

EFECTO MODULADOR DE UN ESTILO DE VIDA
ACTIVO Y DEL GATEO EN LA RELACIÓN ENTRE
LA COMPOSICIÓN CORPORAL, EL SISTEMA
CARDIOPULMONAR, LA COMPETENCIA MOTRIZ
Y LA CONDICIÓN FÍSICA EN NIÑOS Y NIÑAS
PREPUBERALES SANOS

Jorge J. Cazorla González



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.ca>

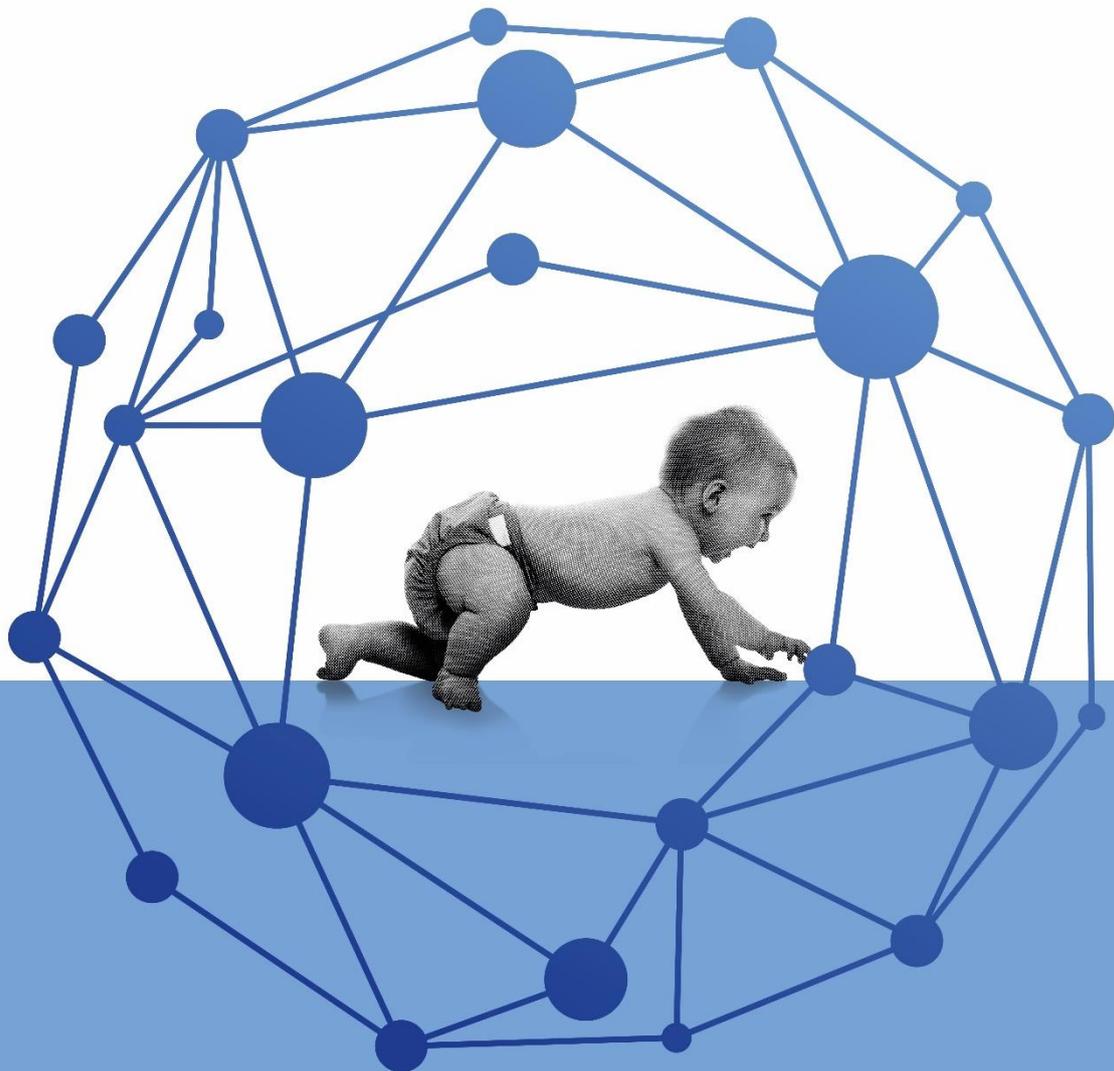
Aquesta obra està subjecta a una llicència Creative Commons Reconeixement-NoComercial

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial licence

Efecto modulador de un **estilo de vida activo y del gateo** en la relación entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en niños y niñas prepuberales sanos

Jorge J. Cazorla González
Tesis doctoral





TESIS DOCTORAL

**EFFECTO MODULADOR DE UN ESTILO DE VIDA ACTIVO Y DEL GATEO EN LA
RELACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL, EL SISTEMA
CARDIOPULMONAR, LA COMPETENCIA MOTRIZ Y LA CONDICIÓN FÍSICA
EN NIÑOS Y NIÑAS PREPUBERALES SANOS**

Jorge J. Cazorla González

2024

PROGRAMA DE DOCTORADO

Biología molecular, biomedicina y salud

Dirigida por:

Dra. Anna Prats Puig

Dra. Raquel Font Lladó

Dr. Sergi García Retortillo

Memoria presentada para optar al título de doctor por la Universitat de Girona

Dedicatoria y agradecimientos

Hoy ha llegado ese día, el momento del cierre de uno de los capítulos más importantes de mi vida, un capítulo que llena de instantes, tanto buenos como malos, pero estoy seguro de que serán inolvidables. Pensar que transcurrieron tantos años, incluso alguna que otra pandemia, hasta que se logró. Por eso, quiero agradecer a todas aquellas personas que me han ayudado; sin ellas, este capítulo no habría sido posible.

Al Dr. Josep Cornellà i Canals, por ser la luz que me sigue guiando en la oscuridad. Gracias por darme todos aquellos consejos que, aun a día de hoy, continúo llevándolos a la práctica, haciendo que sigas presente. Sé que estarás muy orgulloso de lo que hemos conseguido, amigo.

A mis padres, Fina y Jorge, por dar toda una vida para que sea más sencillo. Algún día me gustaría agradecer todo lo que habéis hecho por mí. Espero que estéis orgullosos de la vida que habéis llevado, porque yo lo estoy de vosotros.

A mi hermana Noela y mis sobrinos Alejandro, Verónica y David, por darme siempre todo ese apoyo que he necesitado y haber confiado siempre en mí. A pesar de la distancia, llenáis de alegría mi corazón.

A Coral, por haber puesto color a mi vida, haciendo que las emociones fueran una ventaja para haber alcanzado este final. Gracias por compartir conmigo este viaje y esperar con ilusión la siguiente parada.

A mi directora de tesis, la Dra. Anna Prats-Puig, por haberme dado la oportunidad de aprender una pequeña parte de su conocimiento y pasión. Ha sido todo un orgullo haberte tenido de directora y de compañera. Gracias por ser la gran persona que eres; sin ti, esto jamás habría sido posible.

A mi directora de tesis, la Dra. Raquel Font-Lladó, por haberme transmitido tu conocimiento y energía para seguir adelante. Gracias por haber estado en los momentos difíciles.

A mi director de tesis, el Dr. Sergi García-Retortillo, porque a pesar de la distancia, siempre has buscado el momento para ayudarme. Gracias por todo tu trabajo y ayuda en este camino.

A Javier, Samuel y Miguel Novás, por enseñarme el verdadero significado de «afouteza». A mis amigos, por recibirme siempre con los brazos abiertos entre Estrellas y Escudos.

Al proyecto de investigación PEHC y a todos mis compañeros de EUSES, por vuestros consejos y ayuda para superar los obstáculos que iba encontrando, gracias.

A todos los niños y niñas que han participado en el estudio, espero que vuestra ayuda en el estudio sea de utilidad en el futuro.

Y, por último, a Pepa y Berta, tantos momentos juntos. Me hubiera gustado acabar este camino a vuestro lado. Gracias por vuestra fiel compañía; esta tesis también va por vosotras.

Listado de abreviaturas

AF	Actividad física
AFMV	Actividad física moderada a vigorosa
BIA	Bioimpedancia eléctrica
CAMSA	<i>Canadian Agility and movement skill assessment</i> (Evaluación canadiense de agilidad y habilidades de movimiento)
CEIP	Colegio de educación infantil y primaria
CM	Competencia motriz
DE	Desviación estándar
END	Enlaces negativos débiles
ENF	Enlaces negativos fuertes
ENI	Enlaces negativos intermedios
EPD	Enlaces positivos débiles
EPF	Enlaces positivos fuertes
EPI	Enlaces positivos intermedios
FEI	Fuerza muscular de la extremidad inferior del cuerpo
FES	Fuerza muscular de la extremidad superior del cuerpo
FEV ₁	<i>Forced expiratory volume in 1 second</i> (Volumen espiratorio forzado en 1 segundo)
FMR	<i>Fat-to-muscle ratio</i> (Relación grasa-músculo)

FVC	<i>Forced vital capacity</i> (Capacidad vital forzada)
HCO	Habilidades de control de objetos
HL	Habilidades de locomoción
HTA	Hipertensión arterial
IMC	Índice de masa corporal
OMS	Organización mundial de la salud
PA	Presión arterial
PAD	Presión arterial diastólica
PAS	Presión arterial sistólica
RCR	Resistencia cardiorrespiratoria
SNC	Sistema nervioso central
SPSS	<i>Statistical package for social sciences</i> (Paquete estadístico para ciencias sociales)

Índice de figuras

Figura 1. Modelo de reloj de arena invertido de Gallahue y Ozmun.....	11
Figura 2. Modelo de la montaña de Clark y Matcalfe.....	11
Figura 3. Modelo de desarrollo a largo plazo en base al sexo de Lloyd.	12
Figura 4. Categorías de las habilidades motrices básicas.	19
Figura 5. Gateo estándar descrito por Patrick y colaboradores.	22
Figura 6. Efectos del ejercicio sobre la conectividad, complejidad y diversidad de las redes fisiológicas funcionales.....	57
Figura 7. Contraste entre la fisiología molecular del ejercicio y la fisiología del ejercicio en red	61
Figura 8. Diagrama de flujo donde se muestra la metodología empleada para la obtención de la submuestra del estudio tras la valoración de los criterios de selección.....	76
Figura 9. Diagrama de flujo donde se muestra la metodología empleada para la obtención de la muestra del estudio tras la valoración de los criterios de selección y el número de sujetos que forman parte de cada grupo según el estilo de vida activo (estilo de vida menos activo y estilo de vida activo).	86
Figura 10. Diagrama de flujo donde se muestra la metodología empleada para la obtención de la submuestra del estudio tras la valoración de los criterios de selección y el número de sujetos que forman parte de cada grupo según el estilo de vida activo con el grupo de gateo antes de caminar: estilo de vida menos activo (no gateo y gateo) y estilo de vida activo (no gateo y gateo).	87
Figura 11. Resultados significativos en diagramas de caja superpuestos para la masa grasa (%), FMR, las HL, las HCO, la CM, la RCR y la FEI entre el grupo con un estilo de vida menos activo y activo.....	96
Figura 12. Asociaciones en red entre los sistemas del cuerpo en toda la muestra.....	99

Figura 13. Porcentaje de asociaciones en función de la intensidad de correlación de los enlaces de asociación de la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en toda la muestra.....	101
Figura 14. Asociaciones en red entre los sistemas del cuerpo en los grupos de estilo de vida: a la izquierda estilo de vida menos activo y a la derecha estilo de vida activo.	102
Figura 15. Porcentaje de asociaciones que muestra la composición corporal con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: estilo de vida menos activo y estilo de vida activo.....	105
Figura 16. Porcentaje de asociaciones que muestra el sistema cardiopulmonar con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: estilo de vida menos activo y estilo de vida activo.....	106
Figura 17. Porcentaje de asociaciones que muestra la competencia motriz con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: estilo de vida menos activo y estilo de vida activo.....	107
Figura 18. Porcentaje de asociaciones que muestra la competencia motriz con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: estilo de vida menos activo y estilo de vida activo.....	108
Figura 19. Diagramas de caja superpuestos para la masa grasa (%), el IMC z – score, la relación grasa – músculo, la PAS y la PAD entre el grupo de no gateo y gateo.....	112
Figura 20. Asociaciones en red entre los sistemas del cuerpo en toda la submuestra.	115
Figura 21. Porcentaje de asociaciones en función de la intensidad de correlación de los enlaces de asociación de la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en toda la submuestra..	117
Figura 22. Asociaciones en red entre los sistemas del cuerpo en los grupos de no gateo y gateo	118

Figura 23. Porcentaje de asociaciones que muestra la composición corporal con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: no gateo y gateo.....	121
Figura 24. Porcentaje de asociaciones que muestra el sistema cardiopulmonar con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: no gateo y gateo.....	122
Figura 25. Porcentaje de asociaciones que muestra la competencia motriz con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: no gateo y gateo.....	123
Figura 26. Porcentaje de asociaciones que muestra la condición física con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: no gateo y gateo..	124
Figura 27. Diagramas de caja superpuestos para la masa grasa (%) y la relación grasa - músculo entre el grupo que no gatea y gatea con un estilo de vida menos activo.	129
Figura 28. Diagramas de caja superpuestos para la PAS y PAD entre el grupo que no gatea y gatea con un estilo de vida activo.....	132
Figura 29. Asociaciones en red entre los sistemas del cuerpo en toda la submuestra de niños con un estilo de vida menos activo.....	134
Figura 30. Porcentaje de asociaciones en función de la intensidad de correlación de los enlaces de asociación de la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en toda la submuestra de niños con un estilo de vida menos activo.....	136
Figura 31. Asociaciones en red entre los sistemas del cuerpo en niños con un estilo de vida menos activo separado por los grupos de no gateo y gateo.	137
Figura 32. Porcentaje de asociaciones que muestra la composición corporal con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: menos activos y no gateo y, menos activos y gateo..	141

Figura 33. Porcentaje de asociaciones que muestra el sistema cardiopulmonar con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: menos activos y no gateo y, menos activos y gateo.....	142
Figura 34. Porcentaje de asociaciones que muestra la competencia motriz con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: menos activos y no gateo y, menos activos y gateo.....	143
Figura 35. Porcentaje de asociaciones que muestra la condición física con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: menos activos y no gateo y, menos activos y gateo.....	144
Figura 36. Asociaciones en red entre los sistemas del cuerpo en toda la submuestra de niños con un estilo de vida activo.....	145
Figura 37. Porcentaje de asociaciones en función de la intensidad de correlación de los enlaces de asociación de la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en toda la submuestra de niños con un estilo de vida activo.....	147
Figura 38. Asociaciones en red entre los sistemas del cuerpo en niños con un estilo de vida activo separado por los grupos de no gateo y gateo.....	148
Figura 39. Porcentaje de asociaciones que muestra la composición corporal con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: activo y no gateo y, activo y gateo.....	152
Figura 40. Porcentaje de asociaciones que muestra el sistema cardiopulmonar con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: activo y no gateo y, activo y gateo.....	153
Figura 41. Porcentaje de asociaciones que muestra la competencia motriz con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: activo y no gateo y, activo y gateo.....	154

Figura 42. Porcentaje de asociaciones que muestra la condición física con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: activo y no gateo y, activo y gateo..	155
Figura 43. Resumen de los estilos de vida en niños y niñas de 7 años de edad: Diferencias entre el estilo de vida menos activo (n=108) y el estilo de vida activo (n=120).....	169
Figura 44. Resumen del gateo antes de caminar en niños y niñas de 7 años de edad: Diferencias entre el no gateo (n=35) y el gateo (n=42).	175
Figura 45. Resumen del gateo antes de caminar como modulador de un estilo de vida activo en niños y niñas de 7 años de edad: Diferencias entre un estilo de vida activo y no gateo (n=20) y un estilo de vida activo y gateo (n=25).	186
Figura 46. Resumen del gateo antes de caminar como modulador de un estilo de vida menos activo en niños y niñas de 7 años de edad: Diferencias entre un estilo de vida menos activo y no gateo (n=15) y un estilo de vida menos activo y gateo (n=17).	186

Índice de tablas

Tabla 1. Puntos de corte del índice de masa corporal en niños y niñas.....	39
Tabla 2. Variables de los parámetros clínicos, la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz, la condición física y la actividad física en los participantes del estudio, y por grupos de estilo de vida en niños y niñas sanos de 7 años.....	95
Tabla 3. Análisis de regresión múltiple para el % de masa grasa, la FMR, las HL, las HCO, la CM, la RCR y la FEI en niños y niñas sanos de 7 años.....	97
Tabla 4. Cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en toda la muestra.....	100
Tabla 5. Cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física separados por el grupo estilo de vida menos activo y el grupo estilo de vida activo.....	103
Tabla 6. Variables de los parámetros clínicos, la composición corporal, el sistema cardiorrespiratorio, la competencia motriz, la condición física y la actividad física en los participantes de la submuestra y por grupos de gateo en niños y niñas de 7 años de edad.....	111
Tabla 7. Análisis de regresión múltiple para IMC, el porcentaje de masa grasa, la relación grasa – músculo, la presión arterial sistólica y la presión arterial diastólica niños y niñas sanos de 7 años de edad.....	113
Tabla 8. Cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en la submuestra.....	116

Tabla 9. Cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física separados por el grupo no gateo y gateo.	119
Tabla 10. Distribución de la submuestra entre los distintos grupos según el estilo de vida activo y el gateo.	126
Tabla 11. Variables de los parámetros clínicos, la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en los participantes con un estilo de vida menos activo y por grupos de gateo.	128
Tabla 12. Análisis de regresión para el porcentaje de masa grasa y la relación grasa – músculo niños y niñas sanos de 7 años de edad con un estilo de vida menos activo.....	130
Tabla 13. Variables de los parámetros clínicos, la composición corporal, el sistema cardiorrespiratorio, la competencia motriz y la condición física en los niños y niñas que tienen un estilo de vida activo y separados por grupos de gateo.....	131
Tabla 14. Análisis de regresión para la presión arterial sistólica y presión arterial diastólica en niños y niñas con un estilo de vida activo.....	133
Tabla 15. Cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en la submuestra de niños y niñas con un estilo de vida menos activo.	135
Tabla 16. Cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en el subgrupo de niños y niñas que tienen un estilo de vida menos activo separado por gateo.	139
Tabla 17. Cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en la submuestra de niños y niñas con un estilo de vida activo.	146

Tabla 18. Cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en el subgrupo de niños y niñas que tienen un estilo de vida activo separado por gateo 150

Tabla de contenido

1.	MARCO TEÓRICO	7
1.1.	Desarrollo motor en la infancia y el hito del gateo.....	9
1.1.1.	Desarrollo motor	9
1.1.2.	El gateo.....	20
1.1.2.1.	Tipos de gateo	20
1.1.2.2.	Beneficios del gateo	22
1.1.3.	Desarrollo motor y gateo	24
1.1.4.	Desarrollo motor y estilo de vida activo	24
1.2.	Actividad física, competencia motriz y condición física.....	26
1.2.1.	La actividad física y estilo de vida activo.....	26
1.2.2.	Competencia motriz	32
1.2.3.	Condición física.....	33
1.2.4.	Actividad física, competencia motriz y condición física en relación al gateo	34
1.2.5.	Actividad física, competencia motriz y condición física en relación a un estilo de vida activo	35
1.3.	Beneficios de un estilo de vida activo sobre la salud.....	36
1.3.1.	Composición corporal	37
1.3.2.	Composición corporal y gateo.....	41
1.3.3.	Composición corporal y estilo de vida activo.....	42
1.3.4.	Sistema cardiovascular y pulmonar	43

1.3.5.	Sistema cardiovascular, pulmonar y gateo	51
1.3.6.	Sistema cardiovascular, pulmonar y estilo de vida activo.....	54
1.4.	Fisiología en redes.....	56
1.4.1.	Relación entre la fisiología en redes y el gateo.....	59
1.4.2.	Relación entre la fisiología en redes y el estilo de vida activo	61
1.5.	Vacío de conocimiento.....	66
2.	OBJETIVOS	67
3.	MATERIAL Y MÉTODOS	71
3.1.	Tipo de diseño y estudio	73
3.2.	Consideraciones éticas.....	73
3.3.	Sujetos del estudio	74
3.3.1.	Reclutamiento de la muestra	74
3.4.	Criterios de selección	77
3.5.	Variables.....	78
3.5.1.	Variables antropométricas y composición corporal	78
3.5.2.	Variables cardiopulmonares.....	81
3.5.3.	Variables de la competencia motriz.....	82
3.5.4.	Variables de la condición física	83
3.5.5.	Gateo.....	84
3.5.6.	Variable de la actividad física	85
3.6.	Grupos de estudio	86
3.7.	Análisis de datos.....	88

3.7.1.	Análisis estadístico	88
4.	RESULTADOS	90
4.1.	Efectos de un estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física.....	93
4.1.1.	Diferencias en función de un estilo de vida menos activo o activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física.....	93
4.1.2.	Asociaciones en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en todos los niños y niñas, y en los subgrupos definidos por el estilo de vida activo.....	99
4.1.2.2.2.	Estilo de vida activo.....	104
4.1.3.	Resumen de los resultados	109
4.2.	Estudio del efecto del gateo antes de caminar sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física.....	110
4.2.1.	Impacto del gateo antes de caminar sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física.....	110
4.2.2.	El gateo como modulador de la asociación en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física.....	115
4.2.3.	Resumen de los resultados	125
4.3.	Estudio del efecto del gateo antes de caminar en relación al estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física.....	126

4.3.1.	Impacto del gateo antes de caminar en relación al estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física.....	127
4.3.2.	El gateo antes de caminar como modulador de la asociación en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física.....	133
4.3.3.	Resumen de los resultados	156
5.	DISCUSIÓN.....	159
5.1.	Efecto de un estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz, y la condición física.....	163
5.1.1.	Diferencias del estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física.....	163
5.1.2.	El estilo de vida activo como modulador de las asociaciones en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física.....	166
5.2.	Efecto del gateo antes de caminar sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física.....	170
5.2.1.	Impacto del gateo antes de caminar en la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física.....	170
5.2.2.	El gateo como modulador de la asociación en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física.....	173
5.3.	Efecto del gateo en relación al estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física	176

5.3.1.	Efecto del gateo antes de caminar en relación al estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física.....	177
5.3.2.	La asociación en red, modulada por el gateo antes de caminar en relación al estilo de vida activo, sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física	181
5.4.	Discusión conjunta de los resultados.....	187
6.	LIMITACIONES	191
7.	CONCLUSIONES	195
8.	BIBLIOGRAFIA.....	199

Resum

Adoptar un estil de vida actiu des de la infància és crucial per a la salut a llarg termini, prevenint malalties futures i abordant problemes com el sobrepès i les malalties respiratòries. El gateig abans de caminar, té el potencial d'influir en la salut, tant en la infància, com en l'edat adulta. Degut a què l'organisme humà opera amb sistemes complexos, la coordinació sincronitzada dels sistemes és essencial per a la qualitat de la fisiologia humana. Comprendre com l'estil de vida actiu i el gateig es relacionen i afecten les associacions en xarxa entre diferents sistemes corporals és clau per entendre i promoure la salut integral des de la infància.

L'objectiu d'aquest treball és determinar l'efecte i, l'associació en xarxa, entre estil de vida actiu, el gateig abans de caminar i la combinació de tots dos sobre la composició corporal, el sistema cardiopulmonar, la competència motriu i la condició física en nens i nenes de 7 anys.

La mostra està formada per nens i nenes sans de 7 anys d'edat (n= 228) de les escoles d'educació primària de Salt i Cassà de la Selva situades a la província de Girona. Es van recollir com a variables els paràmetres clínics, la composició corporal, la pressió arterial, la funció pulmonar, la competència motriu, la condició física, el gateig i l'activitat física. Es van analitzar les dades utilitzant el programa SPSS versió 21.

Els resultats mostren que els nens/es que presenten un estil de vida actiu als 7 anys tenen valors més baixos en el percentatge de massa grassa, de la relació grassa - múscul i la resistència cardiorespiratòria. A més, presenten valors més alts en les habilitats locomotòries, les habilitats de control d'objectes, en la competència motriu i de força muscular de l'extremitat inferior. Alhora, es mostra que el grup de nens/es que van gatejar abans de caminar, als 7 anys presenten valors més baixos en índex de massa corporal z-score, el percentatge de massa grassa, la relació grassa – múscul i la pressió arterial. Finalment, aquells nens/as de 7 anys que són menys actius, però van gatejar abans de caminar mostren valors més baixos en el percentatge de massa grassa i en la relació grassa - múscul; en canvi, aquells nens/es amb un

estil de vida actiu i que van gatejar abans de caminar mostren valors més baixos en la pressió arterial.

En relació a les associacions en xarxa, es mostra que aquells nens/es de 7 anys d'edat amb un estil de vida menys actiu presenten un major número i intensitat de correlacions en les associacions de la condició física amb el percentatge de massa grassa i la relació grassa - múscul i, la massa muscular amb la capacitat vital forçada i la força muscular de l'extremitat inferior. A més, en aquells nens/es que van gatejar abans de caminar també destaquen les associacions de la massa muscular amb el sistema cardiopulmonar i la condició física. Finalment, en aquells nens/es amb un estil de vida menys actiu i que van gatejar abans de caminar ressalten la quantitat i intensitat de correlacions en les associacions entre la massa muscular i la condició física i, en aquells nens/es amb un estil de vida actiu i que van gatejar abans de caminar sobresurten la quantitat i intensitat de correlacions en les associacions entre la massa muscular i el sistema cardiopulmonar.

Com a conclusió, es pot afirmar que, pels nens/es sans de 7 anys, adoptar un estil de vida actiu comporta beneficis a nivell metabòlic durant la infància, juntament amb millores en la competència motriu i la condició física. Tot i que hi hagi menys associacions en xarxa, les intensitats dels enllaços són majors en comparació amb un estil de vida menys actiu, podent ser més permanents en el temps. El gateig abans de caminar mostra efectes positius en relació a l'obesitat i el risc cardiovascular, afavorint un augment de quantitat i intensitat en les correlacions de les associacions en xarxa entre els sistemes. La combinació d'un estil de vida menys actiu amb el gateig abans de caminar podria ser beneficiós per a disminuir problemes d'obesitat durant la infància. D'altra banda, un estil de vida actiu juntament amb el gateig abans de caminar podria ser protector a nivell cardiovascular, on la massa muscular mostra un paper important en les associacions en xarxa. Un estil de vida actiu i el gateig abans de caminar podrien influir en la formació de massa muscular i, d'aquesta manera, incidir en la salut dels nens/es de 7 anys.

Resumen

Adoptar un estilo de vida activo desde la infancia es crucial para la salud a lo largo del tiempo, previniendo enfermedades futuras y abordando problemas como el sobrepeso y las enfermedades respiratorias. El gateo antes de caminar, tiene el potencial de influir en la salud tanto en la infancia como en la adultez. Dado que el organismo humano opera con sistemas complejos, la coordinación sincronizada de los sistemas es esencial para la calidad de la fisiología humana. Comprender cómo el estilo de vida activo y el gateo se relacionan y afectan las asociaciones en red entre diferentes sistemas corporales es clave para entender y promover la salud integral desde la infancia.

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto y, la asociación en red, de un estilo de vida activo, el gateo antes de caminar y la combinación de ambos sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en niños y niñas de 7 años.

La muestra está formada por niños y niñas sanos de 7 años de edad (n= 228), de las escuelas de educación primaria de Salt y Cassà de la Selva, situadas en la provincia de Girona. Se recogieron como variables los parámetros clínicos, la composición corporal, la presión arterial, la función pulmonar, la competencia motriz, la condición física, el gateo y la actividad física. Se analizaron los datos utilizando el programa SPSS versión 21.

Los resultados muestran que los niños/as que presentan un estilo de vida activo a los 7 años tienen valores más bajos en el porcentaje de masa grasa, la relación grasa - músculo y la resistencia cardiorrespiratoria. Además, presentan valores más altos en las habilidades de locomoción, las habilidades de control de objetos, la competencia motriz y la fuerza muscular de la extremidad inferior. También se muestra que el grupo de niños/as que han gateado antes de caminar, a los 7 años presentan valores más bajos en el índice de masa corporal z-score, el porcentaje de masa grasa, la relación grasa – músculo y la presión arterial. Por último, aquellos niños/as de 7 años que son menos activos, pero han gateado antes de caminar muestran valores más bajos en el porcentaje de masa grasa y la relación grasa - músculo; en cambio,

aquellos niños/as con un estilo de vida activo y que han gateado antes de caminar muestran valores más bajos en la presión arterial.

En relación a las asociaciones en red, se muestra que aquellos niños/as de 7 años de edad con un estilo de vida menos activo presentan un mayor número e intensidad de correlaciones en las asociaciones de la condición física con el porcentaje de masa grasa y la relación grasa - músculo y, la masa muscular con la capacidad vital forzada y la fuerza muscular de la extremidad inferior. Además, en aquellos niños/as que han gateado antes de caminar también destacan las asociaciones de la masa muscular con el sistema cardiopulmonar y la condición física. Por último, en aquellos niños/as con un estilo de vida menos activo y que han gateado antes de caminar resaltan la cantidad e intensidad de correlaciones en las asociaciones entre la masa muscular con la condición física y, en aquellos niños/as con un estilo de vida activo y que han gateado antes de caminar sobresalen la cantidad e intensidad de correlación en las asociaciones de la masa muscular con el sistema cardiopulmonar.

Como conclusión, se puede afirmar que, para los niños/as sanos de 7 años, adoptar un estilo de vida activo conlleva beneficios a nivel metabólico durante la infancia, junto con mejoras en la competencia motriz y la condición física. Todo y que haya menos asociaciones en red, las intensidades de los enlaces son mayores en comparación con un estilo de vida menos activo, pudiendo ser más permanentes en el tiempo. El gateo antes de caminar muestra efectos positivos en relación a la obesidad y el riesgo cardiovascular, favoreciendo un aumento de cantidad e intensidad en las correlaciones de las asociaciones en red entre los sistemas. La combinación de un estilo de vida menos activo con el gateo antes de caminar podría ser beneficioso para disminuir problemas de obesidad durante la infancia. Por otro lado, un estilo de vida activo junto con el gateo antes de caminar podría ser protector a nivel cardiovascular, donde la masa muscular muestra un papel importante en las asociaciones en red. Un estilo de vida activo y el gateo antes de caminar podrían influir en la formación de masa muscular y, de este modo, incidir en la salud de los niños/as de 7 años.

Abstract

Adopting an active lifestyle from infancy is crucial for long-term health, preventing future diseases, and addressing problems such as overweight and respiratory diseases. Crawling before walking has the potential to influence health in both childhood and adulthood. Due to the fact that the human organism operates with complex systems, the synchronized coordination of the systems is essential for the quality of human physiology. Understanding how an active lifestyle and crawling relate to and affect the network associations between different body systems is a key factor in understanding and promoting holistic health from infancy onwards.

This study aims to determine the effect and network association of an active lifestyle, crawling before walking, and the combination of both on body composition, cardiopulmonary system, motor competence, and physical fitness in 7-year-old boys and girls.

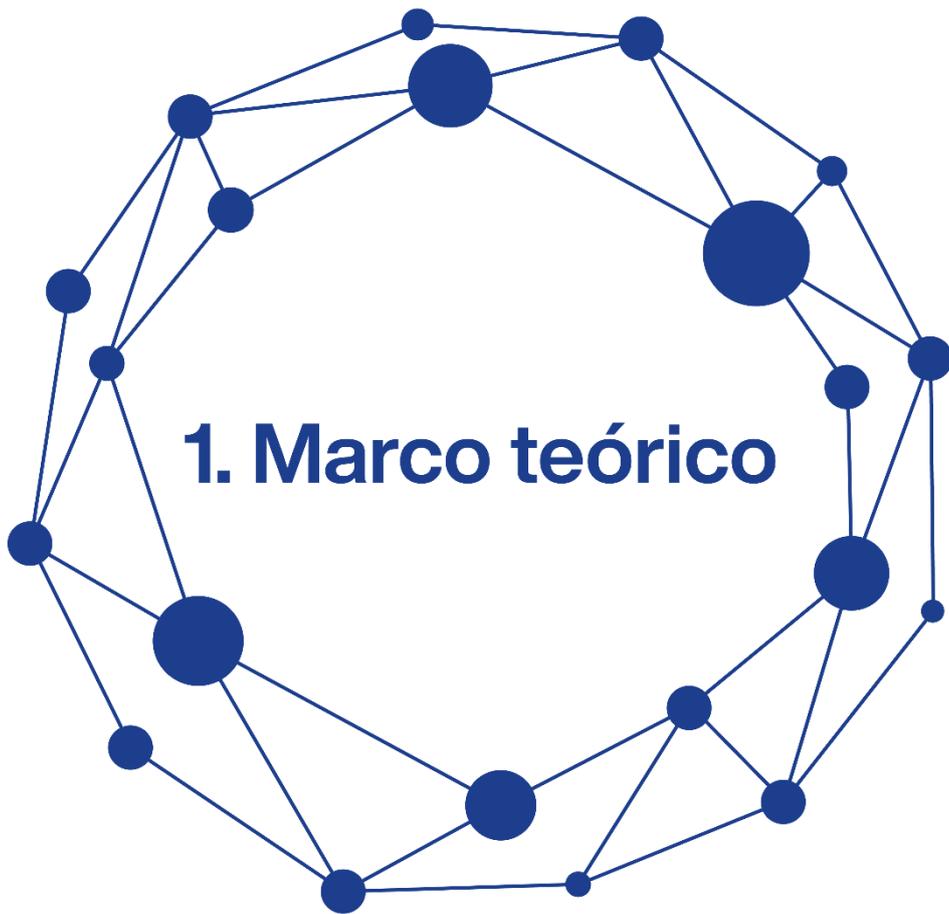
The sample included (n= 228) 7-year-old healthy boys and girls from primary schools from Salt and Cassà de la Selva, located in the province of Girona. Clinical parameters, body composition, blood pressure, lung function, motor competence, physical condition, crawling and physical activity were collected as variables. Data was analysed using SPSS version 21.

The results show that children with an active lifestyle at 7 years of age have lower values for fat mass percentage, fat-to-muscle ratio, and cardiorespiratory endurance. In addition, they have higher values for locomotion skills, object control skills, motor competence, and lower limb muscle strength. It is also shown that the group of children who crawled before walking, at 7 years of age, have lower values of body mass index z-score, fat mass percentage, fat-to-muscle ratio, and blood pressure. Finally, those 7-year-old children who are less active but have crawled before walking show lower values for fat mass percentage and fat-muscle ratio; on the other hand, those children with an active lifestyle and who have crawled before walking show lower blood pressure values.

When analyzing network associations, it is shown that those 7-year-old children with a less active lifestyle have a higher number and intensity of correlations between physical fitness and

fat mass percentage and fat-to-muscle ratio and also, muscle mass with forced vital capacity and lower limb muscle strength. Furthermore, in those children who crawled before walking, the associations between muscle mass with cardiopulmonary system and physical fitness are also significant. Finally, in those children with a less active lifestyle and who have crawled before walking, the quantity and intensity of the correlations between muscle mass and physical fitness, and in those children with an active lifestyle and who have crawled before walking, the quantity and intensity of the associations between muscle mass with the cardiopulmonary system.

In conclusion, it can be stated that, for healthy children, at 7-years of age, adopting an active lifestyle leads to metabolic benefits during childhood, together with improvements in motor competence and physical fitness. Although there are fewer network associations, the intensities of the links are greater compared to a less active lifestyle and maybe more permanent over time. Crawling before walking shows positive effects related to obesity and cardiovascular risk, favoring an increase in the number and intensity of the associations between systems. The combination of a less active lifestyle together with the act of crawling before walking could be beneficial in the reduction of obesity problems during childhood. On the other hand, an active lifestyle together with the act of crawling before walking could act as a protective factor for cardiovascular health, where muscle mass plays an important role in network associations. An active lifestyle and the act of crawling before walking could influence the formation of muscle mass and thus have an impact on health, at least, at 7-years of age.



1.1. Desarrollo motor en la infancia y el hito del gateo

1.1.1. Desarrollo motor

El desarrollo motor se entiende como el cambio en el comportamiento motor empleado para satisfacer necesidades del ser humano a lo largo de la vida (1). Este concepto de desarrollo ha ido evolucionado a lo largo de la historia. Antes de la década de 1980, la investigación sobre el desarrollo motor se enfocaba principalmente en recopilar y clasificar datos observables sobre el comportamiento motor, sin una preocupación por desarrollar teorías integrales para explicar el comportamiento humano a lo largo de la vida. Aunque esta investigación era valiosa, no respondía a las preguntas fundamentales sobre los procesos subyacentes del desarrollo motor y los factores que los influyen. En aquel momento, había pocos modelos y teorías integrales sobre el desarrollo motor.

El aprendizaje motor es un aspecto fundamental del desarrollo motor humano y se refiere a la adquisición de habilidades motoras a través de la práctica y la experiencia. A medida que las personas se mueven a través de diferentes etapas de la vida, el proceso de aprendizaje motor continúa y se adapta a los desafíos del ambiente cambiante (1). Por ejemplo, en la infancia, el aprendizaje motor temprano está asociado principalmente al crecimiento y maduración del sistema nervioso central que favorece la adquisición de habilidades, como gatear y caminar, que sientan las bases para la movilidad futura. Durante la adolescencia, el aprendizaje motor está influenciado, entre otros aspectos, por el crecimiento y los cambios hormonales, contribuyendo principalmente al desarrollo de las capacidades condicionales como la fuerza y la resistencia (2). En la adultez, el aprendizaje motor puede involucrar la adaptación a cambios en las capacidades motrices y/o a nuevas demandas del ambiente (3). Gran parte de la investigación en aprendizaje motor se ha focalizado en estudiar la importancia de la práctica y

la retroalimentación en la adquisición y/o adaptación de habilidades motoras efectivas y eficientes a lo largo del tiempo.

El estudio de estos cambios en la conducta de movimiento proporciona información sobre algunos procesos subyacentes al desarrollo motor.

Las habilidades motrices básicas son acciones motrices habituales que responden a un objetivo implicando grandes estructuras musculo-esqueléticas. Se clasifican en tres categorías funcionales en base a su objetivo: acciones de estabilización, acciones locomotoras y acciones manipulativas, o una combinación de las tres. Estas tres categorías de movimientos emergen como consecuencia de la evolución (ontogenética) y el desarrollo (filogenética), la biología (dinámicas contextuales) y la tarea (objetivo). En definitiva, están presentes en el desarrollo motor humano desde las etapas más tempranas de la vida y se vuelven cada vez más complejas a medida que los niños crecen y desarrollan habilidades motoras más avanzadas (4).

El desarrollo motor en edades tempranas ha sido objeto de estudio de numerosas teorías y modelos que han buscado describir el proceso de desarrollo de habilidades motoras en los niños. Según Gesell y Amatruda (5), se pueden distinguir cuatro fases principales en este proceso: la fase de reflejos, la fase de control cefálico, la fase de control del tronco y la fase de control motor de las extremidades. Por otro lado, el modelo de reloj de arena invertido de Gallahue y Ozmun (Figura 1) es ampliamente utilizado actualmente para comprender el proceso de desarrollo motor en la infancia y la juventud (6), y para diseñar programas de intervención de actividad física (AF) efectivos (7). Este modelo propone seis fases en el desarrollo motor: la fase de la movilidad refleja, la fase de la movilidad rudimentaria, la fase de la habilidad fundamental, la fase de la habilidad motriz básica, la fase de la habilidad motriz especializada y la fase de la habilidad motriz consolidada.

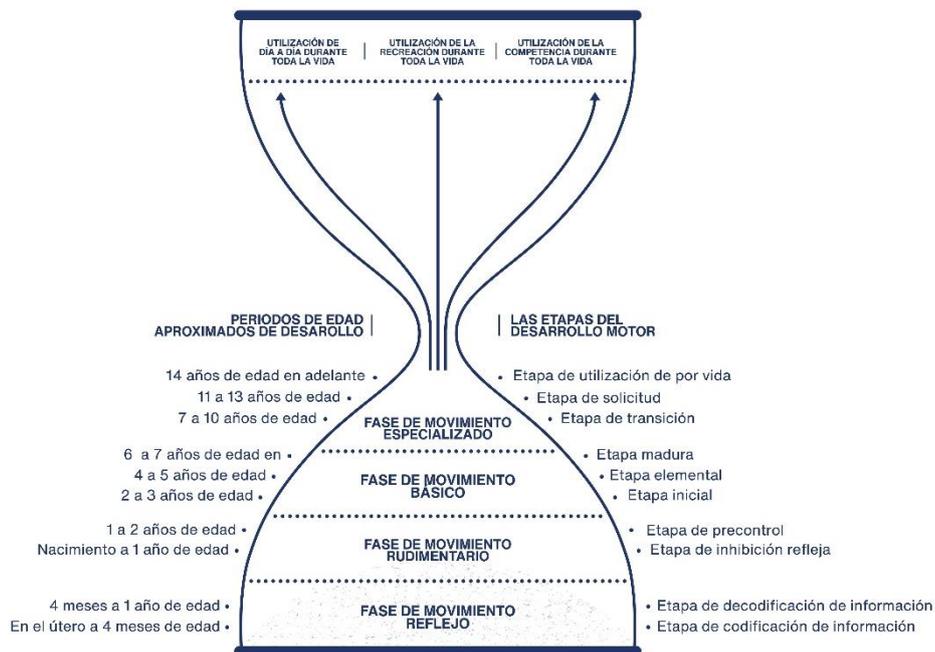


Figura 1. Modelo de reloj de arena invertido de Gallahue y Ozmun (6).

También se conoce el modelo de la montaña de Clark y Matcalfe (Figura 2) que introduce la idea de desarrollo individualizado y específico en aquellas habilidades más ontogenéticas (8).

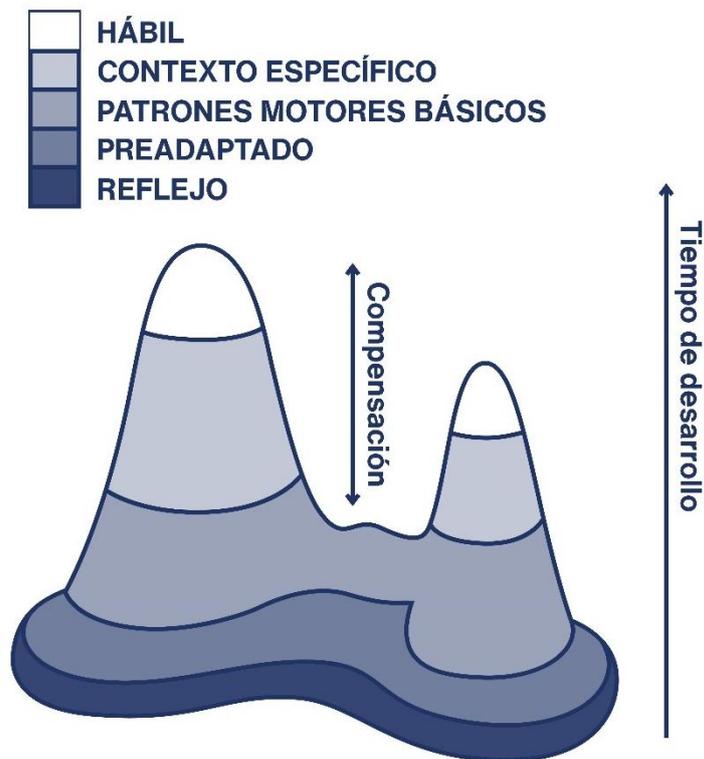


Figura 2. Modelo de la montaña de Clark y Matcalfe (8).

Más cercano a la actualidad, Lloyd y colaboradores (9), describen un modelo de desarrollo motor a largo plazo que integra la explicación de los cambios más significativos para cada etapa, diferenciado por sexos y ajustando a la edad madurativa proponiendo modelos de trabajo adaptado a estas características (Figura 3).

DESARROLLO FÍSICO JUVENIL (DFJ) MODELO PARA HOMBRES																						
EDAD CRONOLÓGICA (AÑOS)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21+		
PERIODOS DE EDAD	NIÑEZ TEMPRANA			NIÑEZ MEDIANA							ADOLESCENCIA						EDAD ADULTA					
TASA DE CRECIMIENTO	CRECIMIENTO RÁPIDO			←→ CRECIMIENTO CONSTANTE				←→ CRECIMIENTO PUBERAL			←→ DISMINUCIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO											
ESTADO DE MADURACIÓN	AÑOS PRE - PVC							PVC						AÑOS POST - PVC								
ADAPTACIÓN AL ENTRENAMIENTO	PREDOMINANTEMENTE NEURONAL (RELACIONADO CON LA EDAD)										←→ COMBINACIÓN NEURONAL Y HORMONAL (RELACIONADO CON LA MADUREZ)											
CUALIDADES FÍSICAS	HMB	HMB		HMB		HMB																
	HME	HME		HME		HME																
	MOBILIDAD	MOBILIDAD							MOBILIDAD													
	AGILIDAD	AGILIDAD							AGILIDAD				AGILIDAD									
	VELOCIDAD	VELOCIDAD							VELOCIDAD				VELOCIDAD									
	POTENCIA	POTENCIA							POTENCIA				POTENCIA									
	FUERZA	FUERZA							FUERZA				FUERZA									
		HIPERTROFIA							HIPERTROFIA		HIPERTROFIA						HIPERTROFIA					
	RESISTENCIA & CM	RESISTENCIA & CM							RESISTENCIA & CM				RESISTENCIA & CM						RESISTENCIA & CM			
	ESTRUCTURA DE ENTRENAMIENTO	NO ESTRUCTURADO			ESTRUCTURA BAJA				ESTRUCTURA MODERADA			ESTRUCTURA ALTA			ESTRUCTURA MUY ALTA							

A

DESARROLLO FÍSICO JUVENIL (DFJ) MODELO PARA MUJERES																						
EDAD CRONOLÓGICA (AÑOS)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21+		
PERIODOS DE EDAD	NIÑEZ TEMPRANA			NIÑEZ MEDIANA							ADOLESCENCIA						EDAD ADULTA					
TASA DE CRECIMIENTO	CRECIMIENTO RÁPIDO			←→ CRECIMIENTO CONSTANTE				←→ CRECIMIENTO PUBERAL			←→ DISMINUCIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO											
ESTADO DE MADURACIÓN	AÑOS PRE - PVC							PVC						AÑOS POST - PVC								
ADAPTACIÓN AL ENTRENAMIENTO	PREDOMINANTEMENTE NEURONAL (RELACIONADO CON LA EDAD)										←→ COMBINACIÓN NEURONAL Y HORMONAL (RELACIONADO CON LA MADUREZ)											
CUALIDADES FÍSICAS	HMB	HMB		HMB		HMB																
	HME	HME		HME		HME																
	MOBILIDAD	MOBILIDAD							MOBILIDAD													
	AGILIDAD	AGILIDAD							AGILIDAD				AGILIDAD									
	VELOCIDAD	VELOCIDAD							VELOCIDAD				VELOCIDAD									
	POTENCIA	POTENCIA							POTENCIA				POTENCIA									
	FUERZA	FUERZA							FUERZA				FUERZA									
		HIPERTROFIA							HIPERTROFIA		HIPERTROFIA						HIPERTROFIA					
	RESISTENCIA & CM	RESISTENCIA & CM							RESISTENCIA & CM				RESISTENCIA & CM						RESISTENCIA & CM			
	ESTRUCTURA DE ENTRENAMIENTO	NO ESTRUCTURADO			ESTRUCTURA BAJA				ESTRUCTURA MODERADA			ESTRUCTURA ALTA			ESTRUCTURA MUY ALTA							

B

Figura 3. Modelo de desarrollo a largo plazo en base al sexo de Lloyd (9). **Figura 3A.** Modelo de desarrollo a largo plazo de Lloyd para el sexo masculino. **Figura 3B.** Modelo de desarrollo a largo plazo de Lloyd para el sexo femenino.

1.1.1.1. Movimientos rudimentarios

Según Gallahue y colaboradores (1), los movimientos rudimentarios son las primeras formas de movimiento voluntario que se desarrollan en la infancia. Tienen una base filogenética, y por lo tanto su desarrollo está fuertemente influenciado por la madurez. Sin embargo, el momento y la calidad en la que aparecen estos movimientos varía entre niños y depende de factores biológicos, ambientales y de la acción. Estos movimientos están claramente asociados a la supervivencia del individuo e incluyen el control de los músculos de la cabeza, cuello y tronco para mantener la estabilidad, la capacidad de alcanzar, agarrar y soltar objetos, así como el reptar, gatear y caminar. La fase de movimiento rudimentario del desarrollo puede subdividirse en dos etapas que representan órdenes progresivamente superiores de control motor: etapa de inhibición refleja y etapa de pre-control.

Etapa de inhibición refleja

El proceso de inhibición refleja en la etapa de movimiento rudimentario comienza desde el nacimiento hasta aproximadamente los 12 meses. Inicialmente, los movimientos del bebé están dominados por los reflejos. Sin embargo, con el tiempo, el desarrollo del córtex y la disminución de ciertas barreras ambientales conducen a la desaparición gradual de estos reflejos. Como resultado, los comportamientos voluntarios reemplazan a los reflejos posturales y primitivos. Durante la etapa de inhibición de los reflejos, el control voluntario de los movimientos todavía es incipiente, ya que el sistema neuromotor del lactante se encuentra en una etapa temprana de desarrollo. Los movimientos pueden parecer incontrolados y poco refinados, aunque están motivados por la intención del bebé. Por ejemplo, si el bebé quiere llegar a un objeto, se producirá un movimiento global de la mano, muñeca, brazo, hombro y tronco, pero este proceso todavía carece de control fino (1).

Etapa de pre-control

Aproximadamente a los 12 meses, empieza la etapa de pre-control, los niños comienzan a mostrar un mayor control y precisión en sus movimientos. Se produce una diferenciación entre los sistemas sensoriales y motores y una integración más efectiva de la información perceptual y motora. La rápida evolución de los procesos cognitivos y motores contribuye al rápido desarrollo de las capacidades rudimentarias de movimiento en esta etapa. Durante la etapa de control previo, los niños aprenden habilidades como mantener el equilibrio, manipular objetos y desplazarse en su entorno con habilidad y control sorprendentes, teniendo en cuenta el corto tiempo que han tenido para desarrollar estas capacidades.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) (10) describe el desarrollo del movimiento rudimentario bajo el concepto de desarrollo motor temprano del bebé. Un análisis sistemático llevó a cabo una exploración de los factores que influyen en el desarrollo motor temprano en los bebés, desde su nacimiento hasta que consiguen caminar por sí solos. Se identificaron dos factores que están relacionados con el niño (peso al nacer y edad gestacional) y un factor ambiental (posición para dormir), los cuales están asociados con el desarrollo motor temprano (11). Estudios previos han demostrado que determinados ejercicios (12–15) pueden acelerar el progreso del desarrollo motor a edades tempranas.

En la etapa de desarrollo motor temprano destacan seis grandes hitos motores con variabilidad en la adquisición (10), pero por orden de adquisición durante el desarrollo temprano son: 1) la sedestación sin apoyo/ayuda, 2) la bipedestación con apoyo/ayuda, 3) el gateo, 4) la marcha con apoyo/ayuda, 5) la bipedestación sin apoyo/ayuda y 6) la marcha sin apoyo/ayuda. Todos ellos servirán de base para las habilidades motrices básicas y, posteriormente, para el desarrollo de acciones o movimientos más precisos y complejos. Destaca la importancia de que los niños y niñas pasen por los hitos motores del desarrollo motor a edades tempranas (16,17). La habilidad que emplea el niño para moverse y descubrir

su entorno es crucial para el desarrollo de habilidades motoras como estrategia de adaptación e interacción con el entorno (18).

Actualmente, dentro de los seis grandes hitos motores del desarrollo temprano, el gateo no se encuentra como hito motor destacable aunque en muchas ocasiones no se adquiere durante el desarrollo (10). Pero, numerosos estudios han reportado datos que destacan la importancia de fomentar un desarrollo correcto pasando por el gateo antes de caminar, llegando a influir en el desarrollo de los sistemas sensoriales y motores del cuerpo y el desarrollo general de habilidades motoras (19–21). A pesar de toda esta bibliografía, la ausencia del gateo sigue siendo una variante de la normalidad ya que en el desarrollo motor temprano la falta de gateo antes de caminar no se considera determinante para el niño en el futuro.

El desarrollo temprano del infante es un periodo crucial en la que se experimentan significativos cambios motores (10), coincide con la fase de movimiento rudimentario, fundamental para la adquisición del movimiento (22). Actualmente, se desconoce cómo puede afectar el hecho de que no se adquieran todos los hitos motores de desarrollo temprano y, en concreto, el gateo antes de caminar. No gatear antes de caminar podría dificultar la adquisición de habilidades motrices durante la infancia y, a su vez, podría repercutir a largo plazo sobre la salud.

1.1.1.2. Habilidades motrices básicas

La primera infancia es el momento clave para el desarrollo de las habilidades motrices básicas. En esta fase, los niños pequeños se involucran activamente en el aprendizaje y experimentación de las posibilidades de movimiento de su cuerpo. Se trata de un período de descubrimiento en el que se aprenden las habilidades de estabilización, locomotoras y manipulativas. Los niños desarrollan la capacidad de responder de manera competente a una variedad de estímulos y situaciones a través de movimientos discretos, repetitivos y continuos.

Estos patrones de movimiento son comportamientos básicos y visibles e incluyen, entre otras actividades, acciones como correr, saltar, girar, lanzar, atrapar, caminar sobre una superficie estrecha y mantener el equilibrio y, que además, son cruciales para su desarrollo (6).

El desarrollo de los patrones de movimiento básicos no es únicamente resultado de la maduración, sino que también depende de las condiciones del ambiente, como las oportunidades de práctica, estimulación, guía y contexto. Es necesaria la educación apropiada para que el niño desarrolle habilidades motrices básicas de forma harmónica. También es importante destacar que existe una relación entre las habilidades motrices básicas en la etapa escolar y la AF en el futuro (23). Por lo tanto, desarrollar la competencia en el uso de las habilidades motrices básicas durante los primeros años de vida es una tarea crucial durante este periodo.

Se considera que toda la fase de habilidades motrices básicas consta de etapas diferenciadas, aunque a menudo superpuestas: la etapa inicial, la etapa emergente y la etapa de dominio (24).

Etapa inicial

Durante la etapa inicial, los niños hacen sus primeros intentos de ejecutar las habilidades básicas. En esta etapa, los movimientos pueden carecer de algunas partes, presentar una secuencia incorrecta, utilizar el cuerpo de manera exagerada o restringida, y tener una coordinación y fluidez rítmica deficiente. Generalmente, los patrones de movimiento básicos se manifiestan entre 1 y 3 años dependiendo de la habilidad (25).

Etapa emergente

Durante la etapa emergente, los niños adquieren un mayor control y coordinación de las habilidades motrices básicas. Los patrones de movimiento aún pueden ser restringidos o exagerados, pero con una mayor coordinación rítmica. La maduración y la experiencia

ambiental son determinantes para su desarrollo. En niños de 3 a 5 años con un desarrollo típico, se pueden observar las habilidades motrices básicas en diferentes etapas de desarrollo, a veces superpuestas. Sin embargo, tanto niños como adultos pueden no avanzar más allá de las etapas emergentes en una o más habilidades motrices básicas tal como apuntan Clark y Metcalfe (8).

Etapas dominio

En la etapa de dominio, las habilidades se presentan de manera eficiente, coordinada y controlada. Con la práctica continua, el estímulo y la instrucción, estas habilidades pueden mejorar aún más en cuanto a su alcance, velocidad, cantidad y precisión. La mayoría de los estudios sugieren que los niños deben ser competentes en la mayoría de las habilidades motrices básicas a la edad de 5 o 6 años.

A pesar de que algunos niños pueden llegar a la etapa de dominio de manera natural debido a su madurez y a ciertas influencias ambientales, la gran mayoría requiere de práctica, motivación e instrucción en un ambiente que favorezca el aprendizaje. Si no se proporcionan estas oportunidades, será muy complicado que un individuo alcance el dominio de las habilidades motrices básicas, lo cual limitará su aplicación y desarrollo en la fase especializada de movimientos que se desarrollan a "posteriori". Para evidenciar esto, Seefeldt y colaboradores (26) utilizó la expresión "barrera de competencia" para describir adecuadamente la relación entre las habilidades motrices básicas y las habilidades motrices especializadas que se podrían asentar sobre las primeras. Más recientemente, en 2002, Clark y Metcalfe (8) propusieron que las habilidades motoras básicas son el "campamento base" de la montaña del desarrollo motor que conduce a la destreza motriz.

En definitiva, las habilidades motrices básicas son el conjunto de acciones que brindan los cimientos para el desarrollo de las habilidades más sofisticadas en el ámbito deportivo y la AF en diferentes entornos (4,26).

Clasificación de las habilidades motrices básicas

Existen diferentes clasificaciones de las habilidades motrices básicas, pero generalmente se agrupan en tres categorías (Figura 4): las habilidades locomotoras, las habilidades de estabilización y las habilidades de control y manipulación de objetos (1).

Las *habilidades locomotoras* implican un cambio de ubicación del cuerpo en relación con un punto fijo de la superficie. Transportarse de un punto 'A' a un punto 'B' caminando, corriendo, saltando, brincando, deslizándose o utilizando otros medios es realizar una tarea locomotora (1). Algunos estudios muestran que el control postural desempeña un papel importante en el desarrollo y calidad de habilidades motrices básicas en preadolescentes, especialmente en lo que respecta a las habilidades locomotoras (23).

Las *habilidades de estabilización* requieren algún grado de equilibrio o postura (principalmente la actividad motora gruesa) en relación a la gravedad (1).

Las *habilidades de control y manipulación de objetos* se refieren tanto a la manipulación motora gruesa como a la fina. La manipulación motora gruesa implica aplicar fuerza a los objetos (habilidades de proyección) o recibir fuerza de ellos (habilidades de recepción). La manipulación motriz fina, implica el uso preciso de los músculos de la mano y el antebrazo (1).

La clasificación de las habilidades motrices en estas tres categorías es una herramienta importante para comprender cómo los niños aprenden y progresan en su capacidad para realizar diferentes tipos de acciones. Además, la investigación en el campo del desarrollo motor ha demostrado que los niños pasan por etapas predecibles de aprendizaje motor en cada una de estas categorías, y que la práctica y la experiencia son esenciales para el desarrollo de habilidades motoras efectivas y eficientes (1).

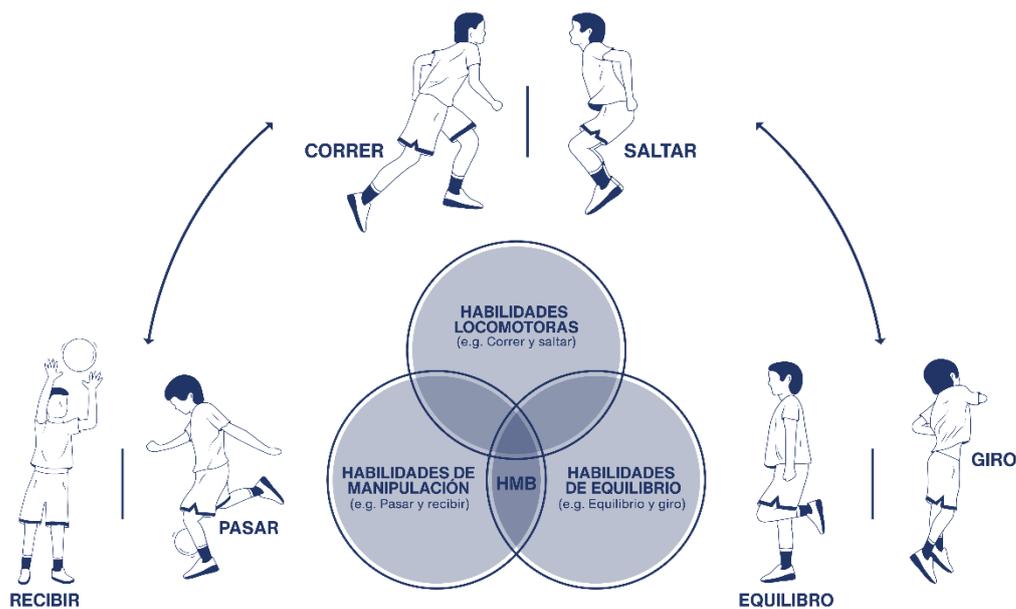


Figura 4. Categorías de las habilidades motrices básicas (HMB) (27).

1.1.1.3. De la habilidad motriz básica a la competencia motriz

El desarrollo motor establece los cimientos de la competencia motriz (CM), esencial para llevar a cabo actividades físicas y deportivas de manera efectiva (1). La CM abarca conocimientos, procedimientos, actitudes y sentimientos que guían las interacciones del individuo en su entorno, permitiéndole resolver con éxito desafíos motrices planteados (27).

Existe una estrecha relación entre habilidad motriz y CM (28,29). Una persona puede tener una motricidad muy variada, pero si no sabe cómo aplicarlas en diferentes situaciones, su CM será limitada. Por otro lado, una persona que tiene poca variedad en habilidades motrices, pero sabe cómo aplicarlas de manera efectiva y adaptativa en diferentes situaciones, puede tener una alta CM. En definitiva, la adquisición y mejora de las habilidades motrices son fundamentales para el desarrollo de la CM, que implica no solo la habilidad motriz sino también el conocimiento y la capacidad de tomar decisiones efectivas en diferentes contextos y situaciones (17,27,30).

1.1.2. El gateo

El hito motor del gateo en los bebés se define como una forma de desplazamiento, de aparición y duración variable, en la que el niño se desplaza a través de un movimiento alternado en el que apoya sus manos y rodillas, o sus manos y pies, en el suelo (31–33). Algunos estudios identifican el gateo como la primera habilidad locomotora en el desarrollo temprano (34). Este proceso comienza con intentos de avanzar arrastrándose con el abdomen y podría finalizar varias semanas después con desplazamientos estables sobre las manos y las rodillas (35,36).

Desde el nacimiento, los bebés poseen un instinto innato de rastreo pero la capacidad para moverse activamente se ve limitada hasta que el sistema neuromusculoesquelético alcance la suficiente maduración para sostener y propulsar su cuerpo (32,37).

El gateo podría aparecer aproximadamente entre los 6 y los 10 meses de edad, aunque no todos los niños lo consiguen (38,39). Actualmente, los estudios apuntan que aquellos niños y niñas que ejecutan la etapa del gateo durante el desarrollo motor temprano, llegan a desarrollar las habilidades motrices, la de las que se pueden beneficiar a lo largo del tiempo (19–21).

1.1.2.1. Tipos de gateo

No existe un único patrón de movimiento exacto para el gateo, dado que puede manifestarse de diversas maneras. Los investigadores Patrick y colaboradores (40), Adolph y colaboradores (31) y Jiménez (41) llevaron a cabo estudios para analizar los diferentes métodos que pueden utilizar los bebés para desplazarse.

Según Patrick y colaboradores (40), existen seis tipos de gateo: el gateo estándar que implica desplazarse sobre manos y rodillas, el gateo de oso que implica utilizar manos y pies, la mezcla paso a paso que combina el uso del pie de una pierna y la rodilla de la otra, el arrastre que

consiste en avanzar apoyando la barriga en el suelo con brazos y piernas, el gateo sentado que utiliza la flexión de las piernas para avanzar, y finalmente el gateo de remo que se realiza sentado y avanzando con un brazo, una rodilla y un pie.

Según Adolph y colaboradores (31) existen cuatro tipos de gateo que son los siguientes: el gateo de arrastre, el gateo de 'gusano', el gateo estándar y el gateo de oso. De acuerdo a Adolph, las diferentes posturas del gateo se relacionan entre sí y son una progresión hacia una posición cada vez más erguida que el niño puede desarrollar. Incluso puede comenzar con el gateo de arrastre y terminar haciendo el gateo estándar o de oso.

Por último, el estudio de Jiménez (41) identificó seis formas diferentes de gateo. La primera es un gateo sin patrón, que ocurre de manera desorganizada cuando el niño aún no tiene un patrón de movimiento establecido. El gateo sobre los glúteos se realiza únicamente con la cintura escapular y pélvica. El gateo retrógrado se mueve hacia atrás, lo que puede indicar una etapa temprana del gateo. El gateo homólogo se caracteriza por una coordinación dificultosa, donde el bebé se apoya sobre manos y rodillas y avanza primero con los miembros superiores y luego con los inferiores, este tipo de gateo es breve y no es la forma definitiva de desplazamiento. El gateo homolateral avanza con el miembro superior e inferior del mismo lado, mientras que el gateo heterolateral o estándar mueve una extremidad superior con la inferior contralateral.

Algunos autores coinciden en la descripción del tipo de gateo estándar (Figura 5) como una forma representativa y común en la etapa de gateo (31,40,41). Esta forma de gateo se caracteriza por un desplazamiento coordinado de manos y rodillas, siendo una de las primeras formas de movilidad autónoma que se adquiere de forma temprana durante el desarrollo motor.



Figura 5. Gateo estándar descrito por Patrick y colaboradores (41).

1.1.2.2. Beneficios del gateo

La capacidad del niño para desplazarse y explorar el mundo que lo rodea es crucial para el desarrollo de sus habilidades motoras, sobre todo en lo que respecta a la comprensión espacial. Es necesario que los seres humanos tengan experiencia en la locomoción para poder percibir la disposición espacial del entorno, y esta experiencia se ve reflejada en la integración sensorial del niño (42). Durante la etapa de gateo, el bebé puede estimular el desarrollo psicológico, en particular en la formación de conceptos espaciales, debido a que las experiencias que se adquieren durante esta actividad brindan una base para la percepción visual-espacial (43). De lo contrario, si los niños no pasan por el gateo antes de caminar, limitarán la posibilidad de adquirir información táctil, propioceptiva y cinestésica crucial para el correcto desarrollo y funcionamiento de sus extremidades superiores (19,20).

La habilidad temprana de gatear con las manos y las rodillas es la primera manifestación en los bebés de locomoción como movimiento intencionado. Este movimiento sincronizado entre las extremidades superiores e inferiores se caracteriza por una coordinación diagonal o contralateral (44). Gatear requiere una alta coordinación entre la fuerza del brazo, el equilibrio y la estabilización del torso mientras las extremidades se desplazan (32). Algunos estudios apuntan que esta es una habilidad crucial para adaptarse al entorno y para el desarrollo general de las habilidades motoras (10,19,45). Además, el proceso de gateo implica mejoras progresivas y continuas en la competencia motora. Las transiciones en las posturas y la capacidad para gatear coinciden con cambios interrelacionados en el desarrollo cerebral y la

experiencia motora de los bebés (31). Se ha observado que los niños que inician el gateo con retraso presentan un desempeño motor tardío, y, a su vez, aquellos con dificultades en la coordinación motora experimentan un período más largo de fase de gateo antes de comenzar a caminar (20). Estudios neurológicos han demostrado que la etapa de gateo se relaciona con cambios neuronales que conducen a una organización cortical más eficiente del cerebro (46). El acto de gatear proporciona experiencias únicas en la coordinación ojo-mano, en el procesamiento vestibular, en la percepción táctil y en la conciencia cinestésica, todas fundamentales para integrar los sistemas sensoriales y motores, y mejorar el equilibrio (19,20). De esta forma, el gateo se considera un hito importante en el desarrollo general del niño, ya que ofrece todas las ventajas de la movilidad autónoma a una edad temprana. Los bebés que gatean con destreza pueden desplazarse por su entorno, descubrir nuevas texturas y lugares, superar obstáculos y regular su cercanía a objetos y personas (47,48). Por ello, este tipo de desplazamiento sobre las cuatro extremidades, presenta particularidades singulares en comparación con otras formas de locomoción. Al variar la secuencia y el ritmo de los movimientos de las extremidades, los seres humanos que se desplazan en esta posición pueden moverse con una amplia gama de patrones de coordinación (21). Brindar oportunidad de fomentar el gateo y, a su vez, de forma temprana, puede influir en el desarrollo de los sistemas sensoriales y motores del cuerpo y, en general, contribuir al desarrollo de las habilidades motoras necesarias que ayuden a afrontar las siguientes etapas (19).

Así mismo, el logro temprano de los hitos motores gruesos, como sentarse, gatear y caminar, puede contribuir a prevenir la obesidad en la edad adulta (49). Por lo contrario, la adquisición tardía del gateo puede ser un indicador temprano de la adiposidad en niños de 6-7 años (50). También, un retraso en el logro de estos hitos se ha asociado con un mayor tiempo de inactividad física en la infancia (51). Por lo tanto, el desarrollo motor durante la primera infancia es un factor de predicción importante para la salud a largo plazo. Proporcionar

oportunidades para el movimiento de forma temprana, como por ejemplo el gateo, podría ser una forma efectiva de prevenir el exceso de masa grasa mediante la construcción de masa muscular, gastando más calorías y mejorando la función cardiovascular en la infancia (49,52).

1.1.3. Desarrollo motor y gateo

El gateo se contempla como una habilidad rudimentaria y, a su vez, es considerada como un hito del desarrollo motor temprano con una variabilidad en su adquisición (10). El desarrollo motor es entendido como el proceso de aprendizaje motor continuo y adaptativo a los desafíos del ambiente cambiante (1), por lo que brindar oportunidad al gateo durante este desarrollo podría influenciar en la adquisición de las habilidades motrices básicas y, a su vez, de las habilidades motrices específicas (27). Las habilidades motrices específicas son necesarias para el empleo de actividades en la vida diaria y en el ocio activo (30), siendo importantes para la adherencia a un estilo de vida activo (53–55). Actualmente, se desconoce el impacto que produce el gateo durante el desarrollo motor temprano en la salud cardiovascular, pulmonar y metabólica durante la infancia.

1.1.4. Desarrollo motor y estilo de vida activo

Desde los últimos años, el concepto de desarrollo motor se estudia bajo la idea de evolución vital, en el que destaca el modelo del desarrollo a largo plazo de la persona activa (del inglés “long-term athlete development”) (56). Este modelo apunta que posterior a las fases de habilidades rudimentarias y habilidades motrices básicas y específicas, llegan las fases de movimiento especializado. Esta fase implica el perfeccionamiento de las habilidades motrices básicas y específicas para su uso en actividades más complejas y exigentes. Estudios previos demuestran la relación entre las habilidades motrices básicas y las habilidades específicas del deporte, así como la importancia de dominar las habilidades motrices básicas para facilitar el aprendizaje de las habilidades específicas del deporte y otras actividades físicas (23,30).

Además, esta fase se divide en tres etapas: transición, solicitud y utilización a lo largo de la vida.

Transición

A partir de los 7 u 8 años, los niños y niñas integran habilidades motrices básicas para llevar a cabo habilidades especializadas en contextos deportivos y de ocio, ya que según Haubenstricker y Seefeldt (57) se mejora la precisión, el control y la calidad biomecánica. Por esa razón, es importante evitar que los niños se especialicen o limiten su participación en una actividad en particular, ya que puede tener consecuencias negativas en las etapas posteriores de la fase de movimiento especializado.

Solicitud

Aproximadamente entre los 11 y los 13 años, el individuo tiene una mayor capacidad cognitiva y experiencia, lo que le permite tomar decisiones de aprendizaje influenciadas por diversos factores. Se muestran preferencias por ciertas actividades y se presta atención a la forma, habilidad, precisión y aspectos cuantitativos del rendimiento motor. En esta etapa se perfeccionan habilidades más complejas que se utilizan en juegos avanzados, actividades preparatorias y deportes seleccionados.

Utilización

La etapa de utilización a lo largo de toda la vida de la fase de movimiento especializado comienza a los 14 años y continúa durante la edad adulta. Durante esta etapa, se utiliza el repertorio de movimientos adquiridos a lo largo de la vida en actividades cotidianas, recreativas y deportivas. Los factores que influyen en esta etapa incluyen la disponibilidad de tiempo y recursos económicos, el equipamiento y las instalaciones, la motivación y las limitaciones físicas y mentales. Es importante tener en cuenta que la especialización temprana

puede obstaculizar el desarrollo de un repertorio de movimiento completo y la apreciación de otras áreas de habilidades (58).

1.2. Actividad física, competencia motriz y condición física

A día de hoy, las organizaciones de salud pública tienen a expertos elaborando informes que ofrecen recomendaciones sobre la dedicación y calidad de la AF para mantener una buena salud. Estas recomendaciones están dirigidas a diferentes etapas de la vida, como la infancia, la adolescencia, la adultez y la vejez. Sus directrices a menudo proporcionan información general sobre los tipos de AF, los beneficios y las posibles consecuencias de realizar AF regular, y en ocasiones, sugieren pautas para desarrollar un estilo de vida activo.

1.2.1. La actividad física y estilo de vida activo

Se considera AF cualquier movimiento corporal que se produce mediante la contracción muscular voluntaria y que supone un gasto de energía por encima del nivel basal de reposo (59). La práctica de AF no solo se limita al ejercicio, sino que también engloba otras acciones que involucran el movimiento del cuerpo y que se llevan a cabo durante la recreación, el trabajo, el transporte activo, las labores del hogar y las actividades de ocio (60). En el caso de los niños en edad escolar, la AF incluye juegos, deportes, desplazamientos, actividades recreativas, educación física o ejercicios planificados, dentro del entorno familiar, escolar o comunitario (61).

La AF en la infancia no sólo es relevante para el bienestar durante esta etapa, sino que también es fundamental para mantener una buena salud a lo largo de la vida. La percepción de la CM puede aumentar la práctica de AF en la infancia y adolescencia y, a su vez, promover una vida adulta físicamente activa (59). Actualmente, está ampliamente reconocido que fomentar

hábitos de AF en la infancia tendrá impactos positivos, tanto directos como indirectos, en la salud y la prevención de enfermedades en la edad adulta (62–64). Sin embargo, los estudios que se basan en los estándares de la condición física muestran que cada vez hay menos niños que cumplen con el requisito mínimo de AF (64), por lo que la inactividad física en la infancia está siendo un problema importante para la salud en el siglo XXI (65).

1.2.1.1. Cuantificación de la actividad física

La tarea de medir y evaluar los niveles de AF en una población es un proceso complejo y requiere el uso de diversos métodos e instrumentos. Sin embargo, el uso de múltiples herramientas puede dificultar la comparación de los datos obtenidos a través de cada una de ellas.

1.2.1.1.1. Métodos de cuantificación

Existen diversos enfoques para evaluar la AF en diferentes grupos de edad, como los niños, adolescentes y adultos, los cuales se han documentado en la literatura científica. Estos métodos se pueden categorizar en tres tipos: los métodos estándares, las medidas subjetivas y las medidas secundarias (66).

Métodos estándares

Los métodos estándares se basan en la medición directa de la AF a través de equipos de laboratorio y se consideran el “gold standard” para su medición. Ejemplos de métodos de referencia estándares son la calorimetría indirecta y la doble marca de agua.

Medidas subjetivas

Las medidas subjetivas implican el autorreporte de la AF por parte del individuo, a través de cuestionarios o diarios de actividad. No obstante, la exactitud de estos métodos se ve disminuida al momento de medir los niveles de AF, en especial en niños menores de 12 años, debido a que tienen dificultades para recordar sus actividades. Ejemplos de medidas subjetivas son el cuestionario de AF de Baecke y el cuestionario de AF internacional (IPAQ).

Medidas secundarias y acelerometría

Las medidas secundarias miden la AF de manera precisa y sin la necesidad de que la persona informe sobre sus actividades. Se utilizan dispositivos como los acelerómetros y los podómetros para medir la actividad.

En la actualidad, la acelerometría es el método más ampliamente utilizado para medir la AF en todas las edades (67,68). Esto se debe a su alta fiabilidad (69) y a la gran cantidad de información que proporciona sobre la frecuencia, duración e intensidad de la AF (70,71), lo que permite estimar el gasto energético asociado.

Los acelerómetros son pequeños dispositivos que recopilan datos y los almacenan en unidades de medida llamadas "count", que se relacionan con la frecuencia e intensidad de los movimientos (72). El dispositivo registra las aceleraciones, que son filtradas, convertidas en un valor numérico y sumadas en base a un intervalo de tiempo especificado previamente (llamado "epoch"). Al final de cada epoch, el valor sumado se almacena en la memoria del dispositivo, y el acelerómetro se reinicia automáticamente para medir el siguiente epoch (73). En términos generales, los counts más elevados corresponden a movimientos más intensos. Los acelerómetros se clasifican en dos tipos según sus especificaciones técnicas: uniaxiales, que miden las aceleraciones en una sola dirección, y triaxiales, que miden las aceleraciones en

tres direcciones diferentes. A pesar de sus diferencias técnicas, ambos tipos de acelerómetros son igualmente válidos para medir la AF en estudios poblacionales (74).

Los acelerómetros son comúnmente usados como herramienta de medición en la investigación a nivel internacional (75,76). Su uso ha aumentado significativamente en las últimas décadas, y la marca Actigraph es una de las más utilizadas en diversos estudios que involucran a niños (77–79).

1.2.1.1.2. Variables de cuantificación

Las variables de cuantificación de la acelerometría son: el tiempo de registro, la frecuencia de recogida de datos (epoch) y los puntos de corte (counts).

Tiempo de registro: Es necesario realizar mediciones durante varios días para determinar la AF habitual, aunque no hay un acuerdo general sobre la cantidad de días que deben ser medidos para ser incluidos en el análisis. En adultos, se recomienda una medición mínima de 3 a 5 días para obtener una estimación fiable de la AF habitual. Sin embargo, con los niños y adolescentes, los estudios han demostrado que se necesita un registro más prolongado, variando entre 4 y 9 días (80).

Frecuencia de la recogida de los datos (epoch): El período de tiempo en que se recoge la información del acelerómetro, también conocido como epoch, puede variar de 1 a 60 segundos, lo que afecta a las mediciones obtenidas. En niños, es especialmente importante usar epochs cortos debido a que su período de actividad es breve (81).

Counts o puntos de corte: Se utilizan las unidades de counts para medir el movimiento a través de los acelerómetros, sin embargo, estas unidades no son equivalentes entre diferentes marcas y a menudo ni siquiera dentro del mismo modelo. Además, cada monitor tiene algoritmos únicos para estimar el gasto calórico (82), lo que dificulta la comparación entre diferentes modelos y marcas. Existen diversos puntos de corte para niños establecidos por

Puyau y colaboradores (83), Mattocks y colaboradores (84), y Pulsford y colaboradores (85), entre otros, pero aún no hay un consenso sobre cuáles son los más óptimos para representar cada nivel de intensidad. Sin embargo, se ha comprobado que los puntos de referencia establecidos por Evenson y colaboradores (86) son altamente precisos para categorizar los cuatro niveles de intensidad de la AF (sedentaria (0 a 100 counts por minuto), intensidad baja (101 a 2295 counts por minuto), intensidad moderada (2296 a 4011 counts por minuto) e intensidad vigorosa (4012 o más counts por minuto)) en niños de todas las edades (87).

1.2.1.2. La actividad física moderada a vigorosa

La sociedad suele tener la creencia generalizada de que cualquier tipo de AF es beneficiosa para la salud, pero no se especifican con claridad los aspectos fundamentales de dicha práctica, como su contenido, duración e intensidad, los cuales deben adaptarse a las características individuales de cada persona (88).

Para lograr una correcta prescripción del ejercicio, es fundamental determinar con precisión estos factores y por ello, se han llevado a cabo investigaciones para establecer las cantidades mínimas y el tipo de AF necesaria para obtener beneficios en la salud (61,89,90). Varios estudios han informado que la actividad física moderada a vigorosa (AFMV), que puede incluir caminar, montar en bicicleta o participar en deportes, tiene importantes beneficios para la salud cardiovascular (91,92), la diabetes (93), algunos tipos de cáncer (94,95) e incluso la depresión (96).

La OMS ha elaborado un informe denominado "Recomendaciones Mundiales sobre Actividad Física para la Salud" (61) para promover la práctica de una AF saludable en todo el mundo y aplicables a todos los niños y jóvenes, sin importar su género, raza, origen étnico o nivel de ingresos (59). Para que la AF sea efectiva y tenga un impacto positivo en la salud, se debe realizar con una intensidad moderada a vigorosa (61,97–100). Las directrices establecen que

los niños y las niñas deben realizar al menos 60 minutos de AFMV diariamente, sin embargo, diversos estudios internacionales han demostrado que alrededor del 40% de los niños no logran cumplir con estas recomendaciones (101). En el caso de España se reportaron que un 60% de los niños y un 34,1% de las niñas de 9 años, y un 28,8% de los niños y un 8,9% de las niñas de 15 años cumplieron con estas recomendaciones de AFMV (102).

Se ha mostrado que la AF tiene una influencia positiva en los factores de riesgo de enfermedades crónicas y puede ofrecer beneficios fisiológicos y psicológicos. Por esa razón, la participación regular en AF en niños y jóvenes se asocia con mejoras en la salud cardiovascular, reducción del riesgo de enfermedades coronarias y diabetes tipo II, mejora de la salud ósea y muscular, reducción de la grasa corporal y mantenimiento del peso corporal, así como mejoras en la autoconfianza, habilidades sociales y autoestima, y una reducción de la ansiedad (103). Además, las pautas de AF para estadounidenses describen una fuerte asociación entre el tiempo semanal de AFMV y el riesgo de muerte prematura, estableciendo diferentes grados de evidencia sobre los beneficios asociados con la práctica regular de AF para niños y adolescentes (89). Entre estos grados de evidencia, destacan los beneficios en el aumento de la condición física (cardiorrespiratorio y muscular), en un aumento de la salud ósea, una mejora para la salud cardiovascular y metabólica y, por último, una composición corporal favorable.

Por lo tanto, para obtener los mayores beneficios para la salud y mejorar el control del peso corporal, se aconseja la práctica de AFMV (104). Así mismo, un mayor tiempo dedicado a la AFMV se relaciona con una menor probabilidad de padecer un síndrome metabólico (105). Además, está ampliamente reconocido que fomentar hábitos de AF durante la infancia tendrá impactos positivos tanto directos como indirectos en la salud y la prevención de enfermedades en la edad adulta (62–64).

1.2.2. Competencia motriz

El término competencia ha sido definido de diversas maneras a lo largo del tiempo. Por ejemplo, Zabalza (106) lo describe como el conjunto de conocimientos y habilidades necesarios para llevar a cabo distintas actividades. Esta concepción guarda similitudes con lo que en 1995 se denominaba CM en el ámbito de la Educación Física, donde se entendía como el conjunto de conocimientos, procedimientos, actitudes y sentimientos que influyen en las interacciones que un individuo lleva a cabo en su entorno y con los demás (27).

Como se evidencia en la definición presentada por Yañez y Villardón (107), quienes la conciben como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes necesarios para desempeñar una ocupación específica, así como la capacidad para aplicar estos recursos de manera efectiva en un entorno determinado con el fin de obtener resultados concretos. En la literatura contemporánea, el término habilidades motrices básicas se utiliza comúnmente en relación con la CM (23), ya que se refiere a las habilidades esenciales que forman la base para movimientos más complejos necesarios para la participación en deportes, juegos y otros contextos de AF.

El desarrollo adecuado de la CM es esencial para el crecimiento físico de los niños y adolescentes (108). En efecto, los niños que presentan un desarrollo motor más deficiente son menos propensos a adherirse a programas de AF, lo que podría desencadenar problemas de salud. Es por ello que resultan necesarios los programas de AF que destaquen la importancia de fomentar la CM, la motivación, la confianza y el conocimiento acerca de la influencia que tiene la AF en la salud, para así fomentar la adopción de un estilo de vida activos. Por lo tanto, la CM, entendida como la capacidad de aplicar las habilidades motrices de manera contextualizada para resolver problemas deportivos o cotidianos, tiene un impacto positivo en la mejora de la condición física y en la salud a medio y largo plazo (53,109–112).

Una CM deficiente puede tener consecuencias negativas en el desarrollo infantil, incluyendo la posible presencia de trastornos motores (113). Esto podría deberse a que el desarrollo de la CM se relaciona estrechamente con el concepto de control neuromuscular, definido como la activación precisa de los músculos para llevar a cabo actividades motrices de manera efectiva y coordinada (114). A su vez, el control neuromuscular se relaciona con el desarrollo del sistema nervioso central (SNC) del niño (115). El SNC experimenta un aumento masivo de mielinización entre los 2 y los 5 años de vida, y este proceso no se concluye hasta la maduración sexual o incluso la edad adulta (116). En definitiva, las experiencias motrices que promueven adaptaciones neurales pueden ser beneficiosas para el desarrollo de la CM, siendo cruciales en el momento en que el SNC tiene mayor plasticidad (117).

Por lo tanto, una buena CM es crucial para la vida diaria de los niños y adolescentes y está relacionada con las principales áreas de su desarrollo (53,108,118), ya que contribuye a la adopción de un estilo de vida activo en etapas posteriores (109,110).

1.2.3. Condición física

La condición física se refiere a un conjunto de atributos que las personas poseen o pueden alcanzar. Se define como la capacidad de llevar a cabo actividades cotidianas con energía y agudeza, sin experimentar fatiga excesiva y teniendo la suficiente energía para disfrutar del tiempo de ocio y enfrentar situaciones inesperadas (119). La condición física tiene dos componentes: una más clásica relacionada con el rendimiento físico y otra con la salud. La condición física clásica suele incluir habilidades como el desempeño atlético, la agilidad y la coordinación, mientras que la condición relacionada con la salud se refiere a las habilidades necesarias para realizar las actividades cotidianas y mantener un buen estado de salud. La AF es considerada como el camino hacia una buena condición física y una buena salud, y por lo tanto está estrechamente ligada a una buena condición física, pero no son términos intercambiables. Realizar AF puede mejorar tanto la condición física como la salud, pero las

mejoras en la salud pueden ser resultado de procesos biológicos distintos a los que mejoran la condición física (64).

La investigación muestra que los adultos que hacen AF de forma regular tienen una mejor condición física y un menor riesgo de mortalidad (120). La AF regular, combinada con una adecuada condición física, se ha asociado con una reducción de diversos problemas de salud, como enfermedades cardiovasculares y coronarias, hipertensión, cáncer de colon, osteoporosis, diabetes tipo II y depresión (121). En la actualidad, los estudios que se basan en los estándares de condición física muestran que cada vez hay menos niños y niñas que cumplen con el requisito mínimo de AF (64). La falta de AF está cada vez más relacionada con el aumento de la obesidad y es un factor importante de riesgo de morbilidad en niños y adolescentes (62–64).

1.2.4. Actividad física, competencia motriz y condición física en relación al gateo

Se ha planteado la idea de que muchos modelos de participación en la AF se establecen en las primeras etapas de la vida (122) y que la constancia de la AF es considerablemente sólida desde la juventud hasta la adultez (123). En el transcurso del primer año de vida, los bebés experimentan un rápido desarrollo y logran una serie de logros en su desarrollo, como sentarse sin apoyo, gatear, caminar con asistencia, ponerse de pie y caminar (8). Aunque los niños pueden alcanzar estos logros en momentos diversos, generalmente se reconoce que siguen una secuencia predecible a lo largo del tiempo (10). Las aptitudes adquiridas en estos hitos sientan las bases de las habilidades motoras básicas y la AF (8). Investigaciones previas han insinuado que la adquisición temprana de habilidades motrices guarda relación con una mayor AF en los períodos preescolar, infantil y adolescente en una persona (124,125). No obstante, se dispone de información limitada acerca de las conexiones entre el desarrollo

temprano de habilidades motoras y la AF en la etapa adulta, y los datos disponibles no llegan a una conclusión definitiva.

Actualmente, no hay estudios que demuestren directamente que el gateo antes de caminar durante el desarrollo motor influya en la CM, la condición física o el nivel de AF durante la infancia.

1.2.5. Actividad física, competencia motriz y condición física en relación a un estilo de vida activo

Se ha establecido una relación entre la CM y la condición física, así como con los niveles de AF. La investigación ha respaldado ampliamente la presencia de una relación positiva entre la CM y la condición física (126) y, a su vez, esta relación podría intensificarse con el incremento de la edad (127). La relación entre la CM y la condición física puede deberse a que una buena CM es esencial para la participación en actividades físicas (128). Por esta razón, se conoce que los niños con una CM deficiente podrían mostrar poco interés en participar en dichas actividades, ya que se ha constatado que los niños con baja CM suelen participar menos en actividades físicas durante su tiempo libre en comparación con aquellos que presentan una buena CM (129).

Estudios previos en niños mostraron una relación positiva entre la CM y la práctica de la AF (130–134). También, se ha observado que los niños que no tienen acceso a entornos que ofrezcan oportunidades para mejorar su CM suelen ser menos activos durante la adolescencia (111,115). Además, estos niños presentan un mayor riesgo de sufrir lesiones relacionadas con la actividad deportiva (112) y una mayor predisposición a desarrollar obesidad y enfermedades asociadas (110,135–137). En particular, la CM se considera un requisito fundamental para participar en AF y fomentar la adherencia a un estilo de vida activo y saludable en etapas posteriores de la vida. Esto se debe a que una buena CM contribuye a desarrollar habilidades motoras esenciales y puede influir en la percepción de uno mismo en cuanto a su capacidad

para realizar actividades físicas (109,110). Asimismo, se ha observado una relación inversa entre la CM y el peso corporal y el índice de masa corporal (IMC) (110,135–137).

1.3. Beneficios de un estilo de vida activo sobre la salud

La AF abarca cualquier movimiento que aumente el gasto energético y esto nos lleva a entenderla como un espectro que va desde actividades leves hasta vigorosas, lo que sugiere la clasificación de los niños y niñas en términos de activas o inactivas. Se considera que un infante es inactivo si no cumple con la recomendación de AF que indica la necesidad de realizar 60 minutos de AFMV diariamente (138,139).

Numerosos estudios aseguran los beneficios que se posee cumpliendo un estilo de vida activo durante la infancia (61,89,97–100). No obstante, está demostrado que la AF en edad infantil contribuye a la prevención de enfermedades en el futuro, muchas de las cuales pueden manifestarse en la misma infancia (140,141) como la reducción del sobrepeso, la disminución del estrés psicológico, el mejor rendimiento atlético y la reducción de enfermedades respiratorias, en cambio, el riesgo de enfermedades crónicas comunes pueden comenzar en la adolescencia debido a la falta de AF y presentar síntomas en la edad adulta (142). Además, realizar AF en edades tempranas puede poseer una gran cantidad de beneficios en la vida adulta, como prolongar la esperanza de vida, reducir el riesgo cardiovascular y mejorar la calidad de vida (143,144), entre otros. Por lo tanto, un estilo de vida activo tiene un impacto en la salud de los jóvenes de dos maneras: a) influyendo en las causas de morbilidad y b) reduciendo el riesgo de enfermedades crónicas en la edad adulta.

La inactividad física es uno de los factores de riesgo más significativos en cuanto a mortalidad en todo el mundo, siendo el cuarto más importante (61). Actualmente, representa uno de los mayores problemas de salud pública en el siglo XXI (65) e incluso para algunos autores, está

catalogada como una pandemia (145). La prevalencia de la inactividad física es aún mayor que la de otros factores de riesgo que se pueden modificar (146). La adopción de estilos de vida sedentarios y la aparición de nuevas opciones de entretenimiento han contribuido a la inactividad física en niños y adolescentes.

1.3.1. Composición corporal

Es fundamental mencionar la obesidad como una consecuencia directa de la inactividad física y, este problema, está afectando a un número cada vez mayor de niños y jóvenes en nuestra sociedad. Esto sugiere que un estilo de vida activo en la infancia y adolescencia puede prevenir la obesidad en etapas posteriores de la vida. Además, se ha demostrado que las personas que fueron obesas durante la infancia y adolescencia tienen una salud debilitada y una mayor mortalidad en la vida adulta en comparación con aquellos que no lo fueron en su juventud. Por eso, es importante mantener un estilo de vida activo durante la infancia, ya que contribuye a la prevención del riesgo cardiovascular (147) y evita la disminución de la función pulmonar en la edad adulta (148).

La OMS indica que tanto la obesidad como el sobrepeso son acumulaciones anormales de grasa en el cuerpo con posibles efectos negativos en la salud (149). En niños se define como un aumento en el peso corporal por encima de un patrón establecido según edad y género (150). Sin embargo, este exceso de peso no siempre se debe a la acumulación de grasa, sino que puede deberse a otros factores como el aumento de la masa muscular, la retención de líquidos o el peso de la estructura ósea (más información en el apartado 1.3.1.1.).

En las últimas décadas, ha habido un aumento preocupante en las enfermedades relacionadas con el aumento de peso en la población infantil y juvenil en todo el mundo. Se estima que alrededor de un tercio de la población infantil padece de sobrepeso u obesidad (151,152). Anteriormente, estas afecciones eran más comunes en adultos o personas mayores, pero se

han extendido rápidamente entre los jóvenes, de tal forma que en 2010 se registraron alrededor de 43 millones de niños con sobrepeso en todo el mundo (149). España ocupaba en 2003 el tercer lugar en Europa en términos de índices de sobrepeso en niños y adolescentes de entre 7 y 17 años (153). El informe SESPAS (Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria) de 2010 (154) proporcionó datos similares, indicando que alrededor del 35% de la población infantil en España tenía un exceso de peso, con un 20% de sobrepeso y un 15% de obesidad. También, la iniciativa COSI de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición realizó el estudio ALADINO (155) en los años 2011, 2013 y 2015, el cual se enfocó en más de 10.000 niños y niñas entre 6 y 9 años de toda España. Los resultados de los años 2011 y 2013 mostraron una situación preocupante en España con respecto a otros países europeos, ya que el 45,2% de la población española en edad prepuberal se encontraba en situación de sobrepeso u obesidad (155,156). Sin embargo, en 2015 se observó una disminución en los datos de sobrepeso de la población infantil, pasando del 44,5% en 2011 al 41,3% en 2015. Según la encuesta de salud de Catalunya en 2020, el exceso de peso afecta al 35,9% de la población infantil de 6 a 12 años en Catalunya, con un 24,2% presentando sobrepeso y un 11,7% presentando obesidad. Sin embargo, se observó una disminución en la prevalencia de obesidad en los últimos años, desde el período 2013-2014 hasta el período 2018-2019. No obstante, en periodos posteriores, se ha observado un aumento en esta tendencia (157).

1.3.1.1. Evaluación de la obesidad en la infancia

El método para calcular el sobrepeso y la obesidad en adultos es claro y se basa en el IMC, que relaciona el peso y la altura. En la actualidad, se considera un indicador de la adiposidad en niños y adolescentes (158–160). Es importante tener precaución al interpretar los valores de IMC en la población infantil y juvenil. Los valores de IMC se estandarizan en la población infantil, ajustándose por edad y sexo. Los puntos de corte para clasificar el IMC se

fundamentan en un rango específico (z-score) adaptado a diversas poblaciones (Tabla 1). Para lograr una medición más precisa, es necesario considerar el sexo y la edad (158,161).

IMC PARA NIÑOS Y NIÑAS	
PUNTOS DE CORTE (Desviación Estándar)	CLASIFICACIÓN
> + 3	OBESIDAD
> + 2 a ≤ + 3	SOBREPESO
> + 1 a ≤ + 2	RIESGO DE SOBREPESO
≥ - 1 a ≤ + 1	NORMAL
< - 1	BAJO PESO

Tabla 1. Puntos de corte del índice de masa corporal (IMC) en niños y niñas.

1.3.1.2. Composición corporal

En la actualidad, la bioimpedancia eléctrica (BIA) es uno de los métodos más utilizados para el estudio de la composición corporal. De ese modo, valorar la composición corporal es esencial para determinar el estado nutricional de las personas y de la población en general, ya que permite medir los diferentes componentes corporales, las proporciones entre ellos y las variaciones que se producen en respuesta a diversos factores, tales como la alimentación, la AF y el crecimiento, entre otros (162,163).

Como se ha comentado anteriormente, para la detección de obesidad infantil se suele emplear como método el cálculo del IMC aunque este método tiene una limitación importante: no permite distinguir la composición corporal exacta del niño (164). En estudios sobre niños de 7 a 14 años con obesidad, se ha observado una limitación al medir solo la cantidad de grasa corporal (165). Se sugiere que los indicadores adecuados para evaluar la obesidad deberían considerar el porcentaje de grasa corporal en lugar de simplemente la cantidad de tejido adiposo (166).

1.3.1.2.1. La masa grasa

El exceso de grasa corporal se debe a un desequilibrio energético, que puede ser el resultado de un bajo gasto de energía, una ingesta calórica excesiva o una combinación de ambos factores (167).

El aumento de la masa grasa se debe a factores como la falta de una alimentación adecuada y la falta de AF, que son conocidos como hábitos poco saludables. Cuando este aumento de grasa corporal supera los límites considerados saludables, aumenta significativamente el riesgo de padecer enfermedades relacionadas con la obesidad como diabetes mellitus tipo 2, enfermedad cardiovascular, entre otras (168).

La acumulación excesiva de grasa corporal puede generar múltiples riesgos para la salud (168). En las últimas décadas, ha habido una creciente preocupación mundial por los problemas de salud que se derivan de esta condición, como enfermedades cardiovasculares (169), osteoarticulares, coronarias (170), diabetes tipo 2 (171), hipertensión arterial (HTA) (172) y ciertos tipos de cáncer (170,173). Estos problemas derivados de la obesidad son tan graves que podrían disminuir la esperanza de vida en hasta una década (174).

1.3.1.2.2. La masa muscular

El tejido muscular es uno de los componentes más relevantes en términos cuantitativos de la composición corporal. Por ello, se conoce que la aparición de cambios en la cantidad, la función y la distribución de las diferentes fibras musculares en adultos se relacionan con el síndrome cardiometabólico (167), la fragilidad, la discapacidad física, una disminución en la calidad de vida (169), un aumento en la mortalidad y un mayor costo en la atención médica (170). En cuanto a los niños y adolescentes, la falta de masa muscular y su funcionamiento se ha relacionado con un mayor riesgo de sensibilidad a la insulina (171), síndrome cardiometabólico (172,173) y mayores niveles de proteínas proinflamatorias en la sangre (174).

Por otro lado, la masa muscular podría ser un factor importante en la prevención de la obesidad infantil y en la promoción de una buena salud en general. Un estudio reciente reveló una relación desfavorable entre la masa grasa y la masa musculoesquelética en niños y adolescentes (175). Además, un metaanálisis sostiene que existe una conexión negativa entre la aptitud muscular durante la infancia/adolescencia y la adiposidad, así como con los parámetros cardiometabólicos en la edad adulta (176).

1.3.1.2.3. La relación grasa - músculo

La relación grasa – músculo (FMR) se define como la proporción de masa grasa en comparación con la masa muscular en el cuerpo de una persona. Esta relación ha sido estudiada en relación con la obesidad y la salud metabólica en niños y adultos (177,178). Los niños con mayor porcentaje de masa muscular en relación a la masa grasa tienen un menor riesgo de desarrollar obesidad y enfermedades relacionadas con la obesidad debido a que el músculo quema más calorías que la grasa y ayuda a controlar el metabolismo del cuerpo. Por ello, la FMR podría ser una medida de la salud metabólica en los niños, ya que se ha demostrado que un alto porcentaje de grasa corporal y un bajo porcentaje de masa muscular se relacionan con un mayor riesgo de síndrome cardiometabólico (176).

1.3.2. Composición corporal y gateo

Los niños con un peso adecuado para la edad y el sexo biológico, durante la infancia, tienen una mejor habilidad motriz en comparación con aquellos con sobrepeso u obesidad (179,180). Específicamente, se ha establecido una conexión entre la grasa corporal y el desarrollo de la motricidad gruesa (181). En la misma dirección, se ha observado la existencia de la relación entre la grasa corporal y la falta de habilidades motoras en bebés que se encuentran en el rango de edad de 9 a 24 meses (182).

El desarrollo motor temprano es una fase crucial durante el cual se producen importantes avances motores (10). Por esta razón, es fundamental que los niños alcancen los hitos motores

apropiados durante las etapas tempranas de su vida, ya que esto les permitiría un desarrollo motor adecuado que podría influir en su salud a lo largo de su vida. Así mismo, diferentes estudios relacionan el desarrollo motor con la obesidad en la infancia. Se ha observado que el retraso en la capacidad de caminar de forma independiente durante el período de desarrollo motor temprano se correlacionó con una mayor adiposidad general en niños de 3 años (49). Por otra lado, aparecieron los primeros estudios en bebés donde el retraso del gateo se relacionó con puntajes más altos de IMC z-score (183). Recientemente, se observó que el retraso en la capacidad de gatear predice la adiposidad en los niños de 6 y 7 años (50). Tras estos estudios, cabe destacar que el gateo durante el desarrollo motor temprano del niño podría ser una etapa fundamental para la prevención del exceso de tejido adiposo en la infancia, aunque la evidencia científica sobre este tema es limitada.

1.3.3. Composición corporal y estilo de vida activo

Existen diversos factores que pueden desencadenar los altos niveles de obesidad y sobrepeso en la infancia, tales como cambios en la alimentación, aumento del sedentarismo, predisposición genética, dormir menos horas de las recomendadas, entre otros. Sin embargo, se considera que la inactividad física es el factor más importante de todos ellos (61,150,152,155,184,185).

La obesidad y la inactividad física conllevan a problemas de salud importantes en la infancia con efectos negativos en la salud a largo plazo. En la actualidad, se reconoce que la inactividad física durante la infancia es un factor significativo en el aumento de los niveles de obesidad y otros problemas médicos graves (como la diabetes o síndrome metabólico, entre otros) que se observan en niños y adolescentes de diversas partes del mundo (186). Para combatir el aumento de la obesidad infantil y prevenir hábitos poco saludables, es fundamental promover la implementación de intervenciones y estrategias educativas que fomenten la salud a través de un estilo de vida activo en niños y niñas de entre 6 y 12 años. Esta es la forma más efectiva

de abordar estos problemas desde una edad temprana y asegurar un futuro más saludable. Además, esta etapa del desarrollo de los niños es fundamental, ya que establecer estilos de vida saludables durante la infancia puede estar relacionado con comportamientos físicamente activos en la edad adulta.

1.3.4. Sistema cardiovascular y pulmonar

El sistema cardiopulmonar, compuesto por el corazón, los pulmones y una compleja red de vasos sanguíneos, es esencial para el transporte de oxígeno y nutrientes a los tejidos del cuerpo, así como la eliminación de dióxido de carbono y otros desechos metabólicos (187,188). En el contexto del desarrollo infantil, un funcionamiento óptimo de este sistema es crucial para un crecimiento saludable y un adecuado desarrollo en los niños, ya que el oxígeno es esencial para el metabolismo y la función celular (188,189).

1.3.4.1. Sistema cardiovascular

El sistema cardiovascular, conocido como sistema circulatorio, es una compleja red de órganos y vasos sanguíneos que tiene un papel fundamental en el transporte de sangre y nutrientes a través de todo el cuerpo humano (187). Este sistema vital está compuesto principalmente por el corazón y una intrincada red de vasos sanguíneos, trabajando en armonía para mantener la circulación sanguínea y garantizar un flujo constante de oxígeno y nutrientes a los tejidos del organismo. La función cardiovascular es esencial para mantener la homeostasis y asegurar el funcionamiento adecuado de todos los sistemas del cuerpo humano (188).

Las patologías relacionadas con el corazón y el sistema vascular se conocen como enfermedades cardiovasculares y, la posibilidad de experimentar un evento cardiovascular dentro de un período de tiempo específico se conoce como riesgo cardiovascular (190). En cambio, los factores de riesgo cardiovascular se refieren a ciertas condiciones que aumentan la

probabilidad de desarrollar enfermedades cardiovasculares durante un lapso de tiempo determinado, típicamente de 5 a 10 años (191).

Según la OMS (192), alrededor del 80% de las enfermedades cardiovasculares podrían prevenirse adoptando comportamientos saludables y llevando un estilo de vida sano (193,194).

En la actualidad, las enfermedades cardiovasculares siguen siendo un problema sanitario en nuestra sociedad, ya que según últimos datos de la OMS, las enfermedades cardiovasculares siguen siendo la principal causa de muerte en todo el mundo, con aproximadamente 17,9 millones de muertes en 2019 y se espera que en un futuro continúe el aumento (192).

Los factores de riesgo más importantes para las enfermedades cardiovasculares se pueden clasificar en dos categorías: aquellos que son no modificables, tales como la edad, el sexo, los antecedentes familiares y los factores genéticos; y aquellos que son modificables, incluyendo los estilos de vida, la AF, la dieta, la hipertensión arterial (HTA), el tabaquismo, la hipercolesterolemia, la diabetes mellitus y el sobrepeso/obesidad (192,195).

La presencia de enfermedades cardiovasculares en la infancia es un problema creciente ya que diversos estudios han demostrado que en niños y adolescentes se pueden observar factores de riesgo metabólico y cardiovascular como la obesidad central, la HTA, la resistencia a la insulina, niveles elevados de triglicéridos y bajos niveles de lipoproteínas de alta densidad. Estos trastornos metabólicos en la infancia tienen una alta probabilidad de persistir en la edad adulta, lo que es especialmente preocupante para la salud pública (196).

Por ello, la prevención del riesgo cardiovascular desde la infancia ha sido objeto de numerosos estudios que respaldan la importancia de una intervención precoz. La adopción de un estilo de vida saludable en la infancia y la adolescencia, que incluya una dieta equilibrada y un estilo de vida activo, puede prevenir la aparición de factores de riesgo cardiovascular en la edad adulta (197). Asimismo, la obesidad en la infancia se asocia con un mayor riesgo de desarrollar

enfermedades cardiovasculares en la edad adulta (198). Además, según un informe de la Asociación Americana del Corazón, la evaluación temprana de los factores de riesgo cardiovascular y la promoción de hábitos saludables desde la infancia pueden prevenir o retrasar la aparición de enfermedades cardiovasculares a lo largo de toda la vida (199).

1.3.4.1.1. La presión arterial

La presión arterial (PA) se refiere a la fuerza que la sangre ejerce sobre las paredes de las arterias, y su valor está influenciado por la fuerza del bombeo del corazón (gasto cardiaco) y la distensibilidad de las arterias (resistencia periférica). La resistencia periférica y el gasto cardiaco pueden ser afectados por diversos factores, algunos de los cuales pueden causar un engrosamiento en las paredes de los vasos sanguíneos y/o su constricción funcional (200). En la PA se pueden distinguir dos componentes: 1) la presión arterial sistólica (PAS) y 2) la presión arterial diastólica (PAD).

La HTA es uno de los factores de riesgo cardiovascular más importantes debido a que aumenta la PA y es el principal responsable de las enfermedades cardiovasculares (201,202). Esta enfermedad también es conocida como la plaga silenciosa del siglo XXI y es considerada uno de los principales problemas de salud pública debido a que es el factor de riesgo más importante en términos de mortalidad atribuible. A nivel mundial, afecta a alrededor de mil millones de personas y se espera que la prevalencia de la HTA aumente en un 24% en los países desarrollados y en un 80% en los países en vías de desarrollo para el año 2025. Es crucial identificar y tratar la HTA para prevenir complicaciones cardiovasculares graves y mejorar la salud en general (203). En España ha crecido significativamente desde 2001, siendo una de las quince enfermedades letales con mayor aumento en los últimos años (204). Por lo tanto, es importante que la detección y el control de la HTA sean una prioridad en la atención médica y en las políticas de salud pública en todo el mundo.

Varios países han establecido patrones de referencia para la evaluación periódica y continua de la tensión arterial en niños, así como protocolos de diagnóstico para la detección y caracterización adecuada de la HTA en edades tempranas (205,206). Estos avances han permitido un enfoque más sistemático y eficaz en la prevención y tratamiento de la HTA en la población infantil.

La Sociedad Europea de Hipertensión ha establecido los criterios diagnósticos y los valores de referencia de tensión arterial para la población infantil y adolescente. Estos criterios se basan en la edad, el sexo y la altura del niño, y establecen valores normales, valores de prehipertensión y valores de hipertensión. Según los estándares establecidos, se considera que un niño tiene hipertensión si su PA sistólica y/o diastólica se encuentra por encima del percentil 95 para su edad, sexo y altura (207).

La importancia de la detección temprana de la HTA en la infancia ha sido destacada por algunos servicios preventivos (208). Se ha observado que los niños con HTA tienen un mayor riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares en la edad adulta, incluso después de controlar otros factores de riesgo como la obesidad y el tabaquismo (209). Además, se ha demostrado que la HTA en la infancia puede contribuir al desarrollo de la aterosclerosis en adultos jóvenes, lo que a su vez aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares (210). Asimismo, la HTA en la infancia se asocia con cambios estructurales en las arterias, como el engrosamiento de la pared arterial y la rigidez vascular. Por eso se incide en realizar mediciones de la PA de manera regular en la infancia para identificar a los niños con HTA y tomar medidas preventivas tempranas ya que la PA elevada en la infancia se asocia con un mayor riesgo de HTA en la edad adulta y enfermedades cardiovasculares (206,207,211). Por lo tanto, es importante detectar y tratar la HTA en la infancia para prevenir el riesgo cardiovascular a largo plazo.

1.3.4.2. Sistema pulmonar

El sistema pulmonar es una intrincada red de órganos y vías respiratorias que juega un papel primordial en el intercambio de gases vitales entre el cuerpo y el ambiente (187). Este sistema vital está compuesto principalmente por los pulmones y las vías respiratorias, trabajando en conjunción para facilitar la respiración y asegurar una adecuada oxigenación de los tejidos (188).

La función pulmonar es un término general que se refiere a la medida de los parámetros relacionados con la ventilación y el intercambio gaseoso en los pulmones (212). Para su control, se efectúan las pruebas de la función pulmonar, que son aquellos exámenes que se realizan para valorar la capacidad y el funcionamiento de los pulmones, así como para identificar cualquier posible deterioro en la mecánica respiratoria de los músculos pulmonares y la pared torácica. Además, estas pruebas son imprescindibles para confirmar la presencia y gravedad de enfermedades pulmonares (213). La evaluación de la función pulmonar en niños de corta edad representa un gran desafío debido al importante crecimiento y desarrollo del sistema respiratorio, lo que implica cambios en la mecánica pulmonar. Por lo tanto, la evaluación de la función pulmonar a edad infantil es crucial no solo por razones clínicas sino también por el constante crecimiento y desarrollo del sistema respiratorio que se produce, con cambios asociados en la mecánica pulmonar (214).

1.3.4.2.1. Evaluación de la función pulmonar por espirometría

La espirometría es un examen fisiológico que evalúa la función pulmonar, midiendo los volúmenes de aire inhalados y exhalados en un determinado lapso de tiempo. Durante este examen, se registra la cantidad de aire o la velocidad de flujo de aire. Los valores que destacan de la prueba son la capacidad vital forzada (FVC) y el volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV₁). La FVC se refiere al volumen exhalado con fuerza y de manera completa después de una inhalación profunda, mientras que el FEV₁ mide el volumen exhalado en el

primer segundo de la espiración forzada (212). A pesar de que algunos autores cuestionaron la validez de la espirometría en la infancia, actualmente se ha demostrado su uso en niños de corta edad (215).

1.3.4.2.2. Factores que afectan a la función pulmonar

Los factores asociados con la limitación de la función pulmonar incluyen no sólo los factores antropométricos tradicionales como peso, estatura, género y edad (216), sino también destacan otros factores como los corporales [el diámetro torácico (217), el tamaño de la tráquea (218) entre otros (219,220)], sociosanitarios (221–223), medioambientales (224), la raza o grupo étnico (225), los hábitos de vida saludables como la AF (226), patologías (227), los factores genéticos (228), así como los factores que pueden afectar durante la infancia (229) o el embarazo (230), entre otros.

A lo largo de la historia, la edad ha sido considerada como uno de los elementos esenciales en la valoración de la capacidad pulmonar. Los pulmones pasan por una fase de crecimiento y maduración durante las dos primeras décadas de la vida y alcanzan la función pulmonar máxima en torno a los 20-25 años (231), a partir de los cuales se inicia un declive gradual de la función pulmonar (232) en el que se le atribuye una pérdida de elasticidad de los pulmones, una disminución de la fuerza muscular utilizada para la respiración y la reducción del área de superficie alveolar (233).

1.3.4.2.3. Función pulmonar en la infancia

La salud respiratoria durante los primeros años de vida puede influir en la morbilidad en la etapa adulta (234). Las vías respiratorias experimentan cambios significativos en cuanto a su desarrollo somático y funcional, siendo más notorios durante los dos primeros años de vida, donde se producen modificaciones notables desde la nariz hasta los alvéolos. Sin embargo, a medida que los niños crecen, las diferencias entre las vías respiratorias pediátricas y adultas se reducen gradualmente, hasta que a los 6-8 años, el sistema respiratorio infantil se asemeja

bastante al del adulto (235). Es por eso que la infancia es un periodo crítico para producir cambios en la fisiología, especialmente en el sistema pulmonar humano, donde el volumen pulmonar aumenta significativamente durante los primeros años de vida. En particular, se ha descrito que el volumen se duplica alrededor de los 6 meses de edad, se triplica al alcanzar el año de vida (236), y aumenta alrededor de 13 veces entre el primer mes y los 7 años de edad (237). Por otra banda, la caja torácica alcanza su tamaño final después del cierre de las epífisis durante la maduración somática, por lo que el crecimiento pulmonar solo es posible durante la infancia, antes de la pubertad, cuando hay suficiente espacio para acomodar las nuevas estructuras (238). También, se ha observado que la reducción de las pruebas de capacidad pulmonar está influenciada por la máxima capacidad respiratoria alcanzada hasta y durante la edad adulta, por lo tanto, la estructura y la función pulmonar son parámetros estructurales que pueden ser difíciles de modificar a lo largo de la vida adulta, por lo que es esencial cuidarlos desde temprana edad para mantener una buena salud pulmonar en el futuro (238). Tanto el crecimiento de las estructuras principales del pulmón como el desarrollo de musculatura respiratoria, como es el caso del diafragma, son importantes para la función pulmonar en la infancia. El hecho de conocer el desarrollo de algunas estructuras del pulmón podría facilitar la comprensión de la función pulmonar en la infancia.

1.3.4.2.4. La elasticidad pulmonar

Durante el crecimiento infantil, la pared torácica experimenta cambios significativos en cuanto a su forma, distensibilidad y deformabilidad. Estas características son únicas y están particularmente asociadas a la etapa de desarrollo infantil (239). De este modo, durante la infancia, la elasticidad de los pulmones experimenta cambios notables, en donde algunos estudios indicaron que la presión de retroceso elástico tiende a aumentar en función de la estatura, la edad y la superficie corporal, lo que resulta relevante para las vías respiratorias pequeñas que carecen de soporte cartilaginoso y dependen en gran medida del retroceso elástico pulmonar para mantener su permeabilidad (240). A medida que se avanza en edad, se

produce un aumento en la cantidad de colágeno y elastina, lo que conlleva a una mayor rigidez pulmonar.

Durante la infancia, la pared torácica es más complaciente que el pulmón, siendo casi tres veces más distensible. Sin embargo, hacia el segundo año de vida, la pared torácica se vuelve más rígida y se equipara con el pulmón en términos de distensibilidad. Por esta razón, la función pulmonar se ve afectada por el proceso de aumento de la rigidez de la pared torácica desde la infancia hasta la edad adulta (241).

1.3.4.2.5. La musculatura respiratoria

En los niños más jóvenes, el diafragma se encuentra en una posición más horizontal y más aplanado en comparación con los adultos, lo que limita su capacidad de contracción. Además, los músculos intercostales no están completamente desarrollados, especialmente en los lactantes. Debido a esta inmadurez muscular, la contracción de estos músculos respiratorios no se puede contribuir significativamente al ensanchamiento de la pared torácica, lo que resulta en una contribución mínima al esfuerzo respiratorio y al volumen corriente (242). Cabe señalar que en edades tempranas, los músculos respiratorios están principalmente compuestos por fibras musculares de tipo II, las cuales son susceptibles a la fatiga debido a las menores reservas de glucógeno y grasa, mientras que las fibras de tipo I, que son resistentes a la fatiga, se desarrollan más tarde (242,243). Por lo tanto, los niños son más propensos a la fatiga muscular respiratoria cuando aumenta la frecuencia respiratoria, especialmente los recién nacidos, que tienen el porcentaje más bajo de fibras de tipo I (243,244). A los 2 años de edad, el diafragma está compuesto por un 55% de fibras de tipo I (243).

En edades adultas, el aumento del IMC está relacionado con una disminución de la función pulmonar (245,246). Sin embargo, durante la infancia, el patrón en los niños parece ser diferente. Aunque también se produce una caída de la función pulmonar relacionada con el IMC, la característica más relevante es la disminución de la relación FEV_1/FVC sin una pérdida

significativa de FVC. De hecho, esta relación incluso puede aumentar (247). A su vez, también otros autores mostraron ese aumento significativo en la FEV₁ y la FVC con el aumento en el IMC a edades infantiles (248). Este fenómeno implica que los músculos inspiratorios deban trabajar más para poder llevar a cabo el proceso de respiración de manera eficiente (249,250).

1.3.5. Sistema cardiovascular, pulmonar y gateo

El crecimiento inadecuado durante la infancia temprana puede contribuir a una variedad de problemas de salud en la edad adulta. Ya desde un principio se conoce la relación entre el crecimiento durante los períodos fetal – postnatal y el riesgo de aumento de la PA en la edad adulta (251–253). A su vez, los estudios en modelos animales que sugieren una estrecha relación entre la locomoción y la PA a través de sistemas reguladores compartidos (254,255). De hecho, estos hallazgos han permitido identificar a los ciclos de actividad locomotora como el factor más determinante en los niveles de PA en animales. A raíz de esto, se ha planteado la posibilidad de que el periodo de desarrollo locomotor durante la infancia pueda ser un momento crítico para el neurodesarrollo que afecte el riesgo de desarrollar HTA en el futuro. De hecho, se ha identificado el desarrollo motor durante la infancia como un factor predictor de los niveles de PA en la edad adulta (256), esto podría indicar que los sistemas reguladores compartidos podrían influir en el desarrollo de la PA a lo largo de toda la vida.

Actualmente se conoce la existencia de la asociación entre la obesidad infantil y un mayor riesgo cardiovascular en la edad adulta (198,257). Dado que tanto la obesidad infantil como el riesgo cardiovascular están relacionados durante la infancia y la adultez, ya que la cantidad de grasa corporal influye en los niveles de PA (257,258), es importante considerar los estudios que vinculan la prevención de la obesidad infantil con el desarrollo motor (49), especialmente en el gateo (50,183). Esto sugiere la posibilidad de que el gatear durante el desarrollo temprano podría tener influencia en la PA en la infancia. Pero, a pesar de haber sido identificado que el desarrollo motor durante la infancia actúa como un factor predictor de la

PA a edad adulta (256), no existen estudios que demuestren el impacto del gateo en el riesgo cardiovascular.

Actualmente existe poca información sobre la relación entre el gateo y la función pulmonar, por lo que se desconoce el impacto que puede tener la ausencia del gateo en la función pulmonar durante la infancia. Si es cierto que la presencia de enfermedades pulmonares en edades tempranas suponen un mayor riesgo de retrasos del desarrollo motor (259–261).

A nivel estructural, la pared torácica en los niños presenta características biomecánicas notablemente diferentes a las del adulto y experimenta transformaciones significativas durante los dos primeros años de vida. A edades tempranas, la pared torácica presenta ciertas particularidades que limitan las fuerzas inspiratorias generadas por la caja torácica. La ausencia de endurecimiento en las costillas en proceso de desarrollo disminuye su capacidad para recuperar su posición tras la inspiración, lo que resulta en una distensibilidad pasiva de la pared torácica en formación considerablemente mayor que la del adulto (241,262,263). En los lactantes, la acción inspiratoria del diafragma y de los músculos de la caja torácica sobre esta estructura se ve considerablemente reducida. Esto se debe en parte a la disposición relativamente horizontal de las costillas en los bebés, lo que limita los aumentos en el área de la sección transversal de la caja torácica que pueden producir las contracciones de los intercostales externos (264). Asimismo, es importante destacar que el diafragma en los bebés es notablemente más plano que en los adultos y presenta un ángulo de inserción de las fibras en las costillas considerablemente mayor, es por ello que la variación en la configuración de las estructuras de la pared torácica en los bebés tiene un impacto en la acción inspiratoria del diafragma sobre la caja torácica (265).

Gatear durante el desarrollo temprano implica un movimiento rítmico de las extremidades superiores e inferiores que se caracteriza por una coordinación diagonal o contralateral (44) y, a su vez, este hito motor exige una gran coordinación entre la fuerza de los brazos, el equilibrio y la estabilización del torso, a medida que las extremidades avanzan (32). Cuando las

extremidades superiores se mueven rítmicamente durante el gateo, el diafragma puede contribuir al soporte mecánico del tronco. Para ello, puede mantener una contracción tónica sostenida o modular su actividad fásicamente, en sincronía con las fuerzas reactivas generadas por cada movimiento, y así mantener la presión intraabdominal elevada (266).

La actividad tónica de los músculos respiratorios tiene una función postural y puede ayudar a endurecer la pared torácica o las vías respiratorias (266–268) y, así, mejorar la función pulmonar. Aunque la función principal de estos músculos es la contracción rítmica para la ventilación pulmonar, también se activan durante otras tareas importantes, especialmente posturales, como el mantenimiento de la posición y la rotación del tronco y la cabeza. Aunque se registra raramente actividad tónica en las unidades motoras del diafragma (267,268), se ha demostrado que este músculo cumple una función postural importante. En primer lugar, el diafragma se activa antes que los músculos de las extremidades en respuesta a una alteración postural que provoca inestabilidad voluntaria (269–271). Se cree que la contracción del diafragma, en combinación con los músculos abdominales y del suelo pélvico, aumenta la presión abdominal y estabiliza la parte inferior de la columna vertebral (272–275).

Actualmente, gatear tiene características únicas que lo diferencian de otras formas de locomoción al alterar la secuencia y el ritmo de los movimientos de las cuatro extremidades (21). Por lo tanto, durante el gateo, el diafragma podría tener influencia en el control de tronco, lo que podría tener una implicación directa en el desarrollo motor temprano del niño (270) y, a su vez, tener una influencia en la función pulmonar. A día de hoy, no existe evidencia científica que muestre el impacto del gateo en la función pulmonar en niños y niñas aparentemente sanos.

1.3.6. Sistema cardiovascular, pulmonar y estilo de vida activo

Realizar AF durante la infancia puede mejorar la fuerza muscular, la capacidad respiratoria y la composición del cuerpo, lo que a su vez reduce los factores de riesgo para padecer enfermedades cardiovasculares (276). Así mismo, la AF que se practica de forma regular se ha relacionado con la prevención y tratamiento de la HTA en la infancia y a edad adulta (277–279). La AF respalda los cambios en la estructura arterial, incluyendo un aumento en el diámetro y modificaciones en la relación entre la pared y la luz vascular. Estos cambios son principalmente el resultado directo de la AF, mediados por la estimulación hemodinámica repetida durante cada sesión física, teniendo un papel principal en la prevención de enfermedades cardiovasculares (280). Es por eso que la AF tiene un efecto que puede reducir la HTA al disminuir la estimulación del sistema nervioso simpático y la rigidez arterial. Esto conduce a la relajación de los vasos sanguíneos y, en consecuencia, a una reducción en la PA. Además, se ha descrito que la AF aumenta el nivel de lipoproteínas de alta densidad y reduce el nivel de lipoproteínas de baja densidad (281–283). Además, la AF también puede mejorar la salud cardiovascular de manera indirecta, al reducir el riesgo de obesidad, diabetes y otras enfermedades crónicas que son factores de riesgo para la HTA (146,284).

Por ello, la AF es una forma efectiva de prevenir y controlar la HTA en la infancia. De hecho, se ha demostrado que tener un estilo de vida activo puede reducir el riesgo de HTA en niños y adolescentes (277). Además, la AF también puede mejorar la salud cardiovascular en general y reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares en la edad adulta (285). Finalmente, se ha demostrado que la AF regular durante la infancia también puede mejorar la PA en niños con HTA, reduciendo así el riesgo de complicaciones cardiovasculares en la edad adulta (279).

Por otra banda, la AF está directamente relacionada con la función pulmonar, ya que un alto nivel de AF se asocia significativamente con una mejor función pulmonar (286). Además, se ha

demostrado que la realización regular de AF puede mitigar la disminución de la función pulmonar, especialmente en personas con asma (287). La mayoría de las investigaciones sobre el impacto de la AF en la función pulmonar se centran en adultos (288–290), reportando resultados beneficiosos de la AF en la función pulmonar para la salud. A pesar de ello, es importante destacar que la reducción de la función pulmonar durante la infancia podría prolongarse hasta la edad adulta (291).

La capacidad de respuesta de las vías respiratorias en niños preadolescentes sanos puede verse afectada negativamente por la falta de AF, sin embargo, esto puede mejorarse mediante un entrenamiento con AFMV (148). Por otro lado, la AF puede influir en la función pulmonar al tener un efecto sobre la obesidad, ya que existe una relación entre la inactividad física, la obesidad y la distribución de grasa (290). Lo que se sugiere que la AF puede afectar directa e indirectamente la función pulmonar (292). De este modo, la relación entre la AF y la función respiratoria podría verse influenciada por la obesidad y la distribución de la grasa, y a su vez, por su efecto en la fuerza muscular respiratoria. La obesidad puede perjudicar la estructura y función respiratoria, lo cual puede causar alteraciones fisiopatológicas y aumentar el esfuerzo respiratorio. Este fenómeno se debe en gran medida a los depósitos de grasa que se acumulan en el mediastino y las cavidades abdominales, produciendo cambios significativos en las propiedades mecánicas de los pulmones y la pared torácica, lo que afecta la capacidad de los pulmones para expandirse (293–295). Además, estas alteraciones también disminuyen la distensibilidad de la pared torácica y del sistema respiratorio en su conjunto (295,296). También, la obesidad produce una alteración en el patrón respiratorio debido a la reducción en la distensibilidad del sistema respiratorio, lo que aumenta la rigidez del mismo (297,298). Las presiones intraabdominales y pleurales aumentan ligeramente debido a la acumulación de grasa en las cavidades torácica y abdominal, lo que limita el movimiento descendente del diafragma y el movimiento hacia afuera de la pared torácica, llegando a reducir la función pulmonar.

La participación en actividades físicas de intensidad moderada o vigorosa se relaciona con una menor circunferencia de cintura y una reducción en la acumulación de grasa visceral, lo que puede ayudar a prevenir el aumento de la grasa visceral que se produce de forma natural con la edad durante la etapa de crecimiento en la infancia y adolescencia (299), llegando a contribuir en un mantenimiento de la función pulmonar durante la infancia. De manera inversa, la inactividad es una de las principales causas de la acumulación de grasa en el cuerpo a edades infantiles (300).

Se ha demostrado la existencia de una relación entre la condición física y los volúmenes pulmonares en niños y adolescentes. Asimismo, se ha reportado que los aumentos en el estado físico durante la infancia y adolescencia se relacionan con un mayor desarrollo de los volúmenes pulmonares a lo largo del tiempo (301). Por otro lado, la AF y la condición física están relacionadas entre sí, ya que, la práctica regular de AF puede mejorar la condición física (64). De este modo, la práctica regular de AF durante la infancia podría influir en la condición física y, a su vez, influir en la función pulmonar durante la infancia.

1.4. Fisiología en redes

El cuerpo humano está compuesto por varios sistemas de órganos, y cada uno de ellos tiene una estructura compleja y mecanismos reguladores propios que llevan a un comportamiento complejo, transitorio, intermitente y no lineal (302–305). Por esa razón, la calidad de la función humana depende de la coordinación sincronizada, armoniosa y compleja de todos los subsistemas del cuerpo, desde las moléculas hasta los órganos. Aunque cada subsistema funciona de manera autónoma, es crucial que trabajen juntos de manera coherente (306). La coherencia fisiológica se refiere a cómo el sistema coherente opera bajo un patrón de actividad eficiente/óptimo en comparación con un patrón errático/discordante (307). Esta interacción coordinada de todos los subsistemas para lograr la coherencia fisiológica es el

fundamento del nuevo campo de la fisiología de redes (308–312). En esta perspectiva, se reconoce que los subsistemas interactúan en red y que la comprensión de su coordinación puede tener importantes implicaciones para el bienestar humano (Figura 6). Los sistemas fisiológicos en el cuerpo humano interactúan dinámicamente para producir diferentes estados y funciones fisiológicas que ayudan a mantener un estado de salud óptimo (302,310).

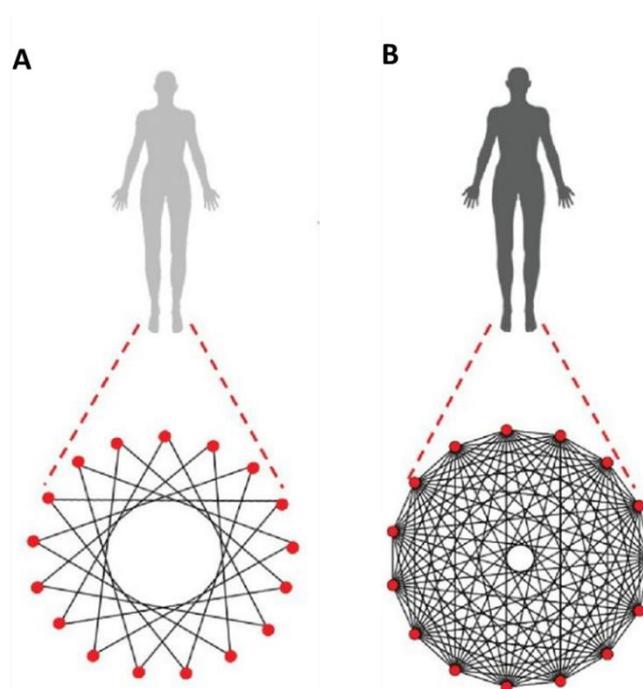


Figura 6. Efectos del ejercicio sobre la conectividad, complejidad y diversidad de las redes fisiológicas funcionales. De izquierda a derecha: (A) representa una conectividad débil o subexpresada, indicativa de un estado no funcional, mientras que (B) ilustra la conectividad funcional, característica de un estado saludable y en forma (313).

Sin embargo, la desconexión de la comunicación entre los órganos puede resultar en la disfunción de los sistemas individuales o provocar una serie de fallos que llevan al colapso de todo el cuerpo como puede ser la fiebre, la hipertensión, la neumonía, la sepsis, el coma y el fallo multiorgánico (314–317). Los órganos se coordinan para generar un comportamiento global del cuerpo humano como una única entidad que tiene la capacidad de adaptarse a los cambios internos y externos para mantener la homeostasis (318). De este modo, influir en las asociaciones en red de los sistemas podría ser una estrategia efectiva para prevenir la aparición de enfermedades agudas y mejorar la salud en general (Figura 6).

Se conoce la existencia de una interacción de la red de ondas cerebrales asociados a distintos estados fisiológicos (319), donde la plasticidad como la neuromodulación desempeñan funciones fundamentales en la modificación de la excitabilidad cerebral y en la regulación de estos estados fisiológicos como por ejemplo el sueño y la vigilia (320). La elevada plasticidad del sistema nervioso es lo que permite su capacidad para llevar a cabo distintas funciones y ajustarse a los cambios ambientales a corto y largo plazo. La plasticidad neuronal se produce en diversos niveles de organización y en una amplia variedad de escalas temporales (321). Durante la infancia, se ha reportado un mayor número de interacciones entre los sistemas a diferencia de los adultos. De este modo, se ha observado un mayor número de interacciones en red durante el periodo de la infancia respecto a la adultez entre el sistema nervioso central con el sistema vascular (322). Esto sugiere que la fisiología infantil transmite una mayor cantidad de información desde el corazón hacia los núcleos cerebrales en contraste con los adultos.

Por otra parte, la conexión entre el corazón y la respiración se debilita a medida que se envejece, disminuyendo la influencia de la respiración en el corazón. Con ello, se evidencia las manifestaciones claras de envejecimiento dinámico entre ambos sistemas. Por esa razón, se infiere que los análisis de la dinámica compleja y no lineal del sistema cardiovascular podrían esclarecer los mecanismos de la circulación sanguínea, demostrando que el corazón, los pulmones y el sistema vascular actúan como un conjunto dinámico integrado (323).

La etapa infantil se convierte en un periodo en el que se establecen mayor número de interacciones entre los sistemas, ya que estos se encuentran inmaduros y en plena formación (322). Se cree que la formación y desarrollo de estas conexiones en red durante esta etapa es podría ser importante para mantener un estado de salud óptimo a futuro.

1.4.1. Relación entre la fisiología en redes y el gateo

Actualmente, es limitada la literatura científica que mencione la fisiología en red entre órganos o sistemas durante el desarrollo motor en las primeras etapas de vida y, específicamente, durante la etapa del gateo. Se conoce que durante el crecimiento y desarrollo de los niños, se pueden observar cambios no solo en sus aspectos físicos y biológicos, sino también en aspectos cognitivos, sociales y conductuales, llegando a tener un impacto duradero en su vida (324,325). De este modo, durante este desarrollo infantil, se establecen relaciones dinámicas no lineales entre variables biológicas, cognitivas, conductuales y de salud a lo largo del tiempo (326).

El cerebro humano experimenta una evolución desde una estructura que presenta una actividad relativamente baja, hacia un órgano extremadamente complejo que es capaz de procesar cada vez más procesos sofisticados (327). Durante el desarrollo infantil, las redes cerebrales funcionales experimentan una evolución que se correlaciona con las modificaciones en las oscilaciones neuronales (328). Investigaciones previas han reportado la existencia de conexiones funcionales robustas, principalmente en las regiones frontal y parieto-occipital, en recién nacidos (329,330). Conforme avanza la infancia, se produce un cambio en la topología de la red cerebral, desde una estructura aleatoria hacia una más eficiente y organizada en niños pequeños (331) y en escolares (332). Durante las primeras etapas de desarrollo del cerebro humano, se observan conexiones intermitentes de largo alcance que podrían desempeñar un papel como una guía interna para el desarrollo temprano de las redes cerebrales, lo que depende de su actividad (329). Por lo que se conoce que la infancia es una etapa crucial y de gran importancia en el desarrollo del cerebro humano, donde incluso cambios sutiles pueden ser amplificadas de manera significativa a medida que se desarrollan diferentes procesos (333).

El cerebro humano experimenta cambios significativos a medida que envejece, y una de las formas en que se refleja esto es en el aumento de la importancia de las frecuencias más altas,

por ejemplo, las ondas alpha, beta y gamma. Además, se ha observado que diferentes regiones del cerebro experimentan cambios específicos en las frecuencias que utilizan para comunicarse con otras partes del cuerpo. A medida que el cerebro madura, las redes de ondas de baja frecuencia, por ejemplo la delta y theta, se vuelven más densas pero se extienden por todo el cerebro, mientras que las redes de ondas de alta frecuencia se vuelven más dispersas pero altamente agrupadas (327). El papel que desempeña el cerebro es fundamental para facilitar las funciones vitales del cuerpo y regular los sistemas fisiológicos y orgánicos, tales como el sistema musculoesquelético y locomotor (309).

El sistema musculoesquelético brinda un soporte constante al cuerpo a través de diferentes estados fisiológicos o de alerta, que se caracterizan por la activación coordinada y sincronizada de grupos musculares específicos para cada movimiento (334–337). Además, se produce una comunicación intensa entre los ritmos cerebrales dentro y entre diferentes áreas corticales (302,319,338–341). La coordinación y control de varios grupos musculares en diferentes estados fisiológicos requiere la sincronización de una gran cantidad de neuronas y una red de interacciones funcionales entre los ritmos cerebrales y musculares. Esto implica tanto la actividad colectiva de las neuronas como una comunicación cruzada entre los ritmos cerebrales (bandas de frecuencia) y las funciones musculares (342).

El gateo puede generar cambios neuronales que mejoran la organización cortical del cerebro (46) debido a las habilidades que se adquieren para integrar los sistemas sensoriales y motores en los bebés (19,20). Por lo tanto, fomentar la etapa del gateo durante la infancia podría tener un impacto en la comunicación entre el sistema nervioso y el sistema musculoesquelético (334,342), lo que a su vez podría mejorar la conexión entre sistemas, como el cardiovascular y el respiratorio (322,323), entre otros. Aunque se desconoce el impacto que la etapa del gateo tiene en la fisiología en redes durante la infancia.

1.4.2. Relación entre la fisiología en redes y el estilo de vida activo

La fisiología, y específicamente la fisiología del ejercicio, debe emprender un esfuerzo significativo para reconstruir los procesos biológicos. Esto implica no solo enfocarse en las interacciones a nivel molecular y establecer inferencias estadísticas estáticas para el organismo en su conjunto, como el rendimiento o el estado de salud (Figura 7 a la izquierda), sino también integrar todos los niveles de la jerarquía biológica (por ejemplo, molecular, celular, tejido, órgano o sistemas, Figura 7 a la derecha). En otras palabras, se debe evitar que exista una desconexión entre las estructuras y las funciones en el nivel micro y macro, y considerar las múltiples sinergias verticales que pueden interactuar entre sí.

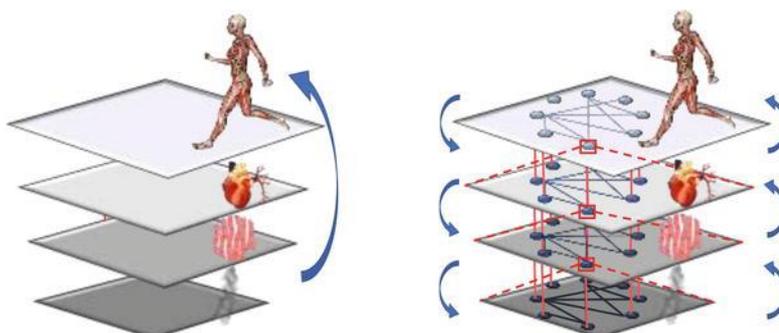


Figura 7. Contraste entre la fisiología molecular del ejercicio (izquierda), que se enfoca en enfoques estáticos de inferencia estadística ascendente no dinámica, y la fisiología del ejercicio en red (derecha), que se centra en la dinámica compleja de las interacciones en la red fisiológica tanto en sentido vertical como horizontal (343).

Las interacciones entre los elementos generan información novedosa que influye en el destino de esos elementos y, en última instancia, en el sistema en su conjunto (343). En la literatura sobre fisiología del ejercicio, se ha puesto un fuerte énfasis en la dinámica de interacción predominante en los seres humanos, en contraste con la típica dinámica dominante de componentes en máquinas (344–347). Esto implica que el comportamiento de sistemas complejos adaptativos no se puede explicar únicamente a través de fuentes de variabilidad, procesos o mecanismos locales que son independientes de manera lineal. Por ejemplo, los fisiólogos del ejercicio no pueden depender de criterios cuantitativos críticos en sistemas como

el cardiovascular, respiratorio, metabólico o neuromuscular para explicar los límites del rendimiento (348–350). En su lugar, deben ajustar sus hipótesis de investigación basándose en las propiedades de los sistemas complejos adaptativos

1.4.2.1. La actividad física

La AF regular puede influir en la fisiología en redes al estimular y coordinar la función de diferentes sistemas corporales, como el sistema cardiovascular, respiratorio y metabólico, entre otros. La AF, o su ausencia, ejerce influencia sobre diversos tejidos, órganos y sistemas del cuerpo (351). Las mioquinas generadas por el sistema musculoesquelético pueden tener un efecto endocrino como paracrino, que facilita la comunicación efectiva entre los diferentes tejidos del cuerpo. En concreto, las exerquinas son un tipo de mioquinas que se liberan durante el ejercicio físico (352).

Así mismo, varios estudios han demostrado que los niveles bajos de AF y los hábitos poco saludables se relacionan con la ausencia de oportunidades para la regulación de las redes de interacción, lo que puede impulsar la progresión de enfermedades crónicas como cardiopatías, accidentes cerebrovasculares, diabetes y enfermedades pulmonares crónicas, entre otras (351,353,354). En efecto, la AF regular puede proteger contra la regulación excesiva de citoquinas inflamatorias y reducir la respuesta simpática (355). El ejercicio diario activa la respuesta parasimpática a través del nervio vago y las vías colinérgicas antiinflamatorias. La liberación de acetilcolina por el nervio vago puede reducir la liberación de citocinas proinflamatorias (356,357). El nervio vago es conocido por su efecto en la frecuencia cardíaca, lo que resulta en una frecuencia cardíaca basal más baja y una frecuencia cardíaca submáxima más baja durante el esfuerzo (356). La vía parasimpática del sistema nervioso no tiene una inervación directa en la mayoría de los órganos, pero puede ejercer efectos antiinflamatorios a través de la vía colinérgica antiinflamatoria, tal como se ha observado en el caso del intestino (358).

En el ejercicio aeróbico máximo, el cuerpo experimenta una gran cantidad de estrés en varios sistemas, sin embargo, se mantiene la homeostasis (359). Este esfuerzo requiere una interacción compleja y sofisticada entre diferentes órganos, así como una integración genética de varias funciones. Fomentar un estilo de vida activo se asocia con un período prolongado de buena salud y puede retrasar la aparición de numerosas enfermedades crónicas, mejorando así la calidad de vida (351).

La etapa infantil es de gran trascendencia para el desarrollo del cerebro, dado que incluso pequeñas modificaciones pueden ser significativamente ampliadas a medida que se llevan a cabo diversos procesos (333). Los niños que realizan AF de forma regular presentan una mayor conectividad funcional en forma de red entre diferentes regiones del cerebro, lo que sugiere una mayor plasticidad cerebral (360). El nivel de plasticidad del sistema nervioso es el responsable de la habilidad para ejecutar múltiples funciones y ajustarse a cambios de corto y largo plazo en el entorno (319). El cerebro tiene una función crucial en la facilitación de las funciones corporales esenciales y en la regulación de los sistemas fisiológicos y orgánicos, incluyendo el sistema musculoesquelético y locomotor (309). Investigaciones recientes han comprobado que las conexiones de red entre las ondas cerebrales presentan diversos patrones de acoplamiento y plasticidad de red que son imprescindibles para la creación de estados y funciones fisiológicas (319,339,361). Por lo que adoptar un estilo de vida activo en la infancia podría tener efectos en la coordinación entre sistemas, facilitando al organismo la adaptación al entorno y la prevención de enfermedades. Actualmente, se desconoce el impacto que tiene la AF en la fisiología en redes de los sistemas/tejidos de niños sanos.

1.4.2.2. Interacciones cardiorrespiratorias

En el contexto del ejercicio, se ha estudiado en adultos la coordinación entre el sistema cardiovascular y respiratorio a través de un análisis de componentes principales. El análisis de componentes principales se emplea para identificar y cuantificar si el aumento y la

disminución de los patrones de tiempo de diferentes procesos fisiológicos están estadísticamente relacionados o, en otras palabras, permite evaluar la magnitud en la que los patrones temporales de respuestas fisiológicas varían conjuntamente a lo largo del tiempo. Este análisis se llevó a cabo utilizando series temporales de diversas variables, como la fracción espirada de O₂, la fracción espirada de CO₂, la ventilación, la PAS, la PAD y la frecuencia cardíaca, registradas durante pruebas de ejercicio cardiorrespiratorio. La coordinación cardiorrespiratoria en adultos se ha empleado para examinar cómo diferentes programas de entrenamiento (362,363), modificaciones en las pruebas de ejercicio (364–367), intervenciones nutricionales (368) y condiciones médicas patológicas (369) afectan a esta coordinación. Los principales resultados de estos estudios en adultos sugieren que la coordinación cardiorrespiratoria es más sensible y responde de manera más eficaz a los efectos del ejercicio en comparación con parámetros cardiorrespiratorios aislados, como el VO₂ máx y otros indicadores convencionales de la capacidad aeróbica.

1.4.2.3. Interacciones intermusculares

La coordinación intermuscular se refiere a cómo se distribuye la activación muscular o la fuerza entre músculos de forma individual para lograr un conjunto específico de movimientos en las articulaciones (370). Por lo tanto, el control neuromuscular en el ejercicio y las actividades diarias no se limita a simplemente activar o desactivar los músculos, sino que implica un control preciso para seleccionar los tipos adecuados de fibras musculares y sincronizar su activación (339,341,371). Las técnicas que se basan en el análisis de la señal electromiográfica en el dominio de la frecuencia de la superficie de la piel son las más apropiadas para inferir información sobre cómo se reclutan las unidades motoras y fibras musculares, ya que (i) la velocidad promedio de conducción de las unidades motoras activas se relaciona con las proporciones de tipos de fibras musculares y (ii) los cambios en las propiedades espectrales se relacionan con cambios en la velocidad promedio de conducción. La coherencia intermuscular

es un método comúnmente utilizado para estudiar cómo interactúan dos músculos en el dominio de la frecuencia, estimando cuánta información neuronal comparten durante tareas motoras voluntarias (372). A pesar de su importancia clínica para evaluar la coordinación intermuscular, la coherencia intermuscular ha sido criticada recientemente por no ser capaz de identificar el acoplamiento dinámico no lineal entre las frecuencias (373), lo que significa que no detecta las interacciones entre diferentes tipos de fibras musculares en los músculos.

1.4.2.4. Interacciones cortico-musculares

La actividad musculoesquelética se ajusta constantemente a través de estados fisiológicos para permitir la coordinación, la flexibilidad y la adaptación a diversas tareas y estímulos externos. A pesar de la importancia del sistema muscular en las funciones vitales del cuerpo, la compleja red de interacciones entre el cerebro y los músculos, necesaria para controlar la activación de numerosos músculos y sincronizarlos en diversos estados fisiológicos, ha recibido una atención limitada en la investigación. Un reciente estudio (342) se centró en identificar y medir el acoplamiento entre patrones sincrónicos en las señales cerebrales y la activación de los músculos periféricos durante el sueño y la vigilia. Los resultados desvelaron principios subyacentes previamente desconocidos en la comunicación y el control entre el cerebro y los músculos, proporcionando nuevas perspectivas sobre la regulación de la actividad cerebral y la función motora. Estos descubrimientos tienen posibles implicaciones clínicas en enfermedades neurodegenerativas, trastornos del movimiento, problemas del sueño y en el desarrollo de terapias eficaces.

1.5. Vacío de conocimiento

La comprensión de la importancia de un estilo de vida activo desde la infancia ha ganado reconocimiento en la promoción de la salud a lo largo de la vida, debido a su capacidad para prevenir enfermedades (62–64) y abordar problemas de salud como el sobrepeso y las enfermedades respiratorias (103). A su vez, se reconoce que el gateo antes de caminar puede influir en la salud tanto en la infancia como en la adultez (19–21), aún existe una falta de comprensión sobre su impacto exacto en la prevención de enfermedades. Dado que el cuerpo humano funciona como un sistema complejo, donde la sincronización entre diferentes sistemas es crucial para mantener la fisiología humana en óptimas condiciones (302–305), la relación entre un estilo de vida activo, el gateo y sus efectos en las interacciones entre los sistemas corporales sigue siendo poco clara. Por lo tanto, existe una falta de evidencia científica sobre el impacto combinado del estilo de vida activo, el gateo y la combinación de estos en la salud, así como en su papel como moduladores en la asociación entre sistemas como la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física. Esta comprensión es fundamental para avanzar en la promoción de la salud integral desde la infancia, ofreciendo nuevas perspectivas sobre cómo fomentar hábitos saludables desde una edad temprana.



1. Estudiar el efecto de un estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en niños y niñas sanos de 7 años de edad.

1.1. Describir las diferencias en función del estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en niños y niñas sanos de 7 años.

1.2. Estudiar las asociaciones en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en todos los niños y niñas, y en los subgrupos definidos por el estilo de vida activo.

2. Analizar el efecto del gateo antes de caminar sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en niños y niñas sanos de 7 años de edad.

2.1. Describir las relaciones del gateo antes de caminar en la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en niños y niñas sanos de 7 años.

2.2. Mostrar las asociaciones en red moduladas por el gateo antes de caminar, entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en niños y niñas sanos de 7 años.

3. Describir el efecto combinado del gateo antes de caminar y un estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en niños y niñas sanos de 7 años de edad.

- 3.1. Mostrar las relaciones del gateo antes de caminar y un estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en niños y niñas sanos de 7 años.
- 3.2. Estudiar las asociaciones en red, moduladas por el gateo antes de caminar y un estilo de vida activo, sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en niños y niñas sanos de 7 años.



3.1. Tipo de diseño y estudio

Se trata de un estudio clínico observacional sobre la población infantil de las escuelas de educación primaria de Salt (Els Arrels y El Gegant del Rec) y Cassà de la Selva (Aldric, Puig d'Arques y La Salle), en la provincia de Girona, entre los años 2016 y 2018. Este estudio forma parte del proyecto PEHC (Physical Education, Health and Children).

El diseño para el primer objetivo se trata de un análisis transversal en escolares (niños y niñas) de 7 años de edad de segundo de educación primaria. En cambio, el diseño para los objetivos dos y tres son estudios longitudinales retrospectivos de casos y controles en escolares de 7 años de edad (segundo curso de educación primaria).

3.2. Consideraciones éticas

Para asegurar que el estudio cumplió los criterios legales, éticos y de metodología, se solicitó la valoración del proyecto al Comité de Ética de Investigación del Hospital Universitario Dr. Josep Trueta de Girona. La realización del proyecto de investigación siguió los distintos puntos de la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial del año 1989), y las normas de buena práctica clínica. Antes de la realización del proyecto, se informó a los responsables legales de los participantes y se solicitó, por escrito, una autorización parental de participación y, otra para la grabación de contenido audiovisual necesaria para el análisis de las variables de la competencia motriz y la condición física. La recogida de datos, y su tratamiento, se realizó con confidencialidad, respeto la Ley Orgánica 15/1999 del 13 de diciembre, tratando la protección de datos de carácter personal. Se garantizó el anonimato de los participantes del estudio de acuerdo con la Ley de Secreto Estadístico 12/1989 del 9 de mayo.

3.3. Sujetos del estudio

Un total de $n= 275$ escolares (niños y niñas) de segundo de educación primaria fueron seleccionados de las escuelas participantes entre el curso académico de 2016-2017 y 2017-2018. La obtención de la muestra se realizó en el colegio de educación infantil y primaria (CEIP) Puig d'Arques, CEIP Aldric y La Salle en Cassa de la Selva (Girona), y el CEIP Arrels y CEIP El Gegant del Rec en Salt (Girona) con el fin de reclutar a los escolares de 7 años de edad.

3.3.1. Reclutamiento de la muestra

Para el reclutamiento de la muestra, se informó en primer lugar a las escuelas y profesores donde se explicaron los objetivos del estudio y, en segundo lugar, se pactó una reunión con las familias de los posibles participantes (generalmente padres y madres) en el inicio del curso académico para informar del estudio que se quería llevar a cabo. Una vez informados, y habiendo resuelto todas las dudas en ambas reuniones, se hizo entrega de un documento informativo de los días de recogida de las variables. En el mismo documento, se les informa de que para las variables de competencia motriz sería necesario la captación de imágenes fotográficas y de vídeo para su posterior análisis, también se apuntó la necesidad de asistir a la escuela con ropa y calzado deportivo para la recogida de algunas variables. Una vez finalizadas las reuniones, se dio una semana para que los padres/madres hicieran entrega del consentimiento informado y audiovisual para la participación de sus hijos/as en el estudio.

3.3.1.1. Muestra

Finalmente, un total de $n= 228$ escolares (niños y niñas) aparentemente sanos de segundo de primaria [110 niños y 118 niñas; edad $7,45 \pm 0,33$ años] han sido incluidos para la muestra del estudio entre los cursos 2016-17 y 2017-18. Se consideró que los niños y niñas aparentemente

sanos son aquellos que, según observaciones o evaluaciones médicas básicas, no presentan signos evidentes de enfermedad o trastorno físico o mental.

3.3.1.2. Submuestra del gateo

De la muestra del estudio $n=228$ escolares (niños y niñas) aparentemente sanos de 7 años de edad, un total de $n=45$ no gatearon antes de caminar, $n=145$ si gatearon antes de caminar y $n=38$ que no recordaron el dato. Para ello se utilizó el G*Power 3.1. que ayudó a determinar el número de submuestra necesaria para los estudios en la que se empleaban los grupos de no gateo y gateo (más información en el apartado 3.3.1.2.1.). Por esa razón, se escogió una submuestra de la muestra total para que los resultados obtenidos no estuviesen influenciados por el número de participantes de cada grupo, siendo mucho mayor el grupo de escolares que gatearon. Para ello, se excluyeron algunos gateadores con el fin de igualar ambos grupos. Para la exclusión y equiparación de los grupos de gateo en la submuestra, se utilizó una calculadora de números aleatorios para seleccionar los casos y se realizó una selección aleatoria. Con el programa Microsoft Excel, se crearon números aleatorios y después se organizaron los datos utilizando esos números para elegir una muestra al azar, distribuyendo el número de participantes en cada grupo (no gateadores $n=35$ y gateadores $n=42$), siendo un total de 77 escolares aparentemente sanos (Figura 8).

Los participantes en los tres estudios siempre han sido los mismos niños y niñas, aunque el tamaño de la muestra ha variado. En la muestra total, se contaron con 228 niños y niñas, mientras que en la submuestra se seleccionaron 77 niños y niñas que formaban parte de la muestra total.

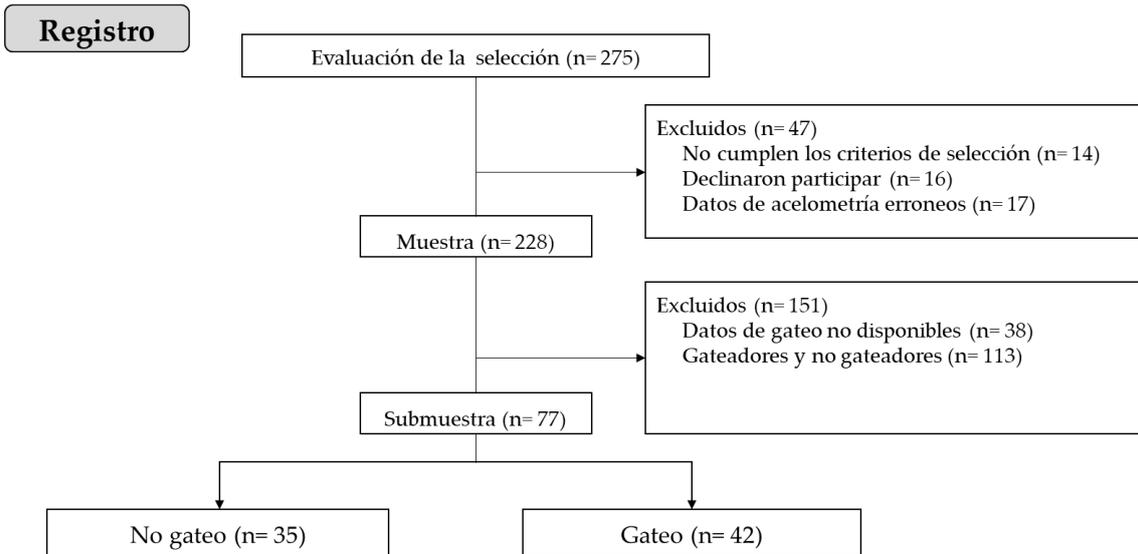


Figura 8. Diagrama de flujo donde se muestra la metodología empleada para la obtención de la submuestra del estudio tras la valoración de los criterios de selección.

3.3.1.2.1. Estimación del tamaño de la submuestra del gateo

Para determinar el tamaño de la submuestra del estudio, se realizó un análisis usando G*Power 3.1. Las anteriores investigaciones que evaluaron los efectos del gateo en las capacidades de predicción visual en el procesamiento de objetos espaciales reportaron un d de Cohen = 0,59. En el anterior estudio, la habilidad de predicción visual de los bebés de 9 meses en el contexto de procesamiento de objetos espaciales se duplicó en los bebés que gatearon en comparación con los que no gatearon (43). Se eligió el t test como el test familiar y la prueba estadística de medias para comparar las diferencias entre dos medias independientes (dos grupos). Se utilizó el análisis de potencia a priori para calcular el tamaño de muestra necesario, considerando un tamaño de efecto de $d=0.59$, un nivel de significancia $\alpha < 0.05$ y una potencia $(1-\beta)=0.80$, lo que resultó en un tamaño de muestra total estimado de 74 sujetos.

Por ello, para evaluar el impacto del gateo, se ha extraído una submuestra al azar de la muestra con un total de $n=77$ escolares ($7,49 \pm 0,34$ años; 37 niños y 40 niñas) que finalmente se incluyeron en un estudio longitudinal retrospectivo de casos y controles.

3.4. Criterios de selección

Los criterios de inclusión para la muestra total fueron aquellos niños y niñas con:

- 1) Edad entre 7 y 8 años.
- 2) Aparentemente sanos.
- 3) Matriculados en una de las escuelas del estudio en segundo de primaria.
- 4) Con firma del consentimiento informado y audiovisual.

Los criterios de exclusión para la muestra total fueron aquellos:

- 1) Anomalías congénitas o adquiridas que pueda afectar a los datos o a la recogida de datos.
- 2) Evidencia de una enfermedad crónica o uso crónico de medicamentos que pueden afectar a las variables del estudio.
- 3) Enfermedad músculo-esquelética o neurológica.
- 4) Limitaciones motoras funcionales.
- 5) Dolor o disfunción en las extremidades superiores o inferiores.
- 6) Anomalías cardiovasculares o hipertensión.
- 7) Sin el consentimiento informado y audiovisual firmado.

Los criterios de exclusión para la elección de la submuestra fueron aquellos niños y niñas con:

- 1) Falta de datos o dudas en el cuestionario del gateo.

3.5. Variables

Para la recogida de los datos, se consensó con las escuelas el día para la recogida de los datos. Cada escuela tenía un día asignado dentro del calendario académico. Para todas las escuelas los datos se recogieron la misma semana.

Todos los datos se recogieron durante la mañana, las variables clínicas y antropométricas se recogieron a primera hora. A posteriori, se recogieron las variables cardíacas y pulmonares y, finalmente, las variables de competencia motriz y de condición física.

Únicamente, las variables de AF (acelerometría) y el gateo (cuestionario) se recogieron fuera de esa mañana en la escuela (ver en páginas 87-88).

Las mediciones de las variables empleadas en el estudio fueron recogidas por un total de 4 investigadores formados para la recogida (un investigador para la recogida de las variables de la composición corporal, otro para las variables cardiopulmonares, otro para las variables de la CM y, por último, otro más para las variables de la condición física, la AF y el gateo) que desconocían las características de los grupos tanto del estilo de vida activo como del gateo a los que pertenecían los participantes.

3.5.1. Variables antropométricas y composición corporal

Se recogieron las variables antropométricas, algunas de ellas se estandarizó por edad y sexo utilizando los valores de referencia regionales (374). Para este estudio se expresaron las variables de peso, altura e IMC como valores tipificados (z-score) utilizando la siguiente formula:

$$\text{z-score} = \frac{(x - \mu)}{\sigma}$$

3.5.1.1. Peso

Para la recogida del peso previamente se calibró la báscula (Portable TANITA; 240MA, Ámsterdam, Países Bajos). Los escolares debían de subirse a la báscula con ropa ligera y en ayunas. Una vez recogido el dato en kilogramos, se estandarizó por la edad y el sexo empleando los valores de referencia regionales.

3.5.1.2. Altura

Para la medición de la altura se empleó un estadiómetro de pared (SECA SE206, Hamburgo, Alemania). Los escolares debían estar descalzos. Los resultados se obtuvieron en centímetros, posteriormente se estandarizó la altura por la edad y el sexo utilizando los valores de referencia regionales.

3.5.1.3. Índice de masa corporal

El IMC de cada participante se calculó mediante la fórmula kg/cm^2 . Los valores de estandarización del IMC se ajustaron por la edad y el sexo de los datos normativos de la región.

3.5.1.4. Perímetro de cintura

Las medidas del perímetro de cintura de los escolares fueron recogidas de pie y con poca ropa empleando el protocolo ISAK (375). Los datos del perímetro de cintura fueron recogidos en un punto medio entre la cresta ilíaca y el arco costal inferior (aproximadamente a nivel umbilical) con el participante en bipedestación. Para recoger el valor del perímetro de cintura en centímetros se empleó una cinta métrica flexible (Lufkin Industries Inc. Odessa, TX, EE.UU.).

3.5.1.5. Masa grasa

Para recoger la masa grasa se evaluó mediante la prueba de BIA (Portable TANITA; 240MA, Ámsterdam, Países Bajos). Para la realización de la prueba de BIA fue necesario que los participantes estuviesen con ropa ligera, descalzos, en ayuno y con la vejiga vacía. La masa grasa se expresó en kilogramos de masa grasa en el cuerpo.

3.5.1.6. % de masa grasa

Para recoger el porcentaje de masa grasa (% de masa grasa) se evaluó mediante la prueba de BIA (Portable TANITA; 240MA, Ámsterdam, Países Bajos). Para la realización de la prueba de BIA fue necesario que los participantes estuviesen con ropa ligera, descalzos, en ayuno y con la vejiga vacía. El porcentaje de masa grasa se expresó en % de masa grasa en el cuerpo.

3.5.1.7. Masa muscular

Para recoger la masa muscular se evaluó mediante la prueba de BIA (Portable TANITA; 240MA, Ámsterdam, Países Bajos). Para la realización de la prueba de BIA fue necesario que los participantes estuviesen con ropa ligera, descalzos, en ayuno y con la vejiga vacía. La masa muscular se expresó en kilogramos de masa muscular en el cuerpo.

3.5.1.8. Relación masa grasa – masa muscular

Para calcular la FMR fueron necesarios los valores de cantidad de masa grasa y masa muscular expresado en kilogramos (376). La fórmula empleada para calcular esta variable ha sido la siguiente:

$$\text{FMR} = \frac{\text{Masa grasa (kg)}}{\text{Masa muscular (kg)}}$$

3.5.2. Variables cardiopulmonares

3.5.2.1. Presión arterial

En referencia a las variables de la PA se recogieron la PAS y la PAD.

Para la PA se midió con el participante en sedestación y el brazo derecho en posición supina (377). Se empleó un esfigmomanómetro validado (OMRON M3 Intellisense, Kyoto, Japón) con un manguito de tamaño apropiado para el brazo de un niño/a.

Se registraron los promedios de tres recogidas de cada sujeto con un descanso entre las pruebas realizadas. Los resultados obtenidos de la PAS y PAD se expresaron en milímetros de mercurio (mmHg).

3.5.2.2. Función pulmonar

En referencia a las variables de la función pulmonar, se recogieron con un espirómetro validado (In2itive Vithalograph, Lenexa, KS, EE.UU.) la capacidad vital forzada (FVC) y volumen espiratorio forzado en 1 segundo (FEV₁) mediante una espirometría forzada.

Las pruebas fueron realizadas en una sala proporcionada por la escuela. Para la ejecución de la espirometría se acomodó al escolar en sedestación y fueron necesarias mínimo 3 pruebas aceptables. Las espirometrías fueron captadas por un experto con previa formación de la prueba de espirometría. Previamente a las recogida de datos, el espirómetro empleado se calibró mediante una aguja de 2 litros de capacidad. Una vez recogidos los datos, se recopilaron los informes y se excluyeron aquellas pruebas que habían salido con valores alterados. Las espirometrías cumplieron con las pautas de estandarización internacional en niños/as (378).

3.5.2.2.1. Capacidad vital forzada

La FVC se obtuvo mediante la realización de una espirometría forzada con un espirómetro validado (In2itive Vithalograph, Lenexa, KS, EE.UU.) cuyo valor obtenido se expresó en mililitros.

3.5.2.2.2. Volumen espiratorio forzado en 1 segundo

El FEV₁ se obtuvo mediante la realización de una espirometría forzada con un espirómetro validado (In2itive Vithalograph, Lenexa, KS, EE.UU.) cuyo valor obtenido se expresó en mililitros.

3.5.3. Variables de la competencia motriz

Se recogieron 7 habilidades motrices agrupadas en 2 grupos: [habilidades de locomoción (HL), habilidades de control de objetos (HCO)] (379). El test “Canadian Agility and Movement Skill Assessment” (CAMSA) mide habilidades motrices ejecutadas de forma combinada en un entorno dinámico y teniendo en cuenta el tiempo dedicado a la actividad proporcionando el valor de competencia motriz (380).

Las variables de la competencia motriz se recogieron al final de la mañana, posteriormente a la recogida de las variables antropométricas, cardiovasculares y pulmonares, pero antes de las variables de condición física.

Para la recogida de las variables de la competencia motriz fue necesario filmar con vídeo las pruebas para luego extraer correctamente los datos. La prueba fue controlada, y analizada posteriormente, por el mismo experto (379).

3.5.4. Variables de la condición física

Para las variables de la condición física se consideró la resistencia cardiorrespiratoria (RCR), la fuerza muscular de la extremidad inferior del cuerpo (FEI) y la fuerza muscular de la extremidad superior del cuerpo (FES).

Tanto la variable de la RCR, como la FEI se midieron únicamente en los participantes del estudio de la recogida de datos del 2017-2018, por lo que la muestra con estas dos variables fue inferior (n=164).

Las variables de la condición física se recogieron al final de la mañana y a la tarde, posteriormente a la recogida de las variables antropométricas, cardiovasculares, pulmonares y de competencia motriz.

3.5.4.1. Resistencia cardiorrespiratoria

La RCR se evaluó mediante el test de correr 800 metros. El objetivo de esta prueba era completar 800 metros, alrededor de 2 conos separados por 40 metros de distancia, en el menor tiempo posible. Se registró el tiempo total para recorrer 800 metros en minutos. El hecho de tener un menor tiempo en la prueba indica una mayor condición cardiorrespiratoria del niño/a (381).

La muestra total obtenida para la resistencia fue de 164 escolares.

3.5.4.2. Fuerza muscular de la extremidad inferior del cuerpo

La FEI se evaluó mediante la prueba del salto horizontal. Para la prueba, se pidió que cada escolar saltara lo más lejos posible, parado, manteniendo los pies juntos y manteniendo una postura erguida. Se recogería para el análisis el mejor resultado de los dos intentos de salto en centímetros (382).

La muestra total obtenida para la FEI fue de 164 escolares.

3.5.4.3. Fuerza muscular de la extremidad superior del cuerpo

La FES se midió mediante una prueba manual de fuerza de agarre. Consistía en apretar un dinamómetro analógico (TKK 5001, Grip-A, Takei, Tokyo) de forma gradual y continua durante al menos 5 segundos. Para la prueba, se estandarizó el tramo de agarre en 5,0 centímetros. La prueba se realizó dos veces con cada mano de forma alternada, registrando el valor más alto de cada mano en kilogramos. El promedio de estos dos resultados se utilizó como una medida de la FES en el análisis estadístico.

3.5.5. Gateo

Previamente a la recogida de datos se facilitó a las familias de todos los escolares incluidos en el estudio un cuestionario autoinformado en el que se preguntaba si su hijo/a gateó antes de caminar (SI/NO). El gateo se definió como la locomoción auto-producida usando las manos y las rodillas del bebé, que tuvo lugar antes de caminar y durante el desarrollo motor grueso del bebé. Para la obtención de esta variable, se excluyeron aquellos datos recolectados del gateo en las familias que dudaron de la realización de este ítem durante el desarrollo motor en el primer año de vida del participante.

La diferencia de no gateadores y gateadores se encontró descompensada en la muestra de 228 escolares, por lo que se calculó hacer el estudio con una submuestra de 77 escolares (fueron suficientes para valorar el impacto del gateo durante el desarrollo motor). Un total de 35 escolares no gatearon antes de caminar y, por lo tanto se redujo aleatoriamente a un total de 42 escolares gatearon antes de caminar (más información en el apartado 3.3.1.2.).

3.5.6. Variable de la actividad física

La AFMV se midió con acelerómetros triaxiales (ActiGraph GT3X, Actigraph Corporation, Pensacola, FL, EE.UU.) colocados alrededor de la cintura de los escolares durante siete días consecutivos (24 horas/día). Los acelerómetros se programaron en periodos de un segundo y los datos recogidos se analizaron utilizando el software ActiLife (ActiGraph LLC, Pensacola, Florida, EE.UU.).

Se utilizaron los puntos de corte de Everson para definir las intensidades de AF [sedentaria (0 a 100 counts por minuto), baja intensidad (101 a 2295 counts por minuto), intensidad moderada (2296 – 4011 counts por minuto) e intensidad vigorosa (4012 o más counts por minuto)] (86). Se seleccionaron períodos de 20 minutos de recuentos con valor de cero de forma consecutiva como tiempo sin uso y se procedió a eliminarlos del análisis. Solo se consideraron para el análisis estadístico aquellos registros con al menos 4 días de al menos 10 horas de tiempo válido registrado durante el día, incluyendo un día del fin de semana. Para este trabajo se utilizó el tiempo medio válido dedicado a la AFMV.

3.5.6.1. Estilos de vida según la actividad física diaria

En el estudio se han creado grupos según las recomendaciones de la OMS en dónde se indica que al menos 60 minutos de AFMV se deberían de cumplir al día (383). Se ha agrupado aquellos participantes que tenían un estilo de vida menos activo o inactivo (<60 minutos/día) y los que tenían un estilo de vida activo (>60 minutos/día) dependiendo si cumplía o no el promedio de AFMV recomendada al día.

Para la muestra, un total de 228 escolares (niños y niñas) han sido reportados con los datos de AF. Un total de 108 escolares (niños y niñas) con un estilo de vida menos activo y, un total de 120 escolares (niños y niñas) con un estilo de vida activo (Figura 9).

Para la submuestra, un total de 77 escolares (niños y niñas) han sido reportados en base al gateo con los datos de AF, el cual un total de 32 escolares (niños y niñas) tienen un estilo de vida menos activo frente a 45 escolares (niños y niñas) con un estilo de vida activo.

3.6. Grupos de estudio

Para evaluar el impacto de las recomendaciones para un estilo de vida activo en niños sanos de 7 años de edad, la muestra se dividió en dos grupos: escolares con un estilo de vida menos activo (n=108) y escolares con un estilo de vida activo (n=120).

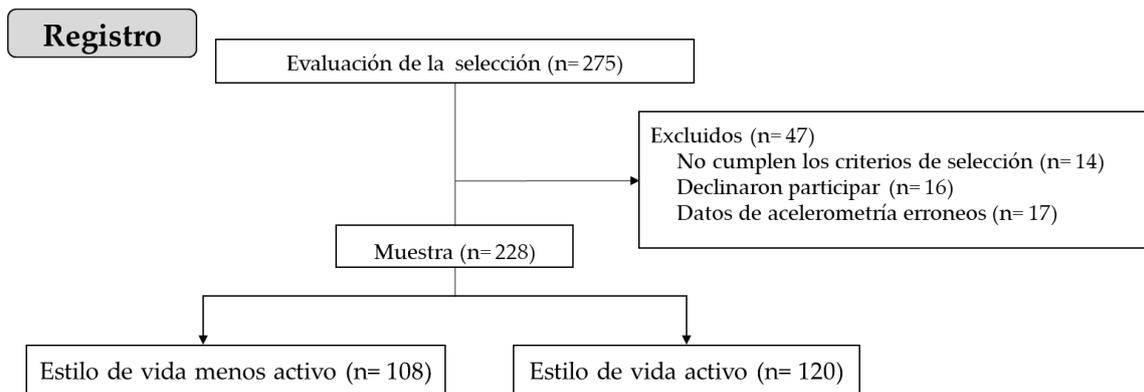


Figura 9. Diagrama de flujo donde se muestra la metodología empleada para la obtención de la muestra del estudio tras la valoración de los criterios de selección y el número de sujetos que forman parte de cada grupo según el estilo de vida activo (estilo de vida menos activo y estilo de vida activo).

Para evaluar el efecto del gateo antes de caminar en escolares sanos de 7 años de edad, con un total de 77 participantes, la submuestra se dividió en dos grupos: escolares que no gatearon antes de caminar (n=35) y escolares que gatearon antes de caminar (n=42) (Figura 10).

Para evaluar el impacto de las recomendaciones para un estilo de vida activo junto con el gateo antes de caminar en escolares sanos de 7 años de edad, la submuestra (n=77) se dividió en cuatro grupos: escolares (niños y niñas) que tienen un estilo de vida menos activo y no gatearon antes de caminar (n=15), escolares (niños y niñas) que no tienen un estilo de vida menos activo y gatearon antes de caminar (n=17), escolares (niños y niñas) que tienen un estilo de vida activo y no gatearon antes de caminar (n=20) y, por último, escolares (niños y niñas) que tienen un estilo de vida activo y gatearon antes de caminar (n=25) (Figura 10).

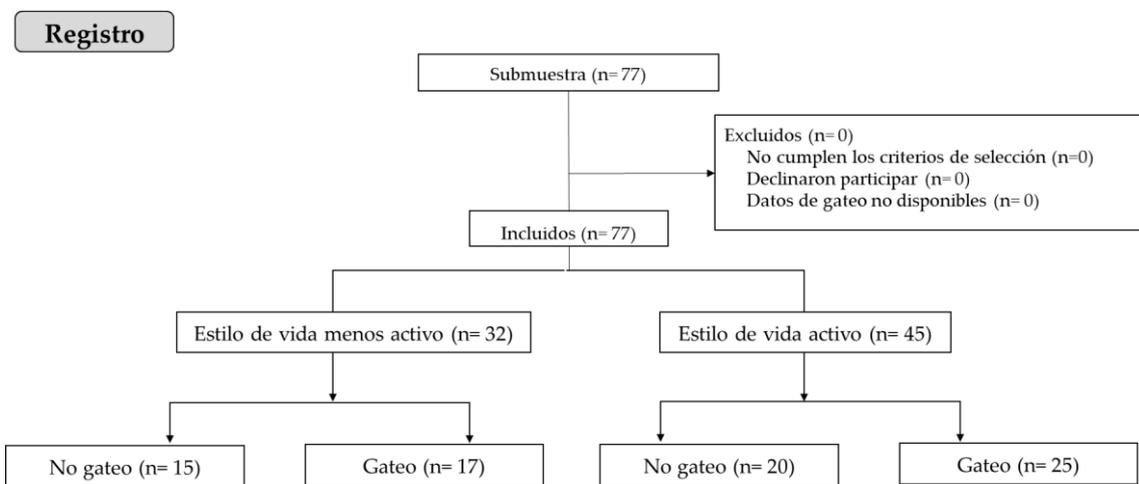


Figura 10. Diagrama de flujo donde se muestra la metodología empleada para la obtención de la submuestra del estudio tras la valoración de los criterios de selección y el número de sujetos que forman parte de cada grupo según el estilo de vida activo con el grupo de gateo antes de caminar: estilo de vida menos activo (no gateo y gateo) y estilo de vida activo (no gateo y gateo).

3.7. Análisis de datos

Los datos se recopilaron con las escalas e instrumentos empleados para el estudio y se almacenaron en un archivo Microsoft Excel 2016. Se utilizó el paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS) en su versión 22.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, EE.UU.) para realizar el análisis de datos.

3.7.1. Análisis estadístico

En primer lugar, se hizo un análisis exploratorio de los datos para identificar los valores atípicos, valores perdidos y comprobar que todas las variables seguían una distribución normal (Kolmogorov-Smirnov). Las variables que no siguieron una distribución normal se transformaron logarítmicamente, ya que se buscó transformar la distribución de los datos y hacerla más simétrica.

En todos los estudios, los resultados de las variables recogidas se expresaron con la media \pm DE cuando son variables cuantitativas y en % cuando se trataron de variables cualitativas. Las diferencias entre los grupos para las variables cuantitativas se analizaron mediante una prueba T de Student para muestras independientes y la Chi cuadrado se utilizó para analizar la relación entre las variables cualitativas. Los datos con diferencias significativas se han representado con gráficos de caja. Para corregir por valores de confusión, se realizó el análisis de regresión múltiple utilizando el método "enter" (384).

En todos los análisis estadísticos se utilizó un intervalo de confianza del 95% y se estableció un nivel de significancia estadística de $p < 0,05$.

3.7.1.1. Matrices y redes de correlación fisiológica

Se seleccionó un conjunto de diferentes variables relacionadas con las siguientes categorías: composición corporal, sistema cardiopulmonar, competencia motriz y condición física. Para estudiar las asociaciones entre tales variables, se utilizó una matriz de red de correlación para cada uno de los dos grupos del estudio. Para crear la matriz de correlación se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para calcular las correlaciones entre los diferentes pares de variables. Posteriormente, se obtuvo la red correspondiente utilizando únicamente las correlaciones estadísticamente significativas obtenidas en la matriz de correlación. Con el objetivo de cuantificar las asociaciones dentro de cada red, se calculó el número total de enlaces que ocurren para cada variable (es decir, el número de correlaciones significativas). Los enlaces se dividieron en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). El marco de visualización utilizado en este trabajo se basa en estudios previos que analizan las redes de interacción entre sistemas fisiológicos durante diferentes estados fisiológicos (308). Las matrices y redes de correlación se procesaron y se obtuvieron mediante el Matlab R2016b (Mathworks, Natick, MA, EE.UU.).



4.1. Efectos de un estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

Este estudio consta de una muestra total de 228 escolares ($7,45 \pm 0,33$ años; 51,8% femenino) aparentemente sanos de 7 años de edad. Según la OMS aquellos niños y niñas que tienen un estilo de vida activo cumplen al menos 60 minutos de AFMV al día (61), por ello, la muestra de este estudio se divide en dos grupos en función de este criterio: escolares con un estilo de vida menos activo $n=108$ ($7,41 \pm 0,32$ años; 65,7% femenino) y escolares con un estilo de vida activo $n=120$ ($7,48 \pm 0,33$ años; 39,2% femenino).

4.1.1. Diferencias en función de un estilo de vida menos activo o activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

La tabla 2 muestra los resultados descriptivos en la muestra $n=228$ ($7,45 \pm 0,33$ años; 51,8% femenino), considerando diferentes estilos de vida, clasificados como menos activo y activo. Se examinaron parámetros clínicos, composición corporal, sistema cardiopulmonar, competencia motriz, condición física y AF en escolares sanos de 7 años de edad.

El análisis descriptivo muestra que existen diferencias significativas en el sexo femenino, el % de masa grasa, la FMR, las HL, las HCO, la CM, la RCR y la FEI entre los escolares que tienen un estilo de vida menos activo y los escolares que tienen un estilo de vida activo (Tabla 2).

En los escolares con un estilo de vida activo se observaron valores más bajos, en comparación con un estilo de vida menos activo (Figura 11), para los siguientes parámetros:

Referente a la composición corporal, el % de masa grasa disminuyó en un 7,76% ($p=0,034$) y la FMR en un 7,14% ($p=0,033$). En relación a la condición física, la RCR disminuyó en un 8,02% ($p<0,001$) en los escolares con un estilo de vida activo comparado con los escolares con un estilo de vida menos activo.

En cambio, los escolares con un estilo de vida activo, se observaron valores más altos, en comparación con los escolares con un estilo de vida menos activo, en:

Las HL aumentaron en un 17,24% ($p=0,002$), las HCO aumentaron en un 31,25% ($p<0,001$) y la CM aumentó en un 12,46% ($p=0,002$). En relación a la condición física, la FEI aumentó en un 11,25% ($p<0,001$) en los escolares con un estilo de vida activo comparado con los escolares con un estilo de vida menos activo.

No se observaron diferencias significativas para los valores del peso, altura e IMC z-score, el perímetro de cintura, la masa muscular, el sistema cardiopulmonar (PAS, PAD, FVC y FEV₁), y la condición física (FES).

Tabla 2. Variables de los parámetros clínicos, la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz, la condición física y la actividad física en los participantes del estudio (n=228), y por grupos de estilo de vida en niños y niñas sanos de 7 años.

Variable	Total	Menos activo	Activo	p-Value
N	228	108	120	
Edad (años)	7,45 ± 0,33	7,41 ± 0,32	7,48 ± 0,33	0,106
Sexo (% femenino)	52	65	39	<0,001
Peso z-score	-0,13 ± 1,03	-0,02 ± 1,19	-0,22 ± 0,87	0,156
Altura z-score	0,11 ± 1,16	0,17 ± 1,26	0,07 ± 1,07	0,542
IMC z-score	-0,24 ± 0,90	-0,13 ± 1,03	-0,33 ± 0,75	0,118
<i>Composición corporal</i>				
Perímetro cintura (cm)	58,08 ± 6,54	58,6 ± 7,18	57,64 ± 5,93	0,282
Masa grasa (%)	20,14 ± 5,86	21 ± 6,25	19,37 ± 5,39	0,034
Masa muscular (Kg)	19,70 ± 2,86	19,66 ± 3,13	19,73 ± 2,60	0,859
FMR (Kg)	0,27 ± 0,10	0,28 ± 0,11	0,26 ± 0,09	0,033
<i>Presión arterial</i>				
PAS (mmHg)	102 ± 9	101 ± 9	102 ± 8	0,275
PAD (mmHg)	60 ± 8	60 ± 8	59 ± 9	0,481
<i>Función Pulmonar</i>				
FVC (ml)	1666 ± 290	1642 ± 289	1687 ± 291	0,290
FEV ₁ (ml)	1477 ± 276	1472 ± 247	1482 ± 300	0,808
<i>Competencia motriz</i>				
HL (puntos CAMSA)	0,26 ± 0,11	0,24 ± 0,11	0,29 ± 0,11	0,002
HCO (puntos CAMSA)	0,13 ± 0,07	0,11 ± 0,07	0,16 ± 0,07	<0,001
CM (puntos CAMSA)	13,95 ± 4,52	12,99 ± 4,46	14,84 ± 4,42	0,002
<i>Condición física</i>				
RCR (min)*	5,26 ± 4,52	5,48 ± 0,81	5,04 ± 0,72	<0,001
FEI (cm)*	94,33 ± 16,69	88,75 ± 16,21	100 ± 15,2	<0,001
FES (kg)	10,42 ± 2,58	10,24 ± 2,64	10,58 ± 2,53	0,340
<i>Actividad física</i>				
AFMV por día (min/día)	61,37 ± 23,45	45,52 ± 9,15	82,52 ± 16,53	<0,001

*La muestra es de N= 85 participantes con un estilo de vida menos activo y N=83 participantes con un estilo de vida activo. IMC: Índice de masa corporal; FMR: Relación grasa – músculo; PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; FVC: Capacidad vital forzada; FEV₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo; HL: habilidades de locomoción; HCO: Habilidades de control de objetos; CM: Competencia motriz; RCR: Resistencia cardiorrespiratoria; FEI: Fuerza en la extremidad inferior; FES: Fuerza en la extremidad superior; AFMV: Actividad física moderada o vigorosa.

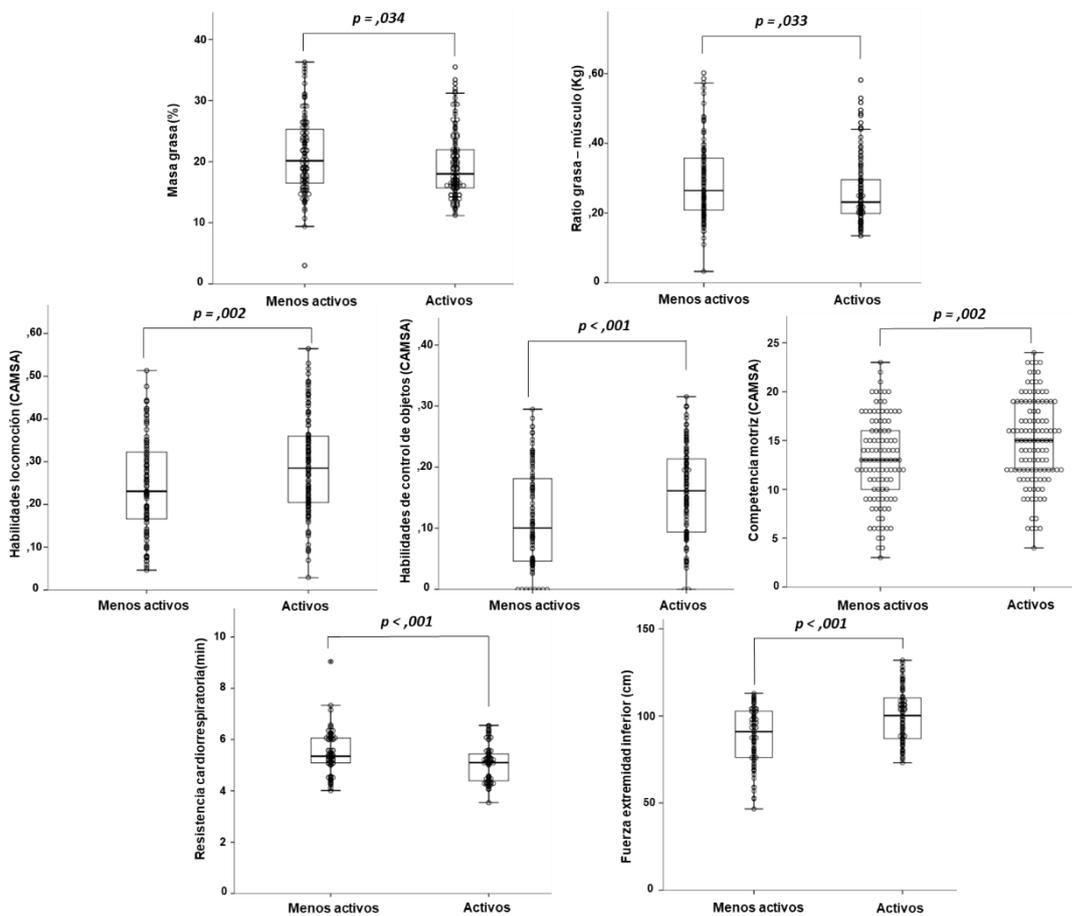


Figura 11. Resultados significativos en diagramas de caja superpuestos para la masa grasa (%), FMR, las HL, las HCO, la CM, la RCR y la FEI entre el grupo con un estilo de vida menos activo y activo. En la parte superior de cada gráfica se indican los valores p correspondientes.

La tabla 3 muestra los resultados de los análisis de regresión múltiple realizados para el % de masa grasa, la FMR, las HL, las HCO, la CM, la RCR y la FEI como variable dependiente. En el análisis de regresión múltiple con el % de masa grasa como variable dependiente, la edad, el sexo y el peso explicaron el 66,2% de su varianza. En el análisis de regresión múltiple con la FMR como variable dependiente, la edad, el sexo y el peso se asociaron de forma independiente con la FMR explicando el 67,5% de su varianza. En el análisis de regresión múltiple con las HL como variable dependiente, la AFMV por día y el peso se asociaron de forma independiente con las HL explicando el 9,5% de su varianza. En el análisis de regresión múltiple con las HCO como variable dependiente, la AFMV por día y el sexo se asociaron de

forma independiente con las HCO explicando el 28,9% de su varianza. En el análisis de regresión múltiple con la CM como variable dependiente, la AFMV por día y el sexo se asociaron de forma independiente con la CM explicando el 6,9% de su varianza. En el análisis de regresión múltiple con la RCR como variable dependiente, la AFMV por día, el sexo y el peso se asociaron de forma independiente con la RCR explicando el 15,9% de su varianza y, por último, en el análisis de regresión múltiple con la FEI como variable dependiente, la AFMV por día, la edad y el sexo se asociaron de forma independiente con la FEI explicando el 17,1% de su varianza.

Tabla 3. Análisis de regresión múltiple para el % de masa grasa, la FMR, las HL, las HCO, la CM, la RCR y la FEI en n=228 niños y niñas sanos de 7 años.

		Beta	Sig.	R²
% de masa grasa (%)	AFMV por día (min/día)	-0,031	0,411	
	Edad (años)	-0,126	0,002	
	Sexo	0,199	<0,001	
	Peso (kg)	0,793	<0,001	
				0,662
FMR (kg)	AFMV por día (min/día)	-0,032	0,434	
	Edad (años)	-0,130	0,001	
	Sexo	0,196	<0,001	
	Peso (kg)	0,802	<0,001	
				0,675
HL (puntos CAMSA)	AFMV por día (min/día)	0,174	0,011	
	Edad (años)	0,129	0,053	
	Sexo	0,016	0,628	
	Peso (kg)	-0,246	<0,001	
				0,095
HCO (puntos CAMSA)	AFMV por día (min/día)	0,150	0,014	
	Edad (años)	0,051	0,384	
	Sexo	-0,484	<0,001	
	Peso (kg)	-0,094	0,110	
				0,289

		Beta	Sig.	R²
CM (puntos CAMSA)	AFMV por día (min/día)	0,147	0,031	
	Edad (años)	0,048	0,466	
	Sexo	-0,179	0,008	
	Peso (kg)	-0,122	0,063	0,069
RCR (min)*	AFMV por día (min/día)	-0,211	0,005	
	Edad (años)	-0,023	0,750	
	Sexo	0,183	0,014	
	Peso (kg)	0,270	<0,001	0,159
FEI (cm)*	AFMV por día (min/día)	0,262	<0,001	
	Edad (años)	0,151	0,037	
	Sexo	-0,235	0,002	
	Peso (kg)	-0,111	0,121	0,171

*La muestra es de N= 85 participantes con un estilo de vida menos activo y N=83 participantes con un estilo de vida activo. FMR: Relación grasa - músculo; HL: habilidades de locomoción; HCO: Habilidades de control de objetos; CM: Competencia motriz; RCR: Resistencia cardiorrespiratoria; FEI: Fuerza en la extremidad inferior; AFMV: Actividad física moderada o vigorosa.

4.1.2. Asociaciones en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en todos los niños y niñas, y en los subgrupos definidos por el estilo de vida activo

A continuación, se presentan las asociaciones en red entre la composición corporal (perímetro de cintura, % de masa grasa, masa muscular y FMR), el sistema cardiopulmonar (PAS, PAD, FVC y FEV1), la competencia motriz (HL, HCO y CM), y la condición física (RCR, FEI y FES) en toda la muestra, así como en los grupos de estilo de vida menos activo y activo de escolares de 7 años de edad.

4.1.2.1. Toda la muestra

La figura 12 muestra la matriz (A) y las asociaciones en red (B) entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en los 228 participantes del estudio.

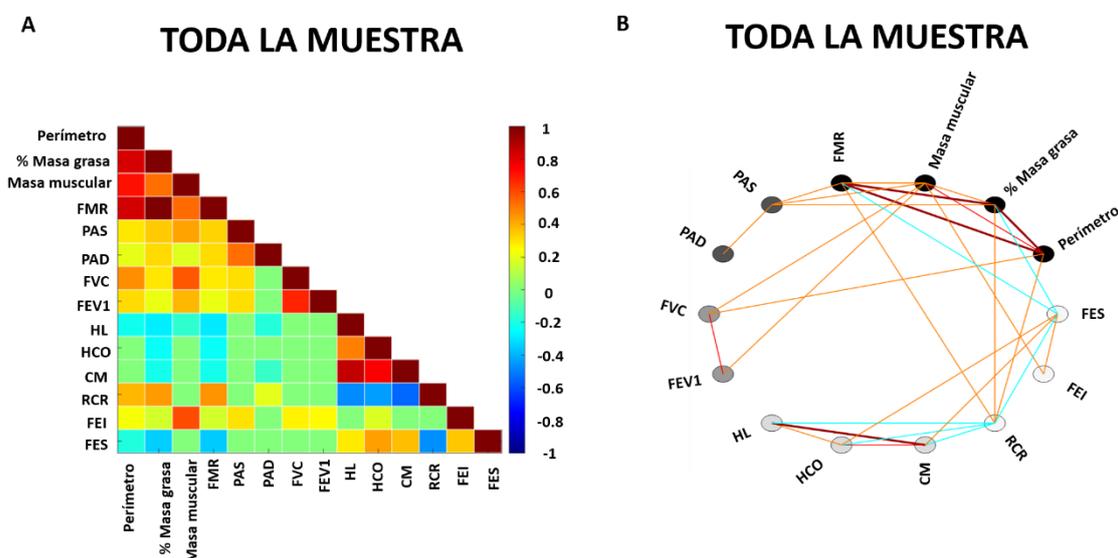


Figura 12. Asociaciones en red entre los sistemas del cuerpo en toda la muestra. **Figura 12A.** Matriz de asociación entre los sistemas. Las matrices de asociación muestran el coeficiente de correlación de Pearson entre los sistemas corporales. Las correlaciones no significativas se representan en verde. **Figura 12B.** Asociaciones en red entre los sistemas. Los enlaces entre dos variables representan la intensidad de la correlación (es decir, el coeficiente de Pearson) entre dos variables. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). FMR: Relación grasa-músculo; PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial

diastólica; FVC: Capacidad vital forzada; FEV₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo; LS: Habilidades locomotoras; HCO: Habilidades de control de objetos; MC: Competencia motriz; RCR: Resistencia cardiorrespiratoria; FEI: Fuerza muscular de la extremidad inferior del cuerpo; FES: Fuerza muscular de la extremidad superior del cuerpo.

La tabla 4 muestra la cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en toda la muestra (n=228).

Tabla 4. Cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en toda la muestra.

		Toda la muestra	
Composición corporal	EPF	0	
	EPI	0	
	EPD	10	
	END	2	
	ENI	0	
	ENF	0	
	Total	12	
Sistema cardiopulmonar	EPF	0	
	EPI	0	
	EPD	6	
	END	0	
	ENI	0	
	ENF	0	
	Total	6	
Competencia motriz	EPF	0	
	EPI	0	
	EPD	2	
	END	3	
	ENI	0	
	ENF	0	
	Total	5	
Condición física	EPF	0	
	EPI	0	
	EPD	6	
	END	5	
	ENI	0	
	ENF	0	
	Total	11	

Los resultados de la tabla 4 muestran el número de asociaciones en de la composición corporal (10 EPD y 2 END), el sistema cardiopulmonar (6 EPD), la competencia motriz (2 EPD y 3 END) y la condición física (6 EPD y 5 END).

Intensidad de correlación de los enlaces de asociación

Se presentan los siguientes resultados en la figura 13 que refleja el porcentaje de asociaciones en función de la intensidad de correlación de los enlaces de asociación de cada sistema en toda la muestra:

Los resultados muestran un 29,41 % de EPI y 5,88 % de EPD entre la composición corporal y el resto de sistemas. El sistema cardiopulmonar con el resto de sistemas presenta un 17,65 % de EPD. La competencia motriz presenta con el resto de sistemas un 5,88 % de EPD y un 8,82 % de END. Por último, la condición física presenta con el resto de sistemas un 17,65 % de EPD y un 14,71 % de END.

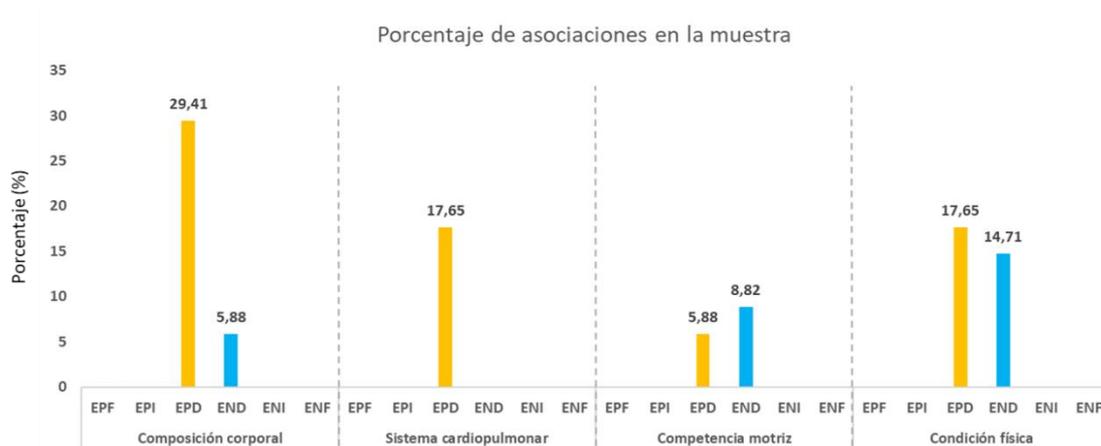


Figura 15. Porcentaje de asociaciones en función de la intensidad de correlación de los enlaces de asociación de la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en toda la muestra. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al porcentaje de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

4.1.2.2. Estilo de vida activo

La figura 14 muestra la matriz (A) y las asociaciones en red (B) entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física separados por el grupo de escolares (niños y niñas) con un estilo de vida menos activo (n=108) y el grupo de escolares (niños y niñas) con un estilo de vida activo (n=120).

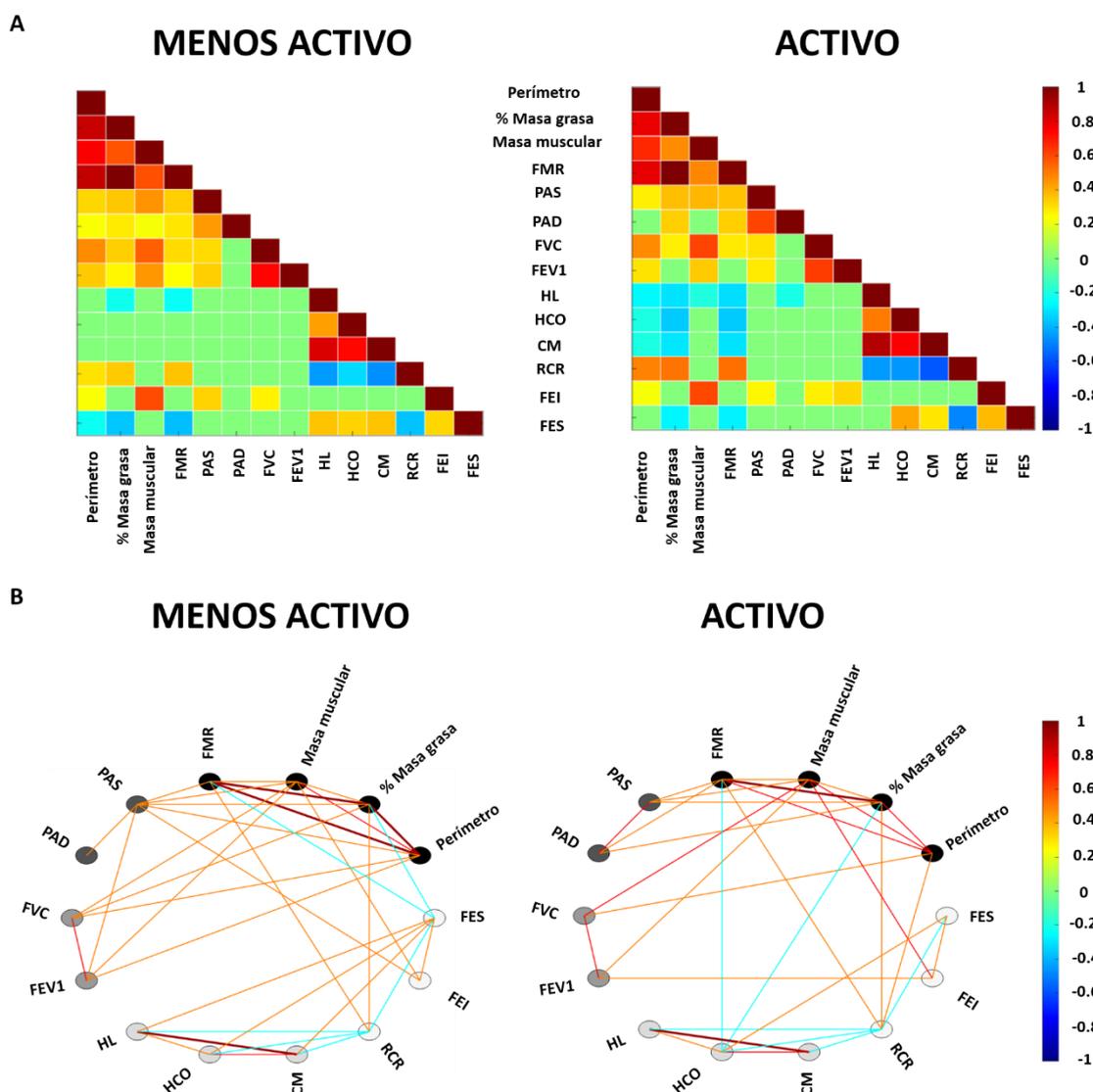


Figura 16. Asociaciones en red entre los sistemas del cuerpo en los grupos de estilo de vida: a la izquierda estilo de vida menos activo y a la derecha estilo de vida activo. **Figura 14A.** Matriz de asociación entre los sistemas. Las matrices de asociación muestran el coeficiente de correlación de Pearson entre los sistemas corporales. Las correlaciones no significativas se representan en verde. **Figura 14B.** Asociaciones en red entre los sistemas. Los enlaces entre dos variables representan la intensidad de la correlación (es decir, el coeficiente de Pearson) entre dos variables. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). FMR: Relación grasa-músculo; PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica;

FVC: Capacidad vital forzada; FEV₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo; LS: Habilidades locomotoras; HCO: Habilidades de control de objetos; MC: Competencia motriz; RCR: Resistencia cardiorrespiratoria; FEI: Fuerza muscular de la extremidad inferior del cuerpo; FES: Fuerza muscular de la extremidad superior del cuerpo.

La tabla 5 muestra la cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física separados por el grupo de escolares con un estilo de vida menos activo (n=108) y el grupo de escolares con un estilo de vida activo (n=120).

Tabla 5. Cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física separados por el grupo estilo de vida menos activo y el grupo estilo de vida activo.

		Estilo de vida menos activo	Estilo de vida activo
Composición corporal	EPF	0	0
	EPI	0	2
	EPD	12	10
	END	2	2
	ENI	0	0
	ENF	0	0
	Total	14	14
Sistema cardiopulmonar	EPF	0	0
	EPI	0	1
	EPD	10	8
	END	0	0
	ENI	0	0
	ENF	0	0
	Total	10	9
Competencia motriz	EPF	0	0
	EPI	0	0
	EPD	3	1
	END	3	5
	ENI	0	0
	ENF	0	0
	Total	6	6
Condición física	EPF	0	0
	EPI	0	1
	EPD	7	5
	END	5	3
	ENI	0	0
	ENF	0	0
	Total	12	9

4.1.2.2.1. Estilo de vida menos activo

La figura 14B y la tabla 5, a la izquierda, se muestran las asociaciones en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física separados por el grupo de escolares que son físicamente menos activos (n=108). Estos resultados muestran el número de asociaciones en red de la composición corporal (12 EPD y 2 END), el sistema cardiopulmonar (10 EPD), la competencia motriz (3 EPD y 3 END) y la condición física (7 EPD y 5 END).

4.1.2.2.2. Estilo de vida activo

La figura 14B y la tabla 5, a la derecha, se muestran las asociaciones en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física separados por el grupo de escolares que son físicamente activos (n=120). Estos resultados muestran el número de asociaciones en red de la composición corporal (2 EPI, 10 EPD y 2 END), el sistema cardiopulmonar (1 EPI y 8 EPD), la competencia motriz (1 EPD y 5 END) y la condición física (1 EPI, 5 EPD y 3 END).

4.1.2.2.3. Intensidad de correlación de los enlaces de asociación

Según los resultados obtenidos, los escolares con un estilo de vida activo a los 7 años de edad muestran un aumento en la intensidad de la correlación de los enlaces, pero un menor número de asociaciones entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física respecto a los escolares de 7 años de edad con un estilo de vida menos activo. A continuación, se muestran los siguientes resultados en el estudio entre ambos grupos:

Asociaciones de la composición corporal

La figura 15 muestra el porcentaje del número de asociaciones clasificados por la intensidad de la correlación de enlace que forma la composición corporal con el resto de sistemas. A la izquierda del gráfico se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida menos activo (n=108) y, a la derecha, se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación del enlace de aquellos escolares con un estilo de vida activo (n=120).

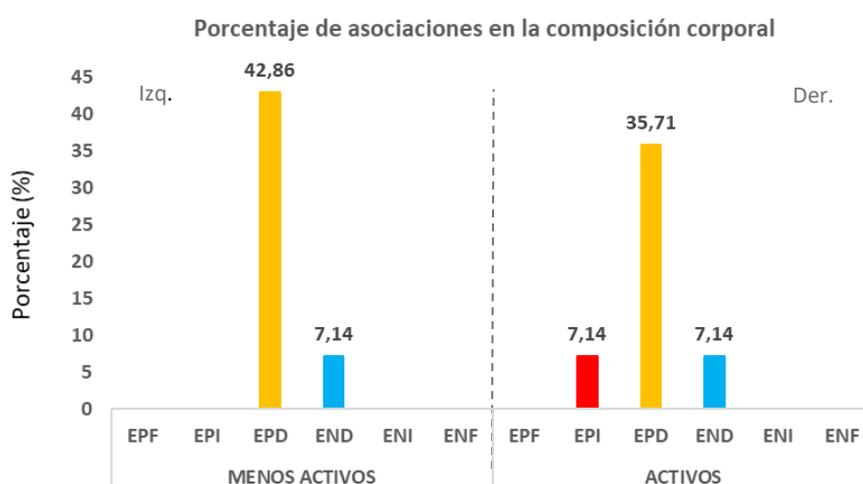


Figura 18. Porcentaje de asociaciones que muestra la composición corporal con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: estilo de vida menos activo y estilo de vida activo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al porcentaje de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

Los resultados de este estudio reflejan que en aquellos escolares de 7 años con un estilo de vida activo presentan un 7,14 % más de EPI y un 7,15 menos de EPD entre la composición corporal y el resto de sistemas en comparación a los escolares con un estilo de vida menos activo.

Asociaciones del sistema cardiopulmonar

La figura 16 muestra el porcentaje del número de asociaciones clasificados por la intensidad de la correlación de enlace que forma el sistema cardiopulmonar con el resto de sistemas. A la izquierda del gráfico se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida menos activo (n=108) y, a la derecha del gráfico, se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación del enlace de aquellos escolares con un estilo de vida activo (n=120).

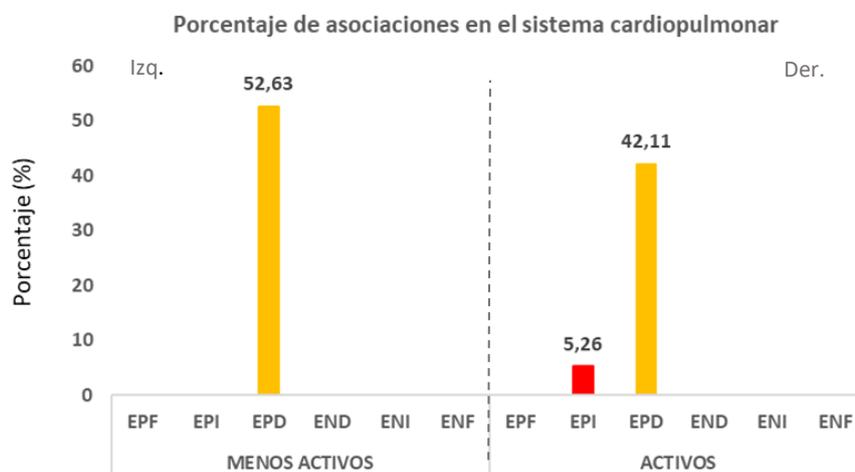


Figura 20. Porcentaje de asociaciones que muestra el sistema cardiopulmonar con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: estilo de vida menos activo y estilo de vida activo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al porcentaje de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

Los resultados de este estudio reflejan que en aquellos escolares de 7 años con un estilo de vida activo presentan un 5,26 % más de EPI y un 10,52 % menos de EPD entre el sistema cardiopulmonar y el resto de sistemas en comparación a los escolares con un estilo de vida menos activo.

Asociaciones de la competencia motriz

La figura 17 muestra el porcentaje del número de asociaciones clasificados por la intensidad de la correlación de enlace que forma la competencia motriz con el resto de sistemas. A la izquierda del gráfico se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida menos activo (n=108) y, a la derecha del gráfico, se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación del enlace de aquellos escolares con un estilo de vida activo (n=120).

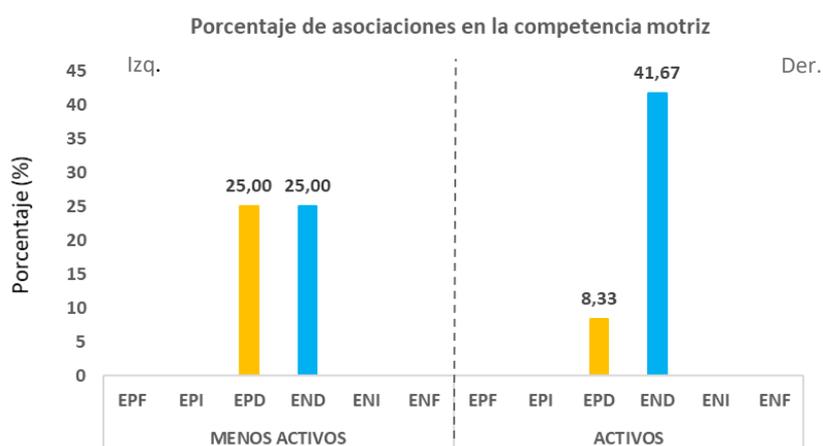


Figura 22. Porcentaje de asociaciones que muestra la competencia motriz con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: estilo de vida menos activo y estilo de vida activo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al porcentaje de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

Los resultados de este estudio reflejan que en aquellos escolares de 7 años con un estilo de vida activo presentan un 16,67 % menos de EPD y un 16,67 más de END entre la competencia motriz y el resto de sistemas en comparación a los escolares con un estilo de vida menos activo.

Asociaciones de la condición física

La figura 18 muestra el porcentaje del número de asociaciones clasificados por la intensidad de la correlación de enlace que forma la condición física con el resto de sistemas. A la izquierda del gráfico se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida menos activo (n=108) y, a la derecha del gráfico, se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación del enlace de aquellos escolares con un estilo de vida activo (n=120).

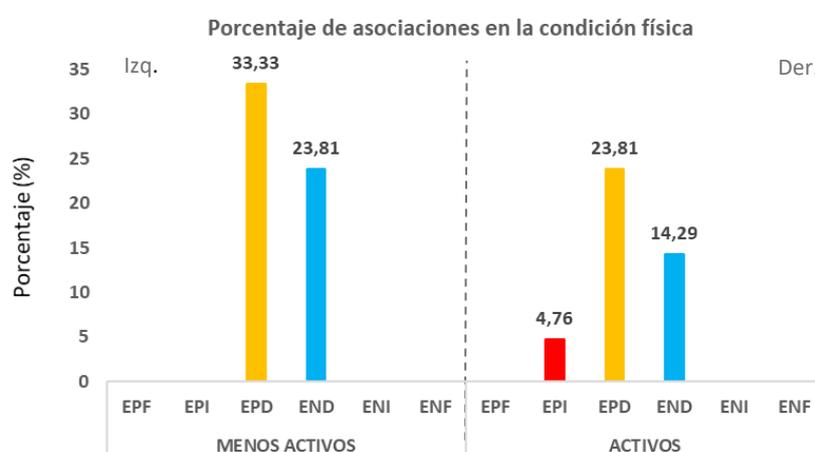


Figura 24. Porcentaje de asociaciones que muestra la competencia motriz con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: estilo de vida menos activo y estilo de vida activo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al porcentaje de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

Los resultados de este estudio reflejan que en aquellos escolares de 7 años con un estilo de vida activo presentan un 4,76 % más de EPI, un 9,52 % menos de EPD y un 9,52 % menos de END entre la condición física y el resto de sistemas en comparación a los escolares con un estilo de vida menos activo.

4.1.3. Resumen de los resultados

Los resultados descriptivos de este estudio muestran que aquellos escolares con un estilo de vida activo tienen menor % de masa grasa y menor FMR respecto aquellos escolares con un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad. Así mismo, aquellos escolares con un estilo de vida activo tienen mayor competencia motriz (HL, HCO y CM) como también una mejor RCR y FEI respecto aquellos escolares con un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad.

Respecto al análisis de regresión, el estilo de vida activo se asoció de forma independiente con las HL, las HCO, la CM, la RCR y la FEI.

Por último, según los resultados obtenidos en este estudio, los escolares con un estilo de vida activo a los 7 años de edad muestran un menor número de asociaciones entre la composición corporal, el sistema cardiorrespiratorio, la competencia motriz y la condición física respecto a los escolares de 7 años de edad con un estilo de vida menos activo. Destacan las asociaciones presentadas por la competencia motriz, ya que en los escolares con un estilo de vida menos activo presenta asociaciones con la condición física, en cambio, en los escolares con un estilo de vida activo, aparte de mostrar las asociaciones con la condición física, aparecen asociaciones con la FMR y el % de masa grasa. Por último, se reportaron enlaces con mayor intensidad de correlación en aquellos escolares con un estilo de vida más activo a los 7 años de edad, en los que destaca un aumento de la intensidad de correlación de la masa muscular con el FVC y el FEI.

4.2. Estudio del efecto del gateo antes de caminar sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

Para este estudio se ha utilizado una submuestra (n=77) de escolares (niños y niñas) aparentemente sanos de 7 años de edad ($7,49 \pm 0,34$ años; 52 % femenino). La submuestra se divide en dos grupos: escolares que no han gateado antes de caminar (n=35) y escolares que gatearon antes de caminar (n=42).

4.2.1. Impacto del gateo antes de caminar sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

La tabla 6 muestra los resultados descriptivos de la submuestra total de n=77 ($7,49 \pm 0,34$ años; 52% femenino) y, considerando el gateo antes de caminar, clasificados como no gateo y gateo. Se examinaron parámetros clínicos, composición corporal, sistema cardiopulmonar, competencia motriz, condición física y AF en escolares sanos de 7 años de edad.

El análisis descriptivo muestra que existen diferencias significativas en el IMC z-score, el % de masa grasa, la FMR y la PAS y PAD en los escolares que no han gateado y los escolares que han gateado antes de caminar (Figura 19). Aquellos escolares que han gateado antes de caminar presentaron valores más bajos, en comparación con los escolares que no gatearon antes de caminar, para los siguientes parámetros clínicos: el IMC z-score disminuyó en un 114% ($p=0,022$). En la composición corporal, el % de masa grasa disminuyó en un 14,4% ($p=0,009$) y la FMR en un 18,5% ($p=0,008$). En el sistema cardiopulmonar, la PAS disminuyó en un 7% ($p=0,001$) y la PAD disminuyó en un 10% ($p=0,001$).

No se observaron diferencias significativas para los valores de peso y altura z-score, el perímetro de cintura, la masa muscular, el sistema cardiopulmonar (el FVC y el FEV₁), la competencia motriz (las HL, las HCO y la CM), la condición física (la RCR, la FEI y la FES) y el AFMV por día.

Tabla 7. Variables de los parámetros clínicos, la composición corporal, el sistema cardiorrespiratorio, la competencia motriz, la condición física y la actividad física en los participantes de la submuestra y por grupos de gateo (no gateo y gateo) en niños y niñas de 7 años de edad.

Variable	Todos	No gateo	Gateo	p-Value
N	77	35	42	
Edad (años)	7,49 ± 0,34	7,53 ± 0,36	7,46 ± 0,32	0,365
Sexo (% femenino)	52	54	50	0,442
Peso z-score	-0,40 ± 0,67	-0,27 ± 0,76	-0,52 ± 0,58	0,110
Altura z-score	-0,06 ± 1,00	-0,05 ± 1,05	-0,07 ± 0,98	0,944
IMC z-score	-0,44 ± 0,59	-0,27 ± 0,66	-0,58 ± 0,48	0,022
<i>Composición corporal</i>				
Perímetro de cintura (cm)	56,08 ± 4,56	56,8 ± 5,20	55,4 ± 3,90	0,184
Masa grasa (%)	18,57 ± 4,79	20,1 ± 5,30	17,2 ± 3,91	0,009
Masa muscular (Kg)	19,25 ± 2,36	19,5 ± 2,36	19,0 ± 2,38	0,410
Relación grasa - músculo (Kg)	0,24 ± 0,08	0,27 ± 0,09	0,22 ± 0,06	0,008
<i>Presión arterial</i>				
PAS (mmHg)	101 ± 8	104 ± 10	97 ± 7	0,001
PAD (mmHg)	58 ± 8	62 ± 9	56 ± 6	0,001
<i>Función pulmonar</i>				
FVC (ml)	1645 ± 257	1672 ± 261	1621 ± 255	0,413
FEV ₁ (ml)	1462 ± 255	1474 ± 264	1453 ± 250	0,744
<i>Competencia motriz</i>				
HL (puntos CAMSA)	0,28 ± 0,11	0,29 ± 0,10	0,27 ± 0,11	0,540
HCO (puntos CAMSA)	0,14 ± 0,07	0,14 ± 0,07	0,14 ± 0,06	0,820
CM (puntos CAMSA)	14,62 ± 4,16	14,7 ± 4,21	14,56 ± 4,16	0,882
<i>Condición física</i>				
RCR (min)*	5,08 ± 0,71	5,23 ± 0,62	4,94 ± 0,77	0,130
FEI (cm)*	93,29 ± 14,01	91,58 ± 14,11	94,88 ± 13,98	0,393
FES (kg)	20,26 ± 2,63	20,86 ± 3,89	19,67 ± 6,25	0,329
<i>Actividad física</i>				
AFMV por día (min/día)	66,34 ± 23,01	64,40 ± 20,63	68,29 ± 25,71	0,482

*La submuestra es de N= 33 participantes que no han gateado y N=39 participantes que si han gateado. IMC: Índice de masa corporal; FMR: Relación grasa - músculo PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; FVC:

Capacidad vital forzada; FEV₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo; HL: habilidades de locomoción; HCO: Habilidades de control de objetos; CM: Competencia motriz; RCR: Resistencia cardiorrespiratoria; FEI: Fuerza en la extremidad inferior; FES: Fuerza en la extremidad superior; AFMV: Actividad física moderada o vigorosa.

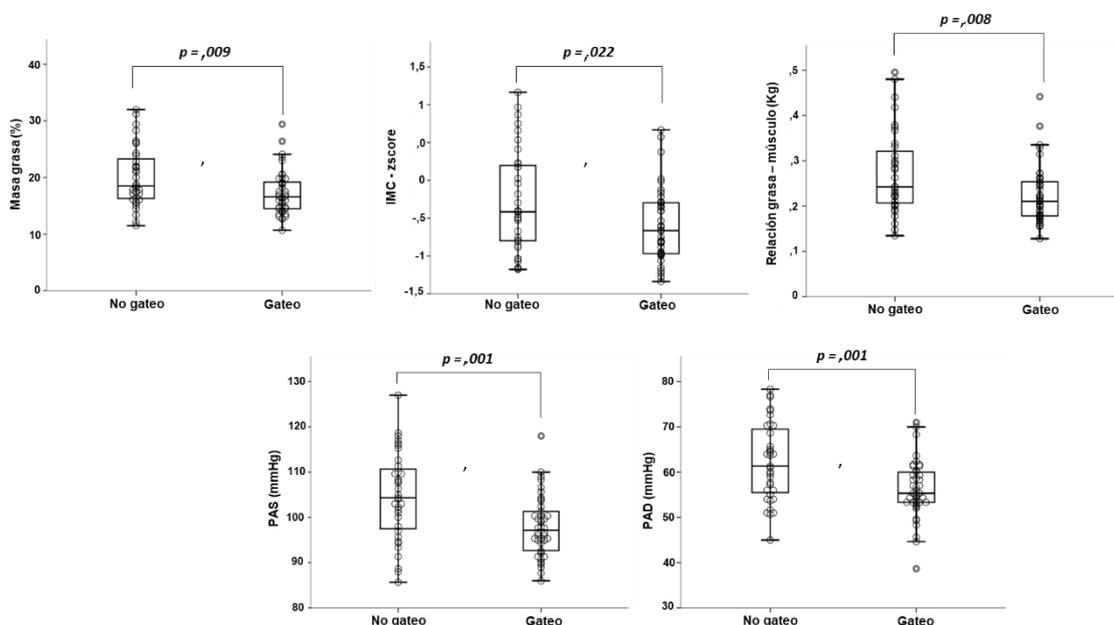


Figura 25. Diagramas de caja superpuestos para la masa grasa (%), el IMC z – score, la relación grasa – músculo, la PAS y la PAD entre el grupo de no gateo y gateo. En la parte superior de cada gráfica se indican los valores p correspondientes. PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica.

La tabla 6 muestra los resultados de los análisis de regresión realizados para el IMC, el % de masa grasa, la FMR, la PAS y la PAD. Por ello, en el análisis de regresión múltiple con el IMC como variable dependiente, el gateo y el peso se asociaron de forma independiente con el IMC explicando en 65,9% de su varianza. En el análisis de regresión múltiple con el % de masa grasa como variable dependiente, el gateo, sexo y peso se asociaron de forma independiente con el % de masa grasa explicando en 56,3% de su varianza. En el análisis de regresión múltiple con la FMR como variable dependiente, el gateo, el sexo y el peso se asoció de forma independiente con la relación grasa - músculo explicando el 56,7% de su varianza. En un análisis de regresión múltiple con la PAS como variable dependiente, el gateo, AFMV por día y la FMR se asociaron de forma independiente con la PAS explicando el 29,9% de su varianza y, por último, en un análisis de regresión múltiple con la PAD como variable dependiente, únicamente el gateo se asoció de forma independiente con la PAD explicando el 11,9% de su varianza.

Tabla 8. Análisis de regresión múltiple para IMC, el porcentaje de masa grasa, la relación grasa – músculo, la presión arterial sistólica y la presión arterial diastólica en niños y niñas sanos de 7 años de edad.

		Beta	Sig.	R²
IMC	Gateo	-0,145	0,044	
	Edad (años)	-0,022	0,753	
	Sexo	-0,027	0,696	
	AFMV por día (min/día)	0,018	0,465	
	Peso (kg)	0,687	<0,001	
				0,659
Masa grasa (%)	Gateo	-0,185	0,038	
	Edad (años)	0,048	0,575	
	Sexo	-0,178	0,031	
	AFMV por día (min/día)	0,018	0,223	
	Peso (kg)	0,687	<0,0001	
				0,563
FMR (kg)	Gateo	-0,188	0,024	
	Edad (años)	0,437	0,664	
	Sexo	-0,198	0,017	
	AFMV por día (min/día)	-0,085	0,312	
	Peso (kg)	0,689	<0,0001	
				0,567
PAS (mmHg)	Gateo	-0,316	0,005	
	Edad (años)	0,053	0,622	
	Sexo	0,137	0,190	
	AFMV por día (min/día)	0,290	0,008	
	FMR (kg)	0,305	0,008	
				0,299

	Beta	Sig.	R²
PAD (mmHg)			
Gateo	-0,387	0,001	
Edad (años)	0,130	0,260	
Sexo	0,098	0,386	
AFMV por día (min/día)	-0,005	0,962	
FMR (kg)	-0,022	0,846	
			0,119

IMC: Índice de masa corporal; FMR: Relación grasa - músculo PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; AFMV: Actividad física moderada o vigorosa.

4.2.2. El gateo como modulador de la asociación en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

A continuación, se presentan las asociaciones en red entre la composición corporal (perímetro de cintura, % de masa grasa, masa muscular y FMR), el sistema cardiopulmonar (PAS, PAD, FVC y FEV1), la competencia motriz (HL, HCO y CM), y la condición física (RCR, FEI y FES) en toda la submuestra, así como en los grupos de no gateo antes de caminar y gateo antes de caminar en los escolares de 7 años de edad.

4.2.2.1. Toda la submuestra

La figura 20 muestra la matriz (A) y las asociaciones en red (B) entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en los 77 participantes de la submuestra.

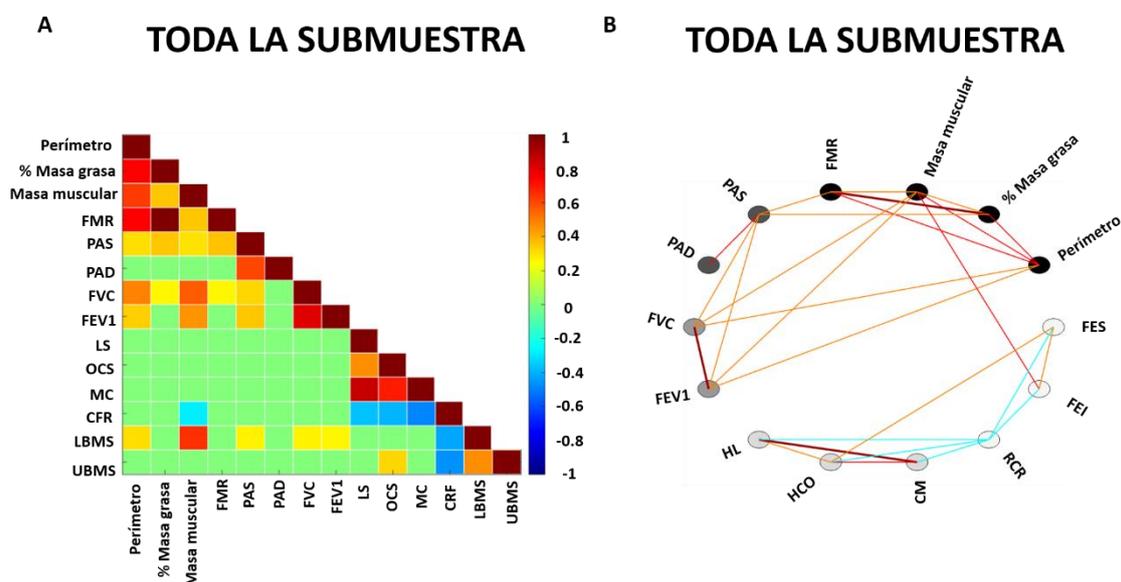


Figura 26. Asociaciones en red entre los sistemas del cuerpo en toda la submuestra. **Figura 20A.** Matriz de asociación entre los sistemas. Las matrices de asociación muestran el coeficiente de correlación de Pearson entre los sistemas corporales. Las correlaciones no significativas se representan en verde. **Figura 20B.** Asociaciones en red entre los sistemas. Los enlaces entre dos variables representan la intensidad de la correlación (es decir, el coeficiente de Pearson) entre dos variables. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos

fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). *FMR: Relación grasa-músculo; PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; FVC: Capacidad vital forzada; FEV₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo; LS: Habilidades locomotoras; HCO: Habilidades de control de objetos; MC: Competencia motriz; RCR: Resistencia cardiorrespiratoria; FEI: Fuerza muscular de la extremidad inferior del cuerpo; FES: Fuerza muscular de la extremidad superior del cuerpo.*

La tabla 8 muestra la cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en la submuestra (n=77).

Tabla 9. Cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en la submuestra.

		Submuestra	
Composición corporal	EPF	0	
	EPI	1	
	EPD	6	
	END	0	
	ENI	0	
	ENF	0	
	Total	7	
Sistema cardiopulmonar	EPF	0	
	EPI	0	
	EPD	6	
	END	0	
	ENI	0	
	ENF	0	
	Total	6	
Competencia motriz	EPF	0	
	EPI	0	
	EPD	1	
	END	3	
	ENI	0	
	ENF	0	
	Total	4	
Condición física	EPF	0	
	EPI	1	
	EPD	1	
	END	3	
	ENI	0	
	ENF	0	
	Total	5	

Los resultados de la tabla 8 muestran el número de asociaciones en de la composición corporal (1 EPI y 6 EPD), el sistema cardiopulmonar (6 EPD), la competencia motriz (1 EPD y 3 END) y la condición física (1 EPI, 1 EPD y 3 END).

4.2.2.1.1. Intensidad de correlación de los enlaces de asociación

Se presentan los siguientes resultados en la figura 21 que refleja el porcentaje de asociaciones en función de la intensidad de correlación de los enlaces de asociación de los sistemas en toda la submuestra:

Los resultados reflejan un 4,55 % de EPI y 27,27 % de EPD entre la composición corporal y el resto de sistemas. El sistema cardiopulmonar con el resto de sistemas presenta un 27,27 % de EPD. La competencia motriz presenta con el resto de sistemas un 4,55 % de EPD y un 13,64 % de END. Por último, la condición física presenta con el resto de sistemas un 4,55 de EPI, un 4,55 % de EPD y un 13,64 % de END.

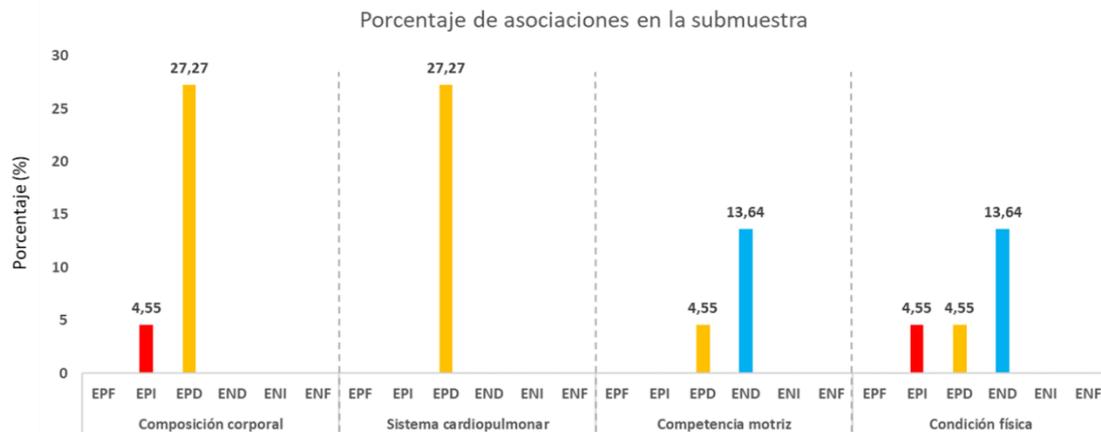


Figura 27. Porcentaje de asociaciones en función de la intensidad de correlación de los enlaces de asociación de la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en toda la submuestra. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al porcentaje de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

4.2.2.2. Submuestra por grupos de gateo

La figura 22 muestra la matriz (A) y las asociaciones en red (B) entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física separados por el grupo de escolares que no han gateado antes de caminar (n=35) y el grupo de escolares que han gateado antes de caminar (n=42).

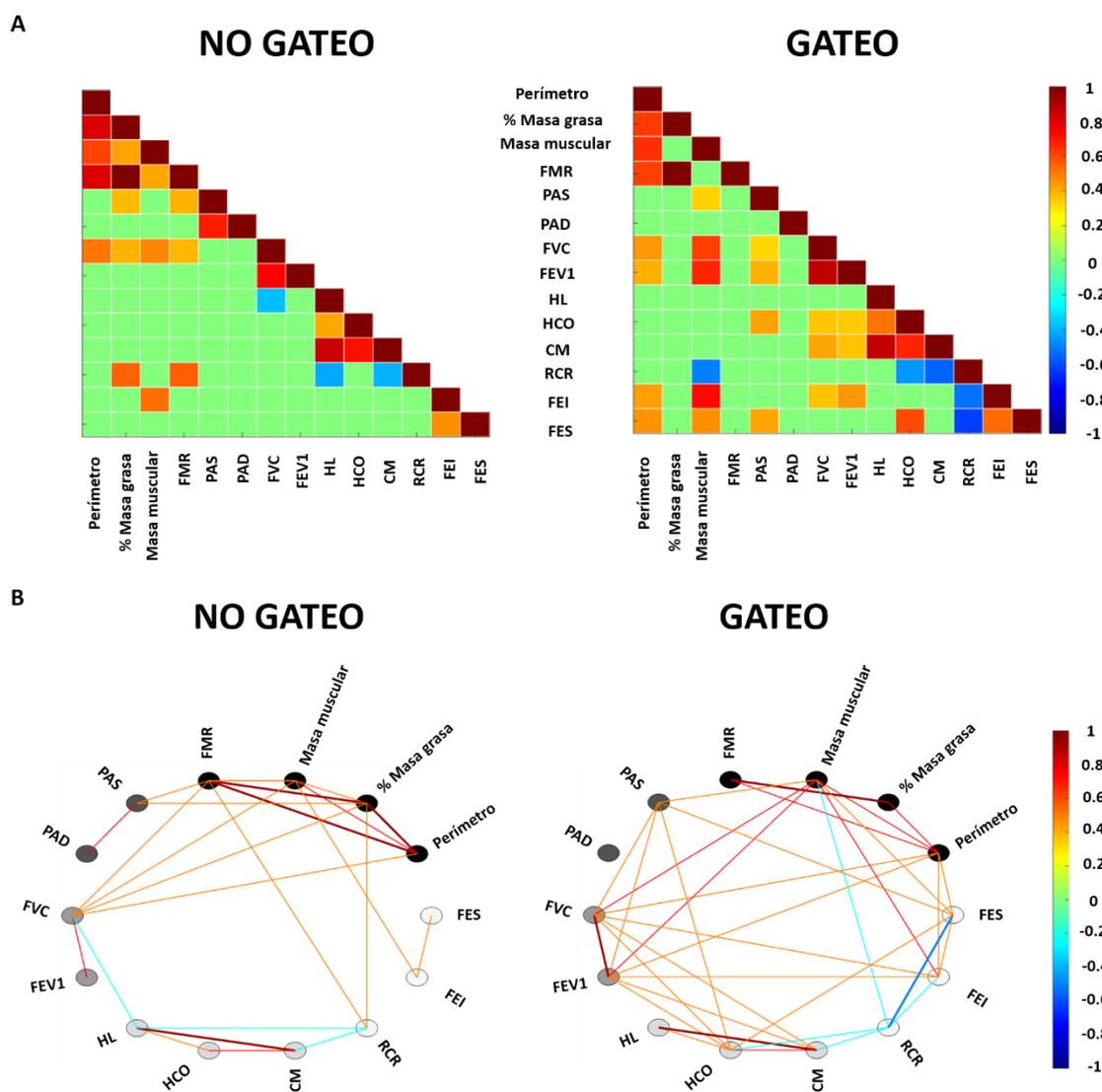


Figura 28. Asociaciones en red entre los sistemas del cuerpo en los grupos de no gateo y gateo. **Figura 22A.** Matriz de asociación entre los sistemas. Las matrices de asociación muestran el coeficiente de correlación de Pearson entre los sistemas corporales. Las correlaciones no significativas se representan en verde. **Figura 22B.** Asociaciones en red entre los sistemas. Los enlaces entre dos variables representan la intensidad de la correlación (es decir, el coeficiente de Pearson) entre dos variables. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). FMR: Relación grasa-músculo; PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; FVC: Capacidad vital forzada; FEV1: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo;

LS: Habilidades locomotoras; HCO: Habilidades de control de objetos; MC: Competencia motriz; RCR: Resistencia cardiorrespiratoria; FEI: Fuerza muscular de la extremidad inferior del cuerpo; FES: Fuerza muscular de la extremidad superior del cuerpo.

La tabla 9 muestra la cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física separados por el grupo de escolares que no han gateado antes de caminar (n=35) y el grupo de escolares que han gateado antes de caminar (n=42).

Tabla 10. Cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física separados por el grupo no gateo y gateo.

		No gateo	Gateo
Composición corporal	EPF	0	0
	EPI	0	3
	EPD	9	6
	END	0	1
	ENI	0	0
	ENF	0	0
	Total	9	10
Sistema cardiopulmonar	EPF	0	0
	EPI	0	2
	EPD	6	11
	END	1	0
	ENI	0	0
	ENF	0	0
	Total	7	13
Competencia motriz	EPF	0	0
	EPI	0	0
	EPD	0	6
	END	2	2
	ENI	0	0
	ENF	0	0
	Total	2	8
Condición física	EPF	0	0
	EPI	0	1
	EPD	3	7
	END	2	3
	ENI	0	0
	ENF	0	0
	Total	5	11

4.2.2.2.1. No gateo

La figura 22B y la tabla 9, a la izquierda, se muestran las asociaciones en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física separados por el grupo de escolares que no gatearon antes de caminar (n=35). Estos resultados muestran el número de asociaciones en red de la composición corporal (9 EPD), el sistema cardiopulmonar (6 EPD y 1 END), la competencia motriz (2 END) y la condición física (3 EPD y 2 END).

4.2.2.2.2. Gateo

La figura 22B y la tabla 9, a la derecha, se muestran las asociaciones en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física separados por el grupo de escolares que gatearon antes de caminar (n=45). Estos resultados muestran el número de asociaciones en red de la composición corporal (3 EPI, 6 EPD y 1 END), el sistema cardiopulmonar (2 EPI y 11 EPD), la competencia motriz (6 EPD y 2 END) y la condición física (1 EPI, 7 EPD y 3 END).

4.2.2.2.3. Intensidad de la correlación de los enlaces de asociación

Según los resultados obtenidos, los escolares que han gateado antes de caminar, a los 7 años de edad muestran un mayor número de asociaciones entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física respecto a los escolares que no han gateado antes de caminar a los 7 años de edad. Por ello, encontramos los siguientes resultados en el estudio:

Asociaciones de la composición corporal

La figura 23 muestra el porcentaje del número de asociaciones clasificados por la intensidad de la correlación de enlace que forma la composición corporal con el resto de sistemas. A la izquierda del gráfico se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares que no han gateado antes de caminar (n=35) y, a la derecha del gráfico, se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación del enlace de aquellos escolares que han gateado antes de caminar (n=42).

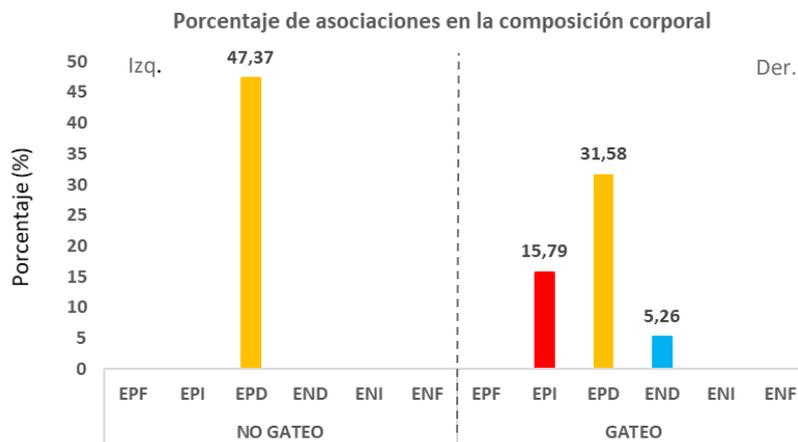


Figura 30. Porcentaje de asociaciones que muestra la composición corporal con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: no gateo y gateo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al porcentaje de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

Los resultados de este estudio reflejan que en aquellos escolares de 7 años y que han gateado antes de caminar presentan un 15,79 % más de EPI, un 15,79 % menos de EPD y un 5,26 % más de END entre la composición corporal y el resto de sistemas en comparación a los escolares que no han gateado antes de caminar.

Asociaciones del sistema cardiopulmonar

La figura 24 muestra el porcentaje del número de asociaciones clasificados por la intensidad de la correlación de enlace que forma el sistema cardiopulmonar con el resto de sistemas. A la izquierda del gráfico se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares que no han gateado antes de caminar (n=35) y, a la derecha del gráfico, se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación del enlace de aquellos escolares que han gateado antes de caminar (n=42).

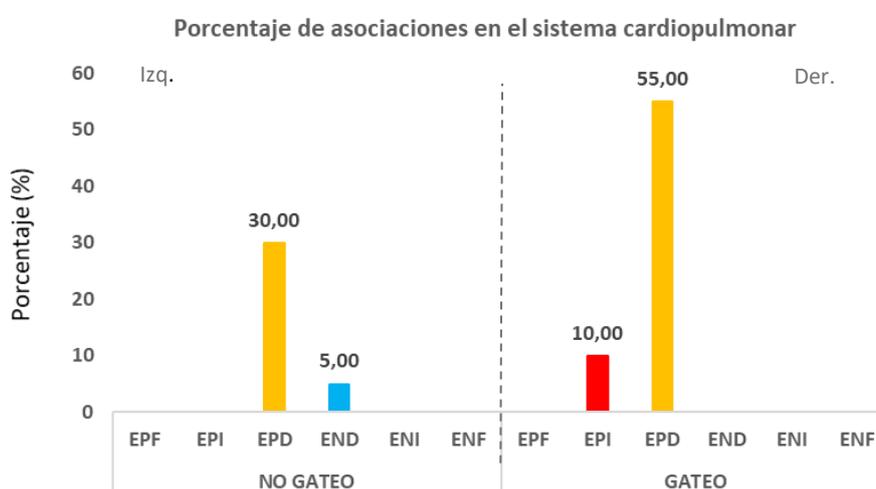


Figura 32. Porcentaje de asociaciones que muestra el sistema cardiopulmonar con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: no gateo y gateo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al porcentaje de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

Los resultados de este estudio reflejan que en aquellos escolares de 7 años y que han gateado antes de caminar presentan un 10,00 % más de EPI, un 25,00 % más de EPD y un 5,00 % menos de END entre el sistema cardiopulmonar y el resto de sistemas en comparación a los escolares que no han gateado antes de caminar.

Asociaciones de la competencia motriz

La figura 25 muestra el porcentaje del número de asociaciones clasificados por la intensidad de la correlación de enlace que forma la competencia motriz con el resto de sistemas. A la izquierda del gráfico se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares que no han gateado antes de caminar (n=35) y, a la derecha del gráfico, se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación del enlace de aquellos escolares que han gateado antes de caminar (n=42).

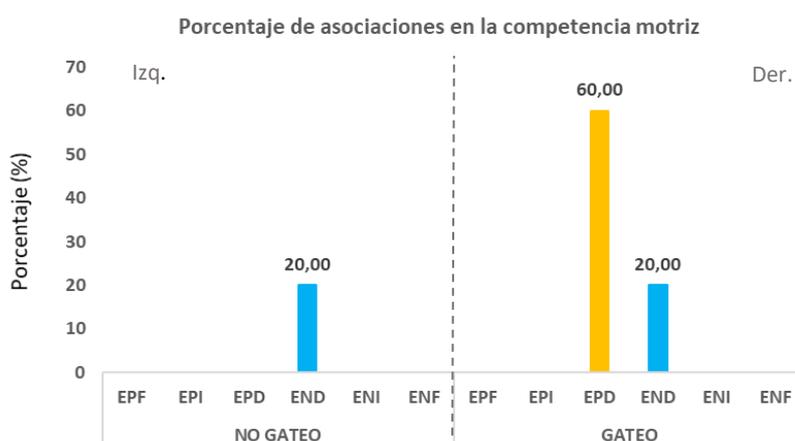


Figura 34. Porcentaje de asociaciones que muestra la competencia motriz con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: no gateo y gateo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al porcentaje de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

Los resultados de este estudio reflejan que en aquellos escolares de 7 años y que han gateado antes de caminar presentan un 60,00 % más de EPD entre la competencia motriz y el resto de sistemas en comparación a los escolares que no han gateado antes de caminar.

Asociaciones de la condición física

La figura 26 muestra el porcentaje del número de asociaciones clasificados por la intensidad de la correlación de enlace que forma la condición física con el resto de sistemas. A la izquierda del gráfico se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares que no han gateado antes de caminar (n=35) y, a la derecha del gráfico, se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación del enlace de aquellos escolares que han gateado antes de caminar (n=42).

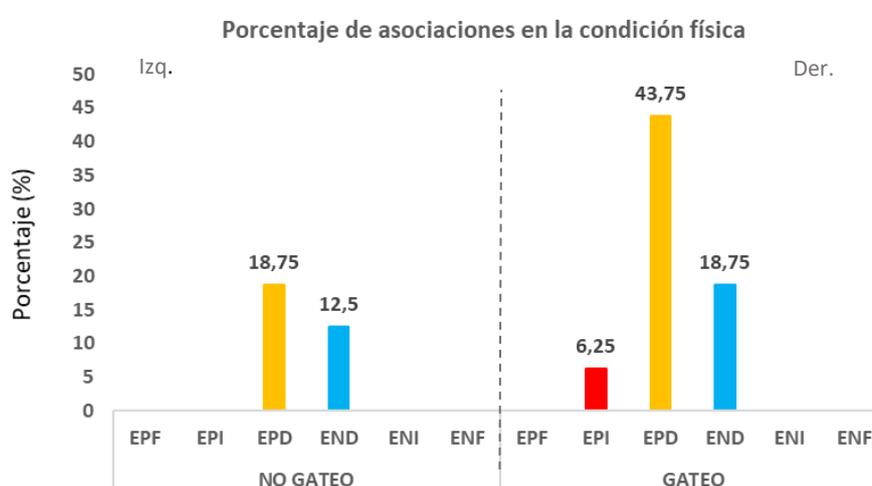


Figura 36. Porcentaje de asociaciones que muestra la condición física con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: no gateo y gateo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al porcentaje de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

Los resultados de este estudio reflejan que en aquellos escolares de 7 años y que han gateado antes de caminar presentan un 6,25 % más de EPI, un 25,00 % más de EPD y un 6,25 % más de END entre el sistema cardiopulmonar y el resto de sistemas en comparación a los escolares que no han gateado antes de caminar.

4.2.3. Resumen de los resultados

Los resultados descriptivos de este estudio muestran que aquellos escolares que han gateado antes de caminar, a los 7 años de edad tienen un menor IMC z-score, una menor cantidad de % de masa grasa y de FMR respecto aquellos escolares que no han gateado antes de caminar. Así mismo, aquellos escolares que han gateado antes de caminar, a los 7 años de edad tienen valores más bajos de PAS y PAD respecto aquellos escolares que no han gateado. El análisis de regresión, el gateo se asoció de forma independiente con el IMC z-score, con el % de masa grasa, con la FMR, con la PAS y con la PAD.

Según los resultados obtenidos en este estudio, los escolares que han gateado antes de caminar, a los 7 años de edad muestran un mayor número de asociaciones entre la composición corporal (1 asociación más), el sistema cardiopulmonar (6 asociaciones más), la competencia motriz (6 asociaciones más) y la condición física (6 asociaciones más) respecto a los escolares que no han gateado antes de caminar a 7 años de edad. Cabe destacar el incremento de la cantidad de asociaciones entre la masa muscular con el sistema cardiopulmonar y la condición física que, además, muestra un aumento de la intensidad de correlación entre la masa muscular con el FVC y la FEI. A su vez, en el sistema cardiopulmonar, exactamente la PAS, muestra un mayor número de enlaces con la composición corporal, la competencia motriz y la condición física. Por último, cabe señalar que tanto la competencia motriz como la condición física destacan un mayor número de asociaciones con el resto de sistemas.

4.3. Estudio del efecto del gateo antes de caminar en relación al estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

Para este estudio se ha utilizado la submuestra de 77 escolares (niños y niñas) aparentemente sanos de 7 años de edad ($7,49 \pm 0,34$ años; 52 % femenino). La muestra se divide en dos grupos: los escolares con un estilo de vida menos activo ($n=32$) y los escolares con un estilo de vida activo ($n=45$).

Dentro del grupo de escolares con un estilo de vida menos activo $n=32$ ($7,41 \pm 0,33$ años; 50% femenino), se encuentra un total de $n=15$ escolares que no gatearon antes de caminar ($7,42 \pm 0,31$ años; 53,3% femenino) y un total de $n=17$ escolares que gatearon antes de caminar ($7,40 \pm 0,36$ años; 47,1% femenino).

Dentro del grupo de escolares con un estilo de vida activo $n=45$ ($7,55 \pm 0,33$ años; 53,3% femenino), se encuentra un total de $n=20$ escolares que no gatearon antes de caminar ($7,61 \pm 0,38$ años; 55% femenino) y un total de $n=25$ escolares que gatearon antes de caminar ($7,50 \pm 0,29$ años; 52% femenino) (Tabla 10).

Tabla 12. Distribución de la submuestra entre los distintos grupos según el estilo de vida activo y el gateo.

	Estilo de vida menos activo	Estilo de vida activo
No gateo	15	20
Gateo	17	25

4.3.1. Impacto del gateo antes de caminar en relación al estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

Para este estudio se ha utilizado una submuestra de 77 de escolares (niños y niñas) aparentemente sanos de 7 años de edad ($7,49 \pm 0,34$ años; 52 % femenino). La submuestra se divide en dos grupos: escolares con un estilo de vida menos activo ($n=32$) y escolares con un estilo de vida activo ($n=45$).

4.3.1.1. Estilo de vida menos activo

La tabla 11 muestra los resultados descriptivos de la muestra total de $n=32$ ($7,41 \pm 0,33$ años; 50% femenino), considerando que todos ellos tienen un estilo de vida menos activo, y clasificados por los que no han gateado ($n=15$) y gateado ($n=17$) antes de caminar. Se examinaron parámetros clínicos, composición corporal, sistema cardiopulmonar, competencia motriz, condición física y AF en escolares sanos de 7 años de edad.

El análisis descriptivo muestra que existen diferencias significativas en el % de masa grasa y en la FMR en los escolares que no han gateado y los escolares que han gateado durante el desarrollo y, tienen un estilo de vida menos activo (Figura 27). Aquellos escolares que tienen un estilo de vida menos activo y han gateado durante el desarrollo presentaron valores más bajos, en comparación con los escolares que no gatearon durante el desarrollo, para los siguientes parámetros clínicos: referente al % de masa grasa disminuyó en un 15,73% ($p=0,017$) y la FMR en un 19,23% ($p=0,018$).

No se observaron diferencias significativas para los valores del IMC z-score, peso y altura z-score, el perímetro de cintura, la masa muscular, el sistema cardiopulmonar (PAS, PAD, FVC y FEV1), la competencia motriz (las HL, las HCO y la CM) y la condición física (RCR, FEI y FES).

Tabla 13. Variables de los parámetros clínicos, la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en los participantes con un estilo de vida menos activo y por grupos de gateo.

Variable	Todos	No gateo	Gateo	p-Value
N	32	15	17	
Edad (años)	7,41 ± 0,33	7,42 ± 0,31	7,40 ± 0,36	0,862
Sexo (% femenino)	50	53	47	0,500
Peso z-score	-0,41 ± 0,65	-0,28 ± 0,75	-0,53 ± 0,54	0,291
Altura z-score	-0,01 ± 0,99	0,03 ± 1,04	-0,53 ± 0,98	0,776
IMC z-score	-0,48 ± 0,56	-0,33 ± 0,61	-0,60 ± 0,49	0,182
<i>Composición corporal</i>				
Perímetro de cintura (cm)	55,80 ± 4,05	56,50 ± 4,20	55,10 ± 2,65	0,320
Masa grasa (%)	18,00 ± 3,64	19,70 ± 4,01	16,60 ± 2,60	0,017
Masa muscular (Kg)	19,10 ± 2,30	19,10 ± 1,93	19,10 ± 2,65	0,981
FMR (Kg)	0,23 ± 0,05	0,26 ± 0,06	0,21 ± 0,03	0,018
<i>Presión arterial</i>				
PAS (mmHg)	99 ± 7	101 ± 7	96 ± 7	0,079
PAD (mmHg)	57 ± 6	58 ± 7	56 ± 6	0,259
<i>Función pulmonar</i>				
FVC (ml)	1655 ± 260	1673 ± 290	1640 ± 240	0,739
FEV ₁ (ml)	1454 ± 249	1436 ± 262	1472 ± 244	0,716
<i>Competencia motriz</i>				
HL (puntos CAMSA)	0,25 ± 0,10	0,29 ± 0,09	0,22 ± 0,11	0,064
HCO (puntos CAMSA)	0,14 ± 0,07	0,16 ± 0,07	0,12 ± 0,07	0,147
CM (puntos CAMSA)	14,45 ± 4,07	15,5 ± 4,03	13,43 ± 3,65	0,140
<i>Condición física</i>				
RCR (min)*	5,22 ± 0,70	5,22 ± 0,58	5,22 ± 0,85	0,994
FEI (cm)*	91,47 ± 15,29	90,77 ± 16,19	92,29 ± 14,84	0,807
FES (kg)	10,15 ± 2,55	10,25 ± 1,62	10,05 ± 3,28	0,834

*La submuestra es de N= 14 participantes que tienen un estilo de vida menos activo y no han gateado durante el desarrollo y N=12 participantes que tienen un estilo de vida menos activo y han gateado durante el desarrollo. IMC: Índice de masa corporal; FMR: Relación grasa - músculo PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; FVC: Capacidad vital forzada; FEV₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo; HL: habilidades de locomoción; HCO: Habilidades de control de objetos; CM: Competencia motriz; RCR: Resistencia cardiorrespiratoria; FEI: Fuerza en la extremidad inferior; FES: Fuerza en la extremidad superior; AFMV: Actividad física moderada o vigorosa.

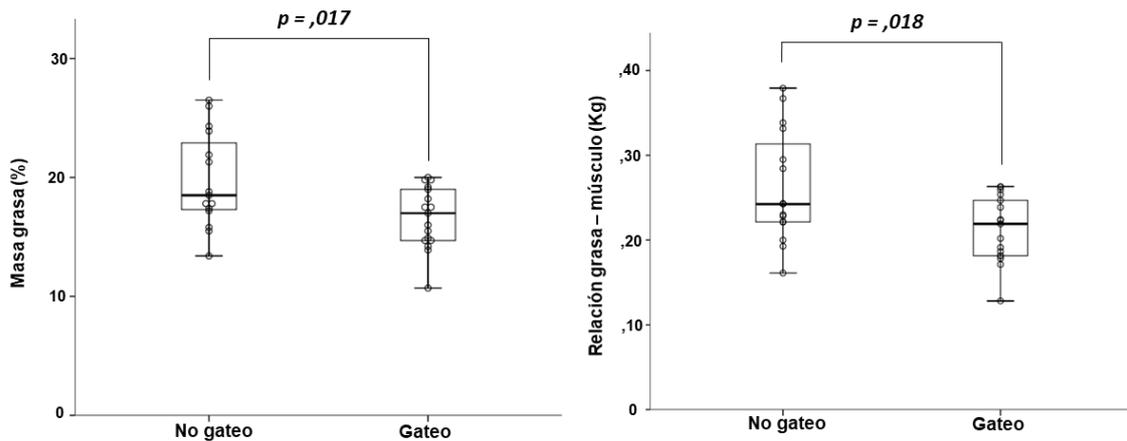


Figura 37. Diagramas de caja superpuestos para la masa grasa (%) y la relación grasa - músculo entre el grupo que no gatea y gatea con un estilo de vida menos activo.

La tabla 12 muestra los resultados de los análisis de regresión realizados para el % de masa grasa y la FMR. Por ello, en el análisis de regresión múltiple con el porcentaje de masa grasa como variable dependiente, el gateo y peso se asociaron de forma independiente con el % de masa grasa explicando un 49,5% de su varianza. En el análisis de regresión múltiple con la FMR como variable dependiente, el gateo y el peso se asoció de forma independiente con la FMR explicando el 49,6% de su varianza.

Tabla 14. Análisis de regresión para el porcentaje de masa grasa y la relación grasa – músculo niños sanos de 7 años de edad con un estilo de vida menos activo.

		Beta	Sig.	R²
Masa grasa (%)				
	Gateo	-0,304	0,028	
	Edad (años)	0,015	0,907	
	Sexo	0,093	0,480	
	Peso (kg)	0,687	<0,001	
				0,495
FMR (kg)				
	Gateo	-0,303	0,029	
	Edad (años)	<0,001	0,999	
	Sexo	0,097	0,472	
	Peso (kg)	0,642	<0,001	
				0,496

FMR: Relación grasa – músculo.

4.3.1.2. Estilo de vida activo

La tabla 13 muestra los resultados descriptivos de muestra total de n=45 (7,55 ± 0,33 años; 53,3% femenino), considerando que todos ellos tienen un estilo de vida activo, y clasificados por los que no han gateado (n=20) y gateado (n=25) antes de caminar. Se examinaron parámetros clínicos, composición corporal, sistema cardiopulmonar, competencia motriz, condición física y AF en escolares sanos de 7 años de edad.

El análisis descriptivo muestra que existen diferencias significativas en la PAS y PAD en los escolares que no han gateado y los escolares que han gateado durante el desarrollo y, tienen un estilo de vida activo (Figura 28). Aquellos escolares que tienen un estilo de vida activo y han gateado durante el desarrollo presentaron valores más bajos, en comparación con los

escolares que no gatearon durante el desarrollo, para los siguientes parámetros clínicos: referente a la PAS disminuyó en un 7,75% ($p=0,005$) y la PAD en un 13,27% ($p=0,001$).

No se observaron diferencias significativas para los valores del IMC, peso y altura z-score, el perímetro de cintura, el % de masa grasa, la masa muscular, la FMR, el sistema cardiopulmonar (FVC y FEV1), la competencia motriz (las HL, las HCO y la CM) y la condición física (RCR, FEI y FES).

Tabla 15. Variables de los parámetros clínicos, la composición corporal, el sistema cardiorrespiratorio, la competencia motriz y la condición física en los niños y niñas que tienen un estilo de vida activo y separados por grupos de gateo.

Variable	Todos	No gateo	Gateo	p-Value
N	45	20	25	
Edad (años)	7,55 ± 0,33	7,61 ± 0,38	7,50 ± 0,29	0,272
Sexo (% femenino)	53	55	52	0,540
Peso z-score	-0,40 ± 0,70	-0,26 ± 0,78	-0,51 ± 0,62	0,241
Altura z-score	-0,09 ± 1,02	-0,12 ± 1,07	-0,07 ± 1,00	0,876
IMC z-score	-0,41 ± 0,61	-0,21 ± 0,71	-0,57 ± 0,48	0,065
<i>Composición corporal</i>				
Perímetro de cintura (cm)	56,20 ± 4,93	57,00 ± 5,05	55,6 ± 3,96	0,360
Masa grasa (%)	18,90 ± 5,47	20,40 ± 6,17	17,6 ± 4,60	0,090
Masa muscular (Kg)	19,30 ± 2,43	19,70 ± 2,66	18,9 ± 2,24	0,301
FMR (Kg)	0,25 ± 0,09	0,28 ± 0,10	0,23 ± 0,07	0,084
<i>Presión arterial</i>				
PAS (mmHg)	102 ± 9	107 ± 10	98 ± 6	0,005
PAD (mmHg)	60 ± 8	64 ± 8	56 ± 6	0,001
<i>Función pulmonar</i>				
FVC (ml)	1637 ± 258	1672 ± 248	1609 ± 268	0,443
FEV ₁ (ml)	1468 ± 262	1503 ± 269	1442 ± 259	0,472
<i>Competencia motriz</i>				
HL (puntos CAMSA)	0,29 ± 0,11	0,28 ± 0,12	0,30 ± 0,10	0,580
HCO (puntos CAMSA)	0,14 ± 0,06	0,13 ± 0,07	0,15 ± 0,05	0,296
CM (puntos CAMSA)	14,70 ± 4,36	14,00 ± 4,35	15,28 ± 4,38	0,361
<i>Condición física</i>				
RCR (min)*	4,95 ± 0,71	5,25 ± 0,69	4,72 ± 0,65	0,051
FEI (cm)*	94,98 ± 12,75	92,52 ± 11,87	96,82 ± 13,44	0,387
FES (kg)	10,09 ± 2,72	10,57 ± 2,19	9,69 ± 3,08	0,302

*La muestra es de N= 12 participantes que tienen un estilo de vida activo y no han gateado durante el desarrollo y N=16 participantes que tienen un estilo de vida activo y han gateado durante el desarrollo. IMC: Índice de masa corporal; FMR: Relación grasa - músculo PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; FVC:

Capacidad vital forzada; FEV₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo; HL: habilidades de locomoción; HCO: Habilidades de control de objetos; CM: Competencia motriz; RCR: Resistencia cardiorrespiratoria; FEI: Fuerza en la extremidad inferior; FES: Fuerza en la extremidad superior; AFMV: Actividad física moderada o vigorosa.

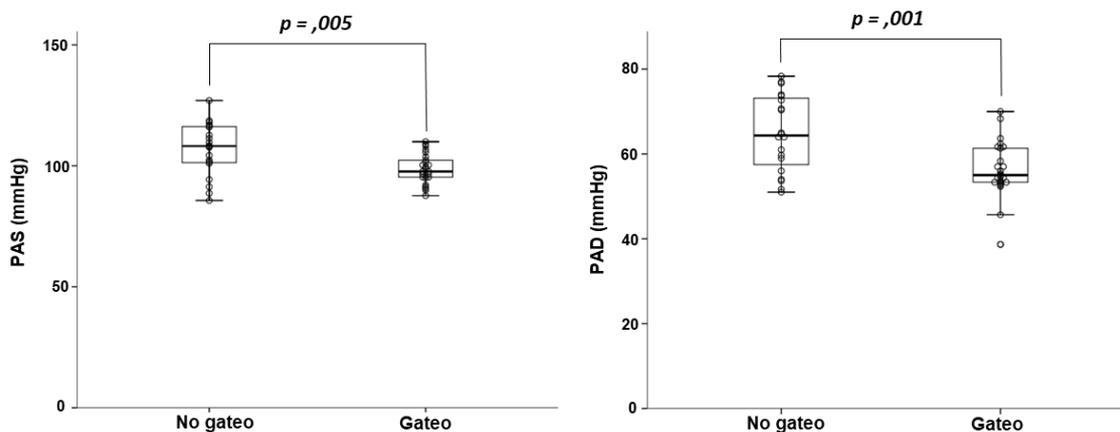


Figura 38. Diagramas de caja superpuestos para la PAS y PAD entre el grupo que no gatea y gatea con un estilo de vida activo. PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica.

La tabla 14 muestra los resultados de los análisis de regresión realizados para la PAS y PAD. Por ello, en el análisis de regresión múltiple con la PAS como variable dependiente, únicamente el gateo se asoció de forma independiente con la PAS explicando en 21,7% de su varianza. También, en el análisis de regresión múltiple con la PAD como variable dependiente, únicamente el gateo se asoció de forma independiente con la PAD explicando el 16,8% de su varianza.

Tabla 16. Análisis de regresión para la presión arterial sistólica y presión arterial diastólica en niños y niñas con un estilo de vida activo.

		Beta	Sig.	R²
PAS (mmHg)				
	Gateo	-0,389	0,007	
	Edad (años)	0,113	0,428	
	Sexo	-0,203	0,140	
	Peso (kg)	0,208	0,148	
				0,217
PAD (mmHg)				
	Gateo	-0,492	0,001	
	Edad (años)	-0,013	0,927	
	Sexo	-0,005	0,972	
	Peso (kg)	0,021	0,886	
				0,168

PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica.

4.3.2. El gateo antes de caminar como modulador de la asociación en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

A continuación, se presentan las asociaciones en red entre la composición corporal (perímetro de cintura, % de masa grasa, masa muscular y FMR), el sistema cardiopulmonar (PAS, PAD, FVC y FEV1), la competencia motriz (HL, HCO y CM), y la condición física (RCR, FEI y FES) en las submuestras de escolares con un estilo de vida menos activo y con un estilo de vida activo, así como en los grupos de no gateo antes de caminar y gateo antes de caminar en los escolares de 7 años de edad.

4.3.2.1. Submuestra con estilo de vida menos activo

La figura 29 muestra la matriz (A) y las asociaciones en red (B) entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en los 32 participantes de la submuestra del estudio que con un estilo de vida menos activo.

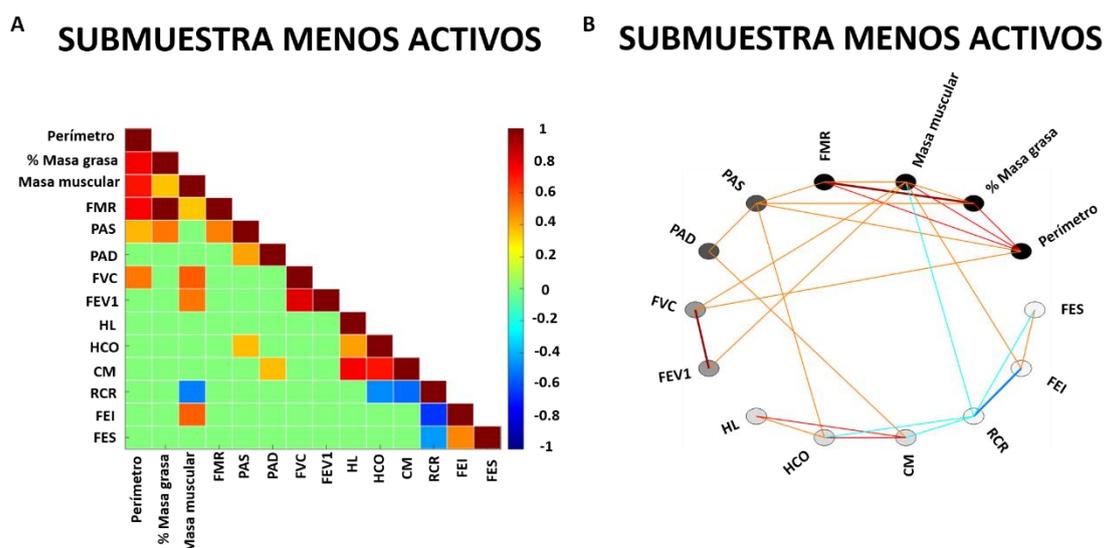


Figura 39. Asociaciones en red entre los sistemas del cuerpo en toda la submuestra de niños con un estilo de vida menos activo. **Figura 29A.** Matriz de asociación entre los sistemas. Las matrices de asociación muestran el coeficiente de correlación de Pearson entre los sistemas corporales. Las correlaciones no significativas se representan en verde. **Figura 29B.** Asociaciones en red entre los sistemas. Los enlaces entre dos variables representan la intensidad de la correlación (es decir, el coeficiente de Pearson) entre dos variables. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). FMR: Relación grasa-músculo; PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; FVC: Capacidad vital forzada; FEV1: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo; LS: Habilidades locomotoras; HCO: Habilidades de control de objetos; MC: Competencia motriz; RCR: Resistencia cardiorrespiratoria; FEI: Fuerza muscular de la extremidad inferior del cuerpo; FES: Fuerza muscular de la extremidad superior del cuerpo.

La tabla 15 muestra la cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en la submuestra de 32 escolares con un estilo de vida menos activo.

Tabla 17. Cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en la submuestra de niños y niñas con un estilo de vida menos activo.

Submuestra con estilo de vida menos activo		
Composición corporal	EPF	0
	EPI	0
	EPD	7
	END	1
	ENI	0
	ENF	0
	Total	8
Sistema cardiopulmonar	EPF	0
	EPI	0
	EPD	8
	END	0
	ENI	0
	ENF	0
	Total	8
Competencia motriz	EPF	0
	EPI	0
	EPD	2
	END	2
	ENI	0
	ENF	0
	Total	4
Condición física	EPF	0
	EPI	0
	EPD	1
	END	3
	ENI	0
	ENF	0
	Total	4

Los resultados de la tabla 15 muestran el número de asociaciones en de la composición corporal (7 EPD y 1 END), el sistema cardiopulmonar (8 EPD), la competencia motriz (2 EPD y 2 END) y la condición física (1 EPD y 3 END).

4.3.2.1.1. Intensidad de correlación de los enlaces de asociación

Se presentan los siguientes resultados en la figura 30 que refleja el porcentaje de asociaciones en función de la intensidad de correlación de los enlaces de asociación de los sistemas en aquellos escolares de la submuestra con un estilo de vida menos activo:

Los resultados muestran un 29,17 % de EPD y 4,17 % de END entre la composición corporal y el resto de sistemas. El sistema cardiopulmonar con el resto de sistemas presenta un 33,33 % de EPD. La competencia motriz presenta con el resto de sistemas un 8,33 % de EPD y un 8,33 % de END. Por último, la condición física presenta con el resto de sistemas un 4,17% de EPD y un 12,50 % de END.

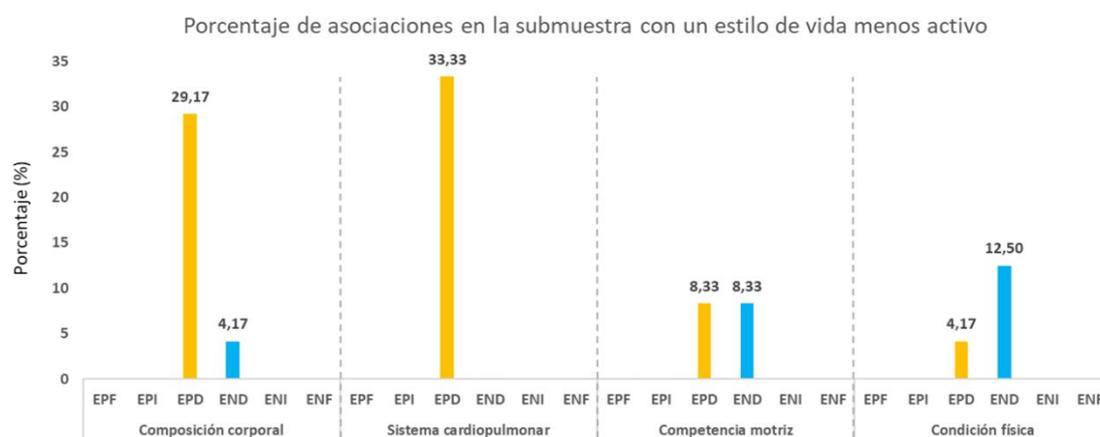


Figura 40. Porcentaje de asociaciones en función de la intensidad de correlación de los enlaces de asociación de la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en toda la submuestra de niños con un estilo de vida menos activo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al porcentaje de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

4.3.2.2. Submuestra con estilo de vida menos activo con grupos de gateo

La figura 31 muestra la matriz (A) y las asociaciones en red (B) entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en el subgrupo de escolares que son físicamente menos activos (n=32) y separados por el grupo de escolares que no han gateado antes de caminar (n=15) y el grupo de escolares que han gateado antes de caminar (n=17).

SUBMUESTRA MENOS ACTIVOS

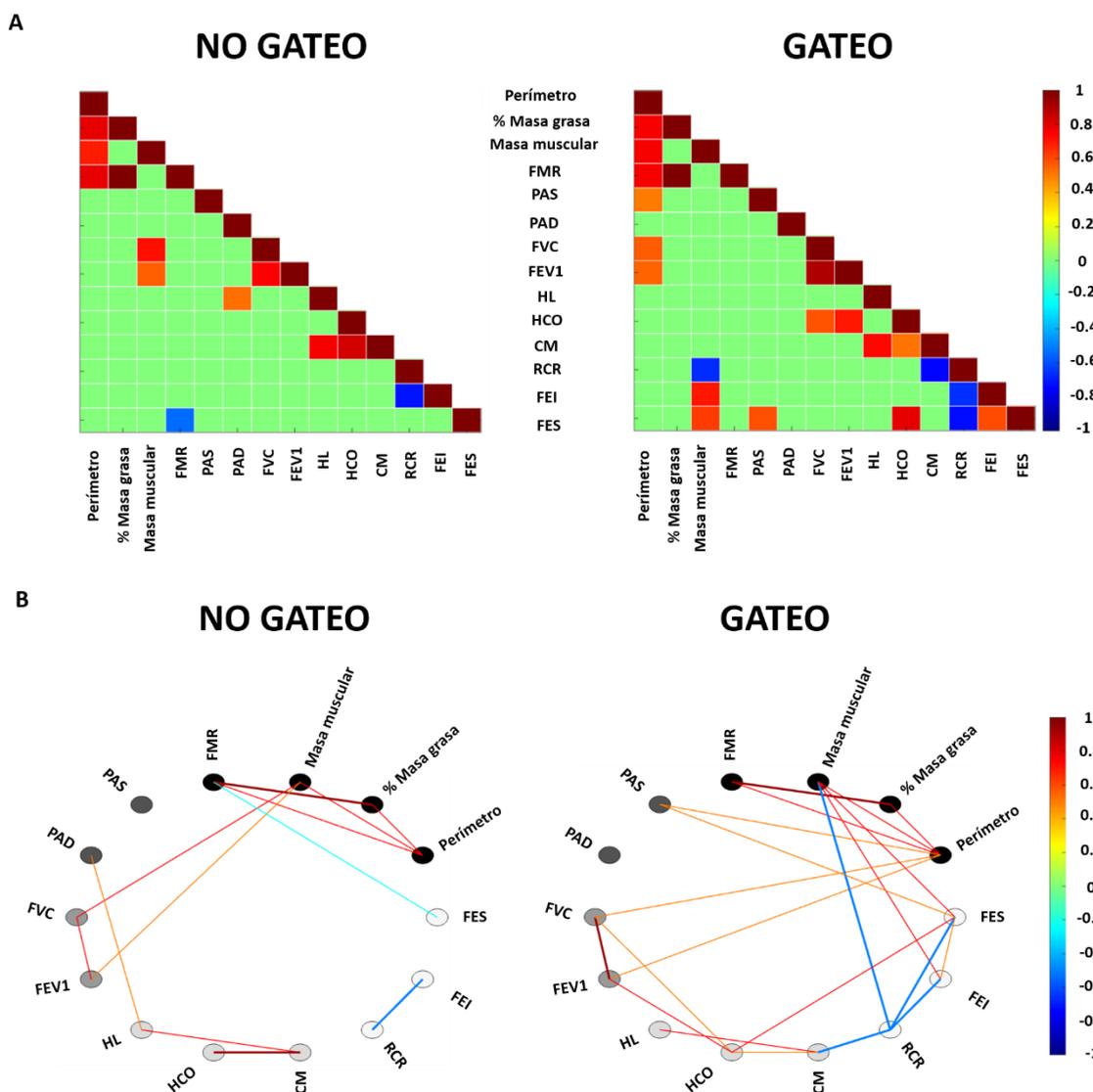


Figura 41. Asociaciones en red entre los sistemas del cuerpo en niños con un estilo de vida menos activo separado por los grupos de no gateo y gateo. **Figura 31A.** Matriz de asociación entre los sistemas. Las matrices de asociación muestran el coeficiente de correlación de Pearson entre los sistemas corporales. Las correlaciones no significativas se representan en verde. **Figura 31B.** Asociaciones en red entre los sistemas. Los enlaces entre dos variable

representan la intensidad de la correlación (es decir, el coeficiente de Pearson) entre dos variables. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). *FMR: Relación grasa-músculo; PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; FVC: Capacidad vital forzada; FEV₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo; LS: Habilidades locomotoras; HCO: Habilidades de control de objetos; MC: Competencia motriz; RCR: Resistencia cardiorrespiratoria; FEI: Fuerza muscular de la extremidad inferior del cuerpo; FES: Fuerza muscular de la extremidad superior del cuerpo.*

La tabla 16 muestra la cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física separados por el grupo de escolares que tienen un estilo de vida menos activo y no han gateado antes de caminar (n=15) y el grupo de escolares con un estilo de vida menos activo y que han gateado antes de caminar (n=17).

Tabla 18. Cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en el subgrupo de niños que tienen un estilo de vida menos activo separado por gateo.

		No gateo	Gateo
Composición corporal	EPF	0	0
	EPI	1	2
	EPD	1	3
	END	1	0
	ENI	0	0
	ENF	0	1
	Total	3	6
Sistema cardiopulmonar	EPF	0	0
	EPI	1	1
	EPD	2	5
	END	0	0
	ENI	0	0
	ENF	0	0
	Total	3	6
Competencia motriz	EPF	0	0
	EPI	0	2
	EPD	1	1
	END	0	0
	ENI	0	0
	ENF	0	1
	Total	1	4
Condición física	EPF	0	0
	EPI	0	3
	EPD	0	1
	END	1	0
	ENI	0	0
	ENF	0	2
	Total	1	6

4.3.2.2.1. Submuestra con estilo de vida menos activo grupo no gateo

La figura 31B y la tabla 16, a la izquierda, se muestran las asociaciones en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en el subgrupo de escolares que son físicamente menos activos y que no gatearon antes de caminar (n=15). Estos resultados muestran el número de asociaciones en red de la composición corporal (1 EPI, 1 EPD y 1 END), el sistema cardiopulmonar (1 EPI y 2 EPD), la competencia motriz (1 EPD) y la condición física (1 END).

4.3.2.2.2. Submuestra con estilo de vida menos activo grupo gateo

La figura 31B y la tabla 16, a la derecha, se muestran las asociaciones en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en el subgrupo de escolares que son físicamente menos activos y que gatearon antes de caminar (n=17). Estos resultados muestran el número de asociaciones en red de la composición corporal (2 EPI, 3 EPD y 1 ENF), el sistema cardiopulmonar (1 EPI y 5 EPD), la competencia motriz (2 EPI, 1 EPD y 1 ENF) y la condición física (3 EPI, 1 EPD y 2 ENF).

4.3.2.2.3. Intensidad de la correlación de los enlaces de asociación

Según los resultados obtenidos, los escolares con un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad y que han gateado antes de caminar presentan un mayor número de asociaciones entre la composición corporal (3 asociaciones más), el sistema cardiopulmonar (3 asociaciones más), la competencia motriz (3 asociaciones más) y la condición física (5 asociaciones más) respecto a los escolares con un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad y que no han gateado antes de caminar. Por ello, encontramos los siguientes resultados en el estudio:

Asociaciones de la composición corporal

La figura 32 muestra el porcentaje del número de asociaciones clasificados por la intensidad de la correlación de enlace que forma la composición corporal con el resto de sistemas. A la izquierda del gráfico se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad y que no han gateado antes de caminar (n=15) y, a la derecha del gráfico, se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad y que han gateado antes de caminar (n=17).

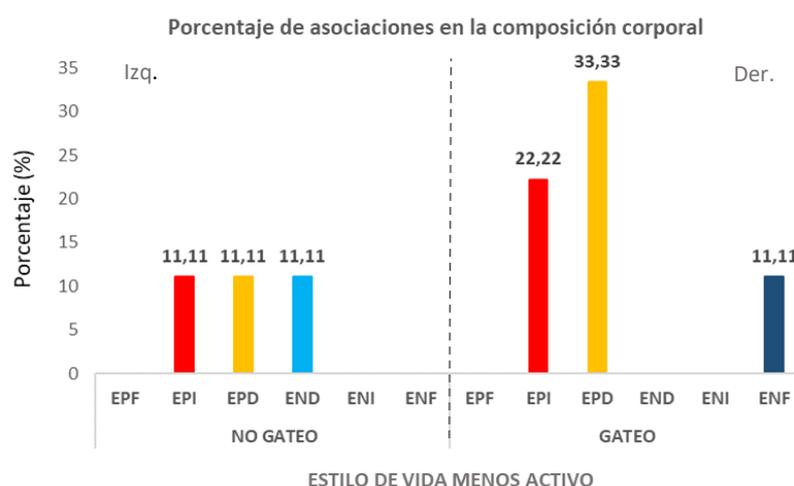


Figura 43. Porcentaje de asociaciones que muestra la composición corporal con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: menos activos y no gateo y, menos activos y gateo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al número de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

Los resultados de este estudio reflejan que en aquellos escolares de 7 años con un estilo de vida menos activo y que han gateado antes de caminar presentan un 11,11 % más de EPI, un 22,22 % más de EPD, un 11,11 % menos de END y un 11,11 % más de ENF entre la composición

corporal y el resto de sistemas en comparación a los escolares con un estilo de vida menos activo y que no han gateado. Cabe destacar, en la composición corporal, el aumento de intensidad de las asociaciones es entre la masa muscular y la condición física en aquellos escolares con un estilo de vida menos activo que han gateado antes de caminar.

Asociaciones del sistema cardiopulmonar

La figura 33 muestra el porcentaje del número de asociaciones clasificados por la intensidad de la correlación de enlace que forma el sistema cardiopulmonar con el resto de sistemas. A la izquierda del gráfico se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad y que no han gateado antes de caminar (n=15) y, a la derecha del gráfico, se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad y que han gateado antes de caminar (n=17).

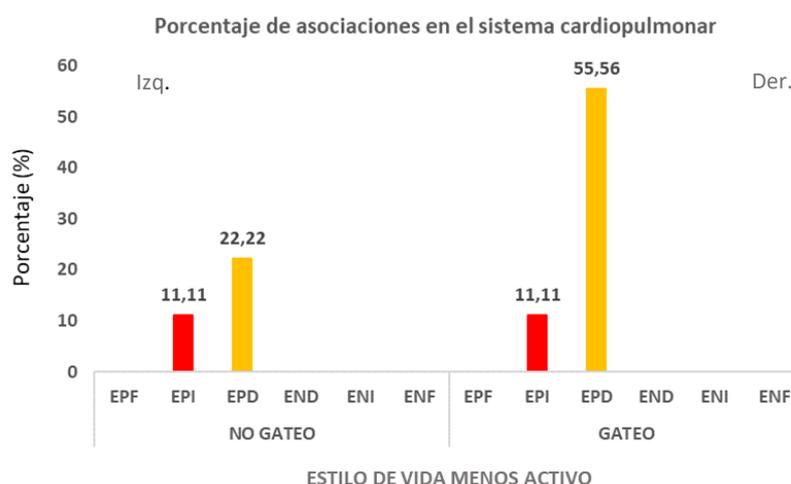


Figura 45. Porcentaje de asociaciones que muestra el sistema cardiopulmonar con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: menos activos y no gateo y, menos activos y gateo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al número de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

Los resultados de este estudio reflejan que en aquellos escolares de 7 años con un estilo de vida menos activo y que han gateado antes de caminar presentan un 33,34 % más de EPD entre el sistema cardiopulmonar y el resto de sistemas en comparación a los escolares con un estilo de vida menos activo y que no han gateado.

Asociaciones de la competencia motriz

La figura 34 muestra el porcentaje del número de asociaciones clasificados por la intensidad de la correlación de enlace que forma la competencia motriz con el resto de sistemas. A la izquierda del gráfico se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad y que no han gateado antes de caminar (n=15) y, a la derecha del gráfico, se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad y que han gateado antes de caminar (n=17).

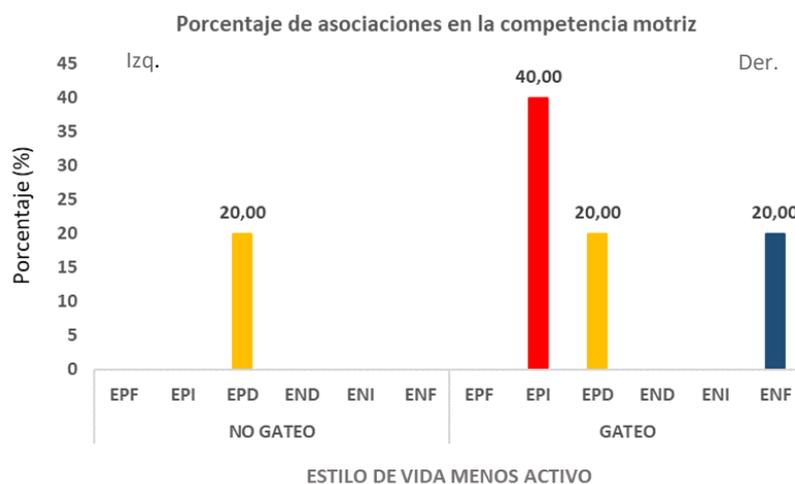


Figura 48. Porcentaje de asociaciones que muestra la competencia motriz con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: menos activos y no gateo y, menos activos y gateo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al número de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

Los resultados de este estudio reflejan que en aquellos escolares de 7 años con un estilo de vida menos activo y que han gateado antes de caminar presentan un 40,00 % más de EPI y un 20,00 % más de ENF entre la competencia motriz y el resto de sistemas en comparación a los escolares con un estilo de vida menos activo y que no han gateado.

Asociaciones de la condición física

La figura 35 muestra el porcentaje del número de asociaciones clasificados por la intensidad de la correlación de enlace que forma la condición física con el resto de sistemas. A la izquierda del gráfico se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad y que no han gateado antes de caminar (n=15) y, a la derecha del gráfico, se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad y que han gateado antes de caminar (n=17).

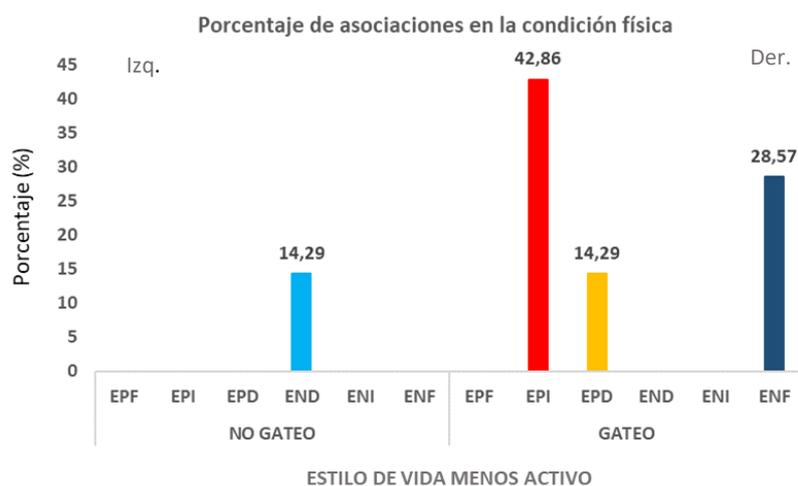


Figura 51. Porcentaje de asociaciones que muestra la condición física con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: menos activos y no gateo y, menos activos y gateo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al número de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

Los resultados de este estudio reflejan que en aquellos escolares de 7 años con un estilo de vida menos activo y que han gateado antes de caminar presentan un 42,86 % más de EPI, un 14,29 % más de EPD, un 14,29 % menos de END y un 28,57 % más de ENF entre la condición física y el resto de sistemas en comparación a los escolares con un estilo de vida menos activo y que no han gateado.

4.3.2.3. Submuestra con estilo de vida activo

La figura 36 muestra la matriz (A) y las asociaciones en red (B) entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en los 45 participantes de la submuestra del estudio con un estilo de vida activo.

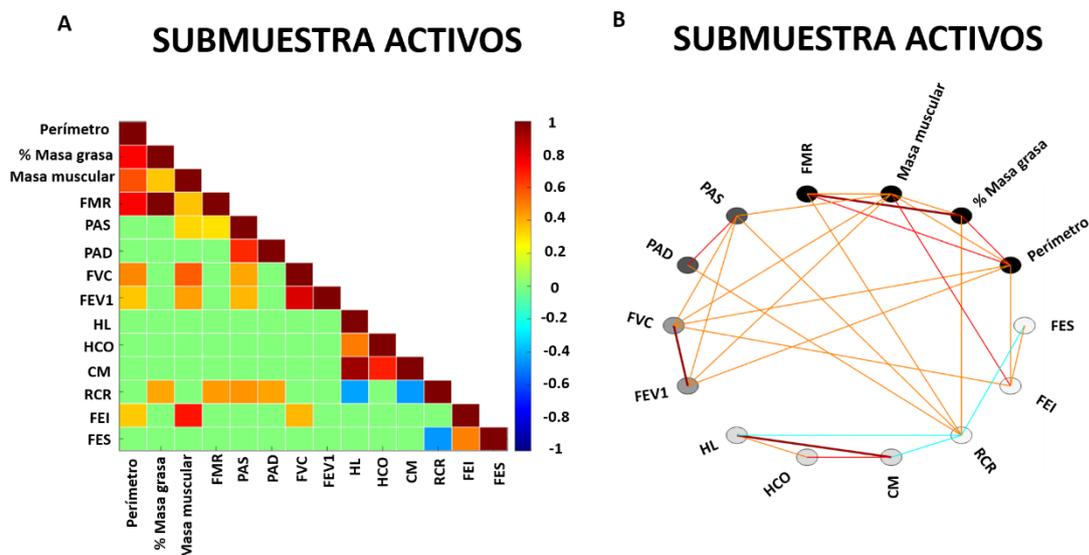


Figura 54. Asociaciones en red entre los sistemas del cuerpo en toda la submuestra de niños con un estilo de vida activo. **Figura 36A.** Matriz de asociación entre los sistemas. Las matrices de asociación muestran el coeficiente de correlación de Pearson entre los sistemas corporales. Las correlaciones no significativas se representan en verde. **Figura 36B.** Asociaciones en red entre los sistemas. Los enlaces entre dos variables representan la intensidad de la correlación (es decir, el coeficiente de Pearson) entre dos variables. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). FMR: Relación grasa-músculo; PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; FVC: Capacidad vital forzada; FEV1: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo; LS: Habilidades locomotoras; HCO: Habilidades de control de objetos; MC: Competencia motriz; RCR: Resistencia cardiopulmonar; FEI: Fuerza muscular de la extremidad inferior del cuerpo; FES: Fuerza muscular de la extremidad superior del cuerpo.

La tabla 17 muestra la cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en la submuestra de 45 escolares con un estilo de vida activo.

Tabla 20. Cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en la submuestra de niños y niñas con un estilo de vida activo.

Submuestra con estilo de vida activo		
Composición corporal	EPF	0
	EPI	1
	EPD	8
	END	0
	ENI	0
	ENF	0
	Total	9
Sistema cardiopulmonar	EPF	0
	EPI	0
	EPD	8
	END	0
	ENI	0
	ENF	0
	Total	8
Competencia motriz	EPF	0
	EPI	0
	EPD	0
	END	2
	ENI	0
	ENF	0
Total	2	
Condición física	EPF	0
	EPI	1
	EPD	6
	END	2
	ENI	0
	ENF	0
Total	9	

Los resultados de la tabla 17 muestran el número de asociaciones en de la composición corporal (1 EPI y 8 EPD), el sistema cardiopulmonar (8 EPD), la competencia motriz (2 END) y la condición física (1 EPI, 6 EPD y 2 END).

4.3.2.3.1. Intensidad de correlación de los enlaces de asociación

Se presentan los siguientes resultados en la figura 37 que refleja el porcentaje de asociaciones en función de la intensidad de correlación de los enlaces de asociación de los sistemas en aquellos escolares de la submuestra con un estilo de vida activo:

Los resultados muestran un 3,57 % de EPI y 28,57 % de EPD entre la composición corporal y el resto de sistemas. El sistema cardiopulmonar con el resto de sistemas presenta un 28,57 % de EPD. La competencia motriz presenta con el resto de sistemas un 7,14 % de END. Por último, la condición física presenta con el resto de sistemas un 3,57 % de EPI, un 21,43 % de EPD y un 7,14 % de END.

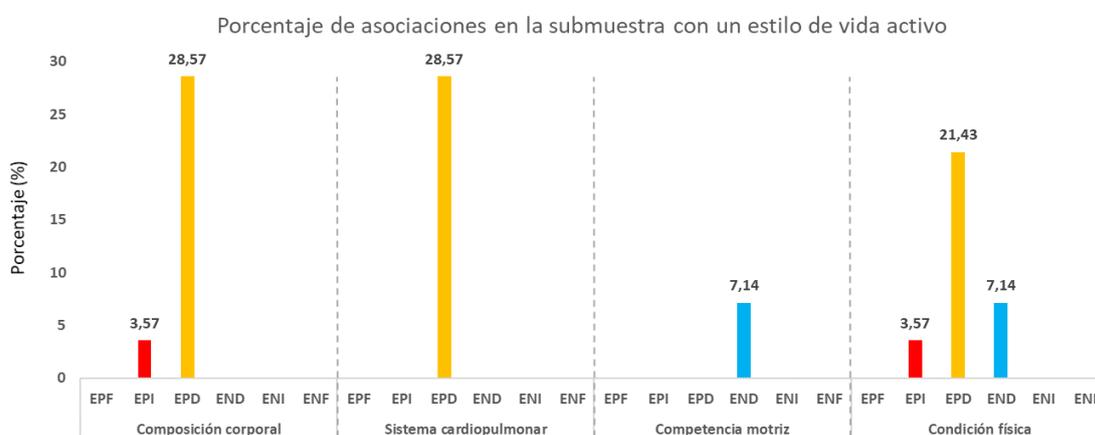


Figura 55. Porcentaje de asociaciones en función de la intensidad de correlación de los enlaces de asociación de la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en toda la submuestra de niños con un estilo de vida activo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al porcentaje de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

4.3.2.4. Submuestra con estilo de vida activo con grupos de gateo

La figura 38 muestra la matriz (A) y las asociaciones en red (B) entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en el subgrupo de escolares con un estilo de vida activo (n=45) y separados por el grupo de escolares que no han gateado antes de caminar (n=20) y el grupo de escolares que han gateado antes de caminar (n=25).

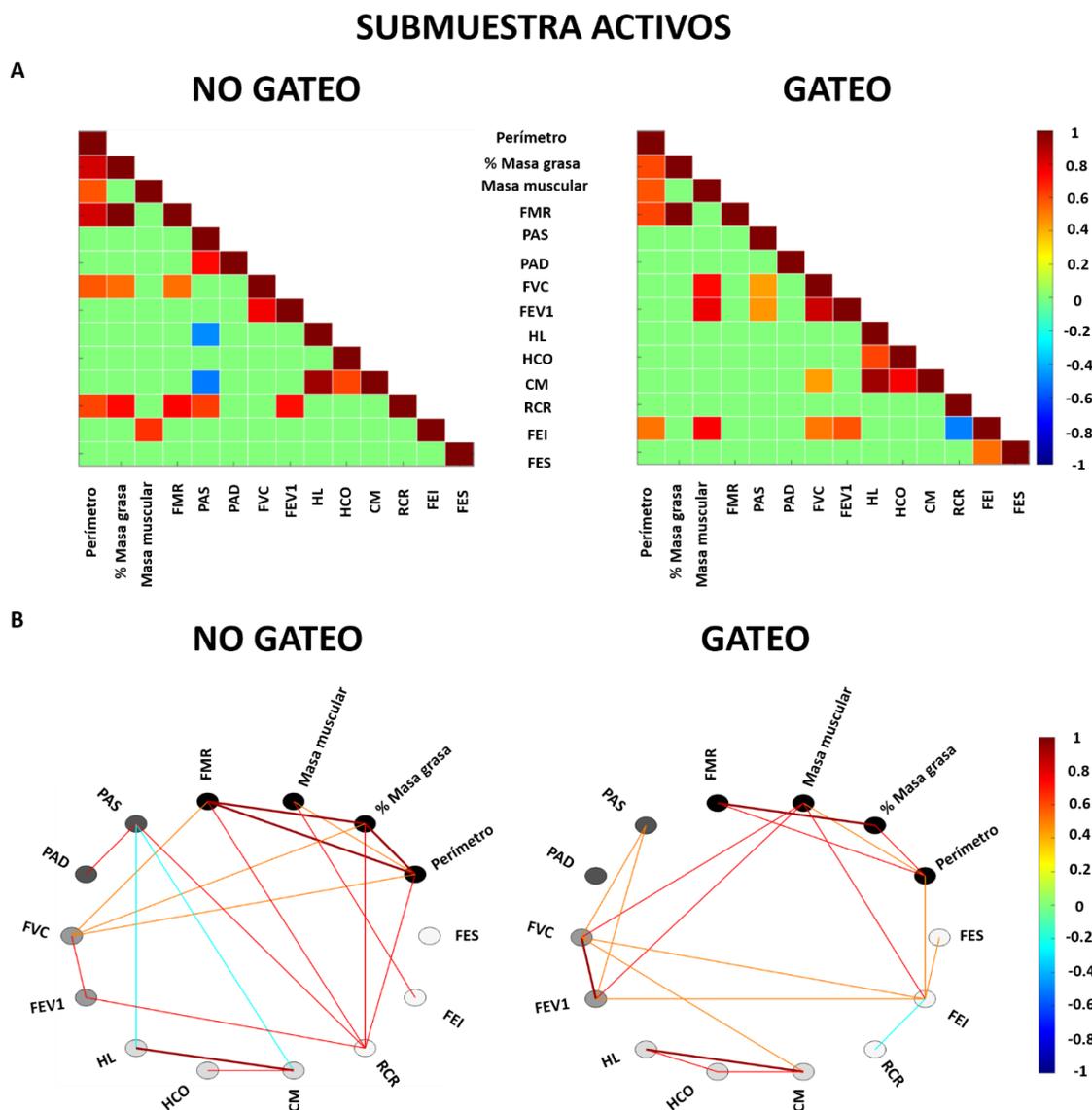


Figura 56. Asociaciones en red entre los sistemas del cuerpo en niños con un estilo de vida activo separado por los grupos de no gateo y gateo. **Figura 38A.** Matriz de asociación entre los sistemas. Las matrices de asociación muestran el coeficiente de correlación de Pearson entre los sistemas corporales. Las correlaciones no significativas se representan en verde. **Figura 38B.** Asociaciones en red entre los sistemas. Los enlaces entre dos variables

representan la intensidad de la correlación (es decir, el coeficiente de Pearson) entre dos variables. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). *FMR: Relación grasa-músculo; PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; FVC: Capacidad vital forzada; FEV₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo; LS: Habilidades locomotoras; HCO: Habilidades de control de objetos; MC: Competencia motriz; RCR: Resistencia cardiorrespiratoria; FEI: Fuerza muscular de la extremidad inferior del cuerpo; FES: Fuerza muscular de la extremidad superior del cuerpo.*

La tabla 18 muestra la cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física separados por el grupo de escolares que tienen un estilo de vida activo y no han gateado antes de caminar (n=20) y el grupo de escolares con un estilo de vida activo y que han gateado antes de caminar (n=25).

Tabla 22. Cantidad de asociaciones separadas por la intensidad del enlace entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en el subgrupo de niños que tienen un estilo de vida activo separado por gateo.

		No gateo	Gateo
Composición corporal	EPF	0	0
	EPI	4	3
	EPD	3	1
	END	0	0
	ENI	0	0
	ENF	0	0
	Total	7	4
Sistema cardiopulmonar	EPF	0	0
	EPI	2	2
	EPD	3	3
	END	2	0
	ENI	0	0
	ENF	0	0
	Total	7	5
Competencia motriz	EPF	0	0
	EPI	0	0
	EPD	0	0
	END	2	1
	ENI	0	0
	ENF	0	0
	Total	2	1
Condición física	EPF	0	0
	EPI	6	1
	EPD	0	3
	END	0	0
	ENI	0	0
	ENF	0	0
	Total	6	4

4.3.2.4.1. Submuestra con estilo de vida activo grupo no gateo

La figura 38B y la tabla 18, a la izquierda, se muestran las asociaciones en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en el subgrupo de escolares con un estilo de vida activo y que no gatearon antes de caminar (n=20). Estos resultados muestran el número de asociaciones en red de la composición corporal (4 EPI y 3 EPD), el sistema cardiopulmonar (2 EPI, 3 EPD y 2 END), la competencia motriz (2 END) y la condición física (6 EPI).

4.3.2.4.2. Submuestra con estilo de vida activo grupo gateo

La figura 38B y la tabla 18, a la derecha, se muestran las asociaciones entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en el subgrupo de escolares con un estilo de vida activo y que gatearon antes de caminar (n=25). Estos resultados muestran el número de asociaciones en red de la composición corporal (3 EPI y 1 EPD), el sistema cardiopulmonar (2 EPI y 3 EPD), la competencia motriz (1 EPD) y la condición física (1 EPI y 3 EPD).

4.3.2.4.3. Intensidad de la correlación de los enlaces de asociación

Según los resultados obtenidos, los escolares con un estilo de vida activo a los 7 años de edad y que no han gateado antes de caminar presentan un menor número de asociaciones entre la composición corporal (3 asociaciones menos), el sistema cardiopulmonar (2 asociaciones menos), la competencia motriz (1 asociación menos) y la condición física (2 asociaciones menos) respecto a los escolares con un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad y que han gateado antes de caminar. Por eso, encontramos los siguientes resultados en el estudio:

Asociaciones de la composición corporal

La figura 39 muestra el porcentaje del número de asociaciones clasificados por la intensidad de la correlación de enlace que forma la composición corporal con el resto de sistemas. A la izquierda del gráfico se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida activo a los 7 años de edad y que no han gateado antes de caminar (n=20) y, a la derecha del gráfico, se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida activo a los 7 años de edad y que han gateado antes de caminar (n=25).

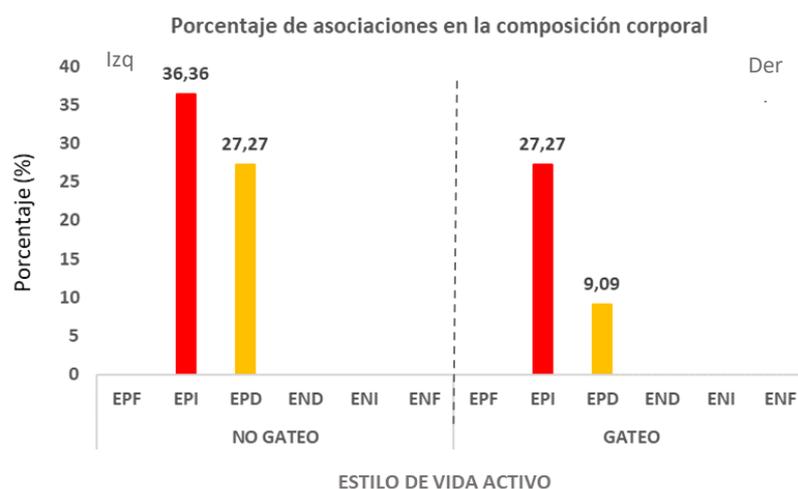


Figura 59. Porcentaje de asociaciones que muestra la composición corporal con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: activo y no gateo y, activo y gateo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al número de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

Los resultados de este estudio reflejan que en aquellos escolares de 7 años con un estilo de vida activo y que han gateado antes de caminar presentan un 9,09 % menos de EPI y un 18,18 % menos de EPD entre la composición corporal y el resto de sistemas en comparación a los escolares con un estilo de vida activo y que no gatearon antes de caminar.

Asociaciones del sistema cardiopulmonar

La figura 40 muestra el porcentaje del número de asociaciones clasificados por la intensidad de la correlación de enlace que forma el sistema cardiopulmonar con el resto de sistemas. A la izquierda del gráfico se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida activo a los 7 años de edad y que no han gateado antes de caminar (n=20) y, a la derecha del gráfico, se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida activo a los 7 años de edad y que han gateado antes de caminar (n=25).

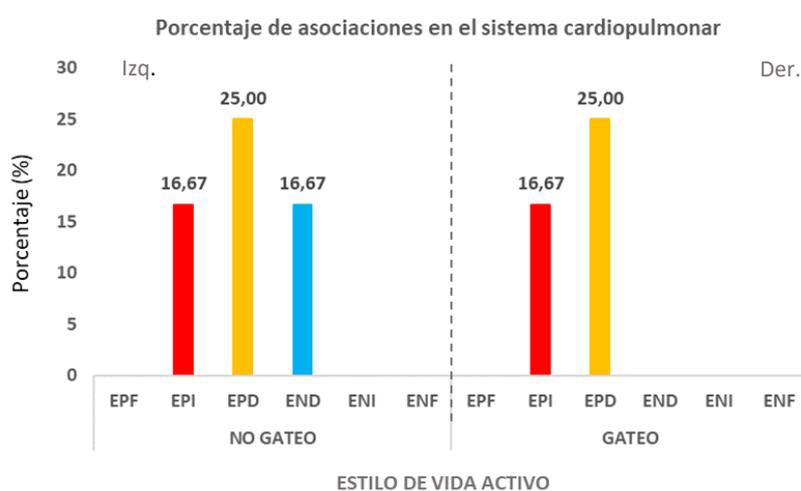


Figura 61. Porcentaje de asociaciones que muestra el sistema cardiopulmonar con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: activo y no gateo y, activo y gateo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al número de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

Los resultados de este estudio reflejan que en aquellos escolares de 7 años con un estilo de vida activo y que han gateado antes de caminar presenta un 16,67 % menos de END entre el sistema cardiopulmonar y el resto de sistemas en comparación a los escolares con un estilo de vida activo y que no gatearon antes de caminar.

Asociaciones de la competencia motriz

La figura 41 muestra el porcentaje del número de asociaciones clasificados por la intensidad de la correlación de enlace que forma la competencia motriz con el resto de sistemas. A la izquierda del gráfico se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida activo a los 7 años de edad y que no han gateado antes de caminar (n=20) y, a la derecha del gráfico, se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida activo a los 7 años de edad y que han gateado antes de caminar (n=25).

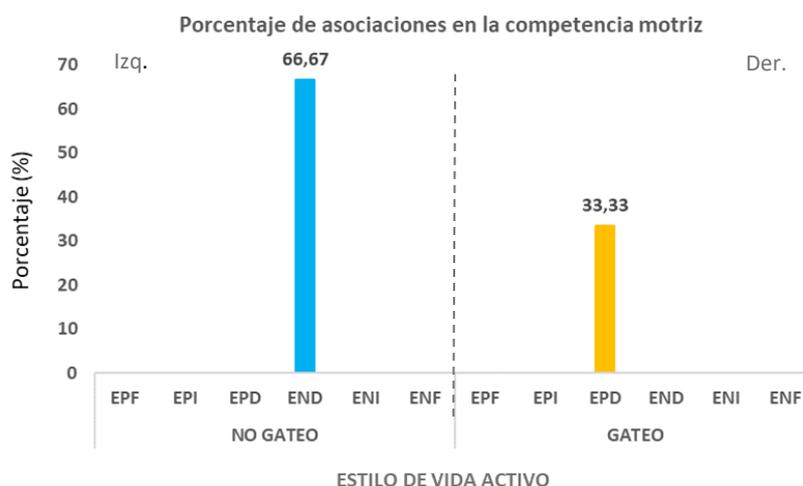


Figura 63. Porcentaje de asociaciones que muestra la competencia motriz con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: activo y no gateo y, activo y gateo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al número de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

Los resultados de este estudio reflejan que en aquellos escolares de 7 años con un estilo de vida activo y que han gateado antes de caminar presentan un 33,33 % más de EPD y un 66,67 % menos de END entre la competencia motriz y el resto de sistemas en comparación a los escolares con un estilo de vida activo y que no gatearon antes de caminar.

Asociaciones de la condición física

La figura 42 muestra el porcentaje del número de asociaciones clasificados por la intensidad de la correlación de enlace que forma la condición física con el resto de sistemas. A la izquierda del gráfico se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida activo a los 7 años de edad y que no han gateado antes de caminar (n=20) y, a la derecha del gráfico, se muestra el porcentaje de asociaciones clasificadas por la intensidad de la correlación de enlace en los escolares con un estilo de vida activo a los 7 años de edad y que han gateado antes de caminar (n=25).

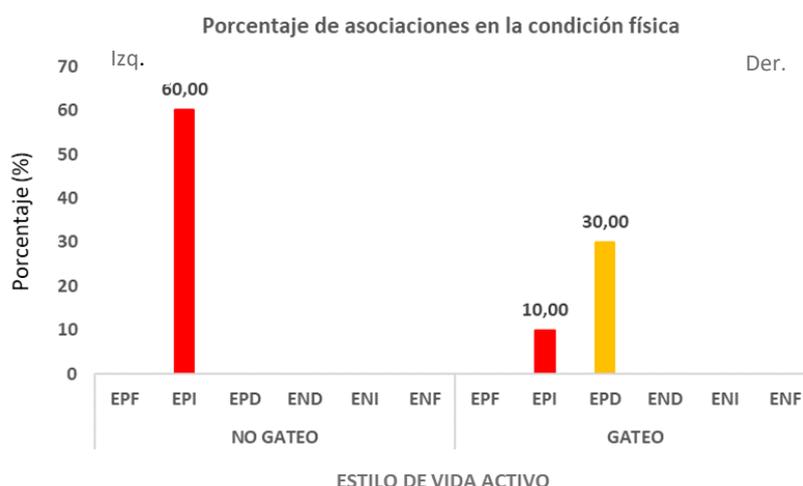


Figura 65. Porcentaje de asociaciones que muestra la condición física con el resto de sistemas clasificada por intensidad de la correlación del enlace, separado por grupos: activo y no gateo y, activo y gateo. Los enlaces se dividen en seis tipos: enlaces positivos fuertes (EPF; coeficientes de Pearson $\geq 0,8$), enlaces positivos intermedios (EPI; $0,6 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,8$), enlaces positivos débiles (EPD; $0,32 \leq$ coeficientes de Pearson $< 0,6$), enlaces negativos débiles (END; $-0,32 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,6$), enlaces negativos intermedios (ENI; $-0,6 \geq$ coeficientes de Pearson $> -0,8$) y enlaces negativos fuertes (ENF; coeficientes de Pearson $\leq -0,8$). La altura de la barra corresponde al número de correlaciones significativas de las asociaciones creadas.

Los resultados de este estudio reflejan que en aquellos escolares de 7 años con un estilo de vida activo y que han gateado antes de caminar presentan un 50,00 % menos de EPI y un 30,00 % más de EPD entre la condición física y el resto de sistemas en comparación a los escolares con un estilo de vida activo y que no gatearon antes de caminar.

4.3.3. Resumen de los resultados

4.3.3.1. Resultados estilo de vida menos activo y gateo

Los resultados descriptivos de este estudio muestran que aquellos escolares con un estilo de vida menos activo y que han gateado antes de caminar, a los 7 años de edad tienen una menor cantidad de % de masa grasa y de FMR respecto aquellos escolares que no han gateado antes de caminar.

Respecto al análisis de regresión en el grupo de escolares con un estilo de vida menos activo, el gateo se asoció de forma independiente con el % de masa grasa y con la FMR.

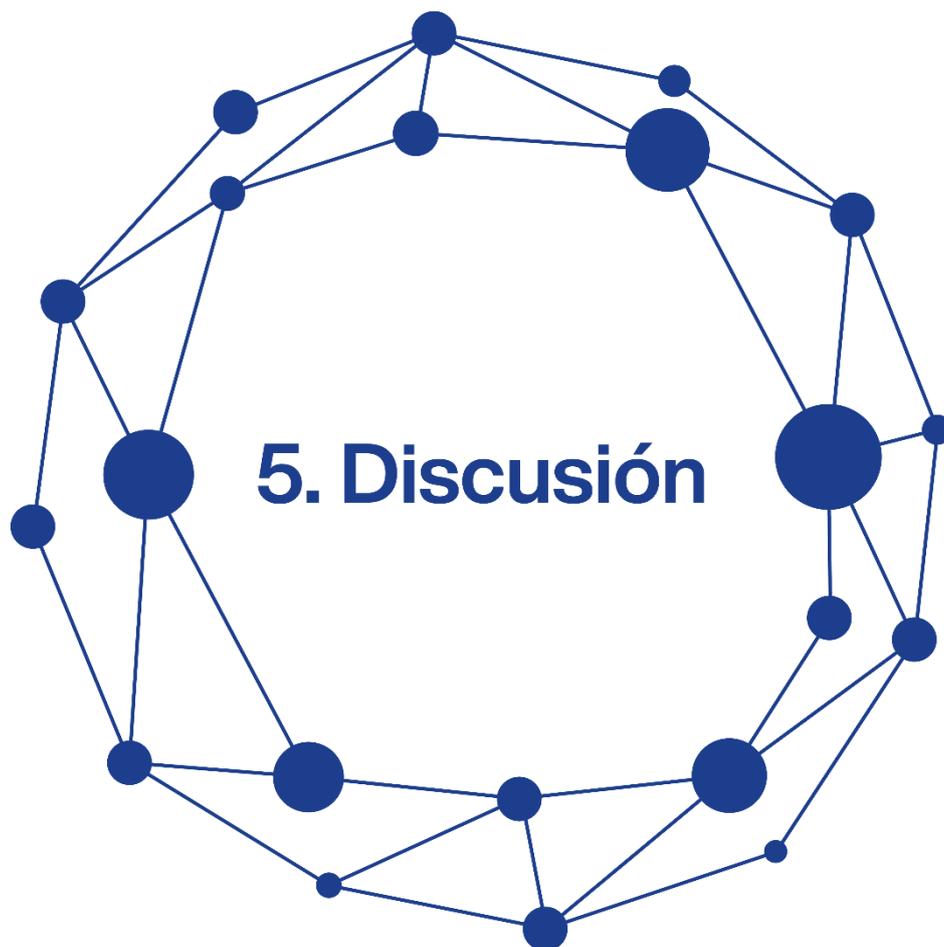
Según los resultados obtenidos en este estudio, los escolares con un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad y que han gateado antes de caminar presentan un mayor número de asociaciones entre la composición corporal (3 asociaciones más), el sistema cardiopulmonar (3 asociaciones más), la competencia motriz (3 asociaciones más) y la condición física (5 asociaciones más) respecto a los escolares con un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad y que no han gateado antes de caminar. Cabe destacar el incremento de la cantidad de asociaciones entre la masa muscular con la condición física (RCR, FES y FEI) que, a su vez, estos enlaces presentan una gran intensidad de correlación entre ellas.

4.3.3.2. Resultados estilo de vida activo y gateo

Los resultados descriptivos de este estudio muestran que aquellos escolares con un estilo de vida activo y que han gateado, a los 7 años de edad tienen valores más bajos de PAS y la PAD respecto aquellos escolares que no han gateado.

Respecto al análisis de regresión en el grupo de escolares con un estilo de vida activo, el gateo se asoció de forma independiente con la PAS y con la PAD.

Según los resultados obtenidos en este estudio, los escolares con un estilo de vida activo a los 7 años de edad y que no han gateado antes de caminar presentan un mayor número de asociaciones entre la composición corporal (3 asociaciones menos), el sistema cardiopulmonar (2 asociaciones menos), la competencia motriz (1 asociación menos) y la condición física (2 asociaciones menos) respecto a los escolares con un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad y que han gateado antes de caminar. Por una parte, cabe destacar el incremento de la cantidad de asociaciones entre la masa muscular con el sistema cardiopulmonar que, a su vez, estos enlaces presentan una mayor intensidad de correlación entre ellas. Por otra parte, en los escolares con un estilo de vida activo, pero que no han gateado, cabe destacar el incremento de la cantidad de asociaciones entre el RCR con el perímetro de cintura, el % de masa grasa, la FMR, la PAS y el FEV₁ y, que, a su vez, estos enlaces presentan una gran intensidad de correlación entre ellas.



En el primer estudio, se presentan resultados que resaltan la importancia de mantener un estilo de vida activo a los 7 años de edad. Estos resultados revelan que los niños y niñas que llevan un estilo de vida activo a esa edad muestran mejores valores en términos de composición corporal, competencia motriz y condición física en comparación con aquellos que tienen un estilo de vida menos activo. Además, se demuestra por primera vez que los niños y niñas con un estilo de vida activo tienen una menor cantidad de asociaciones en las que destacan las asociaciones de la competencia motriz con la FMR, el % de masa grasa y la condición física. En cambio, destaca una mayor intensidad de la correlación especialmente las asociaciones entre la masa muscular con el FVC y el FEI en contraste con los niños y niñas que tienen un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad (Figura 43).

Además, el segundo estudio subraya la importancia del gateo antes de caminar y su impacto a los 7 años de edad. Los resultados revelan, por primera vez, que los niños y niñas que han gateado antes de caminar presentan valores más saludables en términos de composición corporal y sistema cardiopulmonar en comparación con aquellos que no han gateado antes de caminar. En cuanto al número de asociaciones entre los sistemas, los resultados de este estudio indican que el acto de gatear podría favorecer un mayor número de asociaciones, destacando las asociaciones entre la masa muscular con el sistema cardiopulmonar y la condición física y, además, hay un incremento del número de las asociaciones de la PAS con la composición corporal, la competencia motriz y la condición física. Por último, la competencia motriz y la condición física presentan un mayor número de asociaciones. Por otra parte, algunas asociaciones presentan una mayor intensidad de la correlación, como la que presenta la masa muscular con la FVC y la FEI en contraste con los niños y niñas que no han gateado antes de caminar (Figura 44).

Por último, los resultados del tercer estudio revelan la interacción entre la adquisición del gateo antes de caminar y un estilo de vida menos activo en niños y niñas de 7 años. Los

resultados indican que aquellos niños y niñas que no han gateado antes de caminar y tienen un estilo de vida menos activo presentan valores menos saludables en cuanto a composición corporal en comparación con aquellos que sí han gateado antes de caminar. Además, en relación al número de asociaciones entre los sistemas, los resultados de este estudio muestran que la ausencia del gateo disminuye las asociaciones y la intensidad de la correlación entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física, en contraste con aquellos niños y niñas que han gateado antes de caminar y tienen un estilo de vida menos activo (Figura 45). En cambio, los niños y niñas con un estilo de vida activo y que han gateado antes de caminar presentaron valores saludables en el sistema cardiopulmonar, concretamente en la PA. Así mismo, presentaron una menor cantidad de asociaciones entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física. A pesar de estos resultados, destacan la cantidad e intensidad de las asociaciones entre la masa muscular y el sistema cardiopulmonar (Figura 46).

El acto de gatear podría contribuir a la adaptación del organismo a un estado saludable desde las primeras etapas de la vida, independientemente del estilo de vida adoptado. Este impacto es particularmente significativo en niños y niñas que, a la edad de 7 años, llevan un estilo de vida menos activo o inactivo. Este fenómeno puede atribuirse a la formación de tejido muscular temprano y los beneficios asociados que conlleva.

5.1. Efecto de un estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz, y la condición física

Adoptar un estilo de vida activo desde la infancia se revela como un pilar fundamental para la salud a lo largo del tiempo (61,89,97–100). La AF durante la niñez no solo previene enfermedades futuras, sino que también desempeña un papel clave en el abordaje de problemas inmediatos como el sobrepeso y las enfermedades respiratorias (140,141). Sin embargo, la falta de AF en la adolescencia emerge como un factor de riesgo que puede desencadenar enfermedades crónicas en la edad adulta (142).

5.1.1. Diferencias del estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

Los hallazgos de este estudio indican que el grupo con un estilo de vida menos activo está predominantemente conformado por individuos del sexo femenino. Por otro lado, los niños y niñas de 7 años de edad que llevan un estilo de vida activo presentan valores más bajos en el porcentaje de masa grasa y en la FMR. En cuanto a la competencia motriz y la condición física, se observa que los niños y niñas con un estilo de vida activo reflejan valores más altos en HL y HCO, CM, RCR y FEI. Sin embargo, en relación a la PAS, se observaron valores más altos en los niños y niñas con un estilo de vida activo. Se ha demostrado que un estilo de vida activo puede tener un impacto positivo en la prevención de la acumulación de tejido adiposo, así como en la mejora de las habilidades motoras y la condición física durante la infancia (Figura 43).

En la actualidad, la evidencia científica indica que una mayor cantidad de AFMV se asocian con resultados beneficiosos para la salud, como una mayor RCR, fuerza muscular y salud cardiometabólica (61,383). Actualmente, se recomienda que los niños y niñas participen en al menos 60 minutos de AFMV durante 5 días a la semana (61,97,383,385). Se ha observado que una cantidad óptima de AF está relacionada con mejores resultados de salud, y aunque la cantidad precisa de AF no se puede determinar con certeza debido a la evidencia disponible, se han demostrado numerosos beneficios para la salud con un promedio de 60 minutos de AFMV al día (61,383).

Según la OMS, la baja AF se asocia con mayor adiposidad en niños y adolescentes (61,383), lo cual puede tener repercusiones perjudiciales para la salud tanto durante la infancia como en la edad adulta. Se ha establecido que niveles más altos de AFMV están relacionados con un menor porcentaje de masa grasa (386). Además, diversos estudios en población infantil han informado asociaciones positivas entre la AF y la prevención de la obesidad (285,387,388). Un estudio realizado en niños españoles por Laguna y colaboradores (389) sostiene que seguir las recomendaciones de AF para niños y niñas (61,97,383,385) se asocia con un menor riesgo de sobrepeso y obesidad. Los resultados de este estudio respaldan los hallazgos anteriores, ya que se observaron valores más bajos en el porcentaje de masa grasa y en la FMR en niños y niñas con un estilo de vida activo, lo que implica una reducción en la cantidad de tejido adiposo en comparación con el tejido muscular. Según Gutin (390), la AF estimula la diferenciación de las células madre hacia células óseas y musculares en lugar de células grasas, lo que significa que la energía y los nutrientes ingeridos tienden a distribuirse en tejido magro en lugar de tejido graso (388,391–395). Otro estudio de Gutin (396) señala que la prevención del exceso de masa grasa en jóvenes durante la infancia depende de niveles adecuados de AF en edades tempranas.

Se ha observado que la motricidad está ampliamente relacionada con la AF (7,397). A mayores niveles de AFMV, se observa una mejor competencia motriz durante la infancia, lo que favorece la instauración de un estado de salud óptimo en etapas tempranas. En esta misma línea, el estudio de Stodden y colaboradores (55) publicó un marco conceptual que sugiere cómo la AF, la CM y la condición física relacionada con la salud podrían influir longitudinalmente en el riesgo de obesidad. De acuerdo con este marco, se sugiere que la AF, la competencia motriz y la condición física relacionada con la salud demuestran relaciones longitudinales recíprocas con asociaciones que aumentan a lo largo de la infancia y la adolescencia. La literatura científica también indica que la condición física relacionada con la salud media la relación entre la AF, la competencia motriz y el riesgo de obesidad. Por ello, se han publicado investigaciones sustanciales que evalúan el impacto longitudinal de la AF, la competencia motriz y el estado físico en la grasa corporal (398,399). En el estudio de Ortega y colaboradores (400) se revisó sistemáticamente la evidencia de la asociación longitudinal entre la condición física y la obesidad. Según esta revisión, un alto nivel de condición física en la infancia y la adolescencia está inversamente asociado con los niveles de adiposidad infantiles y adultos. En el presente estudio, se observaron diferencias significativas en todas las variables de la competencia motriz, siendo los valores más altos obtenidos por el grupo de niños y niñas con un estilo de vida activo, lo que coincide con valores más bajos de tejido adiposo en comparación con los niños y niñas con un estilo de vida menos activo. Por lo tanto, parece destacar la posible existencia de una relación entre la AF, la composición corporal y la competencia motriz.

El desarrollo motor durante la infancia se ve influenciado por la condición física en etapas infantiles y adolescentes, lo cual se relaciona con un estado de salud óptimo (401). El estudio de Gutin y colaboradores (392) informa que los niños y niñas que realizan una cantidad elevada de actividades vigorosas tienen mejores niveles de condición física y es más probable que mantengan una buena forma física durante la adolescencia. Por tanto, la fuerza y la RCR se

relacionan con la salud de los jóvenes y adolescentes (401–403). Además, según el estudio HELENA-CSS, la AF a intensidad vigorosa está asociada con la FEI (395). Los resultados de este estudio indican que un estilo de vida activo, cumpliendo con 60 minutos de AFMV, se asocia con una mejor RCR y valores más altos en la FEI, que a la vez reflejan en una menor cantidad de tejido adiposo en los participantes. Estos resultados son similares a los del estudio de Ruiz y colaboradores (404), que informa que la mejora de la fuerza muscular desde la infancia hasta la adolescencia está inversamente asociada con la adiposidad central. Los resultados previos obtenidos muestran la importancia del papel de la fuerza muscular para la salud y la prevención de enfermedades en la población adulta (402,404).

5.1.2. El estilo de vida activo como modulador de las asociaciones en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

Las asociaciones en red obtenidas en este estudio demuestran que los niños y niñas de 7 años con un estilo de vida activo tienen un menor número de asociaciones, pero una mayor intensidad de asociación entre las variables de la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en comparación con los niños y niñas que presentan un estilo de vida menos activo. A pesar de tener menos cantidad de enlaces, destacan las asociaciones establecidas en los niños y niñas con un estilo de vida activo entre la competencia motriz y el porcentaje de masa grasa, la FMR y la condición física. A su vez, la masa muscular ha establecido una mayor intensidad de asociación con el FVC y el FEI (Figura 43).

El estudio de Bartsch y colaboradores (302) explica cómo los diversos sistemas fisiológicos del organismo interactúan dinámicamente y se comportan colectivamente para producir distintos estados y funciones fisiológicas que contribuyen a establecer un estado de salud óptimo. Sin embargo, la interrupción o pérdida de la interconexión de la red del sistema se ha asociado con la mortalidad en enfermedades agudas (405), como en pacientes con insuficiencia hepática (406) o enfermedades críticas graves (407). Por lo tanto, se considera que una fuerte interacción temprana de las asociaciones entre las variables de diferentes sistemas podría preparar al organismo para minimizar el impacto de posibles enfermedades adquiridas durante la infancia y la edad adulta. Estudios indican que niveles bajos de AF junto con hábitos no saludables están relacionados con la ausencia de oportunidades para la regulación de las redes de interacción y podrían impulsar la progresión de enfermedades crónicas, como cardiopatías, accidentes cerebrovasculares, diabetes y enfermedades pulmonares crónicas, entre otras (353,354). Por el contrario, la evidencia científica demuestra que un estilo de vida activo está asociado con un período de salud prolongado, retrasando la aparición de numerosas enfermedades crónicas y mejorando la calidad de vida (351). En esta misma línea, este estudio es el primero que muestra la cantidad e intensidad de las asociaciones en forma de red entre sistemas en niños y niñas de 7 años aparentemente sanos con un estilo de vida activo o un estilo de vida menos activo.

Numerosos estudios han demostrado que los niños y niñas con mayores niveles de AF y menor adiposidad presentan una mayor competencia motriz durante la infancia y la adolescencia. La evidencia longitudinal refuerza la idea de que altos niveles de competencia motriz durante la infancia influyen positivamente en los niveles de AF a largo plazo (53,127,130,134,408,409). Los resultados de este estudio muestran un menor número de asociaciones en forma de red en aquellos niños y niñas que tienen un estilo de vida activo, pero es importante señalar las asociaciones formadas por las variables de la competencia motriz, especialmente el HCO, con el % de masa grasa, la FMR, la RCR y el FES. Según la evaluación de Cairney y Veldhuizen (397)

existen factores clave que respaldan la relación causal entre la mala competencia motriz y la inactividad física, como la plausibilidad y coherencia biológica y conductual, tal como se desarrolla en los modelos conceptuales de Stodden y colaboradores (55) y el de Hands y Larkin (410). Ambos estudios sugieren que a los niños y niñas con baja competencia motriz les resulta difícil y desagradable participar en actividades que requieren habilidades motrices, lo que a su vez afecta su nivel de AF, estado físico y composición corporal. De forma bidireccional, los niños y niñas con mala coordinación motriz tienen un riesgo mucho mayor de tener sobrepeso u obesidad (137,411–414).

La falta de AF y la adopción de hábitos poco saludables están vinculados a la ausencia de oportunidades para la regulación de las redes de interacción, lo que puede acelerar el desarrollo de enfermedades crónicas como enfermedades cardíacas, accidentes cerebrovasculares, diabetes y afecciones pulmonares crónicas, entre otras (351,353,354). Se ha demostrado que la AF durante la infancia mejora la fuerza muscular, la capacidad respiratoria y la composición corporal (276). La práctica consistente de AF durante esta etapa puede tener un impacto positivo tanto en la condición física (64) como en la función pulmonar a lo largo del tiempo (301). Los resultados de nuestro estudio muestran una mayor intensidad de asociación entre la masa muscular con el FVC y el FEI en los niños y niñas de 7 años con un estilo de vida activo. Esto puede deberse a que la AF impacta en distintos tejidos, órganos y sistemas del organismo (351). Específicamente, las mioquinas producidas por el sistema musculoesquelético pueden actuar de manera endocrina o paracrina, facilitando así una comunicación efectiva entre los diversos tejidos del cuerpo (352), mecanismo por el cuál la masa muscular podría tener un papel importante entre las asociaciones en red entre los sistemas.

Por ello, se sugiere que un estilo de vida activo durante la infancia podría aumentar la intensidad de las asociaciones entre las variables de los sistemas, lo que supone que estas conexiones perduren en el tiempo con mayor facilidad. Por lo tanto, un estilo de vida activo durante la infancia podría preparar al organismo, mejorando la competencia motriz y, a su vez, modulando y aumentando la intensidad de las asociaciones entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física, lo que contribuiría a mantener un estado de salud óptimo durante la infancia y la adolescencia.

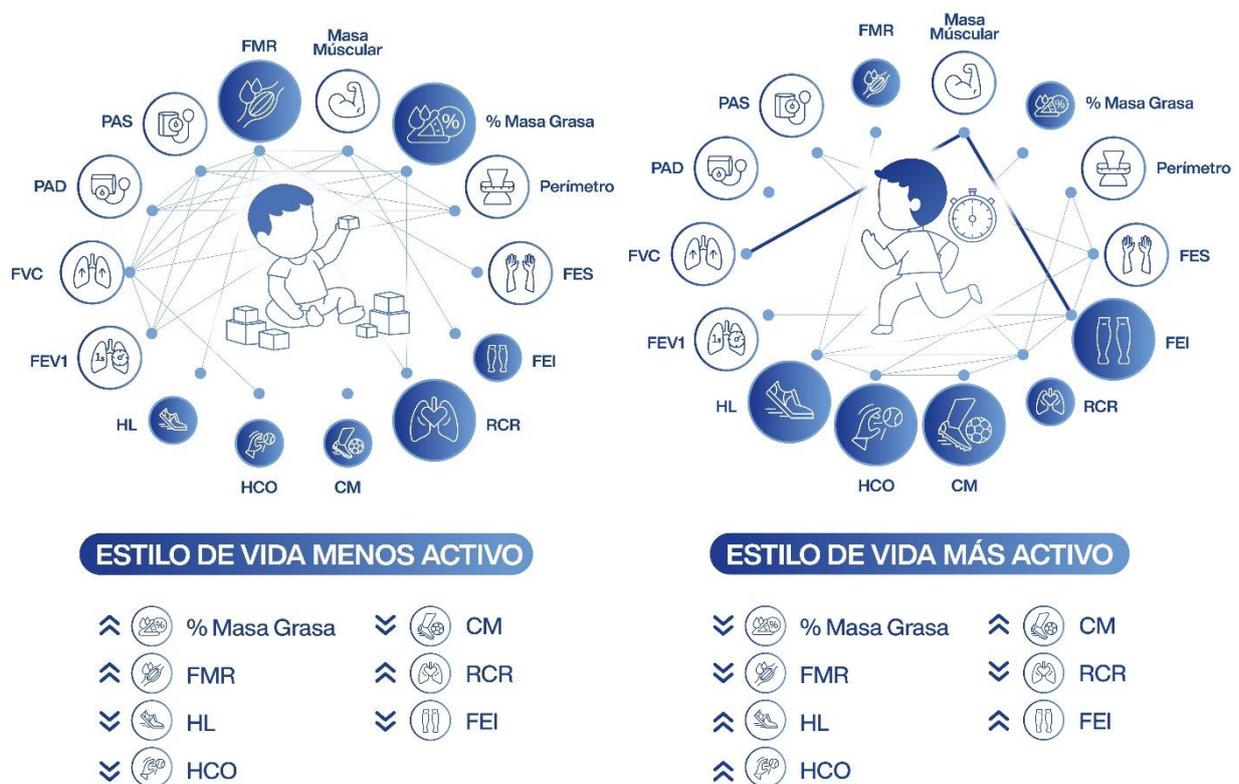


Figura 66. Resumen de los estilos de vida en niños y niñas de 7 años de edad: Diferencias entre el estilo de vida menos activo (n=108) y el estilo de vida activo (n=120).

5.2. Efecto del gateo antes de caminar sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

El gateo se considera un logro importante en el desarrollo motor temprano, y su adquisición presenta variabilidad (10). El desarrollo motor se concibe como un proceso de aprendizaje motor constante y adaptable a los desafíos del entorno en constante cambio (1). Ofrecer oportunidades para el gateo durante este desarrollo podría tener un impacto en la salud tanto en la infancia como en la adultez.

5.2.1. Impacto del gateo antes de caminar en la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

En los resultados longitudinales de este estudio, se observó que los niños y niñas que gatearon antes de caminar presentaron un IMC y un porcentaje de masa grasa más bajo, niveles más altos de FMR y una PA (PAS y PAD) más baja en comparación con aquellos niños y niñas que no gatearon antes de comenzar a caminar. Estos hallazgos sugieren que el gateo antes de caminar podría tener un posible efecto beneficioso sobre los parámetros de composición corporal y la PA a los 7 años de edad (Figura 44).

Un estudio previo evaluó la asociación entre la edad de inicio del gateo y los resultados antropométricos a los 3 años de edad, y no encontró ninguna relación significativa, sin embargo, los autores señalaron que el IMC puede no ser un indicador preciso de la adiposidad en la primera infancia (49). Por lo tanto, los resultados de este estudio se centran en evidenciar la importancia de desarrollar la motricidad gruesa en etapas tempranas, como el

gateo, ya que esto puede tener un impacto positivo en la salud de los niños y niñas al reducir el porcentaje de masa grasa, mejorar la FMR, y disminuir los niveles de PA. Es importante tener en cuenta que la diferencia en los resultados obtenidos puede explicarse porque nuestro estudio se centró en la ausencia del gateo antes de caminar, en lugar de la edad específica de adquisición del gateo. Además, se ha dado más énfasis a los indicadores de salud como el porcentaje de masa grasa, la FMR, y la PAS, en lugar del IMC a los 7 años de edad.

Al igual que se ha demostrado en los resultados longitudinales del primer estudio realizado, el gateo antes de caminar puede influir en el fenotipo del músculo esquelético y el tejido adiposo. Esto podría promover un aumento del gasto energético y reducir la masa grasa (415,416). Algunos estudios han informado que el sistema músculo esquelético puede retener información molecular para prepararse ante estímulos futuros similares. Además, se ha sugerido que los cambios epigenéticos pueden ser el mecanismo subyacente de esta "memoria muscular" (417). En este contexto, este estudio sugiere que el gateo antes de caminar puede actuar como un estímulo repetido que programa la memoria del sistema músculo esquelético, promoviendo un equilibrio entre el músculo esquelético y el tejido adiposo desde la infancia. El sistema músculo esquelético y el tejido adiposo suelen estar estrechamente relacionados ya que ambos tejidos secretan moléculas, como las mioquinas y adipoquinas, que pueden modular el metabolismo a nivel local y sistémico. Estas moléculas desempeñan un papel clave en el mantenimiento de una proporción equilibrada entre la masa grasa y la masa muscular, y pueden influir en la composición corporal y el metabolismo (418). En este estudio sugiere que el gateo puede llevar a adaptaciones en el sistema músculo esquelético y el tejido adiposo, promoviendo una mayor interacción entre ambos tejidos. Esto, a su vez, podría mejorar la salud cardiovascular y favorecer un fenotipo antiinflamatorio, como resultado de una disminución en la relación entre grasa y músculo y en el porcentaje de masa grasa. Se ha observado que factores neonatales, como el peso al nacer y el crecimiento fetal, están relacionados con el tamaño muscular, la fuerza y la hipertensión en etapas posteriores de la

vida (419). Sin embargo, se necesitan más estudios para aclarar los mecanismos por los cuales el gateo puede regular la masa muscular y el tejido adiposo, lo que a su vez podría ayudar a prevenir la obesidad y la hipertensión desde la infancia.

La PAS elevada se considera uno de los cinco principales riesgos de mortalidad a nivel mundial (420). Los resultados de este estudio revelan que los niños y niñas que no gatearon durante la infancia presentan niveles más altos de PAS y PAD a los 7 años de edad. Esto podría explicarse por la asociación entre la PAS y los niveles de tejido adiposo y muscular durante la infancia (421). Estos hallazgos concuerdan con otros estudios que indican que el desarrollo locomotor temprano en la infancia predice los niveles de PA en edades adultas (256). Investigaciones en modelos animales sugieren una estrecha conexión entre la locomoción y la PA a través de sistemas reguladores compartidos (255). Dado que muchos de los factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares son modificables, la primera infancia representa un período crítico para la prevención del exceso de adiposidad y la falta de masa muscular. Se requieren intervenciones efectivas y rentables que modifiquen los factores que influyen la composición corporal (422).

El gateo puede ser estimulado mediante la activación de receptores táctiles, de gravedad y de movimiento, lo que favorece el desarrollo del esquema corporal, las habilidades de planificación motora y el funcionamiento propioceptivo. Además, introducir desafíos que impliquen la aplicación de fuerzas inesperadas desde diferentes planos de movimiento puede mejorar el control pélvico y del tronco, habilidades necesarias para el gateo (423). No obstante, se requieren más estudios para determinar si fomentar el gateo durante la infancia podría contribuir a mejorar la salud metabólica y cardiovascular en la etapa adolescente o adulta.

5.2.2. El gateo como modulador de la asociación en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

Los resultados de nuestro estudio indican que los niños y niñas que han gateado antes de caminar muestran un mayor número y una mayor intensidad de asociación entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en comparación con aquellos que no han gateado antes de caminar. Destaca el incremento de la cantidad de asociaciones entre la masa muscular con el sistema cardiopulmonar y la condición física que, además, muestra un aumento de la intensidad de correlación entre la masa muscular con el FVC y la FEI. A su vez, la PAS muestra un mayor número de enlaces con la composición corporal, la competencia motriz y la condición física. Por último, tanto la competencia motriz como la condición física destacan un mayor número de asociaciones con el resto de sistemas. Por lo tanto, se sugiere que el gateo antes de caminar podría desempeñar un papel importante como posible factor modulador en la formación de asociaciones en red entre las variables de los sistemas corporales a los 7 años de edad (Figura 44).

El gateo se podría considerar una forma habitual de AF, caracterizada por un movimiento regular (32,44) que implica la coordinación gruesa y una estructura contralateral compleja. El desarrollo motor del niño se encuentra asociado con la AF que practican durante la infancia (424), lo cual favorece el desarrollo muscular en las primeras etapas de vida (425). Los resultados de nuestro estudio muestran una mayor intensidad de asociación entre la masa muscular con el FVC y el FEI en los niños y niñas de 7 años que han gateado antes de caminar. Esto podría ser debido a que durante el gateo, el diafragma juega un papel clave al mantener la presión intraabdominal elevada mediante su actividad en sincronía con los movimientos (266). Esta actividad tónica de los músculos respiratorios, incluido el diafragma, no solo contribuye a la función pulmonar, sino que también mejora la postura al endurecer la pared

torácica y las vías respiratorias (266–268). La activación temprana del diafragma en respuesta a la inestabilidad postural sugiere su importancia en la estabilización y el fortalecimiento de la musculatura (272–275). En consecuencia, el acto de gatear antes de caminar puede desafiar y alterar la homeostasis muscular, dando lugar a adaptaciones estructurales y funcionales en el tejido muscular, ya que se trata de un estímulo repetido durante un periodo de desarrollo motor en la infancia (417).

Por otro lado, estudios en animales sugieren una conexión entre la actividad locomotora y la PA a través de sistemas reguladores compartidos (254,255). Los ciclos de actividad locomotora se identifican como el factor determinante de la PA en animales, y se plantea la posibilidad de que el desarrollo locomotor en la infancia afecte el riesgo de HTA en el futuro. Estudios previos sugieren que el desarrollo motor en la infancia se vincula a los niveles de PA en la edad adulta (256), indicando que los sistemas reguladores compartidos podrían influir en la PA a lo largo de la vida. Los resultados de nuestro estudio muestran un mayor número enlaces de la PAS con la composición corporal, la competencia motriz y la condición física. La conexión entre la obesidad infantil y el riesgo cardiovascular persiste a lo largo de la infancia y la adultez, ya que la composición corporal es un factor influyente en los niveles de PA (257,258).

Por último, el gateo reconocida como una forma común de AF (32,44) puede comenzar a manifestarse tan temprano como en el cuarto mes de vida (10), proporcionar oportunidades para fomentar la acción de gatear (o al menos no obstaculizarla) puede ser una estrategia eficaz para establecer asociaciones entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, las habilidades motoras y la condición física. En nuestro estudio destacan las asociaciones de la competencia motriz y la condición física con el resto de sistemas. Los estudios indican que la adquisición temprana de destrezas motoras se relaciona con una mayor AF en etapas posteriores (124,125). Además, la conexión positiva entre competencia motriz y condición física (126) sugiere que esta relación se intensifica con la edad (127). El gateo podría destacar

como una forma temprana de AF que contribuye al desarrollo de la competencia motriz, fortaleciendo la relación entre competencia motriz y condición física desde el inicio de la vida.

Por tanto, el gateo antes de caminar podría contribuir a la formación y aumento de la intensidad de las primeras asociaciones en red entre composición corporal, sistema cardiopulmonar, competencia motriz y condición física, haciendo que perduren a lo largo del tiempo, lo cual podría ayudar a prevenir enfermedades como la obesidad y la hipertensión desde la infancia.

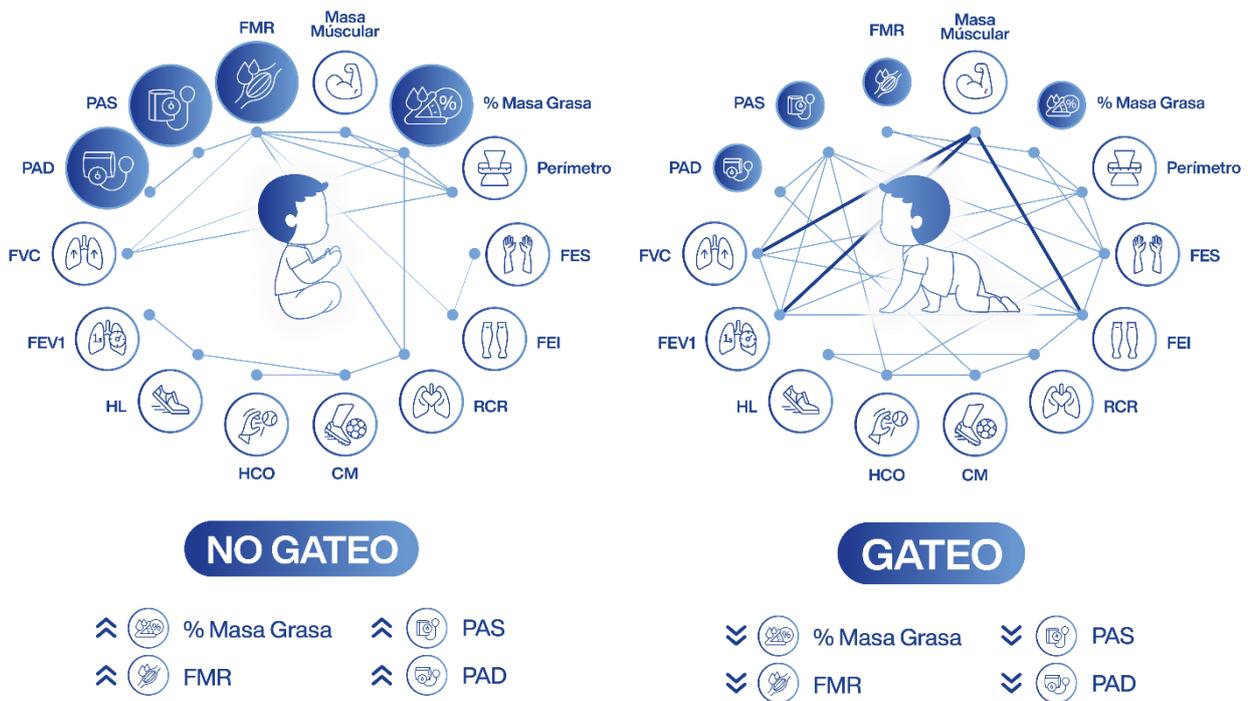


Figura 69. Resumen del gateo antes de caminar en niños y niñas de 7 años de edad: Diferencias entre el no gateo (n=35) y el gateo (n=42).

5.3. Efecto del gateo en relación al estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

Los resultados de los estudios anteriores demuestran que, en niños y niñas aparentemente sanos de 7 años, tanto el estilo de vida activo como el gateo antes de caminar tienen un impacto en los parámetros de composición corporal, sistema cardiopulmonar, competencia motriz y condición física. Además, se observa una mayor intensidad de correlación entre las variables de los sistemas estudiados en comparación con aquellos niños y niñas que llevan un estilo de vida menos activo o no han gateado antes de caminar durante su desarrollo. El primer estudio indica que un estilo de vida activo a los 7 años de edad puede estar relacionado con una mejora en la competencia motriz y la condición física (426), lo cual podría favorecer una buena intensidad de asociación entre los sistemas que ayude a prevenir enfermedades en la edad adulta (135,137,427). Por otro lado, el segundo estudio revela que aquellos niños y niñas que gatearon antes de caminar presentan buenos resultados en composición corporal y sistema cardiopulmonar, además de mostrar un mayor cantidad e intensidad de las asociaciones entre las variables de los sistemas estudiados en comparación con los niños y niñas de 7 años que no gatearon antes de caminar durante su desarrollo motor. Por tanto, finalmente se ha estudiado qué combinación de factores, el estilo de vida activo y el gateo antes de caminar, podría tener un mayor impacto como modulador de los sistemas del cuerpo que contribuye a mantener un estado óptimo de salud durante la infancia.

5.3.1. Efecto del gateo antes de caminar en relación al estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

Durante el primer año de vida, los bebés alcanzan hitos motores que forman las bases para las habilidades motoras básicas y la AF (8). La adquisición temprana de habilidades motrices se vincula con una mayor AF en etapas preescolares, infantiles y adolescentes (124,125). El estilo de vida activo y el gateo antes de caminar pueden influir de manera directa o indirecta en la salud del escolar. Comprender el papel modulador del gateo antes de caminar según el estilo de vida activo podría ayudar a comprender los factores que favorecen el desarrollo de un estado de salud óptimo durante la infancia.

5.3.1.1. Efecto del gateo antes de caminar en relación a un estilo de vida menos activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

Los resultados de este estudio indican que los niños y niñas que llevan un estilo de vida menos activo y no han gateado antes de caminar durante su desarrollo presentaron valores más altos de porcentaje de masa grasa y FMR en comparación con los niños y niñas que también tienen un estilo de vida menos activo, pero sí gatearon (Figura 45). Basándonos en los hallazgos del estudio anterior, consideramos que el gateo antes de caminar durante el desarrollo podría desempeñar un papel modulador en los parámetros de composición corporal en niños y niñas sanos de 7 años que llevan un estilo de vida menos activo.

Varios estudios coinciden en que la AF en edad preescolar está inversamente relacionada con el tejido adiposo, lo cual significa que un estilo de vida poco activo durante la infancia se asocia con niveles elevados de adiposidad (428,429). Estos niveles altos de adiposidad aumentan los

riesgos de salud asociados con la obesidad tanto en edades tempranas como en la adultez (430). El gateo puede considerarse como la primera AF que se realiza de manera regular (32,34), lo que favorece el gasto energético y produce adaptaciones en el sistema músculo esquelético y el tejido adiposo desde edades tempranas.

Este estudio sugiere que un estilo de vida menos activo podría favorecer el aumento del tejido adiposo y FMR, mientras que el hecho de gatear podría prevenir la acumulación de masa grasa y promover el desarrollo muscular desde una edad muy temprana. Esto no es sorprendente, y se podría respaldar en varios estudios previos que señalan que durante el desarrollo motor del niño, el gateo puede actuar como un estímulo repetido (19,21,31,32,44), que a su vez, podría programar la memoria del sistema músculo esquelético (417), lo que influiría en el equilibrio entre el sistema músculo esquelético y el tejido adiposo desde el primer año de vida. Por lo tanto, el gateo durante el desarrollo podría desempeñar un papel modulador entre el tejido adiposo y el tejido muscular a los 7 años de edad.

En este estudio, se observa que los niños y niñas con un estilo de vida menos activo pero que gatearon durante su desarrollo mostraron valores más bajos de porcentaje de masa grasa y FMR que aquellos niños y niñas que no gatearon. Esto podría deberse a que las mioquinas y adipoquinas desempeñan un papel importante en la modulación de la composición corporal y el metabolismo, y juegan un papel crucial en la regulación entre la masa grasa y la masa muscular (431,432). Según Antun-Einy y colaboradores (433), los niños y niñas que tienen una mayor motivación para lograr la movilidad independiente tienden a desarrollar habilidades motoras tempranamente, lo cual se considera un factor preventivo de la obesidad (49). Por lo tanto, el gateo antes de caminar durante el desarrollo podría potenciar, desde el primer año de vida, el equilibrio entre el tejido adiposo y muscular, reduciendo así la acumulación de tejido graso tanto en la infancia como en la edad adulta (417). Tanto la cantidad como la calidad adecuada del músculo esquelético son fundamentales para mantener una salud óptima

a lo largo de la vida (434). Por esta razón, estudios indican que una baja cantidad de masa muscular contribuye a diversos resultados adversos para la salud durante la infancia, incluyendo alteraciones metabólicas, lo cual enfatiza la importancia de prevenir enfermedades que afectan directamente la salud (435). Sin embargo, se requieren más investigaciones para determinar si en niños y niñas con un estilo de vida menos activo, el gateo antes de caminar durante la infancia podría ayudar a mejorar el equilibrio entre el sistema musculoesquelético y el tejido adiposo durante la primera infancia. Estos estudios adicionales serían necesarios para evaluar si esta práctica podría contribuir a prevenir enfermedades como la obesidad en edades más avanzadas.

5.3.1.2. Efecto del gateo antes de caminar en relación a un estilo de vida activo sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

Los resultados de este estudio indican que los niños y niñas que tienen un estilo de vida activo a los 7 años de edad, pero que no han gateado antes de caminar presentan valores más elevados de PAS y PAD en comparación con los niños y niñas que tienen un estilo de vida activo a los 7 años de edad y sí han gateado antes de caminar (Figura 46). A la luz de los hallazgos de investigaciones previas, se plantea la posibilidad de que el gateo antes de caminar durante el desarrollo pueda desempeñar un papel modulador en los parámetros de la PA en niños y niñas sanos de 7 años de edad que llevan un estilo de vida activo.

Se ha observado que un adecuado desarrollo motor en los primeros años de vida está estrechamente relacionado con la adopción de un estilo de vida más activo durante la infancia, lo que sugiere que un buen desarrollo motor podría tener beneficios a largo plazo (51,436). Los resultados de este estudio indican que los niños y niñas con un estilo de vida más activo y que han gateado muestran una tendencia más baja en la cantidad de tejido adiposo y en la relación entre tejido adiposo y tejido muscular en comparación con aquellos que no han gateado.

Según el estudio de Lucena Filho y colaboradores (437), no tener en cuenta el posible papel moderador y mediador de la adiposidad puede llevar a interpretaciones incorrectas en la relación entre la AFMV y la PA en la infancia. Además, investigaciones previas en niños y adolescentes han informado que las pautas actuales de AF son insuficientes para prevenir el riesgo de enfermedades cardiovasculares (438). En este estudio, los niños y niñas con un estilo de vida más activo pero que no gatearon durante el desarrollo presentaron valores más altos de PAS y PAD en comparación con aquellos que sí gatearon. Estudios recientes indican que la masa muscular es el indicador de crecimiento somático más fuerte y está asociada con los valores de PA en niños y adolescentes (421). Esto puede deberse al papel del desarrollo del sistema músculo esquelético, que es una de las características más destacadas en la transición de la infancia a la adolescencia (439). Por lo tanto, al igual que en el objetivo anterior, sugerimos que el gateo antes de caminar tiene influencia en el sistema músculo esquelético, ya que desempeña un papel crucial en la locomoción en edades tempranas, incluso cuando se lleva un estilo de vida activo.

Por este motivo, la acción del sistema músculo esquelético impone demandas funcionales a otros sistemas importantes como el corazón y los vasos sanguíneos (440), dado que, según el estudio de Julius y colaboradores (441), la masa magra es un modulador importante de la PAS y PAD en poblaciones infantiles. A su vez, estudios señalan una conexión entre la actividad locomotora y la PA a través de sistemas compartidos (254,255). Los ciclos de actividad locomotora se identifican como factor determinante de la PA en animales, sugiriendo que el desarrollo motor en la infancia podría influir en el riesgo de hipertensión en el futuro. Además, existe un vínculo entre el desarrollo motor en la infancia y los niveles de PA en la edad adulta (256).

En definitiva, creemos que brindar la oportunidad de fomentar el gateo durante el desarrollo motor del niño podría favorecer la formación de tejido muscular, actuando como protector

contra enfermedades metabólicas (442,443) o cardiovasculares (440), incluso en aquellos con un estilo de vida más activo. Sin embargo, se necesitan más estudios para determinar si en niños y niñas con un estilo de vida activo, el gateo antes de caminar durante la infancia podría ayudar a prevenir enfermedades cardio-metabólicas en la edad adulta.

5.3.2. La asociación en red, modulada por el gateo antes de caminar en relación al estilo de vida activo, sobre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física

El organismo humano consta de diversos sistemas de órganos, cada uno con su estructura compleja y mecanismos reguladores particulares, dando lugar a un comportamiento complejo, transitorio, intermitente y no lineal (302–305). En consecuencia, la calidad de la función humana se basa en la coordinación sincronizada, armoniosa y compleja de todos los subsistemas del cuerpo. Aunque cada subsistema opera de forma autónoma, es esencial que trabajen en conjunto de manera coherente (306). Como se ha visto en los anteriores estudios, tanto el estilo de vida activo como el gateo antes de caminar podrían participar en la formación temprana de las asociaciones en red entre sistemas, aunque se desconoce el papel del gateo antes de caminar como modulador de estas asociaciones en función al estilo de vida activo en niños y niñas de 7 años de edad sanos.

5.3.2.1. El gateo antes de caminar como modulador de la asociación en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en función de un estilo de vida menos activo

Los resultados de este estudio muestran un mayor número e intensidad de asociaciones en forma de red en los niños y niñas menos activos a los 7 años de edad y que han gateado

durante el desarrollo, en relación a la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en comparación con los niños y niñas menos activos a los 7 años de edad y que no han gateado durante el desarrollo (Figura 45). Entre ellas, destaca el incremento de la cantidad e intensidad de correlación de las asociaciones entre la masa muscular con la condición física (RCR, FES y FEI).

Los estudios reportan que niveles bajos de AF, junto con hábitos poco saludables, se relacionan con la ausencia de oportunidades para la regulación en las redes de interacción entre sistemas corporales, lo que podría favorecer la aparición y/o progresión de enfermedades crónicas como cardiopatías o enfermedades metabólicas (353,354). Varios estudios muestran que un rápido desarrollo de la motricidad gruesa en edades tempranas proporciona grandes beneficios en la composición corporal, la salud cardiovascular, la función pulmonar y la condición física (49,51,183,436), esto podría ser debido en gran parte a una mejor interacción entre músculo-músculo y órgano-órgano (313,326,432), lo que favorece la interacción entre los sistemas del cuerpo. Por lo tanto, el gateo, como hito motor del desarrollo temprano, tiene un papel importante en el desempeño motor durante la infancia, ya que se sabe que los niños y niñas con un retraso en la adquisición del gateo tienen un desarrollo motor deficiente en la infancia (20). En este estudio, se observó que los niños y niñas que no gatearon antes de caminar y que tenían un estilo de vida menos activo mostraron una menor cantidad e intensidad de las asociaciones entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física, en comparación con los niños y niñas sanos de 7 años que gatearon antes de caminar.

Durante el gateo, el diafragma desempeña un papel clave al mantener la presión intraabdominal elevada mediante contracciones rítmicas, lo que contribuye a la estabilización y fortalecimiento muscular del cuerpo (266,272-275). Por lo que se puede inferir que gatear antes de caminar desafía la homeostasis muscular, provocando adaptaciones en el tejido

muscular durante el desarrollo motor infantil (417). La omisión del gateo antes de caminar priva a los niños y niñas de información crucial para un correcto desarrollo de las extremidades. La coordinación entre fuerza de las extremidades, equilibrio y estabilización del torso durante el gateo es esencial para la adaptación al entorno y el desarrollo de las habilidades motoras (10,19,20,32,45). Los resultados de nuestro estudio muestran una mayor cantidad e intensidad de correlación en las asociaciones de la masa muscular con la condición física en aquellos niños y niñas con un estilo de vida menos activo pero que han gateado antes de caminar. Existen vínculos positivos entre el desarrollo temprano de masa muscular y el progreso en las primeras etapas de la vida (444). Las investigaciones actuales sugieren que las mioquinas desempeñan un papel crucial al mediar en el impacto del sistema músculo-esquelético en diversas funciones corporales y en el metabolismo general, potencialmente beneficiando la salud (431,432).

A partir de esto, sugerimos que el gateo antes de caminar durante el desarrollo del niño podría modular la asociación entre sistemas en aquellos niños y niñas con un estilo de vida menos activo, destacando el papel de la masa muscular con la condición física. Esto podría ser beneficioso para el mantenimiento de la salud durante la infancia y adolescencia ya que se establece una mayor cantidad e intensidad de correlación en las asociaciones entre los sistemas, lo que podría ayudar a que estas pudiesen perdurar a lo largo del tiempo con mayor facilidad.

5.3.2.2. El gateo antes de caminar como modulador de la asociación en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en función de un estilo de vida activo

Los resultados de este estudio muestran una disminución en el número e intensidad de las asociaciones en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar y la competencia motriz en los niños y niñas con un estilo de vida activo que han gateado, en

comparación con los niños y niñas con un estilo de vida activo que no gatearon antes de caminar durante el desarrollo. A pesar de esta disminución, si nos centramos en la masa muscular y el sistema cardiopulmonar se observa, en aquellos niños y niñas con un estilo de vida activo y que han gateado antes de caminar, una mayor cantidad e intensidad de las asociaciones entre sí. Por otra banda, los niños y niñas con un estilo de vida activo y no han gateado destacan la cantidad e intensidad de correlación de las asociaciones de la RCR con el perímetro de cintura, el porcentaje de masa grasa, la FMR, la PAS y el FEV₁ (Figura 46).

El sistema músculo esquelético desempeña un papel esencial en el metabolismo de las proteínas en todo el cuerpo y es un determinante importante del equilibrio de glucosa y energía (434), lo que tiene un impacto directo en el desarrollo de enfermedades metabólicas (442,445). Durante todas las etapas de la vida, se han identificado diversos factores que afectan negativamente al sistema músculo-esquelético en la infancia, como la falta de AF, enfermedades y desnutrición (446). Según los resultados obtenidos, los niños y niñas con un estilo de vida activo y que han gateado mostraron una mayor cantidad e intensidad de correlación entre la masa muscular y el sistema cardiopulmonar. Esto puede ser debido a asociaciones positivas entre la formación temprana de masa muscular y el desarrollo en las primeras etapas de la vida (444). Como ya se ha mencionado anteriormente, es conocido que durante el gateo, el diafragma tiene un papel importante, manteniendo la presión en la cavidad abdominal mediante contracciones rítmicas, promoviendo así la estabilidad y fortalecimiento de la musculatura (266,272–275). La actividad tónica de los músculos respiratorios no solo cumple una función clave en la ventilación pulmonar, sino que también desempeña un papel postural, contribuyendo al endurecimiento de la pared torácica y las vías respiratorias para mejorar la función pulmonar (266–268). A su vez, realizar AF durante la infancia puede resultar en mejoras de la fuerza muscular, la capacidad respiratoria y la composición corporal, contribuyendo así a la disminución de los factores de riesgo asociados a enfermedades cardiovasculares (276). Las investigaciones actuales sugieren que las mioquinas

son factores importantes que median el efecto del sistema músculo esquelético en otras funciones orgánicas y en el metabolismo general del cuerpo, lo cual podría ser beneficioso para la salud (431,432). Por lo tanto, el acto de gatear puede desafiar y perturbar el equilibrio muscular, induciendo adaptaciones tanto estructurales como funcionales en el tejido muscular. Esto ocurre debido a la repetición del estímulo a lo largo de un periodo específico (417). De esta manera, un buen desarrollo motor, incluyendo la adquisición de la habilidad de gatear antes de caminar, podría influir en la modulación del tejido muscular en relación con otros sistemas en niños y niñas con un estilo de vida activo a los 7 años de edad.

Por otro lado, los niños y niñas con un estilo de vida activo y que no han gateado antes de caminar muestran una mayor cantidad e intensidad de correlación entre la RCR con el perímetro de cintura, el porcentaje de masa grasa, la FMR, la PAS y el FEV₁. La AF no solo repercute en la condición física, sino que también influye positivamente en la salud, aunque las mejoras en la salud pueden estar vinculadas a procesos biológicos distintos a los que contribuyen a la mejora de la condición física (64). Por ello, la AF, cuando se combina con una buena condición física, se ha asociado con la reducción de diversos problemas de salud (121). Es por eso que la AF tiene el potencial de impactar la fisiología de manera integral, al estimular y coordinar el funcionamiento de diversos sistemas corporales, como el cardiovascular, respiratorio y metabólico, entre otros (351). De esta manera, un estilo de vida activo podría influir en la modulación de la condición física con otros sistemas en niños y niñas que no han gateado antes de caminar.

Según los resultados obtenidos, sugerimos que el ganeo antes de caminar durante el desarrollo del niño no influiría en la modulación de la asociación entre sistemas en los niños y niñas con un estilo de vida activo. Sin embargo, podría ayudar a que el sistema músculo esquelético forme un mayor número e intensidad de asociación con los demás sistemas en niños y niñas de 7 años de edad. Por lo tanto, un estilo de vida activo a los 7 años de edad podría modular la

asociación entre sistemas, independientemente de si se ha gateado o no antes de caminar durante el desarrollo motor.

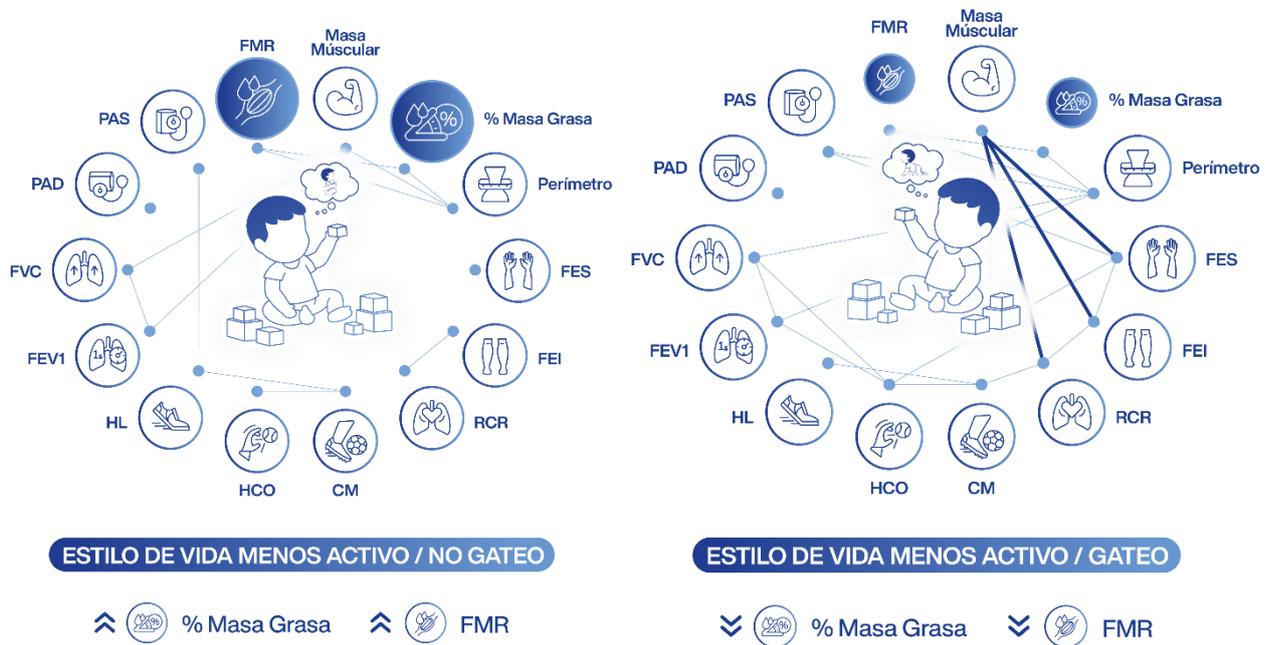


Figura 45. Resumen del gateo antes de caminar como modulador de un estilo de vida menos activo en niños y niñas de 7 años de edad: Diferencias entre un estilo de vida menos activo y no gateo (n=15) y un estilo de vida menos activo y gateo (n=17).

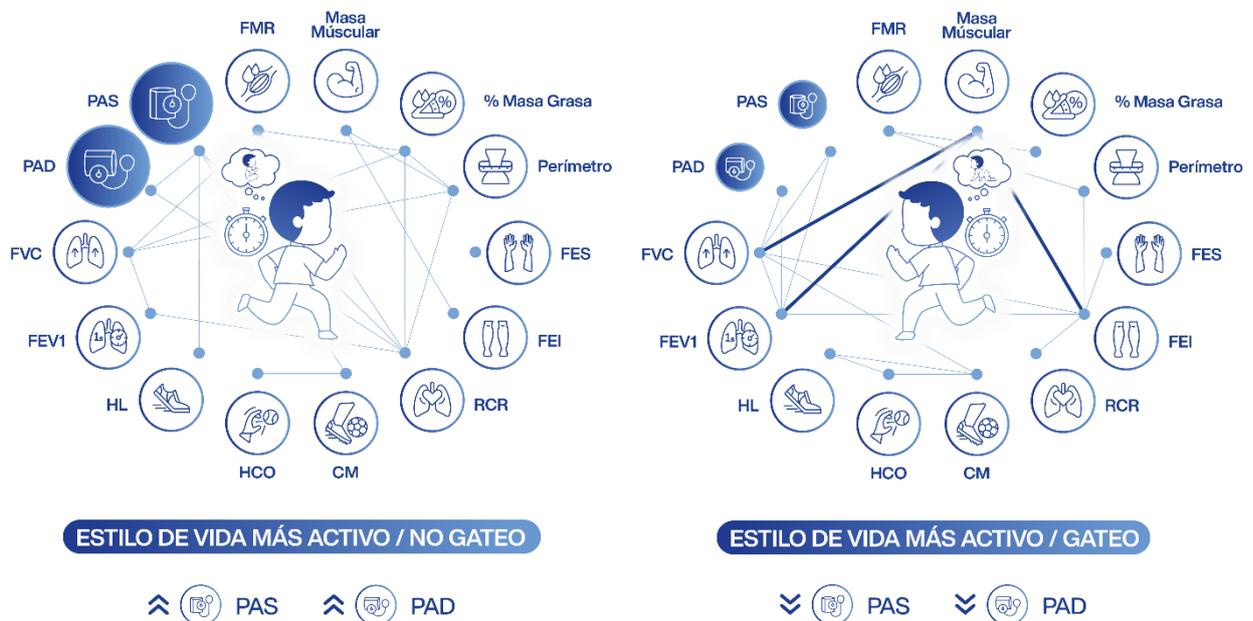


Figura 46. Resumen del gateo antes de caminar como modulador de un estilo de vida activo en niños y niñas de 7 años de edad: Diferencias entre un estilo de vida activo y no gateo (n=20) y un estilo de vida activo y gateo (n=25).

5.4. Discusión conjunta de los resultados

Los resultados de los tres estudios buscan conocer, en el mismo grupo de niños y niñas, el efecto modulador de un estilo de vida activo, del gateo y la combinación de estos dos en la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física en niños y niñas con 7 años de edad.

Por un lado, el primer estudio muestra que un estilo de vida activo a los 7 años de edad presenta valores más bajos de porcentaje de masa grasa, FMR y RCR. A su vez, presentan valores más altos de HL, HCO, CM y FEI. En el segundo estudio muestra que el gateo antes de caminar a los 7 años de edad presenta valores más bajos de IMC z-score, porcentaje de masa grasa, FMR, PAS y PAD. En el tercer estudio, aquellos niños y niñas de 7 años que son menos activos, pero han gateado antes de caminar muestran valores más bajos en porcentaje de masa grasa y FMR; en cambio, aquellos niños y niñas con un estilo de vida activo y que han gateado antes de caminar muestran valores más bajos de PAS y PAD.

Los resultados de nuestros estudios muestran resultados más saludables en aquellos que tienen un estilo de vida activo como también en aquellos niños y niñas que han gateado antes de caminar. Por una parte, en aquellos niños y niñas que tienen un estilo de vida activo muestran unos mejores valores en la competencia motriz y la condición física frente a los niños y niñas que son menos activos. Se sabe que existe una conexión entre la competencia motriz y el nivel de condición física, así como con los niveles de AF. La investigación respalda la existencia de una correlación positiva entre la competencia motriz y la condición física (127), y se sugiere que esta relación podría aumentar con la edad (128). La asociación entre la competencia motriz y la condición física puede atribuirse al hecho de que una competencia motriz sólida es fundamental para participar en AF (129). Por otro lado, con un estilo de vida activo, haber gateado antes de caminar o un estilo de vida menos activo, pero haber gateado antes de caminar, han mostrado valores más bajos de % de masa grasa y de FMR. Esto se

debería a que la AF tiene el potencial de afectar las características del tejido músculo esquelético y del tejido adiposo, lo que podría conducir a un aumento en el gasto energético y a la reducción de la masa grasa (411,412). Los estudios sugieren que el sistema músculo esquelético puede conservar información molecular en anticipación de estímulos similares en el futuro, y se ha propuesto que los cambios epigenéticos podrían ser el mecanismo subyacente de esta "memoria muscular" (413). El hecho de gatear antes de caminar, al ser un estímulo repetido (19,21,32,33,45), tendría el potencial de programar la memoria del sistema músculo esquelético (413). Por ello, tanto el estilo de vida activo como el gatear antes de caminar pueden programar la memoria del sistema músculo esquelético, fomentando un equilibrio entre este sistema y el tejido adiposo desde la infancia. Finalmente, tanto aquellos niños y niñas que han gateado antes de caminar como aquellos niños y niñas que tienen un estilo de vida activo y que han gateado muestran valores más bajos de PAS y PAD. Estudios en modelos animales señalan una conexión entre la locomoción y la PA, mediada por sistemas reguladores comunes (256). Además, se ha observado que el desarrollo motor en la infancia predice los niveles de PA en la vida adulta (257), sugiriendo la influencia continua de sistemas reguladores compartidos en el desarrollo de la PA a lo largo de la vida. El gateo antes de caminar podría tener un impacto en la regulación de la PA durante la infancia y adultez.

Finalmente, centrándonos en las asociaciones en red, se muestra que aquellos niños y niñas de 7 años de edad con un estilo de vida menos activo destacan el número e intensidad de correlación de las asociaciones de la condición física con el porcentaje de masa grasa y la FMR y, la masa muscular con el FVC y la FEI. En el segundo estudio, en aquellos niños y niñas que han gateado antes de caminar también destacan las asociaciones de la masa muscular con el sistema cardiopulmonar y la condición física. Por último, en el tercer estudio, en aquellos niños y niñas con un estilo de vida menos activo y que han gateado antes de caminar destacan la cantidad e intensidad de correlación de las asociaciones entre la masa muscular con la condición física y, en aquellos niños y niñas con un estilo de vida activo y que han gateado

antes de caminar destacan la cantidad e intensidad de las asociaciones de la masa muscular con el sistema cardiopulmonar.

Los resultados de nuestros estudios muestran que la masa muscular formó una gran cantidad e intensidad de correlaciones entre las variables estudiadas. Las mioquinas, generadas por el sistema musculoesquelético, actúan tanto de manera endocrina como paracrina, facilitando una comunicación efectiva entre los diferentes tejidos del cuerpo (353). Este papel de las mioquinas permite influenciar el sistema músculo esquelético en diversas funciones orgánicas y en el metabolismo general del cuerpo, lo que podría derivar en beneficios potenciales para la salud (427,428). El gateo antes de caminar se contempla como una forma temprana de AF, donde destaca un patrón de movimiento regular (33,45) que requiere coordinación gruesa y presenta una estructura contralateral compleja. La progresión del desarrollo motor en los niños y niñas está vinculada a la AF que realizan durante la infancia (420), promoviendo así el desarrollo muscular en las primeras etapas de la vida (421). Estos resultados, conjuntamente, destacan la importancia de la masa muscular, específicamente el desarrollo muscular en la edad temprana, ya que esta podría modular la interacción entre sistemas. La AF y el gateo antes de caminar podrían influir en este proceso y, más en concreto, el gateo ya que se podría contemplar como la primera forma de AF que experimenta un bebé durante el desarrollo motor.

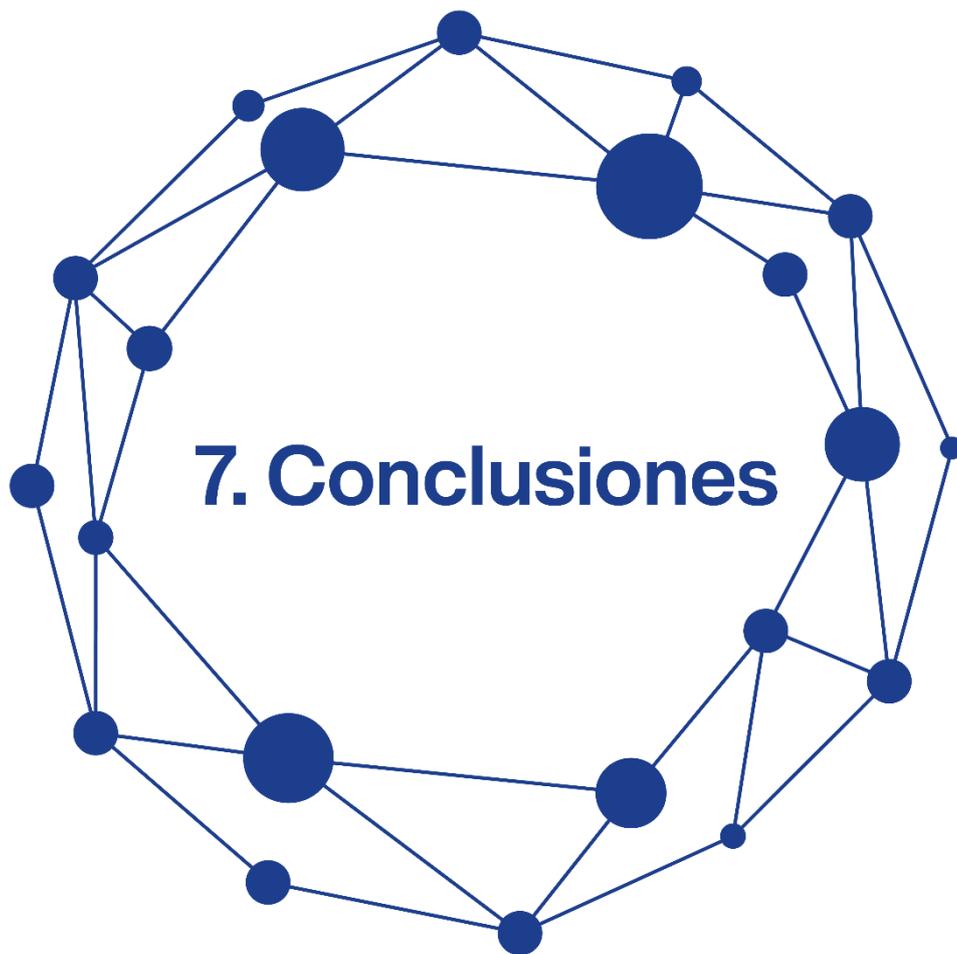
Por último, aquellos niños y niñas con un estilo de vida activo pero que no han gateado muestran un mayor número en las asociaciones entre sistemas a diferencia de aquellos que han gateado, especialmente las redes de asociaciones de la condición física con el resto de sistemas. Esto puede deberse a que la AF de forma regular tiene el potencial de influir la fisiología en redes al estimular y coordinar la operación de diversos sistemas corporales, tales como el cardiovascular, respiratorio y metabólico, entre otros (352). Así mismo, la práctica consistente de AF influye positivamente en la mejora de la condición física (64), aunque no se

puede destacar que esta relación perdure a lo largo del tiempo, siendo puntual en el momento. Por otro lado, aquellos niños y niñas con un estilo de vida menos activo y que han gateado muestran un mayor número e intensidad de asociaciones entre sistemas a diferencia de los que no han gateado, especialmente en la masa muscular con la condición física. Es por ello que las mioquinas, generadas por el sistema musculoesquelético, facilitan la comunicación entre tejidos mediante funciones endocrinas y paracrina (353). Como se ha mencionado previamente, el papel de las mioquinas radica en su capacidad para tener un efecto beneficioso en el sistema musculoesquelético, afectando diversas funciones orgánicas y el metabolismo, lo que podría traducirse en posibles ventajas para la salud (427,428) como puede ser la condición física. Sugerimos que la masa muscular puede regular la interacción entre sistemas estableciendo conexiones que perdurarían a lo largo del tiempo.



El presente trabajo presenta las siguientes limitaciones:

- El estudio se limitó a una población de la misma provincia y, por lo tanto, debería de replicarse en otras poblaciones.
- El gateo antes de caminar se considera una variable retrospectiva; por lo tanto, se recopilaron datos únicamente de aquellas familias que proporcionaron respuestas con certeza.
- Poca muestra para los grupos del tercer estudio, por lo que sería necesario en futuros estudios aumentar la muestra de los grupos de estilo de vida y gateo.
- No se han podido recoger en todos/as los/as participantes la variable de RCR y de FEI, lo que la muestra se ha visto reducida en esas dos variables.
- Durante el estudio, no se registraron series temporales para valorar la función entre los órganos, por lo que se toman datos de registro en un momento determinado. Esto hace que no se cuantifique de forma directa el acoplamiento de forma dinámica entre los sistemas. Por lo tanto, los datos analizados se muestran como una red de correlación estática. Sería conveniente que futuros estudios se enfocaran en la recogida dinámica de los datos.



1. Efecto de un estilo de vida activo en niños y niñas sanos de 7 años de edad

- Un estilo de vida activo reduce el % de masa grasa y la FMR, así como, aumenta la competencia motriz, la RCR y la FEI en comparación a los niños y niñas sanos con un estilo de vida menos activos de 7 años de edad.
- Un estilo de vida activo a los 7 años de edad disminuye la cantidad, pero aumenta la intensidad de la correlación de las asociaciones en red entre la composición corporal, la competencia motriz y la condición física respecto un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad.

2. Efecto del gateo antes de caminar en niños y niñas sanos de 7 años de edad

- El gateo antes de caminar disminuye el IMC z-score, el % de masa grasa y la FMR, así como, disminuye la PAS y PAD a los 7 años de edad.
- El gateo antes de caminar incrementa el número e intensidad de las asociaciones en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física a comparación de no haber gateado antes de caminar.

3. Efecto combinado del gateo antes de caminar y un estilo de vida activo en niños y niñas sanos de 7 años de edad

- Un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad y haber gateado antes de caminar disminuye el % de masa grasa y la FMR en relación a un estilo de vida menos activo 7 años de edad y no haber gateado antes de caminar.
- Un estilo de vida activo a los 7 años de edad y haber gateado antes de caminar disminuye la PAS y la PAD en relación a un estilo de vida activo 7 años de edad y no haber gateado antes de caminar.
- Un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad y haber gateado antes de caminar aumenta la cantidad e intensidad de las asociaciones en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física respecto a un estilo de vida menos activo a los 7 años de edad y no haber gateado antes de caminar.
- Un estilo de vida activo a los 7 años de edad y haber gateado antes de caminar disminuye la cantidad e intensidad de las asociaciones en red entre la composición corporal, el sistema cardiopulmonar, la competencia motriz y la condición física respecto a un estilo de vida activo a los 7 años de edad y no haber gateado antes de caminar.



1. Gallahue DL, Ozmun JC, Goodway J. Understanding motor development: infants, children, adolescents, adults. 7th ed. New York: McGraw-Hill; 2012. 461 p.
2. Zelazo P, Carlson S. Hot and Cool Executive Function in Childhood and Adolescence: Development and Plasticity. *Child Dev Perspect.* 2012;6.
3. Schmidt RA, Wrisberg CA. Motor Learning and Performance: A Situation-based Learning Approach. Human Kinetics; 2008. 426 p.
4. Newell K. What are Fundamental Motor Skills and What is Fundamental About Them? *J Mot Learn Dev.* 1 de agosto de 2020;8:1-35.
5. Gesell, A, Amatruda, C. S. Developmental diagnosis. New York: Hoeber; 1947.
6. Gallahue DL, Ozmun JC. Understanding Motor Development: Infants, Children, Adolescents, Adults. McGraw-Hill; 2002. 402 p.
7. Robinson LE, Stodden DF, Barnett LM, Lopes VP, Logan SW, Rodrigues LP, et al. Motor Competence and its Effect on Positive Developmental Trajectories of Health. *Sports Med Auckl NZ.* 2015;45(9):1273-84.
8. Clark J, Metcalf JS. The Mountain of Motor Development: A Metaphor. 12th ed. Vol. 2. Reston, VA: NASPE Publications: Motor development: Research and reviews; 2002. 163-190 p.
9. Lloyd RS, Oliver JL, Faigenbaum AD, Howard R, De Ste Croix MBA, Williams CA, et al. Long-term athletic development- part 1: a pathway for all youth. *J Strength Cond Res.* 2015;29(5):1439-50.
10. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Motor Development Study: windows of achievement for six gross motor development milestones. *Acta Paediatr Oslo Nor* 1992 Suppl. 2006;450:86-95.
11. Boonzaaijer M, Suir I, Mollema J, Nuysink J, Volman M, Jongmans M. Factors associated with gross motor development from birth to independent walking: A systematic review of longitudinal research. *Child Care Health Dev.* 2021;47(4):525-61.
12. Thomas, André, S. Autgaerden. Locomotion from Pre- to Post-Natal Life : How the Newborn Begins to Acquire Psycho-Sensory Functions. Kent, England: William Heinemann Medical Books Ltd; 1966.
13. Sigmundsson H, Lorås HW, Haga M. Exploring Task-Specific Independent Standing in 3- to 5-Month-Old Infants. *Front Psychol.* 2017;8:657.

14. Lobo MA, Galloway JC. Enhanced handling and positioning in early infancy advances development throughout the first year. *Child Dev.* 2012;83(4):1290-302.
15. Dumuids-Vernet MV, Provasi J, Anderson DI, Barbu-Roth M. Effects of Early Motor Interventions on Gross Motor and Locomotor Development for Infants at-Risk of Motor Delay: A Systematic Review. *Front Pediatr.* 2022;10:877345.
16. Sugden D, Wade M. *Typical and Atypical Motor Development.* London; 2013. 396 p.
17. Haywood KM, Getchell N. *Life Span Motor Development.* Human Kinetics; 2019. 449 p.
18. Gilfoyle EM, Grady AP, Moore JC. *Children Adapt: A Theory of Sensorimotor-sensory Development.* SLACK Incorporated; 1990. 320 p.
19. McEwan MH, Dihoff RE, Brosvic GM. Early infant crawling experience is reflected in later motor skill development. *Percept Mot Skills.* 1991;72(1):75-9.
20. Hua J, Williams GJ, Jin H, Chen J, Xu M, Zhou Y, et al. Early Motor Milestones in Infancy and Later Motor Impairments: A Population-Based Data Linkage Study. *Front Psychiatry.* 2022;13:809181.
21. Cole WG, Vereijken B, Young JW, Robinson SR, Adolph KE. Use it or lose it? Effects of age, experience, and disuse on crawling. *Dev Psychobiol.* 2019;61(1):29-42.
22. Jacqueline D. Goodway, John C. Ozmun, David L. Gallahue. *Understanding Motor Development: Infants, Children, Adolescents, Adults.* 8th ed. Jones & Bartlett Learning; 2019.
23. Logan SW, Ross SM, Chee K, Stodden DF, Robinson LE. Fundamental motor skills: A systematic review of terminology. *J Sports Sci.* 2018;36(7):781-96.
24. Fitts PM, Posner MI. *Human performance.* Belmont, Calif.: Brooks/Cole Pub. Co.; 1967. 162 p. (Basic concepts in psychology series).
25. Wickstrom RL. *Fundamental Motor Patterns.* Lippincott Williams & Wilkins; 1983. 272 p.
26. Seefeldt V, Nadeau C, Newell WH, Roberts G. *Psychology of motor behavior and sport.* *Dev Mot Patterns Implic Elem Sch Phys Educ Champaign IL Hum Kinet.* 1980;
27. Pérez LMR. *Competencia Motriz: Elementos para Comprender el Aprendizaje Motor en Educación Física Escolar.* Gymnos, Editorial, S.L.; 1995. 163 p.

28. Magill RA. Motor Learning and Control: Concepts and Applications. McGraw-Hill; 2011. 466 p.
29. Fort-Vanmeerhaeghe A, Roman-Viñas B, Font-Lladó R. ¿Por qué es importante desarrollar la competencia motriz en la infancia y la adolescencia? Base para un estilo de vida saludable. Apunts Med Esport. 2017;
30. Flores AB. Habilidades motrices. INDE; 2000. 114 p.
31. Adolph KE, Vereijken B, Denny MA. Learning to crawl. Child Dev. 1998;69(5):1299-312.
32. Freedland RL, Bertenthal BI. Developmental Changes in Interlimb Coordination: Transition to Hands-and-Knees Crawling. Psychol Sci. 1994;5(1):26-32.
33. Patrick SK, Noah JA, Yang JF. Interlimb Coordination in Human Crawling Reveals Similarities in Development and Neural Control With Quadrupeds. J Neurophysiol. 2009;101(2):603-13.
34. Anderson DI, Campos JJ, Witherington DC, Dahl A, Rivera M, He M, et al. The role of locomotion in psychological development. Front Psychol. 2013;4:440.
35. Bayley N. Bayley scales of infant development. San Antonio, TX: Psychological Corporation; 1969. 38 p.
36. Frankenburg WK, Dodds JB. The Denver developmental screening test. J Pediatr. 1967;71(2):181-91.
37. Cimbiz A, Bayazit V. Effects of infant crawling experience on range of motion. Neurosci Riyadh Saudi Arab. 2005;10(1):34-40.
38. Robson P. Prewalking locomotor movements and their use in predicting standing and walking. Child Care Health Dev. 1984;10(5):317-30.
39. Natalio Fejerman, Emilio Fernández Álvarez. Neurología Pediátrica. 3.^a ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2007.
40. Patrick SK, Noah JA, Yang JF. Developmental constraints of quadrupedal coordination across crawling styles in human infants. J Neurophysiol. 2012;107(11):3050-61.
41. Treviño CMJ. El gateo: bases neurofisiológicas y biomecánica del gateo, ejercicios para desarrollarlo, órganos y sistemas involuntarios, sugerencias para padres. Mexico, D.F.: Editorial Trillas; 2010. 82 p.

42. Ayres AJ. The development of perceptual-motor abilities: a theoretical basis for treatment of dysfunction. *Am J Occup Ther Off Publ Am Occup Ther Assoc.* 1963;17:221-5.
43. Kubicek C, Jovanovic B, Schwarzer G. The relation between crawling and 9-month-old infants' visual prediction abilities in spatial object processing. *J Exp Child Psychol.* 2017;158:64-76.
44. Zhang L, Deng CF, Xiong QL, Wu XY, Chen YX, Liu Y, et al. Analysis of the Inter-Joints Synergistic Patterns of Limbs in Infant Crawling. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc IEEE Eng Med Biol Soc Annu Int Conf.* 2019;2019:4156-9.
45. Held R, Hein A. Movement-produced stimulation in the development of visually guided behavior. *J Comp Physiol Psychol.* 1963;56(5):872-6.
46. Bell MA, Fox NA. Crawling experience is related to changes in cortical organization during infancy: evidence from EEG coherence. *Dev Psychobiol.* 1996;29(7):551-61.
47. Campos JJ, Anderson DI, Barbu-Roth MA, Hubbard EM, Hertenstein MJ, Witherington D. Travel broadens the mind. *Infancy.* 2000;1(2):149-219.
48. Gibson EJ. Exploratory behavior in the development of perceiving, acting, and the acquiring of knowledge. *Annu Rev Psychol.* 1988;39:1-41.
49. Benjamin Neelon SE, Oken E, Taveras EM, Rifas-Shiman SL, Gillman MW. Age of achievement of gross motor milestones in infancy and adiposity at age 3 years. *Matern Child Health J.* 2012;16(5):1015-20.
50. Aoyama T, Hikihara Y, Watanabe M, Wakabayashi H, Hanawa S, Omi N, et al. Association Between Age of Achieving Gross Motor Development Milestones During Infancy and Body Fat Percentage at 6 to 7 Years of Age. *Matern Child Health J.* 2022;26(2):415-23.
51. Sánchez GFL, Williams G, Aggio D, Vicinanza D, Stubbs B, Kerr C, et al. Prospective associations between measures of gross and fine motor coordination in infants and objectively measured physical activity and sedentary behavior in childhood. *Medicine (Baltimore).* 2017;96(46):e8424.
52. Jaffe M, Kosakov C. The motor development of fat babies. *Clin Pediatr (Phila).* 1982;21(10):619-21.

53. Cattuzzo MT, Dos Santos Henrique R, Ré AHN, de Oliveira IS, Melo BM, de Sousa Moura M, et al. Motor competence and health related physical fitness in youth: A systematic review. *J Sci Med Sport*. 2016;19(2):123-9.
54. Lima RA, Drenowatz C, Pfeiffer KA. Expansion of Stodden et al.'s Model. *Sports Med*. 2022;52(4):679-83.
55. Stodden DF, Goodway JD, Langendorfer SJ, Robertson MA, Rudisill ME, Garcia C, et al. A Developmental Perspective on the Role of Motor Skill Competence in Physical Activity: An Emergent Relationship. *Quest*. 2008;60(2):290-306.
56. Balyi I, Way R, Higgs C. *Long-Term Athlete Development*. Champaign, IL: Human Kinetics; 2013. 296 p.
57. Haubenstricker, J., Seefeldt, V. Acquisition of Motor Skills during Childhood. En: *Physical Activity and Well-Being*. Reston: American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance; 1986. p. 41-92.
58. Bailey R. Physical education and sport in schools: a review of benefits and outcomes. *J Sch Health*. 2006;76(8):397-401.
59. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. *Actividad Física para la Salud y Reducción del. Estrategia de Promoción de la Salud y Prevención en el SNS [Internet]*. Madrid; 2014. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/areas/promocionPrevencion/estrategiaSNS/docs/EstrategiaPromocionSaludyPrevencionSNS.pdf>
60. Salmon J, Owen N, Crawford D, Bauman A, Sallis JF. Physical activity and sedentary behavior: a population-based study of barriers, enjoyment, and preference. *Health Psychol Off J Div Health Psychol Am Psychol Assoc*. 2003;22(2):178-88.
61. World Health Organization. *Global Recommendations on Physical Activity for Health [Internet]*. Geneva: World Health Organization; 2010 [citado 7 de noviembre de 2023]. (WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee). Disponible en: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44441/9789243599977_spa.pdf
62. Haskell WL, Blair SN, Hill JO. Physical activity: health outcomes and importance for public health policy. *Prev Med*. 2009;49(4):280-2.

63. Eisenmann JC, Wickel EE, Welk GJ, Blair SN. Relationship between adolescent fitness and fatness and cardiovascular disease risk factors in adulthood: the Aerobics Center Longitudinal Study (ACLS). *Am Heart J.* 2005;149(1):46-53.
64. Boreham C, Riddoch C. The physical activity, fitness and health of children. *J Sports Sci.* 2001;19(12):915-29.
65. Blair SN. Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st century. *Br J Sports Med.* 2009;43(1):1-2.
66. Sirard JR, Pate RR. Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports Med Auckl NZ.* 2001;31(6):439-54.
67. Rowlands AV. Accelerometer assessment of physical activity in children: an update. *Pediatr Exerc Sci.* 2007;19(3):252-66.
68. Troiano RP. A timely meeting: objective measurement of physical activity. *Med Sci Sports Exerc.*;37(11 Suppl):S487-489.
69. Tudor-Locke C, Williams JE, Reis JP, Pluto D. Utility of pedometers for assessing physical activity: convergent validity. *Sports Med Auckl NZ.* 2002;32(12):795-808.
70. Troiano RP, Freedson PS. Promises and pitfalls of emerging measures of physical activity and the environment. *Am J Prev Med.* 2010;38(6):682-3.
71. Esliger DW, Tremblay MS. Establishing a profile of physical activity and inactivity: the next generation. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2007;32 Suppl 2F:S217-230.
72. Bornstein DB, Beets MW, Byun W, Welk G, Bottai M, Dowda M, et al. Equating accelerometer estimates of moderate-to-vigorous physical activity: in search of the Rosetta Stone. *J Sci Med Sport.* 2011;14(5):404-10.
73. Ridgers ND, Stratton G, Fairclough SJ. Assessing physical activity during recess using accelerometry. *Prev Med.* 2005;41(1):102-7.
74. Vanhelst J, Béghin L, Duhamel A, Bergman P, Sjöström M, Gottrand F. Comparison of uniaxial and triaxial accelerometry in the assessment of physical activity among adolescents under free-living conditions: the HELENA study. *BMC Med Res Methodol.* 2012;12:26.
75. Plasqui G, Bonomi AG, Westerterp KR. Daily physical activity assessment with accelerometers: new insights and validation studies. *Obes Rev Off J Int Assoc Study Obes.* 2013;14(6):451-62.

76. Yang CC, Hsu YL. A review of accelerometry-based wearable motion detectors for physical activity monitoring. *Sensors*. 2010;10(8):7772-88.
77. Cantell M, Crawford SG, Dewey D. Daily physical activity in young children and their parents: A descriptive study. *Paediatr Child Health*. 2012;17(3):e20-24.
78. Craig E, Bland R, Reilly J. Objectively measured physical activity levels of children and adolescents in rural South Africa: high volume of physical activity at low intensity. *Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab*. 2013;38(1):81-4.
79. Verloigne M, Van Lippevelde W, Maes L, Yildirim M, Chinapaw M, Manios Y, et al. Levels of physical activity and sedentary time among 10- to 12-year-old boys and girls across 5 European countries using accelerometers: an observational study within the ENERGY-project. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2012;9:34.
80. Cain KL, Sallis JF, Conway TL, Van Dyck D, Calhoun L. Using accelerometers in youth physical activity studies: a review of methods. *J Phys Act Health*. 2013;10(3):437-50.
81. Baquet G, Stratton G, Van Praagh E, Berthoin S. Improving physical activity assessment in prepubertal children with high-frequency accelerometry monitoring: a methodological issue. *Prev Med*. 2007;44(2):143-7.
82. Butte NF, Ekelund U, Westerterp KR. Assessing physical activity using wearable monitors: measures of physical activity. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(1 Suppl 1):S5-12.
83. Puyau MR, Adolph AL, Vohra FA, Butte NF. Validation and calibration of physical activity monitors in children. *Obes Res*. 2002;10(3):150-7.
84. Mattocks C, Ness A, Leary S, Tilling K, Blair SN, Shield J, et al. Use of accelerometers in a large field-based study of children: protocols, design issues, and effects on precision. *J Phys Act Health*. 2008;5 Suppl 1:S98-111.
85. Pulsford RM, Cortina-Borja M, Rich C, Kinnafick FE, Dezateux C, Griffiths LJ. Actigraph accelerometer-defined boundaries for sedentary behaviour and physical activity intensities in 7 year old children. *PloS One*. 2011;6(8):e21822.
86. Evenson KR, Catellier DJ, Gill K, Ondrak KS, McMurray RG. Calibration of two objective measures of physical activity for children. *J Sports Sci*. 2008;26(14):1557-65.
87. Trost SG, Loprinzi PD, Moore R, Pfeiffer KA. Comparison of accelerometer cut points for predicting activity intensity in youth. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1360-8.

88. Gutiérrez Sanmartín M. Actividad física, estilos de vida y calidad de vida. *Rev Educ Física Renov Teoría Pract.* 2000;(77):5-16.
89. Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Carlson SA, Fulton JE, Galuska DA, et al. The Physical Activity Guidelines for Americans. *JAMA.* 2018;320(19):2020-8.
90. Sparling PB, Howard BJ, Dunstan DW, Owen N. Recommendations for physical activity in older adults. *BMJ.* 2015;350:h100.
91. Mora S, Cook N, Buring JE, Ridker PM, Lee IM. Physical Activity and Reduced Risk of Cardiovascular Events: Potential Mediating Mechanisms. *Circulation.* 2007;116(19):2110-8.
92. Thompson PD, Buchner D, Pina IL, Balady GJ, Williams MA, Marcus BH, et al. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation.* 2003;107(24):3109-16.
93. Bassuk SS, Manson JE. Epidemiological evidence for the role of physical activity in reducing risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 2005;99(3):1193-204.
94. Holmes MD, Chen WY, Feskanich D, Kroenke CH, Colditz GA. Physical activity and survival after breast cancer diagnosis. *JAMA.* 2005;293(20):2479-86.
95. Meyerhardt JA, Heseltine D, Niedzwiecki D, Hollis D, Saltz LB, Mayer RJ, et al. Impact of physical activity on cancer recurrence and survival in patients with stage III colon cancer: findings from CALGB 89803. *J Clin Oncol Off J Am Soc Clin Oncol.* 2006;24(22):3535-41.
96. Ströhle A. Physical activity, exercise, depression and anxiety disorders. *J Neural Transm Vienna Austria* 1996. junio de 2009;116(6):777-84.
97. Cavill N, Biddle S, Sallis J. Health Enhancing Physical Activity for Young People: Statement of the United Kingdom Expert Consensus Conference. *Pediatr Exerc Sci.* 2001;13:12-25.
98. Janssen I, Dostaler S, Boyce WF, Pickett W. Influence of Multiple Risk Behaviors on Physical Activity–Related Injuries in Adolescents. *Pediatrics.* 2007;119(3):e672-80.
99. Janssen I, Leblanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2010;7:40.

100. Manonelles Marqueta P, Alcaraz Martínez J, Alvarez Medina J, Jiménez Díaz JF, Luengo E. La utilidad de la actividad física y de los hábitos adecuados de nutrición como medio de prevención de la obesidad en niños y adolescentes. Arch Med Deporte Rev Fed Esp Med Deporte Confed Iberoam Med Deporte. 2008;25(127):333-52.
101. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Mâsse LC, Tilert T, McDowell M. Physical activity in the United States measured by accelerometer. Med Sci Sports Exerc. 2008;40(1):181-8.
102. Aznar S, Naylor PJ, Silva P, Pérez M, Angulo T, Laguna M, et al. Patterns of physical activity in Spanish children: a descriptive pilot study. Child Care Health Dev. 2011;37(3):322-8.
103. British Heart Foundation National Centre. Physical Activity for Children and Young People [Internet]. British Heart Foundation National Centre; 2014. Disponible en: <https://lfl.org.uk/wp-content/uploads/2019/02/physical-activity-in-children-and-young-people.pdf>
104. Biddle SJH, Gorely T, Stensel DJ. Health-enhancing physical activity and sedentary behaviour in children and adolescents. J Sports Sci. 2004;22(8):679-701.
105. Hsu YW, Belcher BR, Ventura EE, Byrd-Williams CE, Weigensberg MJ, Davis JN, et al. Physical activity, sedentary behavior, and the metabolic syndrome in minority youth. Med Sci Sports Exerc. 2011;43(12):2307-13.
106. Zabalza Beraza MÁ. Competencias docentes del profesorado universitario: calidad y desarrollo profesional [Internet]. Narcea; 2006 [citado 7 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=129126>
107. Yániz C, Villardón L. Planificar desde competencias para promover el aprendizaje. Bilbao: Universidad de Deusto; 2008. 129 p.
108. Piek JP, Baynam GB, Barrett NC. The relationship between fine and gross motor ability, self-perceptions and self-worth in children and adolescents. Hum Mov Sci. 2006;25(1):65-75.
109. Loprinzi PD, Cardinal BJ, Loprinzi KL, Lee H. Benefits and environmental determinants of physical activity in children and adolescents. Obes Facts. 2012;5(4):597-610.
110. Lubans DR, Morgan PJ, Cliff DP, Barnett LM, Okely AD. Fundamental movement skills in children and adolescents: review of associated health benefits. Sports Med Auckl NZ. 2010;40(12):1019-35.

111. Barnett LM, van Beurden E, Morgan PJ, Brooks LO, Beard JR. Childhood motor skill proficiency as a predictor of adolescent physical activity. *J Adolesc Health Off Publ Soc Adolesc Med.* 2009;44(3):252-9.
112. Stodden D, Langendorfer S, Robertson MA. The association between motor skill competence and physical fitness in young adults. *Res Q Exerc Sport.* 2009;80(2):223-9.
113. American Psychiatric Association, DSM-5 Task Force. Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5™ (5th ed.). Arlington, VA, US: American Psychiatric Publishing, Inc.; 2013. xlv, 947 p. (Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5™, 5th ed).
114. Fort Vanmeerhaeghe A, Romero Rodriguez D. Rol del sistema sensoriomotor en la estabilidad articular durante las actividades deportivas. *Apunts Med Esport.* 2013;48(178):69-76.
115. Payne, V. G., Isaacs, L. D. *Human Motor Development: A Lifespan Approach.* 8th ed. New York: McGraw-Hill; 2011.
116. Benes FM, Turtle M, Khan Y, Farol P. Myelination of a key relay zone in the hippocampal formation occurs in the human brain during childhood, adolescence, and adulthood. *Arch Gen Psychiatry.* 1994;51(6):477-84.
117. Huttenlocher PR. Synaptic density in human frontal cortex - developmental changes and effects of aging. *Brain Res.* 1979;163(2):195-205.
118. Lopes L, Santos R, Pereira B, Lopes VP. Associations between gross motor coordination and academic achievement in elementary school children. *Hum Mov Sci.* 2013;32(1):9-20.
119. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep Wash DC* 1974. 1985;100(2):126-31.
120. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med.* 2002;346(11):793-801.
121. Veloso, U. *Determinantes da actividade física dos adolescentes: Estudo de uma população escolar do concelho de oeiras.* Universidade do Minho; 2006.
122. Loprinzi PD, Davis RE, Fu YC. Early motor skill competence as a mediator of child and adult physical activity. *Prev Med Rep.* 2015;2:833-8.

123. Telama R, Yang X, Leskinen E, Kankaanpää A, Hirvensalo M, Tammelin T, et al. Tracking of physical activity from early childhood through youth into adulthood. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(5):955-62.
124. Mattocks C, Ness A, Deere K, Tilling K, Leary S, Blair SN, et al. Early life determinants of physical activity in 11 to 12 year olds: cohort study. *BMJ.* 2008;336(7634):26-9.
125. Ridgway CL, Ong KK, Tammelin TH, Sharp S, Ekelund U, Jarvelin MR. Infant motor development predicts sports participation at age 14 years: northern Finland birth cohort of 1966. *PLoS One.* 2009;4(8):e6837.
126. Larouche R, Boyer C, Tremblay MS, Longmuir P. Physical fitness, motor skill, and physical activity relationships in grade 4 to 6 children. *Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab.* 2014;39(5):553-9.
127. Utesch T, Bardid F, Büsch D, Strauss B. The Relationship Between Motor Competence and Physical Fitness from Early Childhood to Early Adulthood: A Meta-Analysis. *Sports Med Auckl NZ.* 2019;49(4):541-51.
128. Cantell M, Crawford SG, Tish Doyle-Baker PK. Physical fitness and health indices in children, adolescents and adults with high or low motor competence. *Hum Mov Sci.* 2008;27(2):344-62.
129. Kantomaa MT, Purtsi J, Taanila AM, Remes J, Viholainen H, Rintala P, et al. Suspected motor problems and low preference for active play in childhood are associated with physical inactivity and low fitness in adolescence. *PLoS One.* 2011;6(1):e14554.
130. Lopes VP, Rodrigues LP, Maia J a. R, Malina RM. Motor coordination as predictor of physical activity in childhood. *Scand J Med Sci Sports.* 2011;21(5):663-9.
131. Okely AD, Booth ML, Patterson JW. Relationship of physical activity to fundamental movement skills among adolescents. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(11):1899-904.
132. Graf C, Koch B, Kretschmann-Kandel E, Falkowski G, Christ H, Coburger S, et al. Correlation between BMI, leisure habits and motor abilities in childhood (CHILT-project). *Int J Obes Relat Metab Disord J Int Assoc Study Obes.* 2004;28(1):22-6.
133. Williams HG, Pfeiffer KA, O'Neill JR, Dowda M, McIver KL, Brown WH, et al. Motor skill performance and physical activity in preschool children. *Obes Silver Spring Md.* 2008;16(6):1421-6.

134. Barnett LM, Van Beurden E, Morgan PJ, Brooks LO, Beard JR. Does childhood motor skill proficiency predict adolescent fitness? *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(12):2137-44.
135. Hardy LL, Reinten-Reynolds T, Espinel P, Zask A, Okely AD. Prevalence and correlates of low fundamental movement skill competency in children. *Pediatrics.* 2012;130(2):e390-398.
136. Martins D, Maia J, Seabra A, Garganta R, Lopes V, Katzmarzyk P, et al. Correlates of changes in BMI of children from the Azores islands. *Int J Obes* 2005. 2010;34(10):1487-93.
137. Lopes VÍP, Maia JAR, Rodrigues LP, Malina R. Motor coordination, physical activity and fitness as predictors of longitudinal change in adiposity during childhood. *Eur J Sport Sci.* 2012;12(4):384-91.
138. Tremblay MS, Aubert S, Barnes JD, Saunders TJ, Carson V, Latimer-Cheung AE, et al. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 10 de junio de 2017;14(1):75.
139. van der Ploeg HP, Hillsdon M. Is sedentary behaviour just physical inactivity by another name? *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2017;14(1):142.
140. Twisk JWR, Kemper HCG, van Mechelen W. Prediction of cardiovascular disease risk factors later in life by physical activity and physical fitness in youth: general comments and conclusions. *Int J Sports Med.* 2002;23 Suppl 1:S44-49.
141. van Mechelen W, Twisk JW, Post GB, Snel J, Kemper HC. Physical activity of young people: the Amsterdam Longitudinal Growth and Health Study. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(9):1610-6.
142. Sallis, J.F., Owen, N. *Physical activity and behavioural medicine.* London: Sage Publications; 1999.
143. Archer E, Blair SN. Physical activity and the prevention of cardiovascular disease: from evolution to epidemiology. *Prog Cardiovasc Dis.* 2011;53(6):387-96.
144. Myers J, McAuley P, Lavie CJ, Despres JP, Arena R, Kokkinos P. Physical activity and cardiorespiratory fitness as major markers of cardiovascular risk: their independent and interwoven importance to health status. *Prog Cardiovasc Dis.* 2015;57(4):306-14.
145. Kohl HW, Craig CL, Lambert EV, Inoue S, Alkandari JR, Leetongin G, et al. The pandemic of physical inactivity: global action for public health. *Lancet Lond Engl.* 2012;380(9838):294-305.

146. Warburton DER, Nicol CW, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ Can Med Assoc J J Assoc Medicale Can.* 2006;174(6):801-9.
147. Boreham C, Twisk J, Neville C, Savage M, Murray L, Gallagher A. Associations between physical fitness and activity patterns during adolescence and cardiovascular risk factors in young adulthood: the Northern Ireland Young Hearts Project. *Int J Sports Med.* 2002;23 Suppl 1:S22-26.
148. Rosenkranz SK, Rosenkranz RR, Hastmann TJ, Harms CA. High-intensity training improves airway responsiveness in inactive nonasthmatic children: evidence from a randomized controlled trial. *J Appl Physiol Bethesda Md 1985.* 2012;112(7):1174-83.
149. World Health Organization. Obesity [Internet]. 2016 [citado 7 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/health-topics/obesity>
150. Blázquez Sánchez D, Domedel N, Supital R. El problema de la obesidad infantil. ¿De qué hablamos? Causas y sus posibles consecuencias. En: *Obesidad y sedentarismo infantil ¿Qué hacemos?:: propuestas y actividades para la edad escolar*, 2019, ISBN 978-84-9729-380-8, págs 11-48 [Internet]. Barcelona: INDE Publicaciones; 2019 [citado 2 de noviembre de 2023]. p. 11-48. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6657488>
151. Nittari G, Scuri S, Petrelli F, Pirillo I, di Luca NM, Grappasonni I. Fighting obesity in children from European World Health Organization member states. Epidemiological data, medical-social aspects, and prevention programs. *Clin Ter.* 2019;170(3):e223-30.
152. Reina, R. Prevalencia de obesidad en alumnado de segundo a sexto de Educación Primaria y tiempo de permanencia en el rango de intensidad MVPA de escolares de sexto de primaria en Educación Física. [Murcia]: Universidad de Murcia; 2015.
153. Lobstein T, Frelut ML. Prevalence of overweight among children in Europe. *Obes Rev Off J Int Assoc Study Obes.* 2003;4(4):195-200.
154. Artazcoz L, Oliva J, Escribà-Agüir V, Zurriaga Ó. La salud en todas las políticas, un reto para la salud pública en España. *Informe SESPAS 2010. Gac Sanit.* 2010;24:1-6.
155. Agencia Española, de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Estudio ALADINO 2015: Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2015 [Internet]. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; 2016. Disponible en:

http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/observatorio/Estudio_ALADINO_2015.pdf

156. Aranceta-Bartrina J, Pérez-Rodrigo C. La obesidad infantil: una asignatura pendiente. *Rev Esp Cardiol*. 2018;71(11):888-91.
157. Departament de Salut, Generalitat de Catalunya. El estado de salud, los comportamientos relacionados con la salud y el uso de servicios sanitarios en Cataluña, 2020. Resumen ejecutivo de los principales resultados de la ESCA del 2020 [Internet]. Departament de Salut, Generalitat de Catalunya; 2021. Disponible en: https://salutweb.gencat.cat/ca/el_departament/estadistiques_sanitaries/enquestes/esca/resultats_enquesta_salut_catalunya/
158. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000;320(7244):1240-3.
159. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R, et al. CDC growth charts: United States. *Adv Data*. 2000;(314):1-27.
160. Wang Y. Epidemiology of childhood obesity--methodological aspects and guidelines: what is new? *Int J Obes Relat Metab Disord J Int Assoc Study Obes*. 2004;28 Suppl 3:S21-28.
161. Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ*. 2007;335(7612):194.
162. Bezares Sarmiento V, Bojórquez Cruz R, Burgos de Santiago M, Barrera Bustillos M. Evaluación Del Estado de Nutrición En El Ciclo Vital Humano. SA de CV: McGraw-Hill Interamericana Editores; 2012.
163. González Jiménez E. Composición corporal: estudio y utilidad clínica. *Endocrinol Nutr*. 2013;60(2):69-75.
164. Chung S. Body mass index and body composition scaling to height in children and adolescent. *Ann Pediatr Endocrinol Metab*. 2015;20(3):125-9.
165. Wells JCK, Fewtrell MS, Williams JE, Haroun D, Lawson MS, Cole TJ. Body composition in normal weight, overweight and obese children: matched case-control analyses of total and regional tissue masses, and body composition trends in relation to relative weight. *Int J Obes* 2005. 2006;30(10):1506-13.

166. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *Int J Obes* 2005. 2006;30(4):598-602.
167. Swinburn BA, Ravussin E. Energy and macronutrient metabolism. *Baillieres Clin Endocrinol Metab*. 1994;8(3):527-48.
168. Dietz WH, Robinson TN. Clinical practice. Overweight children and adolescents. *N Engl J Med*. 2005;352(20):2100-9.
169. Wilson PWF, D'Agostino RB, Sullivan L, Parise H, Kannel WB. Overweight and obesity as determinants of cardiovascular risk: the Framingham experience. *Arch Intern Med*. 2002;162(16):1867-72.
170. Hubert HB, Feinleib M, McNamara PM, Castelli WP. Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: a 26-year follow-up of participants in the Framingham Heart Study. *Circulation*. 1983;67(5):968-77.
171. Eckel RH, Kahn R, Robertson RM, Rizza RA. Preventing cardiovascular disease and diabetes: a call to action from the American Diabetes Association and the American Heart Association. *Diabetes Care*. 2006;29(7):1697-9.
172. Stamler R, Stamler J, Riedlinger WF, Algera G, Roberts RH. Weight and blood pressure. Findings in hypertension screening of 1 million Americans. *JAMA*. 1978;240(15):1607-10.
173. Cruz Hernández, M. Tratado de pediatría. 11^a. Vol. 1. Panamericana; 2014.
174. Jia H, Lubetkin EI. The statewide burden of obesity, smoking, low income and chronic diseases in the United States. *J Public Health Oxf Engl*. 2009;31(4):496-505.
175. Schafmeyer L, Linden T, Wunram HL, Semmelweis A, Schoenau E, Duran I. Interaction between fat- and muscle development in children and adolescents. *Anthropol Anz Ber Uber Biol-Anthropol Lit*. 2022;
176. García-Hermoso A, Ramírez-Campillo R, Izquierdo M. Is Muscular Fitness Associated with Future Health Benefits in Children and Adolescents? A Systematic Review and Meta-Analysis of Longitudinal Studies. *Sports Med Auckl NZ*. 2019;49(7):1079-94.
177. Ramírez-Vélez R, Carrillo HA, Correa-Bautista JE, Schmidt-RioValle J, González-Jiménez E, Correa-Rodríguez M, et al. Fat-to-Muscle Ratio: A New Anthropometric Indicator as a Screening Tool for Metabolic Syndrome in Young Colombian People. *Nutrients*. 2018;10(8):1027.

178. Seo YG, Song HJ, Song YR. Fat-to-muscle ratio as a predictor of insulin resistance and metabolic syndrome in Korean adults. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2020;11(3):710-25.
179. Camargos ACR, Mendonça VA, Andrade CA de, Oliveira KSC, Lacerda ACR. Overweight and obese infants present lower cognitive and motor development scores than normal-weight peers. *Res Dev Disabil*. 2016;59:410-6.
180. Morano M, Colella D, Caroli M. Gross motor skill performance in a sample of overweight and non-overweight preschool children. *Int J Pediatr Obes IJPO Off J Int Assoc Study Obes*. 2011;6 Suppl 2:42-6.
181. Marmeleira J, Veiga G, Cansado H, Raimundo A. Relationship between motor proficiency and body composition in 6- to 10-year-old children. *J Paediatr Child Health*. 2017;53(4):348-53.
182. Andres A, Casey PH, Bellando J, Cleves MA, Badger TM. Effects of Fat Mass on Motor Development During the First 2 Years of Life. *ICAN Infant Child Adolesc Nutr*. 2013;5(4):248-54.
183. Shoaibi A, Neelon B, Østbye T, Benjamin-Neelon SE. Longitudinal associations of gross motor development, motor milestone achievement and weight-for-length z score in a racially diverse cohort of US infants. *BMJ Open*. 2019;9(1):e024440.
184. Aznar Laín S, Webster T. Actividad física y salud en la infancia y la adolescencia. Guía para todas las personas que participan en su educación [Internet]. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia; 2006. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/areas/promocionPrevencion/actividadFisica/docs/ActividadFisicaSaludEspanol.pdf>
185. González Jiménez E, Aguilar Cordero M^a J, Álvarez Ferre J, Padilla López C, Valenza MC. Estudio antropométrico y valoración del estado nutricional de una población de escolares de Granada: comparación con los estándares nacionales e internacionales de referencia. *Nutr Hosp*. 2012;27(4):1106-13.
186. Speiser PW, Rudolf MCJ, Anhalt H, Camacho-Hubner C, Chiarelli F, Eliakim A, et al. Childhood obesity. *J Clin Endocrinol Metab*. 2005;90(3):1871-87.
187. Tortora, Gerard J, Derrickson, Bryan. Principios de anatomía y fisiología. 15.^a ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2017.
188. Guyton, A. C., Hall, J. E. Tratado de Fisiología Médica. 11.^a ed. Madrid: Elsevier España; 2006.

189. Berne, R. M, Levy, M. N. Fisiología. Madrid: Elsevier; 2014.
190. Martínez Linares JM, Medina García J. Comparación de las calculadoras online de riesgo cardiovascular. *Enferm En Cardiol Rev Científica E Inf Asoc Esp Enferm En Cardiol*. 2016;(67):66-70.
191. Maiques Galán A. Valoración del riesgo cardiovascular. ¿Qué tabla utilizar? *Aten Primaria*. 2003;32(10):586-9.
192. World Health Organization. Cardiovascular diseases (CVDs) [Internet]. 2021. Disponible en: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
193. Mendis, S., Puska P, N. Global Atlas on Cardiovascular Disease Prevention and Control. World Health Organization; 2011.
194. Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S, Albus C, Brotons C, Catapano AL, et al. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts)Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). *Eur Heart J*. 2016;37(29):2315-81.
195. American Heart Association. Understand your risks to prevent a heart attack [Internet]. 2022. Disponible en: <https://www.heart.org/en/health-topics/heart-attack/understand-your-risks-to-prevent-a-heart-attack>
196. Raitakari OT, Juonala M, Kähönen M, Taittonen L, Laitinen T, Mäki-Torkko N, et al. Cardiovascular risk factors in childhood and carotid artery intima-media thickness in adulthood: the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *JAMA*. 2003;290(17):2277-83.
197. Juonala M, Magnussen CG, Berenson GS, Venn A, Burns TL, Sabin MA, et al. Childhood adiposity, adult adiposity, and cardiovascular risk factors. *N Engl J Med*. 2011;365(20):1876-85.
198. Baker JL, Olsen LW, Sørensen TIA. Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood. *N Engl J Med*. 2007;357(23):2329-37.
199. Steinberger J, Daniels SR, Hagberg N, Isasi CR, Kelly AS, Lloyd-Jones D, et al. Cardiovascular Health Promotion in Children: Challenges and Opportunities for 2020 and Beyond: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2016;134(12):e236-255.

200. Chaudhry R, Miao JH, Rehman A. Physiology, Cardiovascular. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [citado 2 de noviembre de 2023]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493197/>
201. Portman RJ, McNiece KL, Swinford RD, Braun MC, Samuels JA. Pediatric hypertension: diagnosis, evaluation, management, and treatment for the primary care physician. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*. 2005;35(7):262-94.
202. Williams B, Mancia G, Spiering W, Agabiti Rosei E, Azizi M, Burnier M, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J*. de 2018;39(33):3021-104.
203. Kearney PM, Whelton M, Reynolds K, Muntner P, Whelton PK, He J. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. *Lancet Lond Engl*. 2005;365(9455):217-23.
204. Instituto Nacional de Estadística (INE). Defunciones según la causa de muerte. Año 2022 [Internet]. Disponible en: https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176780&menu=ultiDatos&idp=1254735573175
205. National Heart, Lung, and Blood Institute. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents [Internet]. U.S. Department of Health and Human Services; 2005. Disponible en: https://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/resources/heart/hbp_ped.pdf
206. Flynn JT, Kaelber DC, Baker-Smith CM, Blowey D, Carroll AE, Daniels SR, et al. Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics*. 2017;140(3):e20171904.
207. Lurbe E, Agabiti-Rosei E, Cruickshank JK, Dominiczak A, Erdine S, Hirth A, et al. 2016 European Society of Hypertension guidelines for the management of high blood pressure in children and adolescents. *J Hypertens*. 2016;34(10):1887-920.
208. Gartlehner G, Vander Schaaf EB, Orr C, Kennedy SM, Clark R, Viswanathan M. Screening for Hypertension in Children and Adolescents: Updated Evidence Report and Systematic Review for the US Preventive Services Task Force. *JAMA*. 2020;324(18):1884-95.
209. Urbina EM, Khoury PR, Bazzano L, Burns TL, Chen W, Daniels S, et al. Relation of Blood Pressure in Childhood to Self-Reported Hypertension in Adulthood: the International

Childhood Cardiovascular Cohort (i3C) Consortium. *Hypertens Dallas Tex* 1979. 2019;73(6):1224-30.

210. Juhola J, Magnussen CG, Berenson GS, Venn A, Burns TL, Sabin MA, et al. Combined effects of child and adult elevated blood pressure on subclinical atherosclerosis: the International Childhood Cardiovascular Cohort Consortium. *Circulation*. 2013;128(3):217-24.

211. Urbina EM, Khoury PR, McCoy C, Daniels SR, Kimball TR, Dolan LM. Cardiac and vascular consequences of pre-hypertension in youth. *J Clin Hypertens Greenwich Conn*. 2011;13(5):332-42.

212. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319-38.

213. Wanger JS, Culver BH. Quality Standards in Pulmonary Function Testing: Past, Present, Future. *Ann Am Thorac Soc*. 2016;13(9):1435-6.

214. Lanteri CJ, Sly PD. Changes in respiratory mechanics with age. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 1993;74(1):369-78.

215. Pesant C, Santschi M, Praud JP, Geoffroy M, Niyonsenga T, Vlachos-Mayer H. Spirometric pulmonary function in 3- to 5-year-old children. *Pediatr Pulmonol*. 2007;42(3):263-71.

216. Mottram C. Ruppel's Manual of Pulmonary Function Testing. 10th ed. Maryland Heights, Missouri: Mosby; 2012.

217. Donnelly PM, Yang TS, Peat JK, Woolcock AJ. What factors explain racial differences in lung volumes? *Eur Respir J*. 1991;4(7):829-38.

218. Barone-Adesi F, Dent JE, Dajnak D, Beevers S, Anderson HR, Kelly FJ, et al. Long-Term Exposure to Primary Traffic Pollutants and Lung Function in Children: Cross-Sectional Study and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2015;10(11):e0142565.

219. Hwang JW, Sundar IK, Yao H, Sellix MT, Rahman I. Circadian clock function is disrupted by environmental tobacco/cigarette smoke, leading to lung inflammation and injury via a SIRT1-BMAL1 pathway. *FASEB J Off Publ Fed Am Soc Exp Biol*. 2014;28(1):176-94.

220. Farha S, Asosingh K, Laskowski D, Licina L, Sekiguchi H, Losordo DW, et al. Pulmonary gas transfer related to markers of angiogenesis during the menstrual cycle. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 2007;103(5):1789-95.

221. Tabak C, Spijkerman AMW, Verschuren WMM, Smit HA. Does educational level influence lung function decline (Doetinchem Cohort Study)? *Eur Respir J*. 2009;34(4):940-7.
222. Lange P, Marott JL, Vestbo J, Ingebrigtsen TS, Nordestgaard BG. Socioeconomic status and prognosis of COPD in Denmark. *COPD*. 2014;11(4):431-7.
223. Löfstedt H, Hagström K, Bryngelsson IL, Holmström M, Rask-Andersen A. Respiratory symptoms and lung function in relation to wood dust and monoterpene exposure in the wood pellet industry. *Ups J Med Sci*. 2017;122(2):78-84.
224. Bowatte G, Lodge CJ, Knibbs LD, Lowe AJ, Erbas B, Dennekamp M, et al. Traffic-related air pollution exposure is associated with allergic sensitization, asthma, and poor lung function in middle age. *J Allergy Clin Immunol*. 2017;139(1):122-129.e1.
225. Mehari A, Afreen S, Ngwa J, Setse R, Thomas AN, Poddar V, et al. Obesity and Pulmonary Function in African Americans. *PLoS One*. 2015;10(10):e0140610.
226. Lazovic B, Mazic S, Suzic-Lazic J, Djelic M, Djordjevic-Saranovic S, Durmic T, et al. Respiratory adaptations in different types of sport. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2015;19(12):2269-74.
227. Vargas HA, Rondón M, Dennis R. Pharmacological treatment and impairment of pulmonary function in patients with type 2 diabetes: a cross-sectional study. *Biomed Rev Inst Nac Salud*. 2016;36(2):276-84.
228. Quanjer PH. Lung function, genetics and socioeconomic conditions. *Eur Respir J*. 2015;45(6):1529-33.
229. Galobardes B, Granell R, Sterne J, Hughes R, Mejia-Lancheros C, Davey Smith G, et al. Childhood wheezing, asthma, allergy, atopy, and lung function: different socioeconomic patterns for different phenotypes. *Am J Epidemiol*. 2015;182(9):763-74.
230. Hollams EM, de Klerk NH, Holt PG, Sly PD. Persistent effects of maternal smoking during pregnancy on lung function and asthma in adolescents. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;189(4):401-7.
231. Sharma G, Goodwin J. Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. *Clin Interv Aging*. 2006;1(3):253-60.
232. Lee B, Park S, Han D. Analysis of the influential factors of maximal-effort expiratory capacity of elderly women. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(10):2924-8.

233. Thomas ET, Guppy M, Straus SE, Bell KJL, Glasziou P. Rate of normal lung function decline in ageing adults: a systematic review of prospective cohort studies. *BMJ Open*. 2019;9(6):e028150.
234. Marossy AE, Strachan DP, Rudnicka AR, Anderson HR. Childhood chest illness and the rate of decline of adult lung function between ages 35 and 45 years. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007;175(4):355-9.
235. Di Cicco M, Kantar A, Masini B, Nuzzi G, Ragazzo V, Peroni D. Structural and functional development in airways throughout childhood: Children are not small adults. *Pediatr Pulmonol*. 2021;56(1):240-51.
236. Green M, Mead J, Turner JM. Variability of maximum expiratory flow-volume curves. *J Appl Physiol*. 1974;37(1):67-74.
237. Merkus PJ, ten Have-Opbroek AA, Quanjer PH. Human lung growth: a review. *Pediatr Pulmonol*. 1996;21(6):383-97.
238. Hsia CCW, Hyde DM, Weibel ER. Lung Structure and the Intrinsic Challenges of Gas Exchange. *Compr Physiol*. 2016;6(2):827-95.
239. Dezateux C, Stocks J. Lung development and early origins of childhood respiratory illness. *Br Med Bull*. 1997;53(1):40-57.
240. Zapletal A, Paul T, Samanek M. Pulmonary elasticity in children and adolescents. *J Appl Physiol*. 1976;40(6):953-61.
241. Papastamelos C, Panitch HB, England SE, Allen JL. Developmental changes in chest wall compliance in infancy and early childhood. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 1995;78(1):179-84.
242. Greenspan JS, Miller TL, Shaffer TH. The neonatal respiratory pump: a developmental challenge with physiologic limitations. *Neonatal Netw NN*. 2005;24(5):15-22.
243. Keens TG, Bryan AC, Levison H, Ianuzzo CD. Developmental pattern of muscle fiber types in human ventilatory muscles. *J Appl Physiol*. 1978;44(6):909-13.
244. Keens TG, Ianuzzo CD. Development of fatigue-resistant muscle fibers in human ventilatory muscles. *Am Rev Respir Dis*. 1979;119(2 Pt 2):139-41.
245. Jones RL, Nzekwu MMU. The effects of body mass index on lung volumes. *Chest*. 2006;130(3):827-33.

246. Wang S, Sun X, Hsia TC, Lin X, Li M. The effects of body mass index on spirometry tests among adults in Xi'an, China. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(15):e6596.
247. Davidson WJ, Mackenzie-Rife KA, Witmans MB, Montgomery MD, Ball GDC, Egbogah S, et al. Obesity negatively impacts lung function in children and adolescents. *Pediatr Pulmonol*. 2014;49(10):1003-10.
248. Köchli S, Endes K, Bartenstein T, Usemann J, Schmidt-Trucksäss A, Frey U, et al. Lung function, obesity and physical fitness in young children: The EXAMIN YOUTH study. *Respir Med*. 2019;159:105813.
249. Salome CM, King GG, Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 2010;108(1):206-11.
250. Melo LC, Silva MAM da, Calles AC do N. Obesity and lung function: a systematic review. *Einstein Sao Paulo Braz*. 2014;12(1):120-5.
251. Barker DJ. The fetal and infant origins of adult disease. *BMJ*. 1990;301(6761):1111.
252. Ben-Shlomo Y, McCarthy A, Hughes R, Tilling K, Davies D, Smith GD. Immediate postnatal growth is associated with blood pressure in young adulthood: the Barry Caerphilly Growth Study. *Hypertens Dallas Tex* 1979. 2008;52(4):638-44.
253. Eriksson JG, Forsén TJ, Kajantie E, Osmond C, Barker DJP. Childhood growth and hypertension in later life. *Hypertens Dallas Tex* 1979. 2007;49(6):1415-21.
254. Bedford TG, Loi PK, Crandall CC. A model of dynamic exercise: the decerebrate rat locomotor preparation. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 1992;72(1):121-7.
255. Van Vliet BN, Chafe LL, Montani JP. Characteristics of 24 h Telemetered Blood Pressure in eNOS-Knockout and C57Bl/6J Control Mice. *J Physiol*. 2003;549(Pt 1):313-25.
256. Pillas D, Kaakinen M, Tzoulaki I, Netuveli G, Rodriguez A, Fung E, et al. Infant locomotive development and its association with adult blood pressure. *Eur J Pediatr*. 2014;173(10):1309-17.
257. Huang RC, Burrows S, Mori TA, Oddy WH, Beilin LJ. Lifecourse Adiposity and Blood Pressure Between Birth and 17 Years Old. *Am J Hypertens*. 2015;28(8):1056-63.
258. Ben-Dov IZ, Bursztyn M. Ambulatory blood pressure monitoring in childhood and adult obesity. *Curr Hypertens Rep*. 2009;11(2):133-42.

259. Vohr BR, Wright LL, Dusick AM, Mele L, Verter J, Steichen JJ, et al. Neurodevelopmental and functional outcomes of extremely low birth weight infants in the National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network, 1993-1994. *Pediatrics*. 2000;105(6):1216-26.
260. Wood N, Costeloe K, Gibson A, Hennessy E, Marlow N, Wilkinson A, et al. The EPICure study: associations and antecedents of neurological and developmental disability at 30 months of age following extremely preterm birth. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2005;90(2):F134-40.
261. Fily A, Pierrat V, Delpoite V, Breart G, Truffert P, EPIPAGE Nord-Pas-de-Calais Study Group. Factors associated with neurodevelopmental outcome at 2 years after very preterm birth: the population-based Nord-Pas-de-Calais EPIPAGE cohort. *Pediatrics*. 2006;117(2):357-66.
262. Gerhardt T, Bancalari E. Chestwall compliance in full-term and premature infants. *Acta Paediatr Scand*. 1980;69(3):359-64.
263. Sharp JT, Druz WS, Balagot RC, Bandelin VR, Danon J. Total respiratory compliance in infants and children. *J Appl Physiol*. 1970;29(6):775-9.
264. Openshaw P, Edwards S, Helms P. Changes in rib cage geometry during childhood. *Thorax*. 1984;39(8):624-7.
265. Devlieger H, Daniels H, Marchal G, Moerman P, Casaer P, Eggermont E. The diaphragm of the newborn infant: anatomical and ultrasonographic studies. *J Dev Physiol*. 1991;16(6):321-9.
266. Gandevia SC, Hudson AL, Gorman RB, Butler JE, De Troyer A. Spatial distribution of inspiratory drive to the parasternal intercostal muscles in humans. *J Physiol*. 2006;573(Pt 1):263-75.
267. Saboisky JP, Butler JE, Fogel RB, Taylor JL, Trinder JA, White DP, et al. Tonic and phasic respiratory drives to human genioglossus motoneurons during breathing. *J Neurophysiol*. 2006;95(4):2213-21.
268. Butler JE, McKenzie DK, Gandevia SC. Discharge frequencies of single motor units in human diaphragm and parasternal muscles in lying and standing. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 2001;90(1):147-54.

269. Hodges PW, Gandevia SC. Pitfalls of intramuscular electromyographic recordings from the human costal diaphragm. *Clin Neurophysiol Off J Int Fed Clin Neurophysiol.* 2000;111(8):1420-4.
270. Hodges PW, Gandevia SC. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *J Physiol.* 2000;522 Pt 1(Pt 1):165-75.
271. Gandevia SC, Butler JE, Hodges PW, Taylor JL. Balancing acts: respiratory sensations, motor control and human posture. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2002;29(1-2):118-21.
272. Hodges PW. Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? *Man Ther.* 1999;4(2):74-86.
273. Hodges PW, Eriksson AEM, Shirley D, Gandevia SC. Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. *J Biomech.* 2005;38(9):1873-80.
274. Sapsford RR, Hodges PW, Richardson CA, Cooper DH, Markwell SJ, Jull GA. Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. *NeuroUrol Urodyn.* 2001;20(1):31-42.
275. Shirley D, Hodges PW, Eriksson AEM, Gandevia SC. Spinal stiffness changes throughout the respiratory cycle. *J Appl Physiol Bethesda Md 1985.* 2003;95(4):1467-75.
276. Landry BW, Driscoll SW. Physical activity in children and adolescents. *PM R.* 2012;4(11):826-32.
277. Carnethon MR, Evans NS, Church TS, Lewis CE, Schreiner PJ, Jacobs DR, et al. Joint associations of physical activity and aerobic fitness on the development of incident hypertension: coronary artery risk development in young adults. *Hypertens Dallas Tex 1979.* 2010;56(1):49-55.
278. Chase NL, Sui X, Lee D chul, Blair SN. The association of cardiorespiratory fitness and physical activity with incidence of hypertension in men. *Am J Hypertens.* 2009;22(4):417-24.
279. Diaz KM, Shimbo D. Physical activity and the prevention of hypertension. *Curr Hypertens Rep.* 2013;15(6):659-68.
280. Green DJ, Smith KJ. Effects of Exercise on Vascular Function, Structure, and Health in Humans. *Cold Spring Harb Perspect Med.* 2018;8(4):a029819.

281. Haapanen N, Miilunpalo S, Vuori I, Oja P, Pasanen M. Association of leisure time physical activity with the risk of coronary heart disease, hypertension and diabetes in middle-aged men and women. *Int J Epidemiol.* 1997;26(4):739-47.
282. Nelson L, Jennings GL, Esler MD, Korner PI. Effect of changing levels of physical activity on blood-pressure and haemodynamics in essential hypertension. *Lancet Lond Engl.* 1986;2(8505):473-6.
283. Paffenbarger RS, Jung DL, Leung RW, Hyde RT. Physical activity and hypertension: an epidemiological view. *Ann Med.* 1991;23(3):319-27.
284. Celis-Morales CA, Gray S, Petermann F, Iliodromiti S, Welsh P, Lyall DM, et al. Walking Pace Is Associated with Lower Risk of All-Cause and Cause-Specific Mortality. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51(3):472-80.
285. Ruiz JR, Ortega FB. Physical activity and cardiovascular disease risk factors in children and adolescents. *Curr Cardiovasc Risk Rep.* 2009;3(4):281-7.
286. Ritz T, Rosenfield D, Steptoe A. Physical activity, lung function, and shortness of breath in the daily life of individuals with asthma. *Chest.* 2010;138(4):913-8.
287. Garcia-Aymerich J, Lange P, Benet M, Schnohr P, Antó JM. Regular physical activity modifies smoking-related lung function decline and reduces risk of chronic obstructive pulmonary disease: a population-based cohort study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007;175(5):458-63.
288. Nystad W, Samuelsen SO, Nafstad P, Langhammer A. Association between level of physical activity and lung function among Norwegian men and women: the HUNT study. *Int J Tuberc Lung Dis Off J Int Union Tuberc Lung Dis.* 2006;10(12):1399-405.
289. Pelkonen M, Notkola IL, Lakka T, Tukiainen HO, Kivinen P, Nissinen A. Delaying decline in pulmonary function with physical activity: a 25-year follow-up. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;168(4):494-9.
290. Jakes RW, Day NE, Patel B, Khaw KT, Oakes S, Luben R, et al. Physical inactivity is associated with lower forced expiratory volume in 1 second: European Prospective Investigation into Cancer-Norfolk Prospective Population Study. *Am J Epidemiol.* 2002;156(2):139-47.

291. Mészáros D, Dharmage SC, Matheson MC, Venn A, Wharton CL, Johns DP, et al. Poor lung function and tonsillectomy in childhood are associated with mortality from age 18 to 44. *Respir Med*. 2010;104(6):808-15.
292. Ji J, Wang SQ, Liu YJ, He QQ. Physical Activity and Lung Function Growth in a Cohort of Chinese School Children: A Prospective Study. *PloS One*. 2013;8(6):e66098.
293. Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, Tredici S, Pedoto A, Lissoni A, et al. The effects of body mass on lung volumes, respiratory mechanics, and gas exchange during general anesthesia. *Anesth Analg*. 1998;87(3):654-60.
294. Hedenstierna G, Santesson J. Breathing mechanics, dead space and gas exchange in the extremely obese, breathing spontaneously and during anaesthesia with intermittent positive pressure ventilation. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1976;20(3):248-54.
295. Sharp JT, Henry JP, Sweany SK, Meadows WR, Pietras RJ. The Total Work of Breathing in Normal and Obese Men. *J Clin Invest*. 1964;43(4):728.
296. Naimark A, Cherniack RM. Compliance of the respiratory system and its components in health and obesity. *J Appl Physiol*. 1960;15:377-82.
297. Sugerman H, Windsor A, Bessos M, Wolfe L. Intra-abdominal pressure, sagittal abdominal diameter and obesity comorbidity. *J Intern Med*. 1997;241(1):71-9.
298. Behazin N, Jones SB, Cohen RI, Loring SH. Respiratory restriction and elevated pleural and esophageal pressures in morbid obesity. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 2010;108(1):212-8.
299. Kim Y, Lee S. Physical activity and abdominal obesity in youth. *Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab*. 2009;34(4):571-81.
300. Janssen I, Katzmarzyk PT, Boyce WF, Vereecken C, Mulvihill C, Roberts C, et al. Comparison of overweight and obesity prevalence in school-aged youth from 34 countries and their relationships with physical activity and dietary patterns. *Obes Rev Off J Int Assoc Study Obes*. 2005;6(2):123-32.
301. Hancox RJ, Rasmussen F. Does physical fitness enhance lung function in children and young adults? *Eur Respir J*. 2018;51(2):1701374.
302. Bartsch RP, Liu KKL, Bashan A, Ivanov PC. Network Physiology: How Organ Systems Dynamically Interact. *PloS One*. 2015;10(11):e0142143.

303. Ivanov PC, Rosenblum MG, Peng CK, Mietus J, Havlin S, Stanley HE, et al. Scaling behaviour of heartbeat intervals obtained by wavelet-based time-series analysis. *Nature*. 1996;383(6598):323-7.
304. Ivanov PC, Amaral LA, Goldberger AL, Havlin S, Rosenblum MG, Struzik ZR, et al. Multifractality in human heartbeat dynamics. *Nature*. 1999;399(6735):461-5.
305. Goldberger AL, Amaral LAN, Hausdorff JM, Ivanov PC, Peng CK, Stanley HE. Fractal dynamics in physiology: alterations with disease and aging. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2002;99 Suppl 1(Suppl 1):2466-72.
306. Mae-Wan Ho. *The rainbow and the worm: The physics of organisms*. 3rd ed. World Scientific; 2008.
307. Tiller WA, McCraty R, Atkinson M. Cardiac coherence: a new, noninvasive measure of autonomic nervous system order. *Altern Ther Health Med*. 1996;2(1):52-65.
308. Bashan A, Bartsch RP, Kantelhardt JW, Havlin S, Ivanov PC. Network physiology reveals relations between network topology and physiological function. *Nat Commun*. 2012;3:702.
309. Rizzo R, Garcia-Retortillo S, Ivanov PC. Dynamic networks of physiologic interactions of brain waves and rhythms in muscle activity. *Hum Mov Sci*. 2022;84:102971.
310. Ivanov PCh. *The New Field of Network Physiology: Building the Human Physiome*. *Front Netw Physiol*. 2021;1:711778.
311. Balagué N, Hristovski R, Almarcha M, Garcia-Retortillo S, Ivanov PCh. Network Physiology of Exercise: Beyond Molecular and Omics Perspectives. *Sports Med - Open*. 2022;8(1):119.
312. Chen B, Ciria LF, Hu C, Ivanov PC. Ensemble of coupling forms and networks among brain rhythms as function of states and cognition. *Commun Biol*. 2022;5(1):82.
313. Balagué N, Hristovski R, Almarcha M del C, Garcia-Retortillo S, Ivanov PC. Network Physiology of Exercise: Vision and Perspectives. *Front Physiol* [Internet]. 2020 [citado 11 de marzo de 2021];11. Disponible en: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2020.611550/full?&utm_source=Email_to_authors_&utm_medium=Email&utm_content=T1_11.5e1_author&utm_campaign=Email_publication&field=&journalName=Frontiers_in_Physiology&id=611550

314. Buchman TG. Physiologic Failure: Multiple Organ Dysfunction Syndrome. En: Deisboeck TS, Kresh JY, editores. *Complex Systems Science in Biomedicine* [Internet]. Boston, MA: Springer US; 2006 [citado 26 de octubre de 2023]. p. 631-40. (Topics in Biomedical Engineering International Book Series). Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-0-387-33532-2_27
315. Moorman JR, Lake DE, Ivanov PC. Early Detection of Sepsis--A Role for Network Physiology? *Crit Care Med*. 2016;44(5):e312-313.
316. Shashikumar SP, Li Q, Clifford GD, Nemati S. Multiscale network representation of physiological time series for early prediction of sepsis. *Physiol Meas*. 2017;38(12):2235-48.
317. Foreman B, Lissak IA, Kamireddi N, Moberg D, Rosenthal ES. Challenges and Opportunities in Multimodal Monitoring and Data Analytics in Traumatic Brain Injury. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2021;21(3):6.
318. Fossion R, Rivera AL, Estañol B. A physicist's view of homeostasis: how time series of continuous monitoring reflect the function of physiological variables in regulatory mechanisms. *Physiol Meas*. 2018;39(8):084007.
319. Liu KKL, Bartsch RP, Lin A, Mantegna RN, Ivanov PC. Plasticity of brain wave network interactions and evolution across physiologic states. *Front Neural Circuits*. 2015;9:62.
320. Gorgoni M, D'Atri A, Lauri G, Rossini PM, Ferlazzo F, De Gennaro L. Is sleep essential for neural plasticity in humans, and how does it affect motor and cognitive recovery? *Neural Plast*. 2013;2013:103949.
321. Destexhe A, Marder E. Plasticity in single neuron and circuit computations. *Nature*. 2004;431(7010):789-95.
322. Orjuela-Cañón AD, Jutinico AL, Bazurto-Zapata MA, Duenas-Meza E. Sleep physiological network analysis in children. *Sleep Sci Sao Paulo Braz*. 2022;15(Spec 1):215-23.
323. Shioagai Y, Stefanovska A, McClintock PVE. Nonlinear dynamics of cardiovascular ageing. *Phys Rep*. 2010;488(2-3):51-110.
324. Malina RM, Katzmarzyk PT. Physical activity and fitness in an international growth standard for preadolescent and adolescent children. *Food Nutr Bull*. 2006;27(4 Suppl Growth Standard):S295-313.
325. Malina RM. Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness. *Res Q Exerc Sport*. 2014;85(2):157-73.

326. Pereira E de S, Thuany M, Bandeira PFR, Gomes TNQF, Dos Santos FK. How Do Health, Biological, Behavioral, and Cognitive Variables Interact over Time in Children of Both Sexes? A Complex Systems Approach. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(3):2728.
327. Chu CJ, Leahy J, Pathmanathan J, Kramer MA, Cash SS. The maturation of cortical sleep rhythms and networks over early development. *Clin Neurophysiol Off J Int Fed Clin Neurophysiol*. 2014;125(7):1360-70.
328. Hu DK, Goetz PW, To PD, Garner C, Magers AL, Skora C, et al. Evolution of Cortical Functional Networks in Healthy Infants. *Front Netw Physiol [Internet]*. 2022 [citado 26 de octubre de 2023];2. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnetp.2022.893826>
329. Omidvarnia A, Fransson P, Metsäranta M, Vanhatalo S. Functional bimodality in the brain networks of preterm and term human newborns. *Cereb Cortex N Y N 1991*. 2014;24(10):2657-68.
330. Tóth B, Urbán G, Háden GP, Márk M, Török M, Stam CJ, et al. Large-scale network organization of EEG functional connectivity in newborn infants. *Hum Brain Mapp*. 2017;38(8):4019-33.
331. Boersma M, Smit DJA, de Bie HMA, Van Baal GCM, Boomsma DI, de Geus EJC, et al. Network analysis of resting state EEG in the developing young brain: structure comes with maturation. *Hum Brain Mapp*. 2011;32(3):413-25.
332. Xie W, Mallin BM, Richards JE. Development of brain functional connectivity and its relation to infant sustained attention in the first year of life. *Dev Sci*. 2019;22(1):e12703.
333. Gao W, Lin W, Grewen K, Gilmore JH. Functional Connectivity of the Infant Human Brain: Plastic and Modifiable. *Neurosci Rev J Bringing Neurobiol Neurol Psychiatry*. 2017;23(2):169-84.
334. Kerkman JN, Daffertshofer A, Gollo LL, Breakspear M, Boonstra TW. Network structure of the human musculoskeletal system shapes neural interactions on multiple time scales. *Sci Adv*. 2018;4(6):eaat0497.
335. Boonstra TW, Faes L, Kerkman JN, Marinazzo D. Information decomposition of multichannel EMG to map functional interactions in the distributed motor system. *NeuroImage*. 2019;202:116093.

336. Garcia-Retortillo S, Romero-Gómez C, Ivanov PC. Network of muscle fibers activation facilitates inter-muscular coordination, adapts to fatigue and reflects muscle function. *Commun Biol.* 2023;6(1):891.
337. Garcia-Retortillo S, Ivanov PCh. Inter-muscular networks of synchronous muscle fiber activation. *Front Netw Physiol.* 2022;2:1059793.
338. Wang JWJL, Lombardi F, Zhang X, Anaclet C, Ivanov PC. Non-equilibrium critical dynamics of bursts in θ and δ rhythms as fundamental characteristic of sleep and wake micro-architecture. *PLoS Comput Biol.* 2019;15(11):e1007268.
339. Lin A, Liu KKL, Bartsch RP, Ivanov PC. Dynamic network interactions among distinct brain rhythms as a hallmark of physiologic state and function. *Commun Biol.* 2020;3(1):1-11.
340. Lombardi F, Gómez-Extremera M, Bernaola-Galván P, Vetrivelan R, Saper CB, Scammell TE, et al. Critical Dynamics and Coupling in Bursts of Cortical Rhythms Indicate Non-Homeostatic Mechanism for Sleep-Stage Transitions and Dual Role of VLPO Neurons in Both Sleep and Wake. *J Neurosci Off J Soc Neurosci.* 2020;40(1):171-90.
341. Lombardi F, Wang JWJL, Zhang X, Ivanov PC. Power-law correlations and coupling of active and quiet states underlie a class of complex systems with self-organization at criticality. *EPJ Web Conf.* 2020;230:00005.
342. Rizzo R, Zhang X, Wang JWJL, Lombardi F, Ivanov PC. Network Physiology of Cortico-Muscular Interactions. *Front Physiol.* 2020;11:558070.
343. Gershenson C, Fernández N. Complexity and information: Measuring emergence, self-organization, and homeostasis at multiple scales. *Complexity.* 2012;18(2):29-44.
344. Van Orden GC, Holden JG, Turvey MT. Self-organization of cognitive performance. *J Exp Psychol Gen.* 2003;132(3):331-50.
345. Vázquez P, Hristovski R, Balagué N. The Path to Exhaustion: Time-Variability Properties of Coordinative Variables during Continuous Exercise. *Front Physiol.* 2016;7:37.
346. Delignieres D, Marmelat V. Fractal fluctuations and complexity: current debates and future challenges. *Crit Rev Biomed Eng.* 2012;40(6):485-500.
347. Almurad ZMH, Roume C, Blain H, Delignières D. Complexity Matching: Restoring the Complexity of Locomotion in Older People Through Arm-in-Arm Walking. *Front Physiol.* 2018;9:1766.

348. Noakes T, St C, Lambert E. From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions. *Br J Sports Med.* 2005;39(2):120-4.
349. Venhorst A, Micklewright D, Noakes TD. Towards a three-dimensional framework of centrally regulated and goal-directed exercise behaviour: a narrative review. *Br J Sports Med.* 2018;52(15):957-66.
350. Pol R, Balagué N, Ric A, Torrents C, Kiely J, Hristovski R. Training or Synergizing? Complex Systems Principles Change the Understanding of Sport Processes. *Sports Med - Open.* 2020;6:28.
351. Ruegsegger GN, Booth FW. Health Benefits of Exercise. *Cold Spring Harb Perspect Med.* 2018;8(7):a029694.
352. Schnyder S, Handschin C. Skeletal muscle as an endocrine organ: PGC-1 α , myokines and exercise. *Bone.* 2015;80:115-25.
353. Huston P. A Sedentary and Unhealthy Lifestyle Fuels Chronic Disease Progression by Changing Interstitial Cell Behaviour: A Network Analysis. *Front Physiol.* 2022;13:904107.
354. Booth FW, Roberts CK, Laye MJ. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Compr Physiol.* 2012;2(2):1143-211.
355. Alemasi A, Cao N, An X, Wu J, Gu H, Yu H, et al. Exercise Attenuates Acute β -Adrenergic Overactivation-Induced Cardiac Fibrosis by Modulating Cytokines. *J Cardiovasc Transl Res.* 2019;12(6):528-38.
356. Lujan HL, DiCarlo SE. Physical activity, by enhancing parasympathetic tone and activating the cholinergic anti-inflammatory pathway, is a therapeutic strategy to restrain chronic inflammation and prevent many chronic diseases. *Med Hypotheses.* 2013;80(5):548-52.
357. Kenney MJ, Ganta CK. Autonomic nervous system and immune system interactions. *Compr Physiol.* 2014;4(3):1177-200.
358. Govere G, Stakenborg M, Matteoli G. The intestinal cholinergic anti-inflammatory pathway. *J Physiol.* 2016;594(20):5771-80.
359. Joyner MJ, Coyle EF. Endurance exercise performance: the physiology of champions. *J Physiol.* 2008;586(1):35-44.

360. Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci*. 2008;9(1):58-65.
361. Liu KKL, Bartsch RP, Ma QDY, Ivanov PC. Major component analysis of dynamic networks of physiologic organ interactions. *J Phys Conf Ser*. 2015;640:012013.
362. Balagué N, González J, Javierre C, Hristovski R, Aragonés D, Álamo J, et al. Cardiorespiratory Coordination after Training and Detraining. A Principal Component Analysis Approach. *Front Physiol* [Internet]. 2016 [citado 2 de noviembre de 2023];7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4751338/>
363. Garcia-Retortillo S, Gacto M, O'Leary TJ, Noon M, Hristovski R, Balagué N, et al. Cardiorespiratory coordination reveals training-specific physiological adaptations. *Eur J Appl Physiol*. 2019;119(8):1701-9.
364. Garcia-Retortillo S, Javierre C, Hristovski R, Ventura JL, Balagué N. Cardiorespiratory Coordination in Repeated Maximal Exercise. *Front Physiol*. 2017;8:387.
365. Garcia-Retortillo S, Javierre C, Hristovski R, Ventura JL, Balagué N. Principal component analysis as a novel approach for cardiorespiratory exercise testing evaluation. *Physiol Meas*. 2019;40(8):084002.
366. Żebrowska M, Garcia-Retortillo S, Sikorski K, Balagué N, Hristovski R, Casimiro J, et al. Decreased coupling among respiratory variables with effort accumulation. *Europhys Lett*. 2020;132(2):28001.
367. Uryumtsev DY, Gulyaeva VV, Zinchenko MI, Baranov VI, Melnikov VN, Balioz NV, et al. Effect of Acute Hypoxia on Cardiorespiratory Coherence in Male Runners. *Front Physiol*. 2020;11:630.
368. Esquius L, Garcia-Retortillo S, Balagué N, Hristovski R, Javierre C. Physiological- and performance-related effects of acute olive oil supplementation at moderate exercise intensity. *J Int Soc Sports Nutr*. 2019;16(1):12.
369. Oviedo GR, Garcia-Retortillo S, Carbó-Carreté M, Guerra-Balic M, Balagué N, Javierre C, et al. Cardiorespiratory Coordination During Exercise in Adults With Down Syndrome. *Front Physiol*. 2021;12:704062.
370. Prilutsky BI. Coordination of two- and one-joint muscles: functional consequences and implications for motor control. *Motor Control*. 2000;4(1):1-44.

371. Kristiansen M, Samani A, Madeleine P, Hansen EA. Effects of 5 Weeks of Bench Press Training on Muscle Synergies: A Randomized Controlled Study. *J Strength Cond Res.* 2016;30(7):1948-59.
372. Ushiyama J, Ushiba J. Resonance between cortex and muscle: a determinant of motor precision? *Clin Neurophysiol Off J Int Fed Clin Neurophysiol.* 2013;124(1):5-7.
373. Yang Y, Dewald JPA, van der Helm FCT, Schouten AC. Unveiling neural coupling within the sensorimotor system: directionality and nonlinearity. *Eur J Neurosci.* 2018;48(7):2407-15.
374. Puente M, Canela J, Alvarez J, Salleras L, Vicens-Calvet E. Cross-sectional growth study of the child and adolescent population of Catalonia (Spain). *Ann Hum Biol.* 2009;24:435-52.
375. Mike Marfell-Jones TO Arthur Stewart and Lindsay Carter. International standards for anthropometric assessment. Potchefstroom, Sth Africa.: International Society for the Advancement of Kinanthropometry.; 2006.
376. Xu K, Zhu HJ, Chen S, Chen L, Wang X, Zhang LY, et al. Fat-to-muscle Ratio: A New Anthropometric Indicator for Predicting Metabolic Syndrome in the Han and Bouyei Populations from Guizhou Province, China. *Biomed Environ Sci BES.* 2018;31(4):261-71.
377. Muntner P, Shimbo D, Carey RM, Charleston JB, Gaillard T, Misra S, et al. Measurement of Blood Pressure in Humans: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Hypertens Dallas Tex 1979.* 2019;73(5):e35-66.
378. Eigen H, Bieler H, Grant D, Christoph K, Terrill D, Heilman DK, et al. Spirometric pulmonary function in healthy preschool children. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;163(3 Pt 1):619-23.
379. Font-Lladó R, López-Ros V, Montalvo AM, Sinclair G, Prats-Puig A, Fort-Vanmeerhaeghe A. A Pedagogical Approach to Integrative Neuromuscular Training to Improve Motor Competence in Children: A Randomized Controlled Trail. *J Strength Cond Res.* 2020;34(11):3078-85.
380. Longmuir PE, Boyer C, Lloyd M, Borghese MM, Knight E, Saunders TJ, et al. Canadian Agility and Movement Skill Assessment (CAMSA): Validity, objectivity, and reliability evidence for children 8-12 years of age. *J Sport Health Sci.* 2017;6(2):231-40.
381. Castro-Piñero J, Ortega FB, Mora J, Sjöström M, Ruiz JR. Criterion related validity of 1/2 mile run-walk test for estimating VO₂peak in children aged 6-17 years. *Int J Sports Med.* 2009;30(5):366-71.

382. Cadenas-Sanchez C, Martinez-Tellez B, Sanchez-Delgado G, Mora-Gonzalez J, Castro-Piñero J, Löf M, et al. Assessing physical fitness in preschool children: Feasibility, reliability and practical recommendations for the PREFIT battery. *J Sci Med Sport*. 2016;19(11):910-5.
383. Chaput JP, Willumsen J, Bull F, Chou R, Ekelund U, Firth J, et al. 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents aged 5-17 years: summary of the evidence. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2020;17(1):141.
384. Tabachnick BG, Fidell LS, Ullman JB. Using multivariate statistics. Seventh edition. New York: Pearson; 2019. 382 p.
385. Biddle S, Sallis JF, Cavill N. Young and active? Young people and health-enhancing physical activity - evidence and implications [Internet]. Biddle S, Sallis JF, Cavill N, editores. London: Health Education Authority; 1998 [citado 5 de noviembre de 2023]. 182 p. Disponible en:
<http://www.nice.org.uk/proxy/?sourceUrl=http://www.nice.org.uk/nicemedia/documents/youngandactive.pdf>
386. Riso EM, Kull M, Mooses K, Jürimäe J. Physical activity, sedentary time and sleep duration: associations with body composition in 10-12-year-old Estonian schoolchildren. *BMC Public Health*. 2018;18(1):496.
387. Ekelund U, Sardinha LB, Anderssen SA, Harro M, Franks PW, Brage S, et al. Associations between objectively assessed physical activity and indicators of body fatness in 9- to 10-year-old European children: a population-based study from 4 distinct regions in Europe (the European Youth Heart Study). *Am J Clin Nutr*. 2004;80(3):584-90.
388. Ortega FB, Ruiz JR, Sjöström M. Physical activity, overweight and central adiposity in Swedish children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2007;4:61.
389. Laguna M, Ruiz JR, Lara MT, Aznar S. Recommended levels of physical activity to avoid adiposity in Spanish children. *Pediatr Obes*. 2013;8(1):62-9.
390. Gutin B. Diet vs exercise for the prevention of pediatric obesity: the role of exercise. *Int J Obes* 2005. 2011;35(1):29-32.
391. Parikh T, Stratton G. Influence of intensity of physical activity on adiposity and cardiorespiratory fitness in 5-18 year olds. *Sports Med Auckl NZ*. 2011;41(6):477-88.

392. Gutin B, Yin Z, Humphries MC, Barbeau P. Relations of moderate and vigorous physical activity to fitness and fatness in adolescents. *Am J Clin Nutr.* 2005;81(4):746-50.
393. Wittmeier KDM, Mollard RC, Kriellaars DJ. Physical activity intensity and risk of overweight and adiposity in children. *Obes Silver Spring Md.* 2008;16(2):415-20.
394. Ruiz JR, Rizzo NS, Hurtig-Wennlöf A, Ortega FB, Wärnberg J, Sjöström M. Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: the European Youth Heart Study. *Am J Clin Nutr.* 2006;84(2):299-303.
395. Moliner-Urdiales D, Ortega FB, Vicente-Rodriguez G, Rey-Lopez JP, Gracia-Marco L, Widhalm K, et al. Association of physical activity with muscular strength and fat-free mass in adolescents: the HELENA study. *Eur J Appl Physiol.* 2010;109(6):1119-27.
396. Gutin B. Child obesity can be reduced with vigorous activity rather than restriction of energy intake. *Obes Silver Spring Md.* 2008;16(10):2193-6.
397. Cairney J, Veldhuizen S. Is developmental coordination disorder a fundamental cause of inactivity and poor health-related fitness in children? *Dev Med Child Neurol.* 2013;55 Suppl 4:55-8.
398. Hendrix CG, Prins MR, Dekkers H. Developmental coordination disorder and overweight and obesity in children: a systematic review. *Obes Rev Off J Int Assoc Study Obes.* 2014;15(5):408-23.
399. Pate RR, O'Neill JR, Liese AD, Janz KF, Granberg EM, Colabianchi N, et al. Factors associated with development of excessive fatness in children and adolescents: a review of prospective studies. *Obes Rev Off J Int Assoc Study Obes.* 2013;14(8):645-58.
400. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ. Physical activity, physical fitness, and overweight in children and adolescents: Evidence from epidemiologic studies. *Endocrinol Nutr Engl Ed.* 2013;60(8):458-69.
401. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes* 2005. 2008;32(1):1-11.
402. Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, et al. AHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association;

Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation*. 2000;101(7):828-33.

403. Behm DG, Faigenbaum AD, Falk B, Klentrou P. Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab*. 2008;33(3):547-61.

404. Ruiz JR, Sui X, Lobelo F, Morrow JR, Jackson AW, Sjöström M, et al. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *BMJ*. 2008;337(7661):a439.

405. Sturmberg JP. Health and Disease Are Dynamic Complex-Adaptive States Implications for Practice and Research. *Front Psychiatry*. 2021;12:595124.

406. Tan YY, Montagnese S, Mani AR. Organ System Network Disruption Is Associated With Poor Prognosis in Patients With Chronic Liver Failure. *Front Physiol*. 2020;11:983.

407. Asada T, Doi K, Inokuchi R, Hayase N, Yamamoto M, Morimura N. Organ system network analysis and biological stability in critically ill patients. *Crit Care*. 2019;23:83.

408. Holfelder B, Schott N. Relationship of fundamental movement skills and physical activity in children and adolescents: A systematic review. *Psychol Sport Exerc*. 2014;15(4):382-91.

409. Lopes VP, Utesch T, Rodrigues LP. Classes of developmental trajectories of body mass index: Differences in motor competence and cardiorespiratory fitness. *J Sports Sci*. 2020;38(6):619-25.

410. Larkin D, Hands B. Physical fitness and developmental coordination disorder. En: Cermak SA, Larkin D, editores. *Developmental Coordination Disorder*. Albany, NY, USA: Singular Publishing Group; 2002. p. 172-84.

411. Cairney J, Hay J, Veldhuizen S, Faught B. Assessment of body composition using whole body air-displacement plethysmography in children with and without developmental coordination disorder. *Res Dev Disabil*. 2011;32(2):830-5.

412. D'Hondt E, Deforche B, Gentier I, De Bourdeaudhuij I, Vaeyens R, Philippaerts R, et al. A longitudinal analysis of gross motor coordination in overweight and obese children versus normal-weight peers. *Int J Obes* 2005. 2013;37(1):61-7.

413. D'Hondt E, Deforche B, Vaeyens R, Vandorpe B, Vandendriessche J, Pion J, et al. Gross motor coordination in relation to weight status and age in 5- to 12-year-old boys and girls: a cross-sectional study. *Int J Pediatr Obes IJPO Off J Int Assoc Study Obes.* 2011;6(2-2):e556-564.
414. Rodrigues LP, Stodden DF, Lopes VP. Developmental pathways of change in fitness and motor competence are related to overweight and obesity status at the end of primary school. *J Sci Med Sport.* 2016;19(1):87-92.
415. Stanford KI, Middelbeek RJW, Goodyear LJ. Exercise Effects on White Adipose Tissue: Being and Metabolic Adaptations. *Diabetes.* 2015;64(7):2361-8.
416. Stanford KI, Middelbeek RJW, Townsend KL, Lee MY, Takahashi H, So K, et al. A novel role for subcutaneous adipose tissue in exercise-induced improvements in glucose homeostasis. *Diabetes.* 2015;64(6):2002-14.
417. Sharples AP, Stewart CE, Seaborne RA. Does skeletal muscle have an 'epi'-memory? The role of epigenetics in nutritional programming, metabolic disease, aging and exercise. *Aging Cell.* 2016;15(4):603-16.
418. Han TS, Al-Gindan YY, Govan L, Hankey CR, Lean MEJ. Associations of body fat and skeletal muscle with hypertension. *J Clin Hypertens.* 2019;21(2):230-8.
419. Sayer AA, Syddall HE, Gilbody HJ, Dennison EM, Cooper C. Does sarcopenia originate in early life? Findings from the Hertfordshire cohort study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2004;59(9):M930-934.
420. World Health Organization. Global report on hypertension: the race against a silent killer. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2023 p. 1-276.
421. Zaniqueli D, Alvim R de O, Baldo MP, Morra EA, Mill JG. Muscle mass is the main somatic growth indicator associated with increasing blood pressure with age in children and adolescents. *J Clin Hypertens Greenwich Conn.* 2020;22(10):1908-14.
422. Gillman MW. Early Infancy as a Critical Period for Development of Obesity and Related Conditions. *Nestle Nutr Workshop Ser Paediatr Programme.* 2010;65:13-24.
423. Thelen E. Motor development. A new synthesis. *Am Psychol.* 1995;50(2):79-95.
424. Barnett LM, Lai SK, Veldman SLC, Hardy LL, Cliff DP, Morgan PJ, et al. Correlates of Gross Motor Competence in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med Auckl NZ.* 2016;46(11):1663-88.

425. Iivonen S, Sääkslahti AK. Preschool children's fundamental motor skills: a review of significant determinants. *Early Child Dev Care*. 2014;184(7):1107-26.
426. King-Dowling S, Proudfoot NA, Cairney J, Timmons BW. Motor Competence, Physical Activity, and Fitness across Early Childhood. *Med Sci Sports Exerc*. 2020;52(11):2342-8.
427. Lima RA, Pfeiffer KA, Bugge A, Møller NC, Andersen LB, Stodden DF. Motor competence and cardiorespiratory fitness have greater influence on body fatness than physical activity across time. *Scand J Med Sci Sports*. 2017;27(12):1638-47.
428. Sijtsma A, Sauer PJJ, Stolk RP, Corpeleijn E. Is directly measured physical activity related to adiposity in preschool children? *Int J Pediatr Obes IJPO Off J Int Assoc Study Obes*. 2011;6(5-6):389-400.
429. Wiersma R, Haverkamp BF, van Beek JH, Riemersma AMJ, Boezen HM, Smidt N, et al. Unravelling the association between accelerometer-derived physical activity and adiposity among preschool children: A systematic review and meta-analyses. *Obes Rev Off J Int Assoc Study Obes*. 2020;21(2):e12936.
430. LaMonte MJ, Blair SN. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and adiposity: contributions to disease risk. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2006;9(5):540-6.
431. Chen W, Wang L, You W, Shan T. Myokines mediate the cross talk between skeletal muscle and other organs. *J Cell Physiol*. 2021;236(4):2393-412.
432. Severinsen MCK, Pedersen BK. Muscle–Organ Crosstalk: The Emerging Roles of Myokines. *Endocr Rev*. 2020;41(4):594-609.
433. Atun-Einy O, Berger SE, Scher A. Assessing motivation to move and its relationship to motor development in infancy. *Infant Behav Dev*. 2013;36(3):457-69.
434. Wolfe RR. The underappreciated role of muscle in health and disease. *Am J Clin Nutr*. 2006;84(3):475-82.
435. Orsso CE, Tibaes JRB, Oliveira CLP, Rubin DA, Field CJ, Heymsfield SB, et al. Low muscle mass and strength in pediatrics patients: Why should we care? *Clin Nutr Edinb Scotl*. 2019;38(5):2002-15.
436. Matarma T, Lagström H, Hurme S, Tammelin TH, Kulmala J, Barnett LM, et al. Motor skills in association with physical activity, sedentary time, body fat, and day care attendance in 5-6-year-old children-The STEPS Study. *Scand J Med Sci Sports*. 2018;28(12):2668-76.

437. Lucena Filho A, Lima RA, Soares FC, Bezerra J, de Barros MVG. The Role of Adiposity in the Association Between Physical Activity and Blood Pressure in Children. *Res Q Exerc Sport*. 2022;93(3):578-84.
438. Andersen LB, Harro M, Sardinha LB, Froberg K, Ekelund U, Brage S, et al. Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *Lancet Lond Engl*. 2006;368(9532):299-304.
439. Cornoni-Huntley J, Harlan WR, Leaverton PE. Blood pressure in adolescence. The United States Health Examination survey. *Hypertens Dallas Tex* 1979. 1979;1(6):566-71.
440. Neu CM, Rauch F, Rittweger J, Manz F, Schoenau E. Influence of puberty on muscle development at the forearm. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2002;283(1):E103-107.
441. Julius S, Majahalme S, Nesbitt S, Grant E, Kaciroti N, Ombao H, et al. A «gender blind» relationship of lean body mass and blood pressure in the Tecumseh study. *Am J Hypertens*. 2002;15(3):258-63.
442. Cleasby ME, Jamieson PM, Atherton PJ. Insulin resistance and sarcopenia: mechanistic links between common co-morbidities. *J Endocrinol*. 2016;229(2):R67-81.
443. Peterson MD, Zhang P, Saltarelli WA, Visich PS, Gordon PM. Low Muscle Strength Thresholds for the Detection of Cardiometabolic Risk in Adolescents. *Am J Prev Med*. 2016;50(5):593-9.
444. Ramel SE, Gray HL, Christiansen E, Boys C, Georgieff MK, Demerath EW. Greater Early Gains in Fat-Free Mass, but Not Fat Mass, Are Associated with Improved Neurodevelopment at 1 Year Corrected Age for Prematurity in Very Low Birth Weight Preterm Infants. *J Pediatr*. 2016;173:108-15.
445. Kim S, Valdez R. Metabolic risk factors in U.S. youth with low relative muscle mass. *Obes Res Clin Pract*. 2015;9(2):125-32.
446. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16-31.