

**Efectos de la actividad física sobre la calidad del  
sueño: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

**Maël RUMEN, Hugo CIPOLLA**

**Trabajo Final de Grado**



**Universidad  
Europea VALENCIA**

**FACULTAD DE FISIOTERAPIA**

**UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA**

**VALENCIA**

**Curso 2022-2023**

**Efectos de la actividad física sobre la calidad del  
sueño: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

**TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR:**

Maël RUMEN, Hugo CIPOLLA

**TUTORA DEL TRABAJO:**

Diana GALLEGO DE MARCOS

**FACULTAD DE FISIOTERAPIA  
UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA**

**VALENCIA**

**Curso 2022-2023**

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>LISTADO DE SÍMBOLOS Y SIGLAS .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>RESUMEN GENERAL Y PALABRAS CLAVES .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ABSTRACT AND KEYWORDS .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>MATERIAL Y MÉTODO .....</b>	<b>9</b>
6.1	Criterios de selección.....	10
6.2	Variables .....	10
6.2.1	Medición de la intensidad de la actividad física.....	10
6.2.2	Medición del sueño.....	10
6.3	Calidad metodológica de los artículos .....	13
<b>7</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>19</b>
<b>10</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>20</b>
<b>11</b>	<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>27</b>
<b>12</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>28</b>

# 1 LISTADO DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

- CPSQI = Chinese Version of the Pittsburgh Sleep Quality Index
- EEG = Electroencefalograma
- EOG = Electrooculograma
- EMG = Electromiograma
- EMG = Electroestimulación Muscular
- ESS = Epworth Sleepiness Scale
- HIIT = High Intensity Interval Training
- MIIT = Moderate Intensity Interval Training
- NAASO = Number of Awakening After Sleep Onset
- NREM = Non-Rapid Eye Movement
- OMS = Organización Mundial de la Salud
- OSA = Obstructive Sleep Apnea
- PSG = Polisomnografía
- PSQI = Pittsburgh Sleep Quality Index
- REM = Rapid Eye Movement
- SE = Sleep Efficiency
- SOL = Sleep Onset Latency
- SSS = Stanford Sleepiness Scale
- SWS = Slow Wave Sleep
- TST = Total Sleep Time
- WASO = Wake After Sleep Onset

## 2 RESUMEN GENERAL Y PALABRAS CLAVES

**Introducción:** El sueño desempeña un papel importante en la salud de un individuo, que a menudo se olvida en nuestra sociedad. Los trastornos del sueño afectan a entre 50 y 70 millones de personas en Estados Unidos. A pesar de los numerosos riesgos asociados a la falta de sueño, la gente sigue ignorándolo. Otro gran problema social es el sedentarismo, con el desarrollo de nuevas tecnologías que conducen a una disminución de la necesidad de actividad física de los seres humanos, la gente se mueve menos. Estos dos problemas parecen tener estrecha relación.

**Objetivos:** Analizar los efectos de la actividad física sobre el sueño, con las modalidades óptimas de ejercicio e identificar las fases del sueño más impactadas por la práctica de actividad física.

**Material y método:** Se realizó una revisión bibliográfica mediante el análisis de ensayos controlados aleatorizados, estudios cruzados aleatorizados, un estudio prospectivo abierto y un estudio cuasiexperimental. Estos artículos se obtuvieron en las bases de datos *Pubmed*, *PEdro* y *Scopus* con fechas de publicación entre 2013 y 2023. La calidad metodológica de los artículos incluidos se analizó mediante la Escala de Valoración de la Calidad Metodológica de PEDro con puntuaciones igual o superiores a 5. Al final, quedaron 12 artículos.

**Resultados y discusión:** Los 12 artículos permitieron identificar los tipos de ejercicios eficaces para mejorar los trastornos del sueño en adultos sanos. De hecho, los resultados de los diferentes artículos coinciden en que la intensidad moderada del ejercicio aporta más beneficios en comparación a las otras intensidades. En general, independientemente de la edad de los sujetos, los ejercicios físicos tienen efectos significativos sobre la mejora del sueño. Se recomienda realizarlos 4 horas antes de acostarse para optimizar sus posibilidades de mejorar el sueño. Con PSG, la fase NREM con ondas lentas fue la más afectada por la actividad física

**Conclusión:** El ejercicio tiene efectos beneficiosos subjetivos y objetivos sobre el sueño en personas adultas y sanas. Se pueden optimizar esos beneficios ajustando las modalidades del ejercicio.

**Palabras claves:** Ejercicio, Calidad del sueño, Adultos, Sano

### 3 ABSTRACT AND KEYWORDS

**Introduction:** Sleep plays an important role in an individual's health, which is often forgotten in our society. Sleep disorders affect between 50 and 70 million people in the United States. Despite the numerous risks associated with lack of sleep, people continue to ignore it. Another major social problem is sedentary lifestyles, with the development of new technologies leading to a decrease in human beings' need for physical activity, people are moving less. These two problems seem to be closely related.

**Objectives:** To analyze the effects of physical activity on sleep, with optimal exercise modalities and to identify the sleep phases most impacted by the practice of physical activity.

**Method:** A literature review was performed by analyzing randomized controlled trials, randomized crossover studies, an open prospective study, and a quasi-experimental study. These articles were obtained from Pubmed, PEDro and Scopus databases with publication dates between 2013 and 2023. The methodological quality of the included articles was analyzed using the PEDro Methodological Quality Assessment Scale with scores equal to or greater than 5. Finally, 12 articles were selected.

**Results and discussion:** The 12 articles allowed us to identify the types of exercise effective in improving sleep disorders in healthy adults. In fact, the results of the different articles agree that the moderate intensity of exercise brings more benefits compared to the other intensities. In general, regardless of the age of the subjects, physical exercises have significant effects on sleep improvement. It is recommended to perform them 4 hours before bedtime to optimize their chances of improving sleep. With PSG, the slow-wave NREM phase was the most affected by physical activity.

**Conclusion:** Exercise has subjective and objective beneficial effects on sleep in healthy adults. These benefits can be optimized by adjusting exercise modalities.

**Keywords:** Exercise, Sleep quality, Adults, Healthy

## 4 INTRODUCCIÓN

Hoy en día, gracias a los avances científicos y médicos, la esperanza de vida ha aumentado considerablemente. Un sueño de calidad, una dieta de calidad y una actividad física regular son factores fundamentales para gozar no solo de una buena salud física sino también mental (Zhao et al., 2021).

Si bien es cierto, que cada vez se habla más de la dieta y la actividad física como aspectos fundamentales de una salud adecuada, el sueño, es un aspecto más olvidado, pero, imprescindible. Como se muestra en el Anexo 1, en los Estados Unidos hay una prevalencia de 50-70 millones de adultos con trastornos del sueño. Además, en China, el 15% de la población tiene insomnio y en Japón una prevalencia de 14,6% en mujeres y 12,2 en hombres (Koohsari et al., 2023). En la población holandesa, el 43,2% de los adultos no duermen suficiente y el 32,1% tienen trastornos relacionados con la calidad del sueño. En 2016, el 45% de los adultos en Australia estaban afectados por una baja calidad del sueño y en 2014 en Brasil el 76% de los adultos mostraban tener un problema en relación con el sueño. Las perturbaciones del sueño en adultos se pueden relacionar con un aumento del riesgo de padecer una enfermedad crónica como la hipertensión arterial, la diabetes tipo 2, la depresión, la obesidad y el cáncer (Monteiro et al., 2023).

Pero no solo afecta a la calidad de vida, sino que puede representar un factor de riesgo de accidentes. La somnolencia está reconocida como uno de los factores que más influyen en las habilidades para conducir. La falta de higiene del sueño, el ritmo circadiano, las drogas y el alcohol pueden influir en el nivel de somnolencia. De hecho, entre el 10 y el 20% de las lesiones causadas en accidentes de tráfico en todo el mundo se deben a la somnolencia (Scarpelli et al., 2021). Una sola noche de privación del sueño tiene efectos mayores sobre la conducción en comparación con una consumición de alcohol ligeramente por encima del límite legal en los Reinos Unidos (Lowrie & Brownlow, 2020). Conducir es una parte importante de la calidad de vida y la independencia de una persona. Para conducir con la mayor seguridad posible, hay que ser capaz de tomar decisiones, tener buena agudeza visual y no estar en estado de somnolencia (Scarpelli et al., 2021).

El sueño es el resultado del efecto combinado de un proceso circadiano interno (que modula la presión del sueño en función del tiempo) y de un proceso homeostático externo que depende de la cantidad de vigilia o sueño que lo precede (Djouadi & Léger, 2018). El sueño se compone de ciclos de duración variable de entre 1 y 2 horas. Su ciclo, ilustrado en el Anexo 2 comienza con un sueño NREM ligero de ondas lentas, continúa con el sueño NREM profundo de ondas lentas y termina con el sueño REM (Djouadi & Léger, 2018).

La privación del sueño se produce cuando un sueño inadecuado provoca una disminución del rendimiento. El sueño inadecuado se debe a una disminución de la cantidad o a un deterioro de la calidad del sueño. Aunque la cantidad de sueño necesaria varía de una persona a otra, por

término medio se necesitan entre 7 y 8 horas de sueño. Una persona que duerme más de 8 horas por noche puede sufrir de privación de sueño si la calidad de éste es deficiente (Abrams, 2015). Podemos definir un sueño de calidad con varios indicadores como la latencia del sueño, el número de despertares, la eficacia del sueño y la vigilia tras el sueño (Monteiro et al., 2023). El sueño evoluciona con la edad y pueden observarse cambios característicos a partir de los 50 años (Mander et al., 2017). En esta población se observa que se acuestan antes, se despiertan antes, tardan más en dormirse, tienen una duración total del sueño más corta, tienen un sueño más fragmentado y frágil y pasan menos tiempo en sueño NREM (Mander et al., 2017). Estos cambios están asociados a alteraciones del ritmo circadiano y a determinados procesos homeostáticos, pero también a cambios fisiológicos y psicosociales normales en el envejecimiento (Li et al., 2019).

El sueño es un fenómeno que todas las especies (endotermos y ectotermos) tienen en común. Sin embargo, los animales endotérmicos, como los mamíferos y la mayoría de las aves, duermen polifásicamente. Esto significa que se duermen rápidamente en un corto periodo de sus 24 horas. Los humanos tienen un tipo de sueño distinto, ya sean durmientes monofásicos con largos episodios de sueño nocturno o durmientes bifásicos con siestas por la tarde (Le Bon, 2020). El sueño tiene un papel importante en la memoria. El almacenamiento inicial de la memoria de acontecimientos se produce a través de una rápida modificación sináptica, principalmente en el hipocampo. Durante el sueño se produce una transferencia de información entre el hipocampo y la corteza cerebral con el fin de consolidar la información almacenada durante el día (Frank & Heller, 2019). Para ser más preciso esa transferencia tiene lugar durante el sueño con ondas lentas NREM (Frank & Heller, 2019).

En total, los humanos realizan entre 1 y 8 ciclos completos de sueño por noche (Le Bon, 2020). En la primera mitad de la noche, la gran mayoría de nuestro ciclo está ocupada por el sueño NREM profundo (M. D. Walker & Soulat, 2018). El sueño NREM se divide en 4 etapas distintas, cada una de las cuales aumenta en profundidad. Las etapas 3 y 4 son entonces las más profundas del sueño NREM. La "profundidad" representa en este caso una mayor dificultad para despertarse en comparación a las etapas 1 y 2. Su presencia temprana en la noche se explica porque tiene una función esencial que consiste en eliminar y borrar las conexiones neuronales innecesarias (M. D. Walker & Soulat, 2018). Así pues, la plasticidad sináptica que promueve el sueño influye en la capacidad de memoria y de aprendizaje (Seibt & Frank, 2019).

Por contraste, el sueño REM llega más tarde por la noche y permite un fortalecimiento de estas conexiones neuronales (M. D. Walker & Soulat, 2018). Alternando entre estos dos tipos de sueño, el cerebro se asegura de realizar todas las funciones necesarias para reconstruir la memoria y almacenar la información antes de empezar un nuevo día (M. D. Walker & Soulat, 2018).

La falta de sueño se reconoce hoy como un problema de salud en nuestra era moderna y esto puede deberse a múltiples factores representados en el Anexo 3 (Liew & Aung, 2021). Las



conductas voluntarias llevadas a cabo diariamente durante 3 meses o más pueden conducir involuntariamente a una privación crónica del sueño, como quedarse despierto hasta tarde viendo la televisión o navegando por Internet (Abrams, 2015). Lo que contribuye a la alteración fisiológica de la secreción de melatonina (Liew & Aung, 2021). Las obligaciones personales como el cuidado de una persona dependiente (enfermo, bebé), las largas jornadas laborales y los problemas médicos pueden ser causas identificables de falta de sueño (Abrams, 2015). Estrés, insomnio, síndrome de piernas inquietas, movimientos periódicos de las extremidades y trastornos respiratorios del sueño aumentan el riesgo de padecer de falta de sueño (Liew & Aung, 2021).

El sueño dura un tercio de nuestra vida y se considera una fase pasiva durante la cual no ocurre nada (Monteiro et al., 2023). Además, cuando dormimos no realizamos las acciones humanas básicas de comer, beber y reproducirnos y somos vulnerables porque ya no respondemos a los estímulos de nuestro entorno. Por tanto, el sueño debe representar una ventaja fisiológica significativa para haber perdurado a lo largo de nuestra evolución (Krueger et al., 2015). Durante la fase de vigilia se produce una acumulación de adenosina en el cerebro que, unida a la baja actividad del ritmo circadiano, produce una sensación de somnolencia que conduce al sueño. Durante el sueño, la cantidad de adenosina disminuye y hay una mayor producción de proteínas, péptidos y lípidos necesarios para el buen funcionamiento del cerebro durante la vigilia (Frank & Heller, 2019). La restauración de energía durante el sueño puede ocurrir en dos sentidos con la síntesis o con la eliminación de sustancias de desechos, por eso existe la hipótesis del aclaramiento por el sistema glinfático. Este sistema se basa en intercambios entre el líquido cefalorraquídeo, el líquido intersticial y la sangre. Existe una relación interesante entre el sistema glinfático y el sueño, de hecho, durante el sueño los espacios perivasculares presentan una expansión importante (hasta un 60%) en comparación con la vigilia, lo que facilita el flujo del líquido intersticial a través del parénquima cerebral (Frank & Heller, 2019).

El sueño de calidad puede definirse con los indicadores antes mencionados y con la autosatisfacción de los elementos que lo componen. Los trastornos del sueño, en cambio, se refieren a todo lo que afecta negativamente a la calidad o la cantidad del sueño. Las enfermedades del sueño como la narcolepsia, la somnolencia excesiva o el insomnio que es la más común tienen efectos adversos sobre la salud (Koohsari et al., 2023). Un sueño de baja calidad tiene una relación con el aumento de los niveles de catecolaminas, norepinefrinas y epinefrinas que son hormonas secretadas en situación de estrés mental o físico. Otras sustancias ven sus niveles incrementados como la hormona adrenocorticotrópica y el cortisol que provocan enfermedades (Monteiro et al., 2023).

Tal y como se mencionó al inicio, otro pilar fundamental es la actividad física no solo por el impacto que tiene sobre la salud sino también por sus efectos sobre el sueño. Existen pruebas sólidas que muestran las consecuencias del sedentarismo sobre la salud de los individuos que

son los mismos riesgos que los provocados por trastornos del sueño. La actividad física puede utilizarse como intervención para mejorar la calidad del sueño y reducir así el comportamiento sedentario, lo que tiene un doble impacto en la salud de las personas (Koohsari et al., 2023). Antes de todo, es importante conocer la diferencia entre actividad física y ejercicio físico que son dos palabras utilizadas frecuentemente en el lenguaje cotidiano para describir lo mismo. Sin embargo, son dos palabras con un significado diferente. La actividad física se refiere a cualquier movimiento corporal generado por una contracción de los músculos esqueléticos que eleva el gasto energético por encima de la tasa metabólica en reposo. Se caracteriza por su modalidad, frecuencia, intensidad, duración y contexto de práctica. El ejercicio físico es una subcategoría del espectro de la actividad física planificada, estructurada, repetitiva y que favorece el mantenimiento o desarrollo de la aptitud física (Thivel et al., 2018).

Los beneficios de la actividad física para la salud han sido demostrados desde hace muchos años por una multitud de estudios. Incluyen aspectos como la prevención primaria y secundarias en enfermedades crónicas, la forma física, la salud mental y el bienestar general (Thivel et al., 2018). El último siglo ha estado marcado por la modernización y la automatización de la sociedad. El resultado es una menor necesidad de actividad física en los seres humanos, lo que conduce al desarrollo de un comportamiento sedentario, que se ha descrito como un importante factor de riesgo de mortalidad (Thivel et al., 2018). Se calcula que cada año se eviten 3,9 millones de muertes gracias a un estilo de vida activo. Sin embargo, algunas estimaciones sugieren que alrededor de 5,3 millones de muertes están asociadas a estilos de vida sedentarios y, por tanto, podrían evitarse animando a la gente a ser más activa (Van der Ploeg & Bull, 2020). De hecho, existen numerosas pruebas de las consecuencias adversas para la salud asociadas al comportamiento sedentario, como un mayor riesgo de mortalidad prematura, depresión, mal funcionamiento cognitivo y enfermedades crónicas como las cardiovasculares, la diabetes de tipo 2 y ciertos tipos de cáncer (Id et al., 2023). Para promover y mantener la salud pública, la *American College of Sports Medicine* y la *American Heart Association* han recomendado practicar una actividad física aeróbica con intensidad moderada durante al menos 30 minutos, 5 días por semana o una actividad física de alta intensidad durante al menos 20 minutos, 3 días por semana. Una actividad de intensidad moderada se caracteriza por un aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria pero todavía se puede respirar, mientras que, en una actividad de alta intensidad, el ritmo cardíaco es más elevado, la respiración es más pesada y la conversación es más difícil (Chennaoui et al., 2015).

Para maximizar las posibilidades de dormir mejor, existen algunas recomendaciones como: mantener un horario regular para acostarse y levantarse; mantener una temperatura ambiente de aproximadamente 18°C; evitar la televisión, comer o trabajar en la cama; evitar el café, alcohol y nicotina antes de dormir (Bird, 2013).

## 5 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

En vista de los recientes artículos científicos que hablan de la privación del sueño y sus consecuencias para la salud, así como de los beneficios de la actividad física para la salud en general, se plantea como hipótesis que la actividad física, incluyendo el ejercicio, mejora tanto la calidad como la cantidad del sueño. Realizando esta revisión bibliográfica, el objetivo principal es analizar los efectos de la actividad física sobre la calidad y la cantidad del sueño en una población adulta sana. Además, se añaden objetivos secundarios con el objetivo de obtener informaciones complementarias sobre las distintas modalidades de ejercicio físico. Por eso, primero se van a comparar los efectos del sedentarismo y la actividad física sobre el sueño. Luego, las búsquedas conducirán a identificar las modalidades de la actividad física o ejercicios óptimas para mejorar el sueño (intensidad, frecuencia y horas del día). El último objetivo secundario será identificar las fases del sueño más impactadas por la actividad física.

## 6 MATERIAL Y MÉTODO

Para llevar a cabo esta revisión, se ha realizado una búsqueda sobre diferentes bases de datos. El Anexo 4 ilustra los diferentes pasos para el proceso de investigación. La búsqueda en *PEDro* se realizó utilizando los términos Sleep and Exercise en "Title Only", en la parte "Method" seleccionando "Clinical trial" con una puntuación mínima de 5 en la escala PEDro desde 2013. En *PubMed*, se utilizaron 2 ecuaciones. La primera era «("Exercise"[Mesh]) AND "Sleep"[Mesh]) NOT "Child"[Mesh]» + Clinical Trial + Randomized Control Trial con fecha de publicación entre 2013 y 2023. La otra ecuación era «("Sleep"[Mesh]) AND "Exercise"[Mesh]) AND "Polysomnography"[Mesh]» + Clinical Trial + Randomized Controlled Trial con fecha de publicación de 2013 hasta 2023. Las búsquedas en *Scopus* se realizaron mediante una búsqueda avanzada usando la ecuación «(TITLE-ABS-KEY (exercise) AND (adults) AND (effects) AND (healthy) AND NOT (child))». Las palabras claves principales eran "Exercise" y "Sleep". Con un intervalo de publicación entre 2013 y 2023 y buscando solo artículos de investigación, excluyendo las revisiones.

De esta manera, se encontraron 55 artículos en *PEDro*; 268 resultados con la primera ecuación *Pubmed* y 11 con la segunda; 194 artículos en *Scopus* como se muestra en el Anexo 5.

El Anexo 6 presenta los métodos de selección de artículos. Al final, esto llevó a 12 artículos.

## 6.1 Criterios de selección

Para ser incluidos en esta revisión, los estudios debían cumplir los siguientes criterios. (1) Fecha e idioma: artículos en inglés publicados entre 2013 y 2023 se incluyeron. (2) Población: adultos humanos sanos es decir participantes libres de enfermedades crónicas graves preexistentes, como trastornos cognitivos o funcionales, trastornos cardiovasculares, cáncer, trastornos mentales o psiquiátricos, o problemas del sueño. Los estudios con muestras de estudio con un rango de edad de 18 años a 75 años se incluyeron. (3) Intervención: intervenciones o programas que incluían actividad física o, más específicamente, ejercicio. (4) Medición: resultados del sueño medidos objetivamente o subjetivamente. (5) Variables: Se incluyeron estudios teniendo variables pre y post intervención relacionadas con el sueño (6) Diseño: se incluyeron estudios de intervención y ensayos aleatorios. Se incluyeron estudios transversales y longitudinales. Se excluyeron los informes de casos y las series de casos, las revisiones y los metaanálisis.

## 6.2 Variables

### 6.2.1 Medición de la intensidad de la actividad física

#### *Escala de Borg*

Una de las medidas de autoinforme más consolidadas para la intensidad de la actividad es la escala de Borg de esfuerzo percibido. Se basa en las altas correlaciones identificadas entre el esfuerzo percibido y las frecuencias cardíaca y respiratoria (Shulruf et al., 2020). La escala de Borg utiliza una escala de 15 grados (entre 6 y 20) para describir el esfuerzo percibido, y comienza en 7 ("Muy ligero") hasta 19 ("Muy duro") (Shulruf et al., 2020). Hoy en día su uso es omnipresente en los campos de la actividad física, el ejercicio y el deporte. Se puede aplicar a todas las edades y con personas de entornos diferentes en cualquiera situación donde se necesita una cuantificación precisa del nivel de actividad física (Cabral et al., 2020).

### 6.2.2 Medición del sueño

Es difícil medir correctamente el sueño porque no existe una referencia o un "gold standard" (Mollayeva et al., 2016). Para medir la calidad del sueño se observa el tiempo total de sueño, la latencia del inicio del sueño, el mantenimiento del sueño, el tiempo total de vigilia, la eficiencia del sueño y en ocasiones, los acontecimientos que perturban el sueño (Fabbri et al., 2021).

Medidas subjetivas:

#### *Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)*

El Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) fue desarrollado en 1989 por Daniel J Buysse (Brandão et al., 2018). Es un cuestionario que se considera como un instrumento genérico para medir la calidad del sueño en diversas poblaciones. Tiene un coeficiente alfa de Cronbach aceptable o bueno (entre 0,64 y 0,83) (Zhang et al., 2020). Este cuestionario contiene siete componentes: calidad subjetiva del sueño, latencia del sueño, duración del sueño, eficiencia habitual del sueño, alteraciones del sueño, uso de medicación para dormir y disfunción diurna. Este cuestionario consta de 19 preguntas, con una puntuación total que oscila entre 0 y 21. Una puntuación más alta indica una peor calidad del sueño (Han et al., 2021). El PSQI se inventó para diferenciar entre las personas que duermen bien y las que duermen mal, no para establecer un diagnóstico preciso. Una puntuación superior a 5 para un individuo lo sitúa en la categoría de personas con mala calidad del sueño (Buysse et al., 1989). Sin embargo, un umbral superior a 5 como 6, 7, 8,5 u 11 es más útil para equilibrar la sensibilidad y la especificidad (Fabbri et al., 2021).

#### *Epworth Sleepiness Scale (ESS)*

La Epworth Sleepiness Scale (ESS) es un cuestionario relleno por el paciente que mide la somnolencia diurna excesiva evaluando las tendencias situacionales al sueño (Rosenberg et al., 2022). El sujeto nota en una escala de 0-3 las probabilidades de quedarse dormido en ocho de las situaciones más soporíferas de la vida cotidiana (Guo et al., 2020). Entonces, el resultado final es la suma de los valores de los diferentes elementos con un total de 0-24. Los valores superiores a 10 se consideran somnolencia diurna excesiva y los valores superiores a 15 somnolencia grave (Perotta et al., 2021). La puntuación total suele ser alta en personas con apnea obstructiva del sueño o con narcolepsia, pero baja en personas con insomnio (Walker et al., 2020). La ESS se utiliza ampliamente en la investigación sobre el sueño, en ensayos clínicos y en la práctica clínica. En los ensayos clínicos, la ESS se utiliza a menudo para evaluar los efectos de la intervención terapéutica sobre la somnolencia diurna excesiva (Rosenberg et al., 2022).

#### *Stanford Sleepiness Scale (SSS)*

La Stanford Sleepiness Scale (SSS) es una medida subjetiva de la somnolencia que se utiliza con frecuencia tanto en investigación como en clínica (Shahid et al., 2012.). Las escalas de valoración subjetiva son una forma cómoda y sencilla de evaluar el estado de ánimo autopercebido. La SSS, desarrollada para cuantificar la somnolencia subjetiva, es una escala de

7 puntos desde muy alerta (1) a excesivamente somnoliento (7). Consta de escalas igualmente espaciadas. Actualmente se utiliza mucho para estudiar los efectos de los trastornos del sueño y la privación del sueño (Herscovitch & Broughton, 1981).

Medidas objetivas:

#### *Actigrafía*

Los actígrafos son pequeños dispositivos con forma de reloj que se suelen colocar en la muñeca no dominante y contienen detectores de movimiento (acelerómetros) para controlar y registrar movimientos (Fekedulegn et al., 2020). Por ello, los dispositivos de actigrafía se llevan principalmente en las muñecas, pero también pueden llevarse en los tobillos o en la cintura. Son relativamente discretos y se llevan durante periodos de varios días a varias semanas para la recogida de datos sobre el sueño (Smith et al., 2019). Los actígrafos para examinar la calidad y continuidad del sueño disponen de grabaciones continuas de 24 horas. La actigrafía consiste en mediciones obtenidas varias veces por segundo y traduce los movimientos a recuentos digitales en intervalos de tiempo predeterminados (épocas) que convencionalmente oscilan entre 1 segundo y 5 minutos, pero lo más frecuente suele ser 30 segundos o 1 minuto (Walia & Mehra, 2019). Las estimaciones del sueño se promedian para proporcionar medidas más estables de los datos del usuario. Con este dispositivo se obtienen dos docenas de parámetros del sueño, pero sólo unos pocos se utilizan en la mayoría de las investigaciones, como el tiempo total de sueño, la eficiencia del sueño, la latencia del sueño, el tiempo despierto tras dormirse y el número de despertares (Fekedulegn et al., 2020). A pesar de que existen numerosas pruebas sobre el uso del actígrafo en la investigación, no hay consenso, lo que da lugar a incoherencias en la notificación de los parámetros del sueño de un estudio a otro (Fekedulegn et al., 2020). La actigrafía no es adecuada para estimar la arquitectura del sueño, ya que generalmente no se dispone de información sobre las fases del sueño NREM y REM (Smith et al., 2019).

#### *Polisomnografía (PSG)*

La polisomnografía nocturna es actualmente la herramienta de referencia para el diagnóstico de los trastornos respiratorios del sueño (Leong et al., 2019). En los años 50, varios trabajos realizados establecieron el uso combinado del electroencefalograma (EEG), electrooculograma (EOG) y electromiograma (EMG) para determinar diversos estados conductuales en vigilia y sueño, incluido el sueño de movimientos oculares rápidos (REM) (Rundo & Downey, 2019). Principalmente, la polisomnografía se usa para el diagnóstico de la OSA (Obstructive Sleep Apnea), la apnea central del sueño, la hipoventilación/hipoxia relacionada con el sueño (Rundo & Downey, 2019). Es un sistema complejo compuesto que permite registrar las fases del sueño, los movimientos de las extremidades, el flujo de aire, el esfuerzo respiratorio, la frecuencia y el

ritmo cardíaco, la saturación en oxígeno y la posición del cuerpo (Rundo & Downey, 2019). La PSG debe realizarse durante la noche en un laboratorio del sueño en presencia de un especialista del sueño para obtener el mejor asesoramiento técnico posible (Leong et al., 2019). Se puede estadificar el sueño mediante las informaciones de los electrodos EEG, EOG y EMG. La actividad eléctrica de las regiones cerebrales frontal, central, occipital, los movimientos oculares y la EMG de la barbilla dan información para determinar los cinco estadios del sueño (Rundo & Downey, 2019). Sin embargo, la polisomnografía presenta algunas dificultades que hay que tener en cuenta, sobre todo el coste, que impide la aplicación de esta prueba en grandes poblaciones. Además, la polisomnografía no permite medir datos diurnos como las siestas y debe realizarse durante varias noches (Walia & Mehra, 2019).

### 6.3 Calidad metodológica de los artículos

La escala PEDro representada en el Anexo 7 es una de las escalas más utilizadas para evaluar la calidad metodológica de los ensayos controlados aleatorios en revisiones sistemáticas de intervenciones en fisioterapia y otros campos, como la medicina, la nutrición y la logopedia (Paci et al., 2022). La escala PEDro evalúa 11 ítems relacionados con la validez interna del estudio y la información estadística excepto el primero (criterio de elegibilidad), que no se computa en la puntuación total (Paci et al., 2022). Los 10 criterios restantes son: asignación aleatoria, asignación oculta, similitud en la línea de base, cegamiento del sujeto, cegamiento del terapeuta, cegamiento del evaluador, seguimiento superior al 85% para al menos un resultado clave, análisis por intención de tratar, comparación estadística entre grupos para al menos un resultado clave, medidas puntuales y variabilidad para al menos un resultado clave. Los ítems se puntúan como presentes o ausentes y se obtiene una puntuación de 10 sumando los siguientes ítems (de Morton, 2009). Una puntuación de 5 o 6 suele definir un ensayo clínico con una calidad metodológica adecuada (Armijo-Olivo et al., 2015).

## 7 RESULTADOS

Tras la selección y el análisis de los artículos incluidos en la presente revisión, se observa que siete de los siete artículos usando el PSQI para valorar el sueño observaron mejoras significativas de los resultados. Tres artículos con una intervención compuesta de una actividad física moderada: reducción media de  $4,9 \pm 2,7$  puntos ( $p < 0,001$ ) (Brandão et al., 2018),  $13,3 \pm 3,9$  a  $5,8 \pm 2,9$  ( $p < 0,001$ ) (Tseng et al., 2020) y  $6,2 \pm 3,6$  a  $5,11 \pm 2,36$  ( $p = 0,0006$ ) (Barrett et al., 2020). Dos artículos con una intervención basada sobre un programa de HIIT:  $7,69 \pm 3,93$  a  $6,08 \pm 3,29$  ( $p = 0,006$ ) (Jiménez-García et al., 2021) y  $5,47 \pm 3,74$  a  $5,53 \pm 2,53$  ( $p = 0,003$ ) (Jurado-Fasoli et al., 2020). Un artículo con ejercicio de componentes múltiples:  $9,00 \pm 4,16$  a  $6,92 \pm 4,10$  ( $p = 0,028$ ) (Ai et al., 2022). Un artículo con un objetivo de 10 000 pasos diarios: grupo con hábitos deportivos y el grupo sin hábitos deportivos respectivamente  $3,6 \pm 2,0$  y  $4,0 \pm 2,4$  a  $3,3 \pm 2,0$  y  $3,4 \pm 2,1$  ( $p < 0,01$ ) (Hori et al., 2016).

Cuatro de los cinco artículos usando la actigrafía como herramienta objetiva de medición del sueño observaron mejoras sobre varios parámetros como pueden ser el SOL, el SE, el TST o el WASO. Dos de cuatro artículos con una intervención donde se hace una actividad física moderada presentaron mejoras significativas del SOL:  $10,01 \pm 13,25$  min a  $5,18 \pm 6,76$  min ( $p = 0,04$ ) (Niu et al., 2021) y  $24,6 \pm 16,2$  min a  $16,3 \pm 8,2$  min ( $p = 0,035$ ) (Tseng et al., 2020). Un artículo que tiene el mismo tipo de intervención y un artículo con un programa de HIIT presentaron mejoras en el WASO:  $45,78 \pm 34,65$  min y  $67,42 \pm 43,44$  min ( $p = 0,005$ ) (Saidi et al., 2020) y  $72,03 \pm 30,82$  min a  $54,46 \pm 19,39$  min  $p = 0,016$  (Jurado-Fasoli et al., 2020). Dos artículos con intervenciones distintas mostraron mejoras del TST:  $364,80 \pm 79,14$  min a  $429,82 \pm 76,12$  min ( $p < .001$ ) (Niu et al., 2021) y  $338,21 \pm 47,97$  min a  $388,83 \pm 37,16$  min ( $p = 0,004$ ) (Jurado-Fasoli et al., 2020). Los cuatro artículos observaron mejoras significativas del SE:  $78 \pm 12\%$  a  $82 \pm 6\%$  ( $p = 0,035$ ) (Tseng et al., 2020),  $89,88 \pm 6,60\%$  a  $92,21 \pm 4,12\%$  ( $p = 0,001$ ) (Niu et al., 2021),  $82,66 \pm 6,83\%$  a  $87,98 \pm 3,76\%$  ( $p = 0,004$ ) (Jurado-Fasoli et al., 2020) y  $85,30 \pm 5,89\%$  o  $79,14 \pm 7,83\%$  ( $p = 0,030$ ) (Saidi et al., 2020).

Dos artículos usaron la polisomnografía para las mediciones del sueño y de su estructura. Los dos protocolos fueron similares excepto el hecho que uno repite la intervención varias veces durante el día. Tuvieron resultados contrarios uno encontró una mejora en el tiempo de SWS  $109,55 \pm 27,25$  min o  $82,40 \pm 24,63$  min ( $p = 0,005$ ) (Aritake-Okada et al., 2019). El artículo con solo 1 hora al día de actividad aeróbica moderada encontró una disminución del tiempo de SWS  $90,8 \pm 6,9$  min o  $101,6 \pm 7,2$  min ( $p = 0,01$ ) (Park et al., 2021).

En la tabla incluida en el Anexo 8 se muestran todos los artículos analizados por variables.



## 8 DISCUSIÓN

Esta revisión sistemática sintetizó la evidencia de 12 estudios de los cuales hay siete ensayos controlados aleatorizados, tres estudios cruzados aleatorizados, un estudio prospectivo abierto y un estudio cuasiexperimental que examinaron las asociaciones entre combinaciones de actividad física y calidad del sueño en adultos sanos menores de 75 años. Un total de 1395 participantes de 6 países estuvieron representados en esta revisión. Todos los estudios se publicaron en 2016 o posteriormente. Cinco estudios sólo tienen medidas subjetivas del sueño con escalas como PSQI, ESS y SSS, cuatro estudios sólo tienen medidas objetivas mediante actigrafía y polisomnografía y tres estudios combinan ambos tipos de medidas en sus resultados.

Un metaanálisis demostró los efectos del ejercicio sobre los resultados del sueño en adultos de 18 a 72 años. La conclusión fue que los programas de ejercicio producían mejoras significativas en la calidad general del sueño, la calidad del sueño y la latencia del sueño, pero no en la duración del sueño, la eficiencia, las alteraciones o el funcionamiento diurno (Kelley & Kelley, 2017). En este sentido, los resultados encontrados en los artículos de esa revisión que miden la calidad subjetiva concuerdan con este metaanálisis ya que todos los artículos mostraron una disminución significativa en el PSQI lo que supone una mejora en la calidad del sueño de los participantes de estos estudios debido a la actividad deportiva. Solamente el grupo MIIT del estudio de Jiménez-García et al., 2021, no encontró una mejora de la puntuación global del PSQI, pero una mejora de las subescalas “Calidad subjetiva del sueño” y “SOL”. Sin embargo, los resultados difieren en las medidas objetivas, ya que la mayoría de los estudios mostraron una mejora en SE y dos artículos mostraron una mejora en TST.

La mayoría de los estudios de la revisión con una intervención por semana, es decir, seis de nueve artículos, tenían más de tres días de actividad física por semana. Además, cinco de estos seis artículos muestran mejoras en la calidad subjetiva u objetiva del sueño, pero no sabemos si estas mejoras se deben a la frecuencia o la duración de la actividad física realizada por los participantes de los estudios. En cuanto a esos parámetros de la dosis de la actividad física, un metaanálisis descubrió que la frecuencia de la actividad física regular (es decir más de una semana de actividad física) no impactaba de forma directa al sueño (Kredlow et al., 2015). La duración, que corresponde al número de semanas durante las cuales los participantes tienen una intervención que implica una actividad física, provoca una pequeña mejora del TST (Kredlow et al., 2015). Sin embargo, un metaanálisis más reciente sobre los efectos de un programa HIIT en el sueño no llegó a las mismas conclusiones. Una intervención HIIT de duración superior a 16 min y de duración superior a 8 semanas puede reducir significativamente las puntuaciones globales del PSQI lo que se traduce por un gran aumento de la calidad del sueño (Min et al., 2021). Este artículo añade que una frecuencia de tres o más veces a la semana puede aportar más beneficios (Min et al., 2021). Otro metaanálisis demostró que un programa de ejercicio realizado durante más de 12 semanas tenía un mayor efecto en la mejora de la calidad del sueño que el ejercicio durante menos de 12 semanas (Amiri et al., 2021). Estos datos concuerdan con

los resultados de los artículos Jiménez-García et al., 2021 y Jurado-Fasoli et al., 2020 que presentan un programa de actividad física similar que incluye HIIT dos veces por semana durante 12 semanas con respectivamente estas puntuaciones del PSQI,  $7.69 \pm 3.93$  a  $6.08 \pm 3.29$  ( $p=0.006$ ) y  $5.47 \pm 3.74$  a  $3.53 \pm 2.53$  ( $p=0.003$ ) (Jiménez-García et al., 2021; Jurado-Fasoli et al., 2020).

Los 12 artículos de la revisión presentan adultos sanos, pero hay cierta diferencia de edad entre ellos, con  $68 \pm 7$  años (Brandão et al., 2018) para los participantes más mayores y  $22,3 \pm 1,4$  años (Saidi et al., 2020) para los participantes más jóvenes. El envejecimiento se asocia a cambios en los parámetros del sueño (Ohayon et al., 2017). Estos cambios se caracterizan por un sueño menos eficiente y más frecuentemente interrumpido, despertares más tempranos por la mañana y una disminución del SWS (Vanderlinden et al., 2020). Los cuatro estudios de la revisión con adultos jóvenes consistieron en una intervención con actividad física moderada y todos los grupos de intervención mostraron una mejora en sus parámetros de sueño, ya se midieran con el PSQI, el actígrafo o la polisomnografía (Aritake-Okada et al., 2019; Niu et al., 2021; Park et al., 2021; Saidi et al., 2020). Un estudio reciente de 141.035 estudiantes universitarios con una edad media comprendida entre 18,9 y 23,1 años respalda nuestras conclusiones de que la actividad física general de intensidad moderada a alta se asocia a una mejor calidad del sueño en los jóvenes (Memon et al., 2021). Añaden que el ejercicio físico de alta intensidad se asocia también a una mejor calidad del sueño para esa población (Memon et al., 2021). Para los cuatro artículos de la revisión con adultos mayores, las intervenciones también son homogéneas con una mayoría de actividad física de intensidad moderada, excepto para el grupo HIIT en el artículo de Jiménez-García et al., 2021. Dos de cada tres estudios muestran una mejora subjetiva significativa en la calidad del sueño a través de una reducción en el PSQI total (Brandão et al., 2018; Tseng et al., 2020). Uno de cada dos estudios que toman medidas objetivas del sueño a través de la actigrafía muestran una mejora significativa en SOL y SE (Tseng et al., 2020). Estos resultados son idénticos a los de otra revisión con personas mayores en la que seis de los diez estudios con intensidad moderada de actividad física mostraron resultados significativos sobre la mejoría subjetiva del sueño en comparación con la actividad física intensa (Vanderlinden et al., 2020). Además, se ha demostrado que el ejercicio de baja intensidad en los adultos mayores puede ser preferible debido a su mejor cumplimiento, menor riesgo de lesiones y durabilidad a largo plazo (Tse et al., 2015). Los últimos cuatro artículos sobre adultos de mediana edad tuvieron intervenciones muy diferentes en cuanto a la forma de actividad física, la intensidad, la frecuencia y la duración de la intervención, pero todos mostraron una mejora significativa de la calidad subjetiva del sueño con una disminución del PSQI total (Ai et al., 2022; Barrett et al., 2020; Hori et al., 2016; Jurado-Fasoli et al., 2020). Existen pocas investigaciones sobre los efectos de la actividad física en personas sanas de mediana edad, por lo que es difícil definir una intensidad para optimizar los beneficios relacionados con el sueño, pero hay una revisión que demostró que el ejercicio moderado mejora la calidad del sueño en todos los grupos de edad en una población sana (Wang & Boros, 2021).

Cuatro de los 12 artículos hacen referencia a la hora del día en que los participantes realizan una actividad deportiva, pero sólo uno ofrece resultados para dos horas diferentes. Ese estudio compara los efectos de una carrera a intensidad moderada 4h o 2h antes de acostarse según actigrafía los resultados obtenidos de SE son significativamente mejor cuando las personas lo hacen más pronto con un SE de  $85.30 \pm 5.89\%$  o de  $79.14 \pm 7.83\%$  ( $p=0.030$ ) (Saidi et al., 2020). El SE se relaciona con el WASO y el NAASO, después de la intervención realizada 4 horas antes de acostarse estos dos parámetros también son significativamente mejores, especialmente el WASO  $45.78 \pm 34.65$  min y  $66.35 \pm 31.16$  min ( $p=0.005$ ) (Saidi et al., 2020). Dentro de la revisión no se analizaron los efectos de la actividad física por la mañana, pero parece que el ejercicio matutino mejoraría la calidad del sueño nocturno al aumentar la actividad nerviosa parasimpática, mientras que el ejercicio de alta intensidad por la noche debería evitarse (Yamanaka et al., 2015). Sin embargo, estas afirmaciones son matizables porque al comparar los efectos de los distintos horarios sobre el sueño no parece haber diferencias en SOL, TST, SE y SWS (Kredlow et al., 2015). Otro metaanálisis que analizó los efectos de la actividad física nocturna no apoyó la hipótesis de que fuera perjudicial para el sueño e incluso observó una disminución de la fase 1 NREM y un aumento del SWS, lo que sugería un sueño más profundo (Stutz et al., 2019). Pero la actividad deportiva realizada 1 hora o menos antes de dormir podría alterar varios componentes del sueño como el TST, el SOL y el SE (Stutz et al., 2019).

La polisomnografía completa (PSG) caracteriza con precisión la arquitectura del sueño y se considera la mejor herramienta clínica actual para la evaluación del sueño (Lee et al., 2022). Dos artículos de la revisión tienen una polisomnografía como herramienta de medida para analizar la estructura del sueño después de una actividad física. Un estudio con hombres jóvenes observó una reducción significativa del SWS y REM latencia  $90.8 \pm 6.9$  min o  $101.6 \pm 7.2$  min ( $p=0.01$ ) con ejercicio aeróbico a intensidad alta 6h antes de acostarse (Park et al., 2021). El otro estudio también con hombres jóvenes hizo una intervención con una actividad física aeróbica moderada varias veces al día lo que provocó un aumento significativo del SWS  $109.55 \pm 27.25$  min o  $82.40 \pm 24.63$  min ( $p=0.005$ ) (Aritake-Okada et al., 2019). Entonces, se observaron resultados diferentes entre los dos estudios con polisomnografía. Esto puede deberse a que la polisomnografía en el laboratorio se realiza en un entorno diferente del habitual de los pacientes. Por lo tanto, puede provocar un deterioro de la calidad del sueño (Byun et al., 2019). No es posible generalizar estos resultados, ya que la muestra es muy pequeña y sólo se compone de hombres jóvenes.

Los participantes en nueve de los doce estudios eran personas sedentarias o que no realizaban una actividad física regular. De estos nueve estudios, ocho mostraron mejoras significativas en la calidad subjetiva u objetiva del sueño. Un estudio incluido en la revisión que comparaba los efectos del aumento del tiempo de actividad física en una población sin un hábito de ejercicio regular y en una población con un hábito de ejercicio regular mostró que ambos grupos mostraron descensos significativos en el PSQI: grupo con hábitos  $3.6 \pm 2.0$  a  $3.3 \pm 2.0$  ( $p<0.01$ ) grupo sin hábitos  $4.0 \pm 2.4$  a  $3.4 \pm 2.1$  ( $p<0.01$ ) (Hori et al., 2016). Pero esta mejora fue

mayor en el grupo sin hábitos regulares de ejercicio, con una disminución del SOL y un aumento del TST (Hori et al., 2016). Una revisión sistemática apoya la idea de que la composición del movimiento a lo largo de todo el día es importante para la salud en adultos. Esto hace referencia al sueño, el tiempo de sedentarismo y la actividad física que sea baja, moderada o alta (Janssen et al., 2020). En vista de los resultados de la revisión, la implementación de una actividad física regular en la rutina diaria de las personas sedentarias, tendría beneficios en esos tres aspectos. Según las estimaciones mundiales más recientes, uno de cada cuatro adultos (27,5%) y más de tres cuartos (81%) de los adolescentes no cumplen las recomendaciones de ejercicio aeróbico establecidas en las recomendaciones de la OMS sobre la actividad física para la salud (Bull et al., 2020).

Tras la realización de esta revisión bibliográfica, es importante poner de relieve la presencia de algunos factores limitantes que no se podían controlar durante su elaboración. El primero ha sido la calidad metodológica de los artículos. Efectivamente, seis artículos sobre los doce tienen una puntuación PEDro de 6/10 o menos debido al hecho de que en la mayoría de los artículos encontrados, los sujetos, los terapeutas y los evaluadores no fueron cegados. Luego, en relación con el contenido de los artículos, el factor más limitante es el pequeño número de personas con menos de cuarenta participantes en cinco estudios. Esto puede causar una falta de representatividad de la realidad y no representar toda la población del estudio, también puede influir sobre las estadísticas impidiendo la detección de diferencias entre los dos grupos y además aporta resultados menos fiables en comparación a un estudio más grande. En la mayoría de los artículos, no había igualdad de géneros. En siete de ellos, había más mujeres que hombres incluidos en total con porcentajes de mujeres variando entre 75,8% y 100%. Al contrario, en otros tres artículos había más hombres que mujeres con porcentajes de 96,9% a 100%. Esta mala distribución de géneros implica que los resultados obtenidos no pueden generalizarse a toda la población. Las características biológicas y sociales de los dos géneros pueden influir de una manera o otra sobre los resultados independientemente de las intervenciones. Por otra parte, se encontró limitaciones con las variables y medidas. En cinco artículos, se empleó sólo medidas subjetivas, es decir en la mayoría de los estudios eran cuestionarios (PSQI, ESS, SSS) lo que puede provocar una falta de fiabilidad porque dependen únicamente de la opinión y percepción de las personas implicadas. Estos factores pueden variar según el humor, el contexto o los perjuicios personales. Además, seis artículos miden el sueño de los sujetos con solo una medida o aparatos lo que conlleva también una falta de fiabilidad y validez en los artículos porque los resultados se basan únicamente sobre una medida y no se pueden comparar para confirmarlos.

Podrían realizarse futuras investigaciones para observar los efectos a largo plazo de la actividad física sobre el sueño. También sería interesante realizar estudios con adultos diagnosticados con trastornos del sueño. Además, aún no está claro qué mecanismos fisiológicos se ven afectados por la actividad física para mejorar el sueño, pues, se podría realizar estudios en ese sentido.

## **9 CONCLUSIONES**

Esta revisión bibliográfica muestra que la implementación de una actividad física puede mejorar el sueño en adultos sanos con herramientas de medición subjetivas y objetivas. Estas mejoras del sueño se observan también en personas sedentarias. Para conseguir esta mejoría se pueden implementar diferentes modalidades de ejercicio cambiando la intensidad, el tipo de ejercicio, pero también la duración de la práctica. Una intensidad moderada parece ser la más eficaz para adultos de diferentes edades. Se debería evitar la práctica de una actividad física muy cerca del horario de acostarse, es decir 2 horas o menos. Con la implementación de una práctica deportiva, la arquitectura del sueño se ve afectada, y la fase NREM parece ser la más sensible.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

Abrams, R. M. (2015). Sleep Deprivation. *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America*, 42(3), 493–506. <https://doi.org/10.1016/j.ogc.2015.05.013>

Ai, J. Y., Kuan, G., Juang, L. Y. T., Lee, C. H., Kueh, Y. C., Chu, I. H., Geng, X. L., & Chang, Y. K. (2022). Effects of Multi-Component Exercise on Sleep Quality in Middle-Aged Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315472>

Amiri, S., Hasani, J., & Satkin, M. (2021). Effect of exercise training on improving sleep disturbances: a systematic review and meta-analysis of randomized control trials. *Sleep Medicine*, 84, 205–218. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2021.05.013>

Aritake-Okada, S., Tanabe, K., Mochizuki, Y., Ochiai, R., Hibi, M., Kozuma, K., Katsuragi, Y., Ganeko, M., Takeda, N., & Uchida, S. (2019). Diurnal repeated exercise promotes slow-wave activity and fast-sigma power during sleep with increase in body temperature: A human crossover trial. *Journal of Applied Physiology*, 127(1), 168–177. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00765.2018>

Armijo-Olivo, S., Da Costa, B. R., Cummings, G. G., Ha, C., Fuentes, J., Saltaji, H., & Egger, M. (2015). PEDro or Cochrane to assess the quality of clinical trials? A meta-epidemiological study. *PLoS ONE*, 10(7), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132634>

Barrett, B., Harden, C. M., Brown, R. L., Coe, C. L., & Irwin, M. R. (2020). Mindfulness meditation and exercise both improve sleep quality: Secondary analysis of a randomized controlled trial of community dwelling adults. *Sleep Health*, 6(6), 804–813. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2020.04.003>

Bird, S. P. (2013). *Sleep, Recovery, and Athletic Performance: A Brief Review and Recommendations*. [www.nscascj.com](http://www.nscascj.com)

Brandão, G. S., Gomes, G. S. B. F., Brandão, G. S., Callou Sampaio, A. A., Donner, C. F., Oliveira, L. V. F., & Camelier, A. A. (2018). Home exercise improves the quality of sleep and daytime sleepiness of elderlies: A randomized controlled trial. *Multidisciplinary Respiratory Medicine*, 13(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40248-017-0114-3>

Breneman, C. B., Kline, C. E., West, D., Sui, X., & Wang, X. (2019). The effect of structured exercise on sleep during the corresponding night among older women in an exercise program. *Journal of Aging and Physical Activity*, 27(4), 482–488. <https://doi.org/10.1123/japa.2018-0194>

Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J. P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., Di Pietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R.,

Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>

Buysse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). PSQI article.pdf. In *Psychiatry Research* (Vol. 28, pp. 193–213).

Byun, J. H., Kim, K. T., Moon, H. jin, Motamedi, G. K., & Cho, Y. W. (2019). The first night effect during polysomnography, and patients' estimates of sleep quality. *Psychiatry Research*, 274, 27–29. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.02.011>

Chennaoui, M., Arnal, P. J., Sauvet, F., & Léger, D. (2015). Sleep and exercise: A reciprocal issue? *Sleep Medicine Reviews*, 20(June), 59–72. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2014.06.008>

De Morton, N. A. (2009). The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy*, 55(2), 129–133. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(09\)70043-1](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(09)70043-1)

Djouadi, F., & Léger, D. (2018). Physiologie du sommeil.

Fabbri, M., Beracci, A., Martoni, M., Meneo, D., Tonetti, L., & Natale, V. (2021). Measuring subjective sleep quality: A review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1–57. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031082>

Fekedulegn, D., Andrew, M. E., Shi, M., Violanti, J. M., Knox, S., & Innes, K. E. (2020). Actigraphy-based assessment of sleep parameters. *Annals of Work Exposures and Health*, 64(4), 350–367. <https://doi.org/10.1093/ANNWEH/WXAA007>

Frank, M. G., & Heller, H. C. (2019). The Function(s) of Sleep. In *Handbook of Experimental Pharmacology* (Vol. 253, pp. 3–34). Springer New York LLC. [https://doi.org/10.1007/164\\_2018\\_140](https://doi.org/10.1007/164_2018_140)

Guo, Q., Song, W. D., Li, W., Zeng, C., Li, Y. H., Mo, J. M., Lü, Z. D., & Jiang, M. (2020). Weighted Epworth sleepiness scale predicted the apnea-hypopnea index better. *Respiratory Research*, 21(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12931-020-01417-w>

Han, Q., Liu, B., Lin, S., Li, J., Liang, P., Fu, S., Zheng, G., Yang, S., Li, B., & Yang, Q. (2021). Pittsburgh Sleep Quality Index score predicts all-cause mortality in Chinese dialysis patients. *International Urology and Nephrology*, 53(11), 2369–2376. <https://doi.org/10.1007/s11255-021-02842-6>

Herscovitch, J., & Broughton, R. (1981). *Performance Deficits Following Short-term Partial Sleep Deprivation and Subsequent Recovery Oversleeping\**.

Hori, H., Ikenouchi-Sugita, A., Yoshimura, R., & Nakamura, J. (2016). Does subjective sleep quality improve by a walking intervention? A real-world study in a Japanese workplace. *BMJ Open*, 6(10), 1–5. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-011055>

Id, N. L., Dumuid, D., & Pedisic, Z. (2023). *Physical activity , sedentary behaviour , and sleep in the Thai population : A compositional data analysis including 135 , 824 participants from two national time-use surveys.* 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280957>

Janssen, I., Clarke, A. E., Carson, V., Chaput, J. P., Giangregorio, L. M., Kho, M. E., Poitras, V. J., Ross, R., Saunders, T. J., Ross-White, A., & Chastin, S. F. M. (2020). A systematic review of compositional data analysis studies examining associations between sleep, sedentary behaviour, and physical activity with health outcomes in adults. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition et Metabolisme*, 45(10), S248–S257. <https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0160>

Jiménez-García, J. D., Hita-Contreras, F., de la Torre-Cruz, M. J., Aibar-Almazán, A., Achalandabaso-Ochoa, A., Fábrega-Cuadros, R., & Martínez-Amat, A. (2021). Effects of hiit and miit suspension training programs on sleep quality and fatigue in older adults: Randomized controlled clinical trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031211>

Jurado-Fasoli, L., De-la-O, A., Molina-Hidalgo, C., Migueles, J. H., Castillo, M. J., & Amaro-Gahete, F. J. (2020). Exercise training improves sleep quality: A randomized controlled trial. *European Journal of Clinical Investigation*, 50(3). <https://doi.org/10.1111/eci.13202>

Kelley, G. A., & Kelley, K. S. (2017). Exercise and sleep: a systematic review of previous meta-analyses. *Journal of Evidence-Based Medicine*, 10(1), 26–36. <https://doi.org/10.1111/jebm.12236>

Koohsari, M. J., Yasunaga, A., McCormack, G. R., Shibata, A., Ishii, K., Liao, Y., Nagai, Y., & Oka, K. (2023). Sedentary behaviour and sleep quality. *Scientific Reports*, 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-27882-z>

Kredlow, M. A., Capozzoli, M. C., Hearon, B. A., Calkins, A. W., & Otto, M. W. (2015). The effects of physical activity on sleep: a meta-analytic review. *Journal of Behavioral Medicine*, 38(3), 427–449. <https://doi.org/10.1007/s10865-015-9617-6>

Krueger, J. M., Frank, M. G., Wisor, J. P., & Roy, S. (2016). Sleep function: Toward elucidating an enigma. *Sleep Medicine Reviews*, 28, 46–54. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2015.08.005>



le Bon, O. (2020). Relationships between REM and NREM in the NREM-REM sleep cycle: a review on competing concepts. In *Sleep Medicine* (Vol. 70, pp. 6–16). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2020.02.004>

Lee, Y. J., Lee, J. Y., Cho, J. H., & Choi, J. H. (2022). Interrater reliability of sleep stage scoring: a meta-analysis. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 18(1), 193–202. <https://doi.org/10.5664/jcsm.9538>

Leong, K. W., Griffiths, A., Adams, A.-M., Massie, J., Kai, W., Leong, S., & Medicine, R. (2019). How to interpret polysomnography. *Arch Dis Child Educ Pract Ed*, 0, 1–6. <https://doi.org/10.1136/edpract-2018-316031>

Li, J., Neurobiology, C., Vitiello, M. V., Sciences, B., Gooneratne, N., & Neurobiology, C. (2019). *HHS Public Access*. 13(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2017.09.001>.Sleep

Liew, S. C., & Aung, T. (2021). Sleep deprivation and its association with diseases- a review. *Sleep Medicine*, 77(xxxx), 192–204. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2020.07.048>

Lowrie, J., & Brownlow, H. (2020). The impact of sleep deprivation and alcohol on driving: A comparative study. *BMC Public Health*, 20(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09095-5>

Mander, B. A., Winer, J. R., & Walker, M. P. (2017). Sleep and Human Aging. *Neuron*, 94(1), 19–36. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2017.02.004>

Memon, A. R., Gupta, C. C., Crowther, M. E., Ferguson, S. A., Tuckwell, G. A., & Vincent, G. E. (2021). Sleep and physical activity in university students: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 58, 101482. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2021.101482>

Mendonça, F., Mostafa, S. S., Morgado-Dias, F., Ravelo-Garcia, A. G., & Penzel, T. (2019). A Review of Approaches for Sleep Quality Analysis. *IEEE Access*, 7, 24527–24546. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2900345>

Min, L., Wang, D., You, Y., Fu, Y., & Ma, X. (2021). Effects of high-intensity interval training on sleep: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(20). <https://doi.org/10.3390/ijerph182010973>

Mollayeva, T., Thurairajah, P., Burton, K., Mollayeva, S., Shapiro, C. M., & Colantonio, A. (2016). The Pittsburgh sleep quality index as a screening tool for sleep dysfunction in clinical and non-clinical samples: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 25, 52–73. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2015.01.009>

Monteiro, L. Z., de Farias, J. M., de Lima, T. R., Schäfer, A. A., Meller, F. O., & Silva, D. A. S. (2023). Physical activity and sleep in adults and older adults in southern Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1461. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021461>

Niu, S. F., Lin, C. J., Chen, P. Y., Fan, Y. C., Huang, H. C., & Chiu, H. Y. (2021). Immediate and lasting effects of aerobic exercise on the actigraphic sleep parameters of female nurses: A randomized controlled trial. *Research in Nursing and Health*, *44*(3), 449–457. <https://doi.org/10.1002/nur.22126>

Ohayon, M., Wickwire, E. M., Hirshkowitz, M., Albert, S. M., Avidan, A., Daly, F. J., Dauvilliers, Y., Ferri, R., Fung, C., Gozal, D., Hazen, N., Krystal, A., Lichstein, K., Mallampalli, M., Plazzi, G., Rawding, R., Scheer, F. A., Somers, V., & Vitiello, M. V. (2017). National Sleep Foundation's sleep quality recommendations: first report. *Sleep Health*, *3*(1), 6–19. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2016.11.006>

Paci, M., Bianchini, C., & Baccini, M. (2022). Reliability of the PEDro scale: comparison between trials published in predatory and non-predatory journals. *Archives of Physiotherapy*, *12*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40945-022-00133-6>

Park, I., Díaz, J., Matsumoto, S., Iwayama, K., Nabekura, Y., Ogata, H., Kayaba, M., Aoyagi, A., Yajima, K., Satoh, M., Tokuyama, K., & Vogt, K. E. (2021). Exercise improves the quality of slow-wave sleep by increasing slow-wave stability. *Scientific Reports*, *11*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83817-6>

Perotta, B., Arantes-Costa, F. M., Enns, S. C., Figueiro-Filho, E. A., Paro, H., Santos, I. S., Lorenzi-Filho, G., Martins, M. A., & Tempiski, P. Z. (2021). Sleepiness, sleep deprivation, quality of life, mental symptoms and perception of academic environment in medical students. *BMC Medical Education*, *21*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12909-021-02544-8>

Rosenberg, R., Babson, K., Menno, D., Morris, S., Baladi, M., Hyman, D., & Black, J. (2022). Test–retest reliability of the Epworth Sleepiness Scale in clinical trial settings. *Journal of Sleep Research*, *31*(2), 1–9. <https://doi.org/10.1111/jsr.13476>

Rundo, J. V., & Downey, R. (2019). Polysomnography. In *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 160, pp. 381–392). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64032-1.00025-4>

Saidi, O., Davenne, D., Leborgne, C., & Duché, P. (2020). Effects of timing of moderate exercise in the evening on sleep and subsequent dietary intake in lean, young, healthy adults: randomized crossover study. *European Journal of Applied Physiology*, *120*(7), 1551–1562. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04386-6>

Scarpelli, S., Alfonsi, V., Gorgoni, M., Camaioni, M., Giannini, A., & Gennaro, L. De. (2021). Age-Related Effect of Sleepiness on Driving Performance : *Brain Sciences*, *11*, 1090.

Seibt, J., & Frank, M. G. (2019). Primed to sleep: The dynamics of synaptic plasticity across brain states. *Frontiers in Systems Neuroscience*, *13*(February), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2019.00002>

Shahid, A., Wilkinson, K., Marcu, S., & Shapiro, C. M. (2012). *STOP, THAT and One Hundred Other Sleep Scales*. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9893-4\\_91](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9893-4_91)

Smith, M. T., McCrae, C. S., Cheung, J., Martin, J. L., Harrod, C. G., Heald, J. L., & Carden, K. A. (2019). Erratum: Use of actigraphy for the evaluation of sleep disorders and circadian rhythm sleep-wake disorders: An American Academy of Sleep Medicine systematic review, meta-analysis, and GRADE assessment(Journal of Clinical Sleep Medicine (2019)14:7(1209–123. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 15(3), 531. <https://doi.org/10.5664/jcsm.7702>

Stutz, J., Eiholzer, R., & Spengler, C. M. (2019). Effects of Evening Exercise on Sleep in Healthy Participants: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 49(2), 269–287. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-1015-0>

Thivel, D., Tremblay, A., Genin, P. M., Panahi, S., Rivière, D., & Duclos, M. (2018). Physical Activity, Inactivity, and Sedentary Behaviors: Definitions and Implications in Occupational Health. *Frontiers in Public Health*, 6. <https://doi.org/10.3389/FPUH.2018.00288>

Tse, A. C. Y., Wong, T. W. L., & Lee, P. H. (2015). Effect of Low-intensity Exercise on Physical and Cognitive Health in Older Adults: a Systematic Review. *Sports Medicine - Open*, 1(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0034-8>

Tseng, T. H., Chen, H. C., Wang, L. Y., & Chien, M. Y. (2020). Effects of exercise training on sleep quality and heart rate variability in middle-aged and older adults with poor sleep quality: A randomized controlled trial. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 16(9), 1483–1492. <https://doi.org/10.5664/jcsm.8560>

Vanderlinden, J., Boen, F., & Van Uffelen, J. G. Z. (2020). Effects of physical activity programs on sleep outcomes in older adults: A systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-0913-3>

Van der Ploeg, H. P., & Bull, F. C. (2020). Invest in physical activity to protect and promote health: the 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/S12966-020-01051-1>

Walia, H. K., & Mehra, R. (2019). Practical aspects of actigraphy and approaches in clinical and research domains. In *Handbook of Clinical Neurology* (1st ed., Vol. 160). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64032-1.00024-2>

Walker, N. A., Sunderram, J., Zhang, P., Lu, S. en, & Scharf, M. T. (2020). Clinical utility of the Epworth sleepiness scale. *Sleep and Breathing*, 24(4), 1759–1765. <https://doi.org/10.1007/s11325-020-02015-2>

Walker, M. D., & Soulat, P. (2018). *Pourquoi nous dormons : Le pouvoir du sommeil et des rêves, ce que la science nous révèle*. La Découverte.

Wang, F., & Boros, S. (2021). The effect of physical activity on sleep quality: a systematic review. *European Journal of Physiotherapy*, 23(1), 11–18. <https://doi.org/10.1080/21679169.2019.1623314>

Yamanaka, Y., Hashimoto, S., Takasu, N. N., Tanahashi, Y., Nishide, S. Y., Honma, S., & Honma, K. I. (2015). Morning and evening physical exercise differentially regulate the autonomic nervous system during nocturnal sleep in humans. *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 309(9), R1112–R1121. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00127.2015>

Zhang, C., Zhang, H., Zhao, M., Li, Z., Cook, C. E., Buysse, D. J., Zhao, Y., & Yao, Y. (2020). Reliability, Validity, and Factor Structure of Pittsburgh Sleep Quality Index in Community-Based Centenarians. *Frontiers in Psychiatry*, 11(August), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.573530>

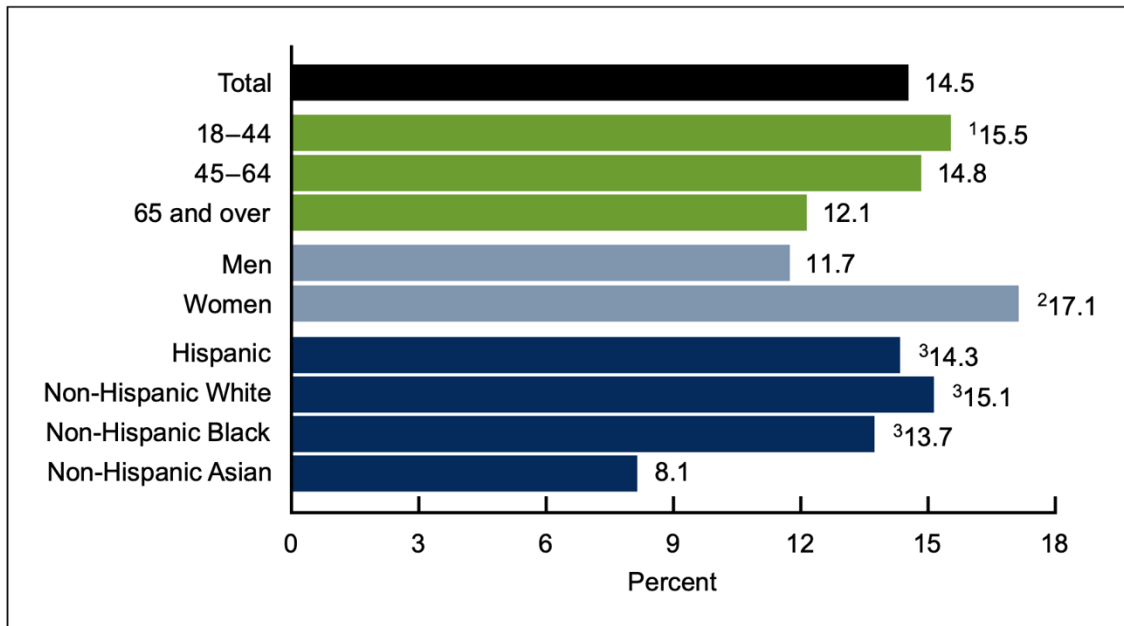
Zhao, Y., Song, J., Brytek-Matera, A., Zhang, H., & He, J. (2021). The relationships between sleep and mental and physical health of chinese elderly: Exploring the mediating roles of diet and physical activity. *Nutrients*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/nu13041316>

## **11 AGRADECIMIENTOS**

Gracias a todos los que nos rodean por su apoyo y ayuda. Debemos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a nuestra tutora de TFG, Diana GALLEGO DE MARCOS, que nos ayudó mucho desde el principio y siempre fue eficiente y precisa en sus respuestas. Este TFG ha sido muy instructivo y hemos disfrutado trabajando juntos en la asignatura. Nuestros 4 años de estudio en fisioterapia en la Universidad Europea de Valencia han sido muy enriquecedores gracias a un equipo de profesores muy involucrados en su trabajo y que supieron transmitirnos su pasión.

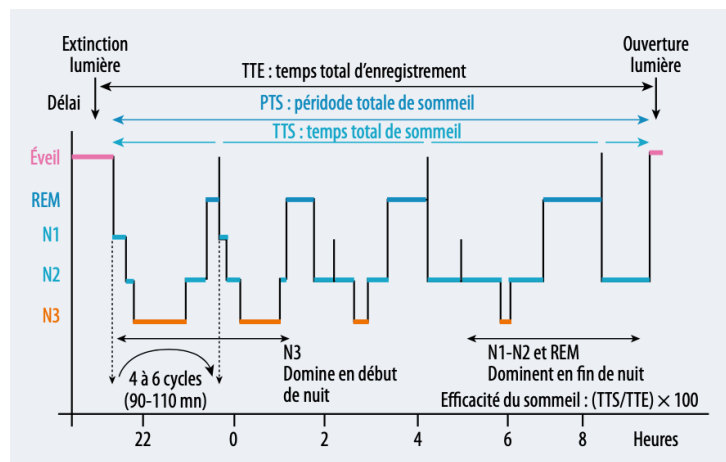
## 12 ANEXOS

**Anexo 1.** Porcentaje de adultos de 18 años o más que tienen problemas de sueño la mayoría de los días o todos los días en Estados Unidos



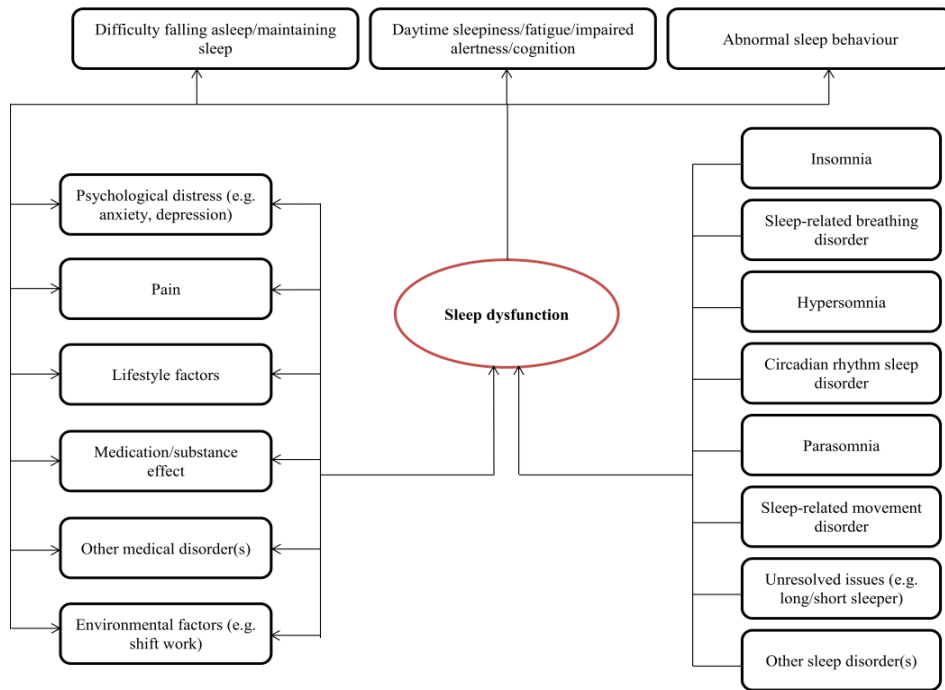
Adjaye-Gbewonyo, D., Ng, A. E., & Black, L. I. (2022). Sleep Difficulties in Adults: United States, 2020. NCHS Data Brief, 436, 1-8.

**Anexo 2.** Esquema de las diferentes fases del sueño



Djouadi, F., & Léger, D. (2018). Physiologie du sommeil.

**Anexo 3. Modelo de trastornos del sueño**



Mollayeva, T., Thurairajah, P., Burton, K., Mollayeva, S., Shapiro, C. M., & Colantonio, A. (2016). The Pittsburgh sleep quality index as a screening tool for sleep dysfunction in clinical and non-clinical samples: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews, 25*, 52–73. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2015.01.009>

Anexo 4. Búsquedas bibliográficas sin aplicación de filtros

BASE DE DATOS	ECUACIÓN DE BÚSQUEDA SIN FILTROS	NÚMERO DE ARTÍCULOS SÍN FILTROS	TOTAL
PUBMED	("Exercise"[Mesh]) AND ("Sleep"[Mesh])	3013 artículos	5529 artículos
	("Exercise"[Mesh]) AND ("Sleep"[Mesh]) NOT ("Child"[Mesh])	2493 artículos	
	("Sleep"[Mesh]) AND ("Exercise"[Mesh]) AND ("Polysomnography"[Mesh])	23 artículos	
PEDro	« Sleep and exercise »	641 artículos	641 artículos
SCOPUS	« (TITLE-ABS-KEY (exercise) AND (adults) AND (effects) AND (healthy) AND NOT (child) ) »	28891 artículos	28891 artículos

Fuente: elaboración propia

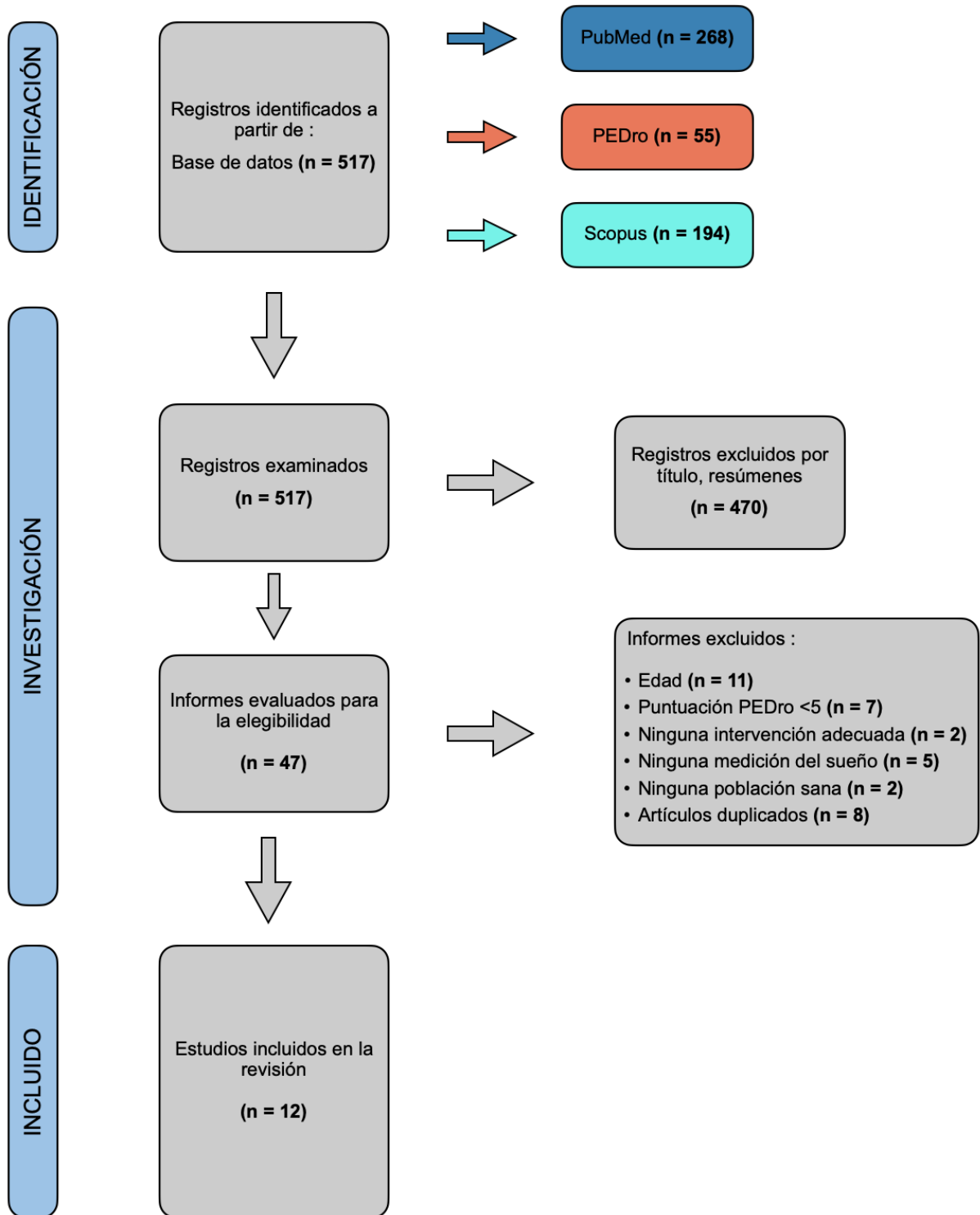
Anexo 5. Búsquedas bibliográficas con aplicación de filtros

ECUACIÓN DE BÚSQUEDA SIN FILTROS	FILTROS APLICADOS	NÚMERO DE ARTÍCULOS CON FILTROS	TOTAL	ARTÍCULOS INCLUIDOS
<b>PUBMED</b>				
("Exercise"[Mesh]) AND ("Sleep"[Mesh])		298 artículos	566 artículos	8 artículos
("Exercise"[Mesh]) AND ("Sleep"[Mesh]) NOT ("Child"[Mesh])	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fecha de publicación : 2013-2023</li> <li>• Idioma : Inglés</li> <li>• Tipo de estudio : Ensayo clínico controlado aleatorizado + Ensayo clínico</li> </ul>	268 artículos		
("Sleep"[Mesh]) AND ("Exercise"[Mesh]) AND ("Polysomnography"[Mesh])		11 artículos		
<b>PEDro</b>				
« Sleep and exercise »	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fecha de publicación : 2013-2023</li> <li>• Idioma : Inglés</li> <li>• Tipo de estudio : Ensayo clínico controlado aleatorizado + Ensayo clínico</li> </ul>	55 artículos	55 artículos	4 artículos
<b>SCOPUS</b>				
« (TITLE-ABS-KEY (exercise) AND (adults) AND (effects) AND (healthy) AND NOT (child) ) »	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fecha de publicación : 2013-2023</li> <li>• Idioma : Inglés</li> <li>• Tipo de estudio : Research articles</li> </ul>	194 artículos	194 artículos	0 artículos

Fuente : elaboración propia



Anexo 6. Diagrama de flujo PRISMA para la inclusión de los estudios



Fuente: elaboración propia

Anexo 7. Evaluación de la calidad metodológica de los artículos incluidos según la escala de PEDro

ARTÍCULOS	CRITERIOS											NOTAS
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	
<b>PUBMED</b>												
(Ai et al., 2022)	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5
(Barrett et al., 2020)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9
(Breneman et al., 2019)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
(Hori et al., 2016)	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5
(Jiménez-García et al., 2021)	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	6
(Jurado-Fasoli et al., 2020)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
(Saidi et al., 2020)	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5
(Park et al., 2021)	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	5
(Aritake-Okada et al., 2019)	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	6
<b>PEDro</b>												
(Brandão et al., 2018)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8
(Tseng et al., 2020)	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	7
(Niu et al., 2021)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8

Fuente: elaboración propia

Anexo 8. Tabla resumen de los artículos (1)

ARTÍCULO	EDAD	MUESTRA	DURACIÓN	FRECUENCIA	TIPO DE EJERCICIO	GRUPO CONTROL	MEDICIÓN DEL SUEÑO
Brandão et al., 2018 Ensayo Controlado Aleatorizado	68 ± 7 años	• n = 125 61 grupo de intervención 64 grupo de control	12 semanas	3 sesiones mínimo por semana	Ejercicios aeróbicos, fortalecimiento muscular, equilibrio, coordinación y flexibilidad.	Sí	PSQI ESS
Tseng et al., 2020 Ensayo Controlado Aleatorizado	61.7 ± 7.0 años	• n = 40 20 grupo de intervención (1) 20 grupo de control (2)	12 semanas	3 sesiones por semana	Ejercicio aeróbico moderado	Sí	CPSQI Actigrafía
Niu et al., 2021 Ensayo Controlado Aleatorizado	(1) 26.07± 4.03 años (2) 26.03± 4.36 años	• n = 60 30 grupo de intervención (1) 30 grupo de control (2)	8 semanas	3 sesiones por semana	Ejercicio aeróbico moderado sobre cinta rodante	Sí	CPSQI Actigrafía
Ai et al., 2022 Ensayo Cuasiexperimental	54.7 ± 7.54 años	• n = 24 12 grupo de intervención (1) 12 grupo de control (2)	12 semanas	1 sesión por semana	Ejercicio multicomponente (Fortalecimiento muscular, resistencia, equilibrio, flexibilidad, meditación e interacción social)	Sí	PSQI
Barrett et al., 2020 Ensayo Controlado Aleatorizado	(1) 49.1 ± 11.4 años (2) 49.2 ± 11.2 años (3) 50.7 ± 12.1 años	• n = 413 137 grupo de ejercicios (1) 138 grupo de meditación (2) 138 grupo de control (3)	8 semanas	Diariamente	Ejercicios con cinta rodante, caminata rápida, bicicleta o remo	Sí	PSQI

Fuente: elaboración propia

Anexo 8. Tabla resumen de los artículos (2)

ARTÍCULOS	EDAD	MUESTRA	DURACIÓN	FRECUENCIA	TIPO DE EJERCICIO	GRUPO CONTROL	MEDICIÓN DEL SUEÑO
Breneman et al., 2019 ensayo controlado aleatorizado	(1) 64.50 ± 4.21 años (2) 64.44 ± 3.34 años	• n = 51 24 mujeres grupo gasto energético bajo (1) 27 mujeres grupo gasto energético alto (2)	4 meses	3 sesiones por semana	Marcha sobre cinta rodante	No	Actigrafía
Hori et al., 2016 Estudio Prospectivo Abierto	(1) 44.02 ± 0.41 años (2) 44.69 ± 0.91 años	• n = 490 214 con hábitos de ejercicio (1) 276 sin hábitos de ejercicio (2)	4 semanas	Cada día	10000 pasos diarios	No	PSQI
Jiménez-García et al., 2021 Ensayo Controlado Aleatorizado	(1) 68.23 ± 2.97 años (2) 68.75 ± 5.98 años (3) 68.52 ± 6.33 años	• n = 73 26 HIIT (1) 24 MIIT (2) 23 grupo de control (3)	12 semanas	2 sesiones por semana	(1) HIIT (90% intensidad) (2) MIIT (70% intensidad)	Sí	PSQI
Jurado-Fasoli et al., 2020 Ensayo Controlado Aleatorizado	(1) 53.1 ± 5.6 años (2) 53.4 ± 5.4 años (3) 54.9 ± 4.5 años (4): 51.7 ± 4.1 años	• n = 40 20 HIIT (1) 20 HIIT-EMS (2) 20 recomendaciones actividad física (3) 20 grupo de control (4)	12 semanas	2 sesiones por semana	HIIT	Sí	PSQI Actigrafía
Saidi et al., 2020 Estudio Cruzado Aleatorizado	22.3 ± 1.4 años	• n=16 8 hombres 8 mujeres	3 semanas	1 sesión por semana	Carrera fuera; intensidad moderada	Sí	PSQI Actigrafía ESS

Fuente: elaboración propia

**Anexo 8. Tabla resumen de los artículos (3)**

ARTÍCULO	EDAD	MUESTRA	DURACIÓN	FRECUENCIA	TIPO DE EJERCICIO	GRUPO CONTROL	MEDICIÓN DEL SUEÑO
Park et al., 2021 Estudio Cruzado Aleatorizado	23.8 ± 0.7 años	• n=9 9 hombres	3 semanas	1 sesión por semana	Ejercicio aeróbico	Sí	Polysomnografía
Aritake-Okada et al., 2019 Estudio Cruzado Aleatorizado	23.5 ± 2.9 años	• n=14 14 hombres	3 semanas	4 sesiones por día	Ejercicio aeróbico	Sí	Polysomnografía SSS

*Fuente: elaboración propia*