



Universitat
de les Illes Balears

TESIS DOCTORAL
2024

**EFFECTOS AGUDOS Y CRÓNICOS DE LA ACTIVIDAD
FÍSICA SOBRE LA COGNICIÓN Y LA SALUD FÍSICA
EN ESCOLARES DE 11 Y 12 AÑOS**

Jaume Gelabert Carulla



Universitat
de les Illes Balears

TESIS DOCTORAL
2024

Programa de Doctorado en Educación

**EFECTOS AGUDOS Y CRÓNICOS DE LA ACTIVIDAD
FÍSICA SOBRE LA COGNICIÓN Y LA SALUD FÍSICA
EN ESCOLARES DE 11 Y 12 AÑOS**

Jaume Gelabert Carulla

Director: Adrià Muntaner Mas

Director: Pere Palou Sampol

Tutor: Adrià Muntaner Mas

Doctor por la Universitat de les Illes Balears

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Listado de publicaciones	7
Resumen	9
Abreviaturas.....	12
Introducción.....	13
Un reto para los centros escolares del S. XXI	14
La salud: concepto	15
Salud física: condición física y composición corporal.....	16
Función cognitiva: la atención.....	18
Ejercicio interválico.....	20
Efectos crónicos de la actividad física sobre la salud física	22
Efectos de la actividad física sobre la cognición	25
Efectos crónicos	25
Efectos agudos.....	29
Objetivos.....	33
Objetivo general de la Tesis Doctoral	34
Objetivos específicos de la Tesis Doctoral.....	34
Métodos	35
Aproximación metodológica	36
Diseño.....	37
Participantes	37
Instrumentos	38
Procedimiento.....	43
Artículo 1 y Artículo 2	43
Artículo 3.....	46
Análisis estadístico	47
Artículo 1 y Artículo 2	47
Artículo 3.....	48
Consideraciones éticas.....	48
Resultados.....	49
Artículo 1	51
Artículo 2.....	62
Artículo 3.....	78
Discusión	89

Artículo 1	90
Artículo 2.....	93
Artículo 3.....	97
Perspectivas de futuro.....	102
Conclusiones.....	104
Referencias bibliográficas	106

Som el fruit de les nostres arrels,

Agradecimientos

Aquesta Tesi Doctoral ha estat possible gràcies als i les escolars i als centres educatius participants en les recerques que formen aquest treball. Moltes gràcies per la vostra col·laboració i interès per participar, recolzant així la recerca com a part essencial de la millora del sistema educatiu.

Un especial agraïment al meu tutor i director de Tesi, Adrià Muntaner Mas; per creure en mi ja l'any 2016, com a estudiant de tercer curs del Grau d'Educació Primària i iniciar-me en el món de la recerca com a alumne col·laborador. Una estreta relació amb el pas dels anys, en els quals em va brindar una gran ajuda amb el meu Treball de Fi de Grau i posteriorment donant suport al meu projecte de Treball de Fi de Màster amb tot el que li va ser possible. Moltes gràcies per confiar en mi com el teu primer doctorant, després d'un dur treball i superar totes les dificultats, amb el teu suport, ajuda i ànims ha estat possible acabar aquesta Tesi Doctoral. Que aquesta relació, ja d'amistat, no finalitzi aquí i puguem continuar treballant en la millora de l'educació i gaudint de l'activitat física junts.

Al grup de recerca GICAFE per brindar-me l'ajuda necessària per a dur a terme aquesta Tesi Doctoral.

Al Dr. Pere Palou, al Dr. Ricardo de la Vega i al Dr. Víctor Sánchez-Aranza per participar en les publicacions que componen la present Tesi Doctoral.

En l'àmbit personal vull agrair especialment a:

La meva mare, per la bastimentada que ha erigit al meu voltant des del dia que vaig néixer, amb tot l'amor d'una mare i l'esforç per aconseguir que pogués créixer amb uns valors fermes i sobretot amb molt d'afecte. Pel seu esforç i dedicació en el meu creixement personal i acadèmic, donant-me sempre el més important i necessari per a construir-me. Moltes gràcies per inculcar-me també l'interès per saber, conèixer i aprendre, al mateix temps que brindar-me la possibilitat de formar-me al llarg de la meva vida, arribant a finalitzar aquesta Tesi Doctoral, que tracta de millorar l'educació, la qual, des de petit he vist la felicitat que t'ha aportat al llarg de la vida i la sort que tenc de poder compartir aquesta vocació amb tu. Al meu pare, per estar sempre al meu costat, per preocupar-se del meu benestar, per haver-me aportat tant d'afecte i amor. Per educar-me amb aquesta mirada tan transparent i bondadosa.

A les meves dues germanes. Mariona, per tots els bons moments compartits junts, que són molts i especialment a tu, Teresa, per haver estat sempre un pilar al llarg de la meva vida i un referent personal i acadèmic. Tu has estat gran part de la motivació al llarg dels anys per a construir aquest camí formatiu, el teu reflex de persona treballadora, de constància i sacrifici sempre tendran la meva admiració. Aquest deixant que marques amb el teu camí, sempre tractaré de seguir-lo.

A cadascuna de les persones que m'han acompanyat al llarg de la meva vida i també en aquests últims anys, els qui amb la seva estima m'han donat suport i animat en aquest procés fins a aconseguir un objectiu que moltes vegades he vist difícil d'assolir i que amb la seva ajuda he aconseguit superar. Moltes gràcies!

Listado de publicaciones

Artículo 1

Gelabert, J., Muntaner-Mas, y A., Palou, P. (2020). Efectos de un programa de ejercicio interválico de intensidad moderada-vigorosa sobre la condición física y la composición corporal en escolares de 11 y 12 años. *Nutrición Hospitalaria*. 37(3), 514-523. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.02894>

Journal Citation Report [factor de impacto: 1,05]

Scimago Journal & Country Rank [factor de impacto: 0,30]

Artículo 2

Gelabert, J., de la Vega, R., Palou, P., y Muntaner-Mas, A. (2023). The effects of a moderate-to-high intensity interval exercise training programme on selective and sustained attention in schoolchildren aged 11 and 12. *Journal of Human Sport and Exercise*, 18(1), 209–223. <https://doi.org/10.14198/jhse.2023.181.17>

Scimago Journal & Country Rank [factor de impacto: 0,22]

Artículo 3

Gelabert, J., Sánchez-Azanza, V., Palou, P., y Muntaner-Mas, A. (2023). Efectos agudos de los descansos activos sobre la atención selectiva en escolares. *Revista de Psicología del Deporte (Journal of Sport Psychology)*, 32(2), 277–286.

Journal Citation Report [factor de impacto: 1,00]

Scimago Journal & Country Rank [factor de impacto: 0,25]

Conflicto de intereses

El autor declara que no existe ningún conflicto de interés.

El autor declara que la presente Tesis Doctoral es un trabajo original.

La presente Tesis Doctoral siguió los procedimientos establecidos en la Declaración de Helsinki.

Resumen

Los centros educativos enfrentan dos grandes desafíos que impactan directamente a los estudiantes. En primer lugar, se observan valores alarmantes relacionados con una condición física y composición corporal desfavorable en un gran número de alumnos, afectando negativamente su presente y futuro. Por otro lado, los bajos niveles de atención presentados por los estudiantes dificultan el proceso de enseñanza-aprendizaje. La actividad física emerge como una herramienta útil para mejorar la condición física, la composición corporal y las funciones cognitivas de los estudiantes, aunque no existe un consenso sobre la tipología, volumen, duración e intensidad que favorezcan más estos efectos agudos y crónicos. Por ende, el objetivo de esta Tesis Doctoral fue investigar e implementar programas y estrategias basadas en actividad física aplicables en el contexto escolar para mejorar la condición física, la composición corporal y la atención selectiva y sostenida de los escolares. El estudio se dividió en tres investigaciones. La primera y la segunda siguieron el mismo programa de actividad física, el cual consistía en tres sesiones semanales durante siete semanas, realizándose antes del inicio de la actividad académica. Se llevaron a cabo cinco juegos con una duración de tres minutos de actividad física de intensidad moderada-vigorosa, garantizada mediante la monitorización de cada alumno con pulsómetros individuales. Tras cada juego, se realizaba un minuto de recuperación activa. Tres de los cinco juegos incluían un componente cognitivo. Se midieron indicadores de condición física y composición corporal, así como de atención selectiva y sostenida, antes y después de la intervención utilizando la batería Alpha-Fitness, el Test de Atención d2 y el CSAT-II, respectivamente. Todas las pruebas se aplicaron al grupo control y al grupo experimental. En el tercer estudio, se implementó una estrategia basada en descansos dentro del aula y entre sesiones académicas. Se establecieron tres condiciones experimentales: un descanso pasivo basado en lectura narrativa, un descanso activo con actividad física de intensidad moderada y trabajo de fuerza muscular, y un descanso activo con actividad física de alta intensidad. Los descansos activos consistieron en 10 bloques de 30 segundos de actividad física y 30 segundos de recuperación. Se evaluó la atención selectiva mediante el Test de Atención d2 antes y después de cada descanso. Los participantes fueron alumnos de 5º y 6º curso de Educación Primaria. En el primer y segundo estudio participaron 56 escolares de 11 y 12 años ($11,74 \pm 0,34$), mientras que en el tercer estudio participaron 75 escolares de 10 a 12 años ($11,12 \pm 0,85$). Los resultados del primer estudio revelaron efectos crónicos significativamente positivos en la fuerza isométrica del tren superior y la composición corporal, específicamente en la reducción del perímetro de cintura e índice de cintura/cadera. En la segunda investigación, no se observaron cambios crónicos significativamente positivos en las variables de atención selectiva y sostenida. Finalmente, el tercer estudio mostró que un descanso activo de alta intensidad generó efectos agudos significativamente superiores en la atención selectiva en comparación con un descanso pasivo o un descanso de intensidad moderada basado en el trabajo de fuerza muscular. En conclusión, esta Tesis Doctoral presenta un programa y una estrategia viables para su implementación en centros escolares, logrando efectos crónicos significativamente positivos en la salud física y agudos en la atención selectiva.

Resum

Els centres educatius es troben immersos en dos grans problemes que afecten directament als escolars. En primer lloc, uns valors alarmants relacionats amb una condició física i composició corporal negativa estan presents en un gran nombre d'alumnes, afectant negativament el seu present i futur. D'altra banda, els nivells baixos d'atenció que mostren els escolars dificulten el procés d'ensenyament-aprenentatge. L'activitat física sembla ser una eina útil per millorar la condició física, la composició corporal i les funcions cognitives dels escolars, tot i que no hi ha consens sobre quina tipologia, volum, durada i intensitat pot afavorir més aquests efectes aguts i crònics. Per tant, l'objectiu d'aquesta Tesi Doctoral va ser cercar i implementar programes i estratègies basades en l'activitat física que fossin aplicables en el context escolar amb la finalitat de millorar la condició física i la composició corporal, a més de l'atenció selectiva i sostinguda dels estudiants. Es van realitzar tres investigacions. La primera i la segona van seguir el mateix programa d'activitat física, el qual es basava en la realització de 3 sessions setmanals al llarg de 7 setmanes, abans d'iniciar-se l'activitat acadèmica. Es van dur a terme 5 jocs amb una durada de 3 minuts d'activitat física de intensitat moderada-vigorosa, la qual es garantia gràcies a la monitorització de cada alumne mitjançant l'ús de pulsòmetres individuals. Es realitzava un minut de recuperació activa després de cada un dels jocs. Tres dels cinc jocs tenien un component cognitiu. Es van mesurar abans i després de la intervenció diversos indicadors de condició física i composició corporal mitjançant la bateria Alpha-Fitness, i d'atenció selectiva i atenció sostinguda, utilitzant el Test d'Atenció d2 i el CSAT-II, respectivament. Totes les proves es van utilitzar per avaluar aquests indicadors al grup control i al grup experimental. En el tercer estudi es va dur a terme una estratègia basada en descansos, dins de l'aula i entre sessions acadèmiques. Es van plantejar tres condicions experimentals, sent un descans passiu basat en lectura narrativa, un descans actiu basat en activitat física de intensitat moderada i amb un treball de força muscular i finalment un descans actiu basat en activitat física d'alta intensitat. Els descansos actius consistien en 10 blocs de 30 segons d'activitat física i 30 segons de recuperació. Es va avaluar l'atenció selectiva, mitjançant el Test d'Atenció d2, abans i després del descans realitzat per cadascun dels grups. Van formar part d'aquests estudis alumnes de 5è i 6è curs d'Educació Primària. Van ser 56 escolars de 11 i 12 anys ($11,74 \pm 0,34$) els participants del primer i segon estudi i 75 escolars entre 10 i 12 anys ($11,12 \pm 0,85$) en la tercera investigació. Els resultats del primer estudi van mostrar efectes crònics significativament positius sobre l'indicador de condició física de força isomètrica del tren superior i de composició corporal, específicament sobre la reducció del perímetre de cintura i de l'índex de cintura/maluc. En relació amb la segona investigació, no es van mostrar canvis crònics significativament positius sobre cap de les variables d'atenció selectiva i d'atenció sostinguda analitzades. Finalment, el tercer estudi va constatar que un descans actiu d'alta intensitat va tenir uns efectes aguts significativament superiors en l'atenció selectiva respecte a un descans passiu o a un descans d'intensitat moderada basat en el treball de força muscular. En conclusió, aquesta Tesi Doctoral presenta un programa i una estratègia viables d'aplicar en els centres escolars, aconseguint mostrar efectes crònics significativament positius sobre la salut física i efectes aguts significativament positius sobre l'atenció selectiva.

Abstract

Educational institutions face two significant challenges that directly impact on students. First, a substantial number of students exhibit alarming values associated with poor physical condition and body composition, negatively affecting their present and future well-being. Second, students often display low levels of attention, which hampers the teaching-learning process. Physical activity is recognized as a beneficial tool for improving students' physical condition, body composition, and cognitive functions. However, there is no consensus on the most effective type, volume, duration, and intensity of physical activity to achieve these acute and chronic effects. Therefore, the goal of this doctoral thesis was to identify and implement physical activity-based programs and strategies in the school context to enhance students' physical condition and body composition, as well as their selective and sustained attention. The thesis encompassed three studies. The first two studies employed the same physical activity program, consisting of three weekly sessions over seven weeks, conducted before academic activities. Each session included five games, lasting 3 minutes each, with moderate-to-vigorous physical activity. Individual heart rate monitors ensured the desired intensity, and each game was followed by a minute of active recovery. Three of the five games included a cognitive component. Various physical condition and body composition indicators were measured before and after the intervention using the Alpha-Fitness battery. The d2 Attention Test and CSAT-II assessed selective and sustained attention in both control and experimental groups. The third study implemented a strategy involving breaks within and between classroom sessions. Three experimental conditions were tested: a passive break with narrative reading, an active break with moderate-intensity physical activity and muscular strength exercises, and a high-intensity active break consisting of 10 blocks of 30 seconds of activity and recovery. The d2 Attention Test evaluated selective attention before and after each break. Participants were 5th and 6th-grade primary school students. The first and second studies involved 56 students aged 11-12 years (mean 11.74 ± 0.34), and the third study included 75 students aged 10-12 years (mean 11.12 ± 0.85). The first study showed significantly positive chronic effects on upper body isometric strength indicator and body composition, particularly reducing waist circumference and waist-to-hip ratio. The second study did not observe significant chronic changes in selective and sustained attention. The third study found that high-intensity active breaks significantly improved selective attention more than passive or moderate-intensity breaks. In conclusion, this doctoral thesis presents an effective and feasible program and strategy to implement in school settings achieving significant chronic improvements in physical health and acute enhancements in selective attention.

Abreviaturas

AFMV	Actividad Física de intensidad Moderada-Vigorosa
IMC	Índice de Masa Corporal
HIIT	Hight Intensity Interval Training
GC	Grupo Control
GE	Grupo Experimental
DP	Descanso Pasivo
DF	Descanso de intensidad moderada basado en Fuerza
DAI	Descanso de Alta Intensidad
FCM	Frecuencia Cardíaca Máxima
BDNF	Brain-Derived Neurotrophic Factor

INTRODUCCIÓN

1. Un reto para los centros escolares del S.XXI
2. La salud: concepto
 - 2.1. Salud física: condición física y composición corporal
3. Función cognitiva: la atención
4. Ejercicio interválico
5. Efectos crónicos de la actividad física sobre la salud física
6. Efectos de la actividad física sobre la cognición
 - 6.1. Efectos crónicos
 - 6.2. Efectos agudos

Introducción

1. Un reto para los centros escolares del S. XXI

Una parte de los escolares, se encuentran lejos de cumplir con las recomendaciones que establece la Organización Mundial de la Salud (2020), de realizar 60 minutos diarios de actividad física de intensidad moderada-vigorosa (AFMV) (Guthold, Stevens, Riley, y Bull, 2020; Roman-Viñas, Zazo, Martínez-Martínez, Aznar-Laín, y Serra-Majem, 2018). En España, se evidencia un descenso del nivel de actividad física de los escolares (Grao-Cruces et al., 2020). Además, parece mostrarse como la falta de actividad física puede tener efectos perjudiciales sobre la salud física, concretamente afectando la condición física y la composición corporal (Manzano-Carrasco et al., 2020; Vandoni et al., 2021) y sobre la salud psicológica, perjudicando diversas variables cognitivas (Erickson et al., 2019) ya que la actividad física se considera uno de los métodos más prometedores y rentables para mejorar la función cognitiva y aumentar la probabilidad de éxito educativo (Álvarez-Bueno et al., 2017).

Actualmente, en el contexto escolar destacan estos dos problemas, ya que por un lado, más del 40% de los alumnos se sitúan en niveles de sobrepeso u obesidad (García-Solano et al., 2021). Por otro lado, la falta de atención de estos es cada vez mayor (Gunnell et al., 2019). El hecho de que los escolares permanezcan un gran número de horas en los colegios y que estos, desde el actual planteamiento del sistema educativo, no contribuyan a disminuir la inactividad física (Calella et al., 2020), hace pensar que debe darse un cambio de paradigma sobre la actividad física en los centros educativos. Así pues, estos, deberían concebirse como un espacio para abordar dicha situación, puesto que para muchos escolares es el único espacio semanal en el que realizar actividad física (Leo, García-Fernández, Sánchez-Oliva, Pulido, y García-Calvo, 2016). Por ello, surge la necesidad de buscar estrategias y programas de actividad física capaces de aumentar el tiempo de AFMV con el fin de actuar sobre la salud física y la cognición de los escolares (Doherty y Forés, 2019; Lister et al., 2023). Terminando con ello con la configuración horaria tradicional, la cual deja con una pobre y limitada presencia el área de Educación Física (Contreras, Prieto-Ayuso, Leon, y Infantes-Paniagua, 2017).

Existen diversas estrategias y programas impulsados desde los centros educativos con el objetivo de aumentar el tiempo de AFMV. Algunos ejemplos son el incremento del tiempo destinado a la Educación Física (Arday et al., 2011), los desplazamientos activos al centro educativo (Villa-González et al., 2018) y los descansos activos durante la jornada escolar (Muñoz-Parreño et al., 2020). En esta línea, la presente Tesis Doctoral, trata de abordar la doble problemática planteada y presente entre los escolares, analizando así los efectos crónicos de la AFMV sobre la salud física y la cognición a través de un programa escolar de actividad física y los efectos agudos de la actividad

física sobre la cognición mediante una estrategia basada en descansos activos en el centro escolar.

2. La salud: concepto

El concepto de salud ha estado en constante debate, y perdura hasta la actualidad. La perspectiva y el enfoque de este término ha suscitado diversas propuestas, aceptaciones y rechazos a lo largo de las últimas décadas. Así como expone Leonardi (2018), la medicina occidental de los S.XIX y XX, basaron la definición de salud como la ausencia de enfermedades o dolencias definidas bajo parámetros físicos. Sin embargo, en el año 1948, la Organización Mundial de la Salud apostó por conceptualizar la salud como el estado completo de bienestar físico, mental y social. Dicha acepción, dotaba el concepto de una perspectiva más amplia, exponiendo la salud desde diferentes enfoques. Este hecho, causó una evolución de los sistemas nacionales de atención sanitaria, dejando atrás un modelo basado únicamente en las condiciones físicas de los individuos. No obstante, esta última definición, con el transcurso de los años, ha sido criticada y poco aceptada por el resto de la comunidad científica. Este fenómeno se debe a la descripción de la salud como, un ente estático e inalcanzable, por el cual casi toda la población mundial, en cierta medida, podría considerarse enferma. Por ello, surgió la necesidad de plantear una nueva definición de salud, la cual la entendiera como la capacidad de autogestionarse y adaptarse frente a las condiciones físicas, emocionales y sociales (Huber et al., 2016). Al mismo tiempo, los últimos autores, proponen el concepto de salud positiva, con el fin de percibir la salud de una forma amplia y basándola en seis dimensiones tales como las funciones corporales, las funciones mentales y perceptivas, la dimensión espiritual/existencial, la calidad de vida, la participación social y el funcionamiento diario.

Concretado el término de salud y conocida la amplitud de este, debe tratarse la relación que se establece con la actividad física. En primer lugar, se abordará la salud física, la cual, al mismo tiempo, mantiene una estrecha asociación con la salud psicológica (Grao-Cruces, Fernández-Martínez, y Nuviala, 2017; Rodríguez-Ayllon et al., 2018), la cual será tratada posteriormente. Así pues, nace el concepto, conocido internacionalmente como *Health-Related Physical Fitness*. Aludiendo a las capacidades físicas y a las características antropométricas que determinan el estado de salud física de una persona. Según la American College of Sports Medicine (2017), los factores influyentes sobre dicho concepto son la capacidad aeróbica, la adiposidad, la fuerza musculoesquelética y la flexibilidad. No obstante, poniendo la atención sobre la población escolar, caben destacar los indicadores de salud propuestos por Ruiz et al. (2011), los cuales se consideran más oportunos para desarrollar la presente Tesis Doctoral. De este modo, se propone una separación dentro del término anteriormente expuesto, con el objetivo de diferenciar los indicadores específicamente referidos a la condición física y a la composición corporal. Así pues, se enmarcan bajo la nomenclatura del primer concepto la capacidad aeróbica, la capacidad

musculoesquelética y la capacidad motora, en cambio se denomina composición corporal a los valores de adiposidad del escolar.

2.1 Salud física: condición física y composición corporal

La condición física referente a la salud, la engloban diferentes capacidades físicas básicas, las cuales según Castejón y Alonso (2004) se definen como “los aspectos cuantitativos del movimiento que condicionan las posibilidades motrices del individuo”. Es fundamental entender que las capacidades físicas básicas no deben entenderse como situaciones finales, sino que se les debe dar un valor funcional con el objetivo de que la persona pueda desarrollar todos los elementos básicos, específicos y especiales de la motricidad. Además, hay que considerar que el desarrollo de dichas capacidades físicas básicas, tal como ya se ha comentado, tendrán una gran incidencia sobre la salud.

En primer lugar debe destacarse la importancia que tienen unos niveles altos de capacidad aeróbica sobre la salud en población escolar y adolescente, asociándose con una correcta salud cardiovascular en el presente y en el futuro de estos (Ruiz, et al., 2011). Dichos autores proponen la medición de dicho indicador a través de un test de carrera continua en la que durante su transcurso la intensidad se incrementa. Esta, comúnmente conocida como resistencia, es definida por Caspersen, Powell y Christenson (1985) como la capacidad del sistema circulatorio y respiratorio para suministrar oxígeno a las mitocondrias del músculo esquelético para la producción de energía durante la actividad física.

La capacidad musculoesquelética, también conocida como fuerza, se refiere a la capacidad de vencer una resistencia mediante la utilización de la musculatura (Buckner et al., 2017), no obstante; no puede reducirse a este único componente, ya que existen diferentes tipos de fuerza según las posibilidades contráctiles del músculo. Debe especificarse que en población escolar y adolescente, son dos los indicadores de fuerza referentes a salud que se deben analizar según Ruiz et al. (2011). El primero de ellos consiste en la medición de la fuerza isométrica del tren superior y el segundo se basa en la medición de la fuerza explosiva del tren inferior. Ambas mediciones guardan una relación con la salud, puesto que, así como indican los autores recién citados, la fuerza muscular se encuentra inversamente asociada a factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares, dolor de espalda, y con el contenido y densidad mineral ósea. Además, unos mejores parámetros en fuerza en la población escolar y adolescente se asocian también inversamente con los índices de adiposidad total.

Aunque los indicadores de condición física expuestos anteriormente son los que se catalogan, según Ruiz et al. (2011), como de máxima prioridad en población escolar, los mismo autores, incluyen también una tercera capacidad física básica con el objetivo de extender las mediciones de los parámetros relacionados con la salud, en este caso sobre

el efecto positivo de dicha variable sobre la salud ósea. Esta es la capacidad motora, la cual podría describirse como un movimiento rápido de todo el cuerpo en el que se ve implicado un cambio de velocidad o de dirección en respuesta a un estímulo (Sheppard y Young, 2007).

En relación a la composición corporal, diversos elementos ambientales, como el entorno físico, la falta de actividad física, actividades sedentarias como el tiempo destinado a las pantallas, la presencia de ingredientes poco saludables en la alimentación, el aumento de la ingesta de alimentos ricos en grasas por encima de los niveles necesarios, el tamaño de las porciones, el consumo de bebidas azucaradas y la disponibilidad de alimentos poco nutritivos, pueden tener un impacto contributivo en la obesidad. Todo ello implicando un grave riesgo para la salud, pudiendo incidir en posibles futuras epidemias en la población adulta a corto, medio o largo plazo. Además de afectar al nivel de vida de las personas que lo padecen. La prevalencia de la obesidad en escolares y adolescentes se mantiene en niveles altos en la mayoría de los países con ingresos altos, al mismo tiempo que aumenta en países con ingresos medianos y bajos (Lister et al., 2023; Nicolaidis, 2019).

La composición corporal se basa en el análisis de los diferentes componentes que constituyen el cuerpo humano, siendo el núcleo de ello la cuantificación de los diferentes elementos que forman parte del peso total de la persona. Todos estos datos son importantes para la salud, la alimentación, la práctica de actividad física o el alto rendimiento. Se establece así un modelo basado en el análisis de cinco componentes: la masa grasa, la masa ósea, la masa muscular y la masa correspondiente a la piel. No obstante, para ello se requiere de la utilización de diferentes métodos y técnicas de laboratorio, según los criterios metodológicos que sustentan cada técnica diferenciándose entre métodos directos, métodos indirectos y métodos doblemente directos (Toomey, Cremona, Norton, y Hughes, 2015).

Aunque los métodos directos e indirectos resultan más precisos debido al requerimiento de dichas técnicas y materiales, se convierten en métodos inviables para ser utilizados en investigaciones desarrolladas en centros educativos. Por ello, así como indican Castejón y Alonso (2004), los métodos doblemente indirectos son aquellos que se acercan más a la posibilidad de ser utilizados en los colegios, aunque dentro de estos métodos se abre un abanico diverso en cuanto a la complejidad de la técnica utilizada. Englobados en los métodos indirectos, se encuentran los métodos de impedancia eléctrica y bioeléctrica y por otro lado los métodos antropométricos. Los primeros, se basan en las diferencias en la conductibilidad eléctrica y propiedades dieléctricas de la grasa y el peso magro. Estos métodos funcionan basándose en la conductibilidad por parte de determinados fluidos intra y extracelulares del cuerpo. Dado que ciertos componentes son mejores conductores que otros, con lo que, a través del cálculo entre la relación de la estatura con la resistencia producida, surgirán unas medidas resultantes de los componentes que se han querido analizar. En segundo lugar, los métodos

antropométricos, pertenecientes a los métodos doblemente indirectos, son aquellos en los que la composición corporal se analiza mediante medidas como la talla, el peso, los pliegues cutáneos, los diámetros y los perímetros corporales (Chen et al., 2023; Ruiz, España-Romero, et al., 2011). De las diferentes medidas antropométricas derivan ciertos índices, tratando de ser parámetros que permitan hacer una valoración de medidas corporales que respondan a los objetivos que plantea la investigación.

Del mismo modo que se expone en el apartado anterior, Ruiz et al. (2011), hace referencia a diversos indicadores referentes a salud en población escolar y adolescente, los cuales señala como de alta prioridad. Estas son la medición del peso y la talla para evaluar el índice de masa corporal (IMC) y el perímetro de cintura, puesto que valores elevados en ambas variables suponen un factor de riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Además, el último se correlaciona con el nivel de grasa visceral (Ortega, 2013). Ruiz et al. (2011) proponen también, en caso de ser posible, la medición de los pliegues cutáneos del tríceps. Todo ello se fundamenta en una necesidad de controlar diferentes indicadores que tienen una repercusión sobre la salud física.

3. Función cognitiva: la atención

Las funciones cognitivas se refieren a los procesos y habilidades mentales que permiten a las personas percibir, pensar, razonar, recordar y resolver problemas. Por ende, estas, involucran diversos procesos como la atención, la percepción, la memoria, el lenguaje, las funciones ejecutivas y la toma de decisiones. Las funciones cognitivas se consideran un proceso mecanicista que implica el flujo de información en el sistema neuronal. Están respaldados por un conjunto de mecanismos próximos que operan a gran escala y permiten la codificación y el procesamiento de información en el cerebro (Friedman, 2021).

Uno de los componentes más destacados de estas funciones es la atención, la cual desempeña un papel crucial en la regulación y el procesamiento de la información sensorial y cognitiva. La atención puede ser definida como un proceso cognitivo que implica la selección y el enfoque de la información relevante, mientras se filtra la información irrelevante (Petersen y Posner, 2012). Este proceso permite a las personas concentrarse en estímulos específicos y discriminar entre múltiples entradas sensoriales, lo que es fundamental para la percepción, la toma de decisiones y la resolución de problemas.

La atención es el epicentro del proceso de aprendizaje y favorece la creación de nuevas conexiones neuronales y la formación de circuitos cerebrales estables. Esta conlleva dos grandes procesos, los cuales se solapan y al mismo tiempo se integran según la conducta a realizar. El primer proceso al que hacen referencia es un estado neurofisiológico con el que el escolar ampara un estado de activación cerebral suficiente para procesar

cualquier tipo de información, lo cual permitirá un aprendizaje posterior, siempre y cuando el alumno no esté en unos niveles de cansancio inadecuados. Este, posee un elevado grado de automatización con el que inicia el procesamiento de la información sin considerar el resultado final. El segundo proceso se basa en la orientación del primero, en la dirección específica que se desea, logrando el seguimiento de la clase por parte del escolar, siempre y cuando el estado de motivación sea suficiente para afrontar con garantías las tareas que se realizan. Dicho proceso se enfoca en la respuesta según el estímulo seleccionado (Gao, Li, Chen y Zhu, 2023; Keller, Davidesco y Tanner, 2020).

Dentro de la literatura científica, se han identificado distintos tipos de atención. Una de las distinciones más notables es la propuesta por Petersen y Posner (2012), los cuales ya hacen referencia, dos décadas antes, a esta en uno de los estudios más citados en este campo (Posner y Petersen, 1990). Estos describen tres componentes clave de la atención: la atención selectiva, la atención sostenida y la atención dividida. La atención selectiva se refiere a la capacidad de enfocar la atención en un estímulo específico mientras se ignora el resto del entorno. Este proceso permite a los individuos prestar atención a lo que es significativo en un entorno lleno de distracciones (Darby, Deng, Walther y Sloutsky, 2020). La atención sostenida implica mantener la atención en una tarea durante un período prolongado. Esta función cognitiva es esencial para actividades que exigen un esfuerzo continuo y un alto grado de implicación, como la lectura, la resolución de problemas o la realización de tareas laborales (Gilbert y Labonte, 2021). Finalmente, la atención dividida se refiere a la capacidad de distribuir la atención entre múltiples tareas simultáneamente. Esto es crucial en contextos en los que la multitarea es necesaria, como al conducir un automóvil o al realizar tareas profesionales que requieren atención a varias fuentes de información (Murphy y Castel, 2023).

De este modo, la atención se presenta como una pieza clave de las funciones cognitivas y del aprendizaje, quedando patente la relación y la necesidad del estudio a través de la neurociencia. Este campo de estudio plantea la existencia de 86 mil millones de neuronas en el cerebro humano, de las cuales cada una tiene una media de 15 mil conexiones, dando lugar a la plasticidad neuronal, la cual se refiere a la capacidad del sistema nervioso para cambiar su estructura y su funcionamiento con el transcurso del tiempo, reaccionando frente al entorno (Alonso, 2017). Además, dicha plasticidad permite a las neuronas regenerarse anatómicamente y funcionalmente, formando nuevas conexiones sinápticas, y variando así los niveles estructurales del sistema nervioso (Mateos-Aparicio y Rodríguez-Moreno, 2019). Siempre y cuando se vean favorecidas y potenciadas por la actividad cerebral, siendo un factor clave la actividad física, potenciando así la plasticidad sináptica y evitando la destrucción de neuronas que caen en desuso (Alonso, 2017). Además, en el estudio de la neurociencia debe considerarse la neurogénesis, la cual hace referencia al nacimiento y consecuente proliferación de nuevas neuronas dentro del sistema nervioso, entre otros motivos gracias también a la actividad física (Gato, Alonso, Lamus y Miyay, 2020). Además, otro aspecto clave, se basa en la importancia del trabajo, durante la infancia, del sistema neuromuscular, consiguiendo de este modo un menor declive neuromotor en la vejez, propiciando con

ello una vejez saludable y alejada de los niveles de discapacidad que se corresponderían con una insuficiencia del trabajo neuromuscular en la infancia (Bukvic, Cirovic y Nikolic, 2021).

En resumen, las funciones cognitivas son procesos mentales esenciales que permiten a los individuos pensar, aprender y adaptarse a su entorno. La atención, como función cognitiva, desempeña un papel crucial al permitir la selección y el enfoque de información relevante, la regulación de la concentración en tareas prolongadas y la distribución de recursos cognitivos en situaciones de multitarea. Por ello, si se potencian unos escenarios apropiados para propiciar un aprendizaje más rápido y efectivo, consecuentemente se favorecerá la capacidad del alumnado para enfrentarse a diferentes situaciones y afrontar problemas nuevos, con un impacto significativo en la vida cotidiana (Llorente, Oca, Solana, y Ortíz, 2012).

4. Ejercicio interválico

El programa de ejercicio interválico de intensidad moderada-vigorosa que se llevó a cabo como intervención de las dos primeras investigaciones de la presente Tesis Doctoral o la estrategia de los descansos activos basada en ejercicio interválico de alta intensidad que da lugar al tercer artículo de la Tesis Doctoral, se nutre de las bases teóricas de los entrenamientos interválicos de alta intensidad. El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), por sus siglas en inglés, es una forma de ejercicio que consiste en breves períodos de ejercicio intenso seguidos de períodos de descanso o ejercicio de baja intensidad. Se caracteriza por su alta intensidad y corta duración (Khalafi y Symonds, 2020). En este contexto, es difícil establecer de forma clara un origen al ejercicio interválico, no obstante, autores como Cofré-Bolados, Sánchez-Aguilera, Zafra-Santos, y Espinoza-Salinas (2016), marcan el inicio en algunas formas de entrenamiento de la antigua Grecia, en los que se desarrollaba una combinación secuencial entre trabajo y pausa. No obstante, cogiendo como punto de referencia e inicio el siglo pasado, en el cual se empieza a desarrollar el HIIT, así como se entiende en la actualidad, debe hacerse referencia a su origen, el cual se remonta a la década de 1930, cuando el fisiólogo alemán Ernst van Aaken introdujo por primera vez el concepto de entrenamiento por intervalos. Luego, en la década de 1950, el entrenador sueco Gösta Holmér desarrolló el método de entrenamiento "Fartlek", que combinaba períodos de carrera de alta intensidad con períodos de menor intensidad, marcando otro hito en la evolución del HIIT. En la década de 1970, el Dr. Izumi Tabata y su equipo llevaron a cabo investigaciones pioneras sobre el HIIT, que más tarde se conoció como el protocolo de Tabata. Sin embargo, fue en la década de 2000 cuando el HIIT ganó una popularidad significativa con la aparición de programas como CrossFit y la introducción de clases de HIIT en los gimnasios, lo que lo consolidó como un enfoque de acondicionamiento físico ampliamente adoptado en la actualidad (Atakan y Li, 2021) ya que, entre otros motivos, puede provocar cambios fisiológicos positivos respecto a la condición física y la composición corporal reduciendo el volumen del ejercicio (Gillen et al., 2016).

Autores como Buchheit y Laursen (2013) entienden este método desde series cortas repetidas (<45 s) hasta series largas (2-4 min) de ejercicios de intensidad alta, pero no de intensidad máxima. También como secuencias cortas de rápidos sprints (≤ 10 s,) o largas (20-30 s), intercaladas con períodos de recuperación. Además, añaden que las sesiones de entrenamiento duran un total de 5 a 40 minutos, incluyendo los intervalos de recuperación. La característica que tienen en común es que los ejercicios que se realizan son de tipo aeróbico y/o anaeróbico. El HIIT, según los autores anteriormente citados, cuenta con numerosas variables que requieren de su conocimiento para controlarlas y poder confeccionar este tipo de ejercicios. Cabe mencionar la modalidad, duración e intensidad del estímulo; la duración y el tipo de descanso; el número y la duración de las series; el número de repeticiones; y la duración total del programa. A pesar de la variada gama de programas, dichos autores clasifican, así como se muestra en la Figura 1, los programas según la cantidad de intervalos, la duración de estos y la intensidad con la que se realizan.

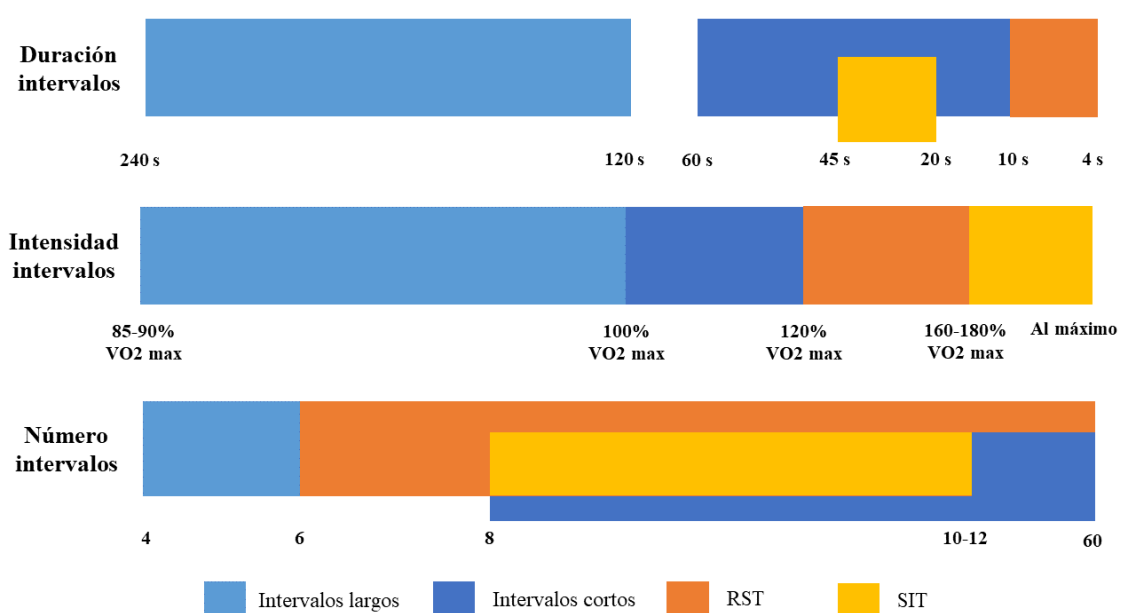


Figura 1. Tipologías del ejercicio interválico de alta intensidad. Adaptado de (Buchheit y Laursen, 2013).

El HIIT podría diferenciarse en diferentes programas como, en primer lugar, el HIIT de intervalos largos el cual implican intervalos de trabajo más largos y períodos de recuperación más cortos. Este tipo de HIIT es eficaz para mejorar la función cardiorrespiratoria y metabólica, así como el rendimiento físico. En segundo lugar, el HIIT de intervalos cortos implica intervalos de trabajo más cortos y períodos de recuperación más largos. Dicho método ha demostrado ser eficaz para mejorar los parámetros fisiológicos y el rendimiento. El SIT (Sprint Interval Training) es un tipo específico de HIIT que consiste en sprints cortos e intensos seguidos de períodos de recuperación. Se ha demostrado que es eficaz para mejorar las adaptaciones cardiovasculares y periféricas. Por último, el RST (Repeated-Sprint Training) es una

forma de HIIT que resulta especialmente beneficiosa para los jugadores de deportes de equipo y de raqueta. Implica realizar sprints repetidos y hacer todos los posibles intercalados con períodos de recuperación. Se ha demostrado que este último es eficaz para mejorar el rendimiento físico de dichos atletas.

Las clases de educación física en los centros educativos a menudo no cumplen con los niveles recomendados de AFMV, es decir el 50% de la duración de la sesión. Por ello, aumentar el volumen y la intensidad de las sesiones de Educación Física podría mejorar la condición física y la composición corporal de los estudiantes, incluida la capacidad aeróbica, la flexibilidad, la fuerza, la resistencia muscular. El HIIT, parece postularse como una estrategia adecuada (Muntaner-Mas y Palou, 2017). Sin embargo, dada su complejidad, será crucial conocer cómo, qué tipo y qué implicaciones tiene el HIIT sobre la población escolar según la evidencia científica. Por ello, Bossmann, Woll, y Wagner (2022) explican que el HIIT ha demostrado ser una estrategia prometedora para mejorar la aptitud aeróbica en niños y adolescentes, lo que lo convierte en una opción adecuada para la población escolar. Las sesiones de HIIT se pueden implementar de manera eficiente en las clases de Educación Física debido a su corta duración y a sus requisitos mínimos de material. Además, parece ser que diferentes tipos de HIIT, basándose en diferentes duraciones e intensidades, consiguen mejoras significativas en indicadores de condición física y composición corporal (Lambrick, Westrupp, Kaufmann, Stoner, y Faulkner, 2016; Larsen et al., 2017). Sin embargo, se observó que los estudiantes con mejor condición física les era más fácil alcanzar las intensidades requeridas en comparación con sus compañeros con peores parámetros en dichos indicadores. Esto sugiere que puede ser necesario proporcionar apoyo adicional para motivar a los estudiantes con condiciones físicas más negativas. En conjunto, las sesiones de HIIT en entornos escolares tienen el potencial de contribuir a la salud y a la condición física de los estudiantes, aunque puede requerirse una variedad de enfoques para mantener la motivación de todos los estudiantes (Bossmann et al., 2022). Además, se ha mostrado como parece ser que la actividad física, incluido el HIIT, se asocia con una mejora en la atención, en la memoria y en el rendimiento académico de los escolares. Por ello podría repercutir positivamente sobre los escolares reduciendo valores de ansiedad y de depresión, afectando directamente a la función cognitiva de estos. Sin embargo, son necesarios más estudios que examinen específicamente los efectos del HIIT sobre las funciones cognitivas de los escolares y determinen la duración, frecuencia e intensidad del HIIT para conseguir dichos beneficios (Hsieh et al., 2021; Martland et al., 2020).

5. Efectos crónicos de la actividad física sobre la salud física

Así como se ha expresado en el inicio de la presente Tesis Doctoral, la actividad física parece mostrar efectos positivos sobre la salud física (Ługowska, Kolanowski y Trafialek, 2023). No obstante, la evidencia científica no ha sido capaz de esclarecer de forma unánime qué efectos crónicos tiene la actividad física sobre la condición física y la composición corporal en el contexto escolar, ya que se encuentran diversas

investigaciones con periodos, tipologías de los programas e intensidad, resultados, población, número de la muestra, además de otras variables que difieren entre los estudios, lo cual complica el hecho de poder relacionar las intervenciones y extraer de ello unos resultados claros (Neil-Sztramko, Caldwell y Dobbins, 2021). Sin embargo, generalmente parece existir una relación positiva entre los programas de actividad física y los efectos crónicos sobre la condición física y la composición corporal (Yuksel, Şahin, Maksimovic, Drid y Bianco, 2020). Cabe destacar que son diversos los trabajos publicados en los que se analizan dichos efectos mediante la implementación de programas de actividad física en los centros escolares, basados en ejercicio interválico de alta intensidad, ya que parece ser una mejor opción en comparación con el ejercicio continuo y a menor intensidad (Bauer, Sperlich, Holmberg y Engel, 2022; Cao, Quan y Zhuang, 2019; Duncombe et al., 2022). No obstante, existen resultados heterogéneos, por lo que, añadido al alto riesgo de sesgo que presentan algunas investigaciones, los resultados deben interpretarse de forma cautelosa. Por ello es necesario avanzar en este campo de estudio, examinando la integración de estas intervenciones dentro de los centros escolares (Duncombe et al., 2022).

En primer lugar, cabe señalar algunos estudios relacionados con la presente Tesis Doctoral, en los cuales se implementan programas de actividad física interválica de alta intensidad en los que se analizan los efectos sobre diversas variables de salud física, tanto en condición física como en composición corporal. Duncombe et al. (2022), en su revisión sistemática y metaanálisis reúnen las investigaciones más relevantes en este campo de estudio. Dichas investigaciones, sirven de referente y sustentación del primer artículo de la Tesis Doctoral.

Con relación a la condición física, Larsen et al. (2017), analizaron los efectos de la actividad física frecuente de alta intensidad y bajo volumen en estudiantes de 8 a 10 años durante todo un curso escolar, en el que se realizaron 5 sesiones semanales de 12 minutos de duración cada una de ellas. Uno de los grupos de intervención basó el programa en la realización de actividad física a través de juegos con pelota. Al mismo tiempo, el otro grupo de intervención realizaba carreras de intervalos. El estudio trató de comparar los dos tipos de actividad física, con los cuales no se mostraron cambios significativos, no obstante, si hubo diferencias significativas de ambos grupos respecto al grupo control, el cual participaba de la sesión de Educación Física de forma convencional. Dichas diferencias fueron en la variable de frecuencia cardiaca submáxima en ambos grupos y en velocidad en el grupo que realizaba carreras interválicas. Por ende, los autores expresaron la viabilidad de aplicación durante un curso escolar de dichas actividades, aunque concluyeron en que los efectos generales sobre la condición física fueron limitados. Otras investigaciones trataron de esclarecer también los efectos de la actividad física interválica de alta intensidad a través de programas de una duración menor a los de los autores anteriores. Es un ejemplo de ello el estudio publicado por Van Biljon et al. (2018) en el cual comparan esta tipología de actividad física con otra de intensidad moderada y continua, además de un tercer grupo que combinó de forma alterna las dos condiciones experimentales. Todos los grupos

fueron comparados también con un grupo control. Participaron en el programa 109 de escolares de 10 a 13 años, durante 5 semanas, realizando 3 días por semana y llevándose a cabo durante la jornada escolar. El grupo de actividad física continua de intensidad moderada realizaban 33 minutos de caminata rápida por sesión, situándose en un umbral del 65-70% de su frecuencia cardíaca máxima. Al mismo tiempo, el grupo de actividad física interválica de alta intensidad llevaba a cabo 10 carreras de 60 segundos con descansos activos de 75 segundos entre ellas. Estos últimos escolares trabajaron a una intensidad mayor al 80% de su frecuencia cardíaca máxima. Finalmente, los autores concluyeron que 5 semanas, con un total de 15 sesiones, fueron suficientes para mostrar mejoras significativas en la capacidad aeróbica a favor del grupo que realizó actividad física interválica de alta intensidad durante el programa implementado. Los mismos autores, publicaron también los resultados de estos programas con relación a la composición corporal, concluyendo que para reducir de forma significativa el perímetro de cintura y la relación cintura-cadera, la combinación de ambos programas era el más efectivo (Van Biljon, McKune, DuBose, Kolanisi y Semple, 2018).

Otro estudio, en el que participaron escolares de 8 a 10 años durante la jornada lectiva, también trató de observar los efectos de la actividad física interválica de alta intensidad después de un programa con una duración de 6 semanas en el que se realizaban 2 sesiones semanales de 60 minutos, de los cuales 40 estaban activos. En esta ocasión, el grupo intervención fue tan solo comparado con un grupo control. Ambos grupos asistían a sus sesiones habituales de Educación Física. Con diferencia a los estudios citados anteriormente, Lambrick et al. (2016) propusieron para el grupo de intervención un programa basado en juegos para así aumentar la motivación, el disfrute y la adherencia a este. Los escolares realizaron 6 juegos por sesión de 6 minutos cada uno de ellos, entre los cuales descansaban 2 minutos. También realizaron un circuito con una duración de 4 minutos. Los autores concluyeron con unos resultados muy favorables del grupo experimental, ya que estos mejoraron el consumo máximo de oxígeno, redujeron el gasto de oxígeno en ejercicio submáximo entre evaluaciones y mejoraron la velocidad máxima de carrera. También, en esta investigación, se analizaron variables referentes a la composición corporal, concluyendo en que dicho programa redujo de forma significativa el perímetro de cintura y aumentó la masa muscular de los participantes con obesidad.

En otros estudios se han seguido analizando específicamente los efectos de la actividad física interválica de alta intensidad sobre la composición corporal. Segovia y Gutiérrez (2020), llevaron a cabo un programa durante 6 semanas aplicado en las sesiones de Educación Física en el cual participaron escolares de 9 a 13 años. La frecuencia de sesiones fue de 2 a 3 por semana, dependiendo si las sesiones eran de 60 o 45 minutos respectivamente. El programa se basó en dos tipos de actividad, aunque siempre basado en el trabajo interválico de intensidad moderada-vigorosa y buscando que fuera lúdico y en el que realizaran ejercicios funcionales. Una de ellas se basó en juegos con una duración de cinco a siete minutos, la otra consistió en la realización de un circuito intenso y recreativo con una duración de cinco a ocho minutos, durante los cuales se

realizaba la actividad durante 40 segundos y se descansaban 20 segundos. La intensidad de ambos tipos de actividad se situó en un 85-90% de su FCM. Los resultados mostraron diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo control, a favor del primero, en la reducción del perímetro de cintura y del porcentaje de grasa corporal. Por lo cual, los autores concluyeron en que la actividad física interválica de intensidad moderada-vigorosa afecta positivamente sobre algunas variables de composición corporal.

Además, cabe destacar que a diferencia de los estudios citados anteriormente, algunos autores han analizado los efectos de programas de actividad física interválica de alta intensidad, tan solo en escolares con sobrepeso y obesidad, concluyendo en que esta tipología de programas pueden ser favorables para la mejora de la condición física y de la composición corporal de este alumnado (Chuensiri, Suksom y Tanaka, 2018; Cvetković et al., 2018; Delgado-Floody et al., 2018).

Aunque en diversas investigaciones parecen evidenciarse los efectos positivos de estos programas, algunos estudios no son capaces de mostrar diferencias significativas en algunas de las variables analizadas, por lo cual se requiere realizar más investigaciones que aporten más evidencias en este campo de estudio (Duncombe et al., 2022). Finalmente, destacar que este tipo de programas pueden generar rechazo por parte de la población adulta debido al fuerte componente fisiológico que se lleva a cabo sobre los escolares y adolescente, sin embargo, no se han evidenciado efectos negativos en la literatura científica (Bond, Weston, Williams y Barker, 2017). Al mismo tiempo, los últimos autores citados, en su revisión sistemática exponen que una sesión de alta intensidad provoca un mayor placer debido a las emociones de recompensa y éxito que experimentan los escolares y adolescentes, pudiendo ser así una estrategia para la promoción de la práctica de actividad física con la consecuente mejora en indicadores de salud.

En este sentido, el objetivo del primer artículo de la presente Tesis Doctoral fue analizar la influencia de un programa de ejercicio interválico de intensidad moderada-vigorosa sobre diferentes indicadores de condición física y composición corporal en escolares de 11 y 12 años.

6. Efectos de la actividad física sobre la cognición

6.1. Efectos crónicos

Así como se ha expuesto anteriormente, la actividad física puede ser uno de los métodos más efectivos y de fácil implementación para mejorar la cognición de los escolares y por ende favorecer el éxito educativo (Álvarez-Bueno et al., 2017). Al mismo tiempo, es

importante destacar que la atención es una de las principales funciones cognitivas, la cual se asocia con el funcionamiento ejecutivo, el aprendizaje, la memoria y la percepción (Rosa, Eliseo y Carrillo, 2019). Sin embargo, la falta de atención por parte de los escolares es cada vez mayor, siendo para estos una complicación mantener dicha atención durante periodos prolongados de tiempo (Gunnell et al., 2019). La actividad física, además de mejorar la condición física y la composición corporal, así como se ha presentado anteriormente, podría también tener efectos positivos sobre la atención de los escolares (Tompsonski, McCullick, Pendleton, y Pesce, 2015).

Son diversas las intervenciones que tratan de analizar el efecto de programas de actividad física sobre la atención en escolares y adolescentes. No obstante, la literatura científica no presenta una evidencia concluyente. Caben destacar algunos metaanálisis, en primer lugar, De Greeff et al., (2018) e Infantes-Paniagua et al. (2021), hacen referencia al efecto crónico positivo, sobre las funciones ejecutivas, el rendimiento académico y la atención selectiva y la atención sostenida después de un estímulo de actividad física. Coincide con ello el metaanálisis de Moreau y Chou (2019), añadiendo que la actividad física de alta intensidad puede favorecer a aquellos que buscan formas eficientes en cuanto al tiempo, para generar mejoras cognitivas. Con relación a la atención sostenida, la literatura científica es muy escasa. No obstante, parece mostrarse un mayor efecto positivo en intervenciones que analizan los efectos agudos (Szabo-Reed et al., 2017) que sobre los efectos crónicos (Wilson, Olds, Lushington, Petkov, y Dollman, 2016), en la que no se evidencian mejoras significativas en algunos estudios.

Tal como indican Singh et al. (2019), se requieren estudios experimentales que detallen las características con las que deben basarse los programas de actividad física para analizar la relación con el rendimiento cognitivo. En materia de atención, parece ser que la actividad física de intensidad baja a moderada no es suficiente para provocar efectos crónicos positivos sobre esta (Van den Berg et al., 2016), no obstante intensidades moderadas y moderadas-vigorosas (Gallotta et al., 2012; Vanhelst et al., 2016) sí podrían repercutir favorablemente sobre la atención, debido a que el trabajo aeróbico influye sobre los ganglios basales, los cuales tienen una implicación sobre el control atencional (Chaddock et al., 2010). Además, desarrollar programas de actividad física interválica de intensidad elevada, podría favorecer la mejora significativa de la atención (Alves et al., 2014; Ma, Le Mare, y Gurd, 2015). Reloba-Martínez et al. (2017) realizaron un estudio que analizaba dos programas de actividad física. Ambos se llevaban a cabo en escolares de 7 a 9 años, durante 12 semanas, con 2 sesiones de 40 minutos por semana. La primera condición experimental se basaba en un programa de actividad física interválica de alta intensidad. En este, los participantes realizaban 20 minutos de ejercicios interválicos con una duración de 10 a 20 segundos y a continuación 20 minutos de actividades deportivas. Toda la sesión estaba planificada de forma lúdica. El otro grupo realizó un programa de actividad física estructurado en 20 minutos de actividad aeróbica continua a intensidad moderada y a continuación, también 20 minutos de actividades deportivas. Los escolares se situaron en un umbral mayor al 85% y menor al 60% de la frecuencia cardíaca media respectivamente. Los

autores concluyeron en que el programa basado en actividad física interválica de alta intensidad mostraba cambios significativamente superiores en atención selectiva. Además, añadieron que, también se mejoraron de forma significativa valores referentes a la condición física.

Moreau, Kirk y Waldie (2017), también concluyeron en que la actividad física es uno de los medios más potentes para mejorar la cognición, después de implementar un programa de actividad física interválica de alta intensidad en escolares de 7 a 13 años durante 6 semanas, con 5 sesiones semanales de 10 minutos. En este tiempo, se realizaban ejercicios básicos de acondicionamiento durante periodos de 20 segundos con descansos que variaban de 30 a 60 segundos. Ben-Zeev et al. (2020), en su estudio, también implementó un programa de actividad física interválica de alta intensidad en estudiantes de 12 y 13 años, durante 3 meses, con 3 sesiones de 20 minutos por semana. El estudio concluyó mostrando efectos positivos a favor de la atención y de otras variables cognitivas analizadas gracias al programa que consistió en realizar 30 segundos de trabajo anaeróbico, seguido de 30 segundos de trabajo de fuerza, repitiendo de nuevo esta secuencia sin parar y descansando posteriormente 2 minutos entre cada una de las 5 rondas que se realizaban. Otro estudio, analizó también los efectos de la actividad física interválica de alta intensidad sobre la atención selectiva, mediante un programa llevado a cabo en escolares de 9 a 10 años durante 8 semanas, con 2 sesiones de 40 a 50 minutos por semana. En este se realizaban inicialmente un circuito de 20 minutos de ejercicios de fuerza resistencia. Cada uno de ellos con una duración de 1 a 2 minutos dependiendo de la semana y 1 minuto de descanso entre ejercicios. En la segunda parte de la sesión del programa se realizaban 20 minutos de juegos basados en desafíos cooperativos. La investigación concluyó también mostrando mejoras significativas sobre la atención selectiva en el grupo experimental.

No obstante, aunque se han presentado programas de actividad física interválica de alta intensidad, se encuentra en la literatura científica un gran abanico de programas de diferentes tipologías, los cuales tratan igualmente de analizar los efectos crónicos de la actividad física sobre la cognición. También poniendo el énfasis en el tipo de actividad física, Gallotta et al. (2015), propusieron un estudio en el que analizar los efectos crónicos sobre la atención selectiva comparando dos programas de intervención entre ellos y añadiendo un grupo control. La investigación, se llevó a cabo en escolares de 8 a 11 años durante 5 meses, con 2 sesiones de 60 minutos por semana. Ambos grupos realizaron los programas con la misma estructura e intensidad, es decir, 15 minutos de calentamiento, seguidos de 30 minutos de actividad física de intensidad moderada-vigorosa y 15 minutos de vuelta a la calma y estiramientos. La diferencia se encontró en el tipo de actividad física a realizar. El primer grupo experimental realizó un circuito aeróbico de forma continuada. En este hubo variaciones en la intensidad y en la modalidad del ejercicio, siempre centrado en la mejora del sistema cardiovascular y sin requerir ninguna coordinación específica. El segundo grupo se centró en actividades físicas en las que se trabajaban habilidades coordinativas, desarrollando las competencias psicomotoras. El estudio concluyó en mejoras de ambos grupos de

intervención sobre el grupo control, aunque los autores proponen el programa de actividad física coordinativa como ese que podría ayudar a los escolares a tener una mayor concentración en tareas cognitivas mejorando así el rendimiento académico.

Poniendo también el énfasis en la coordinación, Buchele et al. (2018), analiza los efectos crónicos de la actividad física sobre la atención selectiva mediante un programa que realizaron escolares durante 4 semanas, con 5 sesiones de 6 minutos por semana. Este programa se llevó a cabo en forma de descanso activo y se realizaban 6 minutos de movimientos motrices repetitivos en los que se trabajaba la coordinación bilateral a través del seguimiento de un video. Aunque no se especifica la intensidad, por la descripción de los ejercicios, parece ser que los escolares trabajaron a una intensidad moderada-vigorosa. El programa concluyó también con efectos significativamente positivos. A modo también de descanso activo, Ordóñez et al. (2019), propusieron un programa de actividad física para analizar los efectos crónicos sobre la atención selectiva después de una intervención llevada a cabo en escolares de 11 a 12 años durante 12 semanas, con 5 sesiones semanales. Este programa se situó en una intensidad moderada, logrando, mediante la carrera continua completar una distancia de 250 a 750 metros, de forma progresiva a lo largo de las semanas. Este programa fue capaz de provocar cambios significativos de forma favorable sobre la atención y también sobre la capacidad aeróbica de los escolares.

Otra investigación a recalcar, con una nueva tipología de programa de actividad física es la propuesta por Tseng et al. (2021), los cuales implementaron un programa de actividad física basado en 7 ejercicios neuromusculares con 5 niveles progresivos de dificultad. En este programa participaron escolares de 10 a 12 años, durante 8 semanas, con 5 sesiones semanales de 40 minutos cada una de ellas. Dicho programa fue capaz de mostrar mejoras significativas en atención selectiva, atención sostenida y también mejoró algunos parámetros de la condición física de los escolares. En este programa no se fijó un nivel de intensidad, además, los autores invitan a adoptar este programa ajustándolo en intensidad, frecuencia y duración a las necesidades del centro escolar. Así como realizar tan solo un nivel de ejercicios a modo de descanso activo y estudiar los efectos de estas modificaciones.

Así como se ha presentado, un gran número de programas de actividad física, analizan los efectos crónicos sobre variables cognitivas y específicamente sobre la atención. En los estudios mostrados, no existe una unanimidad en el planteamiento de los programas, ya que no parece existir un consenso claro sobre la intensidad, la tipología, la duración, la frecuencia y el volumen más adecuado. Además, también se encuentran estudios que no han sido capaces de generar cambios significativamente positivos sobre la atención y el rendimiento cognitivo (Gall et al., 2018). Es un ejemplo el programa propuesto por Van den Berg et al. (2019), llevado a cabo en escolares de 9 a 12 años, durante 9 semanas, con 5 sesiones de 10 minutos por semana y basado en descansos activos de intensidad moderada-vigorosa. Sin embargo, los mismos autores, recalcaron que,

aunque el programa no fuera capaz de producir efectos crónicos significativamente positivos sobre las variables cognitivas analizadas, ayudaba a aumentar el tiempo de actividad física diario de los escolares.

En este sentido, el objetivo del segundo artículo de la presente Tesis Doctoral fue analizar, en escolares, los efectos crónicos de un programa de ejercicio físico interválico de intensidad moderada-vigorosa, sobre la atención selectiva y la atención sostenida.

6.2. Efectos agudos

En el apartado anterior, se ha expuesto como la actividad física puede tener efectos beneficiosos sobre la cognición. No obstante, los estudios presentados anteriormente analizaban los efectos crónicos mediante intervenciones basadas en programas desarrollados durante semanas o meses. Sin embargo, es necesario conocer otras estrategias llevadas a cabo en los centros educativos, las cuales tratan de analizar los efectos agudos de la actividad física sobre la cognición, más concretamente sobre la atención.

Este tipo de intervenciones, nacen también con el objetivo de convertir los centros educativos en espacios promotores de la AFMV (Guzauskas y Sukys, 2021), ya que actualmente, el planteamiento del sistema educativo no ayuda a reducir la inactividad física de los escolares (Calleja et al., 2020), aunque según Daly-Smith et al. (2021), durante la jornada lectiva se debería realizar al menos el 50% de la AFMV diaria recomendada para la población escolar. Este dato suma importancia al conocer que la mayoría de escolares no logran el objetivo diario (Grao-Cruces et al., 2020). Además, debido a que los escolares destinan muchas horas a la jornada escolar, las aulas, son un espacio idóneo para promover la actividad física entre los escolares (Masini et al., 2020).

Algunas de las estrategias impulsadas desde los centros educativos con la finalidad de promover la AFMV entre los estudiantes son los descansos activos (Muñoz-Parreño et al., 2020; Wilson, Olds, Lushington, Parvazian y Dollman, 2018), los cuales pueden ser implementados en cualquier contexto escolar, ya que no requieren de un espacio especial, ni equipamiento, ni personal especializado (Masini et al., 2020). Esta estrategia podría tener efectos agudos sobre la atención, ya que como muestran estudios neurocientíficos recientes, la actividad física afecta el cerebro aumentando los niveles de oxígeno y glucosa en el cerebro, además de la actividad cerebral y, en última instancia, liberando neurotransmisores y factores neurotróficos derivados del cerebro (Doherty y Forés, 2019).

Sin embargo, no existe evidencia científica convincente para explicar qué tipos de actividad física provocan mayores efectos agudos sobre la cognición. Podría ser el

ejercicio aeróbico debido al efecto sobre los ganglios basales que controlan la atención (Chaddock et al., 2010). También una actividad basada en el entrenamiento de fuerza, debido a que el sistema musculoesquelético se reconoce como un órgano secretor y puede tener efectos endocrinos específicos sobre la actividad cerebral (Pedersen y Febbraio, 2012). También, se ha mostrado como la actividad física interválica de alta intensidad puede tener beneficios cognitivos para los escolares (Hsieh et al., 2021).

De este modo, la literatura científica recoge un amplio número de estudios que implementan los descansos activos como una estrategia con la que analizar los efectos agudos que tienen sobre la cognición, no obstante, como indica la revisión sistemática y metaanálisis de Watson et al. (2017), aunque parecen mostrarse resultados positivos sobre los efectos agudos de los descansos activos sobre la atención selectiva y el comportamiento en el aula, los resultados deben interpretarse con cautela, ya que muchos estudios se consideran de baja calidad metodológica. Además, los autores concluyen en la necesidad de que futuras investigaciones exploren los efectos sobre resultados cognitivos específicos, del mismo modo, proponen que se analice el impacto de diferentes tipos de actividad física. También plantean que se desconoce si los beneficios pueden derivar de la actividad física o del hecho de irrumpir con la actividad académica.

Masini et al. (2020), también en una revisión sistemática y metaanálisis comparten que los descansos activos pueden ser una estrategia positiva para la mejora del comportamiento del aula, aunque indican que los resultados añadidos en el estudio no permiten evidenciar los efectos sobre las funciones cognitivas y por ello tampoco sobre la atención. Sin embargo, añaden que podrían ser más eficaces aquellos descansos activos que se centraran en el plan de estudios y tuvieran un compromiso cognitivo. En esta línea cabe recalcar el estudio planteado por Schmidt, Benzing y Kamer (2016), en el cual trataron de analizar el efecto combinado de un descanso de 10 minutos con el compromiso cognitivo. Por ello establecieron cuatro condiciones experimentales: un descanso inactivo con altas demandas cognitivas, un descanso activo con altas demandas cognitivas, un descanso inactivo con bajas demandas cognitivas y finalmente un descanso activo con bajas demandas cognitivas. Los autores concluyeron que el factor clave para la mejora de la atención selectiva recaía sobre los ejercicios cognitivos y no sobre la actividad física, la cual, aunque no se especifica, se entiende que se situó entre una intensidad baja-moderada o moderada.

Otra revisión sistemática también pone el foco en las demandas cognitivas durante la actividad física de los descansos activos, con el objetivo de conocer los efectos agudos de estos descansos sobre diferentes funciones ejecutivas en escolares. En relación a la velocidad de procesamiento referente al rendimiento de la memoria de trabajo, se encontraron resultados positivos favorables a los descansos activos con bajas demandas cognitivas. En cuanto a la inhibición, los resultados fueron mixtos tanto para altas y bajas demandas cognitivas. Paschen et al. (2019), concluyeron en la necesidad de seguir investigando sobre los efectos agudos de los descansos activos con altas y bajas demandas cognitivas.

En relación a la tipología de la actividad física y la intensidad, así como se ha mencionado anteriormente, diversos estudios muestran resultados diferentes. Van den Berg et al. (2016) analizaron los efectos agudos sobre la atención selectiva mediante cuatro condiciones experimentales en escolares de 10 a 13 años. Estos descansos se desarrollaban a lo largo de 10 minutos. Uno de los grupos realizaba un descanso basado en trabajo aeróbico, otro ejercicios de coordinación y por último, como descanso activo, un grupo realizaba ejercicios basados en fuerza. Además se añadía un descanso pasivo basado en trabajo cognitivo mediante la escucha de los escolares. Los descansos activos, los cuales se desarrollaron a una intensidad baja-moderada, no mostraron cambios significativamente positivos en comparación con el descanso pasivo y tampoco hubo diferencias entre grupos. Los autores añadieron que la realización de actividad física en las aulas parece factible, aunque puede ser difícil conseguir la intensidad deseada para obtener beneficios cognitivos.

No obstante, otros estudios sí que han logrado mantener los descansos activos a alta intensidad. Ma, Le Mare y Gurd (2015), analizaron los efectos agudos de un descanso basado en actividad física interválica de alta intensidad sobre la atención selectiva en escolares de 9 a 11 años. Concluyendo que un descanso activo de un total de 10 minutos, de los cuales 4 minutos estaban distribuidos en 8 series de 20 segundos de actividad física, seguidos de 10 segundos de descanso entre series, lograba efectos significativamente positivos frente al grupo que realizó un descanso pasivo con la misma duración. El descanso activo se basó en ejercicios que realizaban lo más rápido posible y podían realizarse dentro del aula y sin material. Otro estudio también analizó los efectos agudos de la actividad física de alta intensidad, aunque esta vez de forma continuada, sobre la atención selectiva. Los escolares de 9 a 10 años, realizaron carrera continua durante 12 minutos. Se controló que los escolares se mantuvieran durante este periodo en un umbral entre el 85 y 90% de su frecuencia cardíaca máxima. Dicho descanso activo mostró efectos significativamente positivos en atención selectiva frente al grupo control, el cual realizó un descanso pasivo de 12 minutos en el cual visualizaban un vídeo (Niemann et al., 2013). En esta línea, en relación a la duración, aunque la mayoría de estudios llevan a cabo descansos activos de 5 a 30 minutos, parece ser que el tiempo destinado más adecuado es de 5 a 10 minutos (Suarez-Manzano, Ruiz-Ariza, Lopez-Serrano y Martínez López, 2018). Los mismos autores, en dicha revisión sistemática, concluyeron también que parece tener unos efectos más positivos la actividad física de intensidad moderada a vigorosa.

No obstante, Janssen et al. (2014), llevaron a cabo una investigación sobre escolares de 10 a 11 años en la que probaron tres condiciones experimentales además de tener un grupo que actuó como control, el cual no realizó ningún tipo de descanso. Los otros grupos ejecutaron durante 15 minutos, un descanso pasivo en el que escucharon una historia, un descanso activo de intensidad moderada o un descanso activo de alta intensidad. Los autores concluyeron en que cualquier descanso mejoraba significativamente la atención selectiva, no obstante, al compararse entre ellas las tres

condiciones experimentales, fue el grupo del descanso activo de intensidad moderada el grupo que obtuvo de forma significativa mejores resultados.

Todos los metaanálisis, revisiones sistemáticas e investigaciones presentadas en esta sección, muestran como no existe una evidencia clara sobre qué tipo de descanso, de actividad física, duración e intensidad repercute de forma más significativa sobre la cognición de los escolares, por ello, el objetivo del tercer artículo de la presente Tesis Doctoral fue analizar los efectos agudos de los descansos sobre la atención selectiva en escolares de 10 y 12 años a través de tres condiciones experimentales diferentes.

OBJETIVOS

1. Objetivo general de la Tesis Doctoral
2. Objetivos específicos de la Tesis Doctoral

Objetivos

1. Objetivo general de la Tesis Doctoral

Explorar los efectos agudos y crónicos de la actividad física interválica sobre la condición física, la composición corporal y la cognición en escolares.

2. Objetivos específicos de la Tesis Doctoral

1. Analizar los efectos crónicos de un programa de ejercicio interválico de intensidad moderada-vigorosa, anterior a la actividad académica, sobre indicadores de condición física (fuerza isométrica manual en ambas manos, fuerza explosiva del tren inferior, velocidad-agilidad y capacidad aeróbica) y de composición corporal (índice de masa corporal, % de grasa corporal, perímetro de cintura e índice cintura/altura) en escolares de 11 y 12 años. (Abordado en el artículo 1 de la presente Tesis Doctoral).
2. Analizar los efectos crónicos de un programa de ejercicio físico interválico de intensidad moderada-vigorosa, anterior a la actividad académica, sobre indicadores de atención selectiva y atención sostenida en escolares de 11 y 12 años. (Abordado en el artículo 2 de la presente Tesis Doctoral).
3. Analizar los efectos agudos de los descansos entre materias basados en actividad física de intensidad moderada y alta intensidad sobre la atención selectiva en escolares de 10 y 12 años. (Abordado en el artículo 3 de la presente Tesis Doctoral).

MÉTODOS

1. Aproximación metodológica
2. Diseño
3. Participantes
4. Instrumentos
5. Procedimiento
 - 5.1. Artículo 1 y Artículo 2
 - 5.2. Artículo 3
6. Análisis estadístico
 - 6.1. Artículo 1 y Artículo 2
 - 6.2. Artículo 3
7. Consideraciones éticas

Métodos

1. Aproximación metodológica

En la Tabla 1 se muestran las principales características metodológicas de la presente Tesis Doctoral. De cada artículo se indica el diseño del estudio, las características de los participantes, las variables analizadas y los procedimientos. En los apartados siguientes se encuentra una descripción detallada de los aspectos metodológicos de cada artículo.

Tabla 1. Principales características metodológicas de los artículos de la presente Tesis Doctoral.

	Artículo 1	Artículo 2	Artículo 3
Diseño	Estudio de intervención desarrollado a través de una metodología cuantitativa y un enfoque cuasiexperimental	Estudio de intervención desarrollado a través de una metodología cuantitativa y un enfoque cuasiexperimental	Estudio de comparación de mediciones pretest y posttest entre grupos. Metodología cuantitativa y enfoque cuasiexperimental
Participantes	56 escolares de 6º curso de Educación Primaria (28 escolares en el GC y 28 en el GE) Edad: 11,74 ± 0,34 años	56 escolares de 6º curso de Educación Primaria (28 escolares en el GC y 28 en el GE) Edad: 11,74 ± 0,34 años	75 escolares de 5º y 6º curso de Educación Primaria (23 escolares en el grupo DP, 24 escolares en el grupo DF y 28 escolares en el grupo DAI) Edad: 11,12 ± 0,85 años
Procedimiento	Se llevó a cabo un programa de intervención a lo largo de 7 semanas (de abril a junio). Se evaluó la condición física y la composición corporal de cada escolar participante (grupo control y grupo experimental), antes y después de la intervención mediante la batería Alpha Fitness	Se llevó a cabo un programa de intervención a lo largo de 7 semanas (de abril a junio). Se evaluó la atención selectiva y la atención sostenida de cada escolar participante (grupo control y grupo experimental), antes y después de la intervención mediante el Test d2 y CSAT-II, respectivamente	Se realizó una intervención de una sola sesión, en la que se analizaron los efectos agudos de la atención selectiva después de una tipología de descanso. Los tres grupos también realizaron la misma prueba (Test d2) antes de realizar el descanso asignado.
VARIABLES ANALIZADAS	Condición física: fuerza isométrica manual en ambas manos, fuerza explosiva del tren inferior, velocidad-agilidad y capacidad aeróbica Composición corporal: índice de masa corporal, % de grasa corporal, perímetro de cintura e índice cintura/altura	Atención selectiva: Efectividad total e índice de concentración Atención sostenida: Número de aciertos, número de errores, distracción, impulsividad y azar	Atención selectiva: Índice de concentración

2. Diseño

En el artículo 1 y en el artículo 2 de la presente Tesis Doctoral, se llevó a cabo una investigación basada en un modelo de intervención que adoptó una metodología cuantitativa con un enfoque cuasiexperimental, en el cual se tomaron las medidas de las variables analizadas, antes de iniciarse la intervención y una vez terminada, tanto al grupo control como al grupo experimental con el objetivo de analizar los efectos crónicos de ambos estudios.

En el artículo 3 se implementó una investigación basada en un diseño de comparación entre grupos con mediciones pretest y posttest, analizando con ello los efectos agudos. Se llevó a término mediante una metodología cuantitativa y con un enfoque cuasiexperimental.

3. Participantes

Los participantes de la presente Tesis Doctoral no fueron los mismos a lo largo de los tres estudios. En el artículo 1 y artículo 2 formaron parte de la muestra escolares de dos centros educativos concertados de Mallorca. El Col·legi Santa Teresa (Marratxí) participó como grupo control, mientras que el Col·legi Corpus Christi (Palma) como grupo experimental. Los participantes del artículo 3 pertenecen a un mismo centro educativo, de carácter público y también perteneciente a la isla de Mallorca. A los escolares del CEIP Mestre Guillem Galmés (Sant Llorenç des Cardassar) se les asignó, de forma aleatoria, una de las tres de condiciones experimentales en las que se basó el estudio.

Para la incorporación de los participantes se siguió un mismo procedimiento en los tres artículos. En primer lugar, se estableció una reunión con el equipo directivo de cada uno de los centros, en la cual se explicaron los objetivos, procedimientos, instrumentos, etc. Se recibió el consentimiento firmado por parte de este y de los docentes implicados. Dos semanas antes del inicio de la recogida de datos, se envió una carta informativa a los padres, madres y/o tutores legales de los escolares informando sobre la naturaleza de dicha investigación, los objetivos que se proponían, el procedimiento que se llevaría a cabo, los beneficios que podía aportar el estudio a la educación y a la sociedad, el derecho a abandonar la investigación en cualquier momento, el compromiso del investigador por velar en todo momento por la salud del escolar, el carácter totalmente voluntario de participación, y se aseguró el anonimato y la confidencialidad de todos los datos registrados. También se incluyó en los consentimientos del artículo 1 y el artículo 2 la posibilidad de recibir un informe del estado en condición física, composición corporal, atención selectiva y sostenida del hijo/a o tutelado/a. La copia del consentimiento fue enviada a todos los solicitantes juntamente una carta de agradecimiento por la participación. El informe de cada uno de los escolares que se

había solicitado fue enviado las semanas siguientes a la finalización del programa a través del correo electrónico que los padres, madres y/o tutores legales habían facilitado con dicha finalidad en el consentimiento firmado. También se elaboró una hoja de información y asentamiento para el menor participante en el estudio.

4. Instrumentos

A continuación, se detallan los diferentes instrumentos utilizados a lo largo de la presente Tesis Doctoral. Al repetirse diversos instrumentos en diferentes artículos, después de la explicación de cada uno de ellos, se concreta en que artículo/s ha sido aplicado dicho instrumento.

Las variables sociodemográficas fueron recogidas mediante un cuestionario que el alumnado cumplimentó sobre información referente al colegio, a la fecha de nacimiento y al género. Los padres, madres y/o tutores legales del escolar cumplimentaron juntamente al consentimiento informado un cuestionario sobre su nivel educativo, dándose como opciones un modelo simplificado de la Clasificación Nacional de Educación (Instituto Nacional de Estadística, 2016), el cual proponía como opciones a elegir: sin estudios, finalización de la Educación Primaria/EGB, finalización de la Educación Secundaria/BUP, finalización de Bachillerato/COU o Formación Profesional, y finalización de estudios universitarios. Además, también respondieron por separado a una pregunta sobre su ocupación profesional, utilizándose como modelo la clasificación CIUO-08 de la Organización Internacional del Trabajo (2008), la cual diferencia diez grandes grupos definidos en función de las tareas que conllevan cada empleo. El investigador recordó el carácter anónimo y confidencial de toda la información recabada (artículo 1, artículo 2 y artículo 3).

La condición física y la composición corporal fue evaluada siguiendo las indicaciones de los test de campo del manual de la batería ALPHA para escolares y adolescentes (Ruiz, España-Romero, et al., 2011). Para el registro de los indicadores de condición física se aplicó la Batería ALPHA-Fitness de alta prioridad (test de 20 m de ida y vuelta, fuerza de prensión manual, salto en longitud a pies juntos, índice de masa corporal y perímetro de cintura), recomendada para el contexto escolar, la cual incluye todos los test de la batería ALPHA-Fitness basada en la evidencia, exceptuando la medición de los pliegues cutáneos. Además, se aplicó un test de velocidad y agilidad perteneciente a la versión de la batería ALPHA-Fitness extendida, ya que se pensó oportuno analizar también dicho indicador.

Para el análisis de la fuerza musculoesquelética se realizaron dos pruebas diferenciadas; la primera de ellas consistió en la medición de la fuerza isométrica manual, la cual fue registrada a través del test de prensión manual utilizando un dinamómetro ajustable con precisión de 1 Kg (TKK 5001 Grip A; Takey, Japan). La prueba debía realizarse con la posición corporal totalmente erguida, los dos pies levemente separados y ambos codos

en extensión completa sin rozar el cuerpo. En ese momento el escolar debía ejercer la máxima fuerza sobre el instrumento de medición sin variar la postura inicial. Se realizó la prueba de forma intercalada, dos veces por cada mano, anotando la mejor marca de cada una de ellas. En segunda instancia se midió la fuerza explosiva de las extremidades inferiores mediante el test de salto horizontal. En esta prueba el escolar debía saltar lo más lejos posible quedando, después de este, en posición vertical. Dicho salto se iniciaba detrás de una línea delimitada, de forma estática y con los pies juntos teniendo dos oportunidades seguidas para establecer la mejor marca la cual iba a ser registrada.

La velocidad y la agilidad fueron medidas a través del test de 4 x 10 m., perteneciente a la Batería ALPHA-Fitness extendida. Este consistía en correr y virar lo más rápido posible entre dos rectas paralelas, separadas 10 metros, hasta cubrir una distancia total de 40 metros. Los escolares iniciaban la carrera a la señal del investigador, el cual en ese preciso instante iniciaba el cronometraje (Kalenji Onstart 100 Geonaute, Ltd., France) del tiempo tardado en realizar la prueba en la que se debía sobrepasar la línea marcada con los dos pies en cada uno de los giros. El tiempo fue registrado hasta las centésimas.

Con el objetivo de evaluar la capacidad aeróbica se llevó a cabo la prueba de los 20 metros, más conocida como Course-Navette. En esta prueba, el escolar corría en llano entre dos líneas paralelas separadas 20 metros, siguiendo el ritmo establecido por una señal acústica emitida mediante una grabación validada y reproducida a través de un altavoz con sistema bluetooth (Extra Bass SONY SRS-XB2). La velocidad inicial fue de 8,5 Km/h, incrementándose 0,5 Km/h cada minuto tal como se detalla en las instrucciones de Léger, Mercier, Gadoury, y Lambert (1988). El test finalizaba para cada participante cuando este no conseguía llegar dos veces consecutivas a la línea delimitada en el tiempo que marcaba la señal auditiva, o cuando el escolar no podía superar el nivel de fatiga en dicho momento. La prueba se realizó en dos tandas, dividiendo así al grupo de participantes, de modo que cada escolar tuviera asignado a otro que lo acompañara durante la recuperación activa una vez finalizada la prueba.

Todas las variables de composición corporal analizadas se extrajeron de la batería ALPHA-Fitness de alta prioridad, registrándose el peso y la altura para la extracción del IMC y el perímetro de cintura. Igualmente se añadió el indicador de porcentaje de grasa corporal ya que se pensó que podía ser una variable valiosa. Todos los registros se realizaron por la mañana.

La talla se registró sin zapatos, utilizándose un tallímetro portátil (SECA 213 Ltd., Germany) con una exactitud de 0,1 cm. El escolar, debía colocarse con los pies juntos y tocando la plataforma por completo con la planta del pie, además de mantenerse en una posición totalmente erguida.

A continuación, los escolares fueron evaluados con la ropa justa y más ligera posible, siendo esta un pantalón corto deportivo y una camiseta corta también deportiva. Para el registro de la masa corporal (Kg) y el porcentaje de grasa corporal (%), se utilizó un dispositivo para valorar la composición corporal por bioimpedancia (TANITA BC 601 Ltd., Netherlands) con una precisión de 0,1 Kg y capacidad máxima de 150 kg., estando sustentadas dichas mediciones por diferentes investigaciones (Luque et al., 2014; Tompuri et al., 2015). En ambas mediciones, el escolar se situó sobre los electrodos del dispositivo. Para la extracción del IMC, se dividió el peso (Kg) entre la altura al cuadrado (m^2), dicho índice fue categorizado en infrapeso, normopeso o sobrepeso/obesidad siguiendo los valores indicados por Cole y Lobstein (2012) en referencia a la edad y al sexo.

El perímetro de cintura (cm) fue evaluado utilizando una cinta no elástica con una precisión de 0,1 cm (SECA 201, Germany), haciéndola pasar, después de realizar una aspiración normal, rozando la piel, sin comprimirla paralelamente al suelo y entre la cresta ilíaca y el borde costal inferior. El índice cintura/altura se extrajo de la división del perímetro de cintura (cm) entre la altura (cm).

Se registró el pico de crecimiento, conocido internacionalmente como Peak Height Velocity, el cual analiza el período de tiempo concreto en el que el escolar experimenta su mayor crecimiento en la etapa que se inicia con la pubertad; ocurriendo aproximadamente a los 11 años en niñas y a los 13 en niños (Rogol, Clark, y Roemmich, 2000). Esta medida fue calculada para ser sustituida por la edad, considerando de este modo el crecimiento biológico propio de cada escolar, ya que este podía influir en los resultados de la investigación (Mirwald, Baxter-Jones, Bailey, y Beunen, 2002). Se midió al alumno sentado sobre un taburete de 48,5 cm., adoptando del mismo modo una postura erguida (artículo 1).

La atención selectiva fue analizada mediante la prueba d2, Test de Atención. Para ello se utilizaron los ejemplares autocorregibles de la adaptación española de Brickenkamp (2012). Dicha prueba consiste en una tarea de cancelación con tiempo limitado que tiene como objetivo registrar en cada participante la velocidad de procesamiento, la reproducción de unas instrucciones y la realización de una tarea de discriminación entre estímulos visuales similares, relevantes e irrelevantes, estimando de este modo la atención selectiva, de personas desde 8 a 60 años. El test, el cual puede ser aplicado de forma individual o colectiva, supone una duración total de 8 a 10 minutos, siendo exactamente 4:40 minutos el tiempo destinado a la resolución de la prueba. Esta se compone de un total de 14 líneas con 47 caracteres en cada una de ellas, lo que supone una suma de 658 elementos. Este test consiste en revisar atentamente de izquierda a derecha las grafías “d” o “p” que aparecen, las cuales pueden ir acompañadas de una o dos rayitas en la parte superior y/o inferior de la letra, pudiendo así presentarse de una a cuatro rayitas por grafía. El escolar debe marcar solamente las letras “d” que estén acompañadas por un total de dos rayitas (dos arriba, dos abajo o una arriba y otra abajo),

discriminando todas las demás opciones, las cuales forman parte de los elementos irrelevantes. En el caso de la presente investigación, la prueba se realizó de forma colectiva y a primera hora de la mañana. Los escolares despejaron completamente su mesa dejando solamente para la realización de la prueba un bolígrafo. Posteriormente, el investigador repartió a cada escolar un ejemplar autocorregible de dicho test (TEA Ediciones, Madrid), dejando las instrucciones de este visibles y avisando de la prohibición de girar la hoja antes de recibir la señal. Posteriormente, el investigador leyó junto a los escolares las indicaciones para la realización de la prueba, asegurándose del completo entendimiento de esta por parte de todos los escolares. Estos realizaron una prueba del test en la línea de entrenamiento destinado a ello; siendo corregido posteriormente y asegurándose así de nuevo la correcta comprensión de la prueba. Además, se transmitió un mensaje de tranquilidad al alumnado recordando que no era un examen, que los resultados eran anónimos y confidenciales y que el objetivo no era otro que el de hacerlo lo más rápido posible y sin equivocarse. Seguidamente, el investigador dio la señal de “atención, girad la hoja, empezad”, con lo que los escolares procedieron al inicio del test. El tiempo, así como indica el test y tal como se hizo saber al alumnado, es limitado, ya que se cuenta con 20 segundos para cada línea. Una vez transcurrido ese tiempo, el investigador, en voz alta anunciaba el cambio de línea, con lo que los escolares debían proseguir inmediatamente con la siguiente olvidando ya la anteriormente realizada. Dicho proceso se repitió hasta la última línea, con la que terminó la prueba a los 4 minutos y 40 segundos desde que se inició. En ese preciso instante se anunció la finalización y el alto al bolígrafo. A continuación, se dio las gracias al alumnado y se felicitó por el buen comportamiento al mismo tiempo que se recogían todos los ejemplares (artículo 2 y artículo 3).

La atención sostenida fue evaluada a través de una extensión experimental del software online del test Children Sustained Attention Task (CSAT) de Servera y Llabrés (2015), una tarea de ejecución continua basada en un paradigma de vigilancia, en la que el participante debe responder frente a la aparición de un estímulo-objetivo y discriminar los estímulos distractores. La versión CSAT-II, la cual se realiza individualmente, tiene la capacidad de registrar para cada participante indicadores de aciertos, errores, perseveración, distracción, impulsividad y azar. Dicha prueba es apta a partir de los 6 años y el tiempo de aplicación de esta varía entre los 3 y 15 minutos. Para la realización de esta prueba se necesitaron ordenadores portátiles, utilizándose en el grupo control el modelo Samsung N110 y en el grupo experimental el modelo Asus Eee 1011CX, teniendo ambos un tamaño de pantalla de 10,1” y una velocidad de procesador de 1,6GHz. También se requirió una aula vacía y alejada de interferencias distractoras como movimientos o ruidos. En ella, se distribuyeron por todo el perímetro de la sala diez ordenadores, separados aproximadamente dos metros unos de otros. De este modo, se hicieron tres turnos continuos, con el objetivo de conseguir así un escenario en el que el escolar se sintiera en una situación individualizada y se ajustara a los recursos temporales de los que se disponía. Una vez se contaba con diez participantes en el aula, se asignaba una mesa a cada uno de ellos, la cual ya disponía del software abierto y con todos los usuarios creados, por lo que el escolar tan solo debía seleccionar el suyo, que se correspondía con su número identificativo. Posteriormente, el investigador, hizo una explicación y demostración de la prueba. Esta consistía en una tarea de vigilancia con

una duración de 15 minutos, en la que en la pantalla aparecían intermitentemente números de color blanco del 0 al 9 sobre un fondo negro. Cuando el escolar reconocía la secuencia correcta (6-3) debía pulsar una vez la barra espaciadora y automáticamente se registraba el acierto en el programa informático. Del mismo modo se reconocían y se guardaban los errores y la información referente a la perseveración, la distracción, la impulsividad y el azar con la que el escolar realizaba la prueba. Cada uno de los participantes realizó una prueba delante del investigador, asegurándose de este modo el correcto entendimiento del test. Además, se recordó también su carácter anónimo y confidencial y se repitió que la prueba que se realizaba no era un examen. Una vez que el investigador daba la señal, los escolares empezaban la prueba, simultáneamente (artículo 2).

Con el objetivo de valorar el nivel de actividad física de intensidad moderada o vigorosa realizada por el escolar en los últimos 7 días, se utilizó el cuestionario de actividad física PAQ-C, de Manchola-González, Bagur-Calafat, y Girabent-Farrés (2017), destinado a una población a partir de 8 años y hasta los 14 años. Para esta versión, se analizó la fiabilidad tomando de referencia el cuestionario PAQ-A de Martínez-Gómez et al. (2009), el cual había sido previamente traducido al castellano y validado en población adolescente. El cuestionario cuenta con 10 ítems, de los cuales los nueve primeros tienen el objetivo de calcular el nivel de actividad física a través de una puntuación de 1 a 5, indicando este último valor un nivel más elevado de actividad. El último ítem trata de conocer si existió algún motivo que impidiera al alumno realizar sus actividades regulares durante la última semana (artículo 1 y artículo 2).

Para evaluar el disfrute del alumnado en la intervención, se utilizó la Escala de Disfrute en la Actividad Física (PACES) traducida y validada, en el contexto español en adultos y en escolares a partir de 12 años. Fue validado por Moreno, González-Cutre, Martínez, Alonso, y López (2008), basándose en Motl et al. (2001). Dicho cuestionario, está compuesto por 16 ítems que precedidos de la frase “Cuando estoy activo...” evalúan el disfrute de forma directa e inversa, recogiendo las puntuaciones en una escala tipo Likert con un rango de puntuación desde 1 (totalmente en desacuerdo) hasta 5 (totalmente de acuerdo) (artículo 1 y artículo 2).

En relación a la frecuencia cardíaca máxima (FCM) y debido a la falta de consenso para estipularla en población escolar, se registró dicho parámetro de control siguiendo la fórmula utilizada históricamente en numerosas investigaciones propuesta por Fox, Naughton, y Haskell (1971), la cual se basa en el cálculo de “ $220 - \text{edad}$ ”. Esta fue escogida después de revisar diferentes opciones más actuales como las citadas por Gelbart, Ziv-Baran, Williams, Yarom, y Dubnov-Raz (2016) y la propuesta por los mismos autores, los cuales proponían valores que no se ajustaban a una escala subjetiva de percepción del esfuerzo (Robertson et al., 2000), al contrario que sí lo hacía la utilizada en la presente investigación. Para el registro de las pulsaciones en reposo, cada escolar se colocó un pulsómetro con el sensor Polar H10 para medir el ritmo cardíaco, a

continuación, se sentaron en un banco, guardando una distancia aproximada de un metro entre ellos. Seguidamente, el investigador solicitó a los escolares que se tranquilizaran, relajaran y guardaran silencio durante 5 minutos. Transcurrido ese tiempo, se anotó el valor mínimo que marcaron. El mismo procedimiento fue seguido en la fase pre y post (artículo 1 y artículo 2). Durante las intervenciones, la frecuencia cardíaca se monitorizó de forma simultánea e individualizada, ya que cada participante utilizó dicho sensor de frecuencia cardíaca, el cual mostraba y registraba en directo las pulsaciones por minuto (medias, máximas y mínimas), el porcentaje y el tiempo trabajado en cada una de las cinco zonas establecidas según la intensidad, además de las Kcal quemadas por sesión. Dicho registro se realizaba automáticamente cada 2 segundos a través de la aplicación Polar Team para el sistema operativo iOS de Apple instalada y utilizada en un iPad Pro con la versión iOS 11, siendo necesario para el funcionamiento de dicha aplicación una versión igual o superior a iOS 8 (artículo 1 y artículo 2). En el artículo 3, se monitorizó a los escolares de las dos condiciones experimentales que realizaron un descanso activo. Estas se lo colocaron al terminar la prueba de atención selectiva y antes de darse inicio al descanso de la condición experimental correspondiente. También fue mediante el sensor Polar H10 y el mismo sistema y soporte informático que en el artículo 1 y el artículo 2. En todos los casos, los escolares se colocaron el pulsómetro bajo la supervisión del investigador.

5. Procedimiento

5.1. Artículo 1 y Artículo 2

De forma previa al inicio del programa, se registraron las variables sociodemográficas y también, mediante otro cuestionario (PAQ-C), el nivel de actividad física de intensidad moderada-vigorosa realizada por los estudiantes durante los últimos 7 días. Dichos cuestionarios, así como la forma de cumplimentación se encuentran descritos en el apartado anterior. Para el objetivo planteado en el artículo 1, se registraron todos los indicadores de condición física y composición corporal explicados anteriormente. Para el objetivo propuesto en el artículo 2, se registraron los valores en atención selectiva y atención sostenida mediante las pruebas explicadas también en el apartado anterior. Todas las variables mencionadas fueron registradas del mismo modo en el grupo control y en el grupo experimental.

Antes de darse inicio al programa, el investigador registró en el grupo experimental la frecuencia cardíaca en reposo mediante los pulsómetros Polar Team H10 siguiendo las pautas explicadas con anterioridad. El programa de ejercicio interválico de intensidad moderada-vigorosa se desarrolló a lo largo de 7 semanas, con 3 sesiones semanales y con una recuperación de 48 horas entre ellas. La adherencia total al programa por parte de los escolares se situó en un 95,13 %. En cada una de las sesiones se siguió un procedimiento determinado logrando de este modo un mayor dinamismo y agilidad durante dicho periodo. En primer lugar, hay que destacar que el investigador preparaba

de forma previa al inicio de la sesión todo el material necesario y los pulsómetros para medir el ritmo cardíaco, los cuales se ubicaban ordenadamente siguiendo el número de identificador de cada alumno, así, el escolar, al llegar al centro podía colocarse inmediatamente la cinta. Una vez el patio quedaba despejado de alumnos de otros cursos, los diferentes grupos se encargaban de colocar en cada espacio el material correspondiente para desarrollar cada juego. Seguidamente, el investigador daba la señal para el inicio de un breve calentamiento basado en carrera suave y movilidad articular. Todo ello permitía que las sesiones se iniciaran a las 9:10 horas. Estas consistían en la realización de 5 juegos distintos dependiendo del día de la semana, todos ellos con una duración de 3 minutos y una recuperación activa de 1 minuto entre cada uno de ellos.

Para darse inicio a los juegos, los escolares, por grupos, se situaban en las respectivas zonas de juego, a la espera de que el investigador diera la señal de inicio. Este interactuaba continuamente con el alumnado durante los 3 minutos de duración del juego, dando *feedbacks*, animando a los participantes y regulando la intensidad de estos, ya que se seguía en directo gracias al sistema de monitorización Polar Team. Tres de los cinco juegos se basaban en carreras continuas de 15 metros. Esta distancia debía ser recorrida en zigzag, dirigiendo un balón de fútbol con el pie, una pelota de baloncesto con la mano o una de tenis con un palo de hockey. También, algunas carreras se realizaban mediante toques, suspendiendo un balón de voleibol o una pelota de tenis con la ayuda de una raqueta, al final de cada una de las carreras el escolar debía resolver un problema que involucrara la cognición, como una sencilla operación matemática, la construcción de palabras, detectar diferencias entre dos códigos de números o letras, memorizar colores y figuras o la construcción de un Tangram. En los dos juegos restantes se planteaban diferentes retos motrices que el alumnado debía superar de forma individual o colectiva, moviéndose por el terreno de juego de forma libre para conseguir el objetivo del juego propuesto.

Durante el minuto de recuperación activa, el investigador recordaba a los escolares el deber de preparar el material de nuevo para el grupo que lo seguía, una vez estaba colocado, el grupo rotaba al siguiente juego y esperaba los pocos segundos restantes para que se diera la señal de inicio del siguiente juego. Este mismo proceso se repetía hasta finalizar los 5 juegos. Durante los 20 minutos en los que se desarrollaba la sesión, los escolares trabajaron en una intensidad moderada-vigorosa. Los pulsómetros registraron un trabajo medio del $75,96 \% \pm 4,60$ de su FCM. Puntualmente, debido a las recuperaciones activas, se mostraron mínimos del $54,84 \% \pm 4,93$ y máximos, debido a momentos del juego que elevaban la intensidad de los escolares, que se situaron en el $90,08 \% \pm 4,12$.

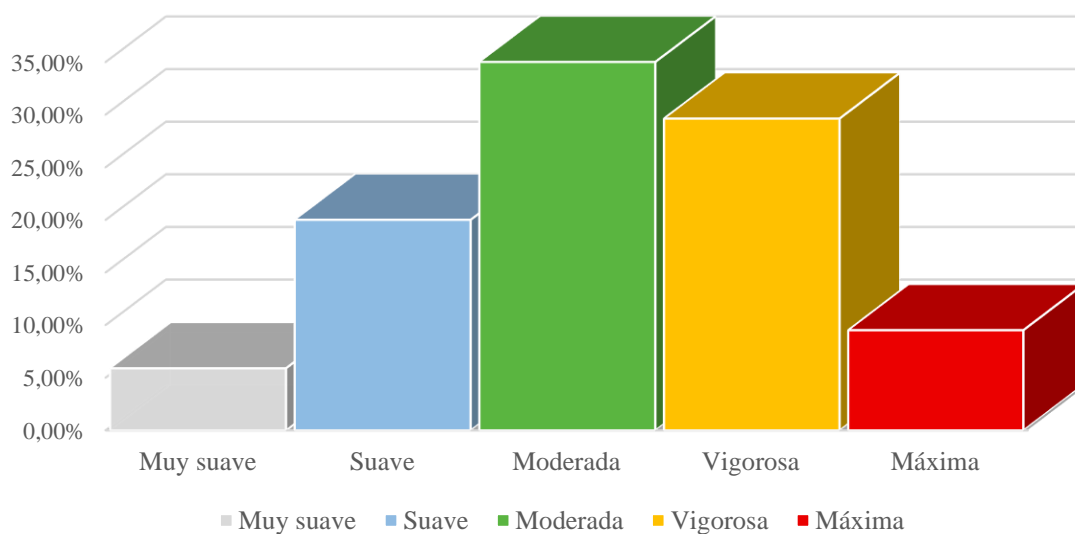


Figura 2. Tiempo de trabajo por zona de intensidad durante todo el programa.

Al finalizarse los juegos se llevaba a cabo un minuto de recuperación activa en el que el alumnado recogía el material utilizado y lo guardaba en su lugar correspondiente. Seguidamente dejaban el pulsómetro sobre su correspondiente caja. Por último, el alumnado tenía un breve tiempo para proceder a su higiene personal, secándose el sudor y cambiándose la camiseta. En la mayoría de las sesiones, los escolares ya se encontraban en el aula a las 9:35 horas. El tiempo total medio de trabajo durante toda la intervención fue de 7:10:32 horas \pm 0:29:07. El GC siguió con la dinámica diaria habitual. El volumen de actividad física y el número de sesiones de Educación Física no se vio afectado.

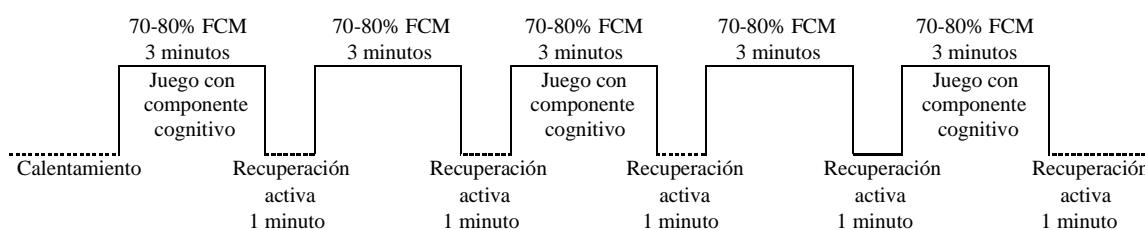


Figura 3. Características principales del programa.
FCM: Frecuencia Cardíaca Máxima.

Al finalizar el programa se repitieron todas las pruebas con el objetivo de registrar los valores en condición física y composición corporal (artículo 1) y sobre la atención selectiva y la atención sostenida (artículo 2) en el grupo experimental y en el grupo control. Todos los indicadores se evaluaron siguiendo las mismas pruebas y criterios explicados anteriormente y del mismo modo que se realizó antes de iniciarse la intervención. El grupo experimental cumplimentó el cuestionario PACES con el objetivo de conocer el disfrute de los escolares sobre el programa. Dicho cuestionario se explica en el apartado anterior.

5.2. Artículo 3

Las tres condiciones experimentales, es decir, la realización de un descanso pasivo (DP), de un descanso activo basado en ejercicios interválicos de fuerza de intensidad moderada (DF) o de un descanso activo basado en actividad física interválica de alta intensidad (DAI), se llevaron a cabo a las 12h del mediodía, situándose de este modo entre la tercera y la cuarta sesión de la jornada lectiva. Se aleatorizó el día y semana que iba a realizar el descanso cada uno de los grupos participantes, manteniendo como criterios que fuera un solo grupo por día y repartiéndose tres grupos semanalmente (martes, miércoles y jueves). También se aseguró que el descanso se llevara a cabo después de una asignatura troncal.

En cuanto al procedimiento llevado a cabo durante la intervención, es importante resaltar que todos los grupos emplearon el Test d2 para registrar la variable de atención selectiva. Una descripción detallada de esta prueba se encuentra en la sección de instrumentos. Los estudiantes realizaron el test por primera vez antes de iniciar el descanso asignado a su respectivo grupo. La segunda administración del Test d2 se llevó a cabo después de transcurrir 5 minutos desde la finalización de la condición experimental. Durante este intervalo, los estudiantes permanecieron sentados sin llevar a cabo ninguna actividad, aguardando el inicio de la repetición de la prueba.

Los grupos que llevaron a cabo el DP, al terminar la prueba de atención selectiva por primera vez, cogieron el libro de lectura narrativa trimestral y sentado cada escolar en su silla y mesa continuaron con la lectura del libro durante 10 minutos, sin ninguna distracción externa. Los grupos que realizaron el DF, al finalizar la prueba de atención, escucharon las instrucciones del investigador, el cual explicó durante los siguientes 5 minutos como se realizaría dicho descanso, además, en este periodo de tiempo se colocaron los pulsómetros al alumnado. El DF consistió en la realización de 10 bloques consecutivos de 30 segundos de actividad física y de 30 segundos de recuperación, situándose en una intensidad media del $66,50 \pm 5,25\%$ de la FCM y del $80,50 \pm 4,83\%$ como pico máximo. Durante el tiempo de actividad, el alumnado debía ejecutar el ejercicio de fuerza proyectado en la pizarra a través de un vídeo. En estos se ejercitaba tanto el tren superior como el tren inferior del cuerpo. Los escolares conocían, mediante un cronómetro que aparecía en el vídeo, el tiempo restante de trabajo y de recuperación en cada momento. Por último, el grupo que realizó el DAI, siguió las mismas pautas que las explicada anteriormente para el grupo DF, sin embargo, con una intensidad y tipología de ejercicios diferente basándose en recomendaciones de actividad física de alta intensidad (Buchheit y Laursen, 2013). También se llevaron a cabo 10 bloques con una relación de trabajo-recuperación de 1:1. De forma previa se explicó el desarrollo del descanso activo y se monitorizó al alumnado. Esta tipología de descanso activo se basó en 5 bloques de un juego basado en piedra, papel o tijera, en el cual los estudiantes competían contra un vídeo proyectado en la pizarra digital. Seguidamente debían ejecutar la actividad física correspondiente durante los 30 segundos de trabajo, copiando lo proyectado según si habían ganado, perdido o empatado. Los últimos 5 bloques, del

mismo vídeo, radicaron en un juego en el que los escolares escogían entre dos opciones de respuesta según sus gustos o intereses. Dependiendo de la elección realizaban una acción u otra (<https://youtu.be/PN7w1X5jPK0>). Todas las actividades estaban pensadas para poderse realizar desde sus respectivos sitios y que al mismo tiempo fueran capaces de situar a los estudiantes en una intensidad vigorosa, utilizando todas las partes del cuerpo, a lo largo del descanso activo (Butte et al., 2018). Los escolares, también conocían en todo momento el tiempo transcurrido durante la actividad física y la recuperación. Se registró una intensidad media total de la intervención del $77,00 \pm 5,85\%$ de la FCM y $92,90 \pm 3,07\%$ de pico máximo.

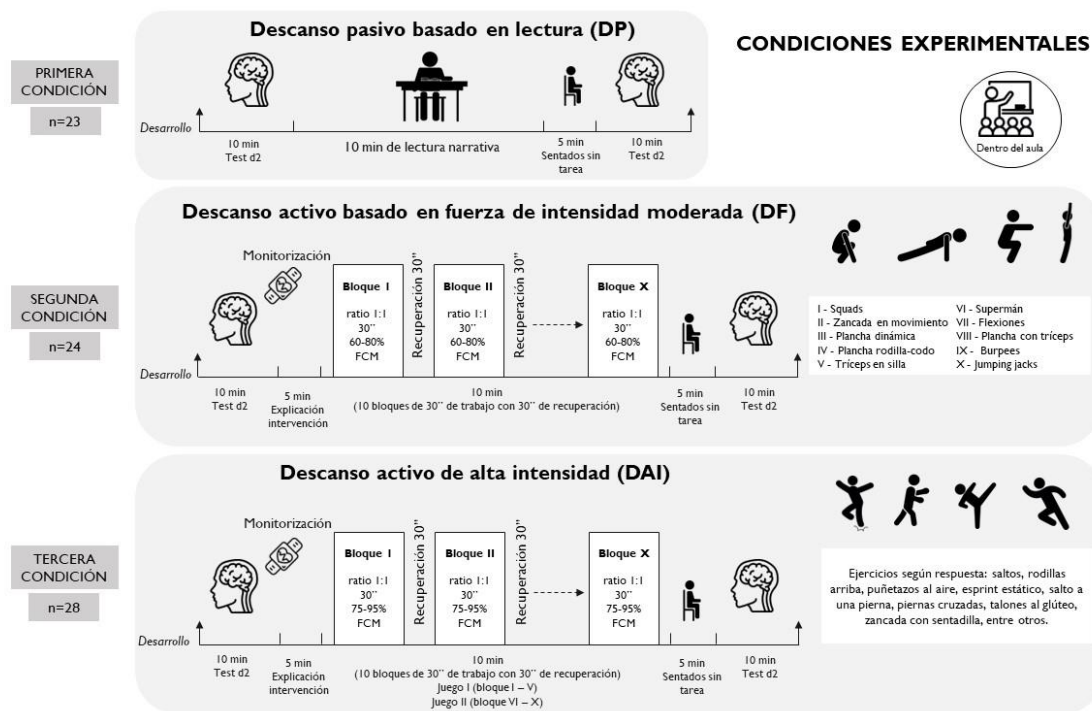


Figura 4. Características principales del estudio.
FCM: Frecuencia Cardíaca Máxima. Min: Minutos.

6. Análisis estadístico

6.1. Artículo 1 y Artículo 2

La comparación entre las medias del grupo experimental y el grupo control para las variables cuantitativas se llevó a cabo mediante la prueba t de Student, mientras que para las variables cualitativas se utilizó la prueba de chi cuadrado. Para evaluar los efectos de la intervención y comparar entre grupos, se aplicó el análisis de covarianza (ANCOVA), incorporando el pico de crecimiento, nivel de estudios materno, ocupación profesional materna, nivel de actividad física y desplazamiento al colegio como covariables. La prueba post hoc se empleó para detectar diferencias entre grupos. En todos los análisis, se estableció un nivel de significación de $p < 0,05$. El paquete estadístico utilizado fue el SPSS (v.24.0 para Windows de IBM, Estados Unidos).

6.2. Artículo 3

Se evaluó la normalidad de la medida objetivo y covariables para determinar el método estadístico adecuado. Tras confirmar la normalidad de la distribución de las variables (Shapiro-Wilks = 0,054), se realizaron varios modelos de análisis de varianza (ANOVA) mixto con covariable para explorar la influencia de diversas variables externas en la intervención. El modelo básico incluía dos factores (3×2): uno entre sujetos (Grupo: DP, DF, DAI) según la condición experimental asignada aleatoriamente y otro intra-sujetos (Tiempo: pre, post). Se añadió un tercer factor para covariables categóricas al ANOVA mixto básico ($3 \times 2 \times 2$), tanto para género (masculino, femenino) como para estudios maternos (universitarios, no universitarios). Las covariables continuas (edad, temperatura del aula, índice de masa corporal) se incorporaron por separado al modelo básico. Solo el género mostró efectos en el Índice de concentración. Los demás modelos fueron descartados, ya que ninguna covariable influyó en la variable dependiente ($p_s > 0,1$). Se empleó el software estadístico JASP (JASP Team, 2021), con un nivel de significación de $p < 0,05$ y se aplicó la corrección de Holm para pruebas de efectos simples que involucraban comparaciones múltiples post hoc, indicando los valores de p corregidos por α cuando aplicaba.

7. Consideraciones éticas

Todos los estudios siguieron de forma rigurosa los principios establecidos por la Declaración de Helsinki. Para las investigaciones del artículo 1 y artículo 2, se presentó el proyecto de investigación al Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Madrid, obteniéndose un informe favorable del mismo. De este modo, se contó con la aprobación del Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Madrid, con el número CEI-86-1629. En relación con el estudio desarrollado en el artículo 3 de la presente Tesis fue aprobado por el Comité d'Ètica de la Recerca de les Illes Balears, con el número 270CER22.

RESULTADOS

1. Artículo 1: Efectos de un programa de ejercicio interválico de intensidad moderada-vigorosa sobre la condición física y la composición corporal en escolares de 11 y 12 años
2. Artículo 2: The effects of a moderate-to-high intensity interval exercise training programme on selective and sustained attention in schoolchildren aged 11 and 12
3. Artículo 3: Efectos agudos de los descansos activos sobre la atención selectiva en escolares

Resultados

Los resultados se presentan a continuación en forma en la que han sido previamente publicados en revistas científicas.

**EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO
INTERVÁLICO DE INTENSIDAD MODERADA-VIGOROSA
SOBRE LA CONDICIÓN FÍSICA Y LA COMPOSICIÓN
CORPORAL EN ESCOLARES DE 11 Y 12 AÑOS**

Jaume Gelabert¹, Adrià Muntaner-Mas^{1,2}, Pere Palou¹

Nutrición Hospitalaria

2020, 37(3):514-523

DOI: 10.20960/nh.02894

¹Grupo de Investigación en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (GICAFE), Departamento de Educación Física y Deporte, Facultad de Educación, Universitat de les Illes Balears, Mallorca, España.

²Grupo de Investigación PROFITH “PROMoting FITness and Health through Physical Activity”, Departamento de Educación Física y Deporte, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada, Granada, España.

**THE EFFECTS OF A MODERATE-TO-HIGH INTENSITY
INTERVAL EXERCISE TRAINING PROGRAMME ON
SELECTIVE AND SUSTAINED ATTENTION IN
SCHOOLCHILDREN AGED 11 AND 12**

Jaume Gelabert¹, Ricardo de la Vega², Pere Palou¹, Adrià Muntaner-Mas^{1,3}

Journal of Human Sport and Exercise

2023, 18(1):209-223

DOI: 10.14198/jhse.2023.181.17

¹Grupo de Investigación en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (GICAFE), Departamento de Educación Física y Deporte, Facultad de Educación, Universitat de les Illes Balears, Mallorca, España.

²Grupo de Enseñanza y Evaluación de la Actividad Física y Deporte, Departamento de Educación Física, Deporte y Motricidad Humana, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España.

³Grupo de Investigación PROFITH “PROmoting FITness and Health through Physical Activity”, Departamento de Educación Física y Deporte, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada, Granada, España.

EFFECTOS AGUDOS DE LOS DESCANSOS ACTIVOS SOBRE LA ATENCIÓN SELECTIVA EN ESCOLARES

Jaume Gelabert¹, Víctor Sánchez-Azanza², Pere Palou¹, Adrià Muntaner-Mas^{1,3}

Revista de Psicología del Deporte

2023, 32(2):277-286

¹Grupo de Investigación en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (GICAFE), Departamento de Educación Física y Deporte, Facultad de Educación, Universitat de les Illes Balears, Mallorca, España.

²Grupo de investigación I+DEL. Departamento de Pedagogía Aplicada y Psicología de la Educación, Facultad de Psicología. Universitat de les Illes Balears, Mallorca, España.

³Grupo de Investigación PROFITH “PROmoting FITness and Health through Physical Activity”, Departamento de Educación Física y Deporte, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada, Granada, España.

DISCUSIÓN

1. Artículo 1: Efectos de un programa de ejercicio interválico de intensidad moderada-vigorosa sobre la condición física y la composición corporal en escolares de 11 y 12 años
2. Artículo 2: The effects of a moderate-to-high intensity interval exercise training programme on selective and sustained attention in schoolchildren aged 11 and 12
3. Artículo 3: Efectos agudos de los descansos activos sobre la atención selectiva en escolares
4. Perspectivas de futuro

Discusión

El tiempo diario de los escolares, es mayormente ocupado por actividades sedentarias, lo cual repercute negativamente a su salud física y cognición, afectando al mismo tiempo al proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ende, la educación cuenta con dos principales problemas. En primer lugar, los parámetros referentes a la condición física y a la composición corporal, sitúan a un alto porcentaje de los escolares en valores de riesgo (García-Solano et al., 2021). El segundo gran problema, de forma específica, radica en el déficit de atención por parte de los escolares, lo cual afecta negativamente al rendimiento académico (Erickson et al., 2019). Por ello, la presente Tesis ha tratado de abordar dichas problemáticas mediante la actividad física.

1. Artículo 1

El primer objetivo de la presente Tesis Doctoral fue determinar los efectos de un programa de ejercicio interválico de intensidad moderada-vigorosa, sobre diversos indicadores de condición física y composición corporal determinantes para la salud de los escolares de 11 y 12 años. Los resultados de dicho estudio mostraron que este programa fue capaz de repercutir positivamente de forma significativa sobre la fuerza isométrica del tren superior de los alumnos, habiéndose analizado dicho indicador a través de una prueba de prensión manual con ambas manos. Los resultados hallados son importantes, debido a que la fuerza muscular es uno de los indicadores principales y de alta prioridad para evaluar la salud de los escolares (Ruiz, España-Romero, et al., 2011). Esta se asocia inversamente al dolor de espalda, a factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares, y al contenido y densidad mineral ósea. En este sentido, podría ser positiva la implementación en los centros escolares de programas que traten de mejorar la fuerza muscular del alumnado. Específicamente durante las sesiones de Educación Física, las cuales podrían ser un espacio idóneo para el aprendizaje de la técnica, contar con una correcta y específica planificación para la edad de los participantes y para su competencia motriz. Aspectos de vital importancia para el correcto trabajo y desarrollo (Lloyd et al., 2014).

Según el Comité Nacional de Medicina del Deporte Infantojuvenil (2018), parece ser importante establecer programas de 2 a 3 sesiones por semana, las cuales oscilen entre 20 a 30 minutos de duración. Este hecho podría repercutir en que en tan solo 8 semanas, hubiera mejoras en fuerza. Sin embargo, también se han mostrado mejoras significativas en un programa de 6 semanas con una duración de 30 minutos por sesión, realizadas durante el tiempo de recreo de la mañana y antes de comer. Durante dicho programa se realizaron juegos populares, basados en carreras, saltos, tracción y empuje, equilibrio, juegos de pelota y lanzamientos (Ríos, Navarro, Arufe, y Pérez, 2018).

Así pues, parecen coincidir los resultados anteriormente citados con los del primer artículo de la presente Tesis, planteándose que juegos interválicos de intensidad moderada-vigorosa de corta duración, llevados a cabo en sesiones de 20 minutos y basados en golpeos, lanzamiento, pases con pelotas, conducciones manuales, empujes, etc., pueden favorecer el aumento significativo de fuerza en el tren superior de los escolares.

También cabe recalcar que nuestro programa mostró una tendencia positiva a favor del grupo experimental con relación a la fuerza explosiva del tren inferior. Estos resultados se asemejan a los expuestos por Ríos et al. (2018), los cuales sí consiguieron mostrar diferencias significativamente favorables mediante la realización de juegos populares durante el programa planteado. Costigan, Eather, Plotnikoff, Taaffe, y Lubans (2015) en su revisión sistemática y metaanálisis muestran el aumento de fuerza del tren inferior a través de programas de actividad física interválica de alta intensidad.

Con relación a la velocidad-agilidad, los dos grupos participantes mostraron una disminución del tiempo usado para la prueba, lo cual indicó una mejora de dicha variable, no obstante; ninguno de los grupos mostró diferencias significativas. Estos resultados pueden explicarse por el hecho de haber basado el programa en una intensidad moderada-vigorosa y no puramente en intensidades máximas, la cual sí que parece mostrar unos efectos significativamente positivos en escolares y adolescentes (Baquet, Guinhouya, Dupont, Nourry, y Berthoin, 2004; Lambrick, Kaufmann, Stoner, y Faulkner, 2016). Ya que dichos estudios muestran la posibilidad de lograr resultados significativamente positivos con tiempos menores de intervención. Además, como indican los últimos estudios citados, la tipología del programa tampoco parece ser una barrera, debido a que programas basados en sprints o sesiones de alta intensidad en Educación Física logran dichos efectos.

Tanto el grupo control como el grupo experimental mejoraron también, a lo largo del programa, la capacidad aeróbica, aunque tampoco se mostraron diferencias significativas entre grupos. No obstante, algunas intervenciones de actividad física interválica de alta intensidad han logrado mostrar efectos significativamente positivos sobre la capacidad aeróbica (Costigan, Eather, Plotnikoff, Taaffe, Pollock, et al., 2015; Lambrick, Kaufmann, et al., 2016). Parece ser que esta tipología de actividad física puede aportar una mejora igual o superior en capacidad aeróbica respecto a la actividad física continua de menor intensidad (Bond et al., 2017). Sin embargo, del mismo modo que en el artículo 1, otros estudios tampoco evidenciaron mejoras significativas en esta variable analizada (Camacho-Cardenosa et al., 2016). Este hecho conduce a la necesidad de analizar qué otros factores pueden tener un efecto sobre la capacidad aeróbica de los escolares con el objetivo de poder mejorar las futuras investigaciones basadas en programas de actividad física impulsados para la mejora de dicho indicador. Parece ser que la capacidad aeróbica se asocia con el entorno sociodemográfico de los escolares y con la calidad de vida de estos, pudiendo afectar el estado de salud físico,

psicológico y social tanto de los progenitores como del escolar, la participación en actividades escolares, el nivel económico familiar, la autonomía del escolar en el juego, etc. (Ringdal, Ringdal, Olsen, Mamen, y Fredriksen, 2018). En el artículo 1, algunas de estas covariables quedaron fuera del análisis, lo cual pudo influir en los resultados obtenidos. Otro factor externo al programa escolar y de suma importancia es el tiempo de actividad física de intensidad moderada-vigorosa que los escolares realizan fuera del programa escolar. Dicha covariable se intentó controlar mediante un cuestionario autocumplimentado por los participantes del programa, sin embargo, se hubiera obtenido un resultado más riguroso al ser analizada mediante acelerómetros (Klamm et al., 2022).

Con relación a las variables de composición corporal cabe destacar que ambos grupos redujeron el índice de masa corporal y el % de grasa, siendo el grupo experimental quien más disminuyó dichos valores, no obstante, no fueron significativos. Diversas investigaciones basadas en actividad física interválica de alta intensidad pueden dar luz a los resultados mostrados en el presente estudio. En primer lugar, recalcar otro programa, el cual tampoco presentó una reducción significativa sobre el índice de masa corporal. Este se desarrolló durante 8 semanas, con tres sesiones semanales con una duración de 8 a 10 minutos cada una de ellas (Costigan, Eather, Plotnikoff, Taaffe, Pollock, et al., 2015). Sin embargo, Costigan, Eather, Plotnikoff, Taaffe, y Lubans (2015) en su revisión sistemática y metaanálisis concluyeron en la importancia de la alta intensidad para mejorar dichos valores, exponiendo diversas investigaciones que lograban mostrar efectos significativamente positivos mediante sus programas.

Como señalan Michalsky et al. (2015), existe una fuerte asociación entre el índice de masa corporal y el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Este índice, aunque valioso, solo relaciona el peso con la altura, lo que no permite distinguir si el peso se debe a un exceso de grasa corporal o a la masa muscular y ósea. Es plausible que, dado que se ha registrado una mejora en todos los indicadores de fuerza muscular, especialmente en el tren superior, haya habido un aumento en la masa muscular y ósea, lo que podría haber influido en los resultados relativos al índice de masa corporal.

En cuanto al % de grasa, Costigan, Eather, Plotnikoff, Taaffe, y Lubans (2015) en la misma revisión sistemática y metaanálisis anteriormente citado ayudan a analizar los resultados obtenidos en el presente estudio. Dichos autores sustentan que es de suma importancia tener en consideración la duración del programa, precisándose que no sea inferior a las 8 semanas. Añaden que el tamaño de efecto de un programa de ejercicio interválico de alta intensidad sobre la reducción del % de grasa es medio. Dichas razones, podrían revelar el porqué no se han logrado cambios significativos en el % de grasa. No obstante, el programa llevado a cabo en la presente Tesis ha afectado significativamente a reducir el perímetro de cintura y del índice de cintura/altura de los escolares participantes. Cabe destacar la importancia de estos efectos ya que unos valores altos en el perímetro de cintura se correlacionan con el nivel de grasa visceral

indicando un factor de riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares (Ruiz, España-Romero, et al., 2011).

De este modo, el tipo de ejercicio, duración, intensidad, etc., podría provocar variaciones en estos parámetros. Además, son varios los estudios que han mostrado cambios sobre dichos indicadores, basándose en intervenciones de actividad física interválica de alta intensidad (Costigan, Eather, Plotnikoff, Taaffe, Pollock, et al., 2015; Weston et al., 2016). Dichos autores lograron mediante una intervención, la reducción significativa del perímetro de cintura frente al grupo control. Delgado-Floody et al. (2018) consiguieron añadir a la mejora anteriormente citada, la reducción también significativa, del índice cintura/altura mediante una intervención de actividad física interválica de alta intensidad en población escolar con sobrepeso y obesidad. Por ende, la actividad física interválica de intensidad moderada-vigorosa, así como vigorosa; parece conseguir la reducción significativa del perímetro de cintura y del índice de cintura/altura, tanto en población sana como con sobrepeso u obesidad.

2. Artículo 2

Así como se abordaba en el inicio de la discusión, la presente Tesis nace de la necesidad de tratar dos de los principales problemas que, según el autor y la literatura aportada, se estiman de máxima necesidad por la mejora del aprendizaje y para salvaguardar a los escolares de futuros riesgos físicos, cognitivos y sociales derivados de unos indicadores alarmantes en materia de condición física, composición corporal y atención. Tal como se ha tratado previamente, con el primer objetivo de la presente Tesis y con la intervención llevada a cabo y discutida anteriormente, se logró mejorar de forma significativa algunos indicadores de salud física, referentes tanto a la condición física como a la composición corporal.

Habiendo alcanzado el propósito de diseñar un programa destinado a mejorar de forma crónica la condición física y la composición corporal de los estudiantes, la presente Tesis se centra en abordar el segundo desafío educativo: potenciar la atención de los escolares a través de la actividad física. De este modo, nace el segundo objetivo de la Tesis; determinar los efectos crónicos de un programa de ejercicio interválico de intensidad moderada-vigorosa, desarrollado en escolares de 11 y 12 años, sobre la atención selectiva y la atención sostenida.

Así como presenta la literatura académica, la promoción de la actividad física de intensidad moderada-vigorosa ha demostrado potenciales efectos beneficiosos sobre la atención selectiva tanto en adolescentes (Vanhelst et al., 2016) como en escolares (De Greeff, Bosker, Oosterlaan, Visscher, y Hartman, 2018). En nuestra investigación, el programa de ejercicio implementado se ajustó a una intensidad moderada-vigorosa, dentro del rango del umbral aeróbico, respaldado ampliamente por la evidencia

científica para favorecer la plasticidad sináptica y la neurogénesis, aspectos que, en consecuencia, contribuyen a la mejora de la atención (Alonso, 2017; Hillman et al., 2008).

Los resultados de nuestro estudio revelaron mejoras en los registros post-intervención en ambos grupos experimentales, siendo ligeramente superiores, aunque no de manera significativa, en el grupo experimental. Según lo explicado por Esteban-Cornejo, Cadenas-Sanchez, Contreras-Rodriguez, et al. (2017), niveles más altos de velocidad-agilidad y capacidad aeróbica se asocian con diversas estructuras cerebrales corticales y subcorticales. Esto podría ofrecer una explicación y, al mismo tiempo, establecer una conexión con nuestra investigación, ya que, tal como se presenta en el artículo 1 (Gelabert, Muntaner-Mas, y Palou, 2020), no se observó ninguna relación en los dos indicadores de condición física mencionados anteriormente. En consecuencia, este hallazgo podría explicar la falta de cambios significativos en las variables atencionales, ya que no se observaron mejoras significativas en las variables de condición física mencionadas.

Sin embargo, cabe destacar que, Chaddock et al., (2010); Ortega et al., (2017), añaden que la fuerza muscular influye significativamente sobre las estructuras subcorticales y sus volúmenes, entre ellas los ganglios basales, relacionados con la atención (Chaddock, Erickson, Prakash, Vanpatter, et al., 2010). Así pues, debido al incremento de fuerza muscular de forma significativa, gracias al programa implementado (Gelabert et al., 2020), se cree que el pequeño aumento conseguido en las dos variables de atención selectiva analizadas, podría relacionarse con una tendencia a la mejora de estos indicadores a largo plazo. Sin embargo, se necesitaría también del aumento de los valores en capacidad aeróbica para poder sentar unas bases más firmes sobre dicha hipótesis, además de una reducción significativa en el índice de masa corporal (Cadenas-Sanchez et al., 2017).

Además, podríamos reflexionar sobre el diseño de la intervención, concretamente centrándose en la duración de las sesiones, del programa en sí y el análisis de los efectos. Como indica Kubesch et al., (2009) en su investigación llevada a cabo sobre jóvenes adolescentes, 30 minutos de actividad física aeróbica, duración que coincide con las del programa llevado a cabo en el presente estudio, son capaces de generar efectos positivos agudos sobre la atención selectiva, por ello, se desconoce si nuestro programa pudo afectar también de forma aguda, ya que solamente se analizaron los efectos crónicos. Además, un estudio publicado por Gallotta et al., (2015), analizó los efectos crónicos sobre la atención selectiva en escolares. Este se desarrolló a lo largo de 5 meses, mediante dos sesiones semanales de una hora cada sesión. Se trabajó mediante actividades físicas coordinativas, contando en cada sesión con 30 minutos de actividad física de intensidad moderada-vigorosa. Dicha investigación sí encontró efectos positivos, por lo que se piensa que las 7 semanas del programa implementado en la presente investigación pudieron no ser suficientes para provocar efectos positivos, ya

que el tiempo de actividad física de intensidad moderada-vigorosa y la tipología de actividad física son homólogas al estudio llevado a cabo en el artículo 2.

En cuanto a la atención sostenida, parece clara la asociación positiva que mantiene con la actividad física en población adulta (Luque-Casado, Zabala, Morales, Mateo-March, y Sanabria, 2013). La misma relación se mantiene respecto a la capacidad aeróbica también en adultos (Ciria, Perakakis, Luque-Casado, Morato, y Sanabria, 2017; Luque-Casado, Perakakis, Hillman, et al., 2016). No obstante, resulta de especial dificultad poder discutir los resultados de un estudio basado en un programa de ejercicio físico en población escolar apoyándose en la literatura científica actual, por ser muy reducida. Los resultados presentados en la presente investigación muestran unos peores resultados en número de aciertos por parte de los dos grupos. El grupo experimental, a diferencia del grupo control, aumentó el número de errores, la distracción, los errores por impulsividad y por azar. Estos resultados fueron sorprendentes, ya que no se corresponden con la evidencia neurocientífica actual, la cual apunta que la actividad física, además de favorecer la segregación del factor neurotrófico derivado del cerebro, mayormente conocido como *Brain-derived neurotrophic factor* (BDNF) (Watts, Andrews, y Anstey, 2018), ayuda al aumento del flujo sanguíneo cerebral y la posterior mejora en el rendimiento académico (Lambrick, Stoner, Grigg, y Faulkner, 2016; Stylianou et al., 2016), así como una mejora de las estructuras cerebrales centradas en los procesos atencionales gracias a la actividad física (Alonso, 2017).

Además, un aumento de errores por distracción, según Servera y Llabrés (2004), señalan la falta de capacidad de concentración, lo cual se contradice en cierta medida con el índice de concentración de la atención selectiva, el cual presentó unos resultados positivos tal como se ha mostrado anteriormente. Es importante enfatizar sobre los resultados obtenidos después de realizar el análisis de covarianza en el que se tomaron las medidas marginales estimadas y se ajustó por diversas covariables. Después del ajuste, los valores se invirtieron mostrándose más favorables al grupo experimental en todos los indicadores. De ello deriva la suposición de que, variables sociodemográficas como el nivel de estudios o la ocupación profesional materna; el tipo de desplazamiento hacia el centro, el cual presentó diferencias significativas entre grupos y la actividad física de intensidad moderada-vigorosa realizada fuera de la intervención, pueden tener una fuerte incidencia sobre la atención sostenida. Esta última variable, también se sostiene con dos estudios sobre población escolar y adolescente que muestran la asociación positiva entre la participación deportiva y la atención sostenida (Ballester, Huertas, Molina, y Sanabria, 2018; Ballester, Huertas, Yuste, Llorens, y Sanabria, 2015). A su vez, en la revisión sistemática realizada por Hajar, Rizal, y Kuan (2019), se propone la valoración del efecto que puede tener el sexo, la edad y la motivación. Del mismo modo, Wirt et al. (2015) pensó que el control de dichas variables era clave para realizar su investigación en escolares y puso en relieve la asociación significativa entre el peso corporal y el control inhibitorio, el cual se relaciona con el indicador de impulsividad de la presente investigación. Estos datos pueden motivar una explicación del porqué el indicador de impulsividad no ha mostrado cambios significativos, ya que

en la misma intervención, realizada en el artículo 1, el índice de masa corporal tampoco lo fue (Gelabert et al., 2020).

Otros estudios transversales en población escolar también han llegado a la conclusión de una asociación positiva entre la atención sostenida y la capacidad aeróbica (Pontifex, Scudder, Drollette, y Hillman, 2012), así como con la motricidad (Geertsen et al., 2016). Dada esta asociación y considerando que tampoco se observó una mejora en la capacidad aeróbica con el programa implementado en nuestra investigación (Gelabert et al., 2020), esto podría explicar la falta de significatividad en los resultados presentados.

Como se mencionó anteriormente, la literatura científica en relación con estudios experimentales es escasa. Esto se refleja en la revisión sistemática llevada a cabo por Hajar, Rizal, y Kuan (2019), la cual incluye solo cinco estudios basados en población escolar. De estos, dos se centraron en estudiantes con TDAH y solo uno se basó en un diseño experimental. Además, este último hace referencia a los efectos agudos de una intervención basada en descansos activos de diez minutos, aplicados tres días a la semana durante cuatro semanas. Sin embargo, estos descansos activos tampoco fueron capaces de afectar positivamente a la atención sostenida (Wilson, Olds, Lushington, Petkov, y Dollman, 2016).

Otra investigación experimental, se incluyó en la revisión sistemática citada anteriormente. Esta, trata de conocer en población adolescente los efectos crónicos sobre la atención sostenida, implementando un programa basado en una hora de actividad física aeróbica, 2 veces por semana durante 6 semanas, concluyendo sin cambios significativamente positivos en la atención sostenida, pero sí en la variable de memoria a corto plazo. Estos resultados se asemejan a los mostrados en el presente estudio, así pues, parece ser que estos programas no son sensibles a los cambios crónicos sobre la atención sostenida. Al mismo tiempo, se desconoce si dicho programa ha podido causar efectos agudos. Otro motivo que puede resultar de especial trascendencia en la discusión de los resultados sobre la atención sostenida, es la motivación (Hajar et al., 2019). Cabe la posibilidad de que los resultados hayan derivado de la incorrecta realización de la prueba por falta de motivación o cansancio acumulado a lo largo del curso escolar. Esta valoración podría sustentarse gracias al sistema de monitorización utilizado en cada sesión, el cual registraba las pulsaciones medias, mínimas y máximas. Se pudo observar como las pulsaciones medias disminuyeron a lo largo de la intervención (Figura 5), ello puede deberse más a una cuestión relacionada con el cansancio acumulado a final de curso que al hecho de la falta de agrado del programa, dado que recibió una valoración de 7,6 puntos sobre 10 en el cuestionario PACES (Moreno et al., 2008). Finalmente, es importante destacar que ninguno de los estudios muestra resultados negativos en cuestión de atención sostenida, por lo que al menos estos programas son una herramienta positiva para aumentar el tiempo diario de actividad física de los escolares (Wilson et al., 2016) y mejorar indicadores de condición física y composición corporal (Gelabert et al., 2020).

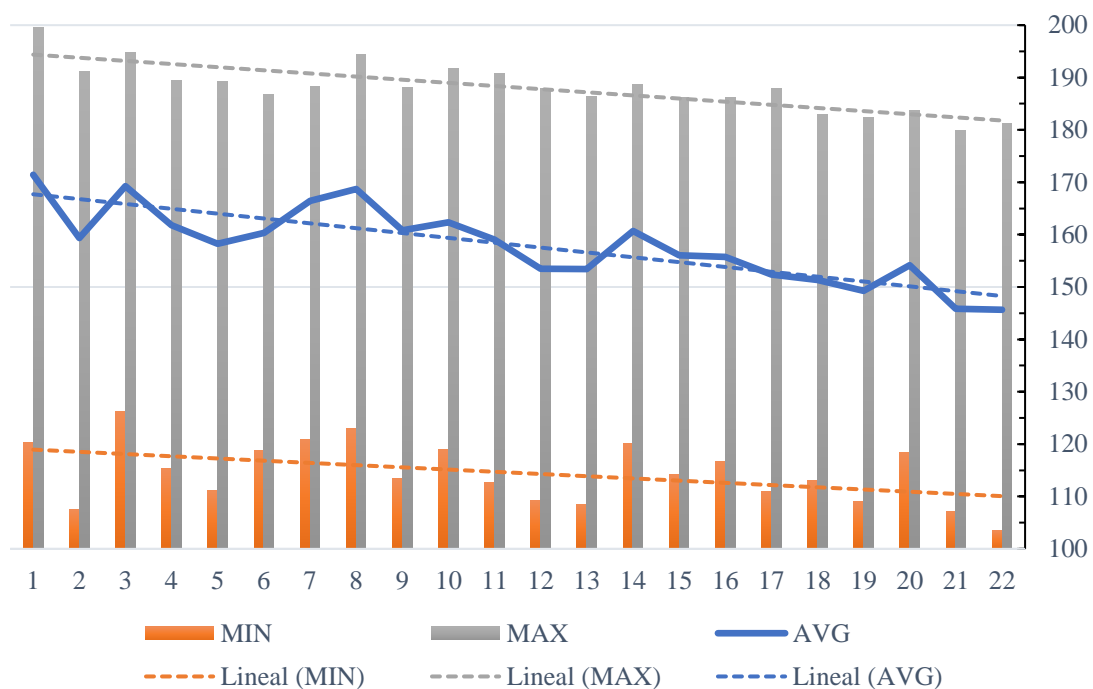


Figura 5. Evolución de las pulsaciones durante la intervención.
 MIN: Pulsaciones mínimas; MAX: Pulsaciones máximas; AVG: Pulsaciones medias.

Cabe destacar que, diversos factores han limitado la investigación, como la realización de una intervención de corta duración y la dificultad en el control de las sesiones de Educación Física. Por otra parte, el hecho de no utilizarse en este estudio pruebas de atención y técnicas clínicas más avanzadas, como se lleva realizando en otras investigaciones (Chaddock et al., 2010; Esteban-Cornejo et al., 2017), restringen el análisis preciso de los efectos de la intervención realizada sobre posibles cambios cerebrales.

Hasta donde tenemos conocimiento, los hallazgos de esta investigación aportan por primera vez a la literatura científica el conocimiento sobre los efectos crónicos de un programa de ejercicio interválico de intensidad moderada-vigorosa sobre la atención selectiva y sostenida, al mismo tiempo, en escolares de 11 y 12 años. Además, con el presente estudio se expone un programa de ejercicio que podría ser utilizado como base de futuras investigaciones, analizándose los efectos a largo plazo y sobre otras funciones cognitivas que afectan al rendimiento académico.

3. Artículo 3

Al no originarse cambios significativamente positivos sobre la atención con la intervención anteriormente discutida, surge la necesidad de plantear una nueva estrategia con el objetivo de dar respuesta a la mejora de la atención de los escolares. De este modo la presente Tesis, buscó la implementación en los centros educativos de una

nueva estrategia práctica y viable para ser implementada y tratar de mejorar la atención de los escolares. Por dicho motivo, con la intención de dar respuesta a dicha necesidad, la presente Tesis se planteó un tercer objetivo, el cual fue analizar los efectos agudos de los descansos activos sobre la atención selectiva en escolares.

La hipótesis planteada en este estudio académico sostiene que los descansos activos (DA) realizados durante la jornada escolar, basados en actividades físicas intermitentes de intensidad moderada o vigorosa, tienen un impacto significativamente positivo en la atención selectiva de niños de 10 y 12 años en comparación con los periodos de descanso inactivos. Los resultados obtenidos en nuestra investigación indican un efecto positivo significativo del descanso activo de alta intensidad en comparación con las otras dos condiciones experimentales en lo que respecta al índice de concentración de la atención selectiva. Además, se observó que las niñas presentaron resultados superiores en el índice de concentración, sin importar su condición experimental ni el momento de la medición (antes o después de los DA).

Este campo de estudio ya ha despertado interés previamente, como se muestra en la revisión sistemática realizada por Mahar (2011). Esta revisión concluye, aunque de manera cautelosa, en consonancia con los hallazgos de nuestro estudio. Dicho autor sugiere que después de los descansos activos podría existir una ligera o moderada mejora en la atención de los estudiantes. Sin embargo, tanto el autor anteriormente citado, como revisiones sistemáticas más recientes (Infantes-paniagua et al., 2021; Pastor-Vicedo, Prieto-Ayuso, Pérez, y Martínez-Martínez, 2021), coinciden en la importancia de continuar investigando y debatiendo sobre la duración, la intensidad y el tipo de descanso más propicio para generar efectos positivos en la atención selectiva.

Como indican las investigaciones más recientes en el campo de la neurociencia, la actividad física ejerce un impacto positivo en el cerebro a través de diversos mecanismos. Esto incluye el aumento del suministro de oxígeno y glucosa al cerebro, una mayor actividad cerebral y la liberación de neurotransmisores y BDNF (Doherty y Forés, 2019).

Sin embargo, aunque se ha investigado ampliamente este tema, aún no existe evidencia científica concluyente que determine qué tipo específico de actividad física beneficia más la cognición. Parece ser que las actividades de baja a moderada intensidad no tienen un impacto significativo en la mejora cognitiva (Van den Berg et al., 2016). En contraste, actividades de intensidad moderada y moderada-vigorosa parecen tener un efecto positivo en la atención (Gallotta et al., 2012; Vanhelst et al., 2016), ya que influyen en la plasticidad sináptica, la neurogénesis y los ganglios basales, todo ello relacionado con el control de la atención (Chaddock et al., 2010; Hillman et al., 2008). Además, la realización de actividades físicas interválicas de alta intensidad podría tener un efecto significativamente positivo en la atención (Hsieh et al., 2021).

No se debe descartar la influencia de ejercicios de fuerza muscular, ya que el sistema músculo-esquelético se ha identificado como un órgano secretor que podría ejercer efectos endocrinos específicos en el funcionamiento cerebral (Ortega et al., 2017; Pedersen y Febbraio, 2012) también ha señalado que la fuerza muscular tiene un impacto significativo en las estructuras subcorticales, incluyendo los ganglios basales, que están relacionados con la atención (Chaddock et al., 2010). Además, parece que la actividad física antes de las actividades académicas puede beneficiar el desarrollo cognitivo de los estudiantes (Duncany y Johnson, 2014; Stylianou et al., 2016).

Según nuestros hallazgos, la actividad física de alta intensidad parece ser la más efectiva para mejorar la atención, de forma aguda, en comparación con los descansos pasivos o los descansos activos basados en la fuerza muscular con una intensidad moderada. Esta conclusión coincide con la revisión sistemática de Pastor-Vicedo et al. (2021), que encontró mayores beneficios en los descansos activos de alta intensidad de entre 5 y 10 minutos en comparación con 30 minutos de intensidad moderada. Esto sugiere que la actividad física de alta intensidad puede generar cambios cognitivos similares o incluso mayores que la actividad física de mayor duración, pero menor intensidad. En una investigación similar a la nuestra, Ma et al. (2015) implementaron un descanso activo basado en actividad física interválica de alta intensidad en escolares de 9 a 11 años encontrando mejoras en la atención selectiva con solo 4 minutos de actividad física, distribuidos en 8 series de 20 segundos de actividad y 10 segundos de descanso entre series. Otra investigación que utilizó un descanso activo de alta intensidad también obtuvo una mejora significativa en la atención selectiva en el grupo experimental en comparación con el grupo de control después de un programa de 12 minutos de carrera, lo que sugiere la importancia de la intensidad en la respuesta positiva sobre la atención (Niemann et al., 2013).

Otro estudio relevante en este contexto fue llevado a cabo por Janssen et al. (2014) y se centró en analizar los efectos inmediatos de los descansos escolares entre materias en la atención selectiva, con la participación de 123 estudiantes de 10 y 11 años. En este estudio, los participantes se distribuyeron en cuatro grupos experimentales. Uno de estos actuó como control y no realizó ningún tipo de descanso, continuando con la rutina lectiva. Los otros tres grupos experimentales llevaron a cabo diferentes tipos de descansos: uno consistía en un descanso pasivo que implicaba escuchar un cuento, otro se basaba en actividad física de intensidad moderada (como caminar, trotar, pases de balón y regate de balón), y el último en actividad física de alta intensidad (como correr, saltar con cuerda y carreras de relevos). Todos los grupos realizaron su respectiva condición experimental durante 15 minutos sin interrupciones. Los resultados de este estudio indicaron que los tres tipos de descansos mejoraron significativamente la atención selectiva en comparación con el grupo control. Además, se observó que el grupo que realizó actividad física de intensidad moderada mostró una mejora mayor en comparación con el grupo de descanso pasivo y el grupo de alta intensidad, lo que contrasta con los hallazgos de nuestra investigación. Esta discrepancia podría atribuirse

a las diferencias en el tipo de actividad física entre los dos estudios, la duración del descanso o el enfoque en la actividad interválica. También es importante destacar que Janssen et al. (2014) registraron los niveles de intensidad mediante acelerómetros, a diferencia de nuestra investigación, que utilizó pulsómetros. A pesar de estas diferencias, ambos estudios coinciden en que la actividad física durante los descansos tiene un efecto agudo positivo sobre la atención selectiva.

En cuanto a la fuerza muscular, solo se ha encontrado un estudio que analizó sus efectos sobre la atención selectiva en el contexto de los descansos activos (van den Berg et al., 2016). Este estudio involucró a 195 escolares de entre 10 y 13 años, distribuidos en tres condiciones experimentales diferentes (ejercicio aeróbico, coordinación y fuerza), todas incluyendo 10 minutos de actividad física de intensidad moderada. Sin embargo, este estudio no encontró mejoras significativas en la atención selectiva en ninguna de las condiciones experimentales. Los autores llegaron a la misma conclusión que nuestros resultados, es decir, que un descanso activo de 10 minutos de intensidad moderada basado en ejercicios de fuerza no tiene un efecto significativamente favorable en la atención selectiva.

Si bien nuestra investigación comparó tres condiciones experimentales de 10 minutos de duración cada una, es importante considerar la relación entre la intensidad de los descansos activos y dicha duración. Los resultados presentados sugieren que un solo descanso activo de alta intensidad mejora significativamente la atención sobre un descanso activo de intensidad moderada. En este sentido, un estudio realizado por Altenburg, Chinapaw y Singh (2016) llegó a una conclusión similar, al encontrar que un descanso activo de intensidad moderada de 20 minutos durante el día escolar no mejoró significativamente la atención selectiva de los estudiantes, mientras que realizar el mismo descanso dos veces durante el día sí tuvo un efecto positivo. Estos resultados, en conjunto con los de nuestra investigación, sugieren que un solo descanso activo de alta intensidad puede ser más beneficioso que un descanso activo de intensidad moderada, y que, si se opta por un descanso activo de intensidad moderada, su duración debe duplicarse, como se menciona en esta investigación.

Además de la intensidad y la duración de los descansos activos es importante considerar el compromiso cognitivo durante el descanso como un posible factor que pueda influir en los resultados. Esta variable no se tuvo en cuenta en los dos grupos que realizaron descansos activos en nuestra investigación, pero sí estuvo presente en el grupo de descanso pasivo debido a la lectura que realizaron. Schmidt et al. (2016) llevaron a cabo un estudio para analizar el efecto combinado de la actividad física y el compromiso cognitivo, estableciendo cuatro grupos con condiciones diversas. Este estudio concluyó que las mejoras en la atención selectiva se derivaban principalmente de los ejercicios cognitivos y no de la actividad física durante los descansos activos, que, según se entiende por la explicación proporcionada, se realizó a una intensidad moderada o de baja a moderada durante 10 minutos. Estos resultados contrastan con los de nuestra

investigación, que muestra que un descanso pasivo con compromiso cognitivo no tuvo efectos tan positivos como un descanso activo de alta intensidad sin compromiso cognitivo. Sin embargo, es importante destacar que nuestros resultados indicaron que un descanso pasivo con compromiso cognitivo tuvo efectos similares a un descanso activo de intensidad moderada sin compromiso cognitivo. Esto podría sugerir un aumento gradual en la mejora de la atención a medida que aumenta la intensidad de la actividad física. Presentándose solo cambios significativamente positivos al situarse en intensidades altas.

A pesar de la falta de evidencia clara en cuanto a los DA, este estudio se esfuerza por aportar nuevos resultados a través de una metodología que incluye tres condiciones experimentales distintas. El objetivo principal fue determinar qué tipo de descanso y a qué nivel de intensidad pueden ofrecer los mayores beneficios sobre la atención selectiva. Sin embargo, es importante señalar algunas limitaciones de esta investigación, como el tamaño reducido de la muestra, la ausencia de un grupo control que mantuviera la actividad académica sin ningún descanso, la disparidad de edades en los grupos experimentales, la falta de cegamiento del evaluador en relación a las condiciones experimentales y las diferencias no solo en el tipo de actividad física sino también en el componente cognitivo entre los grupos experimentales.

Un aspecto relevante que debería considerarse en futuras investigaciones, respaldado por Janssen et al. (2014) y respaldado por los hallazgos de este estudio, sería la influencia de la motivación de los estudiantes ante los descansos activos propuestos, ya que este factor podría tener un impacto significativo en los resultados. También se sugiere que se realicen nuevos estudios que comparen los efectos en la atención selectiva de dos o más descansos activos de ejercicio de intensidad moderada con un solo descanso de alta intensidad en una misma jornada escolar. De esta manera, se podría determinar si la implementación de múltiples descansos activos de alta intensidad produce una mejora superior en la atención selectiva en comparación con un solo descanso de esa intensidad.

A pesar de las limitaciones mencionadas, nuestros resultados sugieren que los descansos activos son una herramienta viable y efectiva que puede aplicarse en entornos educativos con el propósito de mejorar la atención selectiva de los estudiantes y reducir el comportamiento sedentario en las escuelas. Como indican investigaciones previas, los descansos activos también pueden tener un impacto positivo en el comportamiento, el tiempo dedicado a las tareas académicas y la asociación negativa con la falta de esfuerzo. Además, contribuyen al cumplimiento del 10% del tiempo diario de actividad física de intensidad moderada a vigorosa recomendado para los estudiantes (Masini et al., 2020; Stewart et al., 2019; Suarez-Manzano et al., 2018). También se ha demostrado que los descansos activos pueden implementarse antes de los exámenes sin afectar negativamente al rendimiento académico (Mavilidi, Ouwehand, Riley, Chandler y Paas, 2020). En última instancia, es importante destacar que los descansos activos son una

herramienta valiosa que permite incorporar conceptos académicos, y los docentes pueden aprender a aplicarlos con poco tiempo de formación (Mahar, 2011).

4. Perspectivas de futuro

La presente Tesis se planteaba con el objetivo de encontrar programas o estrategias que afrontaran la doble preocupación latente en los centros educativos, por un lado, los valores en condición física y composición corporal de los escolares y la atención en el aula de estos. Las estrategias y programas plasmados a lo largo de esta Tesis no consiguen abordar y mejorar de una sola vez la doble problemática, no obstante, sí que logran en su conjunto, plasmar dos soluciones prácticas y viables para ser implementadas en los centros educativos y así trabajar en la mejora de la condición física y la composición corporal y también sobre la atención de los escolares.

No obstante, así como se ha discutido anteriormente, para la mejora de la condición física y la composición corporal, se propone a los centros escolares la aplicación del programa de ejercicio interválico con tres sesiones semanales antes de la actividad académica. Además, así como se menciona en dicha discusión, parece ser que la actividad física de alta intensidad hubiera podido repercutir en unos mayores beneficios en un mayor número de variables analizadas respecto a la condición física y a la composición corporal, que una intensidad moderada-vigorosa como se desarrolla en el programa, debido a la búsqueda de la mejora, también, de la atención de los escolares. De tal modo, a partir del programa propuesto y de la discusión de los resultados, se proponen dos opciones de aplicación en los centros escolares y también se plantea, así como se mencionaba anteriormente, para futuras investigaciones. Una primera opción, enfocada a la mejora de la condición física y la composición corporal, sería el aumento de la intensidad del programa, pasando a desarrollarse a una intensidad vigorosa; de este modo debería analizarse si, así como se hipotetiza en la discusión del primer artículo de la Tesis, se consigue una mejora significativa en un mayor número de indicadores. Una segunda opción, sería no descartar el potencial que podría tener dicho programa para la mejora de la atención selectiva y sostenida de forma crónica, no obstante, así como se discute en el segundo artículo de la Tesis y al solo mostrarse una tendencia positiva, deberían analizarse los efectos crónicos de dicho programa con una implementación de mayor duración.

Sin embargo, al no haberse logrado la mejora de la atención de una forma crónica mediante el programa, la presente Tesis buscó una nueva estrategia para afrontar y abordar la segunda problemática escolar. De este modo, esta Tesis propone como una estrategia viable y práctica para ser implementada en los centros educativos, los descansos activos basados en actividad física interválica de alta intensidad, suponiendo un tiempo de 10 minutos, a lo largo de los cuales se involucre todo el cuerpo, suficientes, para lograr efectos agudos significativos a favor de la atención selectiva. No obstante, mediante esta estrategia podrían analizarse, después de su implementación

como programa, los efectos crónicos sobre la atención selectiva y extenderla a la atención sostenida. Pudiendo analizar al mismo tiempo si este tipo de programa sería capaz de afectar a la cognición y a los indicadores de salud física también abordados en la presente Tesis.

CONCLUSIONES

Conclusiones

1. Un programa de actividad física interválica de intensidad moderada-vigorosa desarrollado durante siete semanas en escolares, con tres sesiones semanales tiene efectos positivos en indicadores de condición física (mejora de la fuerza isométrica del tren superior) y de composición corporal (reducción del perímetro de cintura y del índice cintura/altura).
2. Un programa de actividad física interválica de intensidad moderada-vigorosa desarrollado durante siete semanas en escolares, con tres sesiones semanales, no tuvieron efectos sobre la atención selectiva y sostenida.
3. Un descanso activo basado en actividad física interválica de alta intensidad, llevado a cabo durante la jornada escolar en escolares, muestra efectos agudos en la mejora significativa de la atención selectiva en comparación con un descanso activo basado en actividad física interválica de intensidad moderada y con un descanso pasivo con compromiso cognitivo.

***REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS***

Referencias bibliográficas

- Alonso, J. (2017). Actividad Física y Neurociencia. En *I Congreso Nacional de Educación Física, Neuromotricidad y Aprendizaje*. Guadalajara: Ministerio de Educación y Formación Profesional.
- Altenburg, T. M., Chinapaw, M. J. M., & Singh, A. S. (2016). Effects of one versus two bouts of moderate intensity physical activity on selective attention during a school morning in Dutch primary schoolchildren: A randomized controlled trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *19*(10), 820–824. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.12.003>
- Álvarez-Bueno, C., Pesce, C., Cavero-Redondo, I., Sánchez-López, M., Martínez-Hortelano, J. A., & Martínez-Vizcaíno, V. (2017). The Effect of Physical Activity Interventions on Children's Cognition and Metacognition: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *56*(9), 729–738. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2017.06.012>
- Alves, C. R., Tessaro, V. H., Teixeira, L. A., Murakava, K., Roschel, H., Gualano, B., & Takito, M. Y. (2014). Influence of acute high-intensity aerobic interval exercise bout on selective attention and short-term memory tasks. *Perceptual & Motor Skills*, *118*(1), 63–72. <https://doi.org/10.2466/22.06.PMS.118k10w4>
- American College of Sports Medicine. (2017). *ACSM's Health-Related Physical Fitness Assessment*.
- Ardoy, D. N., Fernández-Rodríguez, J. M., Ruiz, J. R., Chillón, P., España-Romero, V., Castillo, M. J., y Ortega, F. B. (2011). Mejora de la condición física en adolescentes a través de un programa de intervención educativa: Estudio EDUFIT. *Revista Española de Cardiología*, *64*(6), 484–491. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2011.01.009>
- Atakan, M. M., & Li, Y. (2021). Evidence-Based Effects of High-Intensity Interval Training on Exercise Capacity and Health: A Review with Historical Perspective. *International journal of environmental research and public health*, *18*(13), 7201. <https://doi.org/10.3390/ijerph18137201>.
- Ballester, R., Huertas, F., Molina, E., & Sanabria, D. (2018). Sport participation and vigilance in children: Influence of different sport expertise. *Journal of Sport and Health Science*, *7*(4), 497–504. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2017.05.008>
- Ballester, R., Huertas, F., Yuste, F. J., Llorens, F., & Sanabria, D. (2015). The relationship between regular sports participation and vigilance in male and female adolescents. *PLoS ONE*, *10*(4), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123898>
- Baquet, G., Guinhouya, C., Dupont, G., Nourry, C., & Berthoin, S. (2004). Effects of a short-term interval training program on physical fitness in prepubertal children. *Journal of Strength And Conditioning Research*, *18*(4), 708–713.
- Bauer, N., Sperlich, B., Holmberg, H. C., & Engel, F. A. (2022). Effects of High-Intensity Interval Training in School on the Physical Performance and Health of Children and Adolescents: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports*

Medicine - Open, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00437-8>

- Ben-Zeev, T., Hirsh, T., Weiss, I., Gornstein, M., & Okun, E. (2020). The Effects of High-intensity Functional Training (HIFT) on Spatial Learning, Visual Pattern Separation and Attention Span in Adolescents. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 14(September), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2020.577390>
- Bond, B., Weston, K., Williams, C., & Barker, A. (2017). Perspectives on high-intensity interval exercise for health promotion in children and adolescents. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 8, 243–265.
- Bossmann, T., Woll, A., & Wagner, I. (2022). Effects of Different Types of High-Intensity Interval Training (HIIT) on Endurance and Strength Parameters in Children and Adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(11), 6855. <https://doi.org/10.3390/ijerph19116855>
- Brickenkamp, R. (2012). *D2, Test de atención*. Madrid: TEA Ediciones.
- Buchele, H., Schnabel, K., Templin, T., Colabianchi, N., & Chen, W. (2018). Impact of Coordinated-Bilateral Physical Activities on Attention and Concentration in School-Aged Children. *BioMed Research International*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/2539748>
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-Intensity Interval Training , Solutions to the Programming Puzzle. Part I: Cardiopulmonary Emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313–338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>
- Buckner, S. L., Jessee, M. B., Mattocks, K. T., Mouser, J. G., Counts, B. R., Dankel, S. J., & Loenneke, J. P. (2017). Determining Strength : A Case for Multiple Methods of Measurement. *Sports Medicine*, 47(2), 193–195. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0580-3>
- Bukvic, Z., Cirovic, D., & Nikolic, D. (2021). The importance of Physical Activity for tge development of motor skills of younger school age children. *Medicinski Podmladak*, 72(2), 34–39. <https://doi.org/10.5937/mp72-31878>
- Butte, N. F., Watson, K. B., Ridley, K., Zakeri, I. F., McMurray, R. G., Pfeiffer, K. A., ... Fulton, J. E. (2018). *A youth compendium of physical activities: Activity codes and metabolic intensities*. *Medicine and Science in Sports and Exercise* (Vol. 50). <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001430>
- Cadenas-Sanchez, C., Vanhelst, J., Ruiz, J. R., Castillo-Gualda, R., Libuda, L., Labayen, I., ... Ortega, F. B. (2017). Fitness and fatness in relation with attention capacity in European adolescents: The HELENA study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(4), 373–379. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.003>
- Calella, P., Mancusi, C., Pecoraro, P., Sensi, S., Sorrentino, C., Imoletti, M., ... Valerio, G. (2020). Classroom active breaks: A feasibility study in Southern Italy. *Health Promotion International*, 35(2), 373–380. <https://doi.org/10.1093/HEAPRO/DAZ033>
- Camacho-Cardenosa, A., Brazo-Sayavera, J., Camacho-Cardenosa, M., Marcos-Serrano, M., Timón, R., & Olcina, G. (2016). Effects of High Intensity Interval Training on fat mass parameters in adolescents. *Rev Esp Salud Pública*, 90, 1–9.
- Cao, M., Quan, M., & Zhuang, J. (2019). Effect of high-intensity interval training

- versus moderate-intensity continuous training on cardiorespiratory fitness in children and adolescents: A meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(1533), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ijerph16091533>
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. *Public Health Rep*, 100(2), 126–131.
- Castejón, F., y Alonso, D. (2004). Evaluación de las capacidades físicas básicas. In *La evaluación en educación física. Investigación y práctica en el ámbito escolar* (77–106). Barcelona: Graó.
- Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Vanpatter, M., Voss, M. W., Pontifex, M. B., ... Kramer, A. F. (2010). Basal Ganglia Volume Is Associated with Aerobic Fitness in Preadolescent Children. *Developmental Neuroscience*, 32, 249–256. <https://doi.org/10.1159/000316648>
- Chen, F., Wu, L., Chen, Y., Wang, J., Liu, J., Huang, G., ... Liu, G. (2023). A comparison of bioelectrical impedance analysis and air displacement plethysmography to assess body composition in children. *Frontiers in Public Health*, 11(1). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1164556>
- Chuensiri, N., Suksom, D., & Tanaka, H. (2018). Effects of High-Intensity Intermittent Training on Vascular Function in Obese Preadolescent Boys. *Childhood Obesity*, 14(1), 41–49. <https://doi.org/10.1089/chi.2017.0024>
- Ciria, L., Perakakis, P., Luque-Casado, A., Morato, C., & Sanabria, D. (2017). The relationship between sustained attention and aerobic fitness in a group of young adults. *PeerJ*, 5, e3831. <https://doi.org/https://doi.org/10.7717/peerj.3831>
- Cofré-Bolados, C., Sánchez-Aguilera, P., Zafra-Santos, E., y Espinoza-Salinas, A. (2016). Artículo de Revisión Entrenamiento aeróbico de alta intensidad: Historia y fisiología clínica del ejercicio. *Revista de La Universidad Industrial de Santander. Salud*, 48(3), 275–284. <https://doi.org/10.18273/revsal.v48n3-2016001>
- Cole, T. J., & Lobstein, T. (2012). Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatric Obesity*, 7(4), 284–294. <https://doi.org/10.1111/j.2047-6310.2012.Y00064.x>
- Comité Nacional de Medicina del Deporte Infantojuvenil. (2018). Entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes: beneficios, riesgos y recomendaciones. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 116(5), S82–S91. <https://doi.org/10.5546/aap.2018.s82>
- Contreras, O., Prieto-Ayuso, A., Leon, M. P., y Infantes-Paniagua, Á. (2017). El peso de la educación física en el horario escolar. *Didacticae*, 3, 91–101. <https://doi.org/10.1344/did.2018.3.91-101>
- Costigan, S. A., Eather, N., Plotnikoff, R. C., Taaffe, D. R., & Lubans, D. R. (2015). High-intensity interval training for improving health-related fitness in adolescents: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(19), 1253–1261. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094490>
- Costigan, S. A., Eather, N., Plotnikoff, R. C., Taaffe, D. R., Pollock, E., Kennedy, S. G., & Lubans, D. R. (2015). Preliminary efficacy and feasibility of embedding high

intensity interval training into the school day: A pilot randomized controlled trial. *Preventive Medicine Reports*, 2, 973–979. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2015.11.001>

- Cvetković, N., Stojanović, E., Stojiljković, N., Nikolić, D., Scanlan, A. T., & Milanović, Z. (2018). Exercise training in overweight and obese children: Recreational football and high-intensity interval training provide similar benefits to physical fitness. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 28, 18–32. <https://doi.org/10.1111/sms.13241>
- Daly-Smith, A., Hobbs, M., Morris, J. L., Defeyter, M. A., Resaland, G. K., & McKenna, J. (2021). Moderate-to-vigorous physical activity in primary school children: Inactive lessons are dominated by Maths and English. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ijerph18030990>
- Darby, K. P., Deng, S. W., Walther, D. B., & Sloutsky, V. M. (2020). The Development of Attention to Objects and Scenes: From Object-Biased to Unbiased. *Child Development*, 1–14. <https://doi.org/10.1111/cdev.13469>
- De Greeff, J. W., Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C., & Hartman, E. (2018). Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(5), 501–507.
- Delgado-Floody, P., Espinoza-Silva, M., Garcia-Pinillos, F., & Latorre-Roman, P. (2018). Effects of 28 weeks of high-intensity interval training during physical education classes on cardiometabolic risk factors in Chilean schoolchildren: a pilot trial. *European Journal of Pediatrics*, 177(7), 1019–1027. <https://doi.org/10.1007/s00431-018-3149-3>
- Doherty, A., & Forés, A. (2019). Physical Activity and Cognition: Inseparable in the Classroom. *Frontiers in Education*, 4. <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00105>
- Duncan, M., & Johnson, A. (2014). The effect of differing intensities of acute cycling on preadolescent academic achievement. *European Journal of Sport Science*, 14(3), 279–286. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.802372>
- Duncombe, S. L., Barker, A. R., Bond, B., Earle, R., Varley-Campbell, J., Vlachopoulos, D., ... Stylianou, M. (2022). School-based high-intensity interval training programs in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 17(5), e0266427. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266427>
- Erickson, K. I., Hillman, C., Stillman, C. M., Ballard, R. M., Bloodgood, B., Conroy, D. E., ... Powell, K. E. (2019). Physical Activity, Cognition, and Brain Outcomes: A Review of the 2018 Physical Activity Guidelines. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(6), 1242–1251. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001936>
- Esteban-Cornejo, I., Cadenas-Sanchez, C., Contreras-Rodriguez, O., Verdejo-Roman, J., Mora-Gonzalez, J., Migueles, J. H., ... Ortega, F. B. (2017). A whole brain volumetric approach in overweight/obese children: Examining the association with different physical fitness components and academic performance. The ActiveBrains project. *NeuroImage*, 159, 346–354.

<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.08.011>

- Fox, S. I., Naughton, J., & Haskell, W. (1971). Physical activity and the prevention of coronary heart disease. *Annals of Clinical Research*, 3, 404–432.
- Friedman, R. (2021). Cognition as a Mechanical Process. *NeuroSci*, 2(2), 141–150. <https://doi.org/10.3390/neurosci2020010>
- Gall, S., Adams, L., Joubert, N., Ludyga, S., Müller, I., Nqweniso, S., ... Gerber, M. (2018). Effect of a 20-week physical activity intervention on selective attention and academic performance in children living in disadvantaged neighborhoods: A cluster randomized control trial. *PLoS ONE*, 13(11), e0206908.
- Gallotta, M. C., Emerenziani, G. Pietro, Iazzoni, S., Meucci, M., Baldari, C., & Guidetti, L. (2015). Impacts of coordinative training on normal weight and overweight/obese children's attentional performance. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9(577), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00577>
- Gallotta, M. C., Guidetti, L., Franciosi, E., Emerenziani, G. Pietro, Bonavolontà, V., & Baldari, C. (2012). Effects of Varying Type of Exertion on Children's Attention Capacity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(3), 550–555. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182305552>
- Gao, Y., Li, D., Chen, X., & Zhu, J. (2023). Attention-Based Mechanisms for Cognitive Reinforcement Learning. *Applied Sciences*, 13(13), 7361. <https://doi.org/10.3390/app13137361>
- García-Solano, M., Gutiérrez-González, E., López-Sobaler, A. M., Dal Re Saavedra, M. Á., Robledo de Dios, T., Villar-Villalba, C., ... Pérez-Farinós, N. (2021). Weight status in the 6 to 9 year-old school population in Spain: Results of the ALADINO 2015 Study. *Anales de Pediatría*, 94(6), 366–376. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.05.026>
- Gato, A., Alonso, M. I., Lamus, F., & Miyan, J. (2020). Neurogenesis: A process ontogenically linked to brain cavities and their content, CSF. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 102, 21–27. <https://doi.org/10.1016/j.semcd.2019.11.008>
- Geertsen, S. S., Thomas, R., Larsen, M. N., Dahn, I. M., Andersen, J. N., Krause-Jensen, M., ... Lundbye-Jensen, J. (2016). Motor skills and exercise capacity are associated with objective measures of cognitive functions and academic performance in preadolescent children. *PLoS ONE*, 11(8), e0161960. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161960>
- Gelabert, J., Muntaner-Mas, A., y Palou, P. (2020). Efectos de un programa de ejercicio interválico de intensidad moderada-vigorosa sobre la condición física y la composición corporal en escolares de 11 y 12 años. *Nutrición Hospitalaria*, 37(3), 514–523. <https://doi.org/10.20960/nh.02894>
- Gelbart, M., Ziv-Baran, T., Williams, C. A., Yarom, Y., & Dubnov-Raz, G. (2016). Prediction of Maximal Heart Rate in Children and Adolescents. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 0(0), 1–6. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000315>
- Gilbert, F., & Labonte, E. (2021). Enhancing Sustained Attention. *Bus Inf Syst Eng*, 63, 653–668. <https://doi.org/10.1007/s12599-021-00701-3>
- Gillen, J. B., Martin, B. J., MacInnis, M. J., Skelly, L. E., Tarnopolsky, M. A., &

- Gibala, M. J. (2016). Twelve Weeks of Sprint Interval Training Improves Indices of Cardiometabolic Health Similar to Traditional Endurance Training despite a Five-Fold Lower Exercise Volume and Time Commitment. *PLoS ONE*, *11*(4), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154075>
- Grao-Cruces, A., Conde-Caveda, J., Cuenca-García, M., Nuviala, R., Pérez-Bey, A., Martín-Acosta, F., & Castro-Piñero, J. (2020). Temporal Trends of Compliance With School-Based Physical Activity Recommendations Among Spanish Children, 2011–2018. *Journal of Physical Activity and Health*, *17*(7), 756–761.
- Grao-Cruces, A., Fernández-Martínez, A., y Nuviala, A. (2017). Asociación entre condición física y autoconcepto físico en estudiantes españoles de 12-16 años. *Revista Latinoamericana de Psicología*, *49*(2), 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.rlp.2016.09.002>
- Gunnell, K. E., Poitras, V. J., LeBlanc, A., Shibli, K., Barbeau, K., Hedayati, N., ... Tremblay, M. S. (2019). Physical activity and brain structure, brain function, and cognition in children and youth: A systematic review of randomized controlled trials. *Mental Health and Physical Activity*, *16*, 105–127.
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *The Lancet Child and Adolescent Health*, *4*(1), 23–35. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2)
- Guzauskas, D., & Sukys, S. (2021). Teachers' and parents' perspectives on promoting primary school children's physical activity at school: A qualitative study. *Sustainability*, *13*(23). <https://doi.org/10.3390/su132313287>
- Hajar, M. S., Rizal, H., & Kuan, G. (2019). Effects of physical activity on sustained attention: a systematic review. *Scientia Medica*, *29*(2), e32864. <https://doi.org/10.15448/1980-6108.2019.2.32864>
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews. Neuroscience*, *9*(1), 58–65. <https://doi.org/10.1038/nrn2298>
- Hsieh, S. S., Chueh, T. Y., Huang, C. J., Kao, S. C., Hillman, C. H., Chang, Y. K., & Hung, T. M. (2021). Systematic review of the acute and chronic effects of high-intensity interval training on executive function across the lifespan. *Journal of Sports Sciences*, *39*(1), 10–22. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1803630>
- Huber, M., Van Vliet, M., Giezenberg, M., Winkens, B., Heerkens, Y., Dagnelie, P. C., & Knottnerus, J. A. (2016). Towards a “patient-centred” operationalisation of the new dynamic concept of health: A mixed methods study. *BMJ Open*, *6*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010091>
- Infantes-paniagua, Á., Silva, A. F., Ramirez-Campillo, R., Sarmiento, H., González-Fernández, F., González-Víllora, S., & Clemente, F. M. (2021). Active School Breaks and Students' Attention: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Brain Sciences*, *11*(675).
- Instituto Nacional de Estadística. (2016). Clasificación Nacional de Educación 2014. Madrid.

- Janssen, M., Chinapaw, M. J. M., Rauh, S. P., Toussaint, H. M., Van Mechelen, W., & Verhagen, E. A. L. M. (2014). A short physical activity break from cognitive tasks increases selective attention in primary school children aged 10-11. *Mental Health and Physical Activity*, 7(3), 129–134. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2014.07.001>
- Keller, A. S., Davidesco, I., & Tanner, K. D. (2020). Attention Matters: How Orchestrating Attention May Relate to Classroom Learning. *CBE—Life Sciences Education*, 19(3), 1–9. <https://doi.org/10.1187/cbe.20-05-0106>
- Khalafi, M., & Symonds, M. E. (2020). The impact of high-intensity interval training on inflammatory markers in metabolic disorders: A meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 30(11), 2020–2036. <https://doi.org/10.1111/sms.13754>
- Klamm, M. M., Duck, A. A., Welsch, M. A., Yan, Y., Torres, E. R., Wade, B., ... Zhang, L. (2022). Dispersion of daily physical activity behaviors in school-age children: A novel approach to measure patterns of physical activity. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing*, 27(3). <https://doi.org/10.1111/jspn.12364>
- Kubesch, S., Walk, L., Spitzer, M., Kammer, T., Lainburg, A., Heim, R., & Hille, K. (2009). A 30-Minute Physical Education Program Improves Students' Executive Attention. *Mind, Brain, and Education*, 3(4), 235–242. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2009.01076.x>
- Lambrick, D., Kaufmann, S., Stoner, L., & Faulkner, J. (2016). The effectiveness of a high-intensity games intervention on improving indices of health in young children. *Journal of Sports Sciences*, 34(3), 190–198. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1048521>
- Lambrick, D., Stoner, L., Grigg, R., & Faulkner, J. (2016). Effects of continuous and intermittent exercise on executive function in children aged 8-10 years. *Psychophysiology*, 53(9), 1335–1342. <https://doi.org/10.1111/psyp.12688>
- Lambrick, D., Westrupp, N., Kaufmann, S., Stoner, L., & Faulkner, J. (2016). The effectiveness of a high-intensity games intervention on improving indices of health in young children. *Journal of Sports Sciences*, 34(3), 190–198. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1048521>
- Larsen, M. N., Nielsen, C. M., Ørntoft, C., Randers, M. B., Helge, E. W., Madsen, M., ... Krustrup, P. (2017). Fitness effects of 10-month frequent low-volume ball game training or interval running for 8-10-year-old school children. *BioMed Research International*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/2719752>
- Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93–101. <https://doi.org/10.1080/02640418808729800>
- Leo, F. M., García-Fernández, J. M., Sánchez-Oliva, D., Pulido, J. J., y García-Calvo, T. (2016). Validación del cuestionario de motivación en Educación Física en educación primaria (CMEF-EP). *Universitas Psychologica*, 15(1), 315–326. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy15-1.vmpe>
- Leonardi, F. (2018). The Definition of Health: Towards New Perspectives. *International Journal of Health Services*, 48(4), 735–748. <https://doi.org/10.1177/0020731418782653>

- Lister, N. B., Baur, L. A., Felix, J. F., Hill, A. J., Marcus, C., Reinehr, T., ... Wabitsch, M. (2023). Child and adolescent obesity. *Nature Reviews Disease Primers*, 9(24). <https://doi.org/10.1038/s41572-023-00435-4>
- Llorente, C., Oca, J., Solana, A., y Ortíz, T. (2012). Mejora de la atención y de áreas cerebrales asociadas en niños de edad escolar a través de un programa neurocognitivo. *Segunda Época*, 1(1), 47–59.
- Lloyd, R. S., Faigenbaum, A. D., Stone, M. H., Oliver, J. L., Jeffreys, I., Moody, J. A., ... Myer, G. D. (2014). Position statement on youth resistance training: The 2014 International Consensus. *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 498–505. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092952>
- Ługowska, K., Kolanowski, W., & Trafialek, J. (2023). Increasing Physical Activity at School Improves Physical Fitness of Early Adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph20032348>
- Luque-Casado, A., Perakakis, P., Hillman, C. H., Kao, S. C., Llorens, F., Guerra, P., & Sanabria, D. (2016). Differences in Sustained Attention Capacity as a Function of Aerobic Fitness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(5), 887–895. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000857>
- Luque-Casado, A., Zabala, M., Morales, E., Mateo-March, M., & Sanabria, D. (2013). Cognitive Performance and Heart Rate Variability: The Influence of Fitness Level. *PLoS ONE*, 8(2), e56935. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056935>
- Luque, V., Escribano, J., Zaragoza-Jordana, M., Rubio-Torrents, C., Ferré, N., Gispert-Llaurado, M., & Closa-Monasterolo, R. (2014). Biompedance in 7-year-old children: validation by dual X-ray absorptiometry – part 2: assessment of segmental composition. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 64, 144–155. <https://doi.org/10.1159/000363252>
- Ma, J. K., Le Mare, L., & Gurd, B. J. (2015). Four minutes of in-class high-intensity interval activity improves selective attention in 9- to 11-year olds. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(3), 238–244. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0309>
- Mahar, M. T. (2011). Impact of short bouts of physical activity on attention-to-task in elementary school children. *Preventive Medicine*, 52(SUPPL.), S60–S64. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.026>
- Manchola-González, J., Bagur-Calafat, C., y Girabent-Farrés, M. (2017). Fiabilidad de la versión española del cuestionario de actividad física PAQ-C. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 17, 139–152.
- Manzano-Carrasco, S., Felipe, J. L., Sanchez-Sanchez, J., Hernandez-Martin, A., Gallardo, L., & Garcia-Unanue, J. (2020). Weight status, adherence to the mediterranean diet, and physical fitness in spanish children and adolescents: The active health study. *Nutrients*, 12(6), 1–14. <https://doi.org/10.3390/nu12061680>
- Martínez-Gómez, D., Martínez-De-Haro, V., Pozo, T., Welk, G. J., Villagra, A., Calle, M. E., ... Veiga, O. L. (2009). Fiabilidad y validez del cuestionario de actividad física PAQ-A en adolescentes españoles. *Revista Española de Salud Pública*,

83(3), 427–439. <https://doi.org/10.1590/S1135-57272009000300008>

- Martland, R., Mondelli, V., Gaughran, F., Stubbs, B., Martland, R., Mondelli, V., ... Gaughran, F. (2020). Can high-intensity interval training improve physical and mental health outcomes? A meta-review of 33 systematic reviews across the lifespan meta-review of 33 systematic reviews across the lifespan. *Journal of Sports Sciences*, 38(4), 430–469. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1706829>
- Masini, A., Marini, S., Gori, D., Leoni, E., Rochira, A., & Dallolio, L. (2020). Evaluation of school-based interventions of active breaks in primary schools: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(4), 377–384. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.10.008>
- Mateos-Aparicio, P., & Rodríguez-Moreno, A. (2019). The Impact of Studying Brain Plasticity. *Front. Cell. Neurosci.*, 13, 1–5. <https://doi.org/10.3389/fncel.2019.00066>
- Mavilidi, M. F., Ouwehand, K., Riley, N., Chandler, P., & Paas, F. (2020). Effects of an acute physical activity break on test anxiety and math test performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph17051523>
- Michalsky, M. P., Inge, T. H., Simmons, M., Jenkins, T. M., Buncher, R., Helmrath, M., ... Urbina, E. M. (2015). Cardiovascular risk factors in severely obese adolescents the teen longitudinal assessment of bariatric surgery (Teen-LABS) study. *JAMA Pediatrics*, 169(5), 438–444. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2014.3690>
- Mirwald, R., Baxter-Jones, A., Bailey, D., & Beunen, G. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science Sports Exercise*, 34(4), 689–694.
- Moreau, D., & Chou, E. (2019). The Acute Effect of High-Intensity Exercise on Executive Function: A Meta-Analysis. *Perspectives on Psychological Science*, 14(5), 734–764. <https://doi.org/10.1177/1745691619850568>
- Moreau, D., Kirk, I. J., & Waldie, K. E. (2017). High-intensity training enhances executive function in children in a randomized, placebo-controlled trial. *ELife*, 6, 1–26. <https://doi.org/10.7554/eLife.25062>
- Moreno, J. A., González-Cutre, D., Martínez, C., Alonso, N., y López, M. (2008). Propiedades psicométricas de la Physical Activity Enjoyment Scale (PACES) en el contexto español. *Estudios de Psicología*, 29(2), 173–180.
- Motl, R. W., Dishman, R. K., Saunders, R., Dowda, M., Felton, G., & Pate, R. R. (2001). Measuring Enjoyment of Physical Activity in Adolescent Girls. *American Journal of Preventive Medicine*, 21(2), 110–117. [https://doi.org/10.1016/S0749-3797\(01\)00326-9](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(01)00326-9)
- Muñoz-Parreño, J. A., Belando-Pedreño, N., Torres-Luque, G., & Valero-Valenzuela, A. (2020). Improvements in physical activity levels after the implementation of an active-break-model-based program in a primary school. *Sustainability*, 3592. <https://doi.org/10.3390/SU12093592>
- Muntaner-Mas, A., & Palou, P. (2017). Effects of Hight Intensity Interval Training (HIIT) intervention amongst school adolescents. *Journal of Physical Education &*

Health, 6(10), 19–25.

- Murphy, D. H., & Castel, A. D. (2023). Responsible attention: the effect of divided attention on metacognition and responsible remembering. *Psychological Research*, 87(4), 1085–1100. <https://doi.org/10.1007/s00426-022-01711-w>
- Neil-Sztramko, S. E., Caldwell, H., & Dobbins, M. (2021). School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (9). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007651.pub3>
- Nicolaidis, S. (2019). Environment and obesity. *Metabolism Clinical and Experimental*, 100, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2019.07.006>
- Niemann, C., Wegner, M., Voelcker-Rehage, C., Holzweg, M., Arafat, A. M., & Budde, H. (2013). Influence of acute and chronic physical activity on cognitive performance and saliva testosterone in preadolescent school children. *Mental Health and Physical Activity*, 6(3), 197–204. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2013.08.002>
- Ordóñez, A. F., Polo, B., Lorenzo, A., y Shaoliang, Z. (2019). Efectos de una intervención de actividad física escolar en la preadolescencia. *Apunts Educación Física y Deportes*, (136), 49–61. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2019/2\).136.04](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2019/2).136.04)
- Organización Internacional del Trabajo. (2008). *Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones*. Ginebra.
- Organización Mundial de la Salud. (2020). *Recomendaciones Mundiales sobre Actividad Física para la salud*. Ginebra.
- Ortega, F. B., Campos, D., Cadenas-Sanchez, C., Altmäe, S., Martínez-Zaldívar, C., Martín-Matillas, M., ... Campoy, C. (2017). Physical fitness and shapes of subcortical brain structures in children. *British Journal of Nutrition*, 1–10. <https://doi.org/10.1017/S0007114516001239>
- Ortega, P. (2013). *Educación Física para la salud*. Barcelona: INDE.
- Paschen, L., Lehmann, T., Kehne, M., & Baumeister, J. (2019). Effects of acute physical exercise with low and high cognitive demands on executive functions in children: A systematic review. *Pediatric Exercise Science*, 31(3), 267–281. <https://doi.org/10.1123/pes.2018-0215>
- Pastor-Vicedo, J. C., Prieto-Ayuso, A., Pérez, S. L., & Martínez-Martínez, J. (2021). Active breaks and cognitive performance in pupils: A systematic review. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 146, 11–23. [https://doi.org/10.5672/APUNTS.2014-0983.ES.\(2021/4\).146.02](https://doi.org/10.5672/APUNTS.2014-0983.ES.(2021/4).146.02)
- Pedersen, B. K., & Febbraio, M. A. (2012). Muscles, exercise and obesity: Skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology*, 8(8), 457–465. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2012.49>
- Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The Attention System of the Human Brain : 20 Years After. *Annual Review Of Neuroscience*, 35(March), 73–89. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>

- Pontifex, M. B., Scudder, M. R., Drollette, E. S., & Hillman, C. H. (2012). Fit and Vigilant: The Relationship Between Poorer Aerobic Fitness and Failures in Sustained Attention During Preadolescence. *Neuropsychology*, *26*(4), 407–413. <https://doi.org/10.1037/a0028795>
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review Of Neuroscience*, *13*, 25–42.
- Reloba-Martínez, S., Reigal-Garrido, R. E., Hernández-Mendo, A., Martínez-López, E. J., Martín-Tamayo, I., y Chiroso-Ríos, L. J. (2017). Efectos del ejercicio físico extracurricular vigoroso sobre la atención de escolares. *Revista de Psicología Del Deporte*, *26*(2), 29–36.
- Ringdal, K., Ringdal, G. I., Olsen, H. K., Mamen, A., & Fredriksen, P. M. (2018). Quality of life in primary school children: The Health Oriented Pedagogical Project (HOPP). *Scandinavian Journal of Public Health*, *46*(Suppl 21), 68–73. <https://doi.org/10.1177/1403494818767821>
- Ríos, Y., Navarro, R., Arufe, V., y Pérez, J. A. (2018). Evaluación de un programa de actividad física mediante juegos populares en escolares de Educación Primaria. *Retos*, *34*, 108–113.
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Boer, N. F., Peoples, J. A., Foreman, A. J., Dabayeb, I. M., ... Thompkins, T. (2000). Children's OMNI scale of perceived exertion: Mixed gender and race validation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *32*(2), 452–458. <https://doi.org/10.1097/00005768-200002000-00029>
- Rodríguez-Ayllon, M., Cadenas-Sanchez, C., Esteban-Cornejo, I., Migueles, J. H., Mora-Gonzalez, J., Henriksson, P., ... Ortega, F. B. (2018). Physical fitness and psychological health in overweight/obese children: A cross-sectional study from the ActiveBrains project. *Journal of Science and Medicine in Sport* (Vol. 21). Sports Medicine Australia. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.019>
- Rogol, A. D., Clark, P. A., & Roemmich, J. N. (2000). Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity 1 – 4. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *72*(2), 521S-528S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.2.521S>
- Roman-Viñas, B., Zazo, F., Martínez-Martínez, J., Aznar-Laín, S., & Serra-Majem, L. (2018). Results From Spain's 2018 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. *Journal of Physical Activity and Health*, *15*(Suppl 2), 411–412. <https://doi.org/10.1123/jpah.2016-0308>
- Rosa, A., Eliseo, G., y Carrillo, P. J. (2019). Relación entre capacidad aeróbica y el nivel de atención en escolares de primaria. *Retos*, *35*, 36–41.
- Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., España-Romero, V., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca, M. A. M., ... Castillo, M. J. (2011). Field-based fitness assessment in young people: The ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, *45*(6), 518–524. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.075341>
- Ruiz, J. R., España-Romero, V., Castro, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Jiménez, D., ... Castillo, M. J. (2011). The ALPHA Health-Related Fitness Test Battery for Children and Adolescents. *Nutrición Hospitalaria*, *26*(6), 1199–1200.

<https://doi.org/10.1590/S0212-16112011000600001>

- Schmidt, M., Benzing, V., & Kamer, M. (2016). *Classroom-Based Physical Activity Breaks and Children's Attention: Cognitive Engagement Works! Frontiers in Psychology* (Vol. 7). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01474>
- Segovia, Y., & Gutiérrez, D. (2020). Effect of a game-based high intensity interval training program on body composition in primary education: Comparison of the sport education model and traditional methodology. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(2), 791–799. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.02113>
- Servera, M., y Llabrés, J. (2004). CSAT Tarea de Atención Sostenida en la Infancia. Resumen Manual CSAT. Madrid: TEA Ediciones.
- Servera, M., y Llabrés, J. (2015). CSAT-R. Tarea de Atención Sostenida en la Infancia-Revisada. Madrid: TEA Ediciones.
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2007). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919–932. <https://doi.org/10.1080/02640410500457109>
- Singh, A. S., Saliassi, E., Berg, V. van den, Uijtdewilligen, L., Groot, R. H. M. de, Jolles, J., ... Chinapaw, M. J. M. (2019). Effects of physical activity interventions on cognitive and academic performance in children and adolescents: a novel combination of a systematic review and recommendations from an expert panel. *British Journal of Sports Medicine*, 53, 640–647. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2017-098136>
- Stewart, G., Webster, C. A., Stodden, D. F., Brian, A., Egan, C. A., & Weaver, R. G. (2019). The association of children's participation in school physical activity opportunities with classroom conduct. *International Journal of Educational Research*, 97, 22–28. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.06.008>
- Stylianou, M., Kulinna, P. H., van der Mars, H., Mahar, M. T., Adams, M. A., & Amazeen, E. (2016). Before-school running/walking club: Effects on student on-task behavior. *Preventive Medicine Reports*, 3, 196–202. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2016.01.010>
- Suarez-Manzano, S., Ruiz-Ariza, A., Lopez-Serrano, S., y Martínez López, E. J. (2018). Descansos activos para mejorar la atención en clase: Intervenciones educativas. *Profesorado*, 22(4), 287–304. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i4.8417>
- Szabo-Reed, A. N., Willis, E. A., Lee, J., Hillman, C. H., Washburn, R. A., & Donnelly, J. E. (2017). Impact of Three Years of Classroom Physical Activity Bouts on Time-on-Task Behavior. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 49(11), 2343–2350. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001346>
- Tomprowski, P. D., McCullick, B., Pendleton, D. M., & Pesce, C. (2015). Exercise and children's cognition: The role of exercise characteristics and a place for metacognition. *Journal of Sport and Health Science*, 4, 47–55. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.09.003>
- Tompuri, T., Lakka, T., Hakulinen, M., Lindi, V., Laaksonen, D., Kilpeläinen, T., ... Laitinen, T. (2015). Assessment of body composition by dual-energy X-ray absorptiometry, bioimpedance analysis and anthropometrics in children: the

- Physical Activity Nutrition in Childrem study. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 35(21–33). <https://doi.org/10.1111/cpf.12118>
- Toomey, C. M., Cremona, A., Norton, C., & Hughes, K. (2015). A Review of Body Composition Measurement in the Assessment of Health. *Topics in Clinical Nutrition*, 30(1), 16–32. <https://doi.org/10.1097/TIN.0000000000000017>
- Tseng, W. Y., Rekik, G., Chen, C. H., Clemente, F. M., Bezerra, P., Crowley-McHattan, Z. J., & Chen, Y. S. (2021). Effects of 8-Week FIFA 11+ for kids intervention on physical fitness and attention in elementary school children. *Journal of Physical Activity and Health*, 18(6), 686–693. <https://doi.org/10.1123/jpah.2020-0823>
- Van Biljon, A., McKune, A. J., DuBose, K. D., Kolanisi, U., & Semple, S. J. (2018). Short-term high-intensity interval training is superior to moderate-intensity continuous training in improving cardiac autonomic function in children. *Cardiology (Switzerland)*, 141(1), 1–8. <https://doi.org/10.1159/000492457>
- Van Biljon, A., McKune, A. J., DuBose, K. D., Kolanisi, U., & Semple, S. J. (2018). Do Short-Term Exercise Interventions Improve Cardiometabolic Risk Factors in Children? *Journal of Pediatrics*, 203, 325–329. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.07.067>
- Van den Berg, V., Saliassi, E., De Groot, R. H., Chinapaw, M. J. M., & Singh, A. S. (2019). Improving Cognitive Performance of 9 – 12 Years Old Children: Just Dance? A Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Psychology*, 10(174), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00174>
- Van den Berg, V., Saliassi, E., de Groot, R. H. M., Jolles, J., Chinapaw, M., & Singh, A. (2016). Physical Activity in the School Setting: Cognitive Performance Is Not Affected by Three Different Types of Acute Exercise. *Frontiers in Psychology*, 7(723), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00723>
- Vandoni, M., Calcaterra, V., Pellino, V. C., De Silvestri, A., Marin, L., Zuccotti, G. V., ... Lovecchio, N. (2021). “Fitness and Fatness” in Children and Adolescents: An Italian Cross-Sectional Study. *Children*, 8(9), 3–11. <https://doi.org/10.3390/children8090762>
- Vanhelst, J., Béghin, L., Duhamel, A., Manios, Y., Molnar, D., De Henauw, S., ... Gottrand, F. (2016). Physical Activity Is Associated with Attention Capacity in Adolescents. *The Journal of Pediatrics*, 168, 126–131. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.09.029>
- Villa-González, E., Barranco-Ruiz, Y., Evenson, K. R., & Chillón, P. (2018). Systematic review of interventions for promoting active school transport. *Preventive Medicine*, 111, 115–134. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2018.02.010>
- Watson, A., Timperio, A., Brown, H., Best, K., & Hesketh, K. D. (2017). Effect of classroom-based physical activity interventions on academic and physical activity outcomes: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0569-9>
- Watts, A., Andrews, S. J., & Anstey, K. J. (2018). Sex Differences in the Impact of BDNF Genotype on the Longitudinal Relationship between Physical Activity and

Cognitive Performance. *Gerontology*, 64(4), 361–372.
<https://doi.org/10.1159/000486369>

- Weston, K. L., Azevedo, L. B., Bock, S., Weston, M., George, K. P., & Batterham, A. M. (2016). Effect of Novel , School-Based High-Intensity Interval Training (HIT) on Cardiometabolic Health in Adolescents: Project FFAB (Fun Fast Activity Blasts) - An Exploratory Controlled Before-And-After Trial. *PLoS ONE*, 11(8), e0159116. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159116>
- Wilson, A. N., Olds, T., Lushington, K., Parvazian, S., & Dollman, J. (2018). Active School Lesson Breaks Increase Daily Vigorous Physical Activity, But Not Daily Moderate to Vigorous Physical Activity in Elementary School Boys. *Pediatric Exercise Science*, 29(1). <https://doi.org/10.1123/pes.2016-0057>
- Wilson, A. N., Olds, T., Lushington, K., Petkov, J., & Dollman, J. (2016). The impact of 10-minute activity breaks outside the classroom on male students' on-task behaviour and sustained attention: A randomised crossover design. *Acta Paediatrica*, 105(4), e181–e188. <https://doi.org/10.1111/apa.13323>
- Wirt, T., Schreiber, A., Kesztyus, D., & Steinacker, J. M. (2015). Early Life Cognitive Abilities and Body Weight: Cross-Sectional Study of the Association of Inhibitory Control, Cognitive Flexibility, and Sustained Attention with BMI Percentiles in Primary School Children. *Journal of Obesity*, 534651, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2015/534651>
- Yuksel, H. S., Şahin, F. N., Maksimovic, N., Drid, P., & Bianco, A. (2020). School-based intervention programs for preventing obesity and promoting physical activity and fitness: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph17010347>