer 2020- setembre 2022. El grup PEP (n=45) van rebre tractament de FR utilitzant dispositiu PEP-*bottle*. El grup ICI (n=45) mateix tractament de FR amb el dispositiu ICI de volum. El tractament de FR va consistir en tècniques de drenatge de secrecions, tos dirigida, mobilitat del diafragma, control postural i mobilització precoç. Es van recollir les següents variables a l'ingrés, alta hospitalària i al mes del TT: control del dolor costal (Test escala numèrica), retenció de secrecions (Test SEVA), mobilitat de caixa toràcica (cirtometria), resolució radiològica (RX toràcica), funció pulmonar, ús de medicaments analgèsics (administració endovenosa o oral i nombre de dies), dies ingrés hospitalari, satisfacció del dispositiu (qüestionari FSI-10). Els avaluadors van ser cegats a la intervenció.

## Resultats

Es van valorar 132 pacients dels quals se'n van incloure 90. L'edat mitjana va ser de 61 (DE 14,38) anys, 70 (77,8%) eren homes i 20 dones (22,2%), amb un IMC 27,86 (DE 4,55) Kg/m<sup>2</sup>. Un 13,3% eren fumadors. Es van observar diferències estadísticament significatives en el control del dolor i retenció de secrecions entre els dos grups (PEP vs ICI) a l'alta [EN 2,98 (DE 1,46) vs 3,85 (DE 1,49) p=0,0078] i al mes [EN 1,70 (DE 1,36) vs 3,26 (DE 1,80) p<0,0001] i una rellevància clínica a l'alta [d de Cohen 0,59 (IC95% 0,23;1,51)] i al mes [d de Cohen 0,98 (IC95% 0,84;2,28)]. A l'alta [SEVA 0,86 (DE 1,32) vs 1,76 (DE 1,90) p=0,0127] i al mes [SEVA 0,40 (DE 0,96) vs 1,36 (DE 1,81) p=0,0042] i un efecte rellevant clínicament a l'alta [d=0,55 (IC95% 0,20;1,60)] i al mes [d=0,67 (IC95% 0,31;1,61)]. No es van observar diferències estadísticament significatives entre els dos grups (PEP vs ICI) en la mobilitat toràcica ni en la funció pulmonar. A nivell RX, es va observar una resolució radiològica en la majoria dels pacients en el grup PEP, mentre que en el grup ICI 9 individus (21,4%) van empitjorar en la Rx a l'alta i al mes en 4 (10,35%); amb una odds ratio a l'alta hospitalària OR=31,45 (IC95% 9,37;105,52) i al mes OR=10,64 (IC 95% 2,22;50,90). S'observa una reducció d'analgèsics oral al mes en grup PEP prenent medicació 14 (34,1%) pacients vs 22 en el grup ICI (56,4%). Sense diferències significatives en els dies d'ingrés. La satisfacció del dispositiu PEP va ser amb una puntuació mitjana de 50 (RIQ 50; 50) i del dispositiu ICI de 40 (RIQ 40; 50) p=0,0538.

## Conclusions

Els pacients amb TT en la fase immediata (0 a 20 dies) amb 3 o més FC amb o sense lesions pleuropulmonars que van realitzar la tècnica espiratòria amb PEP-*bottle* presenten menys dolor costal i menys retenció de secrecions, una millor recuperació de les alteracions radiològiques, reducció de l'ús de medicaments analgèsics, reducció dels dies de resolució del TT i major satisfacció amb el tractament, a l'alta i al mes del diagnòstic del TT respecte al grup ICI.

**Paraules clau:** fractures costals, traumatisme toràcic, pressió espiratòria positiva, espiròmetre d'incentiu, exercicis respiratoris

# **ABSTRACT**

## *A COMPARATIVE STUDY OF INCENTIVE SPIROMETRY AND POSITIVE EXPIRATORY PRESSURE IN THORACIC INJURIES*

### Background

Thoracic injuries (TI) are a frequent problem in our environment caused mainly by traffic accidents and accidental falls among the elderly population. TI, in some situations, can lead to sequelae such as fibrothorax secondary to a hemothorax and/or empyema and chronic residual pain. The regulations and clinical guidelines recommend a regimen of respiratory physiotherapy (RP) for all patients with rib fractures (RF). The current paucity of evidence limits the ability to determine the effectiveness of certain RP interventions in patients with TI.

The aim of the study was to evaluate the effectiveness of the positive expiratory pressure (PEP) technique with the PEP-bottle device compared to the Incentive Spirometry (IS) device in terms of: pain management, retained secretions, thoracic mobility, recovery of respiratory function and pleuropulmonary radiological alterations, use of analgesic medications, decrease in hospital admission days and degree of satisfaction with the device, in the immediate phase I of TI and in the month of TI diagnosis.

### Material and methods

Prospective and randomized study in two parallel groups, which included patients admitted for  $\geq 3$  RF between February 2020 and September 2022. The PEP group (n=45) received treatment the RP using the PEP-bottle device. The IS group (n=45) received FR treatment using the volume IS device. The treatment of RP consisted of airway clearance techniques, supported coughing, diaphragmatic breathing pattern, postural advice and early mobilization. The outcomes measures were recorded at admission, hospital discharge and at one month of TI: pain management (Numerical scale test) (NS), retained secretions (SEVA test), thoracic mobility (thoracic perimeter), chest X-ray and forced spirometry, use of analgesic medications (intravenous or oral administration and number of days), days hospitalized, device satisfaction (FSI-10 questionnaire). Assessors were blinded to the intervention.

## Results

Assessed 132 patients, 90 included, The mean age was  $61.28 \pm 14.38$  years, 70 (77.8%) were men and 20 women (22.2%), with a BMI  $27.86$  (SD  $4.55$ )  $\text{Kg/m}^2$ . Thirteen percent were smokers. Statistically significant differences were observed in pain management and retained secretions between the two groups (PEP vs IS) at discharge [NS  $2.98$  (SD  $1.46$ ) vs  $3.85$  (SD  $1.49$ )  $p=0.0078$ ] and at one month [NS  $1.70$  (SD  $1.36$ ) vs  $3.26$  (SD  $1.80$ )  $p<0.0001$ ] and a relevant clinical effect at discharge [Cohen's  $d$   $0.59$ (CI95%  $0.23,1.51$ )] and at one month [Cohen's  $d$   $0.98$ (CI95%  $0.84;2.28$ )]. At discharge [SEVA  $0.86$  (SD  $1.32$ ) vs  $1.76$  (SD  $1.90$ )  $p=0.0127$ ] and at one month [SEVA  $0.40$  (SD  $0.96$ ) vs  $1.36$  (SD  $1.81$ )  $p=0.0042$ ] and a clinically relevant effect at discharge [ $d=0.55$  (CI95%  $0.20;1.60$ )] and at one month [ $d=0.67$  (CI95%  $0.31;1.61$ )]. No statistically significant differences were observed between the two groups (PEP vs IS) in thoracic mobility and pulmonary function. At the X-ray level, radiological resolution was observed in the majority of patients in the PEP group, while in the IS group 9 individuals (21.4%) worsened on the X-ray at discharge and at one month in 4 (10 .35%); odd ratio at hospital discharge  $OR=31.45$  (CI95%  $9.37;105.52$ ) and the control at one month  $OR=10.64$  (CI 95%  $2.22;50.90$ ). A reduction in oral analgesics per month was observed in the PEP group, 14 (34.1%) took medication vs IS group 22 (56.4%). No significant differences in admission days were found. The satisfaction of the PEP device was higher with an average score of 50 (RIQ  $50;50$ ) and 40 with the IS device (RIQ  $40;50$ )  $p=0.0538$ .

## Conclusions

Patients with TI in the immediate phase (0 to 20 days) with 3 or more RF with or without pleuropulmonary lesions who performed the expiratory technique with PEP-bottle, improved pain management and have less retained secretions, with better recovery of pleuropulmonary radiological alterations, reduction of oral analgesic medications, reduction of time in days of TI resolution and better satisfaction to treatment, at discharge and at one month of TI diagnosis compared to the IS group.

**Keywords:** rib fractures, thoracic injuries, positive expiratory pressure, incentive spirometry, breathing exercises

# **1. INTRODUCCIÓ**



# 1 INTRODUCCIÓ

## 1.1 DEFINICIÓ DE TRAUMATISME TORÀCIC

El Traumatisme toràcic (TT) es defineix com el conjunt de lesions anatòmiques i funcionals de la paret toràcica (costelles, estèrnum i diafragma), de la pleura o dels òrgans intratoràcics (pulmó i vies aèries principals, cor i grans vasos). Aquestes diferents lesions poden ser aïllades, però molt sovint estan associades<sup>1-2</sup>.

## 1.2 EPIDEMIOLOGIA DEL TRAUMATISME TORÀCIC

Els TT són un problema de salut pública que augmenta en les dues últimes dècades i es considera dintre de les primeres causes de morbiditat i mortalitat en diferents països del món, considerant avui dia com una malaltia traumàtica i no com un accident<sup>3</sup>.

Els *accidents de trànsit* són la causa més habitual de malaltia traumàtica: cada any causa la mort a 1,3 milions de persones i entre 20 i 50 milions de persones pateixen un traumatisme no mortal però amb discapacitat significativa. Això comporta un impacte econòmic important per les despeses que generen en atenció mèdica i dies de treball perduts. Representa un cost de 3% del PIB de cada país. El grup de risc és més elevat en homes i amb una edat més jove entre 5-29 anys<sup>4</sup>.

Segons l'Organització Mundial de la Salut (OMS)<sup>5</sup>, s'hauria de prestar més atenció a la prevenció i tractament de les malalties que causen major índex de mortalitat i crear programes de prevenció mundialment, en el cas de la malaltia traumàtica amb l'objectiu de reduir les lesions traumàtiques.

A Espanya, existeixen mesures per la prevenció de les lesions traumàtiques que corresponen a un 66% del total de les mesures de prevenció del sistema. Tenim un 31,7% de casos de mort relacionat amb les lesions traumàtiques a Espanya, respecte a un 75,8% a Europa. Les lesions no intencionades

relacionades amb mortalitat són per accident de trànsit en un 10%, caigudes 2,8%, intoxicacions 1,8% i ofegament i incendis en un 1,0%<sup>6</sup>.

Com a segona causa de malaltia traumàtica, i també de mortalitat per traumatismes involuntaris en persones de més de 60 anys, trobem les *caigudes*. Cada any hi ha 37,3 milions de caigudes no mortals que requereixen atenció mèdica i presenten una discapacitat a llarg termini que poden requerir ingrés en una institució. El cost econòmic és considerable, es calcula que el cost mitjà del sistema sanitari en una persona de més de 65 anys causat per una caiguda és de US\$3611 a Finlàndia. Essent més freqüents les caigudes en dones d'edat avançada<sup>7</sup>. L'augment de l'esperança de vida actualment a Espanya, és de 82 anys i hi ha un augment de la dependència. Això significa un major risc de caigudes<sup>8</sup>.

L'Institut Nacional d'Estadística xifra les morts anuals per accident de trànsit en 2022: 1401 homes i 389 dones, essent més freqüents entre els 60-64 anys. A Catalunya: 191 homes i 64 dones, més freqüents entre els 60-64 anys. Dintre de les caigudes accidentals la xifra de morts anuals el 2022 van ser 2048 homes i 1659 dones, més freqüents a partir de 70 anys. A Catalunya, 212 homes, 169 dones, a partir dels 75 anys<sup>9</sup>.

Hi ha dificultat epidemiològica per trobar dades més concretes sobre els TT ja que no estan ben recollides les causes del TT als registres de salut pública. Malgrat tot, s'estima en un 50% de totes les malalties traumàtiques amb causa directa de mort en el 25% d'aquests<sup>10</sup>.

En el National Trauma Data Bank (NTDB) de l'American College of Surgeons, es troba el registre més gran de malalties traumàtiques anuals. Segons les últimes dades (últim registre publicat 2016), el TT representava el 40% de les lesions traumàtiques i les caigudes un 44% superant als accidents de trànsit (26%). Les malalties traumàtiques són més freqüents en homes fins als 70 anys en un 70% dels casos. A partir dels 71 anys son més freqüents en dones<sup>11</sup>.

El fet de no disposar de registres pot influir en una mala gestió de recursos i que no es puguin implementar intervencions preventives de les lesions<sup>3</sup>.



## 1.3 CLASSIFICACIÓ DELS TT

Els TT es classifiquen segons el mecanisme de lesió<sup>3</sup> (Taula 1):

1. Trauma no penetrant: aquells traumatismes toràcics que presenten una lesió orgànica o estructura que es relaciona per l'impacte d'una força cinètica sobre el tòrax que no provoca penetració de la cavitat toràcica, la pell no necessàriament es trenca.

2. Trauma obert o penetrant: aquells traumatismes toràcics que presenten una lesió orgànica a conseqüència d'un objecte que provoca una ferida oberta a la pell. La dimensió de la lesió orgànica o estructura depèn de la força cinètica original de l'objecte que s'introdueix al teixit o òrgan.

3 i 4. Altres tipus de trauma toràcic. Combinació de trauma penetrant, no penetrant i altres tipus.

Taula 1. Classificació del trauma de tòrax per mecanisme de lesió.

<b>1. Trauma no penetrant</b>	
1.1.	Trauma tancat
1.1.1.	Accidents automòbils: conductor i ocupant
1.1.2.	Atropellament de vianants
1.1.3.	Motocicletes
1.1.4.	Caigudes des d'altures o de la pròpia altura
1.1.5.	Lesions en esportistes
1.1.6.	Xocs amb aixafament (accidents aeris, terratrèmols i similars)
1.2.	Trauma per explosió
1.2.1.	Explosió de bombes
1.2.2.	Altres explosions (mines, calderes i similars)
<b>2. Trauma obert o penetrant</b>	
2.1.	Ferides per arma punxant
2.2.	Ferides per projectil d'arma de foc
2.2.1.	Alta velocitat: >914 m/s o 3000ft/s
2.2.2.	Baixa velocitat: <305 m/s o 1000ft/s
2.3.	Ferides per escopeta de perdigons
2.4.	Altres ferides penetrants (empalament): per estaques cornades i similars
<b>3. Altres tipus de trauma de tòrax</b>	
3.1.	Cossos estranys
3.2.	Per inhalació: cremades, toxines i tòxics
3.3.	Barotrauma
3.4.	Ofegament (aigua dolça o salada)
3.5.	Trauma en altures
3.6.	Trauma iatrogènic
<b>4. Combinació de trauma penetrant, no penetrant i altres tipus</b>	

Extreta de: Casallas Gómez A. Trauma de tòrax. Visión integral para su diagnóstico y tratamiento. 1ºed. Colombia: Editorial Médica Panamericana;2017.

## **1.4 RECORDATORI ANATÒMIC DEL SISTEMA RESPIRATORI**

### **1.4.1 CAIXA TORÀCICA**

La caixa toràcica<sup>12</sup> està constituïda per dos hemitòraxs, dret i esquerre, simètrics i amb diàmetres anteroposterior i transversal menors que el vertical. Amb la seva elasticitat permet els moviments respiratoris al mateix temps que, amb la seva estabilitat, protegeix els òrgans interns (pulmons, cor, grans vasos, esòfag i troncs nerviosos del sistema nerviós autònom) que són els qui mantenen les funcions vitals.

L'esquelet del tòrax està format per dotze vèrtebres dorsals, dotze parells de costelles, els cartílags costals i l'estèrnum (manubri, cos i apèndix xifoide). Les vèrtebres dorsals s'articulen amb les costelles mitjançant les articulacions costovertebrals i costotransverses. Les costelles presenten cap, coll (posterior) i cos. L'angle de la costella es forma per la seva unió a l'estèrnum mitjançant el cartílag costal. Les primeres set costelles s'articulen amb l'estèrnum directament (costelles verdaderes). De la 8a a la 10a s'articulen als cartílags costals de les costelles flotants.

Els espais intercostals tenen tres plans musculars (intercostal extern, intern i mig). Per la cara inferior de la costella, dintre del pla muscular es troba el paquet neurovascular (vena, artèria i nervi). Les dues primeres artèries costals provenen de l'artèria subclàvia, la resta de l'aorta toràcica. Les venes costals drenen a l'aziga i hemiaziga. El drenatge limfàtic de la paret toràcica es dirigeix als ganglis disposats seguint les artèries intercostals drenant al conducte toràcic les que provenen dels ganglis intercostals alts, i a la cisterna de Pecquet la dels espais inferiors. La innervació de la paret toràcica depèn dels nervis intercostals, 12 nervis espinals.

Les articulacions que trobem a la caixa toràcica són: l'articulació esternoncondral (estèrnum amb cartílag), l'articulació costo-condral (costelles amb cartílag) i les articulacions costo-vertebrals i costo-transverses (costelles amb cossos vertebrals) (Figura 1).

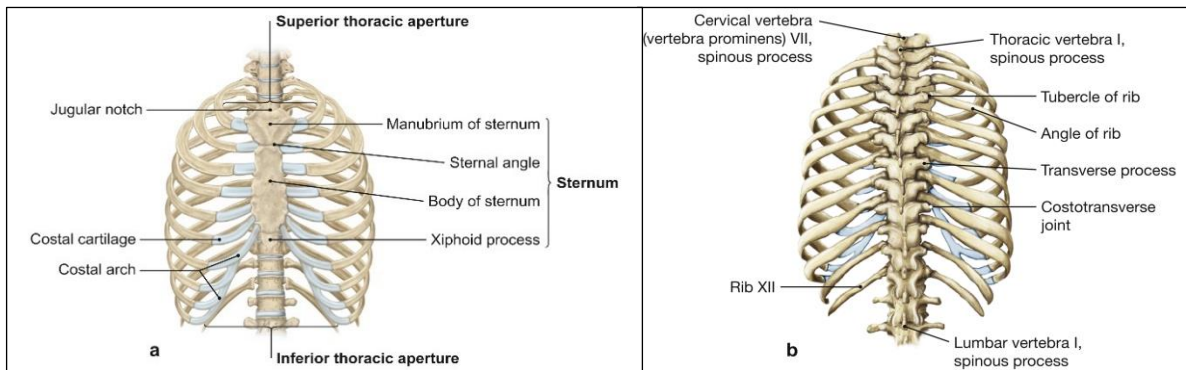
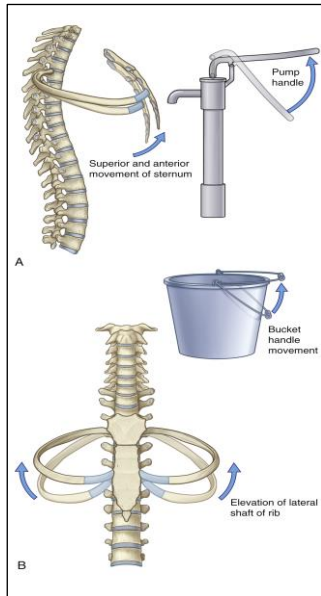


Figura 1: Caixa toràica anterior i posterior. Extreta de: Hombach-Klonisch, Sabine, Sobotta Clinical Atlas of Human Anatomy, 5, 223-280. Copyright © 2019 © Elsevier GmbH, Munich, Germany

Les articulacions de les costelles amb les vèrtebres i amb l'estèrnum permeten la mobilitat toràica específica per la respiració<sup>13</sup>. Sota l'acció dels músculs, les costelles es desplacen per modificar els diàmetres vertical, anteroposterior i transversal del tòrax. Durant la inspiració, augmenta la dimensió del tòrax per la contracció dels músculs respiratoris. Com a conseqüència, disminueixen les pressions intratoràiques (intrapleural i intrapulmonar) facilitant l'entrada de l'aire als pulmons. L'expiració és un fenomen passiu, on disminueixen els diàmetres del tòrax, augmenten les pressions intratoràiques i s'expulsa l'aire fins que la pressió intrapulmonar s'iguali a l'atmosfèrica i cessa l'expiració.

A l'*articulació esterno-condral*, hi trobem un moviment de lliscament en l'eix sagital que produeix un moviment de separació de la costella de la línia mitjana per elevació del cartílag. A l'*articulació costo-condral*, hi ha un moviment de rotació en l'eix transversal que provoca una torsió del cartílag sobre si mateix, el moviment d'elevació i rotació s'anomenen biomecànicament: moviment de barra de torsió, en el qual produeix una gran acumulació d'energia cinètica sobre l'estructura cartilaginosa que facilitarà durant l'expiració el retorn de les costelles a la posició inicial.

Les *articulacions costo-vertebral* i *costo-transverses* tenen la particularitat d'estar orientades en dos eixos diferents. Quan més cranial sigui l'articulació (entre la 1a i 5a costella) treballarà en un eix de predomini transversal que provocarà durant la inspiració, un augment del diàmetre antero-posterior de la caixa toràica (moviment de flexo-extensió). Com més caudal sigui



l'articulació (entre la 6a i la 10a costella), l'eix que serà de predomini sagital i el moviment o desplaçament provocarà un augment del diàmetre transvers (moviment d'abducció i adducció) (Figura 2).

Figura 2: Moviment de la paret toràcica durant la respiració. (A) Moviment del mànec de la bomba de les costelles i l'estènum. (B) Moviment del mànec de la galleda de les costelles. Extreta de: Thorax Drake, Richard L., PhD, FAAA, Gray's Anatomy for Students, 3, 123-245.e30. Copyright © 2024 by Elsevier Inc. All rights reserved.

El tòrax comunica amb el coll a través de l'estret superior, que té per límits el manubri esternal, la primera costella de cada costat i la primera vèrtebra toràcica. El límit inferior és determinat per l'apèndix xifoides, els cartílags costals VIII a X fusionats, les costelles XI i XII, i el cos de la dotzena vèrtebra toràcica.

#### 1.4.2 MÚSCULS RESPIRATORIS

El diafragma<sup>12</sup> és el múscul respiratori per excel·lència. Constitueix una estructura musculotendinosa que separa la cavitat toràcica de la cavitat abdominal. La seva inserció és a la zona esternal, costal i lumbar. Les seves fibres van a parar a un tendó central en forma de fulla de trèvol. La contracció de la porció muscular del diafragma estira cap a baix el tendó central, augmentant d'aquesta forma el volum de la cavitat toràcica i generant una pressió negativa intrapleural que permet la inspiració. La seva innervació depèn dels nervis frènics dret i esquerre que surten de les vèrtebres cervicals C4, i C3. La irrigació arterial procedeix de branques de l'aorta a través de les artèries diafragmàtiques dreta i esquerra; les venes homònimes drenen a la cava inferior. A través dels orificis del diafragma, passen diverses estructures entre la cavitat toràcica i la cavitat abdominal: el hiat aòrtic a nivell D12, i el hiat esofàgic a nivell D10, dona pas també a la vena àziga i al conducte toràcic (Figura 3).

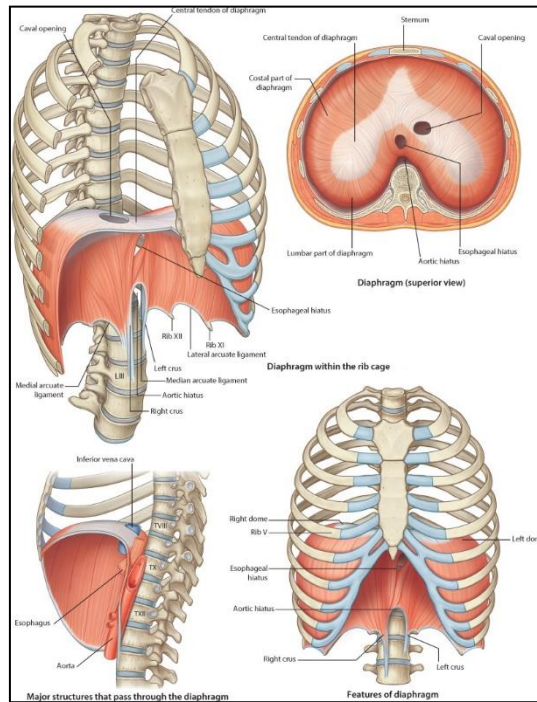


Figura 3. Diafragma. Extreta de: Thorax. Drake, Richard L., PhD, FRCGS, Gray's Atlas of Anatomy, 3, 61-13. Copyright © 2015, 2008 by Churchill Livingstone, an imprint of Elsevier Inc.

L'inspiració normal és passiva i depèn de la mateixa elasticitat de la paret toràctica i del parènquima pulmonar. Només durant una espiració forçada intervenen els músculs espiratoris (Taula 2).

Taula 2. Descripció músculs respiratoris ( origen- inserció- innervació-acció) principals i accessoris.

MÚSCULS RESPIRATORIS PRINCIPALS				
MÚSCUL	ORIGEN	INSERCIÓ	INERVACIÓ	ACCIONS
<b>Intercostals externs (11 pars)</b>	Costat inferior de les costelles 1 <sup>a</sup> -11 <sup>a</sup> , del tubercle fins articulació costochondral.	Costat superior de les costelles subjacents.	Nervis intercostals.	Elevació de les costelles, espai intercostal.
<b>Supracostals o elevadors de les costelles</b>	Apòfisis transversa de C7-T11.	Cara externa de les costelles subjacents.	Rames dorsals dels nervis toràcics corresponents.	Elevació de les costelles.
<b>Diafragma</b>	Centre tendinós.	Cara posterior xifoides. Cara interna de les costelles 7 <sup>a</sup> -12 <sup>a</sup> . Cossos vertebrals L1-L3. Apòfisis transverses L1-L2.	Nervi frènic.	Inspiració. Pressió abdominal.
<b>Intercostals interns (11 pars)</b>	Costat superior de les costelles 2 <sup>a</sup> -12 <sup>a</sup> de l'extrem extern del cartílag costal a l'angle de la costella.	Costa inferior de les costelles subjacents (1-11).	Nervis intercostals.	Descens de les costelles.

<b>MÚSCULS RESPIRATORIS ACCESSORIS</b>				
<b>MÚSCUL</b>	<b>ORIGEN</b>	<b>INSERCIÓ</b>	<b>INERVACIÓ</b>	<b>ACCIONS</b>
<b>Esternocleidomastoidal</b>	Cara anterior del manubri esternal Quart medial del costat posterior de la clavícula.	Procés mastoide. Lligament nucal superior.	Nervi accessori.	Rotació, inclinació, extensió del cap. Elevació de la clavícula i de l'estèrnium.
<b>Escalens -anteriors -mitjans -posteriors</b>	Apòfisis transverses de C2-C7.	Primera i segona costelles.	Plexes cervical.	Rotació, inclinació del coll. Elevació de les costelles 1 <sup>a</sup> -2 <sup>a</sup> .
<b>Pectoral major</b>	½ del costat anterior de la clavícula. Cara anterior dels cartílags costals 1 <sup>a</sup> -5 <sup>a</sup> . Baina del recte de l'abdomen.	Cresta del trocànter major de l'húmer.	Nervis pectorals lateral i medials.	Adducció i rotació mitjà del braç. Elevació de les costelles.
<b>Pectoral menor</b>	Cara anterior de les costelles 3 <sup>a</sup> -5 <sup>a</sup> (condrocostal).	Apòfisis coracoides de l'escàpula.	Nervis pectorals lateral i medials.	Descens de l'escàpula. Elevació de les costelles.
<b>Dorsal ample</b>	Procés espinós de T7-L5 del sacre. 4 <sup>o</sup> posterior de la cresta ilíaca. Cara externa de les costelles 9 <sup>a</sup> -12 <sup>a</sup> .	Llavi medial de la corredora bicipital de l'húmer.	Nervi tòracodorsal.	Extensió, adducció i rotació medial del braç. Elevació de les costelles.
<b>Serrat anterior</b>	Cara externa de les costelles 1 <sup>a</sup> -9 <sup>a</sup> .	Cara anterior del costat vertebral de l'escàpula.	Nervi toràcic de Charles Bell.	Fixació de l'escàpula. Rotació lateral de l'escàpula. Elevació de les costelles.
<b>Recte Abdominal</b>	Costat superior del pubis.	Cartílags costals 5 <sup>a</sup> -7 <sup>a</sup> . Xifoide.	Nervi intercostal 7 <sup>a</sup> -11 <sup>a</sup> .	Flexió del tronc. Descens de les costelles.
<b>Oblics externs de l'abdomen</b>	Cara externa de les costelles 5 <sup>a</sup> -12 <sup>a</sup> .	Cresta ilíaca. Lligament inguinal. Pubis.	Nervis intercostals 7 <sup>a</sup> -12 <sup>a</sup> . Nervi iliohipogàstric.	Flexió i rotació de tronc. Pressa abdominal. Descens les costelles.
<b>Oblics interns de l'abdomen</b>	Fàscia tòracolumbar. Cresta ilíaca. Lligament inguinal.	Costal inferior de les costelles 9 <sup>a</sup> -12 <sup>a</sup> . Pubis.	Nervis intercostals 8 <sup>a</sup> -12 <sup>a</sup> . Nervis iliohipogàstric. Nervi ilioinguinal.	Flexió i rotació del tronc. Pressa abdominal. Descens de les costelles.
<b>Serrat menor (postero inferior)</b>	Procés espinós de T11-L12.	Cara externa de les costelles 9 <sup>a</sup> -12 <sup>a</sup> .	Nervis intercostals 9 <sup>a</sup> -12 <sup>a</sup> .	Espiració.
<b>Triangular de l'estèrnium o transvers del tòrax</b>	Terç inferior de la cara posterior de l'estèrnium.	Cara posterior dels cartílags costals 2 <sup>a</sup> -6 <sup>a</sup> .	Nervis intercostals adjacents.	Descens dels cartílags ossis.

Extreta de: Nyssen-Behets C, Many MC, Scheiff JM, Deneff JF, Lengelé B. Éléments d'anatomie thoracopulmonaire. In: Reyckler G, Roesler J, Delguste P. Kinésithérapie respiratoire. 3<sup>e</sup>ed.Paris.Elsevier Masson;2014,p.4-21

### 1.4.3 APARELL RESPIRATORI

Des del punt de vista anatòmic trobem les vies aèries i els pulmons<sup>14</sup>. La via aèria es divideix en dues porcions separades per la vora inferior del cartílag cricoides. La via aèria superior inclou la cavitat nasal, faringe i laringe. La via aèria inferior està formada per la tràquea, bronquis, bronquíols, alvèols. L'arbre bronquial surt de la divisió de la tràquea, a la 7a vèrtebra toràcica, en dos grans bronquis: el dret més vertical i curt i l'esquerre més angulat, que es van dividint de forma successiva fins a acabar als sacs alveolars. El nombre mitjà de ramificacions des de tràquea a l'alvèol és de 23 (Figura 4). Les 16 primeres generacions, que acaben en el *bronquíol terminal*, formen la via aèria de conducció (espai mort anatòmic) amb un volum de 150 ml. A partir d'aquí, es continua amb els *bronquíols respiratoris* (primeres estructures amb algun sac alveolar), *conductes alveolars* (generacions 20,21,22) i *sacs alveolars* (23) que és el lloc on es realitza l'intercanvi de gasos, i constitueixen la major part del volum alveolar (2500-3000 ml). L'*acin* o *unitat respiratòria* pulmonar és la zona que depèn dels bronquíols terminals.

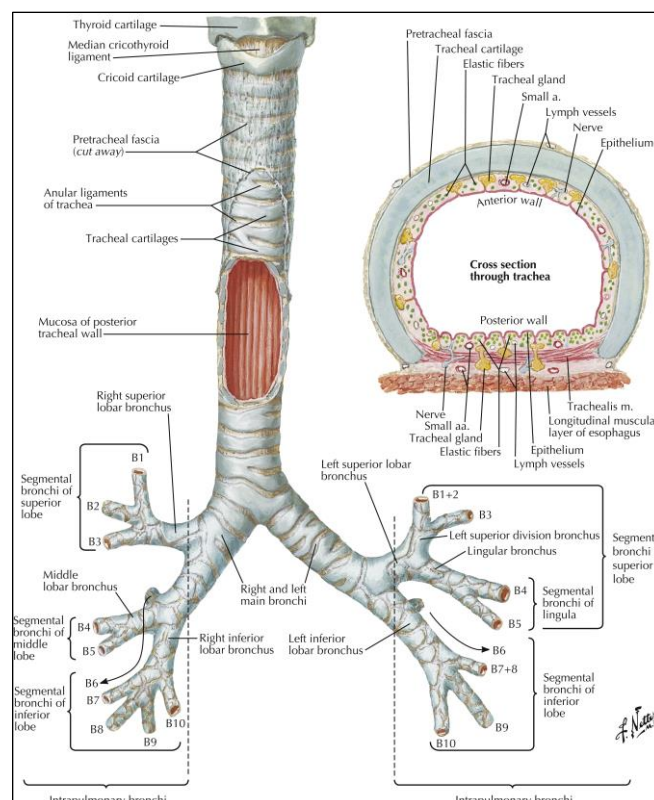
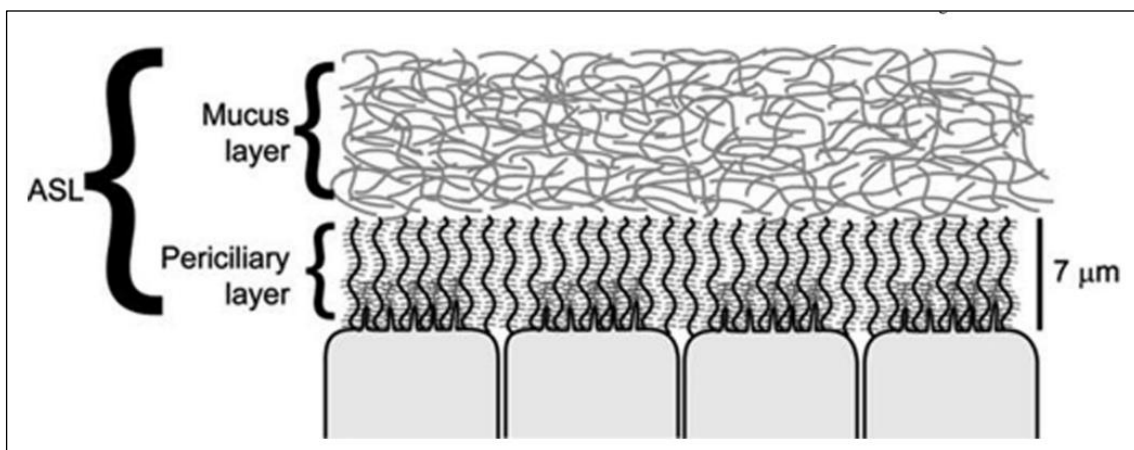


Figura 4. Tràquea i bronqui principal. Extreta de: Thorax Netter, Frank H., MD, Netter Atlas of Human Anatomy: Classic Regional Anatomy Approach, 4, 227-298.e12 Copyright © 2023 by Elsevier Inc.

Les vies aèries estan revestides per la mucosa respiratòria i contenen quantitats variables de múscul o cartílag.

La mucosa respiratòria<sup>15</sup> està composta per les cèl·lules que componen la capa més superficial: cèl·lules ciliades (faciliten el transport), mucoses (funció de protecció) i remodelació (reparació). Presenta una superfície líquida (ASL): Capa mucosa: és una xarxa desorganitzada que impedeix el pas de qualsevol substància a l'epiteli pulmonar; capa periciliar, encarregada de transportar secrecions. Les secrecions són transportades fonamentalment pels moviments ciliars (de 13 Hz) (Figura 5).

Figura 5. Representació de les dues capes que componen la capa superficial de la via aèria (ASL)



Extreta de: Button B, Boucher RC. Role of mechanical stress in regulating airway surface hydration and mucus clearance rates. *Respir Physiol Neurobiol.*2008;163: 189–201.

La histologia és diferent de les vies aèries de conducció a les vies aèries d'intercanvi de gasos. A les vies aèries de l'intercanvi de gasos hi ha una membrana alvèol-capil·lar amb una estructura molt fina de 0,25 a 0,5 µ de gruix. N'hi ha unes 350.000 a cada pulmó amb una superfície total de 60 a 80 m<sup>2</sup>. Les cèl·lules alveolars són els pneumòcits tipus I, els pneumòcits tipus II (secreten *surfactant pulmonar*) i macròfags alveolars. La funció principal del surfactant pulmonar és disminuir la tensió superficial de l'alvèol, evitant-ne el col·lapse.



Existeixen diferents canals de ventilació col·lateral, són: canals de Martin (intrabronquials) i canals de Lambert (broncoalveolars). Els porus de Kohn són interalveolars.

El conjunt d'alvèols i el seu sistema de suport i drenatge constitueix els pulmons.

El pulmó dret té tres lòbuls: lòbul superior, mig i inferior. Es relaciona amb el fetge i està lleugerament situat més elevat que el pulmó esquerre. El pulmó esquerre té dos lòbuls: lòbul superior que inclou el culmen i la língula, i el lòbul inferior. El vèrtex o cúpula pulmonar és la part superior dels pulmons, i sobrepassa la primera costella. Té relacions molt importants amb l'artèria i vena subclàvia. La cara costal del pulmó es relaciona amb les costelles i la cara medial es relaciona amb el mediastí on trobem l'hil pulmonar.

Els lòbuls pulmonars estan separats per cissures. El pulmó esquerre presenta la cissura obliqua, que divideix els dos lòbuls. El pulmó dret presenta dues cissures: la cissura major i menor. Cada un dels lòbuls es dividirà en segments. Els segments són les unitats més petites d'un pulmó amb capacitat funcional individual. Són unitats anatòmiques independents amb bronqui, artèria i vena.

Els segments estan separats entre ells per plans fibrosos intersegmentaris ocupats per teixit elàstic. Entre els segments es troben les venes intersegmentàries i els vasos limfàtics (Figura 6).

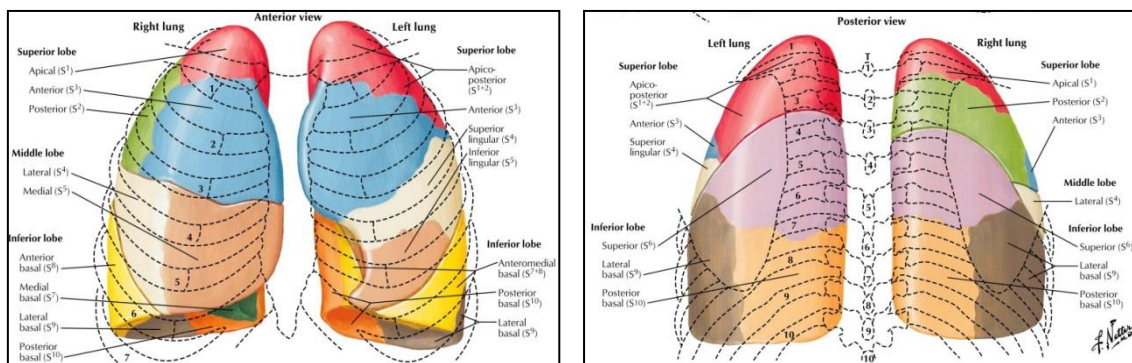


Figura 6: Segments broncopulmonars. Extreta de: Thorax. Netter, Frank H., MD, Atlas of Human Anatomy, Section 3, 193-259. Copyright © 2014 by Saunders, an imprint of Elsevier Inc.

Els pulmons tenen una vascularització sanguínia doble. Tenim dues circulacions a l'organisme<sup>16</sup>: la circulació pulmonar i la circulació sistèmica. El *sistema vascular pulmonar* està compost pel sistema circulatori pulmonar i pel sistema circulatori bronquial (que depèn de la circulació sistèmica). La circulació pulmonar és l'encarregada de transportar sang venosa des dels teixits cap als pulmons amb la finalitat de carregar oxigen i descarregar diòxid de carboni. La circulació pulmonar, a diferència de la circulació sistèmica, és un circuit d'alt flux i baixa resistència, gran capacitat de reserva i baixa pressió. La circulació bronquial proveeix de sang arterial els pulmons perquè aquests teixits puguin satisfer les seves demandes metabòliques. El sistema limfàtic també està implicat en el sistema vascular pulmonar, doncs, és l'encarregat de transportar els fluids del parènquima pulmonar i de l'espai pleural cap a la circulació sistèmica. La *circulació sistèmica major*; és el recorregut de la sang des del ventricle esquerre fins a l'aurícula dreta (Figura 7).

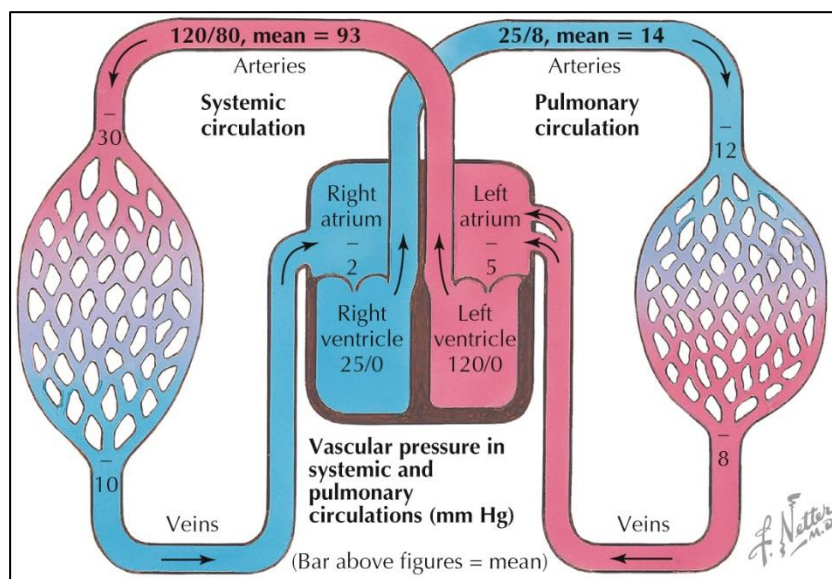


Figura 7: Circulació pulmonar i sistèmica. Ventilació pulmonar i perfusió i difusió de gasos.  
 Extreta de: Mulroney, Susan E., PhD, Netter's Essential Physiology, Chapter 14, 152-168  
 Copyright © 2016 by Elsevier, Inc. All rights reserved.

#### 1.4.4 PLEURA

La *pleura*<sup>17</sup> és la membrana que cobreix la superfície interna de la cavitat toràctica, la cara superior del diafragma i els pulmons. La pleura visceral cobreix la superfície pulmonar, sense pla de separació amb la mateixa i continua amb la pleura parietal que cobreix la paret toràctica, mediastí i diafragma. La irrigació arterial de la pleura visceral prové de les artèries pulmonars i el drenatge a través de les venes homònimes, la irrigació de la pleura parietal depèn de les artèries de la paret toràctica, diafragma i mediastí amb les corresponents venes de drenatge. El drenatge limfàtic de la pleura visceral s'efectua cap als plexes limfàtics peribronquials; aquest drenatge es realitza exclusivament pels vasos limfàtics de la pleura parietal a través d'uns porus d'entre 2 i 4 micres distribuïts al llarg de tota la pleura parietal. Existeixen unes esclotxes d'entre 1 a 10 micres d'ample i de 5 a 30 micres de llarg que posen en contacte directe la cavitat pleural amb els plexes limfàtics. La pleura també és permeable als gasos dissolts en els capil·lars pleurals i aquest fluxe depèn de les diferències de pressions parcials entre els diferents gasos presents en la cavitat pleural i als capil·lars. En condicions normals, el gradient de pressions parcials és d'uns 50 mmHg afavorint la reabsorció del gas cap als capil·lars.

La innervació de la pleura parietal depèn dels nervis intercostals i la de la pleura diafragmàtica dels nervis frènics. Entre les dues pleures hi ha la cavitat pleural amb presència d'una petita quantitat de líquid pleural, al voltant de 0,1 a 0,2 ml/Kg, que forma una capa d'entre 10 i 20 micres que lubrica les superfícies pleurals i permet lliscar una sobre l'altre a les pleures parietal i visceral amb els moviments respiratoris. Aquest líquid té un contingut de proteïnes entre 10 i 15 mg/L generant una pressió oncòtica de 5 cm de H<sub>2</sub>O. El lligament pleural és la unió de les dues pleures que va des del marge inferior de l'hil cap a la base pulmonar. La presència d'una pressió negativa intrapleural permet que el pulmó es mantingui expandit. En presència d'aire, sang o altres fluids a la cavitat pleural les dues superfícies pleurals se separen dificultant la seva funció i produint un col·lapse pulmonar (Figura 8).

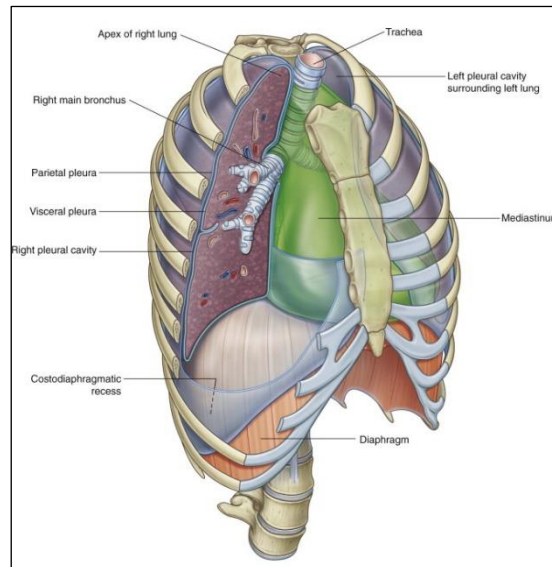


Figura 8: Cavitats pleurals. Extreta de: Thorax. Drake, Richard L., PhD, FAAA, Gray's Anatomy for Students, 3, 121-251. Copyright © 2015, 2010, 2005 by Churchill Livingstone, an imprint of Elsevier Inc.

#### 1.4.5 MEDIASTÍ

El *mediastí*<sup>18</sup> és l'espai anatòmic situat al centre del tòrax entre ambdós pulmons, l'estèrnum i la columna vertebral; allotja òrgans com el cor i serveix de pas a estructures com l'esòfag, la tràquea i els grans vasos. Es divideix en mediastí anterior que està delimitat entre la cara posterior de l'estèrnum i la cara anterior del pericardi. Conté glàndules paratiroides inferiors, nervis laringis recorrents, els vasos braquiocefàlics, timus i ganglis limfàtics. El mediastí mitjà que es troba delimitat cap endavant i enrere pel pericardi. El *pericardi* és una membrana fibroserosa que envolta i protegeix el cor separant-lo de les estructures veïnes. També conté el mediastí mitjà, l'arrel aòrtica, l'aorta ascendent, l'arc aòrtic i les branques principals, l'aorta ascendent, la tràquea, nervis frènics i ganglis limfàtics. El mediastí posterior està delimitat cap endavant per la vora posterior del pericardi i cap enrere pels cossos vertebrals i conté ganglis limfàtics paravertebrals, l'aorta descendent, l'esòfag i cadena del sistema nerviós simpàtic (Figura 9).

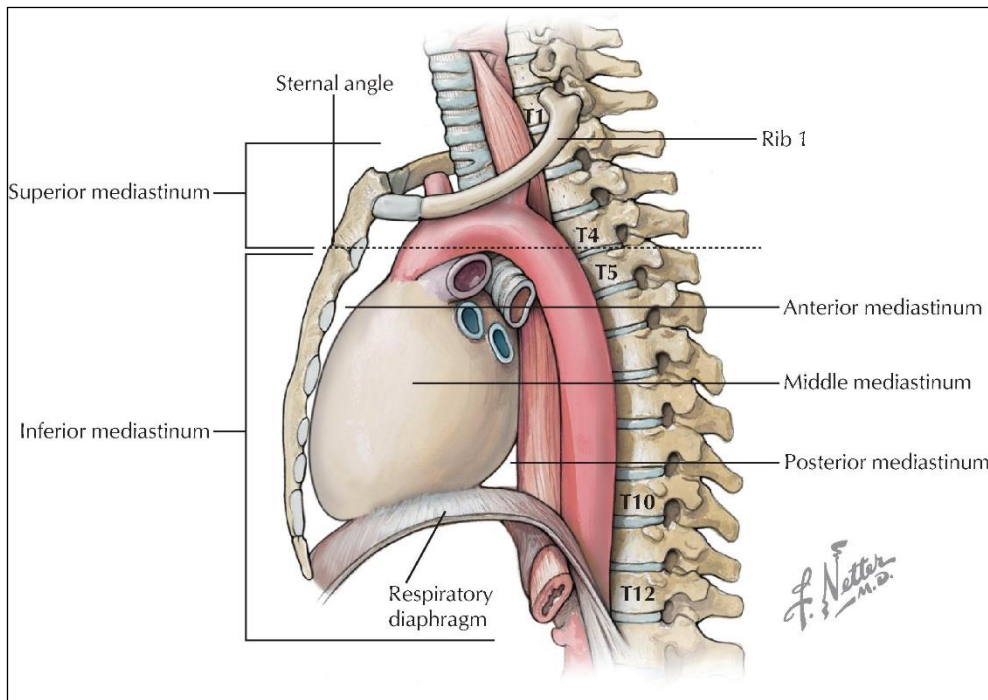


Figura 9: Subdivisions del mediastí. Extreta de: Thorax. Hansen, John, Netter's Clinical Anatomy, chapter 3, 91-154. Copyright © 2023 by Elsevier Inc. All rights reserved.

Els *grans vasos del cos* són l'artèria aorta i les venes cava: L'artèria aorta és el tronc arterial principal de la circulació sistèmica, de teixit elàstic. La vena cava desemboca a l'aurícula dreta, en dues parts; la vena cava superior i la vena cava inferior. Per formar la vena cava superior tenim la unió de dos troncs venosos braquiocefàlics. L'origen de la vena cava inferior es troba a la dreta a la zona vertebral L5, queda separada de l'artèria aorta pel pilar dret del diafragma (Figura 10).

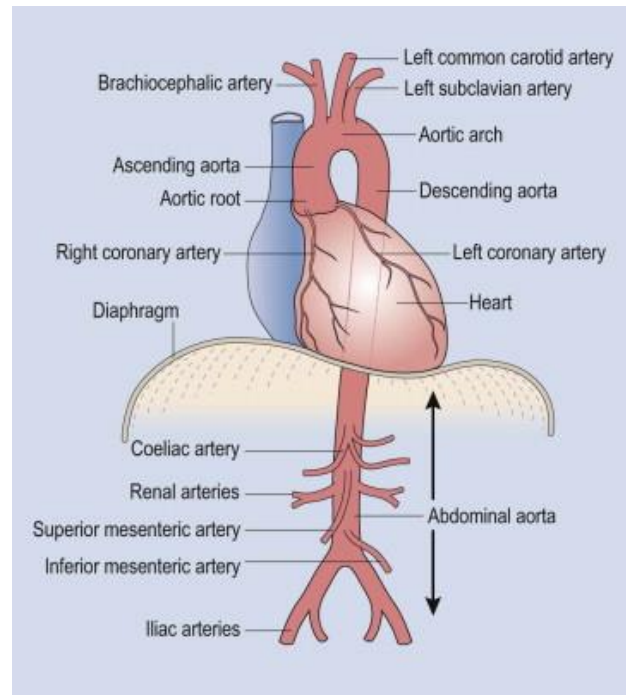


Figura 10: L'aorta. Extreta de: Ryding, Alisdair, BSc(Med Sci)Hons, MBChB(Hons), MRCP (UK), PhD, Essential Echocardiography, Chapter 19, 200-208 Copyright © 2013 . Elsevier Ltd All rights reserved.

El *conducte toràctic* representa el vas limfàtic més gruixut del cos humà i el principal col·lector de limfa. Es localitza a la 2a vèrtebra lumbar i travessa de manera ascendent el diafragma per darrere de l'aorta i de l'esòfag. Porta la limfa de la porció esquerra del cap, coll i tòrax, membre superior esquerre i tot el sector extremitats inferiors.

## 1.5 RECORDATÒRIA DE LA FISIOLOGIA RESPIRATÒRIA

El sistema respiratori<sup>19</sup> té com a funció principal l'intercanvi de gasos entre l'atmosfera i el medi intern de l'individu, prenent oxigen de l'exterior i eliminant l'excés de diòxid de carboni. L'intercanvi de gasos es produeix a la membrana alvèol·lar i l'aire és conduït a través de les vies aèries. Precisa la integritat de factors intrapulmonar i extrapulmonars (centres respiratoris, bomba cardíaca i muscular respiratòria).

La mecànica respiratòria inclou l'estudi de les forces que regulen el moviment del pulmó (mecànica pulmonar) i la caixa toràcica, així com les resistències que aquestes forces han de superar.

La contracció dels músculs inspiratoris genera una pressió més negativa a l'espai pleural, la qual cosa permet el gradient diferencial de pressió entre l'atmosfera i els alvèols i el pas de l'aire (*inspiració*). L'*expiració* condicionada per la relaxació dels músculs inspiratoris i la retracció elàstica del pulmó, és passiva. Encara que en algun moment pot precisar la participació dels músculs espiratoris.

També s'han de tenir en compte les característiques elàstiques del sistema pulmonar- caixa toràcica. Dins de les propietats físiques del pulmó cal destacar alguns conceptes<sup>20</sup> :

La *pressió transpulmonar* ( $P_{tr}$ ) es defineix com la força de distensió del pulmó que serà igual a la pressió alveolar ( $P_{alv}$ ) menys la pressió pleural ( $P_{pl}$ ).

La  $P_{pl}$  és la cavitat pleural manté pressió negativa en relació amb la pressió atmosfèrica, per l'acció de 2 forces oposades: la retracció elàstica del pulmó, per una banda, i la força de la musculatura respiratòria (diafragma i musculatura toràcica) per l'altra. La pressió pleural varia en funció de 2 paràmetres: la gravetat i els moviments respiratoris. La gravetat: en bipedestació la pressió pleural presenta un gradient vertical pel pes del pulmó al voltant de 6 cm de  $H_2O$ , per tant, en repòs respirant a volum corrent, la pressió és menys negativa a la base que a l'àpex. Els moviments respiratoris: la pressió de la cavitat pleural disminueix amb la inspiració forçada i

augmenta progressivament amb l'expiració fins a fer-se positiva en l'expiració forçada.

La *compliança pulmonar o distensibilitat*: capacitat del pulmó per permetre l'expansió pulmonar i la toràcica, determinada pel volum i l'elasticitat pulmonar.

El *retrocés elàstic pulmonar*: tendència a recuperar volum pulmonar de repòs després de distensió.

El *sincronisme ventilatori*<sup>21</sup> : el temps necessari per omplir o buidar diferents regions alveolars és el mateix (s'omplen i buiden alhora). Mitjançant la constant de temps ( $C_t$ ) relaciona la resistència (R) amb la compliança (C).  $C_t = R \times C$ . (Figura 11).

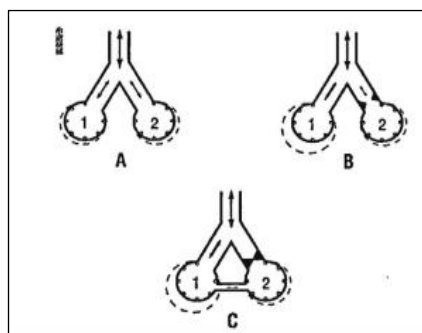


Figura 11. Sincronisme ventilatori. Representa tres possibles situacions de dos compartiments pulmons distals. A) El model inclou dos compartiments (1 i 2) les constants de temps dels quals són iguals, la seva resistència i el mateix compliment són idèntics. B) El compartiment 2 del model presenta una dificultat en pas de l'aire al nivell de la via aèria, la resistència al pas de l'aire en 2 és més gran que en 1. C) La constant de temps es tan llarga en la unitat 2 que continua inspirant tot i que la unitat 1 ja ha començat a exhalar. En cas d'obstrucció total, la ventilació només es distribueix a la unitat oberta, però el compartiment 2 es pot alimentar per ventilació col.lateral.

Extreta de : Postiaux G. La kinésithérapie respiratoire du poumon profond. Bases mécaniques d'un nouveau paradigme. Revue des Maladies Respiratoires (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmr.2013.11.009>

La *R de les vies aèries*: La R dinàmica de la via aèria (circulació de gasos dins de la via aèria) depèn del nombre de vies paral·leles presents. Es subdivideix en vies aèries grans de mida mitjana on la major R és un 40%-50% de la R a VAS, i les vies aèries petites, però nombroses, on la menor R. Segons la Llei Poiseuille és resistència amb flux laminar  $R = 8nl/\pi r^4$ .



El punt d'igual pressió (EPP): Punt en què, durant una espiració activa-forçada (amb  $P_{pl}$  positiva), la pressió interna de la via aèria (PA) s'igual a la  $P_{pl}$  i a partir del qual es produeix una compressió i tancament dinàmic de les vies aèries.  $PA = P_{pl} + P_{st}$ . L'EPP es pot desplaçar cap a més proximal fent pressió espiratòria positiva (PEP) (Figura 12).

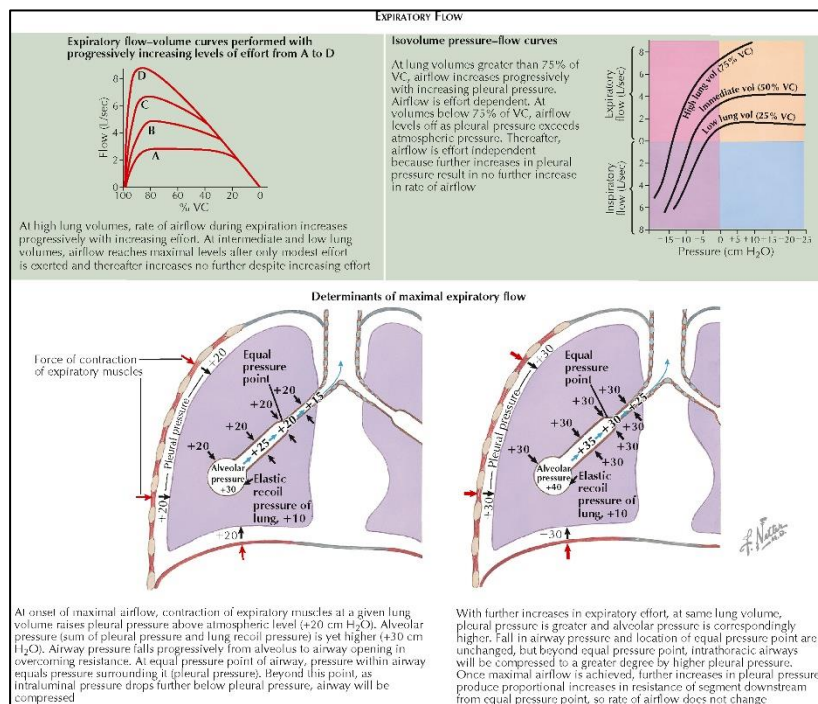
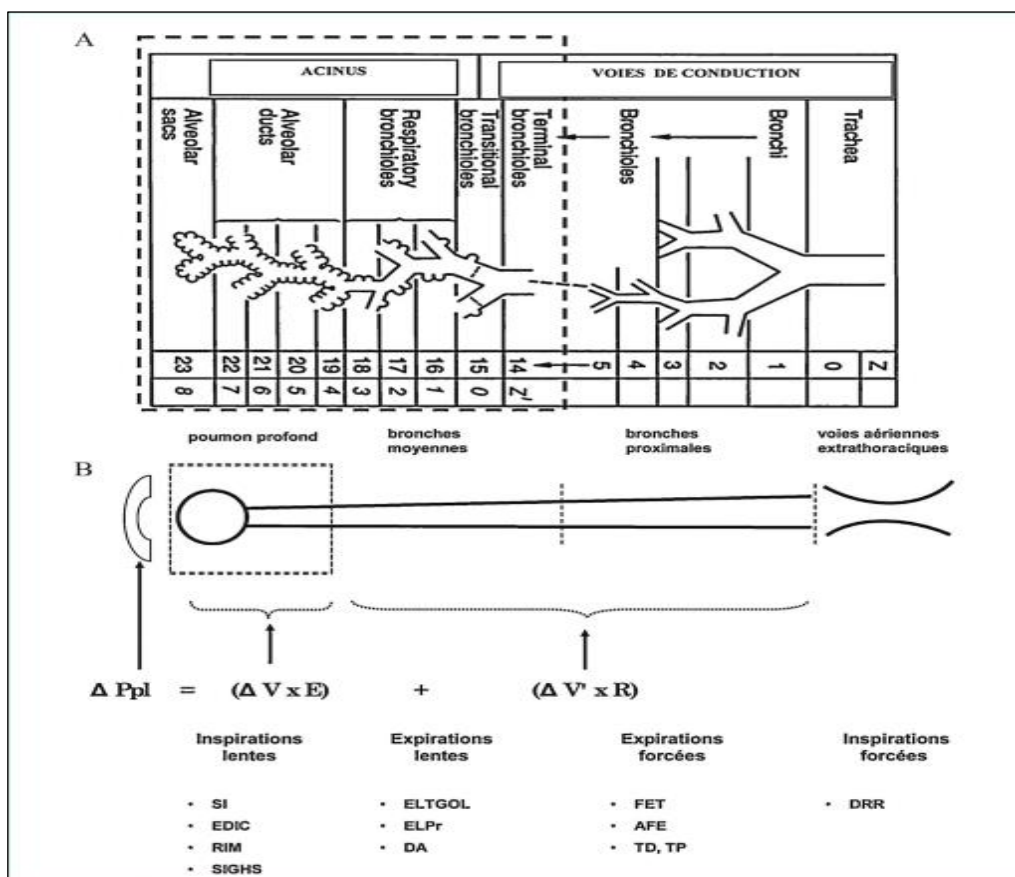


Figura 12. Fisiologia. Exretre de: Kaminsky, David A., MD, Netter Collection of Medical Illustrations: Respiratory System, SECTION 2, 47-79. Copyright © 2011 by Saunders, an imprint of Elsevier Inc.

L'Equació fonamental del sistema respiratori o Equació de Röhler<sup>21</sup> :  $\Delta P_{pl} = V^{\circ} \times E + V' \times R$ . Variació Pressió pleural = Volum x Elastància + Flux x Resistència. Defineix "La ventilació és el desplaçament d'un volum d'aire, sotmès a una elastància que circula a una velocitat determinada per la resistència d'uns conductes." (Röhler 1915) important per relacionar les tècniques de drenatge de secrecions dintre de la fisioteràpia respiratòria (FR), proposat per G. Postiaux (Figura 13).

Figura 13. Equació de Röhler



Extreta de : Postiaux G. La kinésithérapie respiratoire du poumon profond. Bases mécaniques d'un nouveau paradigme. Revue des Maladies Respiratoires (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmr.2013.11.009>

La *ventilació*<sup>22</sup> es pot definir com el canvi de volum que es produeix als pulmons amb cada moviment respiratori. Aquest canvi de volum es produeix per un gradient de pressió entre els alvèols i la boca, com a resultat de l'activitat dels músculs respiratoris i les condicions elàstiques de la caixa toràcica i del parènquima pulmonar. La ventilació és fonamental pel manteniment de l'intercanvi de gasos, sobretot el diòxid de carboni que depèn directament de la ventilació. La captació d'oxigen depèn de la despesa cardíaca i de la diferència arteriovenosa pulmonar.

Hi ha diferències regionals en la distribució del flux sanguini pulmonar que tendeix a ser major en les zones dorsals i basals, el que influeix en la *relació ventilació i perfusió (V/Q)*. En la *perfusió* (quantitat de sang que surt del ventricle esquerre en cada sistole), el flux sanguini pulmonar és més gran a

les zones dorsals i basals i està relacionada amb les pressions interalveolars segons les zones de West. Un trastorn de la relació V/Q pot causar insuficiència respiratòria (IR) (Figura 14).

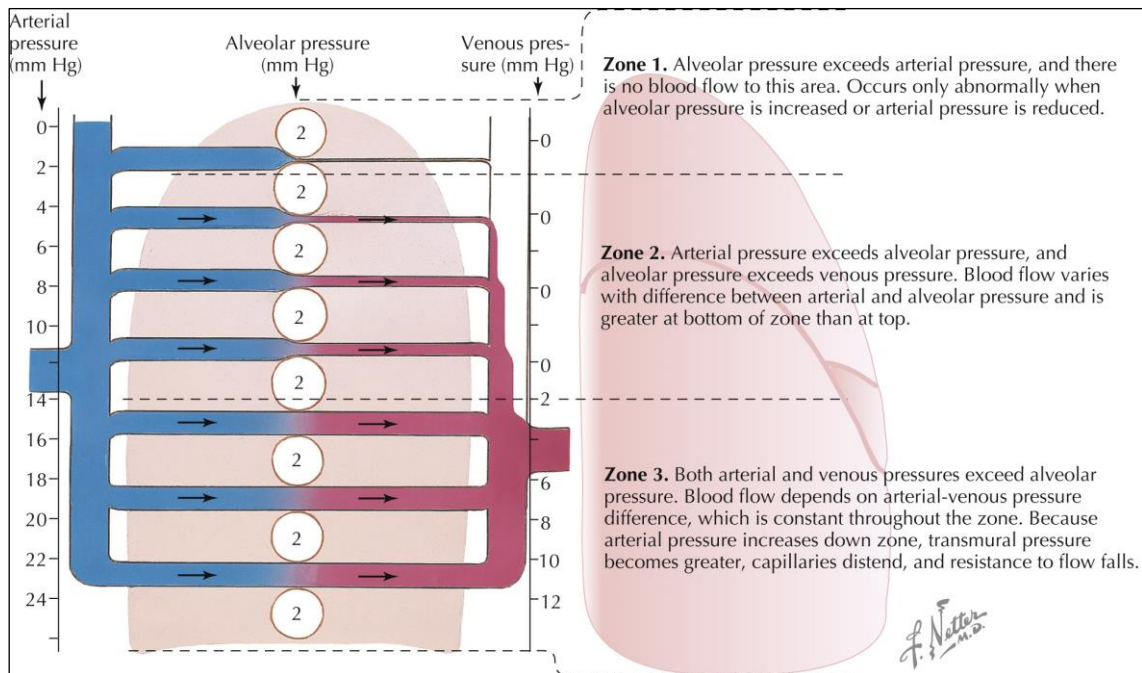


Figura: 14. Distribució del flux sanguini pulmonar Com a resultat de la gravetat, el flux sanguini pels pulmons no es distribueix uniformement en posició dempeus. A l'àpex dels pulmons, la pressió hidrostàtica es redueix, cosa que pot provocar un col·lapse dels capil·lars. Extreta de: Pulmonary Ventilation and Perfusion and Diffusion of Gases Mulroney, Susan E., PhD, Netter's Essential Physiology, Chapter 14, 152-168. Copyright © 2016 by Elsevier, Inc. All rights reserved.

El *control ventilatori* es fa a través de sistemes aferents que van al centre respiratori central (bulb i protuberància). L'activitat dels centres respiratoris està controlada per la informació rebuda de diferents receptors, centrals o perifèrics, informació que adequa els nivells de ventilació a les demandes de l'organisme, a fi de mantenir-ne l'homeòstasi.

La fallada en l'intercanvi gasós pulmonar pot originar una IR, que es tradueix gasomètricament per la presència d'una hipoxèmia amb hipercàpnia o sense. Es defineix la IR, respirant aire ambient i a nivell del mar, la presència d'una  $PO_2 < 60 \text{ mmHg}$  i/o  $PCO_2 > 50 \text{ mmHg}$ <sup>23</sup>

Dins la *mecànica ventilatòria*<sup>24</sup> es descriuen una sèrie de volums i capacitats pulmonars. El volum d'aire inspirat o espirat en un cicle respiratori s'anomena *volum corrent o tidal* ( $V_t$ ). El volum addicional d'aire que entra als pulmons si s'inspira amb el màxim esforç s'anomena *volum de reserva inspiratori* (VRI). Si ens referim al volum addicional d'aire que surt dels pulmons si s'espira amb el màxim esforç, el que s'anomena *volum de reserva espiratori* (VRE). Quan acabem l'espiració forçada, l'aire que queda al pulmó s'anomena *volum residual* (VR). Dins les capacitats pulmonars, tenim el volum pulmonar al final d'una espiració tranquil·la s'anomena *capacitat residual pulmonar* (CRF). Si inspirem fins al màxim des de CRF, tenim la *capacitat inspiratòria* (CI). La suma de CRF i CI és el màxim volum que es pot assolir i es coneix com a *capacitat pulmonar total* (CPT). El volum espirat des de CPT fins a VR és la *capacitat vital* (CV). El mesurament d'aquests volums es pot fer servir un espiròmetre i per pletismògraf (Figura 15).

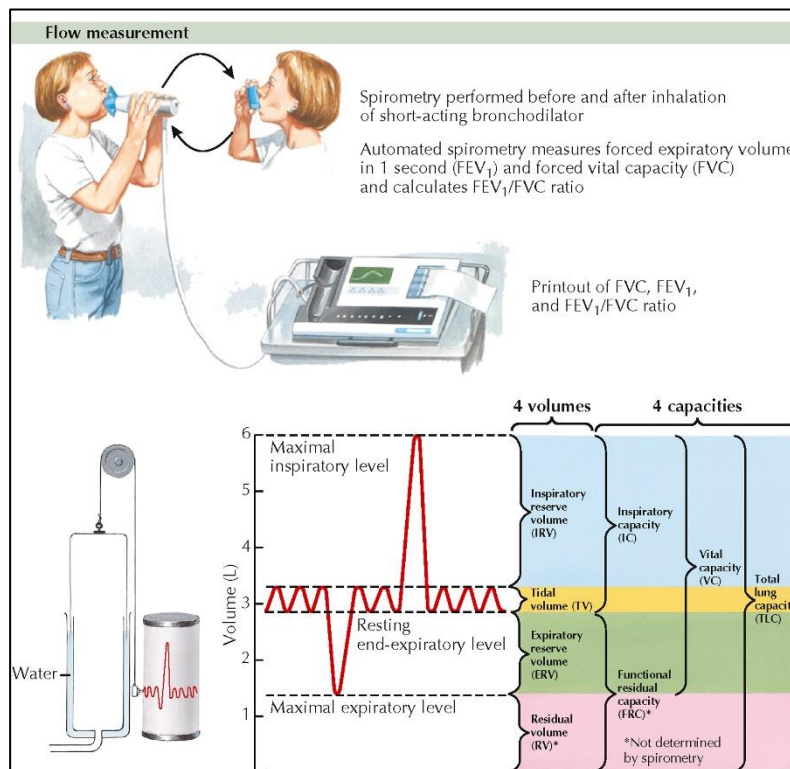


Figura 15. Fisiologia. Extreta de: Kaminsky, David A., MD, Netter Collection of Medical Illustrations: Respiratory System, SECTION 2, 47-79. Copyright © 2011 by Saunders, an imprint of Elsevier Inc.

## 1.6 LESIONS DE LA PARET TORÀCICA, PLEURA I PULMÓ

En els TT podem trobar lesions de diferents òrgans i estructures: lesions de paret toràcica, traumatisme pulmonar, de l'espai pleural, de la via aèria, lesions de l'esòfag, lesions cardíaques i del pericardi, lesions de grans vasos i també lesions diafragmàtiques<sup>25</sup>.

### 1.6.1 PARET TORÀCICA

Dintre de les lesions de la paret toràcica podem tenir **fractures costals** (simples o múltiples amb desplaçament o sense) i **fractures associades a la paret toràcica** (fractures d'estèrnium, clavícula, escàpula i vertebrals).

#### - Fractures costals

Les fractures costals (FC) són les lesions toràciques més freqüents, entre un 10 a un 26% a causa d'un TT i les causes més habituals són per accident de trànsit i caigudes<sup>26</sup>.

Encara que actualment no existeixen criteris de classificació i gravetat universals de les FC ni sistemes de puntuació validats per determinar l'estat o el criteri d'ingrés, els elements a tenir en compte serien: pacients amb  $\geq 3$  fractures costals, més de 65 anys, lesió toràcica oberta, segment inestable o lesions associades greus<sup>27</sup>. La Chest Wall Injury Society 2020<sup>28</sup> proporciona recomanacions per la classificació de les fractures, la localització de les lesions i les lesions inestables (Taula 3) i (Figura 16 i 17) i els criteris segons la Guia Espanyola 2020 (País Basc)<sup>29</sup> (Taula 4).

Taula 3. Classificació de les Fractures Costals, segons Chest Wall Injury Society 2020.

Categories de desplaçament fractures individuals: no desplaçades, compensades, desplaçades (figura 16).
Caracterització de fractures individuals: simple, en falca, complexa (figura 17).
Fractures associades a costelles veïnes definides com una "sèrie" de fractures.
Sectors per a la localització de fractures a la paret toràcica: cartílag costal, anterior, lateral, posterior.
Segment inestable definit com a troballes radiològiques de $\geq 3$ costelles consecutives fracturades en $\geq 2$ llocs.
Tòrax inestable definit com a moviment paradoxal vist a l'examen clínic.
Tòrax inestable anterior definit com a mínim de tres costelles o fractures del cartílag costal a banda i banda.

Extreta de: Edwards JG, Clarke P, Pieracci FM, Bemelman M, Black EA, Doben A, et al. Taxonomia de fractures de costelles múltiples: resultats de l'enquesta de consens internacional de la societat de lesions de la paret toràcica. *J Trauma Acute Care Surg.* 2020;**88**(2):e40-e45.

Figura 16. Categories de desplaçament de fractura costal.

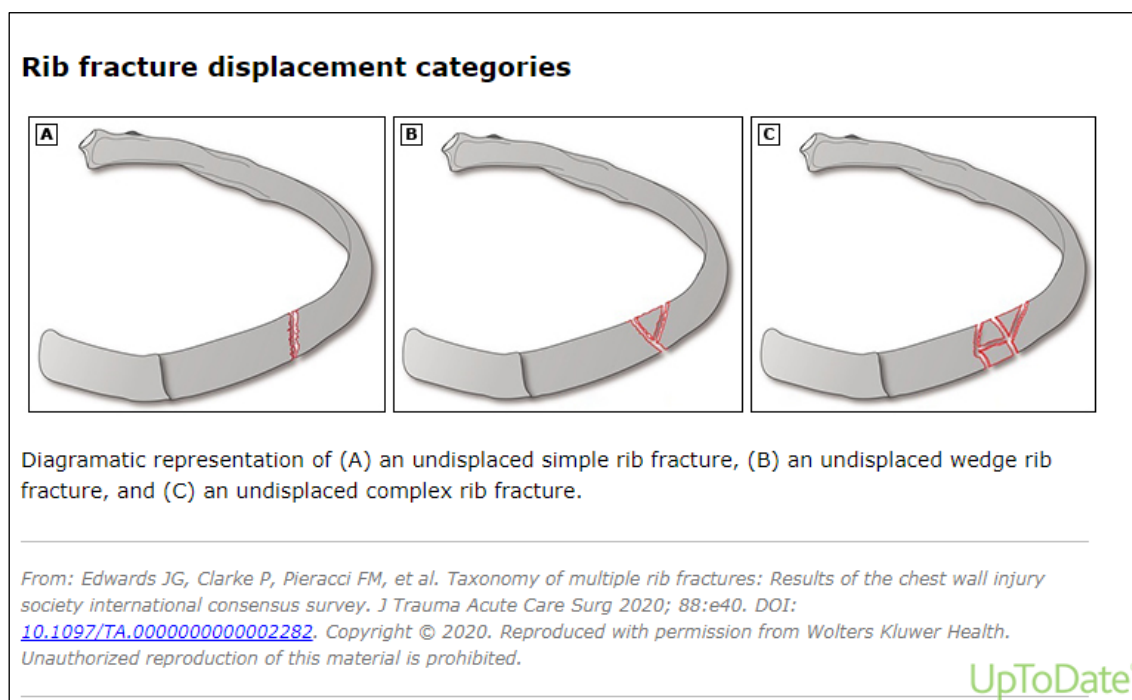
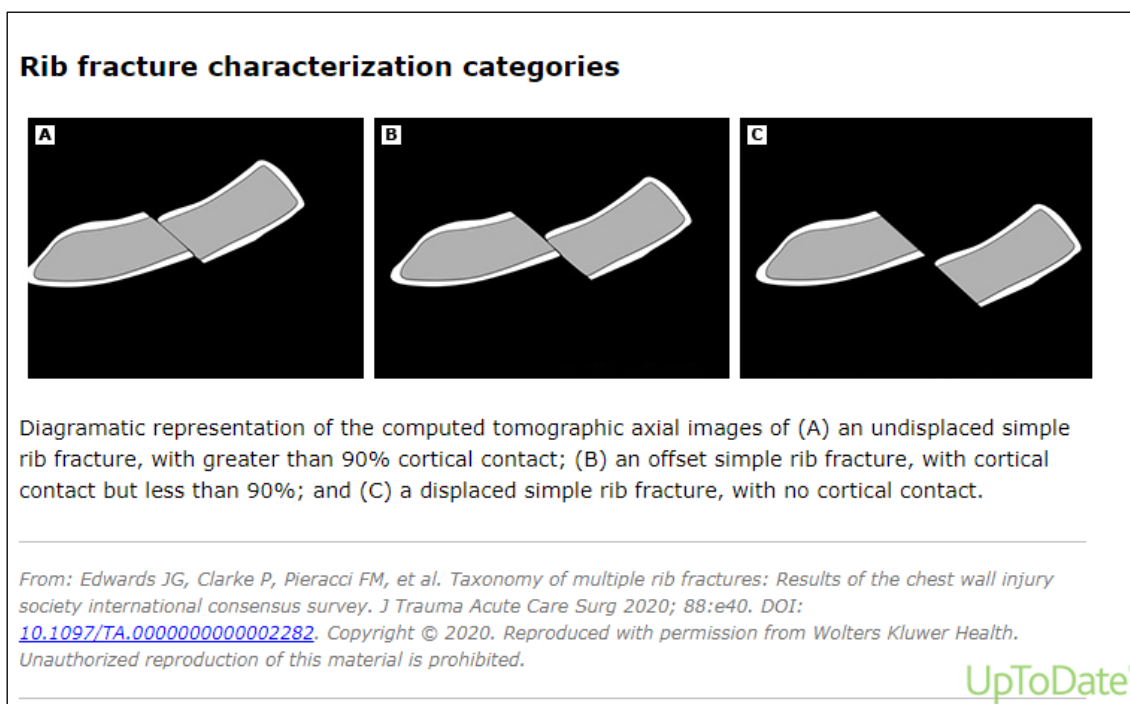


Figura 17. Categories de caracterització de fractures costals.



Taula 4. Criteris d'ingrés dels traumatismes toràcics no greus, segons Guia Espanyola 2020.

<p>Se sugiere ingresar u observar a los pacientes que sufren un TTCNG si:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Requieren drenaje torácico o lesiones extratorácicas asociadas que precisan ingreso.</li><li>• Presentan mal control del dolor con analgesia oral.</li><li>• Presentan insuficiencia respiratoria a pesar de un adecuado tratamiento analgésico.</li><li>• Se trata de pacientes anticoagulados/antiagregados (excepto ácido acetil salicílico (AAS)) con sospecha de sangrado.</li><li>• Concurren factores de riesgo, tales como:<ul style="list-style-type: none"><li>– Edad avanzada.</li><li>– Tres o más fracturas costales.</li><li>– Enfermedad pulmonar crónica u otras enfermedades descompensadas.</li><li>– Anticoagulantes o antiagregantes.</li><li>– Hipoxemia.</li><li>– Vulnerabilidad por dependencia o inadecuado soporte sociofamiliar.</li><li>– Dificultad de acceso al centro sanitario.</li></ul></li></ul>
<p>El paciente con TTCNG que ingresa y no ha necesitado drenaje torácico puede ser dado de alta en 48-72h si no han aparecido complicaciones en ese período de tiempo y si existe un buen control del dolor.</p>

\*TTCNG: Traumatisme toràcic tancat no greu.

Extreta de: Jiménez Maestre U. Grupo de trabajo de la Guía de Práctica Clínica sobre el diagnóstico y tratamiento del traumatismo torácico cerrado no grave. Guía de Práctica Clínica sobre el diagnóstico y tratamiento del traumatismo torácico no grave. Ministerio de Sanidad. OSTEBA; 2020. Guías de Práctica Clínica en el SNS. doi:10.46995/gpc\_604.

La fractura costal solitària o <3 costelles té una importància relativa, però les fractures bilaterals o múltiples (especialment si hi ha més de 3 costelles afectades) incrementen la gravetat del TT<sup>30,31</sup>.

La mortalitat en pacients ingressats amb FC és entre un 10 a un 20% i aquesta augmenta amb un tòrax inestable i en edats avançades<sup>32</sup>.

Les fractures de les tres primeres costelles són secundàries a traumatisme d'alta energia (impactes superiors a 50 km/hora causat per accidents automobilístics o caigudes) i acostumen a ser més greus que les fractures de les últimes costelles per la possibilitat de les lesions d'òrgans associades<sup>25</sup>.

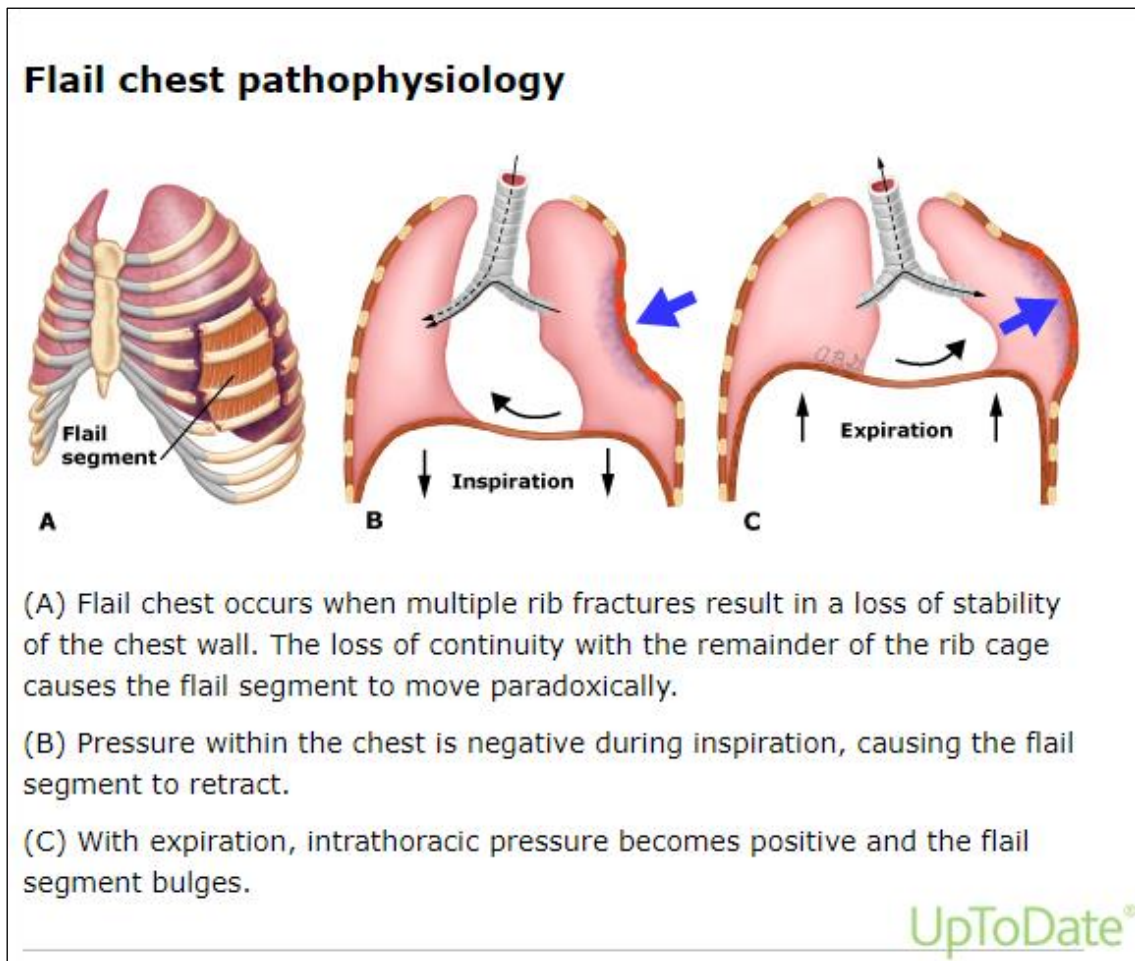
Un altre indicador de gravetat és l'edat, amb majors complicacions en persones de més de 60 anys<sup>33</sup>. Les característiques anatòmiques i fisiopatològiques són diferents de la gent jove i el risc de patir una pneumònia augmenta en un 27% i la mortalitat en un 19%<sup>34</sup> a partir dels 65 anys.

Quan es fracturen 3 o més costelles adjacents, com a mínim en dos llocs del mateix arc costal ocasionant una porció central "flotant" en la paret toràcica, parlem de *volet costal*, *tòrax inestable* o *flail chest*. La porció "flotant" oscil·la de manera paradoxal respecte a la resta de paret toràcica amb la respiració<sup>10</sup> (Figura 18). Es localitza a la zona anterior, lateral i, amb menys freqüència, a la zona posterior. Els volets laterals són els més freqüents i els més mòbils i se situen després de l'estèrnum, entre l'arc anterior i l'arc medià costal; són els que donen més moviment paradoxal. Els volets anteriors se situen a una part de l'estèrnum i s'associa a fractura transversal del manubri esternal; sovint hi ha una compressió del mediastí. Els volets posteriors, se situen entre el raquis i la línia mitjana axil·lar; són poc mòbils<sup>35</sup>.

Els volets costals representen entre 5-13% dels TT<sup>27</sup>, una mortalitat entre el 20 i 40% el que representa un 25% de mortalitat respecte a tots els TT amb un cost elevat de recursos sanitaris, ja que aproximadament un 30% requereixen estades a l'UCI amb una mitjana de 10 dies<sup>36</sup>.



Figura 18. Volet costal.



Extreta de: Legome E (2020). Initial evaluation and management of chest wall trauma in adults. UpToDate [internet]. Access June 11, 2022. Available at: [https://www.uptodate.com/contents/initial-evaluation-and-management-of-blunt-thoracic-trauma-in-adults?source=bookmarks\\_widget](https://www.uptodate.com/contents/initial-evaluation-and-management-of-blunt-thoracic-trauma-in-adults?source=bookmarks_widget).

Les FC i el moviment paradoxal s'associen a una mecànica ventilatòria ineficaç, amb limitació del moviment costal i la tos inefectiva que predisposen a la retenció de les secrecions a la zona traqueobronquial. Durant la inspiració, la contracció del diafragma i els músculs intercostals externs fan expandir la caixa toràctica amb augment de la pressió negativa intrapleural que causa l'expansió de la caixa toràctica no completa i observem compressió pulmonar. L'excessiva mobilitat del segment inestable crea dolor i afecta el moviment de la paret toràctica en conjunt, produint una respiració superficial i una disminució de la ventilació. La tos està limitada per la pròpia mecànica perquè la força expulsiva de la tos es dissipa pel moviment paradoxal de la paret toràctica, afavorint la retenció de secrecions. En conjunt, es pot

desenvolupar una IR per l'alteració de la relació ventilació -perfusió alveolar<sup>37</sup> i afavorir la presència d'infeccions respiratòries per la retenció de secrecions.

Les complicacions respiratòries són freqüents, fins en un 62%. Entre les quals destaquen l'hemotòrax (47%), el pneumotòrax (30,5%), la contusió pulmonar (30%) i la pneumònia (10%)<sup>31</sup>. Les complicacions respiratòries descrites amb les FC es relacionen amb el nombre de fractures ( $\geq 3$ ), la presència de voiet costal i amb l'edat avançada. En fractures bilaterals també augmenta el risc de complicacions que poden arribar a donar seqüeles a llarg termini com fibrotòrax, falta de consolidació de la fractura i dolor crònic<sup>38</sup>.

El dolor musculoesquelètic és la manifestació clínica més important a conseqüència de les FC. És un dolor de característiques punxants que empitjora amb els moviments respiratoris i de la caixa toràcica. A la palpació es pot localitzar de manera fàcil el punt de dolor que correspon a la zona de fractura. Està descrit que el dolor pot durar de 8 a 24 setmanes des del TT<sup>39</sup> i no es relaciona amb el nombre de FC<sup>40</sup>. La presència de dolor toràcic afavoreix la respiració superficial, redueix la CFR i l'eficàcia de la tos amb risc de possibles complicacions respiratòries si el dolor no es controla de manera precoç i efectiu<sup>41</sup>. Una falta de consolidació de la fractura, després dels sis mesos, es considera una *pseudoartrosis*<sup>42</sup> poden desenvolupar un dolor neuropàtic crònic<sup>43</sup>. Aquest dolor crònic pot arribar a una discapacitat a llarg termini<sup>44</sup>.

El diagnòstic radiològic de les FC es realitza sempre inicialment amb una radiografia simple del tòrax (projeccions de graella costal postero-anterior i lateral). En ser la radiografia simple menys sensible a la localització de les FC i la contusió pulmonar, la tomografia computeritzada toràcica (TAC) estaria més indicada en FC múltiples i lesions associades, sempre individualitzant la seva realització<sup>45</sup>. L'ús de l'ecografia pulmonar es podria establir per determinar el número de FC, però requereix més temps respecte a una radiografia, dificultat en accedir a les costelles retroescapulars i infraclaviculars i l'experiència del tècnic, es requereix una corba d'aprenentatge<sup>46</sup>.

El tractament mèdic de la FC es basa a mantenir un bon control del dolor i una bona mecànica ventilatòria.

El tractament del dolor és prioritari i s'ha de controlar de manera precoç. És important un diagnòstic diferencial entre dolor musculoesquelètic i dolor visceral<sup>41</sup>. El tractament utilitzat en el cas d'ingrés hospitalari és una *analgèsia multimodal*, és a dir, una combinació d'analgèsics i tècniques amb la finalitat de potenciar l'analgèsia i disminuir els efectes secundaris. Es pot incloure: analgèsics opioides intravenosos, tècniques analgèsiques regionals i agents intravenosos no opioides. Els analgèsics opioides s'administren mitjançant analgèsia controlada pel pacient (PCA). Les tècniques analgèsiques regionals inclouen els catèters epidurals o el bloqueig intercostal o paravertebral<sup>47</sup>.

El tipus d'analgèsia està controvertit. L'analgèsia amb catèter epidural proporciona un millor control del dolor, millor funció pulmonar, menor mortalitat i una disminució en pneumònies en els casos de tres o més FC<sup>48</sup> respecte als altres mètodes, però és una tècnica complexa i amb risc d'altres complicacions com tromboembolisme venós, mal de cap i infeccions. La PCA<sup>49</sup> s'administra per via endovenosa i el pacient pot activar un bol addicional de morfina. És el primer mètode d'elecció d'analgèsia en les FC, però s'han descrit efectes adversos com la supressió de la tos o la depressió respiratòria demostrant que no és un mètode millor que el catèter epidural i només s'utilitza en determinats pacients amb un bon nivell de comprensió de com administrar l'analgèsia<sup>50</sup>. Els bloqueigs intercostals o paravertebrals sí que redueixen el dolor en repòs i en tossir, però falten estudis comparatius amb altres mètodes d'analgèsia per demostrar la seva efectivitat<sup>51</sup>. La guia de la Trauma Anesthesiology Society (Estats Units), recomana condicionalment *l'analgèsia epidural i l'analgèsia multimodal* com a opcions per a pacients amb traumatisme toràcic tancat, però amb una evidència baixa en aquests pacients amb TT<sup>52</sup>.

A més del control del dolor, és important estabilitzar la paret toràcica per tal de mantenir una bona mecànica ventilatòria. En casos de tòrax inestable i presència d'IR, es plantegen teràpies de suport ventilatori i el tractament quirúrgic de les FC<sup>53</sup>.

Existeixen diferents teràpies de suport ventilatori com són la ventilació mecànica a pressió positiva i l'oxigenoteràpia d'alt flux (ONAF). La ventilació

mecànica (VM) en el cas del TT, millora l'estabilitat de la caixa toràcica i afavoreix més ràpidament la consolidació del focus de fractura<sup>53</sup>, a més d'afavorir un bon intercanvi de gasos a nivell al·veol·capil·lar en els pacients amb IR. Dintre de la VM tenim dos tipus: la ventilació mecànica invasiva (VMI) i la ventilació mecànica no invasiva (VMNI). La VM més habitual és la invasiva, en el que el pacient es connecta al ventilador a través d'un tub endotraqueal o de traqueotomia. Quan la VM s'aplica sense utilitzar una via artificial, es parla de VMNI. En la VMNI s'utilitzen interfases o mascaretes de diferents tipus i talles segons la morfologia facial del pacient, una mala adaptació de la mascareta suposa un fracàs de la VMNI<sup>54</sup>.

En els TT, la VMI ha demostrat tenir més complicacions, major estada a les unitats de cures intensives (UCI) i major mortalitat respecte a la VMNI<sup>25</sup>. La VMNI és la recomanada a les diferents guies nacionals<sup>55</sup> i internacionals<sup>56</sup> en pacients amb IR i tòrax inestable. Encara que no hi ha criteris específics dins de les diferents modalitats de VMNI, la *Intermittent Positive Pressure Ventilation* (IPPV), la *Continuous Positive Airway Pressure* (CPAP) i *Positive End Expiratory Pressure* (PEEP)<sup>57</sup> són les modalitats més utilitzades per tractar la disfunció respiratòria provocada per un tòrax inestable en un TT. S'ha descrit que pacients sotmesos a VMI de més de 5 dies presenten una pitjor qualitat de vida (debilitat muscular i descondicionament cardiorespiratori) al cap de 6 mesos de l'alta hospitalària<sup>58</sup>.

L'ONAF és un sistema d'administració d'oxigen a fluxos superiors a l'oxigenoteràpia convencional, al mateix temps que proporciona cert grau de PEEP. Permet l'administració de fins a 60 l/min de flux d'oxigen amb una fracció inspiratòria d'oxigen controlada a través d'una cànula nasal, amb bona tolerància per la temperatura i el grau d'humidificació amb què s'administra<sup>55</sup>. En el TT, l'ONAF<sup>59</sup> té un paper en el tractament i prevenció de les complicacions relacionades amb les FC, millora la humidificació de les vies aèries evitant la retenció de secrecions i és millor tolerada que la VMNI, però encara no s'ha pogut demostrar que el seu ús és millor que la VMNI<sup>60</sup> i no existeixen recomanacions a les guies.

En alguns casos és necessari recórrer al tractament quirúrgic de les FC que consisteix en la fixació de les costelles fracturades, mitjançant grapes i barres

de titani<sup>61</sup>. En els últims 10 anys ha suposat un avanç tecnològic fent la intervenció més segura i efectiva<sup>62</sup>. L'estabilització quirúrgica del tòrax seria necessària en presència de tòrax inestable i fractures múltiples, sobretot amb lesions anterolaterals o en intubacions perllongades que puguin comportar complicacions respiratòries<sup>63</sup>. Respecte al benefici immediat la fixació costal aporta major millora clínica, funcional<sup>64</sup> i qualitat de vida<sup>65</sup> amb menor mortalitat respecte als tractaments de suport ventilatori (mortalitat del 10% en pacients intervinguts respecte al 21%<sup>66</sup>). També redueix la duració de VMI, la necessitat de traqueotomia<sup>67</sup> i les complicacions respiratòries amb una cirurgia amb poques complicacions<sup>68</sup>. La fixació costal combinada amb videotorascòpia en pacients amb suport ventilatori podria escurçar la duració de l'ús del ventilador i la disminució de l'estada a l'UCI i hospitalària<sup>69</sup>. Tot i això, continua sent una pràctica controvertida<sup>70</sup> malgrat les nombroses publicacions respecte al seu benefici<sup>71-74</sup> (Taula 5).

Taula 5. Maneig quirúrgic de les fractures costals severes.

<p><b>Indicacions:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Insuficiència respiratòria imminent o real a causa de costelles mòbils i doloroses refractàries a les estratègies de maneig del dolor. Això inclou pacients amb tòrax inestable o amb fractures múltiples, de patró no inestable i greument desplaçades.</li> <li>• Important deformitat de la paret toràctica.</li> <li>• Falta de destete de la ventilació mecànica (no per contusió pulmonar).</li> <li>• Costelles significativament desplaçades trobades en toracotomia realitzada per altres motius (p. ex., pneumotòrax obert, laceració pulmonar, hemotòrax retingut, hèrnia diafragmàtica, lesió vascular).</li> <li>• Inestabilitat/deformitat contínua de la paret toràctica o dolor a causa de pseudoartrosi o consolidació defectuosa de fractures costals.</li> </ul>
<p><b>Contraindicacions:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'estabilització d'una fractura costal no s'ha de fer en pacients amb contusió pulmonar greu com a causa d'insuficiència respiratòria o en pacients amb altres lesions concomitants (p. ex., lesió al cap) que impedeixin la separació de la ventilació mecànica.</li> </ul>

Extreta de: Sarani B (2022). Surgical management of severe rib fractures. Uptodate[internet]. Accessed August 23,2023. Available at: [https://www.uptodate.com/contents/surgical-management-of-severe-rib-fractures?topicRef=15152&source=see\\_link](https://www.uptodate.com/contents/surgical-management-of-severe-rib-fractures?topicRef=15152&source=see_link)

- Altres fractures associades a la paret toràctica:

Les fractures que es poden associar a les lesions de paret toràctica són la fractura esternal, la fractura de clavícula, la fractura de l'escàpula i les fractures vertebrals.

- Fractura esternal succeeix en un 18% dels TT múltiples causat per accident de trànsit d'alta energia sobretot per un cop directe al volant del vehicle i l'ús del cinturó de seguretat<sup>10</sup>. Cal descartar lesió cardíaca associada. El tractament d'aquestes fractures és conservador<sup>75</sup>.

- Fractura de clavícula representa un 75% en els TT causats per accident de trànsit, caigudes i esports relacionats amb l'espatlla entre pacients més joves (edats entre 35 a 49 anys)<sup>76</sup>. S'aconsella tractament quirúrgic en els casos de luxació de clavícula i en casos amb associació a FC altes per deformitat en el tòrax<sup>77,78</sup>.

- Fractura escapular representa un 3,7% dels TT causats per accident d'alta energia<sup>79</sup> i el 90% dels casos va associat a lesions pleuropulmonars, com pneumotòrax i contusió pulmonar<sup>10</sup>. El tractament mèdic en la majoria de casos és conservador, però hi ha casos selectius que es podria plantejar una intervenció quirúrgica<sup>80</sup>.

- Fractura de columna vertebral es troba en un 10% a 20% dels TT<sup>81</sup>. Es poden produir per mecanismes de compressió o de fuetada. Freqüentment s'acompanyen de lesions vasculars i nervioses. Són necessaris estudis amb la TAC per si requereix o no-intervenció quirúrgica<sup>82</sup>.

### 1.6.2 PLEURA

En pacients amb TT sempre s'ha de descartar la presència de **pneumotòrax, hemotòrax o pneumomediastí**.

- Pneumotòrax traumàtic.

S'anomena pneumotòrax traumàtic quan hi ha presència d'aire a la cavitat pleural. Aquest aire accedeix a la cavitat pleural a través de la pleura visceral en situacions en què hi ha un augment de la pressió intratoràctica, o a través de la paret toràctica causada per una ferida o traumatisme. El pneumotòrax

provoca un col·lapse del pulmó ipsilateral i eventualment el desplaçament del mediastí contralateral<sup>83</sup>. La incidència del pneumotòrax traumàtic és d'un 25% en traumatismes tancat<sup>84</sup>.

El pneumotòrax pot estar present a l'inici del TT o aparèixer més tardanament<sup>30</sup>. S'ha de sospitar quan el pacient presenta símptomes i signes de dificultat respiratòria i especialment si presenta una asimetria toràcica amb bombament d'un dels dos hemitòraxs. El dolor toràcic i la dispnea són els símptomes més freqüents entre el 80-90% dels casos<sup>85</sup>. Pel seu diagnòstic, habitualment s'utilitza una radiografia de tòrax, però actualment l'ecografia ha demostrat tenir major sensibilitat (98,6%) i especificitat (85,5%) en el diagnòstic i maneig del pneumotòrax. La TAC segueix sent el *gold standard* pel seu diagnòstic. El tractament consisteix en la col·locació d'un drenatge pleural amb l'objectiu d'extreure l'aire de la cavitat pleural mantenint la pressió negativa i aconseguir la reexpansió del pulmó<sup>86</sup>.

El *pneumotòrax a tensió* es produeix per acumulació progressiva i creixent d'aire en l'espai pleural per la creació d'un efecte valvular<sup>3</sup>. El cúmul d'aire en cada inspiració augmenta el col·lapse ipsilateral del pulmó amb el desplaçament de la tràquea i les estructures mediastíniques<sup>83</sup>. Es manifesta clínicament amb dispnea greu i dolor toràcic<sup>87</sup>. Es manifesta clínicament amb dispnea greu i dolor toràcic<sup>30</sup>. S'ha de tractar de forma immediata amb la col·locació d'un drenatge toràcic per descomprimir l'hemitòrax i evitar la mort del pacient per col·lapse de les estructures vasculares mediastíniques.

El *pneumotòrax obert*<sup>10</sup> es produeix per traumatismes penetrants amb entrada d'aire a través de la ferida de la paret o eventualment per laceració de la tràquea o bronqui. Es tracta amb la col·locació d'un drenatge toràcic i tancament de la ferida. És habitual associar-se a un hemotòrax (hemopneumotòrax).

#### - Hemotòrax traumàtic.

L'hemotòrax és la presència de sang en la cavitat pleural. Aquesta sang pot sorgir dels vasos sanguinis pulmonars i intercostals o mamaris<sup>88</sup>. És una conseqüència molt freqüent dels TT, entre 25% o superior segons el nombre de FC<sup>25</sup>.

L'hemitòrax massiu requereix una actuació immediata amb la col·locació d'un drenatge pleural per drenar-lo, quantificar el sagnat i valorar la indicació quirúrgica<sup>89</sup>. Una quantitat de sang inferior a 700-800 mL es considera un hemitòrax simple<sup>3</sup>.

Les tècniques d'imatge mostraran la presència de líquid a la cavitat pleural. Per confirmar el diagnòstic és necessari fer una toracocentesi que demostrï la presència de sang a cavitat pleural.

Entre un 60 i 90% dels casos que presenten un hemitòrax traumàtic necessitarà la col·locació d'un drenatge pleural<sup>90</sup>. Aquesta intervenció està relacionada amb complicacions respiratòries com lesions iatrogèniques: hemitòrax residual, empiema i pneumònies<sup>91</sup>. Encara està en controvèrsia si en aquests casos cal mantenir una conducta expectant sense col·locació de drenatge pleural<sup>92</sup> i l'ús d'antibiòtic profilàctic per reduir el risc d'empiema i pneumònia<sup>93,94</sup>.

Malgrat la col·locació del drenatge pleural, en un 9,3% dels casos pot quedar un hemitòrax residual que a llarg termini desenvoluparà una paquipleuritis i fibrotòrax. Això suposa una morbiditat i possible mortalitat dels pacients a llarg termini amb repercussions sobre el sistema sanitari (ingressos hospitalaris)<sup>95</sup>.

La fisioteràpia respiratòria (FR) és un tractament que es realitza a la pràctica diària i que es recomana en les guies clíniques<sup>25,29,96</sup> amb l'objectiu d'afavorir la reabsorció de l'hemitòrax o minimitzar les adherències residuals, encara que no hi ha consens en les tècniques a realitzar<sup>97</sup>.

#### - Pneumomediastí traumàtic:

El pneumomediastí és la presència d'aire en el mediastí. Aquest aire pot provenir del pulmó, vies aèries, esòfag i cavitat peritoneal. Es troba entre un 3-10% dels pacients amb TT causat per accident de trànsit d'alta velocitat<sup>98</sup>. El pneumomediastí traumàtic és desencadenat principalment pel procés fisiopatològic anomenat *efecte Macklin*<sup>99</sup>: es produeix el trencament alveolar, l'aire s'estén per l'interstici pulmonar fins a arribar al mediastí i a altres regions anatòmiques (pneumoperitoneu). També pot ser secundari a una lesió traqueobronquial (6%) o esofàgica (0,1-1,6%)<sup>100</sup>.



## DRENATGE PLEURAL.

La col·locació d'un drenatge pleural és el tractament de primera elecció en les lesions pleurals (pneumotòrax i hemotòrax traumàtics). És necessari per part del fisioterapeuta respiratori conèixer el material i els dispositius que s'utilitzen, ja que és important un tractament d'inici precoç en aquests casos<sup>101</sup>.

Consisteix en la introducció d'un catèter flexible a la cavitat toràcica a través de l'espai intercostal, amb l'objectiu de facilitar l'eliminació del contingut líquid o aire per establir la re-expansió pulmonar. La selecció del calibre del catèter pleural (entre 8 i 36F) ve determinat pel flux i viscositat del fluid a drenar. Aquest tub de drenatge es connecta a un sistema d'aspiració contínua entre 15-20 cmH<sub>2</sub>O per facilitar la sortida, en sentit unidireccional per evitar el retorn de l'aire o líquid que s'evacua, i un sistema de drenatge de tres càmeres (recol·lectora, segellat d'aigua i control de l'aspiració)<sup>102</sup>.

Existeixen diferents models amb el mateix disseny de tres càmeres; els models més senzills són el de Bülow (segell d'aigua), els insonors (amb aigua però sense bombolleig) i els sistemes digitals: model Thopaz Quick Card® que permet la mobilització del pacient amb succió i una representació gràfica de fuites d'aire i disposa d'alarma i bateria<sup>103</sup>

També existeix la vàlvula d'Heimlich (pneumotòrax) vàlvula unidireccional que s'utilitza combinant amb els altres models per evitar que el flux o aire vagi cap enrere. També permet la deambulació del pacient i realitzar un tractament domiciliari.

1. CAMBRA RECOL·LECTORA: recollida del líquid pleural per poder valorar els tipus de líquid, quantitat i velocitat de buidament.

2. CAMBRA DE SEGELLAT D'AIGUA: dona pas a la sortida de l'aire de la cavitat pleural a la càmera, però no la seva entrada. Si apareix bombolleig significa que hi ha una fuga d'aire. Si hi ha fluctuacions indiquen canvis de pressió en la cavitat pleural durant les respiracions del pacient. Si aquestes fluctuacions són menors significa que la cavitat pleural està més tancada i el pulmó s'està re-expandint. Si no hi ha fluctuacions significa que hi ha una obstrucció en el tub de drenatge toràcic.

3. CÀMERA CONTROL D'ASPIRACIÓ: es troba un nivell d'aigua d'aspiració que regula la intensitat de l'aspiració. En els models de segell d'aigua s'ha de mantenir un bombolleig suau<sup>104</sup>.

En els pacients portadors de drenatge pleural el personal de fisioteràpia ha de tenir en compte una sèrie de precaucions<sup>103</sup>:

- Els pacients poden presentar un quadre vagal.
- El sistema de drenatge s'ha de mantenir vertical i per sota del nivell del tòrax del pacient.
- S'ha de valorar la presència d'emfisema subcutani.
- S'ha d'evitar traccions i no doblegar el tub en les mobilitzacions dels pacients o en els desplaçaments.
- En cas de sortida accidental del drenatge, segellar el punt d'inserció amb un apòsit estèril i comunicar-lo al facultatiu.
- No s'ha de pinçar mai el tub de drenatge si hi ha fuita d'aire en el segellat de l'aigua.

El drenatge toràcic es retira quan s'objectiva la re-expansió pulmonar i no hi ha fuita d'aire entre les 24-48 h en un pneumotòrax o si drena menys de 150 ml de líquid en un hemotòrax<sup>105</sup>.

### 1.6.3 PULMÓ

En el pulmó destaquen la presència de **contusió i laceració pulmonar**.

#### - Contusió pulmonar

La contusió pulmonar es defineix com una hemorràgia alveolar i una destrucció del parènquima després d'un TT<sup>106</sup>. És la lesió pulmonar més freqüent que s'associa a un TT amb una incidència del 30% al 75% dels casos. La TAC toràcica és més sensible que la radiografia simple de tòrax en la detecció d'aquesta. El tractament consisteix en l'administració d'oxigen, i en casos més greus, el suport ventilatori<sup>53</sup>.

#### - Laceració pulmonar

El teixit pulmonar resulta esgarrat o tallat. És una lesió més greu que la contusió perquè implica destrucció de l'arquitectura del pulmó. Resulta en pneumotòrax, hemotòrax o hemopneumotòrax. Pot tancar-se sense fer res, produint l'estancament de la sang i formar un quist d'aire (pneumatocele) o sang (hematoma pulmonar). Tenen una evolució més lenta que la contusió i poden trigar mesos a resoldre completament. Són freqüents en nens i adults joves per la flexibilitat més gran de la paret toràcica, la qual cosa provoca major probabilitat de lesió pulmonar<sup>107</sup>. El tractament es basa en una lobectomia o pneumonectomia en els casos més greus i la mortalitat operatòria és entre el 25% i el 30% segons l'extensió de la resecció pulmonar<sup>25</sup>.

#### 1.6.4 ALTRES LESIONS ASSOCIADES AL TT

##### - Lesions de la via aèria.

Les lesions traumàtiques de via aèria succeeixen a 2-2,5 cm de la carina en el 75% dels casos, més freqüent en bronqui principal dret. La incidència de lesió traumàtica de la via aèria és entre 0,5% i 3% dels TT<sup>108</sup>. L'afectació de la via aèria acostuma a ser ruptures del cartílag i s'acompanyen amb pneumomediastí, emfisema subcutani o pneumotòrax. Les lesions es poden presentar de manera tardana en el 5% al 80% dels casos després de les primeres 24-48 hores del TT. Una TAC toràcica i una broncoscòpia serien les proves a realitzar si hi ha sospita de lesió. El tractament acostuma a ser conservador, però si cal cirurgia ha de ser prioritari<sup>109</sup>. La mortalitat en pacients amb lesions traumàtiques de via aèria són baixes, d'un 9%<sup>110</sup>.

- Lesions de l'esòfag.

Les lesions esofàgiques traumàtiques són poc freqüents en els TT. Són mortals si no es detecten després de 24 hores del traumatisme. La mortalitat global és entre un 20% i un 30% dels casos<sup>108</sup>. Les lesions s'originen a nivell cervico-toràcic a l'esòfag distal. Es trenca l'esòfag a nivell distal, normalment per la banda esquerra. La clínica inicial pot passar desapercebuda, però la més habitual és l'odinofàgia o vòmits de sang. Les troballes radiològiques són l'embassament pleural i pneumomediastí. La TAC toràcica helicoidal amb contrast hidrosoluble pot suggerir pneumomediastí i hidropneumotòrax. Un esofagograma seria la prova diagnòstica d'elecció si hi ha sospita de perforació esofàgica. El tractament seria quirúrgic amb reparació primària i col·locació de drenatge al voltant de la zona reparada i amb sonda nasogàstrica<sup>111</sup>.

- Lesions cardíques.

La lesió cardíaca causa el 25% dels morts immediatament després del TT. La contusió cardíaca és la lesió cardíaca més freqüent i s'origina en el ventricle esquerre per la proximitat a la caixa toràcica anterior. Pot donar lloc a ruptures valvulars, de miocardi i pericardi. La mortalitat és entre un 10% i 70% dels casos<sup>112</sup>.

Existeix una incidència del 18% i el 62% entre la relació de fractures d'estèrnum i anomalies cardíques, troballes anormals d'ecocardiografia més freqüent en les fractures d'estèrnum de manubri i en les fractures amb desplaçament<sup>113</sup>.

La radiografia toràcica pot suggerir un eixamplament de la silueta cardíaca i una fractura esternal, el que obliga a descartar una lesió cardíaca. L'ecocardiografia-doppler és la prova d'elecció en aquests casos<sup>25</sup>.

El taponament cardíac per acúmul de sang o líquid en el pericardi<sup>114</sup>, es diagnostica per una pericardiocentesi. En cas d'instabilitat hemodinàmica requerirà intervenció urgent<sup>2</sup>.

- Lesió de l'aorta i grans vasos

Les lesions de l'aorta i grans vasos són deguts a accidents de trànsit d'alta energia i caigudes d'alçada. Els casos de ruptura total, deguda a l'hemorràgia massiva els pacients moren en el mateix lloc de l'accident. Només aquelles ferides que s'ha fet contenció tenen la possibilitat d'un tractament quirúrgic. Les lesions de l'aorta i grans vasos s'associen a fractures de les primeres costelles i fractures d'estèrnum<sup>25</sup>.

La majoria d'aquestes lesions es poden diagnosticar per l'arteriografia multiplanar, TAC toràcica helicoidal, ressonància magnètica nuclear o ecografia transesofàgica<sup>115</sup>.

El tractament seria la reparació quirúrgica primària o resecció i la interposició de stents endovasculars. En el cas de la reparació aòrtica està descrit que el 22% moren en la sala de reanimació, el 28% després d'uns dies a l'hospital i el 14% desenvolupen una paraplegia posterior. Actualment, amb la col·locació de stents endovasculars la taxa de mortalitat postprocediment és superior al 10%<sup>108</sup>.

- Lesió diafragmàtica traumàtica.

La lesió diafragmàtica traumàtica és cada vegada més prevalent per l'accident de trànsit. La ruptura diafragmàtica es produeix en el 0,8% a 8% dels casos de tots els TT. No sembla letal almenys en les primeres hores. Si no, més d'alt risc per les lesions associades importants tant abdominals com toràciques<sup>116</sup>. La incidència és 0,8% i l'1,6% en contusions abdominals i entre 10 i el 15% en ferides toràciques. El costat més afectat és l'hemidiafragma esquerre i la cirurgia per laparoscòpia o toracoscòpia és el tractament més adient<sup>117</sup>.

En la radiografia simple de tòrax, objectivar signes com l'elevació de l'hemidiafragma afectat, pèrdua del contorn diafragmàtic, embassament pleural, atelèctasi pulmonar basal, fractures de les últimes costelles i la presència de gas en l'estómac o en l'intestí<sup>118</sup> pot suggerir lesió diafragmàtica. En la TAC toràcica els signes que ens permeten detectar una ruptura diafragmàtica són: la visualització discontinua del diafragma, l'hèrnia intratoràcica de les vísceres abdominals i el signe del "collar"<sup>119</sup>.

## **1.7 FISIOTERÀPIA RESPIRATÒRIA EN EL MANEIG DEL TRAUMATISME TORÀCIC.**

Si ens centrem en les fractures costals, com afectació més freqüent en els TT, ja hem comentat que el primordial en el seu tractament és el control del dolor, suport ventilatori i fixació quirúrgica en alguns casos. La FR és un component important i s'ha d'incloure dintre dels equips multidisciplinaris pel maneig del TT. La FR s'ha de realitzar de manera precoç amb l'objectiu de millorar l'estat respiratori, controlar el dolor, reduir complicacions respiratòries i seqüeles funcionals<sup>97</sup>.

## **1.8 TRACTAMENT DE FISIOTERÀPIA RESPIRATÒRIA EN LES FRACTURES COSTALS**

En pacients amb traumatismes lleus, amb lesions aïllades amb <3 FC pot ser suficient l'analgèsia i la utilització de l'inspiròmetre d'incentiu (ICI).

En pacients amb TT que precisen ingrés hospitalari per tenir  $\geq 3$  de fractures costal o tòrax inestable amb o sense lesions associades greus és imprescindible tenir un equip amb recursos i experiència en el maneig de FC<sup>120</sup>.

És important saber en quina fase del traumatisme es troben, ja que el tractament del TT de pacients amb  $\geq 3$  fractures costals o tòrax inestable amb o sense lesions associades greus es realitza en dues fases. El tractament de FR és molt diferent segons la fase posttraumàtica de les FC i la situació clínica en el que ens trobem.

Es considera **fase. I**, a la fase posttraumàtica immediata que pot durar entre 15 - 20 dies després del traumatisme; és la fase abans de la consolidació òssia.

La fase posttraumàtica secundària, o **fase II**, és la que correspon a la fase de consolidació; la seva durada va dels 15- 20 dies als 45 -60 dies<sup>121</sup>.

## - **TRACTAMENT DE FISIOTERÀPIA RESPIRATÒRIA EN FASE I.**

En aquesta fase el tractament va dirigit a aconseguir una disminució del dolor, afavorir la permeabilitat de la via aèria, prevenir o millorar la hipoventilació secundària al dolor, aconseguir l'estabilització pneumàtica interna i de les FC o tòrax inestable i mantenir una estàtica raquídia correcta.

Des del punt de vista de la FR disposem de diferents tècniques que descrivim a continuació<sup>97</sup>.

### - **Tècniques específiques de tractament:**

#### **1. Tractament antiàlgic:**

Els efectes del dolor en les FC s'ha comentat anteriorment. Dintre del tractament de FR, existeixen diferents estratègies educatives pel maneig del dolor agut com a intervencions no farmacològiques en el TT:

##### - Tècniques de control respiratori:

Les tècniques de control respiratori són exercicis de respiració profunda. En realitzar una respiració profunda es produeixen canvis de pressions intratoràciques que augmenten l'activitat cardíaca vagal i l'estimulació de baroreceptors reduint el dolor<sup>122,123</sup>. Jafari H, et al.<sup>124</sup> va poder demostrar que la respiració lenta i profunda és més efectiva per reduir el dolor si es realitza una respiració a baixa freqüència (6 respiracions per minut) i amb una relació inspiració/espiració més baixa, és a dir, amb una espiració més perllongada. Gammatopolou E, et al.<sup>125</sup> va aplicar la tècnica de Cicle Actiu Respiratori (CAR) en pacients de  $\geq 3$  FC, teòricament classificada com una tècnica manual de drenatge de secrecions. Té una part que consta d'una respiració profunda lenta amb expansió de la caixa toràcica i va poder demostrar millor control del dolor respecte a un grup control.

Les tècniques de control respiratori serien les més utilitzades pel control del dolor en FC. Existeixen altres tractaments antiàlgics dintre de la fisioteràpia,

però han estat poc estudiats i en la pràctica clínica poc utilitzada en aquest tipus de pacients<sup>97</sup>:

- L'estimulació elèctrica transcutània (TENS): amb anglès *transcutaneous electrical nerve stimulation*, consisteix en l'aplicació d'elèctrodes de corrent elèctric polsada a través de la pell per aconseguir una acció analgèsica<sup>126</sup>. Freynet, et al.<sup>127</sup> en una revisió sistemàtica, confirmen l'eficàcia del TENS associada a l'analgèsia habitual dolor agut millora en el control del dolor i la recuperació del pacient.

- Kinesiotaping: Es basa a aplicar tires adhesives- elàstiques. Fa una sensació de protecció com a efecte antiàlgic i psicològic. Aquest tipus de contenció permet assegurar una immobilització relativa sense limitar la mobilitat de l'altre hemitòrax<sup>128</sup>.

Un altre tipus d'embenat, seria la fixació ajustable, però pot limitar més la mobilitat a la zona costal<sup>129</sup>.

## **2. Tècniques manuals de drenatge de secrecions:**

En casos de pacients que presentin una tos humida i expectoració o tinguin una patologia associada com és una malaltia respiratòria crònica, s'utilitzen tècniques de modulació del flux espiratori. Es diferencien dos tipus de tècniques de modulació del flux espiratòries: tècniques espiratòries lentes i ràpides<sup>130</sup>.

- Les tècniques espiratòries lentes: aquests tipus de tècniques espiratòries lentes milloren el transport mucociliar optimitzant la interacció gas-líquid. Això es dona durant la fase espiratòria, gràcies a una reducció parcial del diàmetre de la via aèria mitja i un increment de la velocitat del pas de l'aire a través de les secrecions bronquials fins a la 8a-10a generació bronquial. Al mateix temps, per assegurar un correcte transport mucociliar, es recomana l'obertura completa de la glotis, evitant així qualsevol mena de fre espiratori.



Aquestes tècniques són: Espiració lenta a glotis oberta en inferolateral (ELTGOL.)<sup>131</sup>, Drenatge Autogen (DA)<sup>132</sup>.

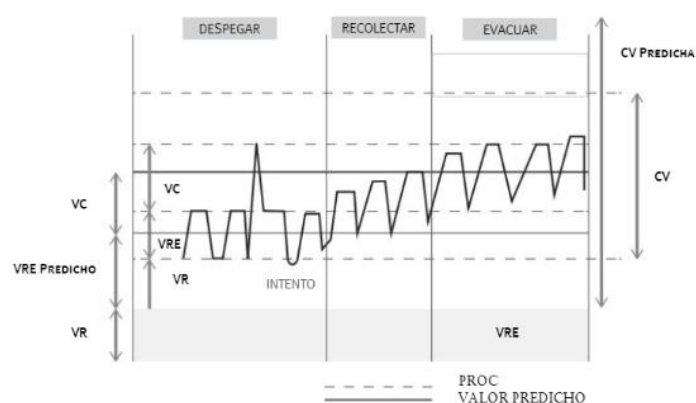
2.2 Les tècniques espiratòries ràpides: són complementàries de les tècniques lentes per completar el drenatge de secrecions de l'arbre bronquial. Drenar les secrecions bronquials fins a la 5a generació bronquial, són més proximals i facilitar-ne l'expulsió. Poden aparèixer efectes no desitjats, com broncoespasme, col·lapse de la via aèria. Les tècniques són: Tècnica d'inspiració forçada (TEF)<sup>133,134</sup>, Cicle Actiu Respiratori (CAR)<sup>135</sup> i la Tos<sup>136</sup>.

De totes les tècniques descrites les que presenten un major nivell d'evidència són l'ELTGOL, DA i el CAR<sup>137</sup>.

La tècnica **ELTGOL**<sup>138</sup> en el cas del TT estaria contraindicada per la realització en decúbit lateral, risc de desplaçament costal.

La tècnica de **DA** es defineix com una tècnica mitjançant la modulació del flux i del nivell ventilatori. El DA treballa amb inspiracions i espiracions lentes a diferents nivells de volum pulmonar i quan es localitza la secreció es modula el flux d'aire a aquell nivell pulmonar concret, per tal d'expulsar el moc. És una tècnica activa i autoadministrada i també potser assistida per pacients no col·laboradors principalment pel dolor<sup>134</sup> (Figura 19).

Figura 19. Diagrama representatiu del DA.

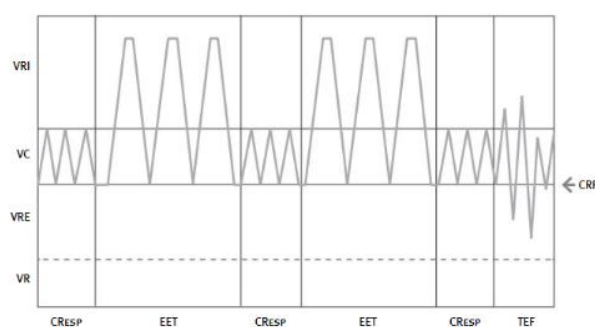


\*CV: capacitat vital, VRE: volum de reserva espiratori, VC: volum corrent, PROC: patró respiratori obstruït crònic.

Extreta de: Núñez-Flores T, Herrero Cortina B, Muñoz Castro G, Ríos Cortés AT. Técnicas manuales para el drenaje de secreciones bronquiales: técnicas espiratorias lentas. In: Martí Romeu JD, Vendrell Relat M. Técnicas manuales e instrumentales para el drenaje de secreciones bronquiales en el paciente adulto. Respira-Fundación española del pulmón-SEPAR. Barcelona:Respira;2013, p.36

La tècnica **CAR** és una tècnica que engloba tres fases control respiratori, expansions toràciques i TEF. Cada fase té les seves funcions. La fase de control respiratori prevé el broncoespasme i disminueix el risc de dessaturació. La fase d'expansió toràctica augmenta el volum de cada inspiració millorant la ventilació col·lateral i afavoreix el moviment de les secrecions. La fase TEF augmenta el transport mucociliar en vies proximals<sup>135</sup> (Figura 20).

Figura 20: Volums pulmonars durant el CAR.



\*VRI: volum de reserva inspiratori, VC: volum corrent, VRE: volum de reserva espiratori, VR: volum residual, CRF: capacitat funcional residual, Cresp: control respiratori, EET: exercicis d'expansió toràctica, TEF: tècnica d'expiració forçada

Extreta de: Balañá Corberó A, Gimeno-Santos E. Técnicas manuales para el drenaje de secreciones bronquiales: técnicas espiratorias forzadas. In: Martí Romeu JD, Vendrell Relat M. Técnicas manuales e instrumentales para el drenaje de secreciones bronquiales en el paciente adulto. Respira-Fundación española del pulmón-SEPAR. Barcelona: Respira; 2013, p.43.

La **Tos**<sup>134</sup> com a tècnica de drenatge de secrecions de vies proximals, està limitada pel dolor en els pacients amb TT. És una espiració forçada explosiva que intervé en la defensa de l'arbre traqueo-bronquial per expulsar les secrecions. Existeixen diferents tipus de tos que s'utilitza dintre del tractament de FR; la Tos Espontània, la Tos Dirigida o Controlada, la Tos Provocada i la Tos Assistida.

La **Tos Dirigida**<sup>21</sup> o **Controlada** utilitzada en els pacients amb debilitat muscular respiratòria per dolor postquirúrgic o en pacients amb TT<sup>97</sup>. És una tos guiada pel fisioterapeuta i es pot realitzar a diferents volums pulmonars: una tos a alt volum pulmonar (des de CPT), també una tos a baix volum pulmonar (des de CRF). La guia de la tos es pot fer verbalment o amb pressió

manual toràcica o abdominal durant l'inspiració<sup>139</sup>. Important instruir al pacient a contenir la zona adolorida i evitar una tos irritativa<sup>134</sup>.

El temps de les sessions seran curtes perquè l'expectoració és dolorosa i el pacient pot estar molt fatigat<sup>121</sup>.

### **3. Educació postural**

L'educació postural en els pacients amb TT ajuda a mantenir una bona estabilitat del tòrax i ajuda a controlar el desplaçament de les fractures costals. Les posicions que s'haurien d'evitar en la fase immediata són els decúbits laterals, els moviments de columna (flexions anteriors i/o laterals, rotacions de tronc) i evitar amplituds màximes pel que fa a la cintura escapular ipsilateral<sup>121</sup>. El control postural de la caixa toràcica en situacions de limitacions articulars com és en el pacient amb FC, pot ajudar a disminuir el dolor en els moviments i millorar l'estat funcional del pacient com està descrit en altres patologies de caixa toràcica<sup>140</sup>.

### **4. Tècniques de reeducació ventilatòria**

Aquestes tècniques tenen com a objectiu augmentar l'eficàcia respiratòria, millorant l'intercanvi de gasos al·veol·capil·lar. També manté la flexibilitat i mobilitat de la caixa toràcica. Així aconsegueixen disminuir el treball respiratori i dessensibilitzar la dispnea i, per tant, millorar la qualitat de vida<sup>141</sup>.

#### **- LA RESPIRACIÓ ABDOMINO- DIAFRAGMÀTICA:**

És una tècnica de ventilació a baixa freqüència amb un volum corrent elevat. Està indicat en parèsies diafragmàtiques (disminució de l'excursió de les fibres del diafragma), en situacions de després d'un acte quirúrgic per l'efecte de l'anestèsia<sup>142</sup>. També en patologia pleural (embassament pleural, hemotòrax) es formen adherències pleurals que limiten el moviment del

diafragma. En el cas dels TT, s'utilitza per optimitzar la ventilació dirigida a la zona abdomino -diafragmàtica i prevenir seqüeles pleurals en hemotòrax residuals<sup>143</sup>.

#### - LA RESPIRACIÓ A FRE DE LLAVIS

És un tipus de respiració que produeix una ventilació més fisiològica i eficient. També un augment del volum corrent, un millor intercanvi gasós i una disminució en el consum d'oxigen. Durant l'expiració es manté una PEP de 5cmH<sub>2</sub>O. És una tècnica descrita per la dessensibilització de la dispnea, dessaturació a l'esforç i com a tècnica d'estalvi energètic en pacients amb malaltia pulmonar obstructiva crònica<sup>144</sup>.

En el TT podria ajudar com a estratègia terapèutica de control ventilatori.

#### - TÈCNIQUES D'EXPANSIÓ PULMONAR

Consisteixen en respiracions profundes lentes. Es realitza en temps inspiratori màxim a gran volum pulmonar, fins CPT, seguit d'una apnea al final de la inspiració entre 3 i 5 segons per afavorir el reclutament alveolar<sup>141</sup>. La finalitat d'aquests dos aspectes és facilitar la ventilació col·lateral entre unitats alveolars, afavorir una ventilació homogènia i reduir l'asincronisme alveolar (distribució desigual de la ventilació). Això millora la re-expansió pulmonar amb un augment del volum pulmonar i també la mobilitat de la caixa toràcica. Aquesta tècnica es pot realitzar en diferents posicions; decúbit supí, sedestació i en decúbit lateral. En la posició decúbit lateral es coneix la tècnica exercici a dèbit inspiratori controlat (EDIC) de l'autor Guy Postiaux<sup>138</sup>.

L'**EDIC** és una tècnica que es pot desenvolupar de manera activa-assistida i autoadministrada. Consisteix a fer maniobres inspiratòries lentes i profundes seguides d'una pausa teleinspiratòria, és a dir, al final del temps inspiratori, realitzades en decúbit lateral col·locant la regió a tractar a nivell supralateral. El pulmó supralateral està més estès, amb un volum de repòs major, i experimenta un petit canvi de volum durant la inspiració. S'aprofiten els efectes de l'expansió passiva obtinguda per la hiperinflació. En realitzar inspiracions lentes i profundes s'aconsegueix una insuflació màxima del pulmó no depenent que, sumada al temps de parada teleinspiratòria, produeix l'obertura de la ventilació col·lateral i permet l'arribada d'aire als

espais aeris perifèrics, als que no arribava per existir una obstrucció important o completa de les vies<sup>145</sup>.

Les tècniques d'expansió pulmonar s'indiquen en processos que cursin amb pneumònia i atelèctasi localitzades, embassaments pleurals i per prevenir complicacions respiratòries postoperatòries toràciques, cardíques i cirurgia abdominal superior<sup>146</sup>.

En el TT en la fase. I, la posició lateral amb risc de desplaçament costal suposa una limitació per poder executar la tècnica. En la fase. II, estaria més indicada per consolidació òssia i afavorir la mobilitat costal afecte<sup>121</sup>.

En el cas dels pacients amb TT immediat amb  $\geq 3$  FC o tòrax inestable, en realitzar una expansió pulmonar en temps inspiratori, existeix una pressió negativa fisiològica durant la inspiració que en el cas de tenir més de tres FC, afavoreix una depressió costal o enfonsament costal amb el risc de desplaçament i pèrdua de volum pulmonar i deformitat de la caixa toràcica<sup>147</sup>.

Existeixen dispositius que faciliten la respiració profunda: l'ICI i la PEP. Es parla amb més detall en l'apartat Suport instrumental en la FR.

## **5. Mobilització precoç.**

La mobilització precoç està encaminada a proporcionar un estímul motor, sensitiu i propioceptiu amb l'objectiu de millorar l'estat funcional del pacient, mantenir la capacitat cardiorespiratòria, preservar la força i la deambulació a l'alta hospitalària<sup>148</sup>.

Criteris descrits per a la interrupció de tractament de fisioteràpia respiratòria i motora:

- Aparició de símptomes durant el mateix que suggereixin arrítmia o isquèmia miocàrdica (dolor toràcic, palpitations, dispnea, fatiga, intolerància a l'exercici).
- Saturació d'oxigen: < 90% de disminució o un canvi des de la

línia basal > 4%. • Freqüència respiratòria: > 30 rpm. • Despreniment o desplaçament artificial de la via aèria (en UCI). • Pressió arterial sistòlica: < 90 mmHg o > 140 mmHg. • Freqüència cardíaca: < 40 o > 120 lpm. • Febre > 38°C. • Hemoptisi. • Asincronia pacient/ventilador. • Canvi important en l'estat d'alerta del pacient, ja sigui disminució del nivell de consciència o augment de la inquietud motriu, s'interromprà i s'avisarà el personal d'infermeria. • En cas de pacients amb patologia neurològica: pressió intracranial (PIC) > 20 mmHg. • Petició voluntària del pacient de suspendre tractament. • Altres: la desconexió de qualsevol tubuladura del tractament o monitoratge connectada al pacient (en UCI). Aquells esdeveniments de seguretat que es poden resoldre en el moment, com ara saturació, freqüència respiratòria, desconexió de tubuladures, etc., permetran, una vegada resolts, continuar amb el tractament<sup>149</sup>.

L'aplicació precoç estaria dintre dels primers 2-5 dies del tractament motor o físic que es realitzaria en pacients crítics. Existeixen diferents tècniques de mobilització que s'aplicaran en funció de l'estat de consciència i la col·laboració del pacient:

- La mobilització específica potser passiva, activa assistida o activa.
- Tonificació muscular. Treball actiu contra resistència per grups musculars (concèntrica, excèntrica o isomètrica) o amb ajuda tècnica amb cicloergòmetre.
- Estimulació muscular transcutània; contracció muscular per corrent elèctric externa.
- Treball de l'equilibri; treball propioceptiu de reforçament muscular estàtic.
- Postures específiques; mantenir una articulació en una posició per donar una funció.
- Pla de verticalització; prevenir problemes hemodinàmics i recuperació del to muscular.
- Ajudar a la mobilització total o parcial als moviments del pacient.
- Vora del llit; mantenir el pacient a la vora del llit per avaluar la tolerància del pacient en posició asseguda i la capacitat per realitzar la transferència.
- Marxa activa o amb ajuda. Marxa amb caminador o amb ajuda d'una persona per recuperar les possibilitats de deambulació i autonomia<sup>139</sup>

L'eficàcia de la mobilització precoç està demostrada en els serveis de traumatologia<sup>150</sup>, en el maneig postoperatori<sup>151</sup> i en els pacients crítics està demostrada<sup>152</sup> en relació amb una reducció de complicacions respiratòries, millora funcional i reducció estada hospitalària. En el pacient amb TT, les guies donen un paper fonamental en la intervenció de fisioteràpia d'inici a l'ingrés hospitalari amb la mobilització precoç més altres tractaments amb FR<sup>153</sup>. La mobilització precoç consta d'un inici precoç de la sedestació i deambulació segons tolerància i control del dolor.

## **6. Teràpies de suport ventilatori no invasiu**

Els pacients poden requerir teràpies de suport ventilatori a pressió positiva (VMNI/CPAP) per coexistència d'insuficiència respiratòria hipercàpnica<sup>55</sup>, per fracàs ventilatori. L'adaptació al tractament es realitza per part del fisioterapeuta expert en respiratori. Aquesta fase és molt important per aconseguir un bon compliment i adherència al tractament<sup>154</sup>.

### **- TRACTAMENT DE FISIOTERÀPIA RESPIRATÒRIA EN FASE II**

Fase de consolidació òssia. Els objectius de la reeducació són eliminar els dolors residuals, obtenir una amplitud de la mobilitat costal en temps inspiratori (tècniques d'expansions toràciques; EDIC), respiració abdomino-diafragmàtica, harmonitzar els moviments ventilatoris i efectuar un reentrenament a l'esforç<sup>121</sup>.

## **1.9 SUPORT INSTRUMENTAL A LES TÈCNIQUES DE FISIOTERÀPIA RESPIRATÒRIA**

Existeixen diferents dispositius com a estratègies de respiració profunda com són els ICI i els aparells de PEP<sup>146</sup>. No existeix cap estudi comparatiu actualment en els pacients amb TT sobre quin tipus de dispositiu és més efectiu<sup>97,155</sup>.

### **1.9.1 TÈCNICA D'INSPIRÒMETRE D'INCENTIU (ICI)**

L'ICI és un dispositiu que s'utilitza per afavorir l'expansió pulmonar que consisteix a realitzar inspiracions lentes i profundes mitjançant una peça bucal<sup>156</sup>. A més, proporciona un feedback al pacient, ja que aquest visualitza el volum d'aire que ha d'inspirar i això el motiva per augmentar el volum inspirat. Es precisa l'ús de la musculatura inspiratòria i la participació activa del pacient<sup>138</sup>.

#### **-Objectiu**

L'objectiu dels ICI és incentivar al pacient a realitzar una bona educació en fer unes inspiracions llargues, lentes i profundes, mobilitzar volums pulmonars, tenir un bon control ventilatori i visualització del treball ventilatori<sup>157</sup>.

#### **-Indicacions i contraindicacions**

L'ICI està indicat en situacions de risc de complicacions respiratòries postoperatòries toràciques, cardíaques o abdominals, presència d'atelectàsis, augment de l'expectoració o en situacions que es predisposa a una disminució de la capacitat residual funcional, períodes llargs d'enllitament, alteracions restrictives<sup>157</sup> i pacients amb capacitat inspiratòria inferior a 2,5 litres<sup>158</sup>.

La ICI està contraindicada en pacients no col·laboradors o que no puguin entendre el procediment del dispositiu, hemoptisis activa o altres situacions que no es pugui realitzar una respiració profunda com és el dolor o amb disfunció del diafragma o si presenten una capacitat inspiratòria reduïda <1,3 litres<sup>157</sup>.



Les guies de pràctica clínica desaconsellen l'ús de l'ICI en les complicacions postoperatòries<sup>159-161</sup> i en l'embassament pleural<sup>143</sup> de manera rutinària. Com a tractament preoperatori, l'ús d'ICI pot ser beneficiós i reduir complicacions postoperatòries en cirurgia cardíaca<sup>162</sup>. En una metaanàlisi publicada l'any 2023, l'ús de l'ICI ha mostrat reduir les complicacions pulmonars de cirurgia toràcica i els dies d'ingrés<sup>163</sup>. La guia clínica pel maneig del TT exposa, que no hi ha diferències significatives en l'aparició de complicacions respiratòries postoperatòries en realitzar tècniques d'expansió de caixa toràcica amb ICI o sense<sup>29</sup>. Encara que existeix controvèrsia a la literatura i en la pràctica habitual, és el dispositiu que s'utilitza més per incentivar la respiració profunda, fàcil d'explicar amb accés a qualsevol professional sanitari i un dispositiu econòmic<sup>164</sup>.

#### -Realització de la tècnica

La inspiració ha de ser lenta i màxima, però no necessàriament ha d'anar precedida d'una espiració màxima. Perquè l'exercici sigui efectiu s'ha d'inspirar un volum equivalent a 2 o 3 volums corrents, segons Postiaux<sup>138</sup>.

Es demana al pacient que faci una espiració lliure, fora del dispositiu ICI, posteriorment introdueix la peça bucal del dispositiu dintre de la boca i ha d'inspirar lenta i de manera profunda observant alhora els nivells de volum (quantitat d'aire a inspirar) i flux (velocitat) que el fisioterapeuta pot determinar prèviament com a idonis. Abans de tornar a espirar fora de l'aparell, és recomanable fer una pausa de com a mínim uns 3-5 segons. Espirar de nou lliure fora de l'aparell.

No està clara la pauta que s'ha de seguir. Segons els experts hauria de ser un total de 30 minuts<sup>165</sup>. S'aconsellen diferents pautes a fer: 10 respiracions cada 2 hores, 15 respiracions cada 4 hores, o també 3 sèries de 10 respiracions profundes cada 2 hores. En cirurgia toràcica, 5 a 6 repeticions de 2 a 3 sèries<sup>166</sup>. En pacients amb TT, es recomanen 5 a 10 respiracions, 3 cops al dia<sup>29</sup>.

### -Tipus de dispositius

Hi ha dos tipus d'ICI: l'ICI de volum i l'ICI de flux.

**L'ICI de volum** dona un feedback, ja que amb una inspiració lenta produeix una elevació de l'èmbol. Té dos tipus de feedback; el feedback de volum que consisteix en un èmbol que puja a mesura que el pacient inspira, responsable de marcar la quantitat de litres o mil·lilitres que mou el pacient en CI, i el feedback de flux, encarregat d'indicar al pacient si ho està executant correctament, o si està anant a una velocitat excessivament lenta o ràpida.

**L'ICI de flux** requereix una inspiració més forta i ràpida perquè es produeixi el feedback. Aquest dispositiu està compost per diferents boles (segons els model) i el pacient ha d'intentar aixecar-les totes<sup>130</sup>.

Hi ha estudis que han pogut demostrar que l'ICI de volum comporta una menor activació de la musculatura accessòria, afavoreix el patró diafragmàtic i redueix la freqüència respiratòria. En canvi, l'ICI de flux requereix una major activitat de la musculatura accessòria i produeix una freqüència respiratòria major que els de volum<sup>167,168</sup>. Està descrit que pacients amb la utilització de fluxos elevats en velocitat poden arribar a acabar en alcalosi respiratòria<sup>165</sup>.

No hi ha estudis comparant els dos tipus d'ICI amb les complicacions respiratòries en pacients amb TT<sup>29</sup>.

En els pacients amb TT, està descrit en un estudi prospectiu que l'ús d'ICI tipus flux, no millora els hemotòrax residuals causats pel traumatisme<sup>169</sup>. Hi ha controvèrsies sobre l'ús d'ICI en les guies de maneig del TT. En pacients amb FC  $\geq 3$ , la guia espanyola recomana per opinió d'experts, l'ús de l'ICI de volum respecte a l'ICI de tipus flux, però amb suport d'un tractament òptim del personal de FR<sup>29,170,171</sup>. Segons les guies internacionals del TT<sup>27</sup>, en lesions aïllades amb  $< 3$  FC pot ser suficient l'analgèsia i l'ús de l'ICI de volum.

Evidència encara limitada respecte el tractament de la FR d'elecció en FC de  $\geq 3$  costelles per discernir incloure l'ús de l'ICI o PEP<sup>172</sup>.

S'ha de realitzar de manera diària. Supervisat pel fisioterapeuta i que el pacient ho faci de manera autònoma durant la resta del dia<sup>157</sup>.

### 1.9.2 TÈCNICA DE PRESSIÓ ESPIRATÒRIA POSITIVA (PEP)

La PEP-Therapy és una tècnica desenvolupada l'any 1970 a Dinamarca, i avui dia extensa per tota Europa i Canadà<sup>172</sup>.

La PEP-Therapy implica que el pacient respiri contra un flux o resistència per produir una pressió positiva a la via aèria. El dispositiu PEP generalment incorpora una vàlvula d'una via que permet una inspiració sense restriccions i una resistència a l'expiració, sigui mitjançant una vàlvula de resistència o per mitjà d'un orifici, que pot variar la mida per mantenir una pressió espiratòria entre 10-20 cmH<sub>2</sub>O<sup>173</sup>.

Aquesta pressió positiva creada per la PEP durant l'expiració influeix l'entrada de més aire als canals col·laterals, promovent així una distribució més uniforme de la ventilació. La PEP a la zona endobronquial també pot evitar el col·lapse precoç que es pot produir a les vies respiratòries bronquials inestables, augmentant el nivell de la CRF durant el cicle de la respiració amb PEP, per tant, permetent una millora en el drenatge de secrecions<sup>174</sup>.

#### -Objectiu

Augmentar la pressió endobronquial entre 10- 20 cmH<sub>2</sub>O i així augmentar la CRF, millorar la ventilació col·lateral (reclutament alveolar) i disminució del volum de tancament de la via bronquial<sup>175</sup>.

#### -Indicacions i contraindicacions

Indicacions de la PEP: qualsevol persona més gran de 4 anys, sempre que pugui seguir les instruccions. Està indicada en la patologia hipersecretora, atelèctasi, hipoventilació alveolar i en l'elevació d'un hemidiafragma. Com a contraindicacions està descrit en pacients que no tolerin l'augment del treball respiratori (exacerbacions de la MPOC o debilitat neuromuscular), pressió intracranial superior 20 mmHg, inestabilitat hemodinàmica, cirurgia o trauma facial, oral o cranial recent, sinusitis aguda, epistaxis, cirurgia esofàgica, nàusees, hemoptisis activa, en bulles a nivell pulmonar per risc de ruptura alveolar, el pneumotòrax sense drenatge toràcic per augment de la fuga aèria i la presència d'otitis mitjana per risc augment de la pressió dels tubs d'Eustaqui<sup>176</sup>.

### -Realització de la tècnica

Al pacient se li demana realitzar una inspiració profunda nasal fins a un volum inspiratori 1/2 a 2/3 de la seva CPT dirigida a mobilitzar un volum d'aire superior al volum corrent. Després una pausa inspiratòria de 3 segons i una espiració lenta-normal fins a CRF. La duració del temps espiratori ha de tenir una relació I/E d'1:3 o 1:4. El nombre de cicles respiratoris és generalment entre 10 i 20. Encara que no hi ha un consens de la pauta òptima, en pacients postoperatoris realitzaven durant 10 minuts com a mínim 1 cop al dia<sup>177</sup> o 30 respiracions cada hora<sup>178</sup>. Un estudi del nostre centre<sup>147</sup>, es realitzava 10 respiracions cada hora. L'aplicació dels dispositius PEP s'ha de realitzar amb presència d'un fisioterapeuta, per ensenyar la utilització correcta de la tècnica<sup>165</sup>.

La neteja i desinfecció dels dispositius en general, es realitza amb aigua sabonosa, remull i esbandir després de cada ús. La desinfecció amb detergent instrumental (5 min) després de cada ús. Rentavaixelles 70°C o bullir; 1 cop per dia o per setmana. El temps d'utilització: 6-12 mesos. Respectar les recomanacions específiques de cada dispositiu.

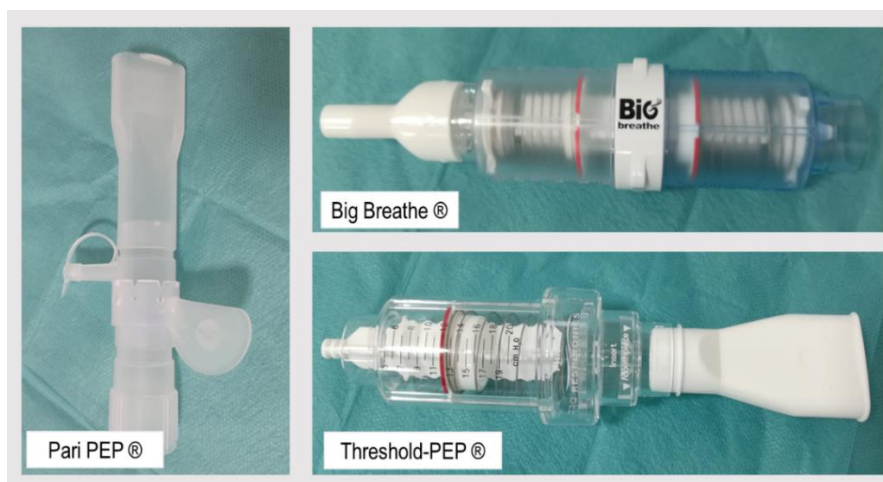
### -Tipus de dispositius PEP

Existeixen dos tipus de dispositius PEP: la PEP fixa i la PEP oscil·lant<sup>179</sup>.

La **PEP fixa**, és un dispositiu PEP que implica que el pacient respiri contra una resistència llindar o de flux fixa per produir pressió positiva a la via aèria.

Diferents dispositius de resistència llindar fixa: Big Breathe®, Threshold-PEP® i dispositius de resistència de flux fixa: PEPmask®, TheraPEP®, PariPEP®, EZPAP® (Figura 21).

Figura 21. Models de dispositius PEP fixa.



Font de referència pròpia.

La **PEP oscil·lant**; és un dispositiu que implica que el pacient respiri contra una resistència llindar o de flux variable per produir pressió positiva a la via aèria.

Aquesta resistència variable o oscil·lant estimula la freqüència pròpia dels cilis ( $12 \pm 2 \text{ Hz.}$ ), modifica les característiques reològiques del moc (viscoelasticitat) i millora la interacció gas-líquid.

Diferents dispositius de resistència llindar oscil·lant; *PEP-Bottle*, *AerobiKa®*, *Acapella®*, *Flutter®* i *Shaker®* i de resistència de flux oscil·lant; *Quake®* (Figura 22).

Figura 22. Models de dispositius PEP oscil·lant



Font de referència pròpia.

El dispositiu *PEP-Bottle* o *PEP-Bubble*<sup>180</sup> és un dispositiu amb una ampolla amb PEP. Consisteix en una ampolla d'aigua que té un orifici d'entrada de >8mm. El nivell d'aigua es mesura des de la base de l'ampolla, uns 10-12 cm d'alçada de l'ampolla. Col·loquem un tub flexible de diàmetre de >8 mm i de longitud entre 20 a 80 cm. El tub ha d'estar uns 2-3 cm per sobre de la base de l'ampolla. És un bon feedback pel soroll i visualització de les bombolles d'aigua en realitzar la tècnica. En aquest dispositiu s'ha de tenir la precaució en els pacients amb deteriorament cognitiu o disfàgia per risc de broncoaspiració i la higiene és important utilitzar l'aigua embotellada i canviar-la diàriament. Es considera dispositiu de tipus oscil·lant amb freqüències observades entre 11-17 Hz<sup>181</sup>.

S'ha demostrat que la *PEP-Bottle* millora el volum pulmonar i facilita el drenatge de secrecions. El cost és més econòmic respecte a altres dispositius PEP comercials<sup>182</sup>.

Sehlin et al.<sup>183</sup> en un estudi prospectiu aleatoritzat, van comparar els efectes de dos dispositius diferents: PEP-mask i *PEP-Bottle* en voluntaris sans. Van observar diferències entre el flux i la pressió de l'aire, la PEP-mask manté la pressió durant tot el temps espiratori mentre que en la *PEP-Bottle* disminueix 2 cmH<sub>2</sub>O al final de l'espiració. Això es podria explicar per ser dos dispositius de diferents principis per aplicar la PEP, la PEP-bottle és un dispositiu de resistència llindar i la PEP-mask és un dispositiu de resistència al flux. També està descrit una limitació en el tipus d'interfase, en la PEP-mask s'utilitza una mascareta oro-nasal i en el *PEP-Bottle* una peça bucal.

Orman et al.<sup>178</sup> realitza una revisió sistemàtica dels efectes de la PEP en cirurgia toràcica i abdominal, encara que no hi ha una evidència demostrada per falta d'estudis randomitzats i no haver-hi una pauta consensuada de l'ús de la PEP, el dispositiu *PEP-Bottle* com a dispositiu més utilitzat a la pràctica clínica podria beneficiar en l'augment de la CRF en la prevenció d'atelectàsis i millorar en la funció pulmonar postoperatòria.

L'efecte de la pressió positiva amb CPAP respecte a l'ICI<sup>184</sup> en les situacions d'embassament pleural d'etiologies diferents amb o sense drenatge toràcic millora l'expansió pulmonar i la reabsorció del líquid pleural al mes<sup>185</sup>.

Rosière J et al.<sup>186</sup> varen realitzar una guia basada en l'evidència científica i la recomanació d'experts fisioterapeutes (entre altres professionals) en 2019 de diferents dispositius com: VMNI, CPAP, l'ICI i la PEP. L'ICI es recomana en situacions d'atelectasi amb un nivell d'evidència B. En el cas de la PEP és incert tant en casos d'atelectasis pulmonars com en situacions postoperatòries<sup>187</sup>. En els TT amb situació d'hipoxèmia fan menció a l'ús de CPAP amb nivell d'evidència A i la VM amb un nivell d'evidència C.

Todd SR et al.<sup>188</sup> demostren que pacients que pateixen més de 4 fractures, tenen més risc de VM perllongada, l'ús d'un protocol multidisciplinari, a on s'inclou FR amb un dispositiu PEP (model EZPAP®), van demostrar que disminueixen el risc d'indicació de VM, menys dies hospitalitzats i menys riscos d'infeccions i mortalitat.

Battle C, et al.<sup>189</sup> en la primera guia internacional del 2023 de consens d'experts en el maneig de FR en pacients amb FC sense VMI, aconsellen l'ús de diferents tècniques i dispositius: CAR, ICI, PEP, VMNI, CPAP i mobilització precoç a les 24 hores del TT amb la necessitat de futures investigacions per avaluar quin dispositiu és més efectiu en els pacients amb TT immediat.

En un estudi realitzat en el nostre hospital<sup>147</sup>, vam poder demostrar que la PEP-*bottle* respecte a un grup control en pacients de  $\geq 3$  FC s'associava amb menys retenció de secrecions, millor control del dolor costal amb millor recuperació de les alteracions radiològiques pleuropulmonars.

És necessari compartir expertesa, estudis de casos i participar en futures investigacions per elaborar recomanacions pràctiques pel maneig de la fisioteràpia en el TT<sup>155</sup>.

L'escassa i controvertida evidència sobre l'efecte de la PEP i l'ús d'ICI, ens fa plantejar estudis comparatius entre els dos dispositius. També un factor limitant d'aquests dispositius és l'ús rutinari d'aquests aparells que s'hauria de valorar en cada cas i tenir un exhaustiu monitoratge de com es realitza la tècnica, el compliment i les pautes diàries<sup>97</sup>.

Seguint dintre de la nostra línia d'investigació del TT i de la utilitat de la PEP en els TT amb  $\geq 3$  FC<sup>147</sup>, hem pogut demostrar la seva eficàcia respecte a un grup control. Pensem que l'efecte de la pressió positiva al final de l'inspiració

pot tenir diferents beneficis en la funció pulmonar, en relació amb un augment del volum pulmonar per mantenir una pressió positiva al final de l'expiració, aconseguim una estabilitat costal, millor control del dolor costal per realitzar una respiració lenta i profunda amb un temps espiratori més llarg i si hi ha associat un hemotòrax, afavorir el contacte de les pleures i facilitar la reabsorció del líquid i la re-expansió del pulmó.



## 1.10 CONCLUSIONS DE LA REVISIÓ BIBLIOGRÀFICA

Els TT són un problema freqüent de salut pública mundial. En la majoria dels casos són per accident de trànsit i per caigudes casuals en persones d'edat avançada. Les lesions toràciques derivades contribueixen fins a un 31,7% a les morts relacionades amb els traumatismes a Espanya, i això suposa una gran despesa de recursos sanitaris<sup>29</sup>.

Els TT poden arribar a desenvolupar complicacions respiratòries en les primeres hores i dies i, posteriorment, deixar seqüeles pleuropulmonars i dolor crònic<sup>33</sup>.

Les lesions més freqüents en els TT són les FC. En la gravetat d'un TT influeixen el nombre de fractures ( $\geq 3$  fractures costals), l'edat avançada ( $> 65$  anys), la presència o no de volet costal, la presència de lesió toràcica oberta i lesions associades de l'espai pleural<sup>25,27</sup>.

No hi ha criteris específics per tractar els TT que cursen amb insuficiència respiratòria i inestabilitat costal amb suport ventilatori VNI/PEEP/CPAP<sup>55,57</sup>. La intervenció quirúrgica va tenint més rellevància científica, però encara hi ha una escassa actuació en la pràctica habitual<sup>70</sup>.

Les normatives i guies clíniques recomanen un enfocament multidisciplinari en els pacients que requereixen ingrés hospitalari, sent l'analgèsia i la FR la primera opció de tractament per reduir al mínim la probabilitat de desenvolupar IR i precisar tractament amb VM<sup>53</sup>.

En la primera guia internacional publicada sobre el maneig de FR en les FC (2023)<sup>189</sup>, aconsellen incloure l'ús de l'ICI, la pressió positiva de la via aèria (VNI/CPAP/PEP), la mobilització precoç, el control respiratori (CAR) i el control postural<sup>97</sup>.

Nosaltres hem pogut demostrar el benefici de l'efecte PEP<sup>147</sup> en pacients de  $\geq 3$  FC en la fase immediata del TT. El dispositiu PEP-*Bottle* millora el control del dolor, millora la funció pulmonar i radiològica al mes del TT respecte a un grup control.



## **2. JUSTIFICACIÓ DE L'ESTUDI**



## 2 JUSTIFICACIÓ DE L'ESTUDI

Les normatives i guies clíniques recomanen el tractament de fisioteràpia respiratòria per tots els pacients amb fractures costals. La implementació d'un programa de FR en els pacients ingressats amb traumatisme recent podria reduir el nombre de dies d'ingrés hospitalari o estades a unitats de cures intensives (més cruentes i costosos), aconseguir un millor control del dolor amb menys requisits d'analgèsics, evitar un major nombre de complicacions pulmonars i ús de tractaments antibiòtics.

Actualment, la FR juntament amb l'analgèsia es considera la primera opció de tractament per reduir les complicacions respiratòries i les seqüeles pleuropulmonars. Encara que no estan ben definides les tècniques a utilitzar en la fase immediata del traumatisme toràcic que cursa amb fractures costals. S'utilitza l'**inspiròmetre d'incentiu** per afavorir el control del dolor costal, la mobilitat costal i augment del volum pulmonar mitjançant un dispositiu inspiratori incitatiu de volum, i també la tècnica de **pressió espiratòria positiva** amb un dispositiu espiratori que pot afavorir a un millor control del dolor, volum pulmonar per l'augment de la pressió al final de l'espiració, afavorir al drenatge de secrecions i afavorir la reabsorció del líquid en els hemotòraxs.

En la nostra pràctica habitual, utilitzem els dos dispositius i no està demostrat quin és més efectiu. Encara que en un estudi previ realitzat al nostre centre la utilització de la tècnica PEP va objectivar millora en el control del dolor i la funció pulmonar respecte un grup control. Seria interessant comparar la utilització de l'inspiròmetre d'incentiu, que és la més utilitzada en la pràctica habitual, i la més prescrita per altres professionals com personal mèdic i personal d'infermeria.



### **3. HIPÒTESIS**





### **3 HIPÒTESIS**

La utilització de la tècnica de pressió espiratòria positiva podria millorar el control del dolor costal, afavorir el drenatge de secrecions i reclutament alveolar en pacients en fase immediata d'un traumatisme toràcic i al mes del diagnòstic.



## **4. OBJECTIUS**



## **4 OBJECTIUS**

### **4.1 OBJECTIU PRINCIPAL**

Avaluar l'efecte de la pressió espiratòria positiva en comparació amb l'inspiròmetre d'incentiu en termes de control del dolor costal<sup>190</sup> en la fase immediata i al mes del diagnòstic del traumatisme toràcic amb 3 o més fractures costals.

### **4.2 OBJECTIUS SECUNDARIS**

1. Avaluar l'efecte PEP en la disminució de les retencions de les secrecions bronquials causat pel traumatisme toràcic en comparació a l'ICI en la fase immediata i al mes del diagnòstic.
2. Avaluar l'efecte PEP en l'augment de la mobilitat de la caixa toràcica en comparació a l'ICI al mes del diagnòstic del TT.
3. Avaluar l'efecte PEP sobre la rapidesa en la resolució radiològica de les lesions pleurals que s'associen als traumatismes toràcics en comparació a l'ICI en la fase immediata i al mes del diagnòstic.
4. Avaluar l'efecte PEP en la millora de la funció pulmonar en els pacients amb traumatisme toràcic en comparació a l'ICI al mes del diagnòstic.
5. Avaluar l'efecte PEP en la reducció de l'ús de medicaments analgèsics en comparació a l'ICI durant l'ingrés hospitalari i al mes del diagnòstic del TT.
6. Avaluar si l'efecte PEP comporta una disminució dels dies d'ingrés hospitalari en comparació a l'ICI en la fase immediata del TT.
7. Avaluar si el dispositiu PEP és més fàcil d'utilitzar pel pacient en comparació al dispositiu ICI al mes del diagnòstic del TT.



## **5. MATERIAL I MÈTODES**





# 5 MATERIAL I MÈTODES

## 5.1 EMPLAÇAMENT DE L'ESTUDI

L'estudi s'ha realitzat a la Fundació Privada Hospital Asil de Granollers (FPHAG). L'Hospital General de Granollers és l'hospital de referència del Vallès Oriental amb una població de referència de 415.491 habitants, dels quals 207.457 són homes i 208.034 dones<sup>191</sup>.

El servei de Pneumologia, està format per un equip de 3 metges pneumòlegs, 5 metgesses pneumòlogues, 3 fisioterapeutes expertes en respiratori, 1 infermer, 1 infermera i 3 auxiliars d'infermeria. Les fisioterapeutes estan integrades dintre del mateix servei de pneumologia.

## 5.2 MIDA DE LA MOSTRA

Per determinar la mida de la mostra es va tenir en compte els resultats d'un estudi previ realitzat en el nostre centre amb pacients amb TT, on es va comparar el control de dolor costal en dos grups: un grup control i un grup intervenció amb ús del dispositiu PEP-*Bottle* a l'alta hospitalària i al mes del diagnòstic<sup>147</sup>.

L'objectiu del càlcul de la mida de la mostra va ser determinar el nombre de pacients amb TT suficient per aconseguir avaluar l'efecte de la PEP pot millorar el dolor costal en comparació amb l'ICI, en la fase immediata i al mes del diagnòstic de TT.

Segons el nostre estudi previ, sabem que la mitjana de dolor en el primer mes per al grup amb dispositiu PEP-*Bottle* és d'1,4 i que en un grup control, el dolor és de 2,71; per tant, esperarem trobar almenys una diferència d'1,31 unitats. Acceptant un risc alfa de 0,05 i un risc beta inferior al 0,2 en un contrast bilateral, calen 45 subjectes en el primer grup i 45 en el segon per detectar una diferència igual o superior a 1,31 unitats. S'assumeix que la

desviació estàndard comuna és de 2. S'ha estimat una taxa de pèrdues de seguiment del 18%. **La mida mostral final va ser de 90 pacients.**

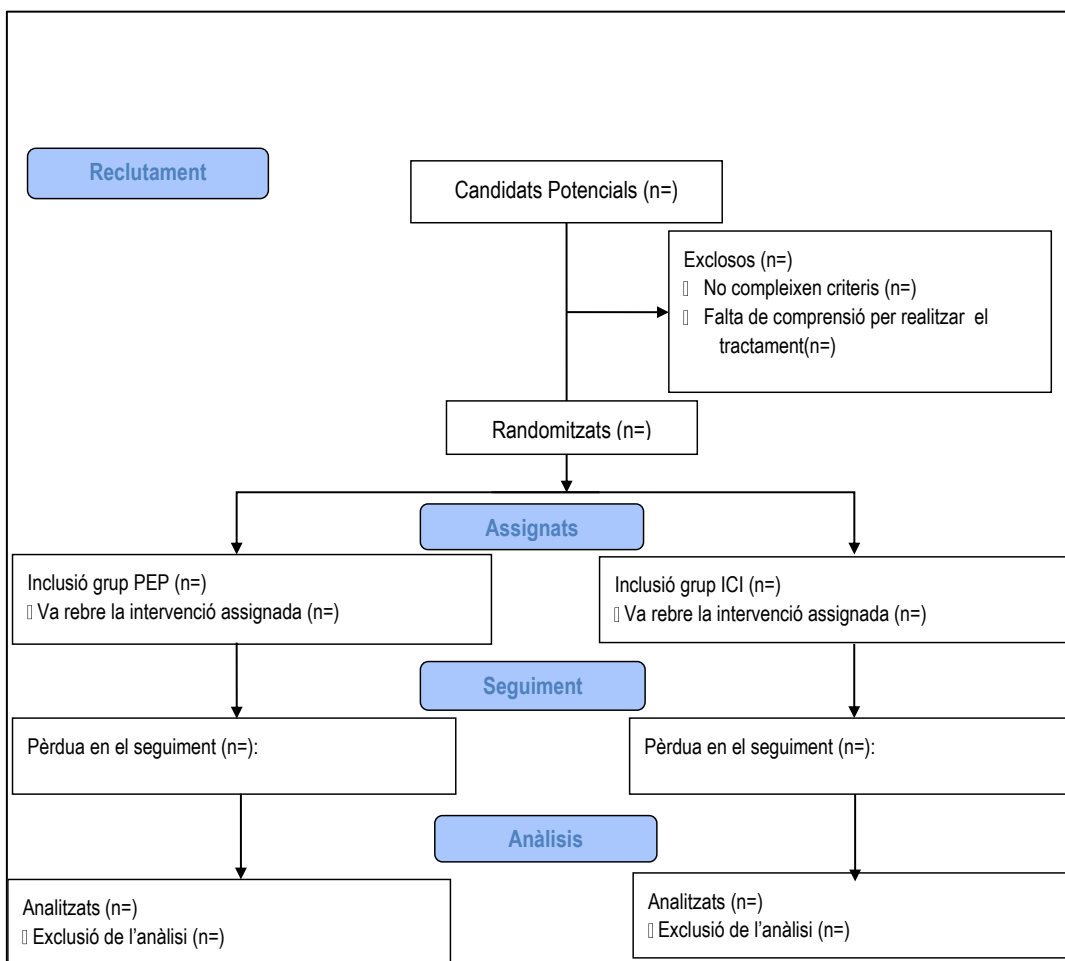
Pel càlcul de la mida de la mostra es va utilitzar el programa informàtic "Calculadora de Tamaño muestral GRANMO Versión 7.12 Abril 2012"  
<http://www.imim.es/ofertadeserveis/software-public/granmo/:2012>

### 5.3 DISSENY DE L'ESTUDI

Estudi tipus assaig clínic aleatoritzat incloent pacients ingressats amb diagnòstic de TT a la planta d'hospitalització de Traumatologia o Cirurgia General de l'Hospital General de Granollers. Aquest assaig clínic està registrat en la web [www.ClinicalsTrials.gov](http://www.ClinicalsTrials.gov) (NTC04548479), a on es poden consultar els aspectes més rellevants del seu disseny.

En la figura 23, s'observen les distintes fases de l'estudi. El reclutament de pacients es feia en el moment de l'ingrés a planta d'hospitalització. Si es complien els criteris d'inclusió es feia una aleatorització dels pacients. Després en la fase d'assignació a un dels dos grups, el mateix fisioterapeuta expert en respiratori feia el seguiment amb coneixement del tractament i visites a fer de l'estudi.

Figura 23. Diagrama del flux del progrés dels subjectes a través de les fases d'estudi.



## 5.4 RECLUTAMENT DELS PARTICIPANTS

S'han inclòs de manera consecutiva, els pacients ingressats amb el diagnòstic de TT a la planta d'hospitalització de Traumatologia o Cirurgia General de l'Hospital General de Granollers amb interconsulta realitzada al servei de Pneumologia amb els següents criteris d'inclusió, d'exclusió i de retirada:

### **Criteris d'inclusió:**

- Pacients  $\geq$  16 anys.
- Presència de traumatisme toràcic amb  $\geq$  de 3 fractures costals amb o sense lesions pleuropulmonars.
- Consentiment informat signat.

### **Criteris d'exclusió:**

- Pacients no col·laboradors.
- Presència d'insuficiència respiratòria a l'ingrés:  $\text{PaO}_2 < 60$  mmHg i/o  $\text{PaCO}_2 > 50$  mmHg.
- Indicació mèdica de ventilació mecànica invasiva o no invasiva.
- Presència de pneumotòrax no drenat.
- Malaltia pulmonar obstructiva crònica (MPOC) amb  $\text{FEV}_1/\text{FVC} < 70\%$  postbroncodilatador<sup>192</sup>.
- Pacient amb tractament de CPAP per apnea obstructiva de la son (AOS).
- Presència de comorbiditats que limiten l'activitat física o la mobilització (lesió medul·lar aguda, politraumatismes [lesions complexes de membres inferiors i ortopèdics] o traumatismes cranioencefàlics) dels pacients.
- Pacients embarassades, amb malalties psiquiàtriques, deteriorament cognitiu, cirurgia abdominal i/o cirurgia cranial.

**Criteris de retirada:**

- No presentar degudament emplenat el full de seguiment de la realització d'una pauta mínima diària (3 cops al dia) del tractament de FR.
- No presentar-se a la darrera visita (V-2 al mes).
- Aparició de noves malalties greus que alterin la salut.

A l'ingrés es feia una primera visita pel pneumòleg (*reclutador*), per avaluar la presència de complicacions pleuropulmonars i/o insuficiència respiratòria, optimitzar el tractament mèdic i confirmar si complien els criteris d'inclusió de l'estudi.

Si complien els criteris d'inclusió, es demanava una interconsulta a Fisioteràpia respiratòria per la seva valoració.

La valoració de fisioteràpia respiratòria consistia en: donar a conèixer l'estudi (*full informatiu del pacient*) i formalitzar el *consentiment informat* (Annex 1) i el *quadern de recollida de dades* (Annex 2).

Una vegada el consentiment estava signat i enregistrades les dades de la primera visita (V0), el fisioterapeuta es posava en contacte per via telefònica amb un infermer de l'equip investigador sense coneixement de la valoració del pacient a estudiar, per assignar l'aleatorització.

## 5.5 ASSIGNACIÓ DELS PARTICIPANTS

L'assignació dels pacients va ser 1:1 en els dos grups paral·lels: **grup PEP** o **grup ICI**. Es va utilitzar l'aleatorització de manera informatitzada (programa *randomizer.org*). Per la seqüència d'aleatorització es va utilitzar un generador de nombres aleatoris en blocs de 15 amb una mida de 6 elements sense estratificació, realitzada per un infermer (*assignació aleatòria cega*). L'assignació a cada tractament segons la seqüència d'aleatorització es va fer per ordre d'ingrés del pacient.

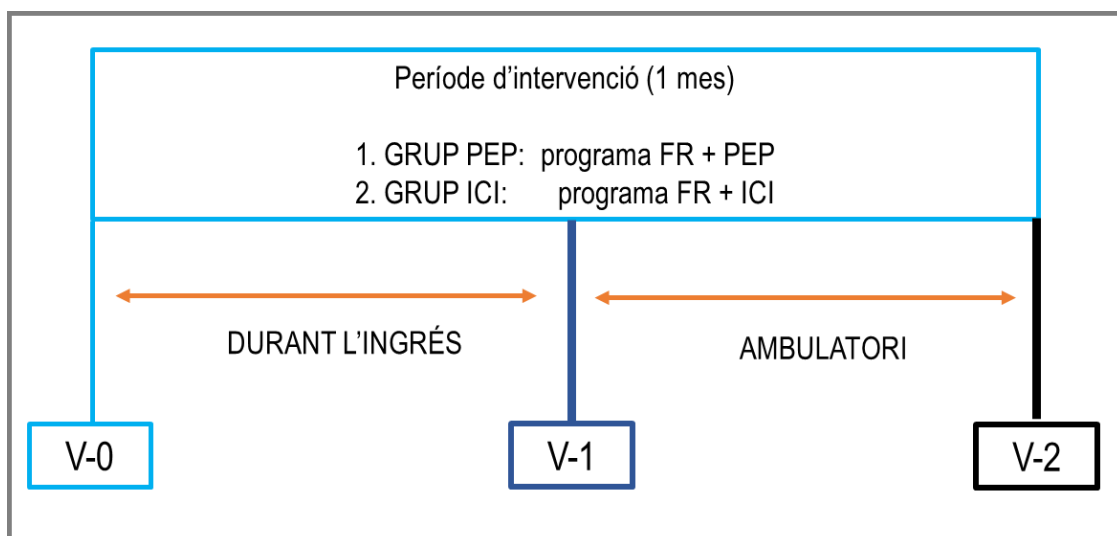
Els dos grups d'intervenció eren:

1. **GRUP-PEP**: es realitzava el programa de FR convencional amb ajuda d'un dispositiu PEP: *PEP-bottle*
2. **GRUP-ICI**: es realitzava el mateix programa de FR convencional amb ajuda d'un dispositiu ICI: ICI de volum.

### 5.5.1 INTERVENCIÓ

En la taula 6 es mostra el procediment de la intervenció seguida en l'estudi.

Taula 6. Procediment de la intervenció.



La duració del programa va ser d'un mes des del diagnòstic del TT (fase. I immediata del TT). No es va incloure la Fase II de consolidació del TT.

La variable principal va ser el grau del dolor costal durant els moviments respiratoris<sup>39</sup> mesurat per l'escala Numèrica del Dolor<sup>190</sup>.

Es van fer 3 visites de control i recollida de les dades de l'estudi:

- Visita inicial (V-0): visita de valoració en el moment de l'ingrés a la planta d'hospitalització.
- Visita alta (V-1): visita a l'alta mèdica hospitalària.
- Visita 1 mes (V-2): visita que es va realitzar als 30( $\pm$ 7) dies del diagnòstic del TT, de manera ambulatoria en el servei de pneumologia (consulta de fisioteràpia respiratòria).

Es van recollir les següents variables (taula 7):

Taula 7. Resum variables de l'estudi.

	Incial V-0	Alta V-1	1 mes (V-2)
variables clíniques	√	√	√
variables funcionals			√
variables radiològiques	√	√	√
Registre medicació analgèsics	√	√	√
Qüestionari compliment		√	√
Qüestionari FSI-10*			√

- **V-0**: dades antropomètriques, índex de Charlson, escala del dolor (Escala Numèrica), test de retenció de secrecions (Test de SEVA), registre dels medicaments analgèsics pautats, radiografia toràcica ingrés, entrega del full de compliment del tractament de FR.
- **V-1**: escala del dolor, test de retenció de secrecions, registre dels medicaments analgèsics administrats durant l'ingrés, radiografia toràcica a l'alta hospitalària, mobilitat de la caixa toràcica (cirtometria), recollida del full de compliment del tractament de FR durant l'ingrés. Entrega dels 2<sup>o</sup> full de compliment.

- **V-2:** escala del dolor, test de retenció de secrecions, radiografia toràcica 30( $\pm$ 7) dies, mobilitat de la caixa toràcica (cirtometria), espirometria forçada 30( $\pm$ 7) dies (FVC valor absolut i % val de ref., FEV<sub>1</sub> valor absolut i % val de ref., FEV<sub>1</sub>/FVC%), registre de l'ús de medicaments analgèsics des de l'alta hospitalària fins a la visita V-2, recollida dels 2º full de compliment del tractament de FR, qüestionari de satisfacció del dispositiu (FSI-10), resolució del TT (si/no), continua el seguiment clínic (si/no), motiu de seguiment (persisteix dolor si/no, hipomobilitat si/no, seqüeles pleuropulmonars si/no, dolor + hipomobilitat si/no, hipomobilitat + seqüeles pleuropulmonars si/no, atelèctasi si/no, totes si/no).

La recollida de les dades de les visites V-1 i V-2, es feia per un pneumòleg de l'equip d'investigació (*avaluador cec*) no implicat directament en la realització i supervisió de les tècniques de FR, per evitar influir en els resultats respecte al tractament realitzat, que desconeixia l'assignació del grup de pacients.

La V-2 es va fer de forma ambulatoria a la consulta del fisioterapeuta en un període de 30  $\pm$ 7 dies. El mateix dia de la visita es feia una radiografia simple de tòrax i una espirometria forçada. En aquesta visita, finalitzava l'estudi. Aquells pacients que calien fer un control si persistia dolor, seqüeles pleuropulmonars o hipomobilitat costal, es continuaven les visites de seguiment segons pràctica habitual del servei.

**Programa de fisioteràpia respiratòria convencional:** en la fase I de tractament dels pacients amb TT amb  $\geq$  de 3 fractures costals amb o sense lesions pleuropulmonars; en ambdós grups iguals:

#### EDUCACIÓ POSTURAL:

Les posicions que es van explicar i ensenyar als pacients per evitar desplaçament de les fractures costals i un millor control del dolor. Les posicions ensenyades van ser evitar els decúbits laterals, els moviments de columna (flexions anteriors i/o laterals, rotacions de tronc) i evitar amplituds màximes en cintura escapular ipsilateral.



## TÈCNIQUES MANUALS DE DRENATGE DE SECRECIIONS:

Els pacients que van presentar tos humida i/o expectoració durant el període de l'estudi es va aplicar la tècnica de drenatge de secrecions DA<sup>193</sup>.

### Procediment DA:

-Posició del pacient: sedestació (amb l'esquena recta) o decúbit supí, prioritzant el confort, la relaxació i la concentració del pacient.

-Posició del fisioterapeuta: per darrere del pacient, assegut en un tamboret a l'alçada del pacient adult. Si el pacient està en decúbit, el fisioterapeuta es posicionarà al seu costat.

-Execució de la tècnica: Demanem al pacient una inspiració lenta amb pausa inspiratòria d'uns 3 segons i una espiració lenta fins al nivell de la capacitat vital on se senten les secrecions. Aquesta espiració serà propera al volum residual si les secrecions són distals, a mig volum si són en vies mitjanes i a alt volum si estan en vies aèries proximals.

A partir del nivell escollit, es van realitzant inspiracions lentes a un volum proper al volum corrent seguides d'espiració a glotis oberta, amb el flux espiratori necessari per mobilitzar les secrecions, però que no generi compressió de la via aèria.

Les mans del fisioterapeuta o del mateix pacient acompanyen el descens del tòrax en l'espiració.

La pauta a realitzar depèn del volum de secrecions diàries. S'explica al pacient perquè pugui ser autoadministrada. Si presenta tos humida s'aconsella fer-ho com a mínim 2 cops al dia amb uns 10 minuts de temps o fins que n'aconsegueixi expectorar<sup>194</sup>.

La tos dirigida o controlada<sup>195</sup> es va ensenyar a tots els pacients, important per tenir una tos debilitada pel dolor costal.

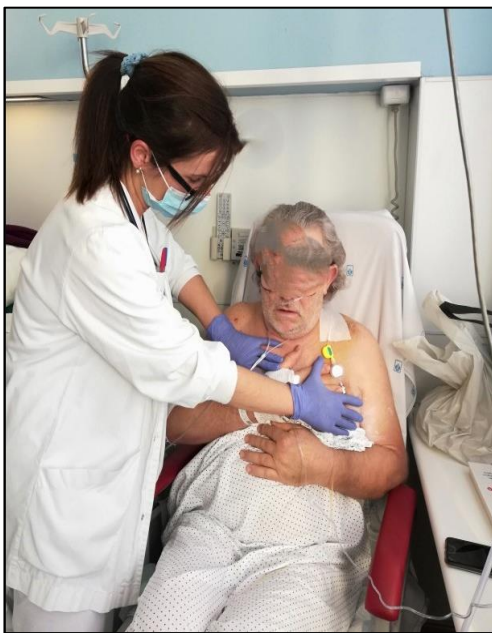
Es va explicar als pacients que haurien de fer una tos dirigida o controlada després de realitzar la tècnica de drenatge de secrecions (DA) i realitzar respiracions profundes amb els dispositius d'ajuda instrumental PEP i ICI o en algun moment del dia amb intenció de voler tossir.

### Procediment tos dirigida

El pacient ha de mantenir pressió amb la mà contrària a sobre del focus de fractura o la zona de més dolor, i ajuda amb l'altre braç a sobre per fer contenció.

Es demana amb la contenció, una inspiració lenta fins al límit del dolor seguit d'una espiració fins CRF i fer un o dos cops de tos. No es poden fer més de 3 estosesgades seguides per evitar una tos irritativa (Figura 24).

Figura 24. Tos dirigida.



a) Ajuda del fisioterapeuta.



b) Educació al pacient.



c) Amb talla.

Font de referència pròpia

## RESPIRACIÓ ABDOMINO-DIAFRAGMÀTICA:

La respiració abdomino-diafragmàtica és la tècnica de reeducació ventilatòria que es va realitzar durant l'estudi. Associada a una ajuda instrumental segons el grup d'intervenció.

### Procediment respiració abdomino-diafragmàtica

El pacient es col·loca en sedestació o en decúbit supí amb una mà sobre l'abdomen i l'altre sobre el tòrax i es fa una inspiració nasal lenta i profunda elevant l'abdomen. L'expiració és passiva i lenta i deixa que l'abdomen torni a la posició normal. Aquesta expiració acostuma a fer-se a fre de llavis.

Figura 25. Pacient realitzant respiració abdomino-diafragmàtica.



Font de referència pròpia

Aquesta tècnica ventilatòria es realitza conjuntament amb un dispositiu de suport instrumentat (PEP o ICI) segons el grup d'intervenció.

## MOBILITZACIÓ PRECOÇ:

La mobilització precoç es realitzava sempre amb l'autorització mèdica i dintre de l'estabilitat clínica.

La mobilització precoç es va iniciar de manera progressiva (mobilització en el llit, assegut a la vora del llit, sedestació a la butaca, bipedestació i deambulació)<sup>196</sup>.

Les tècniques de mobilització que es van aplicar en funció de l'estat de consciència i la col·laboració del pacient:

- 1º dia inici mobilització precoç (Figura 26):
  - Mobilització activa assistida o activa d'extremitats inferiors.
  - Avaluar la tolerància del pacient a la vora del llit per realitzar transferència a la butaca (sedestació).
  
- 2º dia de mobilització precoç (Figura 27):
  - Avaluar si manté una bona tolerància i control del dolor en sedestació.
  - Iniciar bipedestació i avaluar l'equilibri.
  - Ajudar a la mobilització total o parcial als moviments del pacient i recordar les postures antiàlgiques.
  
- 3º dia de mobilització precoç (Figura 28):
  - Iniciar deambulació, avaluar si cal amb ajuda d'un caminador, bastó o amb supervisió d'una persona.
  - Avaluar deambulació autònoma i per les activitats bàsiques de la vida diària.

Figura 26. Primer dia inici mobilització precoç.



. Valoració i mobilització extremitats inferiors.



. Sedestació a la vora del llit.

Font de referència pròpia

Figura 27. Segon dia de mobilització precoç



. Control postural per realitzar transferència sedestació-bipedestació.



Figura 28. Tercer dia de mobilització precoç.



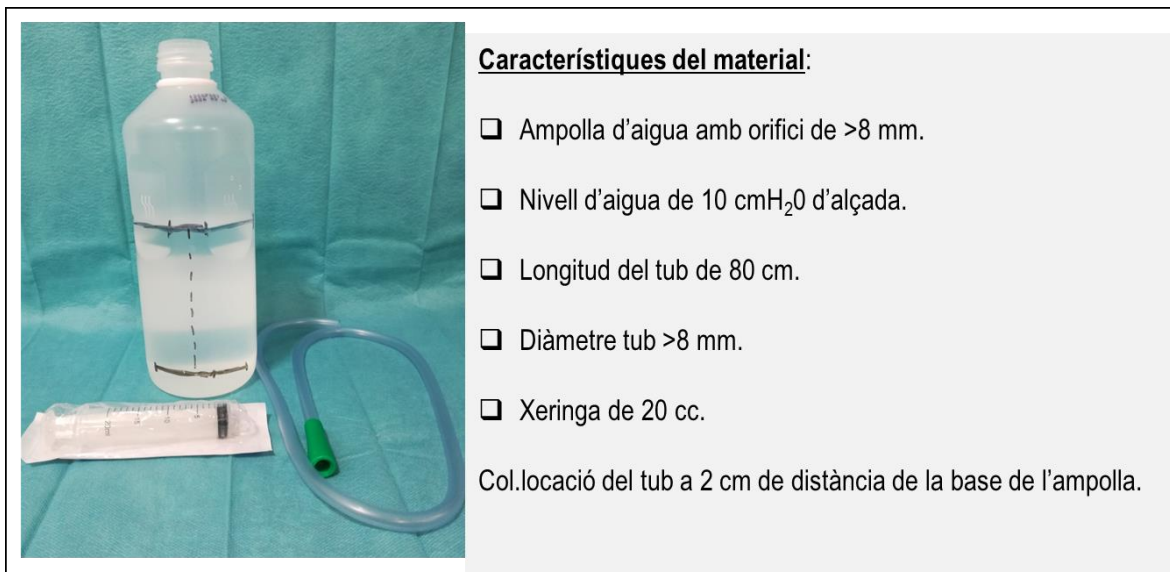
. Valoració deambulació, tolerància i equilibri. Ajuda amb suport o supervisió.

Font de referència pròpia

**Suport instrumental a la FR:** el suport instrumental a la FR va ser diferent en ambdós grups d'intervenció: Grup PEP i Grup ICI.

1. **Grup PEP:** en aquest grup d'intervenció es va utilitzar un dispositiu PEP de tipus oscil·lant, la **PEP-bottle**, segons el sistema descrit prèviament<sup>180</sup> (Figura 29).

Figura 29. PEP-bottle utilitzat en l'estudi.



Font de referència pròpia

### Procediment realització dispositiu PEP-Bottle

El pacient pot estar en sedestació o incorporat en el llit. Se li demana realitzar una inspiració profunda nasal dirigida a l'abdomen fins a un volum inspiratori  $\frac{1}{2}$  de la seva CPT o nivell del dolor. Després una pausa inspiratòria de 3 -5 segons i una espiració lenta fins a CRF. La duració del temps espiratori ha de tenir una relació I/E d'1:3 o 1:4. Durant l'espiració se li demana al pacient fer contenció l'hemitòrax no afecte amb el braç en adducció del mateix costat (Figura 30).

Figura 30. Realització del dispositiu PEP-bottle.



Font de referència pròpia

La pauta a realitzar:

-De V-0 a V-1: 10 a 15 repeticions cada 2 hores, 1 o 2 sèries segons tolerància cada 2 hores. Respectant els àpats i hores de dormir.

-De V-1 a V-2: 2 sèries de 10 a 15 repeticions, 4 cops al dia.

Sempre supervisat pel fisioterapeuta i revisat perquè el pacient ho pugui fer de manera autònoma la resta del dia.



2. **Grup ICI:** en aquest grup d'intervenció es va utilitzar el dispositiu d'ICI tipus de volum, **model Coach 2® 400 mL**. Ref. 22-4000 (LevelFisio, 2021; Smiths Medical, 2017) (Figura 31) i (Taula 8).

Figura 31: Inspiròmetre d'incentiu utilitzat en l'estudi.



Font de referència pròpia.

Taula 8: Particularitats comercials del dispositiu ICI volumètric Coach 2® 4000 mL (Ref. 22-4000).

<b>FABRICANT</b>	<i>Smiths Medical.</i>	
<b>CARACTERÍSTIQUES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesurador de volum inspirat (mL) amb escala graduada d'àmplia gamma de volums: 500-1000-1500-2000-2500-3000-3500 i 4000 mL.</li> <li>- Combina el volum amb el flux adequat per a una correcta inspiració llarga i sostinguda. Disposa d'un port de connexió d'O<sub>2</sub> per a oxigen suplementari.</li> <li>- Vàlvula unidireccional.</li> <li>- Tubs flexibles</li> <li>- Està dissenyat per poder ser penjat al llit i compta amb una nansa compacta per poder subjectar-lo correctament amb la mà.</li> <li>- Conté un filtre amb un tub corrugat per realitzar els exercicis.</li> <li>- No estèril.</li> <li>- Sense làtex.</li> <li>- Ús individual.</li> </ul>	
<b>ESPECIFICACIONS</b>	<b>Composició</b>	Policlorur de vinil (PVC) transparent.

Extreta de: Smiths Medical. Incentive Spirometer Coach 2® [Internet]. Reino Unido, 2017 [citado 24 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.smiths-medical.com/en-gb/products/respiratory/lung-expansion/coach-2-incentive-spirometer>.

## Procediment realització dispositiu ICI:

El pacient pot estar en sedestació o incorporat en el llit. Se li demana que faci una espiració lliure, fora del dispositiu ICI. Introdueix la peça bucal del dispositiu dintre de la boca i s'ha d'inspirar lenta i de manera profunda dirigida a l'abdomen observant alhora els nivells de volum (quantitat d'aire a inspirar) i flux (velocitat) que el fisioterapeuta pot determinar, de manera orientativa, segons la taula de valors de normalitat de la seva CI (Figura 32). Abans de tornar a espirar fora de l'aparell, és recomanable fer una pausa de com a mínim uns 3-5 segons. Espirar de nou lliure fora de l'aparell (Figura 33).

Figura 32. Valors de normalitat de la CI segons l'edat i gènere.

Age/Ht Edad/Estatura Leeftijd/grootte Idade/Altura	Age/taillie Alter/Körpergröße Ela/Altezza Hüçüğü/Yıgoc	MALE MÄLE VARON MÄNNLICH MAN MASCHIO SEXO MASCULINO APEENIKO										
		58"	60"	62"	64"	66"	68"	70"	72"	74"	76"	78"
		147cm	152cm	158cm	163cm	168cm	173cm	178cm	183cm	188cm	193cm	198cm
20	**2350	2550	2700	2900	3050	3250	3400	3550	3750	3900	4100	
25	2300	2500	2650	2850	3000	3200	3350	3550	3700	3900	4050	
30	2300	2450	2600	2800	2950	3150	3300	3500	3650	3850	4000	
35	2250	2400	2600	2750	2950	3100	3300	3450	3650	3800	4000	
40	2200	2350	2550	2700	2900	3050	3250	3400	3600	3750	3950	
45	2150	2350	2500	2700	2850	3050	3200	3350	3550	3700	3900	
50	2100	2300	2450	2650	2800	3000	3150	3350	3500	3700	3850	
55	2100	2250	2400	2600	2750	2950	3100	3300	3450	3650	3800	
60	2050	2200	2400	2550	2750	2900	3100	3250	3450	3600	3800	
65	2000	2150	2350	2500	2700	2850	3050	3200	3400	3550	3750	
70	1950	2150	2300	2500	2650	2850	3000	3150	3350	3500	3700	
75	1900	2100	2250	2450	2600	2800	2950	3150	3300	3500	3650	
80	1900	2050	2200	2400	2550	2750	2900	3100	3250	3450	3600	

Age/Ht Edad/Estatura Leeftijd/grootte Idade/Altura	Age/taillie Alter/Körpergröße Ela/Altezza Hüçüğü/Yıgoc	FEMALE FEMELLE MUJER WEIBLICH VROUW FEMMINA SEXO FEMININO ΘΗΛΥ									
		58"	60"	62"	64"	66"	68"	70"	72"	74"	
		147cm	152cm	158cm	163cm	168cm	173cm	178cm	183cm	188cm	
20		2250	2400	2550	2750	2900	3050	3200	3350	3500	
25		2200	2350	2500	2650	2800	2950	3100	3250	3400	
30		2100	2250	2400	2600	2750	2900	3050	3200	3350	
35		2050	2200	2350	2500	2650	2800	2950	3100	3250	
40		1950	2100	2250	2450	2600	2750	2900	3050	3200	
45		1900	2050	2200	2350	2500	2650	2800	3000	3100	
50		1800	1950	2100	2300	2450	2600	2750	2900	3050	
55		1750	1900	2050	2200	2350	2500	2650	2800	2950	
60		1650	1820	1950	2150	2300	2450	2600	2750	2900	
65		1600	1750	1900	2050	2200	2350	2500	2650	2800	
70		1500	1650	1800	2000	2150	2300	2450	2600	2750	
75		1450	1600	1750	1950	2050	2200	2350	2500	2650	
80		1350	1500	1650	1850	2000	2150	2300	2450	2600	

CI: Capacitat inspiratòria mesurada en mil·lilitres arrodonit als 50 ml més propers.

Extreta de: Fórmula utilitzada al Nomograma, publicat a partir del Manual of Pulmonary Function Testing de G.Ruppel. Mosby Publishing, 6th, p.461 i 464, 1994.

Figura 33. Realització del dispositiu Inspiròmetre incentiu Coach 2® 4000 mL.



Font de referència pròpia.

La pauta a realitzar:

-De V-0 a V-1: 10 a 15 repeticions cada 2 hores, 1 o 2 sèries segons tolerància cada 2 hores. Respectant els àpats i hores de dormir.

-De V-1 a V-2: 2 sèries de 10 a 15 repeticions, 4 cops al dia.

Sempre supervisat pel fisioterapeuta i revisat perquè el pacient ho pugui fer de manera autònoma la resta del dia.

Amb els dos dispositius es va realitzar la mateixa pauta.

Es van realitzar sessions individuals diàries durant l'ingrés hospitalari en ambdós grups. La duració de la sessió de FR va ser 20 minuts en total al dia (avaluació, seguiment i tractament de FR) en dies laborals. S'explicava una pauta de tractament per realitzar la resta del dia i els dies no laborables. A l'alta hospitalària, el fisioterapeuta donava les instruccions al pacient per realitzar el seguiment de les pautes ensenyades fins a la V-2 de manera autoadministrada al seu domicili.

Les sessions sempre les feia el mateix fisioterapeuta en ambdós grups. Si calia cobrir vacances o dies personals, es tenia dues fisioterapeutes del mateix servei amb coneixement de l'estudi per realitzar les sessions.

## 5.6 VARIABLES DE L'ESTUDI

Les variables de l'estudi i els instruments que es van utilitzar durant l'estudi són els següents:

### VARIABLES CLÍNIQUES

- Edat (anys), sexe (home/dona/no binari), pes (kg) i alçada (m), índex de massa corporal (pes en kg/ altura en m), hàbit tabàquic (fumador, exfumador, mai fumador), antecedents respiratoris previs, índex de comorbilitat de Charlson<sup>197</sup>, etiologia del TT (accident de trànsit/caiguda/ precipitació /atropellament), nre. de fractures costals, costat de les fractures (dretes/esquerres/bilateral/volet costal), lesions associades al TT (fractures de clavícula, escàpula, estèrnium), lesions pleuropulmonars (pneumotòrax, hemotòrax, contusió pulmonar, atelèctasi), requisits de suport ventilatori (no/VNI/CPAP/ventilació invasiva), prescripció oxigenoteràpia (si/no), ús de broncodilatadors (si/no), necessitat de drenatge toràcic (si/no), saturació oxihemoglobina (%), tos humida (si/no), ingrés a l'UCI (si/no). Pren antibiòtic durant l'ingrés (si/no), simetria toràcica (si/no), seguiment postestudi (si/no).
- Avaluació clínica del dolor durant els moviments respiratoris, mesurat per *l'escala numèrica del dolor (EN)*<sup>190,198</sup> (Annex 3), puntuada del 0-10 on 0 és sense dolor i 10 el màxim dolor. El pacient selecciona el número que millor reflecteix la intensitat del dolor.

Avaluació de la retenció de secrecions, mitjançant *Score d'évaluation de l'encombrement des voies aériennes (SEVA)*<sup>199</sup> (Annex 3); la puntuació del test de retenció de secrecions de les vies respiratòries es compon de 5 criteris clínics: els sorolls bronquials mitjançant l'auscultació respiratòria, la freqüència de la tos humida, el volum d'expectoració bronquial i rinofaríngia; i el d'un criteri funcional respiratori, dispnea. Per cada criteri, es poden fer tres valoracions 0,1 i 2. La classificació 0 correspon a l'absència de clínica en repòs com a esforç. La classificació 1 a algun signe respiratori i la 2 a bastants signes respiratoris. La puntuació total seria de 0 a 10 punts. Es considera entre 2/10 i 3/10 escassa retenció de secrecions. Per sobre

de 3/10, es considera indicació de drenatge de secrecions. És una eina de camp clínic i un test validat per nadons, però es pot extrapolar a adults.

- Registres nombre de dies d'ingrés: registre dels dies d'ingrés del pacient a l'hospital des del dia inici (valoració estudi) fins a l'alta hospitalària.
- Registres nombre de dies fins a la resolució del TT: registre dels dies d'ingrés del pacient fins a la resolució del TT. La resolució del TT es defineix com no presentar clínica ni seqüeles pleuropulmonars.

## VARIABLES RADIOLÒGIQUES

- El control radiològic consistia en una radiografia toràcica simple amb projecció posteroanterior i lateral en la posició de bipedestació. Es va avaluar en la V-0 la presència dels següents signes radiològics a la radiografia toràcica: pèrdua de volum, elevació de l'hemidiafragma afectat, pinçament costodiafragmàtic. Es va utilitzar una escala de 4 punts per realitzar les valoracions i comparar les radiografies de la V-1 i V-2: 0: Sense canvis, 1: Millora parcial, 2: Millora total, 3: Empitjorament.

## VARIABLES FUNCIONALS

- Avaluació de la mobilitat de la caixa toràcica: per cirtometria costal a nivell xifoide. Es va realitzar amb una cinta mètrica col·locada vorejant la caixa toràcica en posició de bipedestació. El punt de mesura en dones va ser per sota de les mames i en els homes just per sobre del mugró. Els registres es van realitzar tant en inspiració com en espiració màxima per duplicat, fent servir la diferència, el valor mitjà de les dues mesures. Es van utilitzar els valors de referència descrits per població adulta espanyola<sup>200</sup>(Annex 3).

- Avaluació de la funció pulmonar: mitjançant una espirometria forçada amb un espiròmetre Jaeger TM Vyntus spiro PC, utilitzant els valors de referència descrita per a la població mediterrània<sup>201</sup>. Les mesures recollides van ser: la capacitat vital forçada (FVC), el volum espiratori forçat en el primer segon (FEV<sub>1</sub>) en litres i els valors percentuals de referència (%) i la FEV<sub>1</sub>/FVC% pre-broncodilatació.

## REGISTRE DE LA MEDICACIÓ ANALGÈSICA

- Registre de la medicació analgèsica: es va realitzar mitjançant la història clínica del pacient, registrant la pauta de medicació protocol·litzada següent:
  - Analgèsia endovenosa durant l'ingrés: paracetamol (1 gram) i desketoprofèn (50 mg) cada 8 hores alterns.
  - Analgèsia oral durant l'ingrés: paracetamol 1 gram i ibuprofèn 600 mg cada 8 hores alterns.
  - Portador de catèter peridural a l'ingrés
  - Portador de PCA a l'ingrés.
  - Pauta analgèsica oral en el moment de l'alta: paracetamol 1 gram cada 8 hores, metamizol 575 mg cada 8 hores alterns.

Les modificacions de la pauta d'analgèsia protocol·litzada, quedaven enregistrades.

- Es va registrar el nombre de dies d'analgèsia endovenosa i oral durant l'ingrés. Portadors de catèter peridural (si/no) / PCA (si/no), data inici/data final.
- Des de l'alta hospitalària (V-1) fins a la visita al mes (V-2): pren medicació oral en el moment de la visita (si/no).

## QÜESTIONARI DE SEGUIMENT DEL DISPOSITIU

- El *Qüestionari de Seguiment del Dispositiu* (Annex 4) és un full de compliment del tractament sobre la realització de les pautes descrites dels dispositius (PEP-*Bottle* i ICI). És un full que es va entregar als pacients per enregistrar les vegades que va utilitzar el dispositiu durant el dia i durant tot el seguiment de l'estudi. És una eina per facilitar l'adherència al tractament<sup>202</sup>. Es va considerar bon compliment (fer una pauta > 3 cops al dia), mínim compliment (pauta de 3 cops al dia)<sup>29</sup>, no compliment (pauta de <3cops al dia).

## QÜESTIONARI DE SATISFACCIÓ DEL DISPOSITIU

- El *Qüestionari de Satisfacció del Dispositiu* (Annex 4) es va realitzar mitjançant el qüestionari FSI-10<sup>203</sup>. És un qüestionari dissenyat per conèixer la facilitat d'ús dels dispositius i satisfacció dels pacients en el seu ús i consta de 10 preguntes, amb 5 opcions de resposta en l'escala Likert («mucho», «bastante », «algo», «poco» i «muy poco») puntuades, respectivament, de 5 a 1 (puntuació màxima de 50). El temps total de resposta és aproximadament de 7 minuts. Els ítems registren la comoditat, la dificultat, la portabilitat i la idoneïtat del dispositiu sotmès a examen.

## 5.7 CONSIDERACIONS ÈTIQUES

Aquest estudi es regeix per la Declaració d'Helsinki sobre els principis ètics per a les investigacions biomèdiques en éssers humans (1996 i revisions), el Conveni Europeu sobre Drets Humans i Biomedicina (Conveni d'Oviedo 1997), les normes de Bona Pràctica Clínica vigents a la Unió Europea (CPMP/ICH/135/95) i la Guia de Bona Pràctica Clínica en la Recerca en Ciències de la Salut del Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya.

Per aquest estudi es va regir per la Llei Orgànica 3/2018, de 5 de desembre de Protecció de Dades personals i Garantia de Drets digitals i Reglament (UE) 2016/679 del Parlament Europeu i del Consell de 27 d'Abril de 2016 de Protecció de Dades (RGPD). El responsable del tractament de les dades és l'Hospital General de Granollers així com les dades identificadores, guardades en una base de dades separada de les dades clíniques. En cap cas les dades s'utilitzaran per a objectius diferents dels d'aquest estudi.

S'ha realitzat amb l'aprovació del Comitè d'Ètica de la nostra institució; *Comitè d'Ètica d'Investigació Clínica* de l'Hospital General de Granollers (Annex 5).



## 5.8 ANÀLISIS DELS RESULTATS

L'anàlisi estadística de les dades s'ha realitzat emprant el programa SAS (Statistical Analysis System), a la seva versió 9.4 sobre plataforma Windows.

L'anàlisi estadística s'ha realitzat seguint els principis especificats a les directrius ICH E9 així com totes les normes de bones pràctiques clíniques.

Les dades s'han processat de manera cega respecte a l'aleatorització de les intervencions. La base de dades s'ha realitzat mitjançant el programa Excel, amb accés personal amb contrasenya. El temps de conservació de dades serà de 5 anys, a comptar des de la data en què es dona d'alta el pacient.

Totes les anàlisis estadístiques s'han realitzat sobre el conjunt de les dades utilitzant tota la informació disponible amb criteris d'intenció a tractar.

S'ha fet una anàlisi d'estadística descriptiva per a totes les variables. Les variables contínues s'han descrit mitjançant el nombre de casos vàlids, mitjana, desviació estàndard (DE), mediana, percentils 25 i 75 (RIQ), mínim i màxim. D'altra banda, les variables categòriques s'han descrit mitjançant freqüències absolutes i relatives de cada categoria sobre el total de valors vàlids (N). En cas de valors mancants s'ha descrit el seu número per a cada un dels grups.

Les taules mostren el resultat per al global dels subjectes valorats, per a cada un dels grups de tractament i el resultat de la prova d'hipòtesi que correspon a cada cas amb el *p-valor* informatiu de l'equivalència o no entre grups.

Les comparacions de les variables categòriques s'han realitzat mitjançant el test de la *xi-quadrat*. En el cas de les variables contínues s'ha utilitzat la prova de la *t* de Student per a dades independents. Per a les comparacions longitudinals s'ha emprat la prova de la *t* de Student per a dades aparellades, utilitzant el valor del mateix individu com a control.

Per a totes les comparacions es consideren un nivell de significació estadística de 0,05 bilateral.

Per les mesures de magnitud de l'efecte, es va utilitzar la *d de Cohen* per les variables contínues a partir de la diferència de les mitjanes dels dos grups, la DE i la mida mostral. Per l'odds ratio, les freqüències absolutes i relatives de cada categoria i la *r de Pearson*, es va realitzar la sumatòria del producte de les diferències entre cada observació de cada variable i la mitjana corresponent.

## 5.9 FINANÇAMENT DE L'ESTUDI

La realització d'aquest estudi va requerir la col·laboració de l'Hospital General de Granollers i l'aprovació del seu Comitè de Recerca (CR) i Comitè d'Ètica d'Investigació Clínica (CEIC), per a l'accés a l'atenció dels pacients del servei de Pneumologia de l'estudi.

Els membres de l'equip investigador: 2 pneumòlegs, 1 infermer i 2 fisioterapeutes varen ser personal habitual contractat de l'hospital i l'estudi es va fer dintre de la seva pràctica habitual assistencial.

Els pacients inclosos a l'estudi van participar de manera voluntària i sense suport econòmic.

S'ha concedit dos ajuts per desenvolupar aquest estudi: *beca d'investigació en infermeria i/o fisioteràpia respiratòria* per la Societat Catalana de Pneumologia, any 2020 i una altra de la *VII Jornada de Recerca i Innovació* de l'Hospital General de Granollers, any 2019 (Annex 6). S'ha pogut finançar l'anàlisi estadística de l'estudi, el programa de doctorat de la investigadora principal i l'assistència a congressos (desplaçament, allotjament, inscripcions) per la presentació de les dades de l'estudi.



## **6. RESULTATS**



## 6 RESULTATS

### 6.1 PACIENTS. DIAGRAMA DE FLUX DE L'ESTUDI

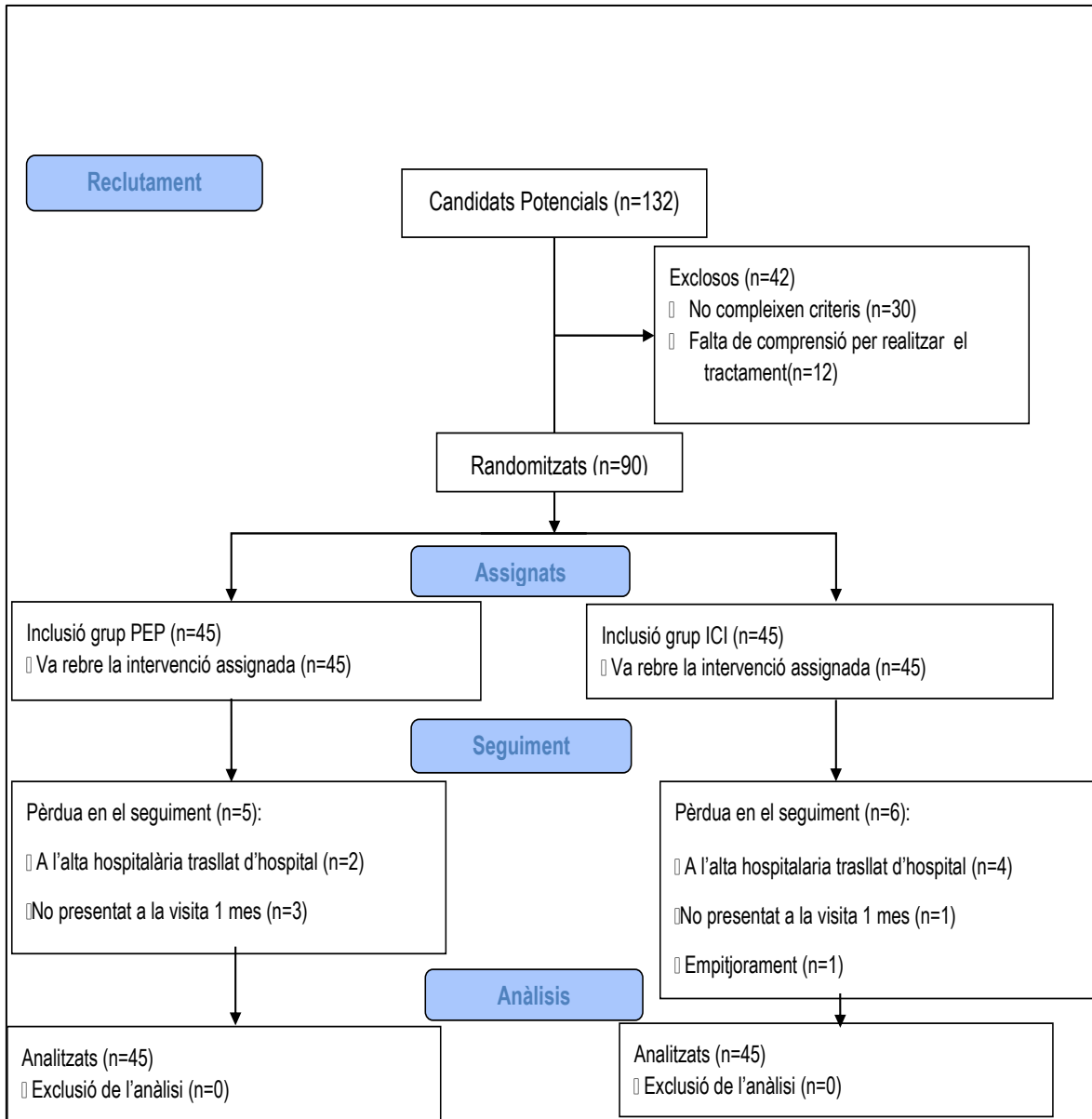
Es van incloure tots els pacients ingressats de manera consecutiva entre febrer de l'any 2020 i el setembre de l'any 2022. El personal mèdic del servei de Pneumologia de l'Hospital General de Granollers van seleccionar un total de 132 pacients amb diagnòstic de TT com a candidats a participar en l'estudi. D'aquests, es van excloure 42 pacients: 30 no complien criteris i 12 presentaven manca de comprensió per realitzar el tractament de l'estudi. La resta, 90 pacients, van acceptar a participar i després de signar el consentiment informat, es va avaluar i van ser assignats a un dels grups participants (**45** en el grup intervenció 1: **grup PEP** i **45** en el grup intervenció 2: **grup ICI**) mitjançant el procés d'aleatorització comentat en l'apartat 5.5 *assignacions dels participants*. Dels 90 pacients, van fer totes les visites de control de l'estudi, en 40 en el grup PEP i 31 en el grup ICI. La figura 34 mostra el diagrama de flux dels pacients en les diferents etapes de l'estudi.

Causes d'exclusió dels 42 pacients: 2 van presentar IR que va requerir tractament amb VMNI, 7 eren diagnosticats de MPOC, 9 eren portadors de CPAP per AOS, 7 presentaven deteriorament cognitiu i 5 limitació a l'activitat física o mobilització (2 per lesió medul·lar, 2 per fractura de fèmur i 1 per ser portador d'un fixador extern tibial), els 12 restants per manca de col·laboració.

Cinc pacients del grup PEP es van perdre durant el seguiment: 2 per trasllat a un altre hospital durant l'ingrés hospitalari i 3 no es va presentar a la V-2. En el grup ICI, sis pacients es van perdre durant el seguiment: 4 per trasllat a un altre hospital durant l'ingrés hospitalari, 1 per no presentar-se a la V-2 i 1 per empitjorament clínic per una altra malaltia.

Finalment, es van analitzar per intenció a tractar, totes les dades possibles dels 45 pacients inclosos a cada grup.

Figura 34: Diagrama de flux dels pacients de l'estudi





## 6.2 DESCRIPCIÓ DE LES CARACTERÍSTIQUES BASALS DE LA MOSTRA.

S'analitzen les característiques basals del total de 90 individus inclosos (Taula 9). L'edat mitjana va ser de 61,28 anys (DE 14,38), 70 individus (78%) eren homes i 20 dones (22%) amb un IMC de 27,86 (DE 4,55) Kg/m<sup>2</sup>. Un 13% eren fumadors, 3 eren dones (Taula 10). Aquests 90 individus varen constituir els dos grups d'intervenció de l'estudi:

- El grup PEP format per 45 individus, dels quals 37 eren homes (82%) i 8 dones (18%), amb una mitjana d'edat de 61,22 (DE 12,83) anys i un IMC de 27,29 (DE 4,25) kg/m<sup>2</sup>.
- El grup ICI format per 45 individus, dels quals 33 eren homes (73%) i 12 dones (27%), amb una mitjana d'edat de 61,33 (DE 15,92) anys i un IMC de 28,38 (DE 4,8) kg/m<sup>2</sup>.

En comparar les característiques basals dels individus del grup PEP i del grup ICI no s'observen diferències estadísticament significatives en cap de les variables, per la qual cosa podem dir que les dues mostres són homogènies i comparables.

Les causes més freqüents del TT van ser les caigudes a domicili 24 (27%) i les caigudes amb bicicleta 21 (23%), i seguit dels accidents de trànsit de cotxe i motocicleta 18 (20%). La causa més freqüent en dones seria la caiguda en el domicili (50%) i en homes les caigudes amb bicicleta (27%), seguit dels accidents de trànsit (moto i cotxe); *p-valor* = 0,0173 (Taula 11).

En relació amb l'edat, es va observar que en individus de >70 anys són més freqüents les caigudes en el domicili 12 (46%), mentre que en edats més joves (<55 anys) predomina la caiguda de bicicleta i els accidents de motocicleta; *p-valor*= 0,1337 (Taula 12). La precipitació es manté com altra causa freqüent de TT en els tres grups d'edats analitzats.

En la nostra mostra, el nombre de FC mediana va ser de 4 (RIQ 4-7) costelles amb dolor a l'ingrés mediana de 4 (RIQ 4-6) amb afectació tant de les costelles superiors com les inferiors en el 64% dels pacients, sense predomini

d'hemitòrax afecte i només afectació bilateral en el 9% dels casos. No s'observa relació entre l'edat avançada  $\geq 60$  anys (Taula 13).

Les complicacions respiratòries van ser freqüents, 62 individus (68%), fonamentalment hemotòrax 40 (44%), especialment en els pacients amb més FC (Taula 14). No s'observa una relació entre l'edat avançada  $\geq 60$  anys i les complicacions respiratòries en la nostra mostra estudiada (Taula 15).

Dotze pacients van presentar volet costal (13%). En la taula 16 es mostren les seves característiques. Tots els casos van presentar complicacions. En relació al gènere, va ser més freqüent la presència de volet costal en homes 10(14%) respecte a dones 2(10%) (Taula 17). Si es va observar en el subgrup de pacients amb volet costal més dies d'estada a l'hospital.

Respecte als dies d'ingrés hospitalari va tenir de mitjana 7,75 (DE 5,78) dies, sense diferències significatives entre els grups intervenció ni amb l'edat avançada (Taula 18).

Encara que no es va trobar diferències estadísticament significatives, els pacients del grup PEP presentaven més volets costals i complicacions pleuropulmonars, amb més indicació de drenatge pleural i ús oxigenoteràpia.

El grup ICI presentava menys complicacions radiològiques i major ús de tractament antibiòtic. No s'han trobat diferències en el compliment del tractament ni en els dies d'ingrés hospitalari entre ambdós grups.

Taula 9. Característiques basals de la població estudiada.

		grup ICI		grup PEP		TOTAL		*p-valor
		n	%	n	%	n	%	
<b>Edat (anys)</b>		61,3	(15,92)	61,2	(12,83)	61,3	(14,38)	0,971
<b>Gènere</b>	<b>Dona</b>	12	26,7	8	17,8	20	22,2	0,3105
	<b>Home</b>	33	73,3	37	82,2	70	77,8	
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>		28,38	(4,80)	27,29	(4,25)	27,86	(4,55)	0,296
<b>I. Charlson</b>		2,18	(1,98)	2,53	(1,91)	2,36	(1,94)	0,3889
<b>Fumadors</b>	<b>No fuma</b>	39	86,7	33	73,3	72	80,0	0,2865
	<b>Exfumador</b>	2	4,4	4	8,9	6	6,7	
	<b>Fuma</b>	4	8,9	8	17,8	12	13,3	
<b>Antecedents respiratoris</b>	<b>No</b>	43	95,6	36	80,0	79	87,8	0,1435
	<b>Pre-MPOC</b>	1	2,2	3	6,7	4	4,4	
	<b>Asma</b>	0	0,0	2	4,4	2	2,2	
	<b>Altres</b>	1	2,2	4	8,9	5	5,6	
<b>Etiologia TT:</b>	<b>Caiguda domicili</b>	11	24,4	13	28,9	24	26,7	0,4601
	<b>Caiguda bicicleta</b>	10	22,2	11	24,4	21	23,3	
	<b>Precipitació</b>	10	22,2	6	13,3	16	17,8	
	<b>Accident moto</b>	8	17,8	5	11,1	13	14,4	
	<b>Caiguda carrer</b>	4	8,9	2	4,4	6	6,7	
	<b>Accident cotxe</b>	1	2,2	4	8,9	5	5,6	
	<b>Atropellament</b>	1	2,2	2	4,4	3	3,3	
	<b>Caiguda laboral</b>	0	0,0	2	4,4	2	2,2	

Taula 9. Continuació

		grup ICI		grup PEP		TOTAL		*p-valor
		n	%	n	%	n	%	
<b>Nombre de FC:</b>	<b>mediana (RIQ)</b>	4	(4-7)	4	(4-7)	4	(4-7)	0,4831
<b>Localització de FC</b>	<b>De 1º a 6º FC</b>	6,0	13,3	8,0	17,8	14,0	15,6	0,7757
	<b>De 7º a 12ª FC Amdues</b>	10,0 29,0	22,2 64,4	8,0 29,0	17,8 64,4	18,0 58,0	20 64,4	
<b>Costat de FC</b>	<b>Dreta</b>	17	37,8	21	46,7	38	42,2	0,6755
	<b>Esquerra</b>	24	53,3	20	44,4	44	48,9	
	<b>Bilateral</b>	4	8,9	4	8,9	8	8,9	
<b>Volet costal</b>	<b>Si</b>	3	6,7	9	20,0	12	13,3	0,0628
	<b>No</b>	42	93,3	36	80,0	78	86,7	
<b>Lesions associades a las FC</b>	<b>No</b>	23	51,1	26	57,8	49	54,4	0,4224
	<b>Clavícula</b>	6	13,3	10	22,2	16	17,8	
	<b>Escàpula</b>	8	17,8	3	6,7	11	12,2	
	<b>Estèrnum</b>	2	4,4	1	2,2	3	3,3	
	<b>Altres</b>	6	13,3	5	11,1	11	12,2	
<b>Complicacions respiratòries</b>	<b>No</b>	17	37,8	11	24,4	28	31,1	0,4511
	<b>Hemotòrax</b>	17	37,8	23	51,1	40	44,4	
	<b>Pneumotòrax</b>	1	2,2	3	6,7	4	4,4	
	<b>Hemopneumotòrax</b>	7	15,6	5	11,1	12	13,3	
	<b>Atelèctasi</b>	1	2,2	0	0,0	1	1,1	
	<b>Contusió</b>	2	4,4	3	6,7	5	5,6	
<b>Drenatge pleural</b>	<b>Si</b>	9	20,0	11	24,4	20	22,2	0,6121
	<b>No</b>	36	80,0	34	75,6	70	77,8	
<b>Broncodilatadors</b>	<b>Si</b>	5	11,1	3	6,7	8	8,9	0,4588
	<b>No</b>	40	88,9	42	93,3	82	91,1	
<b>Oxigenoteràpia</b>	<b>Si</b>	12	26,7	17	37,8	29	32,2	0,2594
	<b>No</b>	33	73,3	28	62,2	61	67,8	

Taula 9. Continuació

		grup ICI		grup PEP		TOTAL		*p-valor
		n	%	n	%	n	%	
<b>SpO2%</b>		96,20	(2,05)	95,50	(2,38)	95,85	(2,23)	0,1403
<b>Dolor(EN):</b>	<b>mediana(RIQ)</b>	4	(4-6)	5	(4-8)	5	(4-7)	0,0505
<b>Secrecions (SEVA)</b>		1,98	(2,09)	1,89	(1,85)	1,93	(1,96)	0,8315
<b>Rx Tòrax PA</b>	<b>Normal</b>	15	33,3	4	8,9	19	21,1	0,013
	<b>Pinçament</b>	13	28,9	24	53,3	37	41,1	
	<b>Elevació diafragma</b>	3	6,7	1	2,2	4	4,4	
	<b>*Pèrdua de volum+</b>	14	31,1	16	35,6	30	33,3	
<b>Ús Antibiòtic</b>	<b>si</b>	9	20,0	3	6,7	12	13,3	0,06
	<b>no</b>	36	80,0	42	93,3	78	86,7	
<b>Compliment</b>	<b>minim</b>	9	21,4	8	15,6	17	19,5	0,5024
	<b>bon</b>	33	78,6	37	82,2	70	80,5	
<b>Dies ingrés</b>		7,84	(6,87)	7,67	(4,55)	7,75	(5,78)	0,8879

Les variables contínues s'expressen com a mitjanes (desviació estàndard), a no ser que s'indiqui el contrari. Les variables categòriques com a freqüències absolutes i percentatges. Les dades recollides a l'inici de l'estudi. \*p-valor: Test de la t Student.

IMC: índex de massa corporal, Pre-MPOC: símptomes respiratoris amb relació preservada<sup>192</sup>, TT: traumatisme toràctic, FC: fractures costals, SpO2: saturació oxihemoglobina, EN: escala numèrica del dolor, Rx Tòrax PA: radiografia toràctica antero posterior. Pinçament: pinçament costo-diafragmàtic. Pèrdua de volum + pinçament costodiafragmàtic.

Taula 10. Fumadors segons el gènere.

Variable		Total	Home	Dona	p-valor (1)
Fumadors	Total	90 (100,0%)	70 (100,0%)	20 (100,0%)	0,7548
	No fuma	72 (80,0%)	57 (81,4%)	15 (75,0%)	
	Exfumador	6 (6,7%)	4 (5,7%)	2 (10,0%)	
	Fuma	12 (13,3%)	9 (12,9%)	3 (15,0%)	
Fumadors (Grup ICI)	Total	45 (100,0%)	33 (100,0%)	12 (100,0%)	0,3942
	No fuma	39 (86,7%)	29 (87,9%)	10 (83,3%)	
	Exfumador	2 (4,4%)	2 (6,1%)		
	Fuma	4 (8,9%)	2 (6,1%)	2 (16,7%)	
Fumadors (Grup PEP)	Total	45 (100,0%)	37 (100,0%)	8 (100,0%)	0,2071
	No fuma	33 (73,3%)	28 (75,7%)	5 (62,5%)	
	Exfumador	4 (8,9%)	2 (5,4%)	2 (25,0%)	
	Fuma	8 (17,8%)	7 (18,9%)	1 (12,5%)	

(1) Test de la *xi-quadrat*

Taula 11. Causes de TT segons el gènere.

	Dona		Home		*p-valor
	n	%	n	%	
<b>Edat (anys)</b>	68,75	(19)	59	(12)	0,008
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	27,91	(4,56)	27,83	(4,58)	0,952
<b>I. Charlson</b>	3,5	(2,1)	2,02	(1,76)	0,002
<b>Antecedents respiratoris</b>	<b>No</b>	18 (90%)	61 (87%)		
	<b>Pre-MPOC</b>	1 (5%)	3 (4,3%)		
	<b>Asma</b>	1 (5%)	1 (1,4%)		
	<b>Altres</b>		5 (7,1%)		
<b>Etiologia TT:</b>	<b>Caiguda domicili</b>	10 (50%)	14 (20%)		0,017
	<b>Caiguda bicicleta</b>	2 (10%)	19 (27,1%)		
	<b>Precipitació</b>	3 (15%)	13 (18,6%)		
	<b>Accident moto</b>	0	13 (18,6%)		
	<b>Caiguda carrer</b>	2 (10%)	4 (5,7%)		
	<b>Accident cotxe</b>	3 (15%)	2 (2,9%)		
	<b>Atropellament</b>	0	3 (4,3%)		
	<b>Caiguda laboral</b>	0	2 (2,9%)		

Les variables contínues s'expressen com a mitjanes (desviació estàndard) i les variables categòriques com a freqüències absolutes i percentatges. \*p-valor: Test de la *t* Student.

Taula. 12. Causes del TT segons l'edat.

	Total	< 55 anys	Entre 55 i 70 anys	> 70 anys	p-valor (1)
<b>Total</b>	90 (100,0%)	31 (100,0%)	33 (100,0%)	26 (100,0%)	0,1337
<b>Caiguda domicili</b>	24 (26,7%)	3 (9,7%)	9 (27,3%)	12 (46,2%)	
<b>Caiguda bicicleta</b>	21 (23,3%)	9 (29,0%)	10 (30,3%)	2 (7,7%)	
<b>Tràfic moto</b>	13 (14,4%)	8 (25,8%)	3 (9,1%)	2 (7,7%)	
<b>Tràfic cotxe</b>	5 (5,6%)	2 (6,5%)	2 (6,1%)	1 (3,8%)	
<b>Caiguda carrer</b>	6 (6,7%)	3 (9,7%)	1 (3,0%)	2 (7,7%)	
<b>Precipitació</b>	16 (17,8%)	5 (16,1%)	6 (18,2%)	5 (19,2%)	
<b>Atropellament</b>	3 (3,3%)		1 (3,0%)	2 (7,7%)	
<b>Caiguda laboral</b>	2 (2,2%)	1 (3,2%)	1 (3,0%)		

(1) Test de la *xi-quadrat*

Taula 13. Nombre de FC segons l'edat.

Variable	Total	≥60 anys	<60 anys	p-valor (1)
Nombre de FC	N 90	50	40	0,1652
	Mitjana (DE)	5,37 (2,54)	5,6 (2,48)	4,9 (2,58)
	Mediana	4	5	4
	(P25; P75)	(4,0; 7,0)	(4,0; 7,0)	(4,0; 7,0)
	(Mín; Máj)	(3,0; 18,0)	(3,0; 14,0)	(3,0; 18,0)
	N missing	0	0	0

(1) Test de la *t* de Student

Taula:14. Complicacions respiratòries segons el nombre de FC

Variable	Total	No (complicacions respiratòries)	Si (complicacions respiratòries)	p-valor (1)
Nombre de FC	N 85	26	59	0,2251
	Mitjana DE)	5,37 (2,54)	4,84 (1,78)	5,6 (2,83)
	Mediana	4	4	5
	(P25; P75)	(4,0; 7,0)	(4,0; 7,0)	(4,0; 7,0)
	(Mín; Máj)	(3,0; 18,0)	(3,0; 8,0)	(3,0; 18,0)
	N missing	5	0	0

(1) Test de la *t* de Student

Taula15. Complicacions respiratòries segons l'edat.

Variable	Total	≥60 anys	<60 anys	p-valor (1)
Complicacions respiratòries:	N 90 (100%)	50(100%)	40(100%)	0,4381
Sense complicacions	28(31,1%)	20(40%)	8(20%)	
Amb complicacions	62(68%)	30(60%)	32(80%)	

(1) Test de la *xi-quadrat*

Taula 16. Característiques dels pacients amb volet costal		amb volet costal n=12		sense volet costal n=78		*p-valor
		n	%	n	%	
<b>Edat (anys)</b>		65,2	(9,072)	61,1	(14,9)	<i>p</i> =0,4254
<b>Gènere</b>	Dona	2	10,0	18	90,0	<i>p</i> =0,6190
	Home	10	14,3	60	85,7	
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>		30,3	(4,149)	27,4	(4,44)	<i>p</i> =0,4585
<b>I. Charlson:</b>		2,75	(1,96)	2,29	(1,92)	<i>p</i> =0,3889
<b>Etiologia TT:</b>	Caiguda domicili	2	16,7	22	28,2	<i>p</i> =0,7476
	Caiguda bicicleta	2	16,7	19	24,4	
	Precipitació	3	25,0	13	16,7	
	Accident moto	2	16,7	11	14,1	
	Caiguda carrer	1	11,1	5	6,4	
	Accident cotxe	1	8,3	4	5,1	
	Atropellament			3	3,8	
	Caiguda laboral	1	8,3	1	1,3	
<b>Nombre de FC: mediana (RIQ)</b>		4,0	(4 - 7)	4,0	(4 - 7)	<i>p</i> =0,4830
<b>Complicacions respiratòries</b>	No			28	(31,1)	<i>p</i> =0,4511
	Hemotòrax	9	75,0	31	(39,7)	
	Pneumotòrax			4	(4,4)	
	Hemopneumotòrax	2	16,6	10	(12,82)	
	Atelèctasi			1	(1,1)	
	Contusió	1	8,3	1	8,3	
<b>Dolor(EN): mediana (RIQ)</b>		5	(4-8)	6	(4-8)	<i>p</i> =0,3469
<b>Secrecions (SEVA): mediana (RIQ)</b>		3	(0,5;3,0)	2,50	(0,0-3,0)	<i>p</i> =0,7781
<b>Clínica de Tos</b>		9	75,0	40	51,3	<i>p</i> =0,1246
<b>Mobilitat toràcica V-1 (cm)</b>		5,86	(3,13)	4,68	(2,79)	<i>p</i> =0,2264
<b>Dies d'ingrés</b>		10,33	(4,81)	7,35	(5,84)	<i>p</i> =0,0966

Les variables contínues s'expressen com a mitjanes (desviació estàndard), a no ser que s'indiqui el contrari. Les variables categòriques com a freqüències.

\**p*-valor: Test de la *t* Student.



Taula 17. Volet costal segons el gènere.

Variable		Total	Home	Dona	p-valor (1)
Volet costal	Total	90 (100,0%)	70 (100,0%)	20 (100,0%)	0,619
	Si	12 (13,3%)	10 (14,3%)	2 (10,0%)	
	No	78 (86,7%)	60 (85,7%)	18 (90,0%)	
Volet costal (Grup ICI)	Total	45 (100,0%)	33 (100,0%)	12 (100,0%)	0,2796
	Si	3 (6,7%)	3 (9,1%)		
	No	42 (93,3%)	30 (90,9%)	12 (100,0%)	
Volet costal (Grup PEP)	Total	45 (100,0%)	37 (100,0%)	8 (100,0%)	0,6966
	Si	9 (20,0%)	7 (18,9%)	2 (25,0%)	
	No	36 (80,0%)	30 (81,1%)	6 (75,0%)	

(1) Test de la *xi-quadrat*

Taula 18. Dies d'ingrés hospitalari segons l'edat.

Variable		Total	≥60 anys	<60 anys	p-valor (1)
Dies entre ingrés i alta V-1	N	89	49	40	0,1547
	Mitjana (DE)	7,75 (5,78)	9,1 (6,27)	10,05 (8,90)	
	Mediana	6	7	7	
	(P25; P75)	(4,0; 10,0)	(5,0; 11,25)	(5,0; 12,5)	
	(Mín; Máu)	(1,0; 40,0)	(3,0; 21,0)	(3,0; 45,0)	
	N missing	1	1	0	

(1) Test de la *t* de Student

### 6.3 RESULTATS RELACIONATS AMB L'OBJECTIU PRINCIPAL

Considerant el dolor costal com a variable principal de l'estudi, mesurat amb l'escala EN, trobem diferències estadísticament significatives a l'alta hospitalària i al mes, amb menys dolor costal en el grup PEP que en el grup ICI (Taula 19 i Figura 35). Aquests resultats obtinguts ens donen una magnitud de l'efecte clínicament rellevant tant a l'alta [d de Cohen 0,59(IC95% 0,23;1,51)] com al mes [d de Cohen 0,98(IC95% 0,84;2,28)].

Si comparem dintre del mateix grup, l'evolució entre la visita V0 i la V2, ambdós grups presenten millora del dolor estadísticament significativa (Taula 20).

En relació amb la perspectiva de gènere, no s'observen diferències significatives entre homes i dones respecte al grau de dolor que presenten a l'ingrés, alta hospitalària ni al mes de seguiment de l'estudi (Figura 36).

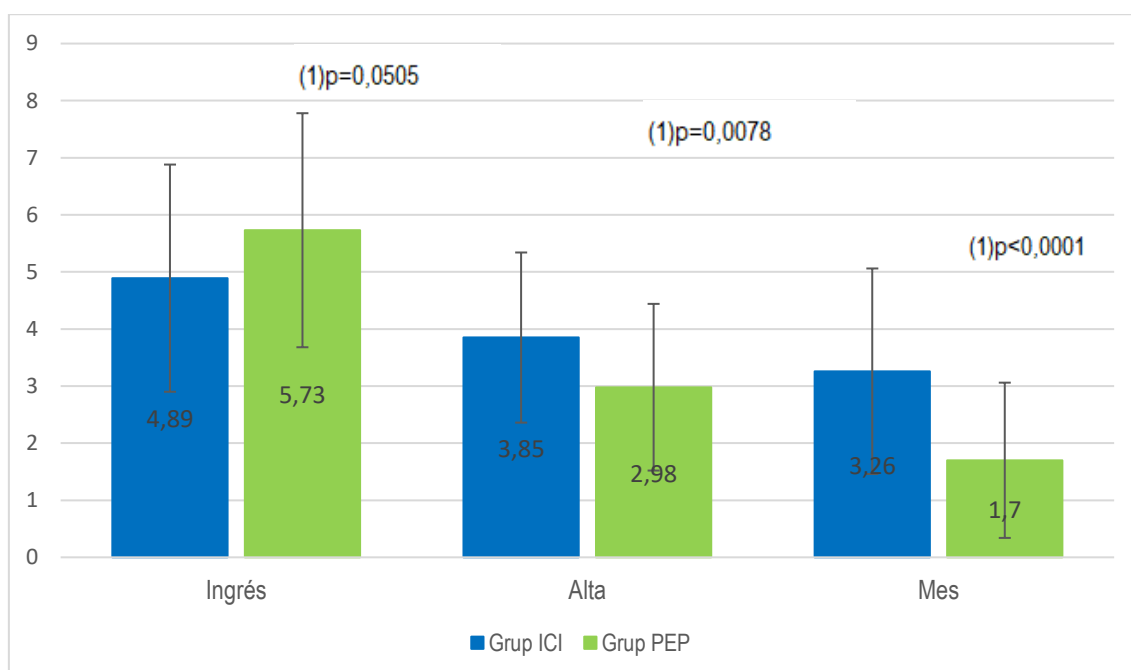
Es va analitzar la relació entre el control del dolor i els valors de mobilitat toràcica mitjançant el coeficient de correlació lineal de Pearson observant una correlació moderada en el grup ICI a la visita del mes, cosa que indica que, a més dolor a l'ingrés presenta menys mobilitat de caixa toràcica al mes de l'estudi ( $r=-0,38838$ ) i en el grup PEP no existeix relació lineal ( $r=0,15021$ ) (Taula 21 i Figura 37).

Taula 19. Resultats control del dolor en les visites d'estudi (ingrés V-0, alta V-1, mes V-2).

VISITES		Total	ICI	PEP	p-valor (1)
<b>Ingrés V-0</b>	N	90	45	45	0,0505
	Mitjana (DE)	5,31 (2,05)	4,89 (1,99)	5,73 (2,05)	
	Mediana	5	4	5	
	(P25; P75)	(4,0; 7,0)	(4,0; 6,0)	(4,0; 8,0)	
	(Mín; Máx)	(0,0; 9,0)	(0,0; 9,0)	(1,0; 9,0)	
	N missing	0	0	0	
<b>Alta V-1</b>	N	84	41	43	0,0078
	Mitjana (DE)	3,40 (1,53)	3,85 (1,49)	2,98 (1,46)	
	Mediana	3	4	3	
	(P25; P75)	(3,0; 4,0)	(3,0; 5,0)	(3,0; 4,0)	
	(Mín; Máx)	(0,0; 8,0)	(0,0; 8,0)	(0,0; 7,0)	
	N missing	6	4	2	
<b>Mes V-2</b>	N	78	38	40	<0,0001
	Mitjana (DE)	2,46 (1,76)	3,26 (1,80)	1,70 (1,36)	
	Mediana	3	3,5	2	
	(P25; P75)	(1,0; 4,0)	(2,0; 4,0)	(0,0; 3,0)	
	(Mín; Máx)	(0,0; 8,0)	(0,0; 8,0)	(0,0; 5,0)	
	N missing	12	7	5	

(1) Test de la *t* de Student

Figura 35. Representació gràfica: control del dolor en les visites (ingrés V-0, alta V-1, mes V-2).



(1) Test de la *t* Student.

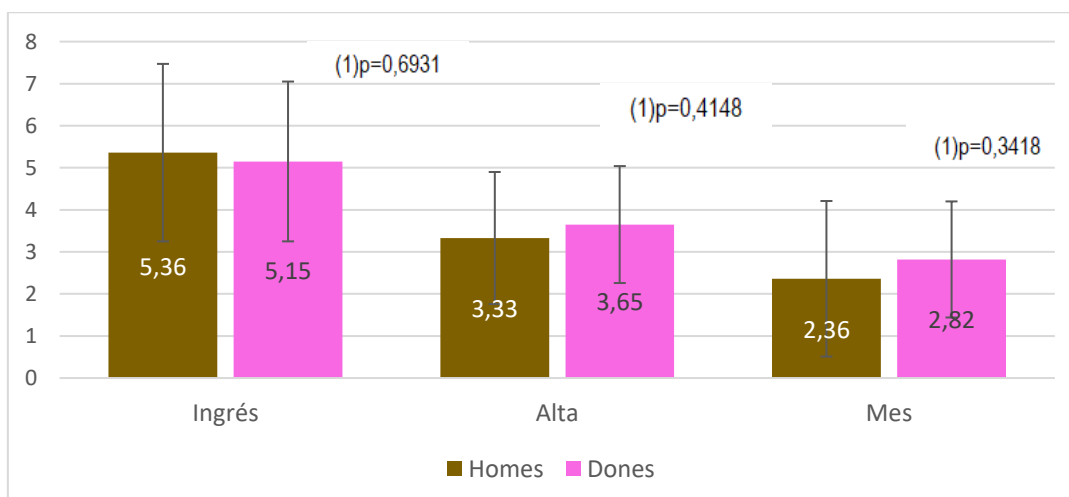
Taula 20. Control del dolor: comparativa dintre del mateix grup.

COMPARACIÓ		(1)p-valor
<b>Global</b>	Ingrés vs Alta	<0,0001
	Ingrés vs Mes seguiment	<0,0001
	Alta vs Mes seguiment	<0,0001
	<b>Grup ICI</b>	
<b>Grup ICI</b>	Ingrés vs Alta	0,0003
	Ingrés vs Mes seguiment	0,0001
	Alta vs Mes seguiment	0,0455
	<b>Grup PEP</b>	
<b>Grup PEP</b>	Ingrés vs Alta	<0,0001
	Ingrés vs Mes seguiment	<0,0001
	Alta vs Mes seguiment	<0,0001

(1) t de Student per a dades aparellades

Comparació	Mitjana	DE	d de Cohen (IC95%)
<b>Global</b>			
Valor a l'alta V-1	0,87	1,47	0,59 (0,23; 1,51)
Valor al mes V-2	1,56	1,59	0,98 (0,84; 2,28)

Figura 36. Control del dolor costal segons el gènere.



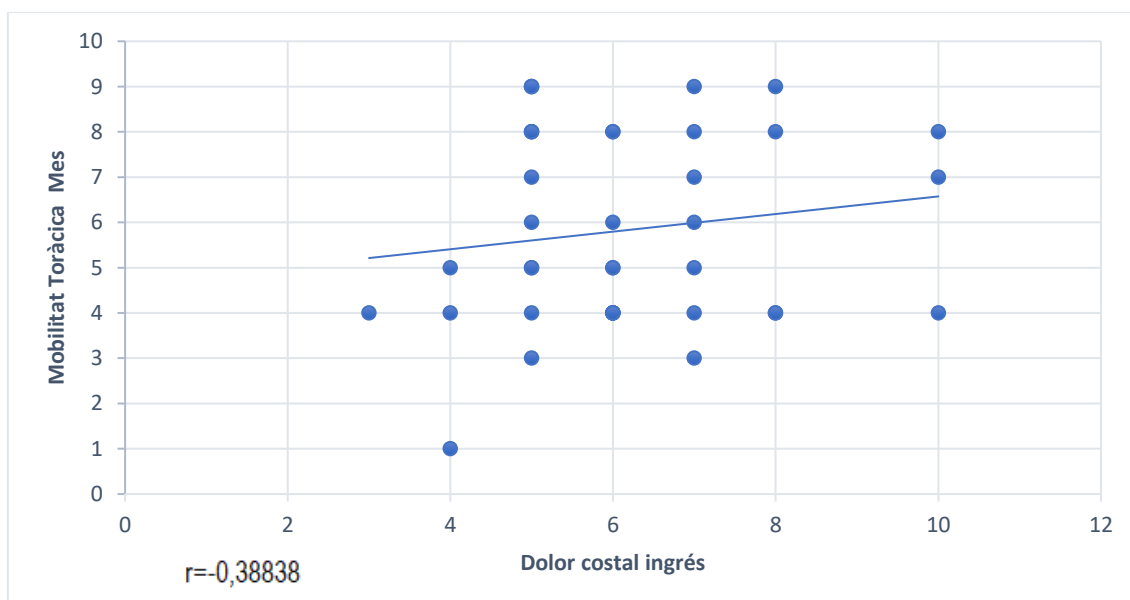
\*Ingrés (V-0), alta (V-1), mes seguiment (V-2). (1) Test de la t Student.

Taula 21. Correlació control del dolor i mobilitat caixa toràcica

Comparació	Coef. Corr. (1)	p-valor (1)
<b>Global</b>		
Mobilitat caixa toràcica Alta V-1 vs control dolor a l'ingrés V-0	-0.16974	0,1227
Mobilitat caixa toràcica Mes V-2 vs control dolor a l'ingrés V-0	-0.16707	0,1464
<b>Grup ICI</b>		
Mobilitat caixa toràcica Alta V-1 vs control dolor a l'ingrés V-0	-0.26307	0,0923
Mobilitat caixa toràcica Mes V-2 vs control dolor a l'ingrés V-0	-0.38838	0,016
<b>Grup PEP</b>		
Mobilitat caixa toràcica Alta V-1 vs control dolor a l'ingrés V-0	-0.01488	0,9255
Mobilitat caixa toràcica Mes V-2 vs control dolor a l'ingrés V-0	0.15021	0,3614

(1) Correlació de Pearson

Figura 37. Gràfica de control dolor Ingrés V-0 vs. mobilitat caixa toràcica al Mes V-2.  
Correlació de Pearson. GRUP ICI.



## 6.4 RESULTATS RELACIONATS AMB ELS OBJECTIUS SECUNDARIS

### - RETENCIÓ DE SECRECIIONS BRONQUIALS.

En la mesura de la retenció de secrecions mitjançant el test de SEVA, a l'alta hospitalària i al mes es troba també diferències significatives entre els dos grups amb disminució de les secrecions en el grup PEP, a l'alta i al mes. Amb un efecte rellevant clínicament a l'alta [d de Cohen =0,55 (IC95% 0,20;1,60)] i al mes [d=0,67 (IC95% 0,31;1,61)] (Taula 22).

Taula 22. Resultats Test de SEVA en les visites d'estudi (ingrés V-0, alta V-1, mes V-2).

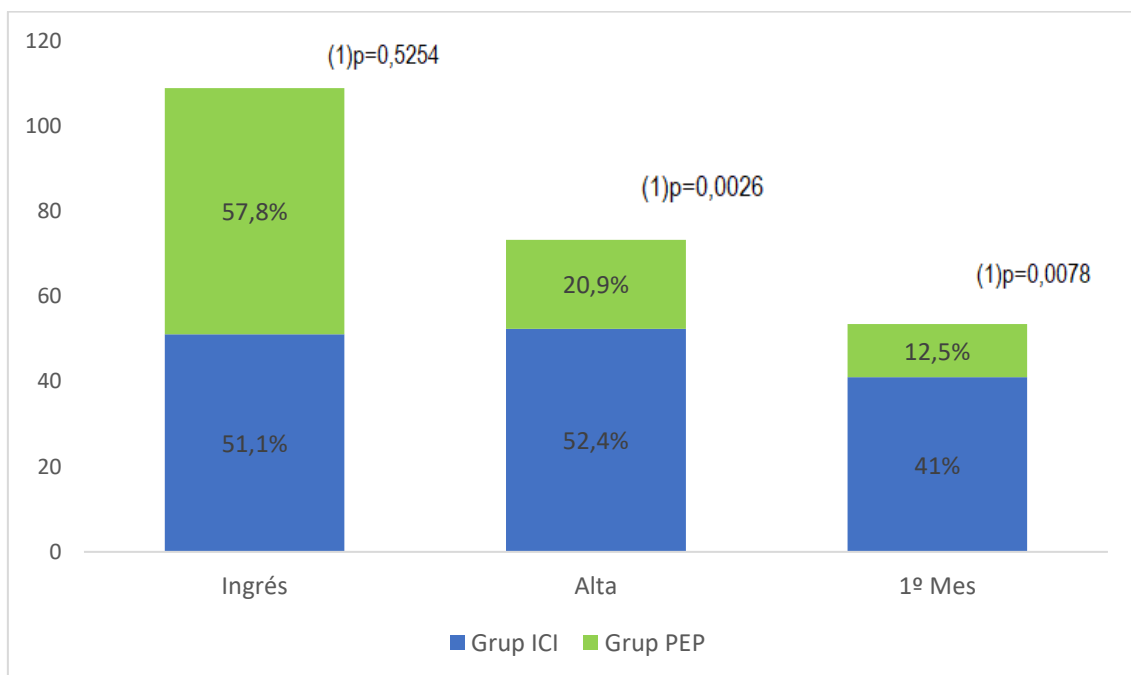
Variable	Total	ICI	PEP	(1)p-valor	
<b>Ingrés V-0</b>	N	90	45	45	0,8315
	Mitjana (DE)	1,93 (1,96)	1,98 (2,09)	1,89 (1,85)	
	Mediana	3	3	3	
	(P25; P75)	(0,0; 3,0)	(0,0; 3,0)	(0,0; 3,0)	
	(Mín; Máx)	(0,0; 6,0)	(0,0; 6,0)	(0,0; 6,0)	
	N missing	0	0	0	
<b>Alta V-1</b>	N	85	42	43	0,0127
	Mitjana (DE)	1,31 (1,68)	1,76 (1,90)	0,86 (1,32)	
	Mediana	0	1,5	0	
	(P25; P75)	(0,0; 3,0)	(0,0; 3,0)	(0,0; 2,0)	
	(Mín; Máx)	(0,0; 6,0)	(0,0; 6,0)	(0,0; 4,0)	
	N missing	5	3	2	
<b>Mes V-2</b>	N	79	39	40	0,0042
	Mitjana (DE)	0,87 (1,51)	1,36 (1,81)	0,40 (0,96)	
	Mediana	0	0	0	
	(P25; P75)	(0,0; 2,0)	(0,0; 3,0)	(0,0; 0,0)	
	(Mín; Máx)	(0,0; 6,0)	(0,0; 6,0)	(0,0; 3,0)	
	N missing	11	6	5	

(1) Test de la *t* de Student

Comparació	Mitjana	DE	d de Cohen (IC95%)
<b>Global</b>			
<b>Valor a l'alta V-1</b>	0,9	1,63	0,55 (0,20; 1,60)
<b>Valor al mes V-2</b>	0,96	1,44	0,67 (0,31; 1,61)

Si només analitzem la variable clínica *de tos humida* (si/no), a l'alta hospitalària no presenten tos humida 34 (79,1%) individus del grup PEP vs. 20 individus (47,6%) del grup ICI amb  $p=0,0026$ . Al mes, en el grup PEP 35 (87,5%) i en el grup ICI 22 (56,4%)  $p=0,0078$  (Figura 38).

Figura 38. Clínica Tos humida.



\*Ingrés (V-0), alta (V-1), mes seguiment (V-2). (1) Test de la *xi-quadrat*

- MOBILITAT DE LA CAIXA TORÀCICA

La mobilitat de la caixa toràcica mesurada amb cirtometria, no va mostrar diferències significatives entre els dos grups. Si comparem dintre del mateix grup, l'evolució entre la visita V1 i la V2, ambdós grups presenten millor mobilitat toràcica de manera estadísticament significativa (Taula 23).

Taula 23. Mobilitat caixa toràcica a l'alta hospitalària i al mes del TT.

Variable	Total	ICI	PEP	<i>p</i> -valor (1)
<b>Mobilitat caixa toràcica a l'alta V-1</b>				
N	84	42	42	0,7333
Mitjana (DE)	4,81 (1,90)	4,88 (2,35)	4,74 (1,34)	
Mediana	4	4	4	
(P25; P75)	(4,0; 6,0)	(3,0; 6,0)	(4,0; 6,0)	
(Mín; Máx)	(2,0; 14,0)	(3,0; 14,0)	(2,0; 8,0)	
N missing	6	3	3	
<b>Mobilitat caixa toràcica al mes V-2</b>				
N	77	38	39	0,3686
Mitjana (DE)	6,17 (2,37)	5,92 (2,91)	6,41 (1,70)	
Mediana	6	5	6	
(P25; P75)	(5,0; 7,0)	(4,0; 8,0)	(5,0; 7,0)	
(Mín; Máx)	(2,0; 15,0)	(2,0; 15,0)	(3,0; 10,0)	
N missing	13	7	6	

(1) Test de la *t* de Student

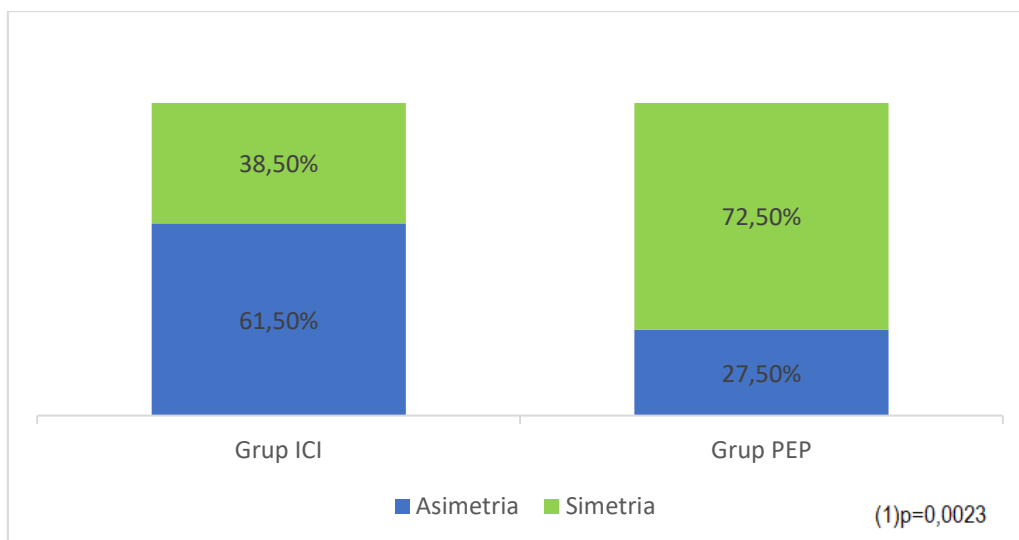
Comparació	<i>p</i> -valor (1)
<b>Global</b>	
Alta V-1 vs Mes V-2 de seguiment	<0,0001
<b>Grup ICI</b>	
Alta V-1 vs Mes V-2 de seguiment	0,0004
<b>Grup PEP</b>	
Alta V-1 vs Mes V-2 de seguiment	<0,0001

(1) Test de la *t* de Student per a dades aparellades



Si observem la variable clínica de *simetria (si/no)* recollida al mes, s'observa que en el grup PEP hi ha 29 individus (72,5%) amb una correcta simetria toràcica enfront els 15 individus en el grup ICI (38,5%) de manera significativa  $p\text{-valor} = 0,0023$  (Figura 39).

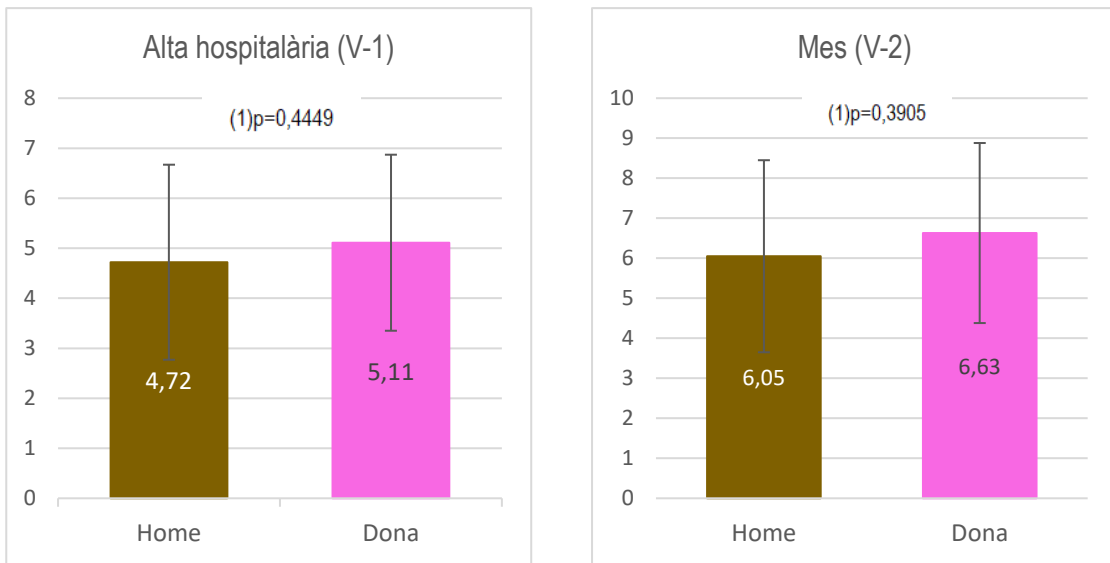
Figura 39. Simetria toràcica al mes (V-2) del TT.



(1) Test de la *xi-quadrat*.

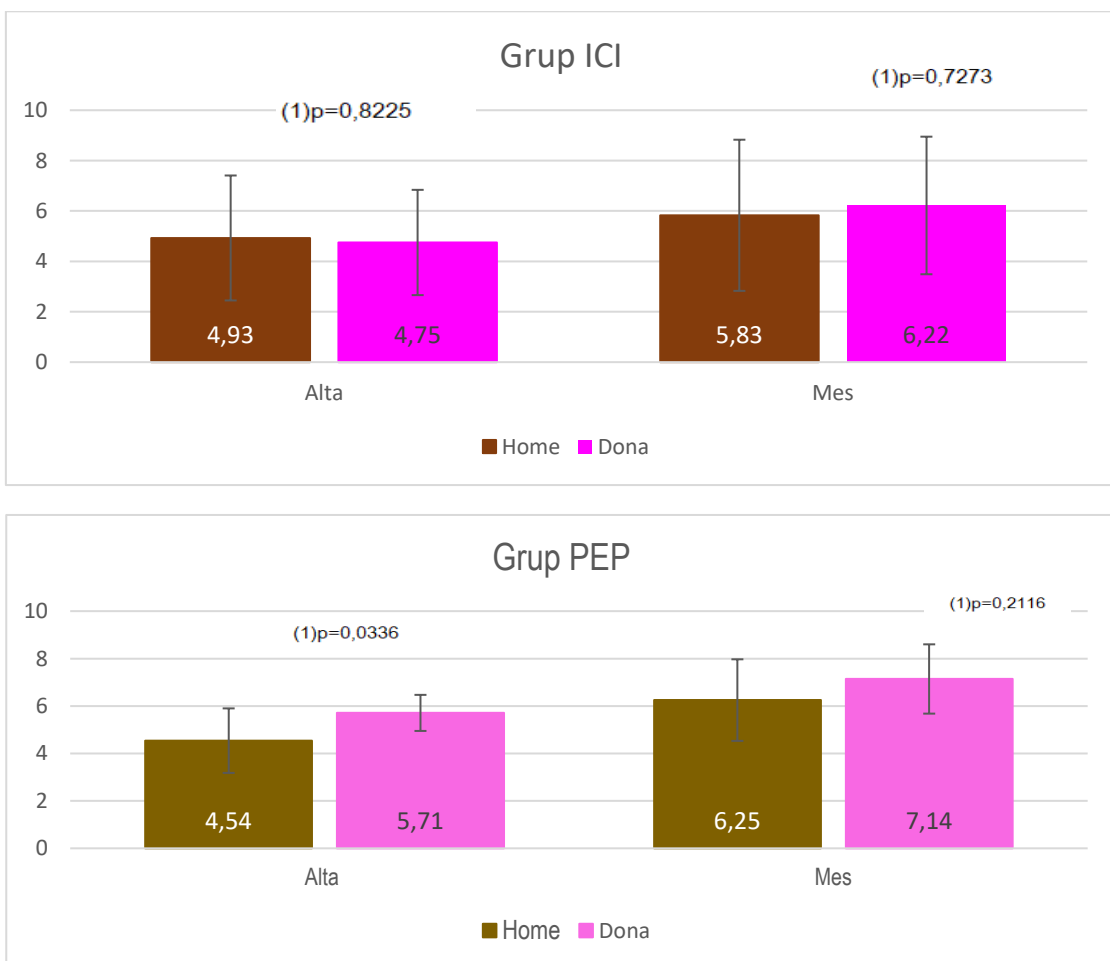
En relació amb la perspectiva de gènere, s'observa una tendència a més mobilitat toràcica a l'alta hospitalària en dones respecte als homes en ambdós grups (Figura 40). Dintre del grup PEP, en les dones hi ha una millor amplitud de caixa toràcica de manera estadísticament significativa a l'alta hospitalària respecte als homes: dones [5,71(CI95% 5,01-6,41)cm] vs. homes [4,54(CI95% 4,09-4,99)cm;  $p=0,0336$ ] i al mes en el grup de dones es normalitza el valor de mobilitat de caixa toràcica: dones [7,14(CI95% 5,79-8,49)cm] vs. homes [6,25 (CI95% 5,65-6,85) cm;  $p\text{-valor}=0,2116$ ]. En el grup ICI, no hi ha diferències estadísticament significatives per gènere (Figura 41).

Figura 40. Mobilitat toràcica a l'alta hospitalària (V-1) i al mes (V-2) segons el gènere.



(1) Test de la t Student.

Figura 41. Mobilitat toràcica per grups (ICI i PEP), segons el gènere



(1) Test de la t Student.

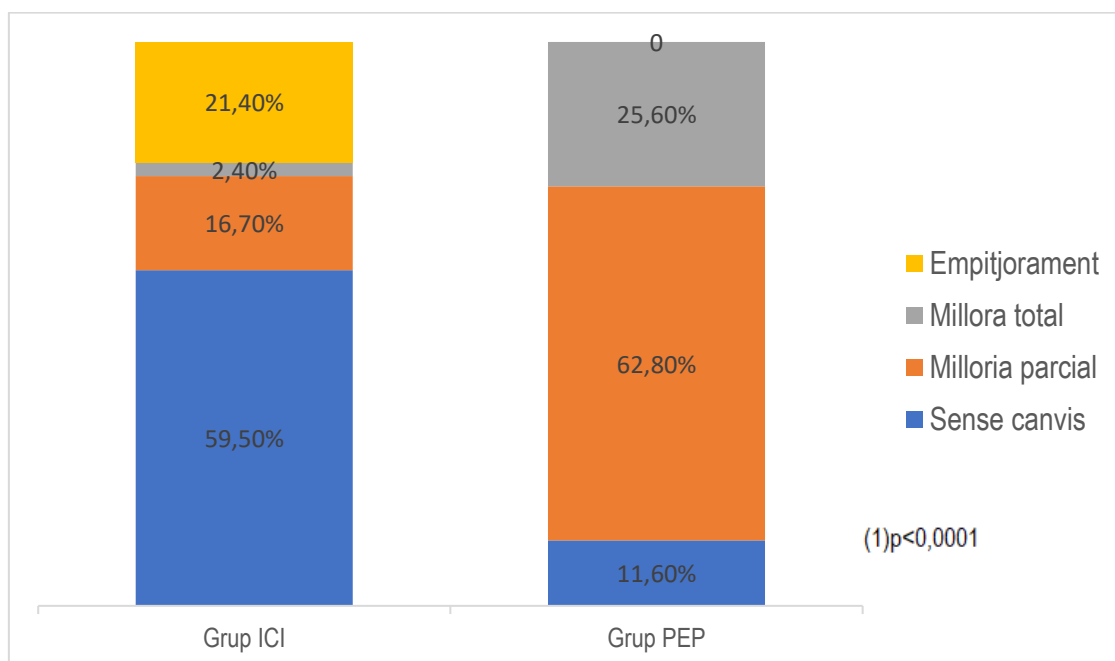
## - RESOLUCIÓ RADIOLÒGICA TORÀCICA

A nivell radiològic, comparant la radiografia realitzada a l'alta hospitalària i a la visita al mes, es va observar la resolució radiològica en la majoria dels individus en el grup PEP, mentre que en el grup ICI 9 individus (21,4%) van empitjorar en la radiografia a l'alta i al mes en 4 (10,35%) dels individus.

Es mostren en la Figura 42 i 43 les dades de resolució radiològica en el grup PEP i grup ICI amb diferències significatives entre els dos grups.

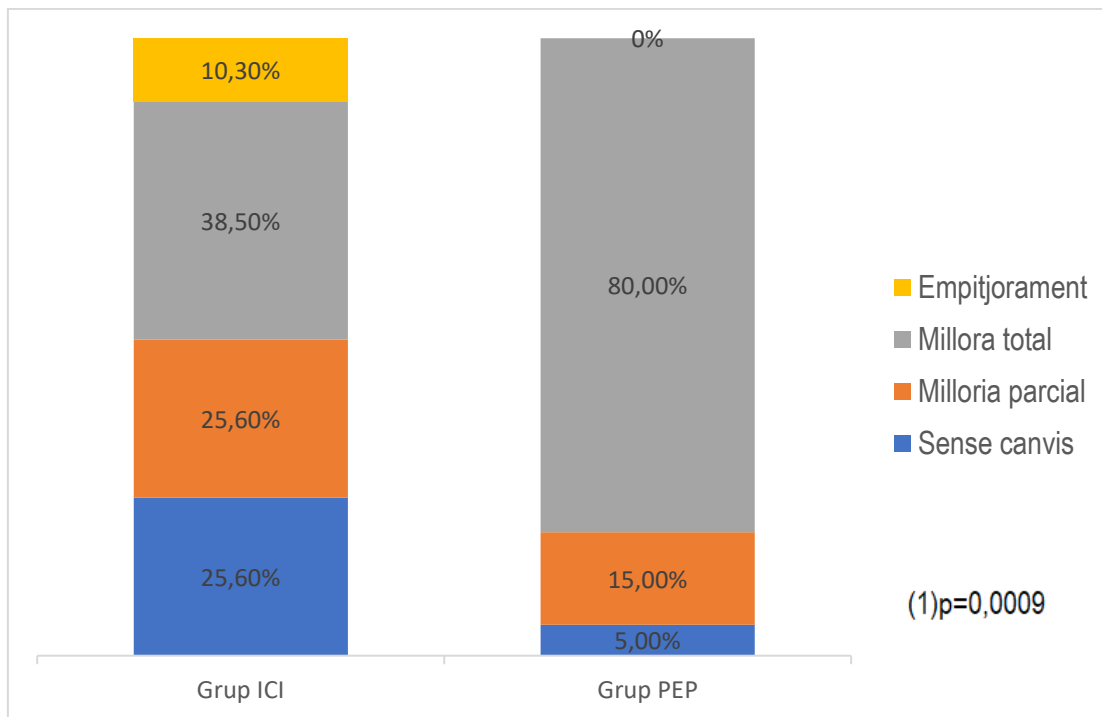
Una odds ratio a l'alta hospitalària  $OR=31,45$  (IC95% 9,37-105,52) i el control al mes  $OR=10,64$  (IC 95% 2,22-50,90) (Taula 24).

Figura 42. Resolució radiològica a l'alta hospitalària (V-1)



(1) Test de la *xi-quadrat*.

Figura 43. Resolució radiològica al mes (V-2).



(1) Test de la *xi-quadrat*.

Taula 24. Comparació radiològica a l'alta V-1 i al mes V-2.

Comparació	<i>p-valor</i> (1)	OR (IC95%)
<b>Global</b>		
Estat a l'alta V-1	<0,0001	31,45 (9,37; 105,52)
Estat al mes V-2	0,0006	10,64 (2,22; 50,90)

## - FUNCIÓ PULMONAR

No s'observen diferències estadísticament significatives en els valors de l'espirometria forçada realitzada al mes del TT entre els dos grups, però es pot observar en la taula una tendència a millors valors de FVC% en el grup PEP (Taula 25).

Taula 25. Funció pulmonar al mes (V-2) del TT.

Variable		Total	ICI	PEP	(1)p-valor
FVC l	N	76	39	37	0,9324
	Mitjana (DE)	3,66 (1,13)	3,64 (1,28)	3,67 (0,96)	
	Mediana	3,6	3,7	3,5	
	(P25; P75)	(3,1; 4,6)	(3,0; 4,7)	(3,2; 4,5)	
	(Mín; Máx)	(1,2; 6,3)	(1,2; 6,3)	(1,9; 5,6)	
	N missing	14	6	8	
FVC %	N	76	39	37	0,3827
	Mitjana (DE)	87,91 (16,49)	86,28 (18,36)	89,61 (14,32)	
	Mediana	87,8	89,6	83,4	
	(P25; P75)	(79,5; 99,3)	(75,0; 97,3)	(80,0; 99,8)	
FEV1 l	N	76	39	37	0,8773
	Mitjana (DE)	2,69 (0,87)	2,70 (1,03)	2,67 (0,68)	
	Mediana	2,7	2,9	2,6	
	(P25; P75)	(2,2; 3,2)	(2,0; 3,4)	(2,3; 3,2)	
	(Mín; Máx)	(1,0; 5,0)	(1,0; 5,0)	(1,4; 4,6)	
	N missing	14	6	8	
FEV1 %	N	76	39	37	0,3378
	Mitjana (DE)	85,60 (19,98)	83,45 (24,75)	87,87 (13,22)	
	Mediana	87,4	87,5	87,2	
	(P25; P75)	(77,9; 98,8)	(75,5; 100,0)	(78,4; 95,6)	
	(Mín; Máx)	(10,6; 133,3)	(10,6; 133,3)	(64,0; 113,5)	
	N missing	14	6	8	
Relació FEV1/FVC (%)	N	76	39	37	0,8575
	Mitjana (DE)	73,68 (9,74)	73,48 (10,50)	73,89 (9,00)	
	Mediana	73,6	72,7	73,7	
	(P25; P75)	(66,6; 78,7)	(66,0; 79,3)	(68,9; 77,8)	
	(Mín; Máx)	(52,6; 106,0)	(52,6; 105,9)	(56,5; 106,0)	
	N missing	14	6	8	

(1) Test de la *t* Student.

\* FVC(%): capacitat vital forçada en percentatge, FEV1 (%): volum espiratori forçat en el primer segon en percentatge, FEV1/FVC % relació percentual.

## - ADMINISTRACIÓ DE MEDICAMENTS ANALGÈSICS

Respecte a l'ús de medicaments analgèsics, no es van trobar diferències significatives en els dies d'administració d'analgèsia (endovenosa, oral) ni tampoc si van precisar analgèsia per catèter peridural i PCA durant els dies d'ingrés entre els dos grups.

Es va observar una reducció d'analgèsics orals a la visita del mes en el grup PEP. En el grup PEP prenen analgèsics orals en la visita del mes 14 (34,1%) individus respecte als 22 del grup ICI (56,4%)  $p\text{-valor}=0,0454$  (Taula 25).

Taula 25. Administració de medicaments durant l'estudi TT.

Variable		Total	ICI	PEP	(1)p-valor
Dies analgèsics endovenosa	N	90	45	45	0,7718
	Mitjana (DE)	5,56 (3,60)	5,44 (3,30)	5,67 (3,92)	
	Mediana	4	4	4	
	(P25; P75)	(3,0; 7,0)	(3,0; 7,0)	(3,0; 6,0)	
	(Mín; Máx)	(1,0; 16,0)	(1,0; 14,0)	(1,0; 16,0)	
	N missing	0	0	0	
Dies analgèsics oral	N	90	45	45	0,4468
	Mitjana (DE)	3,00 (2,48)	2,80 (2,04)	3,20 (2,86)	
	Mediana	2,5	2	3	
	(P25; P75)	(1,0; 4,0)	(1,0; 4,0)	(1,0; 5,0)	
	(Mín; Máx)	(0,0; 12,0)	(0,0; 8,0)	(0,0; 12,0)	
	N missing	0	0	0	
Pacients amb analgèsia peridural	Total	90 (100,0%)	45 (100,0%)	45 (100,0%)	1
	Si	16 (17,8%)	8 (17,8%)	8 (17,8%)	
	No	74 (82,2%)	37 (82,2%)	37 (82,2%)	
Pacients portadors de PCA	Total	90 (100,0%)	45 (100,0%)	45 (100,0%)	1
	Si	8 (8,9%)	4 (8,9%)	4 (8,9%)	
	No	82,0 (91,1%)	41 (91,1%)	41 (91,1%)	
Pacients amb analgèsia al mes V-2	Total	80 (100,0%)	39 (100,0%)	41 (100,0%)	0,0454
	Si	36 (45,0%)	22 (56,4%)	14 (34,1%)	
	No	44 (55,0%)	17 (43,6%)	27 (65,9%)	
	N missing	10	6	4	

PCA: anestèsia controlada pel pacient.

(1) Test de la *xi-quadrat* o de la *t* de Student segons el tipus de dades.

## - DIES D'INGRÉS HOSPITALARI

No s'observen diferències significatives entre el grup PEP i el grup ICI [7,67 (DE 4,55) vs. 7,84 (DE 6,87)] dies  $p$ -valor=0,8879. Si s'analitzen els dies des de l'ingrés V-0, V-1 i V-2 fins a la resolució del TT, sí que s'observen diferències significatives en els dos grups de l'estudi (Taula 26).

Taula 26. Dies d'ingrés hospitalari i resolució dels TT.

Variable		Total	ICI	PEP	(1) $p$ -valor
Dies entre ingrés i alta V-1	N	89	44	45	0,8879
	Mitjana (DE)	7,75 (5,78)	7,84 (6,87)	7,67 (4,55)	
	Mediana	6	6	6	
	(P25; P75)	(4,0; 10,0)	(3,0; 10,5)	(5,0; 9,0)	
	(Mín; Máx)	(1,0; 40,0)	(2,0; 40,0)	(1,0; 23,0)	
	N missing	1	1	0	
Dies entre ingrés V-0 i resolució TT	N	77	38	39	0,0308
	Mitjana (DE)	59,12 (29,88)	66,53 (30,93)	51,90 (27,32)	
	Mediana	60	64,5	37	
	(P25; P75)	(34,0; 79,0)	(38,0; 83,0)	(33,0; 68,0)	
	(Mín; Máx)	(24,0; 162,0)	(27,0; 162,0)	(24,0; 138,0)	
	N missing	13	7	6	
Dies entre alta V-1 i resolució TT	N	77	38	39	0,0242
	Mitjana (DE)	52,60 (31,40)	60,71 (33,93)	44,69 (26,86)	
	Mediana	52	57	31	
	(P25; P75)	(29,0; 64,0)	(34,0; 75,0)	(28,0; 59,0)	
	(Mín; Máx)	(18,0; 174,0)	(21,0; 174,0)	(18,0; 130,0)	
	N missing	13	7	6	
Dies entre mes V-2 i la resolució TT	N	77	38	39	0,0262
	Mitjana (DE)	22,83 (27,18)	29,76 (27,46)	16,08 (25,46)	
	Mediana	23	30,5	0	
	(P25; P75)	(0,0; 31,0)	(0,0; 35,0)	(0,0; 31,0)	
	(Mín; Máx)	(0,0; 122,0)	(0,0; 122,0)	(0,0; 98,0)	
	N missing	13	7	6	

(1) Test de la  $t$  Student.

\*Resolució TT: es defineix com no presenta clínica ni seqüeles pleuropulmonars en els pacients amb traumatisme toràcic.

- SATISFACCIÓ DEL DISPOSITIU

Es va observar de manera estadísticament significativa que el dispositiu PEP-*bottle* (grup PEP) és més satisfactori per l'individu que el dispositiu ICI (grup ICI). El dispositiu PEP-*bottle* obté una puntuació mediana de 50 (RIQ 50;50) i el dispositiu ICI de 40 (RIQ 40;50)  $p\text{-valor}=0,0538$  (Taula 27).

Taula 27. Resultats qüestionari de satisfacció FSI-10

Variable	Total	ICI	PEP	(1) $p\text{-valor}$
FSI-10 N	80	40	40	0,0538
Mitjana (DE)	41,93 (13,13)	39,10 (13,39)	44,75 (12,40)	
Mediana	50	40	50	
(P25; P75)	(40,0; 50,0)	(40,0; 50,0)	(50,0; 50,0)	
(Mín; Máj)	(8,0; 50,0)	(8,0; 50,0)	(10,0; 50,0)	
N missing	10	5	5	

(1) Test de la *t* de Student.



## 6.5 RESUM VARIABLES ESTUDI I CONTROL POST-ESTUDI.

Es mostra una taula resum de les variables analitzades de l'estudi en V-0 (ingrés), V-1 (alta hospitalària) i V-2 (mes) (Taula 28).

En la **V-2**, als pacients que encara presentaven clínica o seqüeles pleuropulmonars se'ls feia un control de seguiment postestudi. Respecte als dos grups, en el grup PEP s'observa resolució del TT en 24 individus (60%) vs. 11 del grup ICI (28,2%)  $p\text{-valor}=0,0045$  (Figura 44). Els tipus de clínica i seqüeles pleuropulmonars que persisteixen en la V-2 es mostra en la Taula 29.

En relació amb dies des de la V-2 a la resolució del TT respecte als dos grups, s'observa una resolució més ràpida en el grup PEP de manera significativa  $p\text{-valor}=0,0308$  (Figura 45).

Taula 28. Resum variables recollides de l'estudi.

		Grup ICI		Grup PEP		Total	(1)p_valor	d de Cohen(IC95%)(2)
		mitjana	(DE)	mitjana	(DE)	mitjana	(DE)	OR (IC95%)(3)
<b>Dolor costal (EN)</b>	Ingrés	4,89	(1,99)	5,73	(2,05)	5,31	(2,05)	0,0505
	Alta	3,85	(1,49)	2,98	(1,46)	3,4	(1,53)	<b>0,0078</b> d=0,59(0,23-1,51)
	Mes	3,26	(1,8)	1,7	(1,36)	2,46	(1,76)	<b>&lt;0,0001</b> d=0,98(0,84-2,28)
<b>Secrecions (SEVA)</b>	Ingrés	1,98	(2,09)	1,89	(1,85)	1,93	(1,96)	0,8315
	Alta	1,76	(1,90)	0,86	(1,32)	1,31	(1,68)	<b>0,0127</b> d=0,55(0,20-1,60)
	Mes	1,86	(1,81)	0,40	(0,96)	0,87	(1,51)	<b>0,0042</b> d=0,67(0,31-1,61)
<b>Clínica de Tos</b>	Ingrés	No	22 (48,9%)		19 (42,2%)	41 (45,6%)		0,5254
		Humida	23 (51,1%)		26 (57,8%)	49 (54,4%)		
	Alta	No	20 (47,6%)		34 (79,1%)	54 (63,5%)		<b>0,0026</b> OR=0,24(0,009-0,62)
		Humida	22 (52,4%)		9 (20,9%)	31 (36,5%)		
	Mes	No	22 (56,4%)		35 (87,5%)	57 (72,2%)		<b>0,0078</b> OR=0,18(0,06-0,57)
		Humida	16 (41,0%)		5 (12,5%)	21 (26,6%)		
<b>Mobilitat toràcica (cm)</b>	Alta	4,88	(2,35)	4,74	(1,34)	4,81	(1,90)	0,7333
	Mes	5,92	(2,91)	6,41	(1,70)	6,17	(2,37)	0,3686

Taula 28. continuació

		Grup ICI		Grup PEP		Total	(1)p_valor	d de Cohen(1C95%)(2)	OR (1C95%)(3)	
		mitjana	(DE)	mitjana	(DE)					mitjana
<b>Simetria toràcica</b>	Mes	Asimetria	24(61,5%)		11(27,5%)	35(44,3%)	<b>0,0023</b>			
		Normal	15(38,5%)		29(72,5%)	44(55,7%)				
<b>Control Radiològic</b>	Alta	sense canvis	25 (59,5%)		5 (11,6%)	30 (35,3%)	<b>&lt;0,0001</b>	OR=31,45(9,37-105,52)		
		milloria parcial	7 (16,7%)		27 (62,8%)	34 (40,0%)				
		milloria total	1 (21,4%)		11 (25,6%)	12 (14,1%)				
		empitjorament	9 (21,4%)			9 (10,6%)				
	Mes	sense canvis	10 (25,6%)		2 (5,0%)	12 (15,2%)	<b>0,0009</b>	OR=10,64(2,22-50,90)		
		milloria parcial	10 (25,6%)		6 (15,0%)	16 (20,3%)				
milloria total		15 (38,5%)		32 (80,0%)	47 (59,5%)					
empitjorament		4 (10,3%)			4 (5,1%)					
<b>Espirometria Forçada</b>	Mes	FVC L	3,64	(1,28)	3,67	(0,96)	3,66	(1,13)	0,9324	
		FVC %	86,24	(18,36)	89,61	(14,32)	87,91	(16,49)	0,3827	
		FEV <sub>1</sub> L	2,70	(1,03)	2,67	(0,68)	2,69	(0,87)	0,8773	
		FEV <sub>1</sub> %	83,45	(24,75)	87,87	(13,22)	85,6	(19,98)	0,3378	
		FEV <sub>1</sub> /FVC(%)	73	(10,50)	73,89	(9,00)	73,68	(9,74)	0,8575	

Taula 28. Continuació.

		Grup ICI		Grup PEP		Total	(1) <i>p</i> _valor	d de Cohen(IC95%)(2)	OR (IC95%)(3)
		mitjana	(DE)	mitjana	(DE)				
<b>Ús de medicaments ingressats</b>	Analgèsics:	endov (dies)	5,44 (3,30)	5,67 (3,92)	5,56 (3,60)	0,7718			
		orals (dies)	2,80 (2,04)	3,2 (2,86)	3,0 (2,48)	0,4468			
	peridural si	8,0 (17,8%)	8,0 (17,8%)	16,0 (17,8%)	1				
	peridural no	37 (82,2%)	37,0 (82,2%)	74,0 (82,2%)					
	PCA si	4 (8,9%)	4,0 (8,9%)	8,0 (8,9%)	1				
	PCA no	41 (91,1%)	41,0 (91,1%)	82,0 (91,1%)					
<b>Ús de medicaments al mes</b>	Analgèsics:	orals si	22 (56,4%)	14,0 (34,1%)	36,0 (45,0%)	<b>0,0454</b>			
		orals no	17 (43,6%)	27,0 (65,9%)	44,0 (55,0%)				
<b>Dies d'ingrés alta-mes-resolució TT</b>	Ingrés-Alta	7,84 (6,87)	7,67 (4,55)	7,75 (5,78)	0,8879				
	Ingrés-Resolució	66,5 (30,93)	51,9 (27,32)	59,1 (29,88)	<b>0,0308</b>				
	Alta-Resolució	60,7 (33,93)	44,69 (26,86)	52,6 (31,40)	<b>0,0242</b>				
<b>Satisfacció FS10</b>	Mes*	40,0 (40,0-50,0)	50,0 (50,0-50,0)	50,0 (40,0-50,0)	<b>0,0538</b>				

EN: escala numèrica del dolor, CM: centímetres, FVC L (%): capacitat vital forçada en litres i percentatge, FEV1 L(%): volum espiratori forçat en el primer segon en litres i percentatge, FEV1/FVC % relació, Endov: endovenosa, PCA: analgèsia controlada pel pacient.

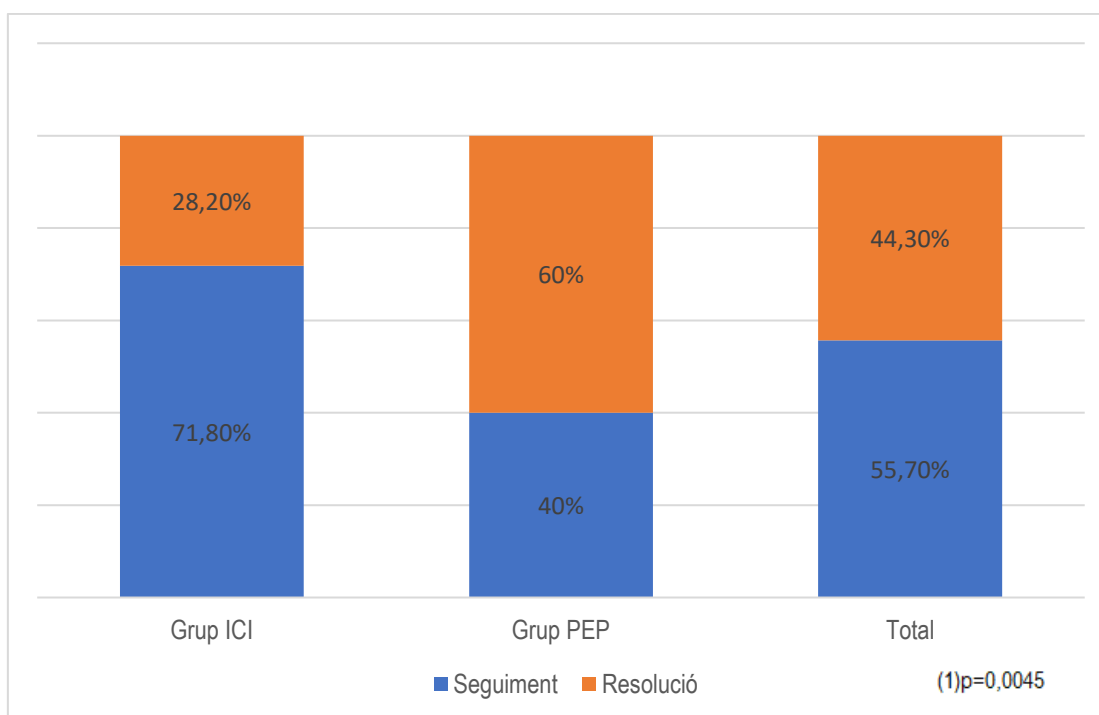
(1) Test de la *xi-quadrat* o de la *t* de student segons el tipus de dades. Es subratlla en negreta *p*-valor significatiu

(2) Valors d de Cohen per a la mida de l'efecte: <0,2 sense efecte, 0,2 a 0,5 petit, >0,5 a 0,8 mitjà i >0,8 gran. IC 95%: interval de confiança del 95%

(3) Valors odds ratio (OR) per la mida de l'efecte: <1,68 insignificant; entre 1,68-3,47, petita; entre 3,47-6,71, moderada; > 6,71, gran. IC 95%: interval de confiança del 95%

\*es mesura en mediana i rang interquartilic (RIQ)

Figura 44.. Seguiment després de l'estudi per grup.



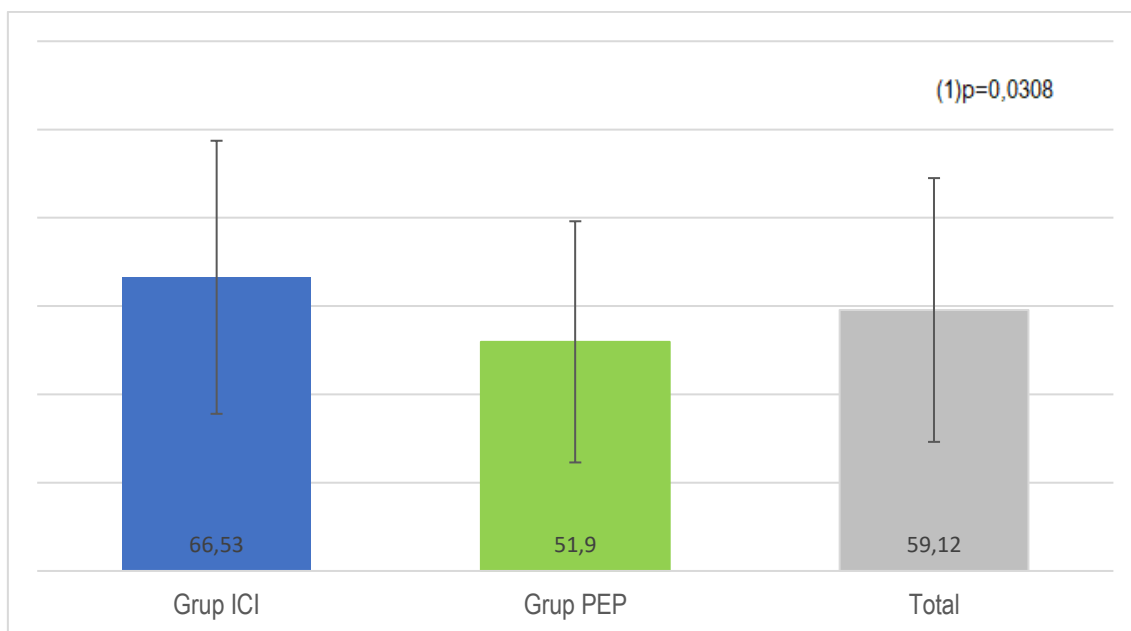
(1) Test de la *xi-quadrat*.

Taula 29. Descripció de les seqüeles clíniques i pleuropulmonars finals de l'estudi en V-2.

Variable	Total	ICI	PEP	(1)p-valor
Motiu del seguiment				
Total	44 (100,0%)	28 (100,0%)	16 (100,0%)	0,5185
Dolor	5 (11,4%)	4 (14,3%)	1 (6,3%)	
Hipomobilitat	28 (63,6%)	17 (60,7%)	11 (68,8%)	
Seqüeles pleuropulmonars	2 (4,5%)	2 (7,1%)		
Dolor + Hipomobilitat	4 (9,1%)	2 (7,1%)	2 (12,5%)	
Hipomobilitat + pleuropulmonars	2 (4,5%)	1 (3,6%)	1 (6,3%)	
Atelèctasis	1 (2,3%)		1 (6,3%)	
Dolor+hipomobilitat + pleuropulmonars	2 (4,5%)	2 (7,1%)		

(1) Test de la *xi-quadrat*.

Figura 45. Dies de control postestudi.



(1) Test de la *t* Student.

## **7. DISCUSSIÓ**





# 7 DISCUSSIÓ

## 7.1 INTERPRETACIÓ DELS RESULTATS

Amb els resultats de l'estudi podem concloure que l'ús de la PEP en la fase immediata del tractament dels pacients amb TT i  $\geq 3$  FC que requereixen ingrés hospitalari millora el dolor costal, menys retenció de secrecions, millor recuperació de les alteracions radiològiques i reducció d'analgèsia oral. Aconsegueix una reducció en els dies de resolució del TT i millor satisfacció del dispositiu, a l'alta i al mes del TT respecte del grup ICI.

La millora en el *dolor costal* en els pacients inclosos es podria relacionar amb l'efecte de la PEP sobre la respiració profunda com va descriure Busch V, et al.<sup>122</sup> en un estudi experimental, en el que la respiració profunda ajudava a reduir el dolor per diferents mecanismes com la respiració instruïda, el tipus de respiració relaxant i la modulació de la via simpàtica per canvis en la pressió intratoràctica que estimula els baroreceptors i disminueix la percepció del dolor. Grammatopoulou E, et al.<sup>125</sup> va poder demostrar en pacients amb  $\geq 3$  FC que la tècnica CAR incrementava el VC reduint el dolor. El CAR i l'ICI tindria el mateix efecte per ser una tècnica que afavoreix el temps inspiratori.

Els dos dispositius utilitzats en l'estudi afavoreixen la respiració profunda, l'ICI en temps inspiratori i el dispositiu PEP-bottle en allargar el temps espiratori. L'estudi de Jafari H, et al.<sup>124</sup> va poder demostrar que una respiració lenta i profunda és més efectiva si el temps espiratori és més perllongat. Per tant, per realitzar la tècnica PEP al pacient se li demana una inspiració profunda i una espiració lenta fins CRF. La duració del temps espiratori ha de tenir una relació I/E: 1:3 o 1:4 com descriuen les normatives<sup>165</sup>. Això podria explicar la millora del control del dolor en el grup PEP respecte al grup ICI que van observar en els nostres resultats i en l'estudi previ realitzat en el nostre centre al 2022<sup>147</sup>. A l'estudi actual hem pogut demostrar que entre les dues tècniques, la PEP és més efectiva. No existeix cap més estudi comparatiu entre aquestes dues tècniques.

En relació amb el tipus de dispositius utilitzats, en el grup PEP, la PEP-*bottle*, ha estat el dispositiu emprat en el nostre estudi seguint els paràmetres de disseny de l'aparell estudiat pel grup de Mestriner RG, et al.<sup>180</sup>, amb una PEP de 10cmH<sub>2</sub>O de tractament. Sehlin M, et al.<sup>183</sup>, va comparar dos dispositius PEP, la PEP-mask amb la PEP-*bottle*, amb diferències entre el flux i la pressió d'aire, però dintre d'una PEP terapèutica durant l'expiració. També es va avaluar la tolerància dels dos dispositius sent la PEP-*bottle* millor tolerada que la PEP-mask. Segons una revisió de Liverani B, et al.(2019)<sup>182</sup> la PEP-*bottle* és un dispositiu efectiu en les malalties respiratòries, millora el volum pulmonar i facilita el drenatge de secrecions. Utilitzat en la pràctica diària del nostre hospital, fàcil de realitzar per tenir el material necessari i també més econòmic respecte altres dispositius PEP i als dispositius ICI.

En el grup ICI, es va utilitzar l'inspiròmetre incentiu de tipus de volum, model Coach 4000 mL®. Utilitzem ICI de volum perquè afavoreix la respiració profunda i lenta<sup>167,168</sup>. És el model que s'utilitza en la pràctica habitual en el nostre hospital. Les seves característiques s'adapten a la finalitat del tractament i dona un bon feedback al pacient i control del volum inspirat fins a 4000 mL i de manté un flux lent<sup>204</sup>.

Segons la darrera revisió sistemàtica sobre l'ús d'ICI per Restrepo R, et al. (2011)<sup>157</sup> ho recomanen com a tècnica de respiració profunda, a més de la tos dirigida, la mobilització precoç i analgèsia òptima per prevenir complicacions pulmonars postoperatòries. Es proposa l'ICI de tipus de volum, no de flux. També com a contraindicacions anomenen situacions de dificultat per respirar profundament a causa del dolor. Aquestes situacions són molt freqüents en els pacients amb FC. En els estudis d'Agustini et al<sup>205</sup>, i Gosselink et al<sup>206</sup> no es varen trobar diferències significatives en l'ús ICI afegida la fisioteràpia respiratòria convencional per reduir complicacions respiratòries postoperatòries.

Tots dos dispositius requereixen de la formació dels fisioterapeutes per realitzar una bona pràctica clínica i també de fer una bona educació a la resta de professionals sanitaris que l'utilitzen.

També hem pogut observar que el grup ICI, amb més dolor durant l'ingrés, tenen al mes una mobilitat de caixa toràcica reduïda. Això implica que el mal

control del dolor s'associa amb una impotència funcional i atrofia de la musculatura intercostal i probablement afecta el moviment costal.

La millora en la *retenció de secrecions bronquials* i en la presència de tos humida en els pacients inclosos en el grup PEP a l'alta hospitalària i al mes, ha tingut un efecte rellevant clínicament. Tal com es mostra a l'estudi d'Olsén, et al.(2015)<sup>176</sup>, l'efecte PEP pel que fa a l'EPP, pot prevenir el col·lapse precoç de les vies aèries i així afavorir el desplaçament de les secrecions en sentit proximal per facilitar l'expectoració<sup>179</sup> i una tos més efectiva, ja que aquests pacients presenten una tos debilitada pel dolor costal. Els dispositius PEP ja es recomanen en les guies internacionals del maneig de la MPOC<sup>207</sup>, fibrosi quística<sup>208</sup> i en bronquièctasis<sup>209</sup> per afavorir el drenatge de secrecions. També l'ús de l'ICI es recomana per facilitar el drenatge de secrecions en cirurgia toràcica per la disminució de la CI en el postoperatori, en el manual SEPAR (2023)<sup>166</sup>, però en el nostre estudi comparatiu s'observa que la PEP és més efectiu que l'ICI perquè manté la via aèria permeable més temps durant l'inspiració i ICI no influeix en el temps espiratori. Prèviament, el nostre grup<sup>147</sup> ja va demostrar l'efecte de la PEP en la disminució de la retenció de secrecions respecte a un grup control, en pacients amb TT i  $\geq 3$  FC en la fase immediata.

La *mobilitat de la caixa toràcica* mesurada amb cirtometria, no va demostrar diferències significatives entre els dos grups, però sí una tendència a major mobilitat en el grup PEP sobretot en dones. En un estudi observacional realitzat per Valenza Delmet G, et al.<sup>200</sup>, es descriuen els valors de normalitat en adults joves (19-20 anys) observant diferències en el gènere, sent en homes superior a les dones. Verschalken JA, et al.<sup>210</sup>, també varen descriure valors de normalitat entre 10-60 anys, i es va observar que a partir dels 50 anys la mobilitat costal disminuïa. En el nostre estudi, els valors de cirtometria en homes és inferior a les dones, i en el grup PEP es normalitza al mes en les dones. La possible explicació seria que en el grup PEP hi ha més homes fumadors respecte a dones. L'efecte PEP podria influir en tenir millor permeabilitat de les vies aèries, en els no fumadors, aconseguir una millor distribució de la ventilació i aconseguir més expansió toràcica<sup>174</sup>. També, s'observa una correcció de la mobilitat toràcica, de manera simètrica, en el grup PEP respecte al grup ICI. Pot explicar-se per l'augment del nivell de la

CFR que podria ajudar a l'estabilitat costal. És important una bona correcció toràcica per evitar possibles deformitats de columna vertebral per asimetries toràciques a llarg termini.

La *resolució completa radiològica* de les lesions pleuropulmonars que observem en el grup PEP podria explicar-se per l'efecte PEP l'augment de la CFR i podria evitar la formació d'atelectasis per compressió passiva d'un hemotòrax<sup>174</sup> i/o per enfonsament de la caixa toràcica en el cas de  $\geq 3$  FC. En aquests casos, la pressió intrapleural negativa generada durant la inspiració del segment fracturat provoca un enfonsament o més deformitat de la zona de la fractura que pot comprometre a la ventilació<sup>211</sup>. Sladen A, et al.<sup>212</sup>, en el seu estudi fa referència a l'aplicació de diferents nivells de PEEP en una petita mostra (n=9) de pacients amb VM amb PEEP versus ZEEP (pressió espiratòria final zero) en pacients amb TT inestable. Es va observar una millora de la PaO<sub>2</sub> amb una PEEP entre 10 - 15 cmH<sub>2</sub>O. Aquesta millora la van atribuir a un reclutament alveolar o augment de la CRF i a una millor alineació de la fractura. La utilització del dispositiu ICI, afavoriria aquest enfonsament de les costelles fracturades i comprometria la ventilació. En el nostre estudi, en el grup ICI observem empitjorament de la radiografia a l'alta (9 pacients) i al mes. La guia espanyola<sup>29</sup> sobre el maneig dels TT aconsella l'ús d'ICI de volum. En la primera guia internacional publicada al 2023<sup>189</sup>, aconsellen tant ICI com PEP, però no hi ha estudis comparatius dels diferents dispositius i en quines situacions clíniques del TT s'han d'utilitzar.

Les complicacions respiratòries van ser freqüents en el nostre estudi, en un 69% de pacients, percentatge molt similar al descrit a la literatura<sup>31</sup> i la col·locació del drenatge pleural es va requerir en pocs casos, un 20%, respecte a l'estudi realitzat per Bhattacharyya D, et al.<sup>90</sup> que va requerir entre el 60-90% dels hemotòrax traumàtics i en el nostre estudi no vam tenir cap complicació per empiema ni pneumònia. En el cas de l'hemotòrax residual, descrit per Bozzay JD, et al.<sup>95</sup> és de 9,3% i en el nostre estudi es realitza un control de seguiment post estudi per fisioterapeutes fins a la resolució de l'hemotòrax residual. Tots els casos es van resoldre aproximadament en 2 mesos, menys dies amb diferència significativa en el grup PEP, estaria dintre de la fase 2 de consolidació del TT. Això es podria explicar per l'experiència

en el nostre centre de realitzar FR precoç i seguiment en la patologia pleural<sup>213</sup>.

En el nostre estudi, *la funció pulmonar* es va valorar al mes per garantir una mínima estabilització costal, sense trobar diferències significatives en ambdós grups, encara que sembla que podria haver-hi una tendència a tenir una millor FVC% val.ref. en el grup PEP, resultats que anirien en la línia de les troballes del nostre grup en l'estudi on es va comparar la tècnica PEP amb un grup control<sup>147</sup> on si es va objectivar millora significativa. Això podria explicar-se pel fet d'incentivar la respiració profunda amb els dos dispositius de FR, el que pot ajudar a recuperar la funció pulmonar.

En relació amb els resultats obtinguts en el registre de *l'ús de medicaments analgèsics* durant l'ingrés no s'observen diferències significatives en els dos grups, però sí al mes, quan en el grup PEP només prenen analgèsics orals gairebé la meitat dels pacients que en el grup ICI. Resultats esperables tenint en compte que, com s'ha descrit abans, la utilització de la tècnica PEP-*bottle* aconsegueix millor control del dolor a l'alta hospitalària i al mes del TT. Seria el primer estudi que analitza el registre de medicació analgèsica comparat amb una intervenció no farmacològica, com les tècniques de FR.

Respecte als *dies d'ingrés hospitalari* en el nostre estudi no vàrem trobar diferències significatives entre les dues intervencions. Pensem que els dies d'ingrés a l'hospital estan influenciats per altres factors associats com es descriu per Deyvi MB, et al.<sup>214</sup>, on es va realitzar un estudi observacional retrospectiu, on va determinar els factors de risc en pacients hospitalitzats en el servei de traumatologia de l'Hospital Nacional Hipólito Unanue (Perú). Una de les variables a tenir en compte van ser les complicacions pneumològiques. El factor més relacionat a l'estada hospitalària va ser l'edat avançada >60 anys. No hi ha associació amb la comorbiditat ni en tipus d'intervenció mèdica. En el nostre estudi, en relació a l'edat, vam tenir un total de 49 individus de ≥60 anys sense diferències significatives respecte a edats <60 anys.

En general, la satisfacció amb els dos dispositius ha estat bona. Hem utilitzat un qüestionari que prèviament ha estat utilitzat per Perpiña M, et al. (2018)<sup>215</sup> per valorar la satisfacció de diferents dispositius d'inhalació en pacients

asmàtics. Conèixer la satisfacció dels pacients amb els aparells que ha d'utilitzar és molt important per facilitar l'adherència al tractament<sup>216</sup>.

En conclusió i amb els resultats obtinguts en aquest estudi, considerem que la tècnica PEP (*PEP-bottle*) podria ser d'utilitat en el maneig dels pacients ingressats per TT que presenten 3 o més FC respecte al dispositiu d'ICI.

## 7.2 FORTALESES I LIMITACIONS DE L'ESTUDI

Els resultats obtinguts en el nostre estudi són satisfactoris i han de servir per impulsar i promoure nous projectes relacionats amb aquest àmbit. Així doncs, creiem que aquest estudi presenta una sèrie de fortaleSES, però també limitacions que cal tenir en compte en la seva valoració.

En relació amb les fortaleSES:

-Actualment, trobem a la literatura molt pocs estudis sobre pautes de tractament de FR en els TT. Per tant, creiem que amb el nostre estudi hem contribuït a posicionar millor el paper de la FR en els TT, concretament en les pacients amb FC.

-Aquest és el primer estudi que compara dos tipus d'intervenció dintre de la FR i s'ha pogut demostrar l'eficàcia de la PEP en aquest tipus de pacients, el que suposa un avanç important per la pràctica clínica diària.

-Pocs estudis fan seguiment a llarg termini. En aquest estudi vam fer un registre postestudi fins a la resolució de les seqüeles del TT, tal com fem a la pràctica clínica habitual del centre.

- En relació amb la realització del tractament de FR, el fisioterapeuta IP realitzava el tractament en els dos grups d'intervenció. No l'assignació ni la recollida de dades. Podria ser un biaix, però en realitzar el mateix fisioterapeuta les intervencions en els dos grups, els pacients inclosos en l'estudi han sigut tractats de forma similar en relació amb l'aplicació de les tècniques manuals i instrucció dels dispositius amb el mateix criteri i procediment de l'experiència del fisioterapeuta.

En relació amb les limitacions, en destaquem les següents:

- El període de reclutament de pacients va coincidir amb l'inici de la pandèmia de la COVID-19, fet que va alentir la inclusió de pacients.

- L'heterogeneïtat de les diferents lesions associades al TT influeix en l'evolució clínica dels pacients amb TT.

- En relació amb la prova per diagnosticar les fractures costals es va utilitzar la radiografia toràcica, com a prova habitual de diagnòstic en el nostre centre. L'ecografia toràcica és una prova més sensible (un 78%) i sense utilitzar radiacions ionitzants. Útil quan a l'estudi radiogràfic no s'observen FC<sup>46</sup>. En el nostre estudi, els criteris d'inclusió van ser la presència de 3 o més FC, podria ser que algun pacient exclòs de 2 FC pogués presentar alguna costella més fracturada no observada a la imatge radiogràfica.
- Les dades del registre de medicació a l'ingrés es van recollir de la història clínica del pacient segons els protocols d'administració d'analgèsia i si van precisar catèter peridural o PCA. Va ser difícil analitzar la medicació de rescat a causa de la individualització del tractament de cada pacient. Per propers estudis, s'hauria d'enregistrar diàriament durant l'ingrés.
- No hi ha una manera objectiva i fiable pel monitoratge del compliment dels dos dispositius PEP-*bottle* i ICI. Es va entregar un full per enregistrar el nombre de sessions que realitzaven al dia els pacients i un qüestionari de satisfacció del dispositiu per tenir informació sobre l'adherència al tractament d'una manera indirecta. De totes maneres, el monitoratge ha estat el mateix en els dos grups.



### 7.3 APLICABILITAT DE L'ESTUDI

Els resultats d'aquest estudi mostren el benefici de la tècnica de la PEP enfront de la d'ICI en pacients amb TT que precisen ingrés hospitalari el que suposa un important avanç clínic en el maneig d'aquests pacients. És el primer estudi que demostra l'eficàcia de manera comparativa de dos dispositius que es poden utilitzar en el tractament de FR. L'aplicació de la tècnica d'inspiració a pressió positiva (PEP) amb el dispositiu PEP-*bottle* dirigida, segons els nostres resultats, és millor que l'inspiròmetre incentiu (ICI), ja que permet prevenir complicacions respiratòries i millorar les possibles seqüeles com a un fibrotòrax secundari a un hemotòrax i/o empiema o la presència de dolor crònic residual. Al mateix temps, redueix el temps de resolució dels TT i permet optimitzar l'ús de medicaments analgèsics. En conseqüència, la utilització d'aquesta tècnica pot influir en la càrrega socioeconòmica que es deriva dels traumatismes toràcics, en disminuir les visites per atenció mèdica i els dies de treball perduts.

En la pràctica clínica habitual, s'utilitza l'inspiròmetre d'incentiu en els pacients amb FC per un TT. Després d'aquest estudi, podem demostrar que utilitzar PEP-*bottle* és molt millor com a tractament en pacients amb  $\geq 3$  FC en la fase immediata (0-20 dies) d'un TT.

## 7.4 PROPOSTES I LÍNIES D'INVESTIGACIÓ FUTURES

Els TT són un problema de salut pública i es considera una de les primeres causes de morbiditat i mortalitat en el món. Avui dia es considera *malaltia traumàtica*. Les FC són les lesions més freqüents i representa entre 10 a 26% dels TT. En la majoria dels casos, són degudes a accident de trànsit o per caigudes casuals i/o domèstiques sobretot en la gent gran. Aquestes lesions tenen un alt impacte econòmic, tant pels dies d'ingrés i la despesa mèdica com pels dies de treball perduts.

Tenint en compte els resultats obtinguts en el nostre estudi i considerant les limitacions d'aquest abans esmentades, creiem que seria positiu valorar les següents propostes i línies d'investigació futures;

Per millorar el maneig d'aquests pacients seria interessant poder treballar en equips multidisciplinars. S'hauria d'incloure personal de diferents especialitats: traumatologia, cirurgia general, cirurgia toràcica, metge intensivista, geriatria, fisioteràpia respiratòria, pneumologia, infermeria, anestesia.

Hem demostrat l'efectivitat de la PEP en la fase immediata del TT en pacients ingressats amb  $\geq 3$  FC en millorar les lesions pleuropulmonars. Ens plantejem si el tractament amb el dispositiu PEP s'hauria de mantenir fins la resolució completa de les lesions pleurals o fins a la fase de consolidació òssia de la FC i llavors continuar amb l'ICI. No sabem si en pacients amb pneumotòrax portadors de drenatge pleural, la utilització de la tècnica PEP podria empitjorar el pneumotòrax per risc d'augment de la fístula pleural.

En pacients amb volet costal o tòrax inestable, la utilització de la PEP és efectiva. Ens plantejem quin dispositiu amb efecte PEP seria millor en el maneig d'aquests pacients, la CPAP o la PEP-*bottle*.

Respecte a les línies d'investigació plantegem:

1. Tenir registres de salut pública actualitzats sobre la incidència del TT per una millor anàlisi de causalitat i prioritització de mesures de control d'impacte sobre els serveis sanitaris.
2. Plantejar protocols del tractament de FR en fractures costals en la fase immediata i de consolidació.
3. Definir el tipus de suport instrumental de FR segons els diferents escenaris clínics que es pot presentar en un TT.
4. Plantejar el paper de la FR en els casos que precisen estabilització quirúrgica en les FC.
5. Avaluar a llarg termini les seqüeles, la funció pulmonar i qualitat de vida laboral dels pacients amb TT.

## 7.5 PUBLICACIONS DERIVADES DE LA TESI

La publicació d'un article en una revista científica s'ha elaborat en relació amb un estudi previ al present treball en la mateixa línia d'investigació. Gràcies a aquest estudi previ s'ha pogut calcular la mida de la mostra del present estudi i seguir investigant en la mateixa temàtica. També dintre de la mateixa línia d'investigació he coordinat i presentat un seminari en la Fundació *Barcelona Respiratory Network BRN* (2020) que té per finalitat potenciar i agilitzar la investigació col·laborativa i la innovació de valor en salut respiratòria (vegeu els apartats 7.5.1 i 7.5.2). Per altra banda, s'espera també poder presentar en els pròxims congressos (2024): *Societat Catalana de Pneumologia* (SOCAP), *Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica* (SEPAR) i al *Congrés Internacional de Fisioteràpia* (FTP) i la publicació en una revista científica dels resultats obtinguts relacionats amb aquest darrer estudi.

### 7.5.1 Article científic indexat:

Castillo Sánchez I, Tárrega Camarasa J, Fernández Rozas P, Barbeta Sánchez E. Efecto de la presión espiratoria positiva en el manejo de los traumatismos torácicos. Ensayo clínico aleatorizado. *Fisioterapia*. 2022;44(4):201-210.

### 7.5.2 Seminari BRN (Annex 7)

- Títol seminari: Recerca en Traumatisme toràctic (25 de febrer 2020) com a coordinadora.

- Ponència: Actuació i suport instrumental a Fisioteràpia Respiratòria en funció de la fase del tractament en el Traumatisme Toràctic.

## **8. CONCLUSIONS**



## 8 CONCLUSIONS

En pacients amb TT en la fase immediata (0 a 20 dies) amb 3 o més FC amb o sense lesions pleuropulmonars que precisen ingrés hospitalari, l'ús de la tècnica espiratòria amb PEP-*bottle* respecte a la tècnica d'Inspiròmetre d'incentiu:

1. Millora el control del dolor costal sense trobar diferències entre gènere i disminueix la retenció de les secrecions i la presència de tos a l'alta hospitalària i al mes del diagnòstic de TT.

2. Encara que no s'han trobat diferències significatives en la mobilitat toràcica entre ambdós grups, al mes del TT, el percentatge de pacients amb asimetria toràcica era més gran en el grup d'ICI (61,5%). Les dones presenten una mobilitat toràcica dintre dels valors normals al mes del TT en el grup PEP.

3. Aconsegueix una recuperació radiològica de les alteracions pleuropulmonars més ràpida i completa a l'alta hospitalària i al mes de diagnòstic del TT.

4. No influeix en la funció pulmonar, FVC % ni en litres, mesurada al mes del diagnòstic.

5. Redueix l'administració de medicació analgèsica oral de manera significativa al mes del diagnòstic del TT.

6. Redueix el temps fins a la resolució definitiva del TT malgrat no observarse diferències en els dies durant l'ingrés hospitalari.

7. Millor satisfacció dels pacients amb el dispositiu PEP-*bottle* per realitzar el tractament de FR que amb l'inspiròmetre d'incentiu.





## **9. BIBLIOGRAFIA**



## 9 BIBLIOGRAFIA

1. Netter FH. Enfermedades y patología. En: Netter FH. Sistema respiratorio. Vol.7. 2ºed. Barcelona: Salvat; 1989.p.105-263.
2. Méndez Catasús R. Traumatismos del tórax. Conducta a seguir. Revista Cubana de Cirugía.2006;**45**:34-42.
3. Casallas Gómez A. Trauma de tórax. Visión integral para su diagnóstico y tratamiento.1ºed. Colombia: Editorial Médica Panamericana;2017.
4. Organización Mundial de la Salud. Traumatismos causados por el tráfico. Nota descriptiva [consultat 3 Febrer 2022]. Disponible a: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>.
5. Organización Mundial de la Salud. Las 10 principales causas de defunción. Comunica. Nota descriptiva [consultat 3 Febrer 2022]. Disponible a: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>.
6. Sethi D, Racioppi F, Frerick B and Frempong N. Progresos en la prevención de lesiones en la región europea de la OMS: implementación de la resolución del Comité Regional de la OMS para Europa EUR/RC55/R9 sobre la prevención de lesiones en la región europea de la OMS y la Recomendación del Consejo de la Unión Europea sobre la prevención de lesiones y la promoción de seguridad. Organización Mundial de la Salud. Oficina Regional para Europa [consultat 10 Febrer 2022]. Disponible a: <https://iris.who.int/handle/10665/345357>
7. Organización Mundial de la Salud. Caídas. Nota descriptiva [consultat 15 Febrer 2022]. Disponible a: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/falls>.
8. Ministerio de Sanidad Servicios sociales e Igualdad [consultat 16 Agost 2023]. Disponible a: <https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/sanidadDatos/home.htm>
9. Instituto Nacional de Estadística [consultat 16 Agosto 2023]. Disponible a: <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?tpx=58506>.
10. Legome E (2020). Initial evaluation and management of chest wall trauma in adults. UpToDate [internet]. Access June 11, 2022. Available at: [https://www.uptodate.com/contents/initial-evaluation-and-management-of-blunt-thoracic-trauma-in-adults?source=bookmarks\\_widget](https://www.uptodate.com/contents/initial-evaluation-and-management-of-blunt-thoracic-trauma-in-adults?source=bookmarks_widget).

11. National Trauma Data Bank® (NTDB®). Annual Report 2016. Access June 11, 2022. Available at: <https://www.facs.org/quality-programs/trauma/quality/national-trauma-data-bank/reports-and-publications>.
12. Hombach-Klonisch S, Klonish T, Peeler J. Thorax. In: Hombach-Klonisch S, Klonish T, Peeler J. Sobotta Clinical Atlas of Human Anatomy. 1<sup>st</sup> ed. Munich: Elsevier; 2019, p.223-280
13. Drake RL, Vogl WA, Mitchell AWM. Thorax. In: Drake RL, Vogl WA, Mitchell AWM, editors. Gray's anatomy for students. 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Elsevier; 2024, p. 123-245.e30.
14. Drake RL, Vogl WA, Mitchell AWM. Respiratory System. In: Drake RL, Vogl WA, Mitchell AWM, editors. Gray's anatomy for students. 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Elsevier; 2024, p. e1-e61.
15. Button B, Boucher RC. Role of mechanical stress in regulating airway surface hydration and mucus clearance rates. *Respir Physiol Neurobiol.* 2008; **163**: 189–201.
16. Mulroney SE, Myers AK. Pulmonary ventilation and perfusion and diffusion of gases. In: Mulroney SE, Myers AK. Netter's Essential Physiology. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: Elsevier; 2016, p.185-99.
17. Light RW. Anatomy of the pleura. In: Light RW, ed. Pleural Diseases. Third edition. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995. p.1-6.
18. Hansen, J. Thorax. In: Hansen J. Netter's clinical anatomy. 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Elsevier; 2022, p.91-154
19. Cloutier M. Overview of the respiratory System: function and structure. In: Cloutier M. Respiratory physiology. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia; Elsevier; 2019, p.1-14
20. Hall JE, Hall ME. Pulmonary ventilation. In: Guyton and Hall. Medical Physiology. 14<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Elsevier; 2021, p.491-501.
21. Postiaux G. La kinésithérapie respiratoire du poumon profond. Bases mécaniques d'un nouveau paradigme. *Rev Mal Respir.* 2014; **31**:552-567.
22. West JB, Luks AM. Fisiología Respiratoria Fundamentos. West. 11<sup>a</sup> ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2021.
23. Izquierdo Alonso JL, Maol de molina S, Anta Mejías Y. Intercambio gaseoso. Concepto de insuficiencia respiratoria y sus mecanismos. In: De Lucas Ramos P, Güell Rous R, Rodríguez González-Moro JM, Antón Albisu A. Tratado de insuficiencia respiratoria. Madrid: Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR); 2006, p.61-67.

24. Kaminsky DA. Physiology. In: Kaminsky DA. Netter collection of medical illustrations:Respiratory system.2ºed.Philadelphia:Elsevier;2011,p.47-79.
25. Freixinet Gilart J, Hernández Rodríguez H, Martínez Vallina P, Moreno Balsalobre R, Rodríguez Suárez P. Normativa sobre diagnóstico y tratamiento de los traumatismos torácicos. *Arch Bronconeumol*.2011;**47**: 41-49.
26. Marini CP, Petrone P, Soto-Sánchez A, García-Santos E, Stoller C, Verde J. Predictors of mortality in patients with rib fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2021;**47**(5):1527-1534. doi: 10.1007/s00068-019-01183-5.
27. Sarani B (2022). Summary and recommendations: Inpatient management of traumatic rib fractures and flail chest in adults. Uptodate[internet]. Accessed August 22, 2023. Available at: [https://www.uptodate.com/contents/inpatient-management-of-traumatic-rib-fractures-and-flail-chest-in-adults?source=bookmarks\\_widget#H1068085126](https://www.uptodate.com/contents/inpatient-management-of-traumatic-rib-fractures-and-flail-chest-in-adults?source=bookmarks_widget#H1068085126).
28. Edwards JG, Clarke P, Pieracci FM, Bemelman M, Black EA, Doben A, et al. Taxonomy of multiple rib fractures: Results of the chest wall injury society international consensus survey. *J Trauma Acute Care Surg*. 2020;**88**(2):e40-e45.
29. Jiménez Maestre U. Grupo de trabajo de la Guía de Práctica Clínica sobre el diagnóstico y tratamiento del traumatismo torácico cerrado no grave. Guía de Práctica Clínica sobre el diagnóstico y tratamiento del traumatismo torácico no grave. Ministerio de Sanidad. OSTEBA; 2020. Guías de Práctica Clínica en el SNS. doi:10.46995/gpc\_604.
30. Freixinet J, Beltrán J, Rodríguez PM, Juliá G, Hussein M, Gil R, et al. Indicadores de gravedad en los traumatismos torácicos. *Arch Bronconeumol*.2008;**44**(5):257-262.
31. Chien CY, Chen YH, Han ST, Blaney GN, Huang TS, Chen KF. The number of displaced rib fractures is more predictive for complications in chest trauma patients. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*.2017;**25**:19
32. Peek J, Beks RB, Hietbrink F, De Jong MB, Heng M, Beeres FJP, et al. Epidemiology and outcome of rib fractures: a nationwide study in the Netherlands. *Eur J Trauma Emerg Surg*.2022;**48**(1):265-271
33. Ávila Martínez RJ, Hernández Voth A, Marrón Fernández C, Hermoso Alarza F, Martínez Serna I, Mariscal de Alba A, et al.Evolución y complicaciones del traumatismo torácico. *Arch Bronconeumol*.2013;**49**:177-180
34. Schmoekel N, Berguson J, Stassinopoulos J, Karamanos E, Patton J, Johnson JL. Rib fractures in the elderly: physiology trumps anatomy. *Trauma Surg Acute Care Open*. 2019;**4**(1):e000257. doi: 10.1136/tsaco-2018-000257.

34. Raja A, Zane RD (2023). Breathing and ventilation: Initial management of trauma in adults. UpToDate [internet]. Accessed Oct 10,2023. Available at: [https://www.uptodate.com/contents/initial-management-of-trauma-in-adults?sectionName=Breathing%20and%20ventilation&topicRef=353&anchor=H1929747&source=see\\_link#H1929661](https://www.uptodate.com/contents/initial-management-of-trauma-in-adults?sectionName=Breathing%20and%20ventilation&topicRef=353&anchor=H1929747&source=see_link#H1929661).
35. Sarani B (2022). Trauma evolution: Inpatient management of traumatic rib fractures and flail chest in adults. Uptodate[internet]. Accessed August 22, 2023. Available at: [https://www.uptodate.com/contents/inpatient-management-of-traumatic-rib-fractures-and-flail-chest-in-adults?search=flail%20chest&topicRef=13861&source=see\\_link#H1068084913](https://www.uptodate.com/contents/inpatient-management-of-traumatic-rib-fractures-and-flail-chest-in-adults?search=flail%20chest&topicRef=13861&source=see_link#H1068084913).
36. Naidoo K, Hanbali L, Bates P. The natural history of flail chest injuries. *Chin J Traumatol*. 2017;**20**(5):293-296. doi: 10.1016/j.cjtee.2017.02.005.
37. Miller HA, Taylor GA, Harrison AW, Maggisano R, Hanna S, de Lacy JL, Shulman H. Management of flail chest. *Can Med Assoc J*.1983;**129**(10):1104-7.
38. Molnar TF, Hasse J, Jeyasingham K, Rendeki MS. Changing dogmas: history of development in treatment modalities of traumatic pneumothorax, hemothorax, and posttraumatic empyema thoracis.*Ann Thorac Surg*. 2004;**77**(1):372-8.
39. Shelat VG, Eileen S, John L, Teo LT, Vijayan A, Chiu MT. Chronic pain and its impact on quality of life following a traumatic rib fracture. *Eur J Trauma Emerg Surg*.2012;**38**:451-455.doi: 10.1007/s00068-012-0186-x.
40. Gordy S, Fabricant L, Ham B, Mullins R, Mayberry J. The contribution of rib fractures to chronic pain and disability. *Am J Surg*. 2014;**207**(5):659-62.doi: 10.1016/j.amjsurg.2013.12.012.
41. Lovisari F, Favarato M, Giovannini I, Giudici R, Fumagalli R.Chest wall pain management after chest wall trauma. *J Vis Surg*.2020;**6**:18 doi:10.21037/jovs.2019.11.01.
42. Minervini F, Peek J, van Veelen NM, Kestenholtz PB, Kremo V, Leiser A, et al. Nonunion of traumatic rib fractures: a suitable indication for surgery? *Eur J Trauma Emerg Surg*.2022;**48**(4):3165-3169. doi: 10.1007/s00068-021-01865-z.
43. Tulay CM, Yaldiz S, Bilge A. Do we really know the duration of pain after rib fracture? *Kardiochir Torakochirurgia Pol*.2018;**15**(3):147-150. doi: 10.5114/kitp.2018.78437.
44. Fabricant L, Ham B, Mullins R, Mayberry J. Prolonged pain and disability are common after rib fractures. *Am J Surg*.2013;**205**(5):511-5. doi: 10.1016/j.amjsurg.2012.12.007.

45. Majercik S, Pieracci FM. Chest Wall Trauma. *Thorac Surg Clin*. 2017;**27**(2):113-121. doi: 10.1016/j.thorsurg.2017.01.004.
46. Wa Chan S. Emergency bedside ultrasound for the diagnosis of rib fractures. *Am J Emerg Med*. 2009;**27**(5):617-20.
47. Panaro S (2023). Anesthesia for thoracic trauma in adults:pain management. Uptodate[internet]. Accessed: August 22, 2023. Available at: [https://www.uptodate.com/contents/anesthesia-for-thoracic-trauma-in-adults?source=bookmarks\\_widget#H1532607847](https://www.uptodate.com/contents/anesthesia-for-thoracic-trauma-in-adults?source=bookmarks_widget#H1532607847)
48. Yeh DD, Kutcher ME, Knudson MM, Tang JF. Epidural analgesia for blunt thoracic injury—which patients benefit most? *Injury*. 2012;**43**(10):1667–71. doi: 10.1016/j.injury.2012.05.022.
49. Simon BJ, Cushman J, Barraco R, Lane V, Luchette FA, Miglietta M, et al. EAST Practice Management Guidelines Work Group. Pain management guidelines for blunt thoracic trauma. *J Trauma*. 2005;**59**(5):1256-67. doi: 10.1097/01.ta.0000178063.77946.f5.
50. Unsworth A, Curtis K, Asha SE. Treatments for blunt chest trauma and their impact on patient outcomes and health service delivery. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2015;**23**:17. doi.org/10.1186/s13049-015-0091-5.
51. Di Pietro S, Mascia B, Lo Bianco G, Perlini S, Iotti GA. Anterior cutaneous nerve block for analgesia in anterior chest trauma: Is the parasternal approach necessary? *Clin Exp Emerg Med*. 2020;**7**(1);67–70. doi: 10.15441/ceem.18.089.
52. Galvagno SM, Smith CE, Varon A, Hasenboehler E, Sultan S, Shaefer G, et al. Pain management for blunt thoracic trauma. A joint practice management guideline from the Eastern Association for the surgery of trauma and trauma anesthesiology society. *J Trauma Acute Care Surg*. 2016;**81**(5):936-951. doi: 10.1097/TA.0000000000001209.
53. Simon B, Ebert J, Bokhari F, Capella J, Emhoff T, Hayward T 3rd, et al. Eastern Association for the Surgery of Trauma. Management of pulmonary contusion and flail chest: an Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012;**73**(5Suppl4):S351-61. doi: 10.1097/TA.0b013e31827019fd.
54. Nava S, Navalesi P, Gregoretti C. Interfaces and humidification for noninvasive mechanical ventilation. *Respir Care*. 2009;**54**: 71–82.

55. Luján M, Peñuelas O, Cinesi Gómez C, García-Salido A, Moreno Hernando J, Romero Berrocal I, *et al.* Sumario de las recomendaciones y puntos clave del Consenso de las Sociedades Científicas Españolas (SEPAR, SEMICYUC, SEMES; SECIP, SENEIO, SEDAR, SENP) para la utilización de la ventilación no invasiva y terapia de alto flujo con cánulas nasales en pacientes adultos, pediátricos y neonatales con insuficiencia respiratoria aguda grave. *Med Intensiva*. 2021; **45**:298–312.
56. Chawla R, Dixit SB, Zirpe KG, Chaudhry D, Khilnani GC, Mehta Y, *et al.* ISCCM Guidelines for the Use of Non-invasive Ventilation in Acute Respiratory Failure in Adult ICUs. *Indian J Crit Care Med*. 2020; **24**(Suppl 1):S61-S81. doi: 10.5005/jp-journals-10071-G23186.
57. Gunduz M, Unlugenc H, Ozalevli M, Inanoglu K, Akman H. A comparative study of continuous positive airway pressure (CPAP) and intermittent positive pressure ventilation (IPPV) in patients with flail chest. *Emerg Med J*. 2005; **22**(5): 325–329.
58. van Aswegen H, Myezwa H, Mudzi W, Becker P. Health-related quality of life of survivors of penetrating trunk trauma in Johannesburg, South Africa. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2011; **37**(4):419–426. doi: 10.1007/s00068-010-0071-4.
59. Hsu JM, Clark PT, Connell LE, Welfare M. Efficacy of high-flow nasal prong therapy in trauma patients with rib fractures and high-risk features for respiratory deterioration: A randomized controlled trial. *Trauma Surg Acute Care Open*. 2020; **5**:e000460. doi: 10.1136/tsaco-2020-000460.
60. Lewis SR, Baker PE, Parker R, Smith AF. High-flow nasal cannulae for respiratory support in adult intensive care patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021; **3**(3):CD010172. doi: 10.1002/14651858.CD010172.pub3.
61. Moreno De La Santa Barajas P, Polo Otero MD, Delgado Sánchez-Gracia C, Lozano Gómez M, Toscano Novella A, Calatayud Moscoso Del Prado J, *et al.* Fijación quirúrgica de las fracturas costales con grapas y barras de titanio (sistema STRATOS). Experiencia preliminar. *Cir Esp*. 2010; **88**(3):180–186.
62. de Campos JRM, White TW. Chest wall stabilization in trauma patients: Why, when, and how? *J Thorac Dis*. 2018; **10**(Suppl8):S951–S962. doi.org/10.21037/jtd.2018.04.69.
63. Lardinois D, Krueger T, Dusmet M, Ghisletta N, Gugger M, Ris HB. Pulmonary function testing after operative stabilisation of the chest wall for flail chest. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2001; **20**(3):496-501. doi: 10.1016/s1010-7940(01)00818-1.



64. Granetzny A, El-Aal MA, Emam ER, Shalaby A, Boseila A. Surgical versus conservative treatment of flail chest. Evaluation of the pulmonary status. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2005;**4**(6):583–587. doi: 10.1510/icvts.2005.111807.
65. Beks RB, Peek J, de Jong MB, Wessem KJP, Öner CF, Hietbrink F, et al. Fixation of flail chest or multiple rib fractures: current evidence and how to proceed. A systematic review and meta-analysis. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2019;**45**(4):631-644. doi: 10.1007/s00068-018-1020-x.
66. Shibahashi K, Sugiyama K, Okura Y, Hamabe Y. Effect of surgical rib fixation for rib fracture on mortality. *J Trauma Acute Care Surg.* 2019;**87**(3): 599–605. doi: 10.1097/TA.0000000000002358.
67. Beks RB, de Jong MB, Houwert RM, Sweet AAR, De Bruin IGJM, Govaert GAM, et al. Long-term follow-up after rib fixation for flail chest and multiple rib fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2019;**45**(4):645-654. doi: 10.1007/s00068-018-1009-5.
68. Peek J, Beks RB, Hietbrink F, Heng M, De Jong MB, Beeres FJP, et al. Complications and outcome after rib fracture fixation: A systematic review. *J Trauma Acute Care Surg.* 2020;**89**(2):411-418. doi: 10.1097/TA.0000000000002716.
69. Wu TH, Lin HL, Chou YP, Huang FD, Huang WY, Tarng YW. Facilitating ventilator weaning through rib fixation combined with video-assisted thoracoscopic surgery in severe blunt chest injury with acute respiratory failure. *Crit Care.* 2020;**24**(1):49. doi: 10.1186/s13054-020-2755-4.
70. Marasco SF, Martin K, Niggemeyer L, Summerhayes R, Fitzgerald M, Bailey M. Impact of rib fixation on quality of life after major trauma with multiple rib fractures. *Injury.* 2019;**50**(1):119-124. doi: 10.1016/j.injury.2018.11.005.
71. Ingoe HM, Coleman E, Eardley W, Rangan A, Hewitt C, McDaid C. Systematic review of systematic reviews for effectiveness of internal fixation for flail chest and rib fractures in adults. *BMJ Open.* 2019;**9**(4):e023444. doi: 10.1136/bmjopen-2018-023444.
72. Cataneo AJ, Cataneo DC, de Oliveira FH, Arruda KA, El Dib R, de Oliveira Carvalho PE. Surgical versus nonsurgical interventions for flail chest. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;2015(7):CD009919. doi: 10.1002/14651858.CD009919.pub2.
73. Tignanelli CJ, Rix A, Napolitano LM, Hemmila MR, Ma S, Kummerfeld E. Association Between Adherence to Evidence-Based Practices for Treatment of Patients With Traumatic Rib Fractures and Mortality Rates Among US Trauma Centers. *JAMA Netw Open.* 2020;**3**(3):e201316. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.1316.

74. Sawyer E, Wullschlegler M, Muller N, Muller M. Surgical Rib Fixation of Multiple Rib Fractures and Flail Chest: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Surg Res.* 2022;**276**:221-234. doi: 10.1016/j.jss.2022.02.055.
75. Choi J, Khan S, Syed M, Tennakoon L, Forrester JD. Early National Landscape of Surgical Stabilization of Sternal Fractures. *World J Surg.*2021;**45**(6):1692–1697. doi: 10.1007/s00268-021-06007-5
76. Amer KM, Congiusta DV, Suri P, Choudhry A, Otero K, Adams M. Clavicle fractures: Associated trauma and morbidity. *J Clin Orthop Trauma.* 2021;**13**:53-56. doi:10.1016/j.jcot.2020.08.020.
77. Langenbach A, Krinner S, Hennig FF, Ekkernkamp A, Schulz-Drost S. Injuries of the posterior and lateral chest wall—importance of an additional clavicular fracture. *Unfallchirurg.*2018;**121**(8):615–623. doi.org/10.1007/s00113-018-0528-1.
78. Sweet AAR, Beks RB, IJpma FFA, de Jong MB, Beeres FJP, Leenen LPH, et al. Epidemiology of combined clavicle and rib fractures: a systematic review. *Eur J Trauma Emerg Surg.*2022;**48**(5):3513-3520. doi: 10.1007/s00068-021-01701-4.
79. Kozanlı F, Güler Ö. The relationship between the presence of scapula fracture and mortality and morbidity in cases with blunt thoracic trauma. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2023;**29**(2):218-223. doi: 10.14744/tjtes.2022.02362.
80. Pires RE, Giordano V, de Souza FSM, Labronici PJ. Current challenges and controversies in the management of scapular fractures: a review. *Patient Saf Surg.*2021;**15**(1):6. doi: 10.1186/s13037-020-00281-3.
81. Krestan C, Greitbauer M. Trauma an Brustwirbelsäule und knöchernem Thorax [Trauma to the thoracic spine and chest]. *Radiologe.* 2020;**60**(7):610-623. German. doi: 10.1007/s00117-020-00712-3.
82. Spiegl UJA, Schnake KJ, Hartmann F, Katscher S, Riehle M, Scheyerer MJ, et al. Traumatic Fractures of the Thoracic Spine. *Z Orthop Unfall.* 2021;**159**(4):373-382. English, German. doi: 10.1055/a-1144-3846.
83. Lee GYC (2023). Traumatic pneumothorax: Pneumothorax in adults. Epidemiology and etiology. Uptodate [internet]. Accessed August 25, 2023. Available at: [https://www.uptodate.com/contents/pneumothorax-in-adults-epidemiology-and-etiology?search=neumot%C3%B3rax%20traum%C3%A1tico&source=search\\_result&selectedTitle=1~150&usage\\_type=default&display\\_rank=1#H698130668](https://www.uptodate.com/contents/pneumothorax-in-adults-epidemiology-and-etiology?search=neumot%C3%B3rax%20traum%C3%A1tico&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1#H698130668).
84. Karmy-Jones R, Jurkovich GJ. Blunt chest trauma. *Curr Probl Surg.* 2004;**41**(3):211-380. doi: 10.1016/j.cpsurg.2003.12.004.

85. Rivas de Andrés JJ, Jiménez López MF, Molins López-Rodó L, Pérez Trullén A, Torres Lanzas J. Grupo de trabajo SEPAR. Normativa sobre el diagnóstico y el tratamiento del neumotórax. *Arch Bronconeumol.* 2002;**44**(8):437–448. doi: 10.1016/S0300-2896(08)72108-2
86. Tran J, Haussner W, Shah K. Traumatic Pneumothorax: A Review of Current Diagnostic Practices And Evolving Management Affiliations expand. *J Emerg Med.* 2021;**61**(5): 517–528. doi: 10.1016/j.jemermed.2021.07.006.
87. Kim M, Moore JE. Chest Trauma: Current Recommendations for Rib Fractures, Pneumothorax, and Other Injuries. *Curr Anesthesiol Rep.* 2020;**10**(1):61–68 doi.org/10.1007/s40140-020-00374-w.
88. Broderick SR. Hemothorax: Etiology, Diagnosis, and Management. *Thorac Surg Clin.* 2013;**23**(1):89–96. doi.org/10.1016/j.thorsurg.2012.10.003. doi: 10.1016/j.thorsurg.2012.10.003.
89. Shechtman L, Shrem M, Kleinbaum Y, Bornstein G, Gilad L, Grossman C. Incidence and risk factors of pneumothorax following pre-procedural ultrasound-guided thoracentesis. *J Thorac Dis.* 2020;**12**(3):942-948. doi: 10.21037/jtd.2019.12.39.
90. Bhattacharyya DK, Brahma RC. A clinical study of hemothorax following blunt thoracic trauma. *International Journal of Health Research and Medico Legal Practice.* 2019;**5**(2):15. doi: [10.31741/ijhrmlp.v5.i2.2019.15](https://doi.org/10.31741/ijhrmlp.v5.i2.2019.15).
91. Carver DA, Bressan AK, Schieman C, Grondin SC, Kirkpatrick AW, Lall R, et al. Management of haemothoraces in blunt thoracic trauma: study protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open.* 2018;**8**(3):e020378. doi: 10.1136/bmjopen-2017-020378.
92. Wells BJ, Roberts DJ, Grondin S, Navsaria PH, Kirkpatrick AW, Dunham MB, et al. To drain or not to drain? Predictors of tube thoracostomy insertion and outcomes associated with drainage of traumatic hemothoraces. *Injury.* 2015;**46**(9):1743-8. doi: 10.1016/j.injury.2015.04.032.
93. Ayoub F, Quirke M, Frith D. Use of prophylactic antibiotic in preventing complications for blunt and penetrating chest trauma requiring chest drain insertion: a systematic review and meta-analysis. *Trauma Surg Acute Care Open.* 2019;**4**(1):e000246. doi: 10.1136/tsaco-2018-000246.
94. Moore FO, Duane TM, Hu CK, Fox AD, McQuay N Jr, Lieber ML, et al. Eastern Association for the Surgery of Trauma. Presumptive antibiotic use in tube thoracostomy for traumatic hemopneumothorax: an Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012;**73**(5 Suppl 4):S341-4. doi: 10.1097/TA.0b013e31827018c7.

95. Bozzay JD, Bradley MJ. Management of post-traumatic retained hemothorax. *Trauma (United Kingdom)*. 2019; **21**:14–20. doi.org/10.1177/1460408617752985
96. Villena Garrido V, Cases Viedma E, Fernández Villar A, de Pablo Gafas A, Pérez Rodríguez E, Porcel Pérez JM, et al. Normativa sobre el diagnóstico y tratamiento del derrame pleural. Actualización. *Arch Bronconeumol*. 2014; **50**(6):235–249. doi: 10.1016/j.arbres.2014.01.016
97. van Aswegen H. Physiotherapy management of patients with trunk trauma: A state-of-the-art review. *S Afr J Physiother*. 2020; **76**(1):1406. doi: 10.4102/sajp.v76i1.1406
98. Dissanaïke S, Shalhub S, Jurkovich GJ. The evaluation of pneumomediastinum in blunt trauma patients. *J Trauma*. 2008; **65**(6):1340–5. doi: 10.1097/TA.0b013e318169cd24.
99. Carrillo-Esper R, Leal-Gaxiola P. Pneumomediastino y pneumoperitoneo secundario a efecto Macklin. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int*. 2008; **22**(2): 111–114.
100. Carzolio-Trujillo HA, Navarro-Tovar F, Padilla-Gómez CI, Hernández-Martínez IA, Herrera-Enriquez J. Trauma contuso de tórax con neumomediastino y neumoperitoneo secundario a efecto Macklin. Reporte de un caso. *Cirugía y Cirujanos*. 2016; **84**(5):409–414.
101. Concieçao dos Santos E, Claudia A. Efficacy of the addition of positive airway pressure to conventional chest physiotherapy in resolution of pleural effusion after drainage: protocol for a randomised controlled trial. *J Physiother*. 2016; **61**(2):93. doi: 10.1016/j.jphys.2014.11.016
102. Pun Tam YW, Tamura Ezcurra MA, García Fernández JL, Sierra Fernández E, Risco Rojas R. Tubos de drenaje torácico. En: Villena Garrido V, Burgues Mauri C. Manual SEPAR de procedimientos en patología pleural I. Módulo 8. Novartis Farmacéutica S.A. Barcelona. Publicaciones Permanyer; 2005, p.31-43.
103. Zisis C, Tsirgogianni K, Lazaridis G, Lampaki S, Baka S, Mpoukovinas I, et al. Chest drainage systems in use. *Ann Transl Med*. 2015; **3**(3):43. doi: 10.3978/j.issn.2305-5839.2015.02.09.
104. Andicoberry Martínez MJ, Marín Barnuevo Fabo C, Martínez Puerta D, García Sánchez V, Lázaro Castañer C. Atención de enfermería al paciente con drenaje torácico. 1ª ed. Albacete: Sescam; 2015.
105. Pacanowski J, Waack ML, Daley BJ, Hunter KS, Clinton R, Diamond DL, et al. Is routine roentgenography needed after closed tube thoracostomy removal?. *J Trauma*. 2000 ; **48**(4):684–8. doi: 10.1097/00005373-200004000-00016.

106. Požgain Z, Kristek D, Lovrić I, Kondža G, Jelavić M, Kocur J, et al. Pulmonary contusions after blunt chest trauma: clinical significance and evaluation of patient management. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2018;**44**(5):773-777. doi: 10.1007/s00068-017-0876-5.
107. Carboni Bisso I, Gemelli NA, Barrios C, Las Heras M. Pulmonary laceration. *Trauma Case Rep.* 2021;**32**:100449. doi: 10.1016/j.tcr.2021.100449.
108. Ketai L., Primack, S.L. Thoracic Trauma. In: Hodler, J., Kubik-Huch, R., von Schulthess, G. (eds) *Diseases of the Chest, Breast, Heart and Vessels 2019-2022.* IDKD Springer Series. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-11149-6\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11149-6_12)
109. Prokakis C, Koletsis EN, Dedeilias P, Fligou F, Filos K, Dougenis D. Airway trauma: a review on epidemiology, mechanisms of injury, diagnosis and treatment. *J Cardiothorac Surg.* 2014;**9**:117. doi: 10.1186/1749-8090-9-117.
110. Welter S, Essaleh W. Management of tracheobronchial injuries. *J Thorac Dis.* 2020;**12**(10):6143-6151. doi: 10.21037/jtd-2019-as-05.
111. Sudarshan M, Cassivi SD. Management of traumatic esophageal injuries. *J Thorac Dis.* 2019;**11**(Suppl2): S172–S176. doi: 10.21037/jtd.2018.10.86.
112. Fatimi SH, Hanif HM, Awais A, Shamsi G, Muzaffar M. Major thoracic vessels and cardiac trauma: Case series from a center in a developing country. *Ulusal Travma Acil Cerrahi Derg.* 2012;**18**(6):490–4. doi: 10.5505/tjtes.2012.39225. PMID: 23588907.
113. Uluşan A, Karakurt Ö. Cardiac findings of sternal fractures due to thoracic trauma: A five-year retrospective study. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2018;**24**(3):249-254. doi: 10.5505/tjtes.2017.01336.
114. Bolaños GCE. Taponamiento cardiaco. *Rev Med Cos Cen.* 2016;**73**(618):165-172.
115. Peltz M, Douglass DS, Meyer DM, Wait MA, DiMaio JM, Ring WS, et al. Hypothermic circulatory arrest for repair of injuries of the thoracic aorta and great vessels. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2006;**5**(5):560-5. doi: 10.1510/icvts.2005.128025.
116. Abdellatif W, Chow B, Hamid S, Khorshed D, Khosa F, Nicolaou S, et al. Unravelling the Mysteries of Traumatic Diaphragmatic Injury: An Up-to-Date Review. *Can Assoc Radiol J.* 2020;**71**(3):313-321. doi: 10.1177/0846537120905133.
117. Kadokura M. [Traumatic Injury of the Diaphragm]. *Kyobu Geka.* 2015;**68**(8):684-8. Japanese. PMID: 26197916.

118. Iochum S, Ludig T, Walter F, Sebbag H, Grosdidier G, Blum AG. Imaging of *Diaphragmatic Injury: A Diagnostic Challenge?* J Radiographics.2002;**22**(Suppl1):S103-S116.  
[https://doi.org/10.1148/radiographics.22.suppl\\_1.g02oc14s103](https://doi.org/10.1148/radiographics.22.suppl_1.g02oc14s103)
119. Nchimi A, Szapiro D, Ghaye B, Willems V, Khamis J, Haquet L, et al. *Helical CT of Blunt Diaphragmatic Rupture*.AJR.2005;**184**:24-30.
120. Weaver H, Burnside N. Thoracic trauma update. *Surgery*.2020;**38**(5):255–259.<https://doi.org/10.1016/j.mpsur.2020.03.002>.
121. Chanussot JC. Traumatismes et chirurgie du thorax et de l'abdomen.En: Viel E, Plas F.Vol3 Kinésithérapie respiratoire.Pathologie pulmonaire.1<sup>o</sup> ed.Paris:Masson;1988.p:31-44.
122. Busch V, Magerl W, Kern U, Haas J, Hajak G, Eichhammer P. The effect of deep and slow breathing on pain perception, autonomic activity, and mood processing an experimental study. *Pain Med*. 2012;**13**(2):215-28. doi: 10.1111/j.1526-4637.2011.01243.x.
123. Chalaye P, Goffaux P, Lafrenaye S, Marchand S. Respiratory effects on experimental heat pain and cardiac activity. *Pain Med*.2009;**10**(8);1334–40. doi: 10.1111/j.1526-4637.2009.00681.x
124. Jafari H, Gholamrezaei A, Franssen M, Van Oudenhove L, Aziz Q, Van den Bergh O, et al. I Can Slow Deep Breathing Reduce Pain? An Experimental Study Exploring Mechanisms. *J Pain*. 2020;21(9-10):1018-1030. doi: 10.1016/j.jpain.2019.12.010.
125. Grammatopoulou E, Belimpasaki V, Valalas A, Michos P, Skordilis E, Koutsouki D. Active cycle of breathing techniques contributes to pain reduction in patients with rib fractures. *Hellenic J Surg*.2010;**82**:52–58. <https://doi.org/10.1007/s13126-010-0009-7>
126. Amer-Cuenca JJ, Goicoechea C, Lisón JF. ¿Qué respuesta fisiológica desencadena la aplicación de la técnica de estimulación nerviosa eléctrica transcutánea? *Rev Soc Esp Dolor*.2010;**17**(7):333–342
127. Freynet A, Falcoz PE. Is transcutaneous electrical nerve stimulation effective in relieving postoperative pain after thoracotomy? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*.2010;**10**(2):283–288. doi: 10.1510/icvts.2009.219576
128. Sareen A, Jain P, Pagare V. Immediate effect of kinesiology taping in treating undisplaced rib fracture pain. *J Musculoskelet Res*.2015;**18**(2): 1550010.doi: [10.1142/S0218957715500104](https://doi.org/10.1142/S0218957715500104)

129. El-Ansary D, Waddington G, Adams R. Control of Separation in Sternal Instability by Supportive Devices: A Comparison of an Adjustable Fastening Brace, Compression Garment, and Sports Tape. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;**89**(9):1775-81. doi: 10.1016/j.apmr.2008.01.025.
130. Marti Romeu JD, Vendrell Relat M. Técnicas manuales e instrumentales para el drenaje de secreciones bronquiales en el paciente adulto. *Respira-Fundación española del pulmón-SEPAR.* Barcelona:Respira;2013.
131. Postiaux G, Lens E, Alsteens G, Portelange P. Efficacité de l'expiration lente totale glotte ouverte en decubitus lateral (ELTGOL): sur la toilette en périphérie de l'arbre trachéobronchique. *Ann Kinésithérapie.*1990;**17**:87-99.
132. Schöni MH. Autogenic Drainage: a modern approach to physiotherapy in cystic fibrosis. *J R Soc Med.*1989;**82**(Suppl16):32-37.
133. van der Schans CP. Conventional chest physical therapy for obstructive lung disease. *Respir Care.*2007;**52**(9):1198-206.
134. Fink JB. Forced expiratory technique, directed cough, and autogenic drainage. *Respir Care.*2007;**52**(9):1210-21.
135. Lewis LK, Williams MT, Olds TS. The active cycle of breathing technique: a systematic review and meta-analysis. *Respir Med.*2012; **106**(2):155-72. doi: 10.1016/j.rmed.2011.10.014. Epub 2011 Nov 18. PMID: 22100537.
136. Hasani A, Pavia D, Agnew JE, Clarke SW. Regional lung clearance during cough and forced expiration technique (FET): effects of flow and viscoelasticity. *Thorax.* 1994;**49**(6):557-61. doi: 10.1136/thx.49.6.557.
137. Cabillic M, Gouilly P,Reychler G. Techniques manuelles de drainage bronchique des adultes et adolescents : quel niveau de preuve ? *Rev Mal Respir.*2018;**35**(5):495-520.
138. Postiaux G. La Kinésithérapie de l'encombrement broncho-pulmonaire. In: Postiaux G. Kinésithérapie respiratoire et auscultation pulmonaire.Bruxelles. Editions universitaires;1990,p.136-151.
139. Bialais E, Dethy C. Kinésithérapie peropératoire. In: Reychler G, Roesler J, Delguste P. Kinésithérapie respiratoire. 3<sup>e</sup>ed.Paris.Elsevier Masson;2014,p. 227-236.
140. Gonzalez-Medina G, Perez-Cabezas V, Marin-Paz AJ, Galán-Mercant A, Ruiz-Molinero C, Jimenez-Rejano JJ. Effectiveness of Global Postural Reeducation in Ankylosing Spondylitis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med.* 2020;**20**;9(9):2696. doi: 10.3390/jcm9092696.

141. Sangenis Pulido M. Fisioterapia Respiratoria. En: Güell Rous R, de Lucas Ramos P. Rehabilitación respiratoria. 1º ed. Madrid. Medical & Marketing communication;1999, p.173-185.
142. Sangenis Pulido M. Fisioterapia respiratoria. *Arch Bronconeumol.* 1994;**30**(2): 84–88. DOI: [10.1016/S0300-2896\(15\)31124-8](https://doi.org/10.1016/S0300-2896(15)31124-8)
143. Castillo Sánchez I, Tárrega Camarasa j, Barbeta Sánchez E.Efectivitat d'un programa de fisioteràpia respiratòria en pacients amb vessament pleural. Çal l'ús rutinari de l'inspiròmetre d'incentiu?. Actualitzacions en Fisioteràpia, nºXII. Setembre.2016. Actualizacions en Fisioteràpia.2016;**12**:10–14.
144. Fregonezi GA, Resqueti VR, Güell Rous R. La respiración con los labios fruncidos. *Arch Bronconeumol.*2004;**40**(6):279–282. doi: 10.1016/S0300-2896(04)75520-9
145. Aubriot AS, Poncin W. Kinésithérapie et réhabilitation respiratoire. In: Reyhler G, Roesler J, Delguste P. Kinésithérapie respiratoire. 3ºed.Paris.Elsevier Masson;2014,p. 157-173.
146. Rodrigues A, Muñoz Castro G, Jácome C, Langer D, Parry SM, Burtin C. Current developments and future directions in respiratory physiotherapy. *Eur Respir Rev.* 2020 ;**29**(158):200264. doi: 10.1183/16000617.0264-2020.
147. Castillo Sánchez I, Tárrega Camarasa J, Fernández Rozas P, Barbeta Sánchez E. Efecto de la presión espiratoria positiva en el manejo de los traumatismos torácicos. Ensayo clínico aleatorizado. *Fisioterapia.*2022;**44**(4):201–210. doi: 10.1016/j.ft.2022.03.006
148. Larsen T, Lee A, Brooks D, Michieli S, Robson M, Veens J, et al. Effect of Early Mobility as a Physiotherapy Treatment for Pneumonia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Physiother Can.* 2019;**71**(1):82-89. doi: 10.3138/ptc.2017-51.
149. Gosselink R, Bott J, Johnson M, Dean E, Nava S, Norrenberg M, et al. Physiotherapy for adult patients with critical illness: recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Med.* 2008;**34**(7):1188-99. doi: 10.1007/s00134-008-1026-7.
150. Wijnen BFM, Hemmen B, Bouman AIE, van de Meent H, Ambergen T, Brink PRG, et al. Cost-effectiveness of an integrated 'fast track' rehabilitation service for multi-trauma patients: A non-randomized clinical trial in the Netherlands. *PLoS One.* 2019 **22**;14(3):e0213980. doi: 10.1371/journal.pone.0213980.



151. Pearse R, Dawson D, Fawcett J, Rhodes A, Grounds RM, Bennett ED. Early goal-directed therapy after major surgery reduces complications and duration of hospital stay. A randomised, controlled trial [ISRCTN38797445]. *Crit Care*. 2005;**9**(6):R687-93. doi: 10.1186/cc3887.
152. Hashem MD, Nelliott A, Needham DM. Early Mobilization and Rehabilitation in the ICU: Moving Back to the Future. *Respir Care*. 2016l;**61**(7):971-9. doi: 10.4187/respcare.04741.
153. Simon JB, Wickham AJ. Blunt chest wall trauma: an overview. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2019;**80**(12):711-715. doi: 10.12968/hmed.2019.80.12.711.
154. Bott J, Blumenthal S, Buxton M, Ellum S, Falconer C, Garrod R, et al. British Thoracic Society Physiotherapy Guideline Development Group. Guidelines for the physiotherapy management of the adult, medical, spontaneously breathing patient. *Thorax*. 2009;**64** (Suppl1):i1-51. doi: 10.1136/thx.2008.110726.
155. Wade C, Battle C, Barrett-Brown Z. Physiotherapy following blunt chest trauma. *JACPRC*.2021;**53**(2):187-190.
156. Kuzmenko TS, Vorotyntsev SI. Incentive spirometry as a way to prevent pulmonary atelectasis development. ZMJ [Internet]. 2019[cited 2023Oct.27];(2). Available from: <http://zmj.zsmu.edu.ua/article/view/161486>
157. Restrepo RD, Wettstein R, Wittnebel L, Tracy M. Incentive spirometry: 2011. *Respir Care*. 2011;**56**(10):1600-4. doi: 10.4187/respcare.01471.
158. Weindler J, Kiefer RT. The efficacy of postoperative incentive spirometry is influenced by the device-specific imposed work of breathing. *Chest*. 2001;**119**(6):1858-64. doi: 10.1378/chest.119.6.1858.
159. do Nascimento Junior P, Módolo NS, Andrade S, Guimarães MM, Braz LG, El Dib R. Incentive spirometry for prevention of postoperative pulmonary complications in upper abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;2014(2):CD006058. doi: 10.1002/14651858.CD006058.pub3.
160. Overend TJ, Anderson CM, Lucy SD, Bhatia C, Jonsson BI, Timmermans C. The effect of incentive spirometry on postoperative pulmonary complications: a systematic review. *Chest*. 2001;**120**(3):971-8. doi: 10.1378/chest.120.3.971.
161. Carvalho CR, Paisani DM, Lunardi AC. Incentive spirometry in major surgeries: a systematic review. *Rev Bras Fisioter*. 2011;15(5):343-50. doi: 10.1590/s1413-35552011005000025.

162. Sweity EM, Alkaissi AA, Othman W, Salahat A. Preoperative incentive spirometry for preventing postoperative pulmonary complications in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: a prospective, randomized controlled trial. *J Cardiothorac Surg.* 2021;**16**(1):241. doi: 10.1186/s13019-021-01628-2.
163. Chang PC, Chen PH, Chang TH, Chen KH, Jhou HJ, Chou SH, et al. Incentive spirometry is an effective strategy to improve the quality of postoperative care in patients. *Asian J Surg.* 2023;**46**(9):3397-3404. doi: 10.1016/j.asjsur.2022.11.030.
164. Dote H, Homma Y, Sakuraya M, Funakoshi H, Tanaka S, Atsumi T. Incentive spirometry to prevent pulmonary complications after chest trauma: a retrospective observational study. *Acute Med Surg.* 2020;**7**(1):e619. doi: 10.1002/ams2.619.
165. Joud Ph, Chevaillier J. Place des systèmes PEP dans le desengorgement bronchique. In: Journées Internationales en Kinésithérapie Respiratoire Instrumentale. Lyon: Ecole normale supérieure; 2000, p 164-204.
166. Zuazagoitia de la Lama-Noriega JM. Tratamiento de fisioterapia perihospitalaria. In: López Fernández D, Fraile Oliveiro C. Manual de Procedimientos de Fisioterapia respiratoria en cirugía torácica. *Respira*; 2023, p.40-42.
167. Lunardi AC, Porras DC, Barbosa RC, Paisani DM, Marques da Silva CC, Tanaka C, et al. Effect of volume-oriented versus flow-oriented incentive spirometry on chest wall volumes, inspiratory muscle activity, and thoracoabdominal synchrony in the elderly. *Respir Care.* 2014;**59**(3):420-6. doi: 10.4187/respcare.02665.
168. Yamaguti W, Sakamoto ET, Panazzolo D, Peixoto Cda C, Cerri GG, Albuquerque AL. Diaphragmatic mobility in healthy subjects during incentive spirometry with a flow-oriented device and with a volume-oriented device. *J Bras Pneumol.* 2010;**36**(6):738-45. doi: 10.1590/s1806-37132010000600011.
169. Alar T, Gedik İE, Kara M. The effects of analgesic treatment and chest physiotherapy on the complications of the patients with rib fractures that arise from blunt chest trauma. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2020;**26**(4):531-537. doi: 10.14744/tjtes.2019.26356.
170. Varela G, Ballesteros E, Jiménez MF, Novoa N, Aranda JL. Cost-effectiveness analysis of prophylactic respiratory physiotherapy in pulmonary lobectomy. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006;**29**(2):216-20. doi: 10.1016/j.ejcts.2005.11.002.

171. Agostini P, Naidu B, Cieslik H, Steyn R, Rajesh PB, Bishay E, et al. Effectiveness of incentive spirometry in patients following thoracotomy and lung resection including those at high risk for developing pulmonary complications. *Thorax*. 2013;**68**(6):580-5. doi: 10.1136/thoraxjnl-2012-202785.
172. Main E. Physiotherapy interventions. In: Main E, Denehy L. *Cardiorespiratory Physiotherapy. Adults and Paediatrics*. 5<sup>ed</sup>. London: Elsevier; 2016, p 274-285.
173. Falk M, Andersen JB. Máscara de presión espiratoria positiva (PEP). In: Pryor JA. *Cuidados respiratorios*. 1<sup>o</sup> ed. Barcelona: Masson; 1993, p.47-56.
174. Andersen JB, Qvist J, Kann T. Recruiting collapsed lung through collateral channels with positive end-expiratory pressure. *Scand J Respir Dis*. 1979;**60**(5):260-6.
175. Mahlmeister MJ, Fink JB, Hoffman GL, Pífano, LF. Positive-Expiratory-Pressure Mask Therapy: Theoretical and practical considerations and a review of the literature. *Respir Care*. 1991;**36**(11):1218-1229.
176. Fagevik Olsén M, Lannefors L, Westerdahl E. Positive expiratory pressure - Common clinical applications and physiological effects. *Respir Med*. 2015;**109**(3):297-307. doi: 10.1016/j.rmed.2014.11.003.
177. Frolund L, Madsen F. Self-administered prophylactic postoperative positive expiratory pressure in thoracic surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1986;**30**(5):381-5. doi: 10.1111/j.1399-6576.1986.tb02435.x.
178. Öрман J, Westerdahl E. Chest physiotherapy with positive expiratory pressure breathing after abdominal and thoracic surgery: A systematic review: Review Article. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2010;**54**: 261-267. doi: 10.1111/j.1399-6576.2009.02143.x.
179. Myers TR. Positive expiratory pressure and oscillatory positive expiratory pressure therapies. *Respir Care*. 2007;**52**(10):1308-26; discussion 1327.
180. Mestriner RG, Fernandes RO, Steffen LC, Donadio MV. Optimum design parameters for a therapist-constructed positive-expiratory-pressure therapy bottle device. *Respir Care*. 2009;**54**(4):504-8.
181. Santos MD, Milross MA, Eisenhuth JP, Alison JA. Pressures and Oscillation Frequencies Generated by Bubble-Positive Expiratory Pressure Devices. *Respir Care*. 2017;**62**(4):444-450. doi: 10.4187/respcare.05164.
182. Liverani B, Nava S, Polastri M. An integrative review on the positive expiratory pressure (PEP)-bottle therapy for patients with pulmonary diseases. *Physiother Res Int*. 2020;**25**(1):e1823. doi: 10.1002/pri.1823.

183. Sehlin M, Ohberg F, Johansson G, Winsö O. Physiological responses to positive expiratory pressure breathing: a comparison of the PEP bottle and the PEP mask. *Respir Care*. 2007;**52**(8):1000-5.
184. Dos Santos EDC, da Silva JS, de Assis Filho MTT, Vidal MB, Monte MC, Lunardi AC. Adding positive airway pressure to mobilisation and respiratory techniques hastens pleural drainage: a randomised trial. *J Physiother*. 2020;**66**(1):19-26. doi: 10.1016/j.jphys.2019.11.006.
185. Oliveira JF, Mello FC, Rodrigues RS, Boechat AL, Conde MB, Menezes SL. Effect of continuous positive airway pressure on fluid absorption among patients with pleural effusion due to tuberculosis. *Rev Bras Fisioter*. 2010;**14**(2):127-32. doi: 10.1590/s1413-35552010005000001.
186. Rosière J, Vader JP, Cavin MS, Grant K, Larcinese A, Voellinger R, et al. Appropriateness of respiratory care: evidence-based guidelines. *Swiss Med Wkly*. 2009 11;**139**(27-28):387-92. doi: 10.4414/smw.2009.12644.
187. Rowley DD, Malinowski TP, Di Peppe JL, Sharkey RM, Gochenour DU, Enfield KB. A Randomized Controlled Trial Comparing Two Lung Expansion Therapies After Upper Abdominal Surgery. *Respir Care*. 2019;**64**(10):1181-1192. doi: 10.4187/respcare.06812.
188. Todd SR, McNally MM, Holcomb JB, Kozar RA, Kao LS, Gonzalez EA, et al. A multidisciplinary clinical pathway decreases rib fracture-associated infectious morbidity and mortality in high-risk trauma patients. *Am J Surg*. 2006;**192**(6):806-11. doi: 10.1016/j.amjsurg.2006.08.048.
189. Battle C, Pelo C, Hsu J, Driscoll T, Whitbeck S, White T, et al. Expert consensus guidance on respiratory physiotherapy and rehabilitation of patients with rib fractures: An international, multidisciplinary e-Delphi study. *J Trauma Acute Care Surg*. 2023; **94**(4):578-583. doi: 10.1097/TA.0000000000003875.
190. Vicente-Herrero, MT, Delgado-Bueno S., Bandrés-Moyá F, Ramírez-Iñiguez de-la-Torre MV, Capdevilla-García L. Valoración del dolor. Revisión Comparativa de Escalas y Cuestionarios. *Rev Soc Esp Dolor*.2018;**25**(4): 228–236.
191. Instituto de Estadística de Catalunya [consultat 20 Febrer 2021]. Disponible a: <https://www.idescat.cat/tema/xifpo?lang=es>.
192. Gold Report-Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease-GOLD Strategy Report 2023 [consultat 25 Octubre 2023]. Disponible a:<https://goldcopd.org/2023-gold-report-2/>
193. Burnham P, Stanford G, Stewart R. Autogenic drainage for airway clearance in cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;**12**(12):CD009595. doi: 10.1002/14651858.CD009595.pub3.

194. Hill AT, Sullivan AL, Chalmers JD, De Soyza A, Elborn SJ, Floto AR, et al. British Thoracic Society Guideline for bronchiectasis in adults. *Thorax*. 2019;**74**(Suppl 1):1-69. doi: 10.1136/thoraxjnl-2018-212463.
195. El-Ansary D, Reeve J, Denehy L. Upper abdominal and cardiothoracic surgery for adults. In: Main E, Denehy L. *Cardiorespiratory Physiotherapy. Adults and Paediatrics*. 5<sup>o</sup>ed. London: Elsevier; 2016, p 513-553.
196. Hanada M, Kanetaka K, Hidaka S, Taniguchi K, Oikawa M, Sato S, et al. Effect of early mobilization on postoperative pulmonary complications in patients undergoing video-assisted thoracoscopic surgery on the esophagus. *Esophagus*. 2018;**15**(2):69-74. doi: 10.1007/s10388-017-0600-x.
197. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis*. 1987;**40**(5):373-83. doi: 10.1016/0021-9681(87)90171-8.
198. García Romero J, Fernández Abascal, Jiménez Romero M, Fernández-Abascal Puente A, Sánchez Carrillo F, Gil Fernández M. La medición del dolor: una puesta al día. *Med integral*. 2002;**39**(7):317-320.
199. Joud P. Score d'évaluation de l'encobrement des voies aériennes (SEVA) dans le suivi cliniques chez le nourrisson: à props de 205 cas. *Kiné Scien*. 2004;**448**:67-70.
200. Valenza Demet G, Villaverde Gutierrez C, Valenza MC, Moreno Lorenzo C, Botella López M, Ocaña Peinado FM. Movilidad torácica y abdominal en adultos jóvenes de ambos sexos sin patología conocida. *Scientia*. 2011;**16**(2):85-94.
201. Roca J, Sanchis J, Agusti-Vidal A, Segarra F, Navajas D, Rodriguez-Roisin R, Casan P, Sans S. Spirometric reference values from a Mediterranean population. *Bull Eur Physiopathol Respir*. 1986;**22**(3):217-24. PMID: 3730638.
202. Bassett S. Measuring Patient Adherence to Physiotherapy. *J Nov Physiother*. 2012;**2**: e124. doi:10.4172/2165-7025.1000e124
203. Tordera MP. El cuestionario FSI-10. *Espacio Asma*. 2017;**10**:23-25.
204. Smiths Medical. Incentive Spirometer Coach 2® [Internet]. Reino Unido, 2017 [consultat 24 desembre 2022]. Disponible a: <https://www.smiths-medical.com/en-gb/products/respiratory/lung-expansion/coach-2-incentive-spirometer>.
205. Agostini P, Calvert R, Subramanian H, Naidu B. Is incentive spirometry effective following thoracic surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2008;**7**(2):297-300. doi: 10.1510/icvts.2007.171025.

206. Gosselink R, Schrever K, Cops P, Witvrouwen H, De Leyn P, Troosters T, et al. Incentive spirometry does not enhance recovery after thoracic surgery. *Crit Care Med.* 2000;**28**(3):679-83. doi: 10.1097/00003246-200003000-00013.
207. NICE 2019. Chronic obstructive pulmonary disease in over 16s. Diagnosis and management [consultat 15 Març 2022]. Disponible a <https://www.nice.org.uk/guidance/conditions-and-diseases/respiratory-conditions/chronic-obstructive-pulmonary-disease>.
208. McIlwaine M, Button B, Nevitt SJ. Positive expiratory pressure physiotherapy for airway clearance in people with cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev.*2019;**27**(11):1-92. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003147.pub3>
209. Hill AT, Welham SA, Sullivan AL, Loebinger MR. Update BTS Adult Bronchiectasis Guideline 2018: a multidisciplinary approach to comprehensive care. *Thorax.*2019;**74**(1):1-7. doi: 10.1136/thoraxjnl-2018-212468.
210. Verschakelen JA, Demedts MG. Normal toracoabdominal motions. Influence of sex, age, posture, and breath size. *Am J Resp Crit Care Med.*1995;**151**: 399-405.
211. Middleton C, Edwards M, Lang N, Elking J. Management and treatment of patients with fractured ribs. *Nursing Time.*2003;**99**(5):30-2.
212. Sladen A, Aldredge C, Albarran R. PEEP vs ZEEP in the treatment of flail chest injuries. *Crit Care Med.*1973;**1**:187-91.
213. Castillo Sánchez I, Tárrega Camarasa J, Barbeta Sánchez, E. Eficacia de la Fisioterapia respiratoria en los derrames pleurales infecciosos: ensayo clínico aleatorizado. *Open Respir Arch.* 2023;**5**(Suppl1):S1-S659.
214. Deyvi Yefry, MB. Factores de riesgo asociados a una estancia hospitalaria prolongada en el servicio de traumatología y ortopedia del hospital nacional Hipólito Unanue en el periodo de agosto del 2020 a agosto 2021[dissertation]. [Perú]:Universidad Ricardo Palma;2023.46p.
215. Perpiñá M, Viejo JL, Sanchís J, Badia X, Cobos N, Sobradillo V et al. Satisfacción y preferencia del paciente asmático por los dispositivos de inhalación. Aplicación del FSI-10. *Arch Bronconeumol.* 2008; **44**: 34652. DOI: 10.1016/S03002896(08)704472.
216. Alcázar Navarrete B, Romero Palacios PJ, Ruiz Rodríguez O. Cuestionarios sobre satisfacción y preferencias del paciente por los dispositivos de inhalación. In: Romero Falcón A. Manual de Procedimientos de Cuestionarios utilizados en el asma bronquial. *Respira*;2017,p.56-62

**ANNEX**





**ANNEX 1: FULL INFORMATIU DEL PACIENT  
I CONSENTIMENT INFORMAT**





## FULL D'INFORMACIÓ AL PACIENT

Sr./Sra.....,

La fisioteràpia respiratòria (FR) forma part del tractament que es realitza en pacients amb traumatismes toràcics. Existeixen diferents tècniques que ajuden a la seva eficàcia. Encara que, en els pacients amb fractures costals no s'ha demostrat si un dispositiu d'inspirar o un dispositiu d'expiració contra una resistència proporcionen una millora clínica i radiològica.

Vostè està ingressat actualment per haver patit un traumatisme amb afectació de la caixa toràcica. Si accepta participar a l'estudi iniciarà un programa de fisioteràpia respiratòria i, de forma aleatòria, s'inclourà en el grup de dispositiu d'inspirar o el d'expirar. La durada del tractament serà d'un mes. Se li faran les proves habituals en aquest cas (radiografia de tòrax i estudi de la capacitat pulmonar), i tindrà que omplir un full de compliment del tractament fins la visita de control ambulatori per el fisioterapeuta i altre de satisfacció.

El present estudi ha estat aprovat pel Comitè d'Ètica d'Investigació d'aquest centre.

La seva participació és totalment voluntària i ningú li pressionarà perquè participi en l'estudi.

Si decideix participar-hi és lliure d'interrompre'l quan ho desitgi, sense que això afecti a l'assistència sanitària que rebí en el futur.

Si desitja formar part de l'estudi, haurà de firmar el seu consentiment. Al fer-ho no cedeix cap dels seus drets, només està afirmant que desitja participar a l'estudi i que ha entès els seus objectius i el que se li demana.

Així mateix, se li donarà una còpia del full de consentiment informat que signi.

De conformitat amb la normativa vigent en matèria de protecció de dades, *Reglament (UE) 2016/679 del Parlament Europeu i del Consell de 27 d'abril de 2016 de Protecció de Dades (RGPD)*, vostè consent expressament que la Fundació Privada Hospital Asil de Granollers (en el successiu FPHAG) pugui tractar les seves dades de la història clínica així com les dades dels resultats de la participació en l'estudi, sota la seva responsabilitat.

Coneix que l'accés a la seva informació personal quedarà restringit al metge de l'estudi i seus col·laboradors, autoritats sanitàries, Comitè Ètic d'Investigació i als monitors i auditors del promotor, que estaran sotmesos al deure de secret inherent a la seva professió, quan ho necessitin, per comprovar les dades i procediments de l'estudi, però sempre mantenint la confidencialitat de les mateixes d'acord amb la legislació vigent.

És coneixedor també que pot exercir els drets d'accés, rectificació, cancel·lació i oposició de dades. A d'aquests drets, també pot limitar el tractament de dades que siguin incorrectes, sol·licitar una còpia o que es traslladin a un tercer (portabilitat) les dades que vostè ha facilitat per a l'estudi. Per exercitar els seus drets, dirigeixi a l'investigador principal de l'estudi o al Delegat / a de Protecció de Dades del centre a través del seu metge.

Se l'informa que les seves dades no es poden eliminar encara que deixi de participar en l'assaig per garantir la validesa de la investigació i complir amb els deures legals i els requisits d'autorització de medicaments. Així mateix se l'informa del dret a dirigir-se a l'Agència de Protecció de Dades si no quedés satisfet

De la mateixa forma se'l dona a conèixer que tant el Centre com el Promotor són responsables respectivament del tractament de les seves dades i es comprometen a complir amb la normativa de protecció de dades en vigor. Les dades recollides per a l'estudi estaran identificats mitjançant un codi, de manera que no s'inclougui informació que pugui identificar-lo, i només el seu metge de l'estudi / col·laboradors podrà relacionar aquestes dades amb vostè i amb la seva història clínica. Per tant, la seva identitat no serà revelada a cap altra persona excepte a les autoritats sanitàries, quan així ho requereixin o en casos d'urgència mèdica. Els Comitès d'Ètica d' Investigació, els representants de l'autoritat sanitària en matèria d'inspecció i el personal autoritzat pel Promotor, únicament podran accedir per comprovar les dades personals, els procediments de l'estudi clínic i el compliment de les normes de bona pràctica clínica (sempre mantenint la confidencialitat de la informació)

També, que l'Investigador i el Promotor estan obligats a conservar les dades recollides per a l'estudi com a mínim fins a 25 anys després de la seva finalització. Posteriorment, la seva informació personal només es conservarà pel centre per a la cura de la seva salut i pel promotor per a altres fins d'investigació científica si vostè hagués atorgat el seu consentiment per a això, i si així ho permet la llei i requisits ètics aplicables.



## FULL DE CONSENTIMENT INFORMAT

**Centre de Recerca: Hospital General de Granollers**  
**Adreça: Av. Francesc Ribas, s/n; 08402 Granollers**  
**Nom del coordinador de la recerca: Inmaculada Castillo Sánchez**  
**Delegat de Protecció de dades: [dpd@fphag.es](mailto:dpd@fphag.es)**

Títol de l'estudi: **ESTUDI COMPARATIU ENTRE L'INSPIRÒMETRE D'INCENTIU I LA PRESSIÓ ESPIRATÒRIA POSITIVA EN EL TRAUMATISME TORÀCIC."**

Jo ..... (Nom i cognoms)

He estat informat sobre la finalitat de l'estudi.

He pogut fer preguntes sobre l'estudi.

He rebut suficient informació sobre l'estudi.

He parlat amb.....(nom de l'investigador)

Comprenc que la meva participació és voluntària.

Comprenc que puc retirar-me de l'estudi en les següents situacions:

1. Quan vulgui
2. Sense haver de donar explicacions
3. Sense que això repercuteixi en les meves atencions mèdiques

Presto lliurement la meva conformitat per a participar en l'estudi

Data .....

Firma del participant.....

Nom del participant .....

Firma del familiar responsable o testimoni (segons el cas).....

Li he explicat aquest projecte al participant i he contestat totes les seves preguntes. Crec que ell comprèn la informació descrita en aquest document i accedeix a participar de forma voluntària.

Data .....

Firma de l'investigador/a.....

Nom de l'investigador/a.....

En conformitat amb la normativa vigent en matèria de protecció de dades, Llei Orgànica 3/2018, de 5 de desembre de Protecció de Dades personals i garantia dels drets digitals i *Reglament (UE) 2016/679 del Parlament Europeu i del Consell de 27 d'abril de 2016 de Protecció de Dades (RGPD)*, consento expressament que la Fundació Privada Hospital Asil de Granollers (en el successiu FPHAG) pugui tractar les meves dades de la història clínica així com les dades dels resultats de la participació en l'estudi, sota la seva responsabilitat.

- SI, Conec i entenc el tractament de dades de la meua història clínica i dels resultats de la investigació que se m'ha informat, i preste el meu consentiment exprés i específic amb la meua signatura d'aquest document d'informació i compromís de l'interessat.
- NO dono consentiment al tractament expressat.

Conec que l'accés a la meua informació personal quedarà restringit al metge de l'estudi i seus col·laboradors, autoritats sanitàries, Comitè d'Ètica i d'Investigació i als monitors i auditors del promotor, que estaran sotmesos al deure de secret inherent a la seva professió, quan ho necessitin, per comprovar les dades i procediments de l'estudi, però sempre mantenint la confidencialitat de les mateixes d'acord amb la legislació vigent.

Soc coneixedor també que puc exercir els drets d'accés, rectificació, cancel·lació i oposició de dades. A més d'aquests drets, també puc limitar el tractament de dades que siguin incorrectes, sol·licitar una còpia o que es traslladin a un tercer (portabilitat) les dades que vostè ha facilitat per a l'estudi. Per exercitar els seus drets, es pot adreçar a l'investigador principal de l'estudi o al Delegat / a de Protecció de Dades del centre, contactant al correu electrònic [dpd@fphag.es](mailto:dpd@fphag.es), o al telèfon 625.11.34.28

Se m'ha informat que les meves dades no es poden eliminar encara que deixi de participar en l'assaig per garantir la validesa de la investigació i complir amb els deures legals i els requisits d'autorització de medicaments. Així mateix se m'informa del dret a dirigir-me a l'Agència de Protecció de Dades si no quedés satisfet

De la mateixa forma se'm dona a conèixer que tant el Centre com el Promotor són responsables respectivament del tractament de les seves dades i es comprometen a complir amb la normativa de protecció de dades en vigor. Les dades recollides per a l'estudi estaran identificats mitjançant un codi, de manera que no s'inclouï informació que pugui identificar-lo, i només el seu metge de l'estudi / col·laboradors podrà relacionar aquestes dades amb vostè i amb la seva història clínica. Per tant, la meua identitat no serà revelada a cap altra persona excepte a les autoritats sanitàries, quan així ho requereixin o en casos d'urgència mèdica. Els Comitès d'Ètica de la Investigació, els representants de l'autoritat sanitària en matèria d'inspecció i el personal autoritzat pel Promotor, únicament podran accedir per comprovar les dades personals, els procediments de l'estudi clínic i el compliment de les normes de bona pràctica clínica (sempre mantenint la confidencialitat de la informació)

També, que l'Investigador i el Promotor estan obligats a conservar les dades recollides per a l'estudi com a mínim fins a 25 anys després de la seva finalització. Posteriorment, la seva informació personal només es conservarà pel centre per a la cura de la seva salut i pel promotor per a altres fins d'investigació científica si vostè hagués atorgat el seu consentiment per a això, i si així ho permet la llei i requisits ètics aplicables.

Les meves dades facilitades podran/seran transferides a entitats / organitzacions internacionals, les quals no s'encaben a cap dels supòsits previst a l'article 45, 46 i 47 ni 49 del RGPD. En concret el/s país/os destinataris serà/n els següent/s ..... , i per poder realitzar aquesta transferència li requerim el seu consentiment explícit a realitzar aquesta transferència de les seves dades amb finalitat ..... , informant-lo que aquest país està considerat com un país amb risc de no vetllar per la protecció de les seves dades. Per aquest motiu li demanem que marqui una de les següents opcions, entenent-se que en cas de no marcar cap s'entendrà com que no accepta aquesta transferència.

- Conec i entenc la transferència de dades la qual se m'ha informat, i presto el meu consentiment.
- No consenteixo la transferència de dades la qual se m'ha informat.

Es posa en el meu coneixement que si es fes transferència de les meves dades codificades fora de la UE a entitats del grup, a prestadors de serveis o investigadors científics que col·laboren en l'estudi, les dades quedaran protegides amb salvaguardes com ara contractes o altres mecanismes per les autoritats de protecció de dades. Si necessito saber més sobre aquest tema se'm facilita el contacte del Delegat de Protecció de Dades del promotor (correu electrònic: dpd@fphag.es, telèfon de contracte: 625.11.34.28)

Amb la meua signatura reconec haver estat informat, dono per entesa la informació facilitada i deixo consignada la meua voluntat sobre el consentiment que se'm requereix exprés, explícit i diferenciat pel tractament de les dades de la meua història clínica i dels resultats de la recerca, i per la transferència a nivell internacional de les meves dades .

Nom, cognoms i DNI

.....

.....(signatura).....

Representant Legal: Nom, cognoms i DNI

.....

.....(signatura).....

Granollers, .... de ..... de 202....





## ANNEX 2: QUADERN DE RECOLLIDA DE DADES



**QUADERN DE RECOLLIDA DE DADES (QRD)**  
**“ESTUDI COMPARATIU ENTRE L’INSPIRÒMETRE D’INCENTIU I LA PRESSIÓ ESPIRATÒRIA POSITIVA EN EL TRAUMATISME TORÀCIC.”**

<b>INICIALS PACIENT:</b>	<b>Nº PACIENT:</b>	<b>DATA INCLUSIÓ (V-0):</b>

**1- DADES DEMOGRÀFIQUES**

Gènere:	Pes (kg):
Edat:	Talla (m):
	IMC (kg/m <sup>2</sup> ):

**2- DADES CLÍNIQUES**

Hàbit tabàquic: SI / NO	
Antecedents respiratoris:	0. NO 1. MPOC 2. ASMA 3. ALTRES: _____
Comorbilitats:	0. NO 1. SÍ (especificar):

Ingrés	Data ingrés: _____	Data inici FR: _____
	Data alta: _____	
ingrés a UCI: si / no Trasllat de centre: si /no		

<b>INICIALS PACIENT:</b>	<b>Nº PACIENT:</b>	<b>DATA INCLUSIÓ (V-0):</b>

ETIOLOGIA TT	1. Accident cotxe/ moto 2. Caiguda. Tipus: _____ 3. Precip/Atropellament
Nº FRACTURES COSTALS: nº _____ COSTAT DE LES FRACTURES	1. Dretes 2. Esquerres 3. Bilateral 4. Volet costal
VOLET COSTAL:           SI / NO	1. Anterior 2. Lateral E / D 3. Posterior
LESIONS ASSOCIADES TT:   SI/ NO	1. Clavícula 2. Escàpula 3. Estèrnum. Altres:
LESIONS PLEURALS: SI / NO	1. Hemotòrax/ Pneumotòrax 3. Contusió/Atelèctasi.
INSUFICIÈNCIA RESPIRATÒRIA: SI /NO	pO2       mmHg pCO2     mmHg

VNI/CPAP: SI / NO	Data Inici: _____ Data Fi: _____
OXIGENOTERÀPIA: SI/ NO	Data Inici: _____ Data Fi: _____
BRONCODILATADOR: SI /NO	Data Inici: _____ Data Fi: _____
DRENATGE PLEURAL : SI / NO	Calibre: _____ Data Col·locació: _____ Data Retirada: _____

<b>INICIALS PACIENT:</b>	<b>Nº PACIENT:</b>	<b>DATA INCLUSIÓ (V-0):</b>

### 3- US DE MEDICACIÓ

<b>TTO. ANALGÈSIA: SI / NO</b> -Tipus: ORAL	Dosis (pauta/dia): _____ Data Inici: _____ Data Fi: _____
-Tipus: ENDOVENÓS	Dosis (pauta/dia): _____ Data Inici: _____ Data Fi : _____
-Tipus: PERIDURAL	Dosis (pauta/dia): _____ Data Inici: _____ Data Fi : _____
-Tipus: ALTRES	Dosis (pauta/dia): _____ Data Inici: _____ Data Fi : _____
<b>TTO ANTIBIÒTIC: SI/ NO</b> -Tipus:	Dosis (pauta/dia): _____ Data Inici: _____ Data Fi : _____

### 4- DADES DE FISIOTERÀPIA

Data inici:	
SpO2 basal:	SpO2 + O2: flux:
Escala dolor numèrica EN: Valor: 0-10	
Tos humida: SI/ NO	Escala de SEVA : Valor:

<b>INICIALS PACIENT:</b>	<b>Nº PACIENT:</b>	<b>DATA INCLUSIÓ (V-0):</b>

#### 5- EXPLORACIONS COMPLEMENTARIES

<b>Radiografia de tòrax (PA i LAT):</b> Data: _____	<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> Pinçament costo-diafragmàtic <input type="checkbox"/> Elevació del hemidiafragma <input type="checkbox"/> Pèrdua de volum
--	---

<b>INICIALS PACIENT:</b>	<b>Nº PACIENT:</b>	<b>DATA INCLUSIÓ (V-1):</b>

### 1- DADES DE FISIOTERÀPIA

Data alta hospitalària	
SpO2 basal:	SpO2 + O2: flux:
Escala dolor numèrica (EN): Valor: 0-10	
Tos humida: SI/ NO	Escala de SEVA : Valor:
Cirtometria (mitjana): cm	

### 2- US DE MEDICACIÓ: pauta a l'alta hospitalària

<b>TTO. ANALGÈSIA: SI / NO</b> -Tipus: ORAL	
-Tipus: ALTRES	
<b>TTO ANTIBIÒTIC: SI/ NO</b> -Tipus:	

<b>INICIALS PACIENT:</b>	<b>Nº PACIENT:</b>	<b>DATA INCLUSIÓ (V-1):</b>

### 3- EXPLORACIONS COMPLEMENTARIES

<p><b>Radiografia de tòrax (PA i LAT):</b></p> <p>Data: _____</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sense canvis</li> <li>2. Milloria Total</li> <li>3. Milloria Parcial</li> <li>4. Empitjorament</li> </ol>
---	---

### RECOLLIDA DEL QÜESTIONARI DEL PACIENT

<p>Full compliment dispositiu</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bon compliment</li> <li>2. Mínim compliment</li> <li>3. Sense compliment</li> </ol>
-----------------------------------	---



<b>INICIALS PACIENT:</b>	<b>Nº PACIENT:</b>	<b>DATA INCLUSIÓ (V-2):</b>

### 1- DADES DE FISIOTERÀPIA

Data visita:	
SpO2 basal:	
Escala dolor numèrica EN: Valor: 0-10	
Tos humida: SI/ NO	Escala de SEVA : Valor:
Cirtometria(mitjana):            cm	

### 2- US DE MEDICACIÓ durant en el domicili

<b>TTO. ANALGÈSIA: SI / NO</b> -Tipus: ORAL	<input type="checkbox"/> Sempre <input type="checkbox"/> Ocasional
-Tipus: ALTRES	

### 3- EXPLORACIONS COMPLEMENTARIES

<b>Radiografia de tòrax (PA i LAT):</b> Data: _____	1. Sense canvis 2. Millora Total 3. Milloria Parcial 4. Empitjorament
--	--

<b>INICIALS PACIENT:</b>	<b>Nº PACIENT:</b>	<b>DATA INCLUSIÓ (V-2):</b>

<b>Espirometria:</b>	FVC (ml):
Data: _____	FVC (%):
	FEV <sub>1</sub> (ml):
	FEV <sub>1</sub> (%):
	Rel (%):

<b>RECOLLIDA QÜESTIONARIS DEL PACIENT</b>	
Full compliment dispositiu	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bon compliment</li> <li>2. Mínim compliment</li> <li>3. Sense compliment</li> </ol>
Qüestionari de satisfacció FSI-10: (valor 1-50).....	

<b>SEGUIMENT:</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
-------------------	-----------	-----------

<b>MOBILITAT COSTAL:</b> asimetria	<b>TOLERA D/L:</b> SI NO
------------------------------------	--------------------------

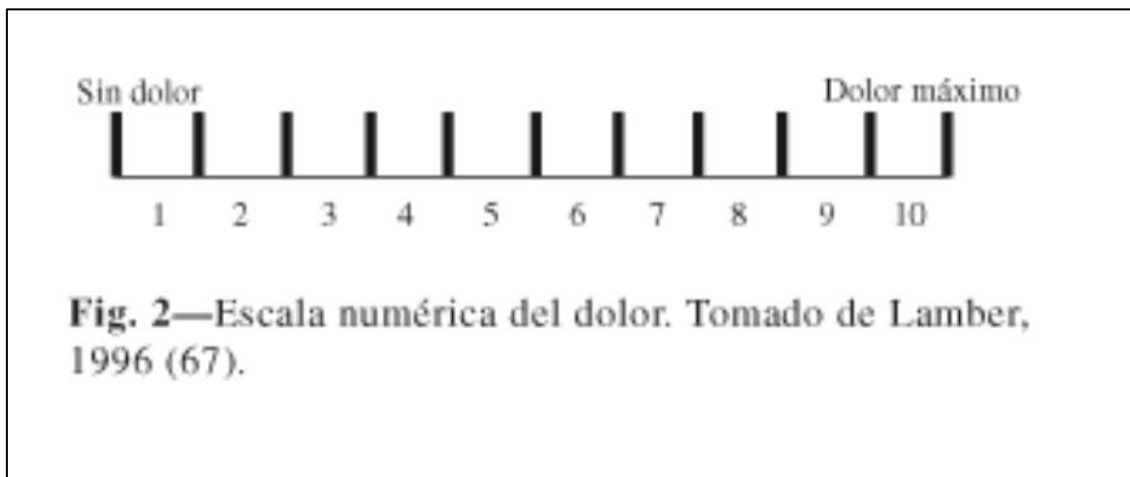
<b>MOTIU seguiment:</b>	<b>TTO Seguiment:</b>
0. persisteix dolor	0.ICI
1. Hipomobilitat	1.PEP
2. persisteix seq plrpulmonars	2.CPAP
3. totes	3.VNI
	4.Altres

<b>ALTA DE FISIO: DATA:</b>
-----------------------------

ANNEX 3: ESCALA NUMÈRICA DEL DOLOR,  
ESCALA DE SEVA I VALORS TEÒRICS  
CIRTOMETRIA



## ESCALA NUMÈRICA DEL DOLOR



Extreta de: Quiles, M<sup>a</sup>. J.; Van-der Hofstadt, CJ y Quiles, y.. Herramientas de evaluación del dolor en pacientes pediátricos: una revisión (2<sup>a</sup> parte). *Rev. Soc. Esp. Dolor* [en línea] . 2004, vol.11, n.6 [citado 2023-09-15], pp.52-61. Disponible en: <[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1134-80462004000600005&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-80462004000600005&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 1134-8046

## ESCALA DE SEVA

SESIÓ	Auscultació respiratòria 0-1-2	Tos humida 0-1-2	Secrecions bronquials 0-1-2	Secrecions rnofaríngies 0-1-2	Dispnea, tiratges 0-1-2	ESCALA TOTAL 0/10

0: Cap signe respiratori; 1: algun signe respiratori; 2: bastants signes respiratoris

Extreta de: Joud P, Desbois G, Brun O, Stamm D. Score d'évaluation de l'encrobrement des voies aériennes (SEVA) dans le suivi clinique chez le nourrisson: à propos de 205 cas. *Ann.Kinésithér.* 1998;25(3):125-35.

## VALORS TEÒRICS DE CIRTOMETRIA TORÀCICA EN PERSONES SANES ADULTS JOVES

Tabla 3. Comparación de Movilidad Torácica y Abdominal por sexo

VARIABLES (Media ± DT)	TOTAL (n=90)	HOMBRES (n = 32)	MUJERES (n = 58)	Sig. (Bilateral)
AXILAR	7,27 ± 1,86	8,13 ± 1,96	6,80 ± 1,63	<b>0,002</b>
XIFOIDEA	7,03 ± 1,78	7,97 ± 1,82	6,52 ± 1,55	<b>0,001</b>
ABDOMINAL	4,19 ± 1,80	4,06 ± 1,50	4,26 ± 1,96	0,59
Núm CICLOS INSPIRAT.	11,56 ± 2,81	11,03 ± 3,14	11,84 ± 2,59	0,21
Núm CICLOS ESPIRAT.	11,33 ± 2,76	10,94 ± 3,18	11,55 ± 2,50	0,34

Extreta de: Valenza Demet G, Villaverde Gutierrez C, Valenza MC, Moreno Lorenzo C, Botella López M, Ocaña Peinado FM. Movilidad torácica y abdominal en adultos jóvenes de ambos sexos sin patología conocida. *Scientia*.2011;**16**(2):85–94

ANNEX 4: QÜESTIONARI DE SEGUIMENT  
DEL DISPOSITIU I QÜESTIONARI DE  
SATISFACCIÓ DEL DISPOSITIU







### QÜESTIONARI DE SEGUIMENT DEL DISPOSITIU:

Nom:

Data inici

**(Full a l' Ingress fins Alta Hospitalària):**

Data													
8H													
9H													
11H													
12H													
14H													
16H													
17H													
18H													
19H													
21H													

REALITZAR EL DISPOSITIU A TOTES LES HORES INDICADES, MARQUEU UNA CREU QUAN ES REALITZI.

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## QÜESTIONARI DE SEGUIMENT DEL DISPOSITIU:

Nom:

Data visita

**(Full al Domicili fins control al MES):**

Data													
8H													
9H													
11H													
12H													
14H													
16H													
17H													
18H													
19H													
21H													

REALITZAR EL DISPOSITIU MÍNIM 3 COPS AL DIA, MARQUEU UNA CREU EN L'HORA QUE ES REALITZI.

.....

.....

.....

.....

.....

.....



### CUESTIONARIO FSI-10

Nos gustaría saber su parecer acerca de algunos aspectos relacionados con el dispositivo que ha utilizado durante este mes. No hay respuestas correctas o incorrectas. Por favor, responda con la mayor sinceridad y no deje ninguna pregunta sin contestar:

1. ¿Le ha resultado fácil aprender a manejar este dispositivo?  
 Mucho     Bastante     Algo     Poco     Muy poco
2. ¿Le ha resultado fácil preparar este dispositivo para realizar la maniobra?  
 Mucho     Bastante     Algo     Poco     Muy poco
3. ¿Le ha resultado fácil usar este dispositivo?  
 Mucho     Bastante     Algo     Poco     Muy poco
4. ¿Le ha resultado fácil mantener el dispositivo en buenas condiciones de uso e higiene?  
 Mucho     Bastante     Algo     Poco     Muy poco
5. ¿Le ha resultado fácil seguir realizando sus actividades habituales con el uso de este dispositivo?  
 Mucho     Bastante     Algo     Poco     Muy poco
6. ¿Le ha resultado cómodo adaptar el dispositivo a sus labios?  
 Mucho     Bastante     Algo     Poco     Muy poco
7. ¿Le ha resultado cómodo el dispositivo en cuanto a peso y tamaño?  
 Mucho     Bastante     Algo     Poco     Muy poco
8. ¿Le ha resultado cómodo llevar consigo (transportar) el dispositivo?  
 Mucho     Bastante     Algo     Poco     Muy poco
9. Cuando realiza la maniobra, ¿se queda usted con la sensación de haber utilizado el dispositivo correctamente?  
 Mucho     Bastante     Algo     Poco     Muy poco
10. En general, teniendo en cuenta todo lo anterior, ¿está usted satisfecho con el dispositivo?  
 Mucho     Bastante     Algo     Poco     Muy poco



ANNEX 5: CERTIFICAT DEL COMITÈ D'ÈTICA  
D'INVESTIGACIÓ CLÍNICA DE L'HOSPITAL  
GENERAL DE GRANOLLERS



Sra. Imma Castillo Sanchez

Granollers, 28 de Gener de 2020

Benvolguda,

Li adjunto la resolució del Comitè d'Ètica d'Investigació, sobre l'assai clínic, emès a la reunió del CEI FPHAG del dia 28 de Gener de 2020

Codi CEIC: **20201001**

Títol: *"Estudi comparatiu entre la tècnica inspiratòria d'expansió toràcica i la pressió espiratòria positiva en el tractament de pacients amb traumatisme toràcic"*

Tipus d'estudi: Assaig clínic

IP: **Sra. Imma Castillo Sanchez**

Servei de Pneumologia

Centre: Hospital General de Granollers

Promotor: Hospital General de Granollers

Atentament,



Hospital General de Granollers

Hospital Universitari

Fundació Privada Hospital Asil de Granollers

Comitè d'Ètica d'Investigació Clínica

---

CEI FPHAG

cc. Dr. Enric Barbeta

## DICTAMEN DEL COMITÈ D'ÈTICA D'INVESTIGACIÓ

El Dr. **Felipe Ojeda Pérez**, President del Comitè d'Ètica d'Investigació de la Fundació Privada Hospital Asil de Granollers,

### CERTIFICA

- Que aquest Comitè reunit en data Granollers, 28 de Gener de 2020 i segons l'ordre del dia corresponent ha avaluat la proposta del projecte d'investigació següent:

Codi CEIC: **20201001**

Títol: *"Estudi comparatiu entre la tècnica inspiratòria d'expansió toràcica i la pressió espiratòria positiva en el tractament de pacients amb traumatisme toràcic"*

Tipus d'estudi: Assaig clínic

IP: **Sra. Imma Castillo Sanchez**

Servei de Pneumologia

Centre: Hospital General de Granollers

Promotor: Hospital General de Granollers

- I considera que:
  - S'acompleixen els requisits necessaris de idoneïtat del protocol en relació amb els objectius de l'estudi i estan justificats els riscos i molèsties pel subjecte.
  - La capacitat dels investigadors i les instal·lacions i els mitjans disponibles son apropiats per a dur a terme l'estudi.
- I que aquest Comitè accepta que l'esmentat projecte d'investigació sigui realitzat a l'Hospital General de Granollers.

Granollers, 28 de Gener de 2020



Dr. Felipe Ojeda Pérez  
President del CEI



ANNEX 6: CERTIFICATS D'AJUDES A LA  
INVESTIGACIÓ DE L'ESTUDI



El Comitè Científic, de la XXXVIII Diada Pneumològica  
De La **Societat Catalana de Pneumologia**,  
De l'Acadèmia de Ciències Mèdiques i de la Salut de Catalunya i de Balears

Certifica que,

**A** **Immaculada Castillo Sánchez** com a IP i a l'Equip  
Investigador: Julia Tarrega, Enric Barbeta i Núria Mena.

li ha estat atorgada, **la Beca d'investigació en infermeria i/o  
fisioteràpia respiratòria**

El projecte a desenvolupar porta per títol: "Estudi comparatiu entre la tècnica  
inspiratòria d'expansió toràcica i la pressió espiratòria positiva en el tractament  
de pacients amb traumatisme toràcic."..

Perquè consti, a tots els efectes oportuns, signo el present certificat  
en Terrassa , a tres d'abril de 2020.



Dr. Enric Barbeta.  
President SOCAP

Els Comitès Organitzador i Científic certifiquen que

el treball **“Estudi comparatiu entre la tècnica inspiratòria d'expansió toràcica i la pressió espiratòria positiva en el tractament de pacients amb traumatisme toràcic”**

Presentat per: **Inmaculada Castillo Sánchez, Júlia Tàrrega Camarasa, Yolanda Galea Colon, Enric Barbeta Sánchez,**

Ha obtingut el **tercer premi** a la categoria de millor projecte a la

## **VII Jornada de Recerca i Innovació**

Organitzada per la Fundació Privada Hospital Asil de Granollers  
i celebrada el dia 22 de novembre de 2019

I, per a què es tingui en coneixement i als efectes corresponents, signen aquest certificat

Dra. Diana Navarro  
Presidenta del Comitè Científic



**ANNEX 7: CERTIFICATS SEMINARI  
BARCELONA RESPIRATORY NETWORK**



# BRN SEMINARS

Scientific workshops to foster collaborative research



Certifico que,  
**Inmaculada Castillo Sánchez**  
ha estat organitzadora en el BRN Seminar:  
**“RECERCA EN TRAUMATISME  
TORÀCIC”**

Realitzat el 25 de febrer de 2020, de 15:50h a 19:00h, a la Sala Geron 1 / 2 de l'Edifici Montseny del Parc Sanitari Pere Virgili.

**Joaquim Gea**  
President, BRN

Organitza



amb el suport de:



# BRN SEMINARS

Scientific workshops to foster collaborative research



Certifico que,

**Inmaculada Castillo Sánchez**

ha participat com a ponent en el BRN Seminar:

**“RECERCA EN TRAUMATISME  
TORÀCIC”**

amb la ponència:

**ACTUACIÓ I SUPORT INSTRUMENTAL DE  
FISIOTERÀPIA RESPIRATÒRIA EN EL  
TRACTAMENT DEL TRAUMATISME TORÀCIC**

Realitzat el 25 de febrer de 2020, de 15:50h a 19:00h, a la Sala Geron 1 / 2 de l'Edifici Montseny del Parc Sanitari Pere Virgili.

**Joaquim Gea**  
President, BRN

Organitza



BARCELONA  
RESPIRATORY  
NETWORK  
Collaborative research



amb el suport de:





