

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y DEPORTE
Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
Curso: 2018-2019

**VALORACIÓN CON ACELEROMETRÍA DE LOS COMPORTAMIENTOS
SEDENTARIOS Y SUEÑO EN PERSONAS CON HIPERTENSIÓN PRIMARIA,
SOBREPESO/OBESIDAD ANTES Y DESPUÉS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO
FÍSICO AERÓBICO.**

AUTOR/A: Carlos Mayo Rota

DIRECTOR/A: Sara Maldonado Martín

Fecha, 21 de mayo de 2019

Índice

1.	Resumen.....	2
2.	Introducción	3
3.	Métodos.....	8
3.1	Diseño del estudio	8
3.2	Participantes	8
3.3	Mediciones	8
3.4	Intervención.....	11
3.5	Análisis estadístico.....	11
4.	Resultados	12
5.	Discusión.....	17
6.	Conclusión	20
7.	Referencias.....	21
8.	Anexo 1	29

1. Resumen

Objetivo: El objetivo de este trabajo es valorar a través de la acelerometría los comportamientos sedentarios, actividad física y sueño en personas con hipertensión primaria (HTA), sobrepeso/obesidad antes y después de un programa de ejercicio físico aeróbico de 16 semanas.

Métodos: Los 218 participantes de este trabajo y pertenecientes al estudio EXERDIET-HTA eran sedentarios, con sobrepeso u obesidad y diagnosticados con HTA. Todos ellos se asignaron aleatoriamente a dos grupos, el grupo de ejercicio físico (GEF) que realizó ejercicio físico aeróbico supervisado dos días por semana de 20 a 45 minutos a intensidad moderada-vigorosa, y el grupo de atención control (GAC), con recomendaciones de actividad física. Ambos grupos recibieron la misma dieta hipocalórica. Los parámetros de actividad física, sedentarismo y sueño fueron calculados a través del acelerómetro (ActiGraph GT3X+). La presión arterial fue registrada por medio de la monitorización ambulatoria durante 24 horas. Mientras que la capacidad cardiorrespiratoria (CCR) estaba determinada por el consumo de oxígeno pico (VO_{2pico}). Todas las variables se valoraron al inicio y posterior a la intervención (16 semanas).

Resultados: Después de la intervención ambos grupos mostraron mejoras con reducciones ($P < 0,05$) en los valores de la composición corporal y la tensión arterial nocturna e incrementos en la CCR. El GEF incrementó en mayor medida ($P = 0,004$) la CCR respecto al GAC. Los dos grupos aumentaron la eficiencia y el tiempo de sueño tanto entre semana ($P = 0,001$) como el total (GEF $P = 0,001$; GAC $P = 0,007$) (entre semana y el fin de semana) y redujeron el tiempo de vigilia (GEF $P = 0,001$; GAC $P = 0,029$) entre semana. El GEF, por su parte, disminuyó la latencia (tiempo que se tarda en quedarse dormido) entre semana ($P = 0,013$), el fin de semana ($P = 0,082$) y la total ($P = 0,006$), así como el tiempo de vigilia el fin de semana ($P = 0,001$) y total ($P = 0,001$). Además incrementó la eficiencia de sueño el fin de semana ($P = 0,001$). Con respecto a las variables de actividad física y sedentarismo el GAC redujo ($P = 0,043$) la cantidad de pasos realizados entre semana mientras que el GEF aumentó los de entre semana ($P = 0,057$) y los totales ($P = 0,049$), con diferencias entre los dos grupos en estas variables ($P = 0,015$, $P = 0,035$, respectivamente).

Conclusiones: La combinación de ejercicio físico aeróbico supervisado realizado dos veces por semana junto con una dieta hipocalórica mejora la calidad del sueño de las personas sedentarias, con sobrepeso u obesidad y HTA. A su vez, después del programa de ejercicio físico estas personas realizan un mayor número de pasos diarios indicando una mayor adherencia a la actividad física.

Palabras clave: hipertensión, sobrepeso, obesidad, ejercicio físico, sedentarismo, calidad de sueño.

2. Introducción

Durante mucho tiempo ha existido controversia y discusión sobre el significado de los conceptos de actividad física, comportamientos sedentarios, inactividad física y ejercicio físico. La actividad física se define como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija un gasto de energía (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985). Para determinar la intensidad de la actividad física existe un parámetro denominado Equivalente Metabólico (MET). Un MET equivale a la cantidad de energía que un individuo necesita para estar descansando sentado o tumbado ($1 \text{ MET} = 3,5 \text{ mlO}_2/\text{kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$). A través del MET, se clasifican las intensidades de la actividad física en suaves ($<3 \text{ METs}$), moderadas ($3-6 \text{ METs}$) y vigorosas ($>6 \text{ METs}$). Un ejemplo de actividad física suave podría ser andar despacio o realizar las tareas del hogar, por el contrario, desplazarse en bicicleta se correspondería con una actividad moderada, mientras que correr constituiría una actividad física vigorosa (Pate et al., 1995). La Organización Mundial de la Salud recomienda que los adultos de 18 a 64 años acumulen un mínimo de 150 minutos de actividad física aeróbica moderada a la semana o 75 minutos de actividad física aeróbica vigorosa. Aquellos que lo prefieran, pueden combinar ambos tipos de actividades (World Health Organization, 2010). El incumplimiento de estas recomendaciones sobre la cantidad de actividad física que se debe realizar, se denomina inactividad física (Thivel et al., 2018). Cuando se habla de ejercicio físico se refiere a la actividad física planeada, estructurada y repetida en el tiempo para conseguir un objetivo (Caspersen et al., 1985). Por otro lado, los comportamientos o hábitos sedentarios son aquellas actividades asociadas a un gasto energético menor a 1,5 METs (Tremblay et al., 2017).

Para poder valorar el sedentarismo, la actividad física y el sueño existen diferentes instrumentos como cuestionarios o acelerómetros. Los cuestionarios son herramientas que nos permiten determinar la cantidad de actividad física diaria o la calidad del sueño de manera subjetiva. Sin embargo, la acelerometría tiene la ventaja frente a los cuestionarios de que se puede calcular objetivamente la actividad física realizada durante un día y las intensidades de esta, así como el sedentarismo y la calidad del sueño (Aguilar et al., 2014). Para ello, es necesario un acelerómetro, este es un monitor que mide la aceleración en diferentes planos que lleva a cabo una persona cuando se mueve. De la misma manera, los acelerómetros son capaces de determinar la calidad del sueño en función a una serie de parámetros y algoritmos estipulados en función de la edad. (Migueles et al., 2017).

En las últimas décadas, se ha instaurado un estilo de vida sedentario en el que cada vez pasamos más tiempo delante de las pantallas, nos desplazamos en coche o transporte público y nuestros trabajos conllevan estar horas y horas sentados (Ng & Popkin, 2012). Está demostrado que estos comportamientos sedentarios pueden derivar en diversas enfermedades crónicas como el sobrepeso o la obesidad (Biddle et al., 2017; Leiva et al., 2017). Estamos acostumbrados a escuchar estas palabras, sin embargo, resulta difícil definir las o clasificarlas. Para categorizar el sobrepeso y la obesidad es esencial utilizar la fórmula del Índice de Masa Corporal (IMC) ($\text{IMC} = \text{masa corporal (kg)} / \text{altura (m)}^2$), el porcentaje de masa grasa del individuo analizado y el perímetro de la cintura. Un IMC de 18,5-24,9 kg/m^2 determina una masa corporal en rango de normalidad. En contraposición, un IMC de 25 a 29,9 kg/m^2 indica que la persona tiene sobrepeso. Si el IMC es mayor que 30 kg/m^2 , se clasifica en obesidad (Jensen et al., 2013; Williams, E., Mesidor, Winters, Dubbert, & Wyatt, 2015). El porcentaje normal de grasa corporal oscila entre el 12% y 20% en los hombres y entre el 20% y 30% en las mujeres, se considera obesidad cuando este porcentaje supera el 25% en los hombres y el 33% en las mujeres. Por otra parte, la medición del perímetro de cintura determina que un perímetro ≥ 102 cm en hombres y ≥ 88 cm en mujeres diagnostica obesidad visceral (Lecube et al., 2016).

El estilo de vida sedentario junto con el sobrepeso, la obesidad, la edad, el sexo, ser fumador, tener niveles elevados en sangre de colesterol LDL (Low Density Lipoprotein), triglicéridos y ácido úrico junto con la diabetes y los antecedentes familiares son algunos de los factores de riesgo para padecer hipertensión arterial (HTA) (Williams, B. et al., 2018). La presión arterial alta o HTA es una enfermedad crónica en la que las arterias sufren en sus paredes una tensión elevada, producida por la sangre, cada vez que el corazón late. La clasificación de esta, suscita una gran controversia y discusión debido a que depende de las entidades que la redacten. Para la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) y para la Sociedad Europea de Hipertensión (ESH), la HTA se conoce como una presión arterial sistólica superior o igual a 140 mmHg y una presión diastólica mayor o igual a 90 mmHg (Volpe, Gallo, Battistoni, & Tocci, 2019; Williams, B. et al., 2018). Sin embargo, para el Instituto Americano de Cardiología (ACC) y para la Asociación Americana del Corazón (AHA), la HTA es aquella presión arterial sistólica que iguala o supera los 130 mmHg y una presión arterial diastólica igual o superior a 80 mmHg (Whelton et al., 2018). Cuanto mayor es la presión arterial mayor fuerza tiene que realizar el corazón para bombear más sangre. Esta afección constituye un factor de riesgo, en las personas que la padecen, para sufrir

un infarto de miocardio, un accidente cerebrovascular o, con el paso del tiempo, provocar una insuficiencia cardiaca. La HTA también puede ocasionar problemas renales, de visión y un deterioro cognitivo.

Tanto la inactividad física, como el sobrepeso, la obesidad y la HTA conllevan ciertos problemas asociados que provocan una disminución de la calidad de vida de los que las padecen. El sueño es uno de ellos, por lo que las personas que sufren sobrepeso u obesidad y siguen un estilo de vida sedentario, en muchos casos, tienen problemas relacionados con el descanso, llegando a sufrir insomnio (Huang et al., 2018). Cuando la calidad de sueño, independientemente de la duración de este, es deficiente se corre el riesgo de ganar masa corporal y sufrir sobrepeso u obesidad (Fatima, Doi, & Mamun, 2016). A su vez, las personas que padecen HTA tienen más posibilidades de sufrir insomnio, en especial las mujeres y las personas que llevan más tiempo padeciéndola (Prejbisz et al., 2006). Los estudios muestran que el ejercicio físico aeróbico a intensidad moderada y realizado con regularidad sirve para prevenir y tratar los desórdenes del sueño (Chennaoui, Arnal, Sauvet, & Léger, 2014).

Tabla 1: *Clasificación de la Presión Arterial* (Williams, B. et al., 2018)

Categoría	Presión Sistólica (mmHg)	Presión Diastólica (mmHg)
Óptima	<120	<80
Normal	120-129	80-84
Normal-Elevada	130-139	85-90
HTA grado 1	140-159	90-99
HTA grado 2	160-179	100-109
HTA grado 3	≥180	≥110
HTA sistólica aislada	≥140	<90

HTA: Hipertensión Arterial

Hay muchas personas que tienen sobrepeso u obesidad y, además, padecen HTA (Jordan et al., 2012). Para tratar o prevenir la HTA hay dos métodos efectivos: uno el tratamiento farmacológico, y otro, un cambio en el estilo de vida. La elección entre estas dos técnicas depende del grado de la HTA. Según la ESC, la ESH y la Organización Mundial de la Salud, la presión sanguínea se divide en siete categorías. Si una persona padece una HTA de grado 2 o 3, se le recomienda tomar un tratamiento farmacológico antihipertensivo junto con un cambio en el estilo de vida. Por el contrario, si esta sufre

de una HTA normal-elevada o de grado 1 se fomenta un cambio en la forma de vida para reducirla (Tabla 1) (Whelton et al., 2018).

Está demostrado que el incremento de la grasa corporal y, por consiguiente, del IMC provocan un aumento de la tensión arterial (Jordan et al., 2012; Landsberg et al., 2013). Por tanto, es lógico afirmar que modificar el estilo de vida de una persona con sobrepeso u obesidad, con el objetivo de reducir la masa corporal, provocará una disminución de la presión arterial. Este cambio en el estilo de vida debe involucrar dos dimensiones, la alimenticia y la relativa a la actividad o el ejercicio físico.

La intervención dietética podría consistir en un plan de alimentación llamado DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension) que recoge una serie de consejos dietéticos para frenar la HTA. Dicho plan se basa en el aumento de la ingesta de verduras, frutas, derivados lácteos de bajo contenido en grasas saturadas, legumbre, cereales integrales, pescado, grasas insaturadas, como el aceite de oliva, y en reducir la cantidad de sodio (sal), las grasas saturadas de origen animal, la carne roja, el alcohol y las bebidas azucaradas. Está demostrado que este control dietético tiene efecto en la disminución de la presión arterial de las personas con sobrepeso u obesidad debido a la pérdida de peso (Landsberg et al., 2013; Saneei, Salehi-Abargouei, Esmailzadeh, & Azadbakht, 2014; Siervo et al., 2015; Whelton et al., 2018). La pérdida de 1kg de masa corporal produce una disminución de la presión arterial sistólica y diastólica de 1.05/0.92 mmHg respectivamente (Jensen et al., 2013). Sin embargo, si se le une un programa de ejercicio físico o una restricción calórica, la disminución de la masa corporal será mayor y por tanto, también lo será la reducción de la presión arterial (Gorostegi-Anduaga et al., 2018; Landsberg et al., 2013; Siervo et al., 2015). Por ello, es esencial diseñar un programa de ejercicio físico adecuado que se combine con un control de la alimentación. El objetivo de dicha intervención no solo será la disminución de la presión arterial a medio y corto plazo, sino que también buscará un cambio en el estilo de vida sedentario de la persona intervenida.

Para diseñar un programa de ejercicio físico para tratar la HTA, hay que seguir el principio FITT. Es decir, debemos tener en cuenta la frecuencia semanal con la que se va a realizar ejercicio físico, la intensidad de este, el tiempo de realización en una sesión y en total durante toda la semana y el tipo de actividad que se va a realizar (Pescatello, MacDonald, Lamberti, & Johnson, 2015). Los estudios demuestran que el ejercicio aeróbico, como el de fuerza dinámica y el trabajo isométrico, reducen tanto la presión sistólica como la diastólica, no obstante, el entrenamiento de resistencia aeróbica

produce una mayor disminución de la tensión arterial que el resto (Cornelissen & Smart, 2013). La frecuencia con la que se debe realizar ejercicio físico es de 2 o 3 días a la semana en caso del trabajo de fuerza y preferiblemente todos los días cuando se habla de ejercicio físico aeróbico. El tiempo empleado para realizar ejercicio físico aeróbico debe ser mínimo de unos 30 minutos diarios y en el caso de la fuerza de ocho a diez ejercicios y de diez a doce repeticiones por ejercicio (Pescatello et al., 2015). En relación a la intensidad de este trabajo aeróbico, las últimas investigaciones evidencian que el entrenamiento interválico de alta intensidad o HIIT, que es aquel trabajo que intercala periodos de intensidad vigorosa con tiempos de recuperación (Gibala & Jones, 2013), produce una reducción de la presión arterial sistólica y diastólica similar a la que genera un entrenamiento aeróbico continuo a intensidad moderada. Sin embargo, el HIIT mejora en mayor medida la capacidad cardiorrespiratoria (CCR), incrementando el consumo máximo de oxígeno (Costa et al., 2018; Gorostegi-Anduaga et al., 2018). La CCR se conoce como la capacidad del organismo para captar, transportar y absorber oxígeno por parte de los músculos cuando se realiza actividad física y es un excelente indicador de muerte y del riesgo a padecer cualquier enfermedad. Es decir, una capacidad aeróbica o CCR pequeña determina que una persona tiene más riesgo de sufrir una enfermedad o morir que otra que tenga una CCR óptima (Harber et al., 2017).

Cuando se realiza una intervención incluyendo un programa de ejercicio físico aeróbico para poder disminuir el sobrepeso/obesidad y la HTA, no solo se busca un efecto a corto plazo, sino que la intención es que el individuo consiga una adherencia al ejercicio físico para realizar un cambio en su estilo de vida y así poder combatir el sedentarismo y la inactividad física. Hay gran cantidad de estudios y guías que indican como disminuir la HTA y el sobrepeso/obesidad a través de un cambio en nuestra dieta y ejercicio físico aeróbico (Cornelissen & Smart, 2013; Costa et al., 2018; Cuspidi, Tadic, Grassi, & Mancia, 2018; Gorostegi-Anduaga et al., 2018; Herrod et al., 2018; Landsberg et al., 2013; Pescatello et al., 2015; Williams, B. et al., 2018). Por el contrario, no existen investigaciones que nos muestren qué ocurre con el nivel de sedentarismo antes y después de diferentes programas de ejercicio físico aeróbico. De esta curiosidad nace el objetivo de este trabajo, que será valorar con acelerometría los comportamientos sedentarios nivel de actividad física y la calidad del sueño antes y después de diferentes programas de ejercicio físico aeróbico en personas que padecen HTA y sobrepeso u obesidad.

3. Métodos

3.1 Diseño del estudio

Este trabajo utiliza los datos del estudio EXERDIET-HTA, que es un ensayo experimental controlado que consiste en un registro, evaluación y comparación de los efectos que produce un programa de 16 semanas de ejercicio físico aeróbico, practicado dos veces por semana, y combinado con una intervención dietética, en personas que padecen HTA y sobrepeso u obesidad. Este trabajo fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU, CEISH/279/2014) y por el Comité de Ética de Investigación Clínica del Hospital Universitario de Álava (20015-030). A su vez, todos los participantes firmaron un consentimiento informado. Los criterios de inclusión para participar en el estudio EXERDIET-HTA fueron determinados de antemano (Maldonado-Martín et al., 2016).

3.2 Participantes

En el estudio realizado en Vitoria-Gasteiz (País Vasco, España) participaron 218 personas de las cuales 162 se aleatorizaron al grupo de ejercicio físico supervisado (GEF) y 56 el grupo de atención control (GAC). Todas tenían sobrepeso ($IMC > 25 \text{ kg/m}^2$) u obesidad ($IMC > 30 \text{ kg/m}^2$), estaban diagnosticadas con HTA de grado 1 o 2 (presión arterial sistólica $\geq 140\text{mmHg}$ y presión arterial diastólica $\geq 90\text{mmHg}$) y, además, seguían un estilo de vida sedentario. Para determinar que estas personas eran sedentarias, y por tanto, no cumplían con las recomendaciones de la OMS (World Health Organization, 2010) en relación con la actividad física se utilizó el cuestionario IPAQ (International Physical Activity Questionnaire).

3.3 Mediciones

Las mediciones para el estudio fueron tomadas antes (T0) y después (T1) de las 16 semanas de intervención.

Antropometría y composición corporal.

Los datos antropométricos recogidos fueron la estatura (SECA 213), la masa corporal (SECA 869), para calcular el IMC, así como el perímetro de cintura (SECA 200).

Presión arterial

La monitorización ambulatoria y el registro de la presión arterial se realizó con el monitor ambulatorio de presión arterial ABPM 6100 (Welch Allyn, New York, USA)

durante 24 h. El dispositivo se programó para realizar mediciones cada 30 minutos durante el día y cada 60 minutos durante la noche. Previamente a esta toma de datos, los y las participantes debieron determinar la hora de acostarse y la hora de levantarse para poder programar el oscilómetro para los rangos diurnos y nocturnos. De los datos obtenidos se analizó la media de la presión arterial sistólica y diastólica tanto diurna como nocturna.

Capacidad cardiorrespiratoria

El consumo pico de oxígeno ($VO_{2\text{pico}}$) y los umbrales ventilatorios (VT) se determinaron a través de una prueba de esfuerzo realizada en cicloergómetro Lode Excalibur Sport (Groningen, Países Bajos). El protocolo utilizado en la prueba de esfuerzo comenzaba con una potencia de 40 W, para luego ir aumentando progresivamente 10 W cada minuto hasta la extenuación del individuo. Los y las participantes debían pedalear con una cadencia mínima de 70 rpm y durante todo momento estaban monitorizados a través de un electrocardiograma. También se utilizó la escala de Borg tradicional (6-20) para determinar la fatiga al final de cada minuto y un analizador de gases (Ergo Card, Medi-soft S.S, Belgium Ref. USM001 V1.0) para determinar el intercambio de gases durante la prueba de esfuerzo. Este se calibró antes de cada test con los valores de concentración y volumen de aire presentes en el ambiente. La prueba terminaba cuando se cumplían dos o más de los criterios siguientes: 1) el o la participante llegaban al esfuerzo determinado como pico (>18 en la escala de Borg) y no podía continuar pedaleando con los vatios determinados, 2) lograban el intercambio respiratorio pico ($V_{CO_2}/V_{O_2}>1,1$), 3) llegaban al 85% de la frecuencia cardíaca máxima para la edad pronosticada o 4) cuando el VO_2 y la frecuencia cardíaca no aumentan a pesar de aumentar la intensidad. La recuperación duraba 5 minutos, en los cuales el o la participante debía seguir sentado en el cicloergómetro pero sin pedalear. La identificación de los dos umbrales ventilatorios (VT1-VT2) se utilizaron para la individualización de los rangos de intensidad del ejercicio físico según los equivalentes ventilatorios (Maldonado-Martín et al., 2016).

Actividad física, comportamientos sedentarios y sueño

Con el fin de determinar de manera objetiva la cantidad de actividad física, los comportamientos sedentarios y la calidad del sueño los y las participantes del estudio portaron un acelerómetro triaxial (ActiGraph GT3X+, Pensacola, Florida, USA) en la muñeca no dominante durante ocho días consecutivos. El acelerómetro lo tenían que

llevar las 24 horas del día excepto para las actividades acuáticas o aseo personal que conllevara riesgo de mojarlo. Cada participante recibió instrucciones orales de cómo llevar el ActiGraph, y también se les indicó que tenían que completar un diario (Anexo1) indicando la hora al despertarse, desayunar, comer, echar la siesta, actividad física, cenar y dormir, así como cuantas veces fue quitado y puesto el dispositivo. Al octavo día los participantes debían entregar el acelerómetro junto con el diario de registro. Los datos del acelerómetro ActiGraph fueron descargados y analizados utilizando el software indicado por el fabricante (Actilife 6.11.9). Los datos de registro del acelerómetro fueron contrastados con el registro diario que había llevado cada individuo. Si se daban algunas discrepancias se corregían los datos del acelerómetro. Durante el análisis de la información los periodos de 60 minutos en la que la actividad física era cero se excluyeron, ya que, se correspondían con tiempo de no uso del acelerómetro. El ActiGraph es capaz de determinar la cantidad de actividad física que se realiza pero también la clasifica según la intensidad, para ello, divide la actividad física en intervalos de un minuto. Según el número de conteos que realizó el acelerómetro en cada minuto se pudieron clasificar todas las actividades realizadas como comportamientos sedentarios, actividad física ligera, moderada y vigorosa. Los comportamientos sedentarios son aquellos en los que el acelerómetro realiza menos de 100 conteos por minuto, mientras que las actividades ligeras son aquellas en las que los conteos son entre 100 y 2019. Las actividades moderadas se corresponden con aquellas en las que el conteo por minuto sea de 2020 a 5998 y las vigorosas las que suman más de 5999 conteos por minuto (Maldonado-Martín et al., 2016). Los datos relacionado con el sueño recogidos por el ActiGraph hacen referencia a la latencia, que es el tiempo que se tarda en quedarse dormido, la eficiencia del sueño, determinada como el ratio entre el tiempo de sueño y el tiempo total en la cama, el tiempo en la cama, el tiempo de sueño y el tiempo de vigilia. Estos patrones de sueño fueron evaluados utilizando un software previamente validado basado en el método de puntuación de Cole-Kripke que analiza los datos del ActiGraph para calcular el tiempo de sueño (MartinezAguirre-Betolaza et al., 2019).

Previo a la intervención se utilizó el cuestionario IPAQ (International Physical Activity Questionnaire) en su versión corta, para clasificar a las personas participantes en el estudio como sedentarias, es decir, que no llegaban a los 150 minutos de actividad física moderada o 75 minutos de actividad física vigorosa semanal que recomienda la OMS (World Health Organization, 2010). Este cuestionario es un instrumento que tiene siete ítems para permitir la estimación de la cantidad de

actividad física y la intensidad de esta durante una semana. Para ello, los pacientes fueron preguntados por cuantos días a la semana y cuantos minutos por día realizan actividad física, así como la intensidad de estas actividades.

3.4 Intervención

Los participantes se dividieron en dos grupos, el grupo de atención control (GAC) que recibieron recomendaciones de actividad física según la OMS (World Health Organization, 2010) y el grupo de ejercicio físico (GEF) que realizó ejercicio físico aeróbico supervisado dos días a la semana. Ambos grupos siguieron una dieta hipocalórica que fue diseñada de acuerdo con la dieta DASH, para proporcionar un 25% menos de energía que su gasto diario de energía y reducir la cantidad de sodio diaria a 3 o 6 gramos. En el estudio de investigación original el GEF supervisado estaba dividido en tres grupos diferenciados por diferentes programas de ejercicio físico aeróbico. Pero una vez analizados los datos y al ver que no había diferencias entre los grupos se decidió unirlos todos en un solo grupo único de ejercicio físico (Maldonado-Martín et al., 2016).

El GEF entrenó dos días no consecutivos a la semana bajo la supervisión de especialistas del ejercicio físico. Todas las sesiones empezaban y terminaban con una monitorización de la presión arterial. Las sesiones incluían de 5 a 10 minutos de calentamiento y otros 10 minutos de vuelta a la calma. La parte principal de esta constaba de un entrenamiento aeróbico que se desarrollaba un día en cinta rodante y el otro en bici estática (BH Fitness equipment). La duración de esta parte variaba de 20 a 45 minutos y la intensidad variaba de moderada (R2) a vigorosa (R3). La intensidad era individualizada y controlada a través de la frecuencia cardiaca (Polar Electro, Kempele, Finland). Para lograr que los participantes llegaran a la intensidad requerida en el entrenamiento se modificaban la velocidad o la pendiente en la cinta rodante y la potencia en la bici estática. Todos los participantes del GEF debían realizar 32 sesiones. Si alguno se perdía alguna sesión (como máximo se podían ausentar de 4) la debía recuperar al final de las 16 semanas de intervención (Gorostegi-Anduaga et al., 2018).

3.5 Análisis estadístico

Se calcularon los valores descriptivos de cada una de las variables. Dichos valores se muestran como media \pm desviación estándar (DS). Una prueba t-Student

para muestras relacionadas se utilizó para ver las diferencias entre las mediciones pre-intervención (T0) y post-intervención (T1) de cada una de las variables de estudio. Para analizar las diferencias entre los grupos (GAC vs GEF) se realizó una prueba t-Student para muestras independientes. Para calcular dicha diferencia en T1 se utilizó el delta de cambio entre T0 vs T1. Para el análisis estadístico se utilizó la versión 24.0 del programa IBM® SPSS- Statistics©. Las diferencias fueron consideradas estadísticamente significativas cuando $P < 0,05$.

4. Resultados

Tabla 2. Datos de la población de estudio antes de la intervención (T0). Valores son Media \pm DS.

	Todos n=218	Grupo Atención control (GAC) n=56	Grupo ejercicio (GEF) n=162	P_{GAC-GE}
Edad (años)	53,5 \pm 7,8	52,8 \pm 7,6	53,7 \pm 7,9	0.441
MC (kg)	92,4 \pm 15,1	93,0 \pm 15,3	92,3 \pm 15,1	0.761
IMC (kg/m ²)	32,4 \pm 4,2	32,8 \pm 4,5	32,3 \pm 4,0	0.476
Perímetro cintura (cm)	103,4 \pm 11,2	103,8 \pm 11,1	103,4 \pm 11,3	0.821
TAS media diurna (mmHg)	134,1 \pm 15,2	135,5 \pm 15,7	133,6 \pm 15,1	0.432
TAD media diurna (mmHg)	76,7 \pm 10,6	76,8 \pm 10,4	76,7 \pm 10,7	0.981
TAS media nocturna (mmHg)	136,9 \pm 23,0	139,9 \pm 25,6	135,9 \pm 22,1	0.303
TAD media nocturna (mmHg)	77,54 \pm 17,1	78,0 \pm 18,4	77,4 \pm 16,7	0.811
VO _{2pico} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	22,4 \pm 5,5	22,9 \pm 5,6	22,2 \pm 5,4	0.440

MC: Masa Corporal; IMC: Índice de Masa Corporal; TAS: Tensión arterial sistólica; TAD: Tensión arterial diastólica; VO_{2pico}: consumo de oxígeno pico. * $P < 0,05$ diferencias entre GAC y GE.

En la Tabla 2 se presentan los valores iniciales de la población de estudio antes de la intervención. Los valores de IMC (32,4 \pm 4,2 kg/m²) se clasifican en rango de obesidad (Jensen et al., 2013; Williams, E. et al., 2015), además el perímetro de cintura (103,4 \pm 11,2 cm) indica que esta obesidad es de tipo visceral (Lecube et al., 2016). Por su parte, los valores de la TAS y TAD muestran una HTA normal-elevada (Williams, B. et al., 2018), mientras que los valores del VO_{2pico} (22,4 \pm 5,5 ml.kg⁻¹.min⁻¹) confirman una CCR baja (Harber et al., 2017).

Al analizar los resultados de composición corporal y fisiológicos comparando antes y después de la intervención (Tabla 3) se observó que, a excepción de la TA diurna, en el resto de variables ambos grupos presentaron mejoras con diferencias (Δ) significativas en T1 con respecto a T0. Así, se observaron descensos significativos en la masa corporal (GAC=-4,4%, GEF=-6,4%; $P=0,001$), el IMC (GAC=-12,6%, $P=0,003$; GEF=-6,8%; $P=0,001$), el perímetro de cintura (GAC=-4%, GEF=-5,2%; $P=0,001$), la TAS nocturna (GAC=-15,7%, GEF=-13%; $P=0,001$) y la TAD nocturna (GAC=-20,5%, GEF=-15,3%; $P=0,001$). En relación con la CCR, se observaron mejoras en ambos grupos con incrementos significativos del $VO_{2\text{pico}}$ (GAC=16,9%, GEF=31,3%; $P=0,001$).

Al analizar las diferencias entre grupos, se observó que aunque ambos grupos mejoraron la CCR valorada con el $VO_{2\text{pico}}$, el GEF presentó mejoras significativamente superiores ($P=0,004$) en comparación con GAC. En el resto de variables fisiológicas y las relacionadas con la composición corporal no se presentaron diferencias entre grupos.

Cuando los parámetros analizados son los relacionados con la calidad del sueño, (Tabla 3) se observó que ambos grupos mostraron mejoras con diferencias (Δ) significativas en T1 con relación a T0 con incrementos en la eficiencia de sueño entre semana (GAC=4,3%, GEF=5,3%; $P=0,001$), eficiencia de sueño total (GAC=3,3%, $P=0,007$; GEF=5,4%, $P=0,001$), tiempo de sueño entre semana (GAC=6,3%, $P=0,005$; GEF=7,9%, $P=0,001$), tiempo de sueño total (GAC=4,8%, $P=0,013$; GEF=6,7%, $P=0,001$) y descenso en el tiempo de vigilia entre semana (GAC=-18,6%, $P=0,029$; GEF=-21,4%, $P=0,001$). Por el contrario, en ninguno de los dos grupos se encontraron diferencias significativas entre las mediciones de T0 y T1 en las variables de tiempo en la cama el fin de semana, tiempo en la cama total y tiempo de sueño el fin de semana.

Por su parte, el GEF a diferencia del GAC presenta mejoras significativas en las mediciones del T1 respecto a las de T0 con descensos en los parámetros de latencia entre semana (GEF=-36,8%; $P=0,013$), latencia el fin de semana (GEF=-40%; $P=0,082$), latencia total (GEF=-40%; $P=0,006$), tiempo de vigilia el fin de semana (GEF=-24,9%; $P=0,001$) y tiempo de vigilia total (GEF=-22,4%; $P=0,001$); e incrementos en la eficiencia de sueño el fin de semana (GEF=5,4%; $P=0,001$), y tiempo en la cama entre semana (GEF=2,9%; $P=0,041$).

En relación con las variables de sueño, después de la intervención no se presentaron diferencias significativas de cambio en ninguno de las variables analizadas entre el GAC y el GEF.

Después de la intervención no se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) en ninguno de los dos grupos en relación con las variables relacionadas con el sedentarismo y la actividad física (Tabla 4). Sin embargo, se presenta una tendencia a la significación ($P = 0,057$) con un incremento (9%) del número de pasos realizados entre semana del GEF, mientras que el GAC redujo ($P = 0,043$) la cantidad de pasos dados entre semana (-10,2%), con diferencia significativa entre grupos ($P = 0,015$). Así mismo, al valorar el número de pasos totales (incluyendo entre semana y fin de semana) el GEF incrementó significativamente ($P = 0,049$) después de la intervención (8,9%), con diferencias significativas ($P = 0,035$) en comparación con GAC.

Tabla 3. Datos de los variables antropométricas, fisiológicas y de sueño de la población de estudio antes (T0) y después de la intervención (T1). Valores son Media \pm DS.

	GAC n=37		P_{T0-T1}	GEF n=109		P_{T0-T1}	P_{GAC-GE}
	T0	T1		T0	T1		
MC (kg)	91,9 \pm 14,4	87,9 \pm 14,9	<0,001	92,5 \pm 15,2	86,6 \pm 15,8	<0,001	0,196
IMC (kg/m ²)	32,6 \pm 4,5	28,5 \pm 9,1	0,003	32,3 \pm 4,0	30,1 \pm 5,0	<0,001	0,179
Perímetro cintura (cm)	103,5 \pm 11,0	99,3 \pm 10,6	0,001	103,2 \pm 11,4	97,8 \pm 10,6	<0,001	0,231
TAS media diurna (mmHg)	135,1 \pm 16,2	137,0 \pm 14,3	0,461	134,2 \pm 15,0	131,6 \pm 11,4	0,071	0,115
TAD media diurna (mmHg)	76,6 \pm 10,6	77,8 \pm 8,8	0,469	77,3 \pm 10,3	76,5 \pm 8,5	0,373	0,274
TAS media nocturna (mmHg)	140,5 \pm 25,7	118,5 \pm 17,1	<0,001	133,7 \pm 21,4	116,4 \pm 13,1	<0,001	0,251
TAD media nocturna (mmHg)	79,1 \pm 19,1	62,9 \pm 8,3	<0,001	75,9 \pm 16,0	64,3 \pm 8,2	<0,001	0,101
VO _{2pico} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	23,1 \pm 5,8	27,0 \pm 7,8	<0,001	22,3 \pm 5,3	29,3 \pm 8,7	<0,001	0,004
Análisis de sueño							
Latencia (ES) (min)	1,2 \pm 0,8	1,3 \pm 0,7	0.638	1,9 \pm 3,0	1,2 \pm 0,7	0.013	0.144
Latencia (FS) (min)	1,2 \pm 1,4	1,2 \pm 1,2	0.810	2,0 \pm 4,7	1,2 \pm 1,2	0.082	0.282
Latencia (total) (min)	1,2 \pm 0,8	1,2 \pm 0,6	0.671	2,0 \pm 2,8	1,2 \pm 0,7	0.006	0.086
Eficiencia de sueño (ES) (%)	84,3 \pm 6,0	87,9 \pm 6,7	0.001	82,9 \pm 7,9	87,3 \pm 4,8	<0.001	0.481
Eficiencia de sueño (FS) (%)	85,5 \pm 6,4	87,4 \pm 7,4	0.160	83,3 \pm 9,0	87,8 \pm 6,7	<0.001	0.123
Eficiencia de sueño (total) (%)	84,8 \pm 5,7	87,6 \pm 6,7	0.007	83,0 \pm 8,0	87,5 \pm 4,9	<0.001	0.218
Tiempo en cama (ES) (min)	430,9 \pm 61,2	442,1 \pm 52,3	0.245	441,1 \pm 64,4	453,8 \pm 72,3	0.041	0.897
Tiempo en cama (FS) (min)	468,8 \pm 75,0	461,7 \pm 75,0	0.556	477,7 \pm 83,2	474,5 \pm 75,1	0.722	0.818
Tiempo en cama (total) (min)	440,8 \pm 59,0	448,9 \pm 49,3	0.287	452,3 \pm 59,5	460,8 \pm 62,0	0.128	0.978
Tiempo de sueño (ES) (min)	364,9 \pm 63,2	388,0 \pm 55,4	0.005	367,4 \pm 72,2	396,3 \pm 66,6	<0.001	0.633
Tiempo de sueño (FS)	401,8 \pm 77,2	403,6 \pm 73,2	0.874	400,7 \pm 91,1	417,0 \pm 77,8	0.076	0.318
Tiempo de sueño (total)	375,3 \pm 62,3	393,2 \pm 54,8	0.013	377,7 \pm 70,2	403,1 \pm 60,3	<0.001	0.403
Tiempo de vigilia (ES)	64,9 \pm 21,4	52,8 \pm 30,7	0.029	71,8 \pm 28,2	56,4 \pm 22,8	<0.001	0.542
Tiempo de vigilia (FS)	65,9 \pm 25,4	56,8 \pm 33,4	0.147	75,1 \pm 34,1	56,4 \pm 30,6	<0.001	0.157
Tiempo de vigilia (total)	64,3 \pm 20,0	54,5 \pm 29,6	0.057	72,7 \pm 28,2	56,4 \pm 22,6	<0.001	0.214

MC: Masa Corporal; IMC: Índice de Masa Corporal; TAS: Tensión arterial sistólica; TAD: Tensión arterial diastólica; VO_{2pico}: consumo de oxígeno pico; min: minutos; Latencia: tiempo que discurre desde que la persona se acuesta hasta que se queda dormida; ES: entre semana; FS fin de semana; total: media de los 7 días de la semana.

Tabla 4. Datos de los valores de AF de la población de estudio antes (T0) y después de la intervención (T1). Valores son Media \pm DS.

	GAC n=32		P_{T0-T1}	GEF n=81		P_{T0-T1}	P_{GAC-GE}
	T0	T1		T0	T1		
Tiempo sedentario (ES) (min)	494,0 \pm 114,1	499,6 \pm 104,7	0.830	541,7 \pm 133,3	510,2 \pm 109,8	0.115	0.293
Tiempo sedentario (FS) (min)	503,5 \pm 136,7	529,5 \pm 124,7	0.374	548, \pm 173,2	542,5 \pm 154,6	0.807	0.467
Tiempo sedentario (total) (min)	497,6 \pm 105,1	503,9 \pm 98,0	0.788	543,7 \pm 125,4	519,4 \pm 109,8	0.215	0.374
Actividad Física (ES) (min)	474,9 \pm 119,5	435,5 \pm 99,7	0.098	439,5 \pm 100,1	453,1 \pm 106,7	0.355	0.054
Actividad Física (FS) (min)	417,5 \pm 139,0	425,3 \pm 102,3	0.791	422,3 \pm 117,9	424,9 \pm 116,2	0.889	0.879
Actividad Física (total) (min)	458,5 \pm 109,6	433,5 \pm 93,7	0.265	434,6 \pm 91,8	445,0 \pm 98,6	0.448	0.172
Sedentarismo (ES) (%)	51,5 \pm 11,0	54,2 \pm 10,7	0.255	55,3 \pm 9,5	53,5 \pm 10,3	0.222	0.103
Sedentarismo (FS) (%)	55,9 \pm 12,6	55,0 \pm 10,5	0.749	56,5 \pm 11,4	55,7 \pm 120,1	0.683	0.974
Sedentarismo (total) (%)	52,7 \pm 10,4	54,3 \pm 10,0	0.496	55,8 \pm 8,9	54,2 \pm 9,7	0.276	0.250
Actividad Física (ES) (%)	48,5 \pm 11,0	45,8 \pm 10,7	0.255	44,7 \pm 9,5	46,5 \pm 10,3	0.222	0.103
Actividad Física (FS) (%)	44,1 \pm 12,6	45,0 \pm 10,5	0.741	43,5 \pm 11,4	44,3 \pm 12,1	0.683	0.967
Actividad Física (total) (%)	47,3 \pm 10,4	45,8 \pm 10,0	0.496	44,2 \pm 8,9	45,8 \pm 9,7	0.276	0.250
Número de pasos (ES)	14717,8 \pm 3554,3	13217,7 \pm 3379,1	0.043	13679,7 \pm 3737,5	14917,7 \pm 4547,3	0.057	0.015
Número de pasos (FS)	13206,5 \pm 4595,8	13384,6 \pm 3567,1	0.842	12834,1 \pm 4305,3	13907,4 \pm 4655,3	0.138	0.483
Número de pasos (total)	14275,7 \pm 3390,9	13258,8 \pm 3052,9	0.133	13438,1 \pm 3385,8	14629,1 \pm 4133,7	0.049	0.035

ES: entre semana; FS fin de semana; total: media de los 7 días de la semana; min: minutos.

5. Discusión

Este estudio es uno de los primeros que investiga los efectos que genera un programa de ejercicio físico aeróbico junto con una intervención dietética sobre las variables antropométricas, fisiológicas, de sueño, de actividad física y sedentarismo, en adultos que padecen obesidad o sobrepeso y además están diagnosticados con HTA. Los principales hallazgos de dicho estudio son los siguientes: ambos grupos (GAC y GEF) reducen la masa corporal, el IMC, el perímetro de cintura, la tensión arterial nocturna y aumentan la CCR, la eficiencia y el tiempo de sueño; además, el GEF incremento también, el tiempo en la cama y redujo la latencia de sueño y el tiempo de vigilia, mientras que ninguno de los dos grupos consiguió diferencias significativas en los parámetros de sedentarismo y actividad física. Sin embargo, es de destacar un descenso en el número de pasos entre semana en el GAC y un aumento en el GEF.

Esta intervención de 16 semanas en el estilo de vida en ambos grupos, modificando los hábitos alimenticios para seguir la dieta DASH, junto con una restricción calórica, la realización de ejercicio físico supervisado por parte del GEF y las recomendaciones de actividad física que se le recomendaron al GAC pueden ser un método efectivo para tratar la HTA, al igual que lo es el tratamiento farmacológico. Los resultados de mejora en la composición corporal, CCR y tensión arterial confirman los de previas investigaciones (Blumenthal et al., 2010; Smith et al., 2010). Como tal, un cambio en el estilo de vida, podría resultar un modelo rentable para la prevención de enfermedades cardiovasculares y la reducción de los costes sanitarios (Siervo et al., 2015). Está demostrado que la masa corporal está íntimamente relacionada con la presión arterial y que una reducción en la masa corporal supone un descenso en la presión arterial (Jordan et al., 2012; Landsberg et al., 2013). Por ello, el descenso de la TAS y TAD nocturna en ambos grupos se podría justificar debido al descenso en la masa corporal. La presión arterial nocturna es un mejor indicador del riesgo de padecer un evento cardiovascular que la presión arterial diurna (Ben-Dov et al., 2007). A su vez, no existen diferencias significativas en la reducción de la presión arterial entre ambos grupos antes y después de la intervención, por lo que se puede concluir que la dieta DASH con unas recomendaciones de actividad física (World Health Organization, 2010) puede obtener las mismas mejoras en la tensión arterial que la dieta DASH más el ejercicio físico aeróbico supervisado en personas que tiene sobrepeso u obesidad y están diagnosticadas con HTA (Siervo et al., 2015). Mismos resultados se han observado en las variables antropométricas con reducciones significativas en ambos grupos, en la masa corporal y el perímetro de cintura del GEF (-6,4%, -5,3%, respectivamente) y del

GAC (-4,4%, -4%, respectivamente), sin diferencias entre grupos. El descenso en el perímetro de cintura en ambos grupos supone una reducción de la obesidad visceral hasta valores que ya no se consideran de alto riesgo (Lecube et al., 2016). Por ello, esta investigación sugiere que las personas sedentarias, con sobrepeso u obesidad y HTA pueden adaptarse y responder al ejercicio físico aeróbico durante un programa de déficit calórico. La CCR es un valor predictor universal del riesgo de padecer todo tipo de enfermedades así como de la mortalidad, y además es independientemente del IMC (Harber et al., 2017). El denominado paradigma de *"fat but fit"* (*"obeso" pero en forma*) sugiere que si una persona que padece sobrepeso u obesidad pero realiza ejercicio físico aeróbico de manera regular tendrá un menor riesgo de sufrir una enfermedad o muerte si su CCR es óptima (Ortega, Ruiz, Labayen, Lavie, & Blair, 2018). La CCR de los y las participantes en este estudio, medida a través del $VO_{2\text{pico}}$, aumentó en ambos grupos pasando de tener valores bajos ($<24,4$ ml/kg/min) a saludables ($>24,4$ ml/kg/min) (Harber et al., 2017). Sin embargo, en el GEF este incremento (31,3%) es significativamente mayor ($P=0,004$) que el del GAC (16,9%) debido al entrenamiento aeróbico supervisado que el GEF realizó durante 16 semanas. Este hecho es muy interesante ya que se puede decir que aunque los y las participantes en el estudio seguían teniendo sobrepeso, a través del ejercicio físico aeróbico consiguieron unos valores de consumo de oxígeno (VO_2) considerados como sanos y por consiguiente lograron reducir el riesgo enfermedad o muerte.

Los estudios previos evidencian que no dormir las horas suficientes provoca un aumento del 37% en la incidencia de la HTA (Calhoun & Harding, 2010). Por ello, las guías recomiendan que los adultos deban dormir siete o más horas con una eficiencia del sueño superior al 85% para poder tener una buena salud (Schutte-Rodin, Broch, Buysse, Dorsey, & Sateia, 2008). En contraposición, ninguno de los dos grupos que conformaron esta investigación llegaba a este mínimo en las mediciones que se llevaron a cabo antes de la intervención (T0). El GAC tuvo un tiempo de sueño total de 6,2 horas (375,3 minutos) con una eficiencia del 84,8% y el GEF dormía de media 6,3 horas (377,7 minutos) con una eficiencia del 83%. En las mediciones tomadas después de la intervención (T1) tanto el GAC como el GEF consiguen mejorar la eficiencia de sueño entre semana y la total hasta valores considerados saludables ($>85\%$) y el tiempo de sueño entre semana y total. Sin embargo, este aumento no llegó hasta las siete horas como mínimo que se recomiendan (Schutte-Rodin et al., 2008). Por su parte el GEF consiguió aumentar también la eficiencia de sueño el fin de semana hasta el 87,8%. El aumento del tiempo y la eficiencia de sueño entre semana generaron el

incremento del tiempo y la eficiencia de sueño total, ya que en el fin de semana estos parámetros se mantuvieron constantes entre las dos mediciones. El GEF, además, logró disminuir la latencia (*i.e.*, tiempo que se tarda en quedarse dormido) tanto entre semana como el fin de semana, y por tanto la latencia total también se redujo significativamente, el tiempo de vigilia (*i.e.*, tiempo de interrupción durante el sueño) entre semana, el fin de semana y el total, en tanto que el GAC solo mostró una reducción del tiempo de vigilia entre semana. Con estos datos se puede decir que una intervención dietética junto con unas recomendaciones de actividad física (World Health Organization, 2010) pueden producir una mejora en la calidad de sueño de las personas que tienen sobrepeso u obesidad y además están diagnosticadas con HTA. Esto se puede deber a que la circunferencia de cintura es inversamente proporcional a los parámetros de la calidad del sueño, en especial en el de la eficiencia de este (MartinezAguirre-Betolaza et al., 2019). Sin embargo, el GEF mostró mejoras en más parámetros relacionados con la calidad del sueño que el GAC. Todos estos datos no hacen más que corroborar las conclusiones de otras investigaciones que determinan que el ejercicio físico es capaz de mejorar la calidad del sueño y disminuir la latencia (Yang, Ho, Chen, & Chien, 2012). Algunos estudios determinan que el mantenimiento de una CCR buena, en personas de edad media, reduce el riesgo de padecer problemas de sueño (Dishman et al., 2015). Otros, en contraposición, sostienen que aunque el ejercicio físico mejore la eficiencia de sueño en adultos jóvenes, la CCR es independiente de la calidad del sueño (Oudegeest-Sander et al., 2012). Esta conclusión es corroborada por otra investigación realizada con los participantes este mismo trabajo (EXERDIET-HTA), el cual determina que la calidad del sueño no está influenciada por la CCR (MartinezAguirre-Betolaza et al., 2019).

Analizadas las variables sobre la actividad física y el sedentarismo antes y después del programa de intervención se aprecia que ambos grupos pasan la mitad del día en actitud sedentaria, sin embargo, los valores de la cantidad de pasos diarios se corresponden con los que debería realizar un adulto para estar sano (>10000) (Tudor-Locke et al., 2011). En ninguno de los dos grupos se dan diferencias entre las dos mediciones (T0 y T1) en relación con el tiempo que pasan sentados durante el día, esto se puede deber al tipo de trabajo actual en el que se pasan muchas horas sentados (Ng & Popkin, 2012). Con respecto a las variables de actividad física se producen cambios en el número de pasos entre semana del GAC, que se ven reducidos ($P=0,043$) en un 10,2% mientras que los del GEF aumentan ($P=0,057$) en un 9%, al igual que el número de pasos totales.

Durante esta investigación se presentan diferentes limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, el acelerómetro ActiGraph puede sobreestimar el tiempo de sueño total y la eficiencia de sueño ya que puede considerar que se está durmiendo cuando en realidad se está inmóvil en posición horizontal. En segundo lugar, al colocarlo en la muñeca los movimientos de los brazos realizando cualquier actividad pueden distorsionar la toma de datos.

6. Conclusión

En resumen, el presente estudio muestra que tras un programa de ejercicio físico aeróbico supervisado realizado dos veces por semana junto con una dieta DASH hipocalórica las personas sedentarias con sobrepeso u obesidad y que además padecen HTA mejoran la calidad del sueño, incrementando el tiempo de sueño, la eficiencia y disminuyendo la latencia y el tiempo de vigilia. Del mismo modo, aunque aumentan el número de pasos realizados por día, el tiempo que dedican a comportamiento sedentarios y actividad física no varía significativamente en ninguno de los dos grupos entre las dos mediciones T0 y T1.

7. Referencias

- Aguilar, M. J., Guisado, R., Sánchez, A. M., Rodríguez, R., Noack, J., & Pozo, M. D. (2014). Descripción del acelerómetro como método para valorar la actividad física en los diferentes periodos de la vida; revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria*, 29(29), 1250-1261. doi:10.3305/nh.2014.29.6.7410 Retrieved from <https://medes.com/publication/91229>
- Ben-Dov, I. Z., Kark, J. D., Ben-Ishay, D., Mekler, J., Ben-Arie, L., & Bursztyn, M. (2007). Predictors of all-cause mortality in clinical ambulatory monitoring: Unique aspects of blood pressure during sleep. *Hypertension*, 49(6), 1235-1241. doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA.107.087262
- Biddle, S. J. H., García Bengoechea, E., Pedisic, Z., Bennie, J., Vergeer, I., & Wiesner, G. (2017). *Screen time, other sedentary behaviours, and obesity risk in adults: A review of reviews*. United States: doi:10.1007/s13679-017-0256-9
- Blumenthal, J., Babyak, M., Sherwood, A., Craighead, L., Lin, P., Johnson, J., . . . Hinderliter, A. (2010). Effects of the dietary approaches to stop hypertension diet alone and in combination with exercise and caloric restriction on insulin sensitivity and lipids. *Hypertension*, 55(5), 1199-1205. doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.149153
- Calhoun, D. A., & Harding, S. M. (2010). Sleep and hypertension. *Chest*, 138(2), 434-443. doi:10.1378/chest.09-2954
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). *Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research*
- Chennaoui, M., Arnal, P. J., Sauvet, F., & Léger, D. (2014). Sleep and exercise: A reciprocal issue? *Sleep Medicine Reviews*, 20, 59-72. doi:10.1016/j.smrv.2014.06.008

- Cornelissen, V. A., & Smart, N. A. (2013). Exercise training for blood pressure: A systematic review and metaanalysis. *Journal of the American Heart Association*, 2(1), n/a. doi:10.1161/JAHA.112.004473
- Costa, E., Hay, J., Kehler, D., Boreskie, K., Arora, R., Umpierre, D., . . . Duhamel, T. (2018). Effects of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on blood pressure in adults with pre- to established hypertension: A systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Sports Medicine*, 48(9), 2127-2142. doi:10.1007/s40279-018-0944-y
- Cuspidi, C., Tadic, M., Grassi, G., & Mancia, G. (2018). Treatment of hypertension: The ESH/ESC guidelines recommendations. *Pharmacological Research*, 128, 315-321. doi:10.1016/j.phrs.2017.10.003
- Dishman, R., Sui, X., Church, T., Kline, C., Youngstedt, S., & Blair, S. (2015). Decline in cardiorespiratory fitness and odds of incident sleep complaints. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(5), 960-966. doi:10.1249/MSS.0000000000000506
- Fatima, Y., Doi, S. A. R., & Mamun, A. A. (2016). Sleep quality and obesity in young subjects: A metaanalysis. *Obesity Reviews*, 17(11), 1154-1166. doi:10.1111/obr.12444
- Gibala, M. J., & Jones, A. M. (2013). Physiological and performance adaptations to high-intensity interval training. *Limits of human endurance* (pp. 51-60). Basel, Switzerland: S. Karger AG. doi:10.1159/000350256 Retrieved from <https://www.karger.com/Article/FullText/350256>
- Gorostegi-Anduaga, I., Corres, P., MartinezAguirre-Betolaza, A., Pérez-Asenjo, J., Aispuru, G. R., Fryer, S. M., & Maldonado-Martín, S. (2018). Effects of different

aerobic exercise programmes with nutritional intervention in sedentary adults with overweight/obesity and hypertension: EXERDIET-HTA study. *European Journal of Preventive Cardiology*, 25(4), 343-353. doi:10.1177/2047487317749956

Harber, M. P., Kaminsky, L. A., Arena, R., Blair, S. N., Franklin, B. A., Myers, J., & Ross, R. (2017). Impact of cardiorespiratory fitness on all-cause and disease-specific mortality: Advances since 2009. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 60(1), 11. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28286137>

Herrod, P. J. J., Doleman, B., Blackwell, J. E. M., O'Boyle, F., Williams, J. P., Lund, J. N., & Phillips, B. E. (2018). Exercise and other nonpharmacological strategies to reduce blood pressure in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Society of Hypertension : JASH*, 12(4), 248-267. doi:10.1016/j.jash.2018.01.008

Huang, R., Lee, S., Lai, C., Chang, S., Chung, A., Chen, C., . . . Ting, H. (2018). Objectively measured disrupted sleep is independently and directly associated with low exercise capacity in males: A structural equation model. *Journal of Clinical Sleep Medicine : JCSM : Official Publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 14(12), 1995-2004. doi:10.5664/jcsm.7522

Jensen, M. D., Ryan, D. H., Apovian, C. M., Ard, J. D., Comuzzie, A. G., Donato, K. A., . . . Tomaselli, G. F. (2013). 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults. *Circulation*, 129(25 Suppl 2), S138. doi:10.1161/01.cir.0000437739.71477.ee

Jordan, J., Yumuk, V., Schlaich, M., Nilsson, P., Zahorska-Markiewicz, B., Grassi, G., . . . Finer, N. (2012). Joint statement of the european association for the study of obesity and the european society of hypertension: Obesity and difficult to treat

arterial hypertension. *Journal of Hypertension*, 30(6), 1047-1055.

doi:10.1097/HJH.0b013e3283537347

Landsberg, L., Aronne, L. J., Beilin, L. J., Burke, V., Igel, L. I., Lloyd-Jones, D., & Sowers, J.

(2013). Obesity-Related hypertension: Pathogenesis, cardiovascular risk, and

treatment. *The Journal of Clinical Hypertension*, 15(1), 14-33. doi:10.1111/jch.12049

Lecube, A., Monereo, S., Rubio, M. A., Martínez-Delcaya, P., Martí, A., Salvador, J., . . .

Casanueva, F. F. (2016). *Prevención, diagnóstico, y tratamiento de la obesidad.*

posicionamiento de la sociedad española para el estudio de la obesidad de 2016

doi:10.1016/j.endonu.2016.07.002

Leiva, A. M., Martínez, M. A., Cristi-Montero, C., Salas, C., Ramírez-Campillo, R., Díaz

Martínez, X., . . . Celis-Morales, C. (2017). El sedentarismo se asocia a un incremento

de factores de riesgo cardiovascular y metabólicos independiente de los niveles de

actividad física. *Revista Médica De Chile*, 145(4), 458-467. doi:10.4067/S0034-

98872017000400006

Maldonado-Martín, S., Gorostegi-Anduaga, I., Aispuru, G. R., Illera-Villas, M., Jurio-

Iriarte, B., Francisco-Terreros, S., & Pérez-Asenjo, J. (2016). Effects of different

aerobic exercise programs with nutritional intervention in primary hypertensive

and overweight/obese adults: EXERDIET-HTA controlled trial. *Journal of Clinical*

Trials, 6(1) doi:10.4172/2167-0870.1000252

Martinez-Aguirre-Betolaza, A., Maldonado-Martín, S., Corres, P., Gorostegi-Anduaga, I.,

Aispuru, G. R., & Mujika, I. (2019). Actigraphy-based sleep analysis in sedentary and

overweight/obese adults with primary hypertension: Data from the EXERDIET-HTA

study. *Sleep and Breathing*, , 1-9. doi:10.1007/s11325-019-01813-7

Migueles, J., Cadenas-Sanchez, C., Ekelund, U., Nystrom, C., Mora-Gonzalez, J., Lof, M., . . .

Ortega, F. (2017). Accelerometer data collection and processing criteria to assess physical activity and other outcomes: A systematic review and practical considerations. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(9), 1821. Retrieved from <http://kipublications.ki.se/Default.aspx?queryparsed=id:136397511>

Ng, S. W., & Popkin, B. M. (2012). Time use and physical activity: A shift away from movement across the globe. *Obesity Reviews*, 13(8), 659-680. doi:10.1111/j.1467-789X.2011.00982.x

Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Labayen, I., Lavie, C. J., & Blair, S. N. (2018). The fat but fit paradox: What we know and don't know about it. *British Journal of Sports Medicine*, 52(3), 151. doi:10.1136/bjsports-2016-097400

Oudegeest-Sander, M. H., Eijsvogels, T. H. M., Verheggen, R. J. H. M., Poelkens, F., Hopman, M. T. E., Jones, H., & Thijssen, D. H. J. (2012). Impact of physical fitness and daily energy expenditure on sleep efficiency in young and older humans. *Gerontology*, 59(1), 8-16. doi:10.1159/000342213

Pate, R. R., Pratt, M., Blair, S. N., Haskell, W. L., Macera, C. A., Bouchard, C., . . . Wilmore, J. H. (1995). Physical activity and public health: A recommendation from the centers for disease control and prevention and the american college of sports medicine. *Jama*, 273(5), 402-407. doi:10.1001/jama.1995.03520290054029

Pescatello, L., MacDonald, H., Lamberti, L., & Johnson, B. (2015). Exercise for hypertension: A prescription update integrating existing recommendations with emerging research. *Current Hypertension Reports*, 17(11), 1-10. doi:10.1007/s11906-015-0600-y

- Prejbisz, A., Kabat, M., Januszewicz, A., Szelenberger, W., Piotrowska, A. J., Piotrowski, W., . . . Wi cek, A. (2006). Characterization of insomnia in patients with essential hypertension. *Blood Pressure, 15*(4), 213-219. doi:10.1080/08037050600963040
- Saneei, P., Salehi-Abargouei, A., Esmailzadeh, A., & Azadbakht, L. (2014). Influence of dietary approaches to stop hypertension (DASH) diet on blood pressure: A systematic review and meta-analysis on randomized controlled trials. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 24*(12), 1253-1261. doi:10.1016/j.numecd.2014.06.008
- Schutte-Rodin, S., Broch, L., Buysse, D., Dorsey, C., & Sateia, M. (2008). Clinical guideline for the evaluation and management of chronic insomnia in adults. *Journal of Clinical Sleep Medicine : JCSM : Official Publication of the American Academy of Sleep Medicine, 4*(5), 487. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18853708>
- Siervo, M., Lara, J., Chowdhury, S., Ashor, A., Oggioni, C., & Mathers, J. C. (2015). Effects of the dietary approach to stop hypertension (DASH) diet on cardiovascular risk factors: A systematic review and meta-analysis. *The British Journal of Nutrition, 113*(1), 1-15. doi:10.1017/S0007114514003341
- Smith, P. J., Blumenthal, J. A., Babyak, M. A., Craighead, L., Welsh-Bohmer, K. A., Browndyke, J. N., . . . Sherwood, A. (2010). Effects of the dietary approaches to stop hypertension diet, exercise, and caloric restriction on neurocognition in overweight adults with high blood pressure. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20305128>
- 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, 288.

doi:10.3389/fpubh.2018.00288

Tremblay, M. S., Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., . . . Chinapaw, M. J. M. (2017). Sedentary behavior research network (SBRN) - terminology consensus project process and outcome. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 75. doi:10.17863/CAM.25586

Tudor-Locke, C., Craig, C. L., Brown, W. J., Clemes, S. A., De Cocker, K., Giles-Corti, B., . . . Blair, S. N. (2011). How many steps/day are enough? for adults. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(1), 79. doi:10.1186/1479-5868-8-79

Volpe, M., Gallo, G., Battistoni, A., & Tocci, G. (2019). Highlights of ESC/ESH 2018 guidelines on the management of hypertension: What every doctor should know. *High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention*, doi:10.1007/s40292-018-00297-y

Whelton, P. K., Carey, R. M., Aronow, W. S., Casey, J., Donald E, Collins, K. J., Dennison Himmelfarb, C., . . . Wright, J., Jackson T. (2018). 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: A report of the american college of cardiology/american heart association task force on clinical practice guidelines. United States: doi:10.1161/CIR.0000000000000596

Williams, B., Mancia, G., Spiering, W., Agabiti Rosei, E., Azizi, M., Burnier, M., . . . Desormais, I. (2018). 2018 ESC/ESH guidelines for the management of arterial hypertension. England: doi:10.1093/eurheartj/ehy339

Williams, E., Mesidor, M., Winters, K., Dubbert, P., & Wyatt, S. (2015). Overweight and obesity: Prevalence, consequences, and causes of a growing public health problem. *Current Obesity Reports*, 4(3), 363-370. doi:10.1007/s13679-015-0169-4

World Health Organization. (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud* Ginebra : Organización Mundial de la Salud.

Yang, P., Ho, K., Chen, H., & Chien, M. (2012). Exercise training improves sleep quality in middle-aged and older adults with sleep problems: A systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 58(3), 157-163. doi:10.1016/s1836-9553(12)70106-6

