

Evaluación del rendimiento físico, fisiológico, perceptivo y psicológico con privación del sueño en personal sanitario

Alexandre Yáñez de la Cal

<http://hdl.handle.net/10803/669616>

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.



TESIS DOCTORAL

Título: Evaluación del rendimiento físico, fisiológico, perceptivo y psicológico con privación del sueño en personal sanitario.

Realizada por Alexandre Yáñez de la Cal

en el Centro Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna y
en el Departamento de Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport

Dirigida por Dr. José Morales Aznar.

Agradecimientos

A mi madre María José,

a mi padre Armando,

a mi hermano Armando

y a mi director de tesis,

que se ha convertido en un amigo José.

Y sobre todo a mi pareja Miriam.

*Quiero agradecer a todos aquellos
que me han ayudado a conseguir en 5 largos años
este gran reto para mí.*

*Mi principal agradecimiento es a mi director de tesis,
ya que, si he conseguido acabar este gran reto,
ha sido totalmente por él,
porque sin él esto no lo habría conseguido
y además enseñándome como nunca nadie ha hecho.*

*A mis amigos,
por siempre estar a mi lado
y apoyarme en épocas que no podía estar con ellos.*

*A todos los profesionales involucrados y los profesioanles
del Hospital de Germans Tries y del Hospital Vall d'Hebrón.*

*A todos ellos,
gracias porque sin ellos
este gran reto no habría sido posible.*

A todos ellos, muchas gracias.

Resumen

El objetivo de esta tesis doctoral fue evaluar el estrés producido por los turnos de guardias de 24 horas en médicos residentes usando un enfoque multidimensional.

La muestra estuvo compuesta por dos grupos de médicos residentes de dos hospitales, Hospital Vall d'Hebrón y Hospital Germans Trias de la provincia de Barcelona. Y fueron seleccionados según el turno de trabajo: un grupo con privación de sueño (n = 42) que participó en una guardia activa de 24 horas y un grupo de control (n = 18) que participó en una jornada laboral normal sin privación de sueño.

Todos los participantes completaron un pre y un post test durante un ciclo de 24 horas realizadas las dos veces a las 8 horas a.m. Las medidas incluyeron HRV, cortisol, tiempo de reacción, fuerza de mano, equilibrio, tiempo de reacción, escala de valoración del estado de ánimo.

Los resultados mostraron que el efecto de la interacción grupo x fase fue significativa para todas las variables analizadas, indicando que los médicos en turno de guardia mostraban un deterioro significativo en todos los indicadores fisiológicos, de rendimiento y estado de ánimo en comparación con los participantes del grupo sin guardia. Estos resultados sugieren que es necesario revisar los sistemas de guardias médicas para reducir la carga de estrés que incide directamente en las condiciones de trabajo.

Palabras clave: dormir, sueño, privación, médicos, sanitario, rendimiento, laboral, seguridad.

Resum

L'objectiu d'aquesta tesis doctoral va ser avaluar l'estrès produït pels torns de guàrdies de 24 hores a metges residents utilitzant un enfocament multidimensional.

La mostra va estar composta per dos grups de metges residents de dos hospitals, Hospital d'Vall d'Hebrón y Hospital Germans Trias de la província de Barcelona. I van ser seleccionats segons el torn de treball: un grup amb privació de son (n=42) que va participar en una guàrdia activa de 24 hores i un grup de control (n=18) que va participar en una jornada laboral normal sense privació de son.

Tots els participants van completar un pre y un post test durant un cicle de 24 hores. Les mesures van incloure HRV, cortisol, temps de reacció, força de mà, equilibri, temps de reacció, escala de valoració de l'estat d'ànim.

Els resultats van mostrar que l'efecte de la interacció grup x fase va ser significatiu per a totes les variables analitzades indicant que els metges en torns de guàrdia van mostrar un deteriorament significatiu en tots els indicadors fisiològics, de rendiment i estat d'ànim en comparació amb els participants del grup sense guàrdia. Aquests resultats suggereixen que es necessari revisar els sistemes de guàrdies mèdiques per a reduir la carga d'estres que incideix directament en les condicions de treball.

Paraules clau: dormir, son, privació, metges, sanitari, rendiment, laboral, seguretat.

Abstract

The main purpose of this PhD thesis was to evaluate the stress produced in resident doctors whose labor duty is 24 hours. In order to evaluate that, a multidimensional approach was used during the analysis performed.

In the analysis performed, two groups of resident doctors from two different hospitals participated, the two hospitals involved were Hospital Vall Hebrón and Hospital Germans Trias province of Barcelona. The method of selection was based on the doctor's work shift. The first category consisted in a group of doctors (n=42) who participated in a work shift with sleep deprivation consisting in an active guard of 24 hours. A second category of doctors (n=18) participated as a control group that performed a regular work shift without experiencing any sleep deprivation.

All the doctors completed a pre and a post test during a cycle of 24 hours. All the measures evaluated included the following variables: HRV, cortisol, reaction time, hand force, balance and mood rating scale.

The results showed that the effect of the group x phase interaction was significant for all the variables analyzed, indicating that doctors in duty shift appeared to show a significant deterioration of all physical, performance and mood rating indicators in comparison with their peers who were not in duty shift. These results suggest that a review of the medical guard system should be performed in order to reduce the stress that directly affects working conditions.

Keywords: sleep, dream, deprivation, doctors, healthcare staff, performance, labor, securit

Índice

ÍNDICE	13
ÍNDICE DE TABLAS	17
ÍNDICE DE FIGURAS	21
1 INTRODUCCIÓN.....	25
1.1 EFECTOS DE LA PRIVACIÓN DE SUEÑO	28
1.2 EFECTOS DE LA PRIVACIÓN DE SUEÑO EN TURNOS DE GUARDIA.....	32
1.3 EFECTOS DE LA PRIVACIÓN DEL SUEÑO EN PERSONAL SANITARIO	36
1.4 INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA EVALUAR LOS EFECTOS DE LA PRIVACIÓN DE SUEÑO SEGÚN LAS DIFERENTES PERSPECTIVAS DE ESTUDIO	40
1.4.1 <i>Perspectiva fisiológica</i>	40
1.4.2 <i>Perspectiva psicológica</i>	43
1.4.3 <i>Ámbito físico y motriz</i>	46
2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	51
3 MATERIAL Y MÉTODOS	55
3.1 PARTICIPANTES	55
3.2 DISEÑO DEL ESTUDIO	56
3.3 DESARROLLO DE LA ADQUISICIÓN DE LOS DATOS	57
3.3.1 <i>Medidas fisiológicas</i>	60

3.3.2	<i>Medidas psicológicas</i>	64
3.3.3	<i>Medidas físicas y motrices</i>	66
3.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	69
4	RESULTADOS	73
4.1	ESTUDIO DE COMPARACIONES ENTRE GRUPO EXPERIMENTAL Y GRUPO CONTROL	73
4.1.1	<i>Ámbito fisiológico</i>	73
4.1.2	<i>Ámbito psicológico</i>	75
4.1.3	<i>Ámbito físico y motriz</i>	77
4.2	RELACIÓN ENTRE VARIABLES	79
4.3	COMPARACIONES ENTRE GRUPOS	80
4.3.1	<i>Comparaciones entre grupos a partir del cronotipo</i>	81
4.3.1.1	Cronotipo: variables del ámbito fisiológico	81
4.3.1.2	Cronotipo: variables del ámbito psicológico	82
4.3.1.3	Cronotipo: variables del ámbito físico y motriz	82
4.3.2	<i>Comparaciones entre grupos a partir del número de pasos</i>	83
4.3.2.1	Número de pasos: variables del ámbito fisiológico	84
4.3.2.2	Número de pasos: variables del ámbito psicológico	84
4.3.2.3	Número de pasos: variables del ámbito físico y motriz	85
4.3.3	<i>Comparaciones entre grupos a partir de las horas de descanso</i>	86
4.3.3.1	Horas de descanso: variables del ámbito fisiológico	86
4.3.3.2	Horas de descanso: variables del ámbito psicológico	87
4.3.3.3	Horas de descanso: variables del ámbito físico y motriz	88
4.3.4	<i>Comparaciones entre grupos a partir del IMC</i>	89
4.3.4.1	IMC: variables del ámbito fisiológico	89
4.3.4.2	IMC: variables del ámbito psicológico	90
4.3.4.3	IMC: variables del ámbito físico y motriz	91
5	DISCUSIÓN	93
5.1	COMPARACIONES ENTRE GRUPO EXPERIMENTAL Y GRUPO CONTROL	93

5.1.1	<i>Comparaciones entre grupo experimental y grupo control en el ámbito fisiológico</i>	93
5.1.2	<i>Comparaciones entre grupo experimental y grupo control en el ámbito psicológico</i>	97
5.1.3	<i>Comparaciones entre grupo experimental y grupo control en el ámbito físico y motriz</i>	100
5.2	RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES	102
5.3	COMPARACIONES ENTRE GRUPOS	105
5.4	LIMITACIONES	109
6	CONCLUSIÓN	111
7	REFERENCIAS	113
8	ANNEXOS	148
8.1	CUESTIONARIO MATUTINO-VESPERTINO	148
8.2	CONSENTIMIENTO INFORMADO	151
8.3	EVEA	153
8.4	CUESTIONARIO GENERAL	159

Índice de tablas

Tabla 1. Tabla descriptiva de la muestra.....	56
Tabla 2. Ámbito fisiológico: medias pre y post y desviaciones estándares para grupos experimental y grupos control.....	74
Tabla 3. Ámbito psicológico: medias pre y post y desviaciones estándares para grupo experimental y grupo control.....	75
Tabla 4. Equilibrio: medidas pre y post y desviaciones estándares para grupo experimental y grupo control.....	77
Tabla 5. Handgrip medidas pre y post y desviaciones estándares para grupo experimental y grupos control.....	78
Tabla 6. Coeficientes de Correlación entre las Variables de Estudio en el Pre-test.....	79
Tabla 7. Coeficientes de Correlación entre las Variables de Estudio en el Post-test.....	80
Tabla 8. Medidas del Cronotipo del ámbito fisiológico para grupo experimental.....	81

Tabla 9. Medidas del Cronotipo del ámbito psicológico para grupo experimental	82
Tabla 10. Medidas del Cronotipo del ámbito físico y motriz para grupo experimental.	83
Tabla 11. Medidas del número de pasos del ámbito fisiológico para grupo experimental.	84
Tabla 12. Medidas del número de pasos del ámbito psicológico para grupo experimental.	85
Tabla 13. Medidas del número de pasos del ámbito físico y motriz para grupo experimental.	85
Tabla 14. Medidas de las horas de descanso del ámbito fisiológico para grupo experimental.	87
Tabla 15. Medidas de las horas de descanso del ámbito psicológico para grupo experimental.	88
Tabla 16. Medidas de las horas de descanso del ámbito físico y motriz para grupo experimental.	89
Tabla 17. Medidas del IMC del ámbito fisiológico para grupo experimental.	90
Tabla 18. Medidas del IMC del ámbito psicológico para grupo experimental.	90

Tabla 19. Medidas del IMC del ámbito físico y motriz para grupo experimental.....91

Índice de figuras

Figura 1. La progresión de las fases del sueño a través de una simple noche en un voluntario adulto joven de forma ilustrada en un histograma.....	27
Figura 2. Características afectadas por la privación de sueño.....	31
Figura 3. Condiciones alteradas en los turnos de guardia.....	34
Figura 4. Línea temporal del proceso experimental de 8 am a 8 am.....	61
Figura 5. Polar RS800 y componente.....	63
Figura 6. Tubo de extracción de saliva.....	65
Figura 7. Plataforma Nintendo Wii.....	68
Figura 8. Dinamómetro manual o Handgrip.....	70

Listas de abreviaturas y glosarios

AE: Área de la elipse

CdP: Centro de presiones.

EEG: Electroencefalograma.

EECLIA: ensayo de electroquimioluminiscencia automatizado

EVEA: Escala de Valoración del Estado de Ánimo.

FFT: Función transformada rápida de Fourier.

HIIT: High Intensity Interval Training.

HF: Alta frecuencia.

IBI: Tiempo inter latido.

IMC: Índice de Masa Corporal.

LF: baja frecuencia.

Ln: Logaritmo natural.

POMS: Profile of Mood States.

PVT: Psychomotor vigilance task.

REM: Etapa de movimiento rápido del ojo.

RMSSD: Raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR sucesivos.

RT: Tiempo de reacción.

S/PS ratio: Ratio simpático/parasimpático.

SS: Stress Score.

Stait-T: State-Trait Anxiety Inventory.

SWS: Sueño de ondas lentas.

Vel AP: Velocidad media en el eje antero-posterior.

Vel ML: Velocidad media en el eje medio-lateral.

VFC: Variabilidad de la frecuencia cardíaca.

VMAP: Velocidad media direcciones antero-posterior.

VMML: Velocidad media direcciones medio-l

1 Introducción

Las personas pasan más de un tercio a lo largo de su vida durmiendo. Este periodo, muy lejos de considerarse desaprovechado, constituye un mecanismo básico de recuperación del sistema nervioso y esencial para la conservación de la energía y la termorregulación. El sueño es la acción en la que el organismo alcanza un estado de reposo, caracterizado por una ausencia de movimientos voluntarios (Åkerstedt y Nilsson, 2003). Se sabe que es un proceso activo y complejo del cerebro que está controlado por diferentes tipos de neurotransmisores.

El reloj natural, en ausencia de estímulos externos, sigue un ciclo natural de 24 horas aproximadamente y se le denomina “ritmo circadiano”, del latín *circa* (cerca a) y *diano* (día). En el ser humano, el ritmo circadiano se observa principalmente en la alternancia entre sueño y vigilia, pero también es posible observarlo en otras variables biológicas, como la temperatura corporal, la secreción de hormonas (ej: cortisol), las funciones cognitivas e incluso las emociones, influenciados por factores externos, como luz, comidas, rutinas, etc.,

A pesar de la heterogeneidad de estas variables, presentan una gran sincronía, por ejemplo, la curva de temperatura se solapa casi perfectamente con la curva del nivel plasmático de cortisol (Benarroch, 2008). En algunos individuos esta coordinación puede perderse, provocándose un desfase entre el patrón de sueño y el horario socialmente aceptado para dormir. Cuando esto produce malestar y disfuncionalidad significativos se denomina “Trastorno del ritmo circadiano del sueño” (Lu y Zee, 2006). El componente neurológico que explica esta sincronía se encuentra en el hipotálamo, particularmente en el Núcleo Supraquiasmático (Benarroch, 2008). Esta estructura tiene múltiples conexiones dentro del Sistema Nervioso Central, que le permiten ejercer una función sincronizadora del organismo.

Es sabido que los períodos de sueño se reparten en fases alternativas, éstas son la etapa de movimiento rápido del ojo (REM por sus siglas en inglés) y la etapa de no REM (NREM). Para identificar estas dos etapas se emplea un electroencefalograma (EEG) cuyos electrodos miden la actividad eléctrica del cerebro (Figura 1). A su vez el sueño NREM es dividido en 4 etapas y están asociadas a un incremento progresivo en la profundidad del sueño (Carskadon y Dement, 2005). El sueño REM se caracteriza por la atonía muscular, períodos de movimientos rápidos del ojo y la posibilidad de soñar. Por lo tanto, en el sueño REM se considera que el cerebro está activado y el cuerpo paralizado.

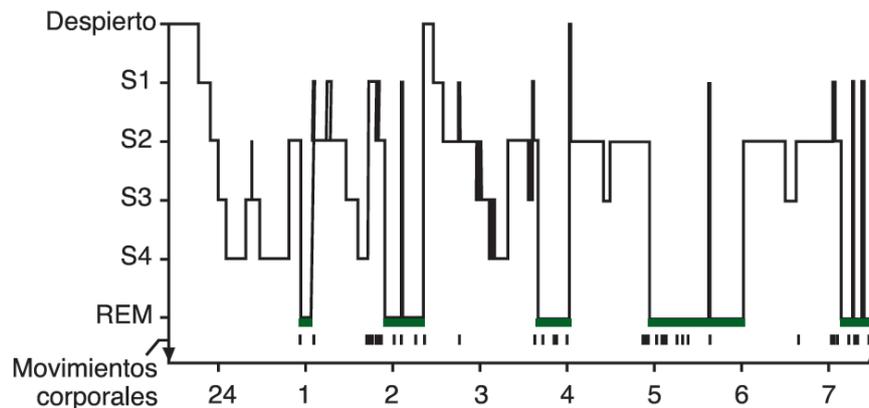


Figura 1. La progresión de las fases del sueño a través de una simple noche en un voluntario adulto joven de forma ilustrada en un histograma. Adaptado de Carskadon, M. A., y Dement, W. C. (2005). Normal human sleep: an overview. *Principles and Practice of Sleep Medicine*, 4, 13–23.

Durante el sueño de los adultos se presentan varios ciclos de sueño. El primer ciclo comienza con el adormecimiento y termina con el final de la primera fase REM. Cuando ésta acaba, se produce un despertar breve y el sueño se reinicia en fase 2, con lo que comienza el segundo ciclo de sueño que finalizará al terminar la segunda fase REM. Así, cada ciclo está constituido por períodos No-REM y REM (sueño superficial – sueño profundo – sueño REM). En el adulto, suelen aparecer cuatro de estos ciclos cada noche, pudiendo variar entre tres y cinco.

Resumiendo, los cambios característicos en las ondas cerebrales del EEG, durante el sueño NoREM, son:

1. Vigilia, ojos cerrados: presencia de ondas alfa, de 8 a 10 Hz empieza a desaparecer a medida que el sueño sea más profundo.
2. Estadio 1: actividad regular de bajo voltaje, de 3 a 7 Hz.

3. Estadio 2: husos de sueño con ondas de 12 a 14 Hz y ondas trifásicas que se conocen como complejos K.

4. Estadio 3: ondas delta, de alto voltaje de 0,5 a 2,5 Hz que ocupan más del 20% del trazado. Antes existía el estadio 4 que consistía en un aumento de las ondas delta de alto voltaje en más del 50%, que actualmente se incluye en el estadio 4.

Tradicionalmente se ha planteado la hipótesis de que el sueño, y en particular el de ondas lentas (SWS por sus siglas en inglés) o sueño profundo, es mucho más importante para la recuperación de las personas. El SWS está constituido por las etapas 3 y 4 del sueño NREM. Las evidencias que respaldan esta teoría en humanos incluyen la sincronización de la secreción de hormona de crecimiento con las ondas lentas (SWS), la sugerencia de que durante el sueño prevalecen condiciones óptimas para el anabolismo, y estudios donde se demuestra que la duración del SWS es proporcional al desvelo previo (Shapiro, Bortz, Mitchell, Bartel y Jooste, 1981).

1.1 Efectos de la privación de sueño

El sueño es un proceso fisiológicamente complejo y las investigaciones sobre sus bases biológicas y los efectos clínicos de sus trastornos dejan cada vez más claro que es un proceso de vital importancia para la salud integral del ser humano. Las principales funciones del sueño son el restablecimiento de la energía,

eliminación de radicales libres, restauración de la homeostasis sináptica, regulación metabólica y endocrina, activación inmunológica y consolidación de la memoria, entre otras funciones de gran importancia (Tobaldini, Costantino, et al., 2017). Sin embargo, algunos estudios remarcan que la tendencia en la población mundial es hacia la reducción del tiempo total de sueño, lo cual se ha reflejado en el incremento de la incidencia de trastornos del sueño (Carrillo, Ramírez y Magaña, 2012). Por todo ello, la falta de sueño es un problema generalizado en la sociedad actual que puede afectar negativamente a la función psicológica y fisiológica (Wolkow, Ferguson, Aisbett y Main, 2015). En ese aspecto existen suficientes evidencias científicas que avalan la afectación de la privación total o parcial de sueño sobre ambas funciones anteriormente comentadas.

A nivel psicológico se han encontrado cambios adversos como son la aparición de síntomas de ansiedad y depresión, entre otras alteraciones en personas (Banks y Dinges, 2007; Olia et al., 2017; Pérez-Olmos y Ibáñez-Pinilla, 2014). Un estudio sobre una restricción crónica del sueño demostró unos cambios parecidos a una disminución de la sensibilidad de los receptores de diferentes neurotransmisores y la reactividad de la tensión neuroendocrina en ratas, aspecto que se ha demostrado que de forma conjunta podía contribuir a trastornos del humor en humanos, aunque la posibilidad de la suma de otros factores como el exceso de actividad física forzada también podría influir en los síntomas comentados anteriormente (Boardman et al., 2017; Yu et al., 2017). Por otra parte, la privación de sueño, es capaz de afectar a varios desórdenes afectivos, como puede ser la depresión en particular, entre otros muchos desordenes psicológicos e incluso

psiquiátricos (Franzen y Buysse, 2017; Riemann et al., 2002). También la privación de sueño es capaz de disminuir el rendimiento cognitivo, deterioro de la capacidad de juicio del sujeto (Akerstedt et al., 2017) e incluso influir en la capacidad de aprendizaje además del cuidado del paciente, un aspecto importante y a destacar sobretodo en médicos residentes que están en periodos de aprendizaje (Perez-Olmos y Ibanez-Pinilla, 2014)

A nivel fisiológico se ha constatado un deterioro en la función inmune (Mullington, Simpson, Meier-Ewert y Haack, 2010; Saner, Bishop y Bartlett, 2017) y diferentes tipos de alteraciones hormonales y endocrinas (Trzepizur et al., 2017). Además, se ha vinculado con la privación del sueño un aumento del riesgo de problemas cardiovasculares (Matheson, O'brien y Reid, 2014; Tanner et al., 2017). También existe un vínculo claro entre patologías relacionadas con el sueño y problemas de sobrepeso u obesidad (Legault, Clement, Kenny, Hardcastle y Keller, 2017). Y finalmente también se ha demostrado una disminución del rendimiento físico tanto en deportistas como en personas sanas sin ningún tipo de patología (Chase et al., 2017).

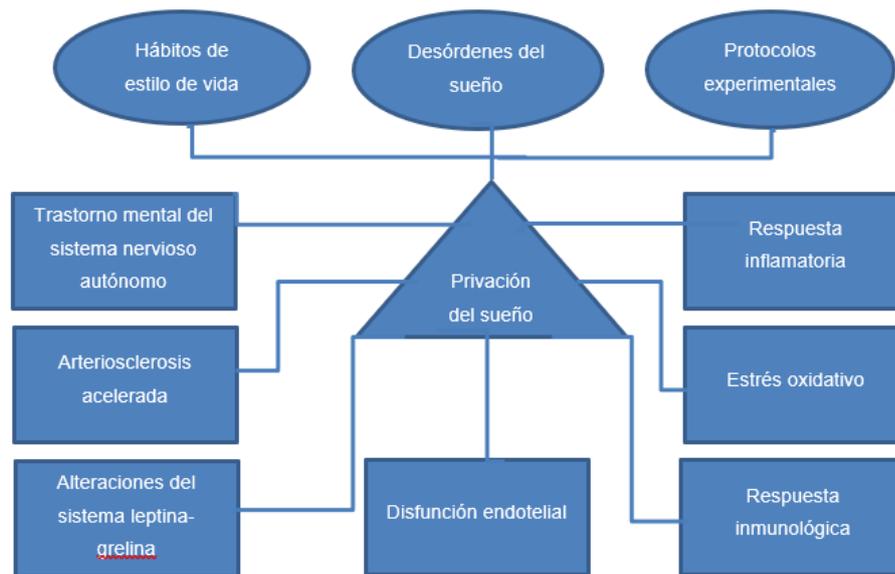


Figura 2. Características afectadas por la privación de sueño. Adaptado de Tobaldini, E., Costantino, G., Solbiati, M., Cogliati, C., Kara, T., Nobili, L., y Montano, N. (2017). Sleep, sleep deprivation, autonomic nervous system and cardiovascular diseases. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 74, 321–329.

Según Tobaldini, et al. (2017) la privación de sueño afecta principalmente a siete características principales. La primera es el trastorno mental del sistema nervioso autónomo que puede derivar a diferentes patologías psicológicas o incluso psiquiátricas. La segunda característica a la que puede afectar es la posibilidad de arteriosclerosis de forma acelerada, que tiene vínculo directo con una buena salud cardiovascular de la persona, ya que puede conllevar a un mayor riesgo de infartos, isquemias, entre otros riesgos cardiovasculares. La tercera característica son las alteraciones del sistema leptina-grelina, referidos en el aspecto de ansiedad y saciedad por la comida y diferentes aspectos relacionados con la alimentación. La cuarta característica es la disfunción endotelial que está relacionada con la arteriosclerosis y con la función cardiovascular. La quinta es la afectación a la respuesta inflamatoria, ya que aumenta la inflamación del sistema cardiovascular,

predisponiendo a diferentes tipos de enfermedades, entre estas las de riesgo cardiovascular o enfermedades autoinmunes. La sexta característica es la disminución de la respuesta antioxidante, debido a que la privación de sueño aumenta el estrés oxidativo en los sujetos, debilitando su respuesta antioxidante. La séptima y última característica nombrada por estos autores es la que afecta la privación del sueño es la disminución de la respuesta inmunológica, aumentando el riesgo de virus y la consecuente proliferación de diferentes patologías, y la mayor susceptibilidad a padecerlas.

Por último, se ha demostrado que la privación de sueño es capaz de provocar una alteración del metabolismo de la glucosa en sujetos sanos y puede predisponer a padecer diabetes tipo II, debido a la alteración de dos factores que son concretamente la resistencia a la insulina y falta de sensibilidad a la insulina (James, Honn, Gaddameedhi y Van Dongen, 2017; Oyama et al., 2012).

1.2 Efectos de la privación de sueño en turnos de guardia

El trabajo por turnos se ha convertido en una de las cuestiones laborales que más discrepancias y conflictos genera en las empresas, ya que la sociedad moderna funciona 24 horas al día, obligando a las organizaciones y en consecuencia a sus empleados a someterse a horarios de trabajo que van en contra del ritmo natural de la vida del propio sujeto (Daviaux, Mignardot, Cornu, y Deschamps, 2014). El

trabajo en turnos se podría definir como una forma de organización en la cual el trabajador ocupa sucesivamente el mismo puesto de trabajo, según un ritmo continuo o discontinuo, realizándose obligatoriamente de forma rotativa. Hay sectores como por ejemplo el sector de la salud, donde estos turnos de trabajo son muy prolongados e irregulares, llegando a afectar tanto la salud como la vida en general del trabajador (Daviaux et al., 2014).

Los turnos de guardia afectan a la vida social de las personas, las relaciones sociales y al tiempo de actividad física en el cual se puede ejercitar cada sujeto, afectando directamente al tiempo y calidad del sueño. Toda esta situación puede afectar también en los hábitos alimenticios de las personas, como pueden ser la frecuencia de comidas y su composición. También afecta a la variación de exposición a la luz del sol con su consecuente absorción de vitamina D y su afectación en los niveles hormonales del organismo de la persona (Sowah, Fan, Dennett, Hagtvedt y Straube, 2017).

Los ritmos fisiológicos de los seres vivos están regulados por el reloj del centro circadiano en el núcleo supraquiasmático situado en el hipotálamo, también en los osciladores circadianos en tejidos periféricos y órganos (Opperhuizen, van Kerkhof, Proper, Rodenburg y Kalsbeek, 2015). La sincronización de estos ritmos está involucrada en la temperatura corporal, numerosos factores hormonales (Takahashi, 2017), en el sueño, en el consumo y tipología de alimentos (Baron et al., 2017; McHill et al., 2017; Molzof et al., 2017) y en el gasto metabólico de cada sujeto en concreto (Henslee et al., 2017). Por lo tanto, si se rompe este ritmo

circadiano puede producir una afectación grave en el síndrome metabólico de la persona y su salud. De hecho, hay efectos negativos demostrados en estudios con turnos de guardia realizados en humanos (McHill et al., 2014). Y el hecho de cambiar los turnos de guardia conduce a una interrupción de los ritmos circadianos producidos por el reloj central y periférico, contradiciéndose con diferentes señales fisiológicas, por ejemplo presencia de luz artificial, ingesta de alimentos o actividad durante el período normal de descanso del sujeto como puede ser la noche (Cuesta, Boudreau, Cermakian y Boivin, 2017).

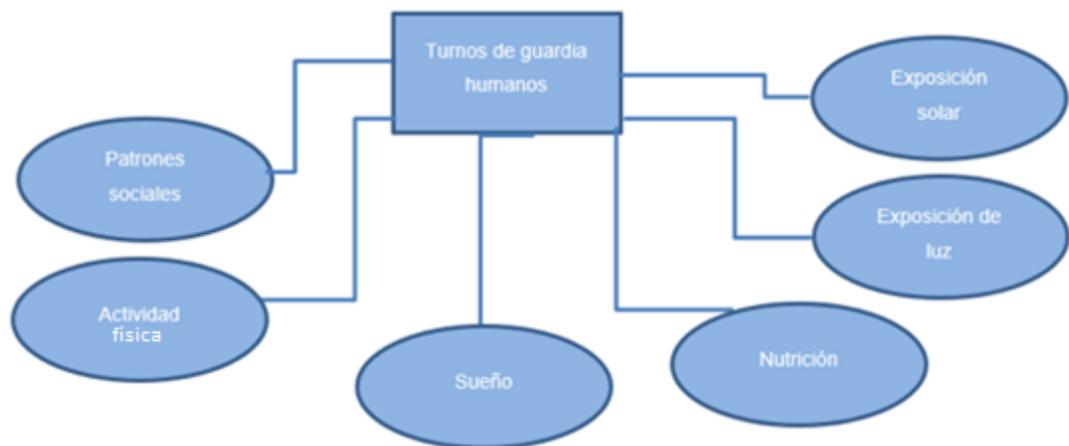


Figura 3. Condiciones alteradas en los turnos de guardia. Adaptado de Opperhuizen, A.L., van Kerkhof, L. W. M., Proper, K. I., Rodenburg, W., y Kalsbeek, A. (2015). Rodent models to study the metabolic effects of shiftwork in humans. *Frontiers in Pharmacology*, 6.

Opperhuizen et al. (2015) argumentan seis condiciones que se ven alteradas en los turnos de guardia en personas. En primer lugar los turnos de guardia pueden alterar la exposición solar, ya que el sujeto no tiene la misma exposición que si trabajará durante el día de forma normal. En segundo lugar la exposición de luz varía en estas personas, debido a su gran exposición a luz artificial y poca

exposición a la luz natural o solar como se ha comentado anteriormente. La tercera alteración se basa en que la nutrición de estos sujetos se ve afectada por los turnos de guardia debido a la alteración hormonal sobretodo de las hormonas grelina y leptina que sucede y las alteraciones en los ritmos de ingesta y tipología de alimentos. En cuarto lugar el sueño en otros horarios se ve alterado al variar los turnos de guardia, por ejemplo dormir en horas diurnas o el ir variando estos horarios de sueño, puede crear una disrupción endocrina y alteración de la segregación de hormonas como la melatonina, gaba, etc. La quinta alteración se basa en que la actividad física se ve influenciada en la persona con turnos de guardia, a causa de la imposibilidad de combinar los horarios óptimos o normales con la práctica deportiva o de actividad o ejercicio físico. Por último los patrones de relación se ven altamente afectados debido a una imposibilidad de la relaciones sociales y actividades normales realizadas por los individuos en horarios normales o comunes de la sociedad.

Con el paso de los años algunos países han implantado turnos más cortos, pero el hecho de cambiar el ritmo natural sueño-vigilia afecta al trabajador, aún con estas reducciones temporales (Deschamps et al., 2011; Smith-Coggins, Broderick y Marco, 2014). Aunque aún siguen existiendo cinco tipos de turnos de guardias comunes: el permanente, el rotativo, el oscilante, el dividido o partido y el de relevo (White y Keith, 1990). Siendo el más común en la actualidad en nuestro país concretamente el turno rotativo de siete horas (Gonzalo y Ronal, 2017).

La tendencia actual en las empresas es contratar a un número mayor de empleados y un mayor número de trabajadores por turnos (Opperhuizen et al., 2015). Estudios epidemiológicos demuestran unas claras correlaciones entre los turnos de guardia y el aumento de riesgo de cáncer, riesgo cardiovascular, perturbaciones del sueño, empeoramiento del estado psicosocial y problemas gastrointestinales (Matheson et al., 2014; Tanner, Bamberg, Kersten, Kozak y Nienhaus, 2017). Además, en las dos últimas décadas, se ha demostrado científicamente la asociación entre los turnos de guardia y el desarrollo de problemas metabólicos (Briançon-Marjollet et al., 2015; Kawabe et al., 2014; Kawada y Otsuka, 2014; Ye, Jeong, Jeon y Sakong, 2013; Yu et al., 2017). Al mismo tiempo se ve afectado el metabolismo lipídico de las personas con privación de sueño o turnos de guardia (De Bacquer et al., 2009; Dochi et al., 2009), viéndose afectado finalmente también la tensión arterial, concretamente con el aumento de la presión sanguínea (De Bacquer et al., 2009; Kiehn et al., 2017; Lin, Hsiao y Chen, 2009).

1.3 Efectos de la privación del sueño en personal sanitario

Como se ha visto en los apartados anteriores, una de las causas más comunes de privación de sueño son los factores relacionados con el trabajo. En este contexto, destacan los profesionales sanitarios, quienes además de un sueño inadecuado

cuentan con elementos eminentemente estresantes como son la presión del tiempo, altas expectativas, baja tolerancia a los errores (Gomes y Teixeira, 2016). En este sentido, existe una gran controversia entre la conveniencia o no de las largas jornadas laborales que exigen la participación de los médicos residentes en las guardias activas de 24 horas (Fusz, 2017). Debido a que esta situación concretamente conllevará mínimo a dos días de sueño anormal e irregular con sus consecuentes efectos negativos sobre su salud. Además, encontramos numerosos estudios que cuestionan este sistema argumentando mayores errores médicos y un mayor riesgo en la seguridad de los pacientes atendidos y del propio profesional sanitario (Antiel et al., 2013; Curlin, 2017; Gohar et al., 2009; O'Brien et al., 2012). Ya que la privación del sueño conlleva a una reducción del estado de alerta y de disminución del rendimiento físico del profesional sanitario (O'Keeffe y Gander, 2012; Wickwire, Shaya y Scharf, 2016).

En particular, el impacto de las guardias de 24 horas en personal sanitario también se ha estudiado desde diversas perspectivas entorno a la salud y al rendimiento. Por otro lado, también existen estudios que consideran que la participación en turnos de guardia de 24 horas beneficia la formación de los médicos residentes y no pone en riesgo la seguridad de los pacientes (Ahmed et al., 2014; Drolet, Anandarajah y Fischer, 2014). La perspectiva de las guardias de 24 horas en personal sanitario que más se ha estudiado ha sido desde la perspectiva del rendimiento en el trabajo y también en la salud mental del profesional sanitario.

Desde la perspectiva de rendimiento del personal sanitario después de las guardias de 24 horas, uno de los focos en los que se han centrado los estudios ha sido en la simulación de tareas clínicas, como por ejemplo se demuestra en un estudio con simulaciones virtuales de tareas comunes con el personal médico (Brandenberger et al., 2010) en tareas de atención y vigilancia (Gander, Millar, Webster y Merry, 2008; Muller, Signal, Elder, y Gander, 2017) y rendimiento en diferentes tipos de tareas cognitivas (Flinn y Armstrong, 2011; Gohar et al., 2009; Micko, Knopp, Knosp y Wolfsberger, 2017).

Otras investigaciones, han utilizado con resultados positivos, la monitorización del equilibrio del sistema nervioso autónomo en enfermeras durante sus turnos de guardia y su relación con disfunciones psicológicas, como pueden ser la ansiedad y la depresión que son de gran relevancia e importancia en la salud mental del personal sanitario (Shen, Yen, Yang, y Lee, 2016).

Por otro lado, desde la perspectiva del impacto observado sobre la salud mental y bienestar de los médicos residentes, después de los turnos de guardia, los estudios se han centrado principalmente en el *burnout* y el estrés percibido (Harbeck et al., 2015; Henslee et al., 2017; Lue, Chen, Wang, Cheng y Chen, 2010) y la ansiedad (Lin et al., 2017; Lin et al., 2012; Shen et al., 2016). El síndrome de *burnout* es conocido en la literatura como síndrome de desgaste profesional (Adán, Jiménez y Herrero, 2004; Wisetborisut, Angkurawaranon, Jiraporncharoen, Uaphanthasath y Wiwatanadate, 2014) y más recientemente se le conoce como síndrome de “quemarse por el trabajo” (García, Cortés, Sanz-Rubiales y Del Valle,

2017; Gil-Monte y Peiró, 2000). Aunque existen muchas definiciones descriptivas de este síndrome, la más conocida y consensuada es la que lo caracteriza como la presencia de altos niveles de agotamiento emocional, despersonalización y una reducida realización personal (Lloyd, Bond, y Flaxman, 2017; Naczenski, de Vries, van Hooff y Kompier, 2017). Este síndrome sucede por las altas cargas de trabajo y su combinación con la privación de sueño, y se presenta principalmente en el ámbito sanitario, aparte de otros sectores y es en el momento que no hay adaptación ante esa situación laboral junto a la vez con un alto estrés de forma sostenida y prolongada cuando este síndrome sucede (Deschamps Perdomo, Olivares Román, Zabala y Asunsolo del Barco, 2011).

Como conclusión se ha evidenciado que la población sanitaria no escapa de este problema, ya que esta población vive a diario con diferentes turnos de trabajo y la polémica sobre sus beneficios o perjuicios no quedan claros por el momento. Varios estudios han demostrado que los médicos residentes jóvenes que trabajaban tandas de 36 o 48 horas, podían cometer errores debido a la fatiga (Deschamps Perdomo et al., 2011; Farag, Blegen, Gedney-Lose, Lose y Perkhounkova, 2017). Por otra parte en otros estudios no se han observado diferencias concretamente en mortalidad y en la ratio de complicaciones en pacientes tratados por residentes con privación de sueño, comparados con los pacientes que estaban tratados por residentes sin privación de sueño, habiendo finalmente resultados similares en los dos tipos de pacientes (Drolet et al., 2014; Elliott, Huber, (Drolet et al., 2014; Elliott, Huber, O'Callaghan, Rosen y Miller, 2014; Sandoval et al., 2017), Rosen y Miller, 2014; Sandoval et al., 2017).

1.4 Instrumentos utilizados para evaluar los efectos de la privación de sueño según las diferentes perspectivas de estudio

En esta tesis se analizan los efectos de la privación del sueño a partir de tres puntos de vista: perspectiva fisiológica, la perspectiva psicológica y el ámbito físico y motriz. Se analizan las diferentes variables y cómo estas influyen en el rendimiento y la salud de las personas.

1.4.1 Perspectiva fisiológica

Desde la perspectiva fisiológica se puede analizar el efecto de la privación de sueño a través de muchos indicadores en personas como pueden ser por ejemplo la frecuencia cardíaca, presión sanguínea, temperatura corporal, secreción hormonal y función del sistema inmune (Tobaldini et al., 2016).

Numerosos estudios han encontrado relación entre el sueño y los cambios de concentración y el aumento del cortisol (Lac y Chamoux, 2004; Navarrete Espinoza, Feliu Saavedra y Bahamondes Valenzuela, 2017). Esta relación negativa ha sido abogada por varios estudios correlacionales (Morselli, Leproult, Balbo y Spiegel, 2010; Nicolaidis, Charmandari, Kino y Chrousos, 2017), así como por estudios experimentales sobre privación de sueño total y parcial (Morgan, Schumm,

McClintock, Waite y Lauderdale, 2017; Riemann et al., 2002; Vgontzas et al., 2004). Además, una hiperactividad del eje hipotálamo pituitario adrenal, produce un aumento de los niveles de cortisol, que disminuye los receptores de glucocorticoides y baja la regeneración negativa en episodios de desórdenes bipolares durante depresiones, manías y otros trastornos psicológicos (During y Kawai, 2017; Krause et al., 2017). Finalmente, según estudios recientes, la privación de sueño podría afectar a la neuroendocrinología y el desorden afectivo al mismo tiempo en personas (Kose, Gorgulu, Cahyurt, 2016; Song et al., 2015).

El análisis a partir de marcadores hormonales, por ejemplo, el cortisol salivar, se ha utilizado de forma no invasiva con el fin de evaluar la fatiga adrenal en personal sanitario (Carev et al., 2011; Deibel y McDonald, 2017; Lindholm et al., 2009; Sudharkodhy, Kutty, Shankar y Balan, 2016). Se ha demostrado que las hormonas y la liberación de catecolaminas, principalmente están controladas por mecanismos de homeostasis y por los ciclos circadianos. Pero la norepinefrina, epinefrina y la liberación de cortisol, sin embargo, están bajo el control de los ritmos circadianos (Kennedy, 2016).

También se ha demostrado que la adrenocorticotrópica y el ritmo de otras hormonas pituitarias están asociadas al sueño y a los ritmos circadianos, que generan la reproducción de ritmos repetidos en cada persona cada veinticuatro horas exactamente (Carev et al., 2011). Además el axis de la glándula hipotalámica pituitaria adrenal exhibe picos característicos de producción de adrenocorticotrópica y cortisol a primeras horas de la mañana que son de gran

importancia para poder analizar los biorritmos de las personas (Carev et al., 2011; Wright, Drakea, Freya, Fleshner, Desouzae, Gronfierb, 2015). Y es por eso que la alta carga de trabajo y mucha somnolencia, empeora el sueño y descanso, afectando al ritmo circadiano de secreción de cortisol diurno que aumenta en este tipo de situaciones anormales y que conllevarán a una peor salud del sujeto (Arnal, Sauvet, Leger, van Beers, Bayon, Bougard, Rabat, Millet, 2015; Carev et al., 2011; Wright, Drakea, Freya, Fleshner, Desouzae, Gronfierb, 2015).

Debido a que la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) se ve afectada por la actividad del sistema nervioso autónomo, ésta se convierte en un marcador relativamente simple para poder evaluar el estado de la persona. En términos generales, está aceptado que un aumento de la VFC sea un indicador de buena salud, tal y como indica el *Cardiovascular Health Study* (Stein et al., 2008), en el cual se interpreta que una mayor irregularidad entre batido y batido indicaría que nuestro sistema cardiovascular se adapta mejor a cualquier esfuerzo o ante cualquier situación de estrés. También la observación de la VFC tiene una enorme utilidad en diferentes ámbitos clínicos que facilitan su control y prevención, por ejemplo, una disminución de sus parámetros están asociados con el síndrome de fatiga crónica, trastornos de hipertensión arterial, mayor riesgo en patologías cardíacas y mayor riesgo de muerte súbita en enfermos de diabetes mellitus (Rodas, Pedret, Ramos y Capdevila, 2008; Morales, Yáñez y Solana-Tramunt, 2016) .

Por otro lado, el registro de la VFC se ha demostrado eficaz para el análisis del estrés de la persona y de su recuperación frente al estrés provocado por el

trabajo, en este caso el trabajo realizado por personas en diferentes turnos de guardia, como pueden ser los turnos de guardia sanitarios (Fogt, Cooke, Kalns y Michael, 2011; Glos, Fietze, Blau, Baumann y Penzel, 2014). El análisis de la VFC también puede dar información sobre muchos aspectos psicossomáticos, que tienen su origen en la ansiedad y en el estrés (D'ascenzi et al., 2014; Morales, Garcia, García-Massó, Salvá y Escobar, 2013). Hay multitud de publicaciones en las cuales se analiza el *burnout* a partir de los datos proporcionados por la VFC en sujetos con turnos de guardia (Hynynen, Konttinen, Kinnunen, Kyröläinen y Rusko, 2011; Kotov y Revina, 2012). Con tal de poder medir el grado de fatiga del sujeto, el VFC se ha demostrado eficaz para la medida de este parámetro de fatiga, para poder cuantificarlo en cada sujeto de forma concreta e individualizada (Fogt et al., 2011; Michael, Valle, Cox, Kalns y Fogt, 2013).

1.4.2 Perspectiva psicológica

Desde la perspectiva psicológica hay evidencias científicas de afectación de la privación de sueño en personal sanitario. Por ejemplo, hay consecuencias negativas a nivel neurocognitivo debidas a la pérdida de sueño que pueden ser medidas a partir de algunas variables cognitivas (Olia, Isaacowitz, Hall y Haack, 2017). Entre los efectos demostrados de la privación de sueño, uno de estos es la pérdida de atención, sobre todo en la vigilancia. En este sentido, tradicionalmente se han usado tests que evalúan la capacidad de concentración y el tiempo de reacción en la respuesta, como el Psychomotor Vigilance Task (PVT) de Dinges y

Powell (1985), el Conners' Continuous Performance Test II (Conners et al., 2000) o el D2 test d2 test (Bates y Lemay, 2004).

Otros efectos negativos que puede presentar la privación de sueño en el ámbito psicológico son los trastornos por estrés y el aumento de los niveles de ansiedad, además, hay estudios científicos que demuestran una clara y pronunciada disminución de la salud mental, pérdida de bienestar y de vida social en profesionales médicos y enfermeros (Banks y Dinges, 2007; Cosgrave, Wulff y Gehrman, 2018). Las pruebas de análisis de ansiedad o también pruebas para analizar los estados de ánimo más generalizadas son: el State-Trait Anxiety Inventory (STAI) desarrollado por Spielberger (1983), el Montgomery-Asberg Depression Rating Scale (MADRS) (Montgomery y Åsberg, 1979) el Hamilton Anxiety Rating Scale (HARS) (Hamilton, 1969), el Profile of Mood States (POMS) de McNair, Droppleman y Lorr (1992) o el EVEA de Sanz (2001).

Para poder evaluar el estado psicológico una escala utilizada frecuentemente por su rapidez de administración es la Escala de Valoración del Estado de Ánimo (EVEA) (Pino-Sedeño, Peñate y Bethencourt, 2010; Sanz, 2001), este es un instrumento diseñado para evaluar de forma específica cuatro estados emocionales de carácter situacional con entidad clínica que son concretamente la depresión, la ansiedad, la hostilidad y la alegría en las personas (Sanz, 2001; Jesús Sanz, Gutiérrez y García-Vera, 2014).

El PVT se ha hecho posiblemente la medida más extensamente utilizada de vigilancia conductual debido a gran parte a la combinación de su alta sensibilidad para la privación de sueño y sus ventajas psicométricas sobre otras pruebas cognitivas y consecuentemente por su fácil y sencilla realización (Lerman, Mollicone y Coats, 2017; Lim y Dinges, 2008; Nir et al., 2017; Uyhelji et al., 2017). El PVT es una tarea del estado de alerta y atención, que mide la velocidad de respuesta en estímulos visuales del usuario. Se ha investigado y evidenciado que la privación de sueño induce cambios destacables del funcionamiento del PVT, causando un aumento total de tiempos de respuesta, un aumento considerable de número de errores por omisión y un modesto aumento de los errores de respuestas falsas o sin ningún estímulo de respuesta (Krause et al., 2017; Olia et al., 2017; Ratcliff y Van Dongen, 2009). También los efectos de la pérdida o restricción del sueño sobre el funcionamiento en el PVT parecen ser debidos a la variabilidad en el mantenimiento de la vigilia y pueden incluir déficits en la atención endógena selectiva, pero también pueden ocurrir en la atención de acontecimientos sensoriales y la regulación de la atención central de pensamientos y comportamientos (Lim, Tan, Parimal, Dinges y Chee, 2010; Poh y Chee, 2017; Trujillo, Kornguth y Schnyer, 2009). Estos rasgos multidimensionales de atención sugieren que tienen un papel fundamental en una amplia gama de funciones cognitivas, que pueden ser los mecanismos por los cuales la pérdida de sueño afecta a una amplia gama de habilidades cognitivas y psicológicas (Archer, Schmidt, Vandewalle y Dijk, 2017; Tucker, Whitney, Belenky, Hinson y Van Dongen, 2010; Uyhelji et al., 2017; Vyazovskiy, Walton, Peirson y Bannerman, 2017).

El PVT de diez minutos, ha demostrado ser sensible tanto a la privación de sueño total (Nir et al., 2017; Olia et al., 2017; Van Dongen, Maislin, Mullington y Dinges, 2003), como de sueño parcial (Basner et al., 2017; Hobbs y Wightman, 2018; Mollicone, Van Dongen, Rogers y Dinges, 2008). Debido que pueden afectar tanto por sueño como por interrupción de los ritmos circadianos, que puede revelar la gran variabilidad entre diferentes sujetos en respuesta a la privación de sueño, la afectación a los turnos de guardia o *jet-lag*, la variabilidad en el estado de alerta después de la privación de sueño o la recuperación después de la pérdida de sueño por un turno de guardia o acontecimiento puntual (Banks, Van Dongen, Maislin y Dinges, 2010; Cuesta, Boudreau y Boivin, 2017; Goel, Banks, Mignot y Dinges, 2009; Graw, Kräuchi, Knoblauch, Wirz-Justice y Cajochen, 2004; Killgore, Grugle, Reichardt, Killgore y Balkin, 2009; Rupp, Wesensten, Bliese y Balkin, 2009).

1.4.3 Ámbito físico y motriz

Como se ha visto en los apartados anteriores, se dispone de una cantidad considerable de información sobre la afectación de la privación de sueño en el ámbito fisiológico y psicológico. Por el contrario, existen muchos menos datos y estudios publicados en relación con la afectación de la privación de sueño en el ámbito físico y motriz.

A pesar de la gran prevalencia de la privación de sueño en la sociedad, pocos estudios han evaluado el control postural en relación con la pérdida o calidad de

sueño (Avni et al., 2006; Micarelli et al., 2017). Aunque los niveles de somnolencia y fatiga pueden ser influenciados subjetivamente en cada persona, teniendo una mejor o peor asimilación de la falta de sueño por diferentes factores como por ejemplo factores personales como experiencia, hábitos, educación, práctica deportiva, etc. (Avni et al., 2006; Zouabi, Quarck, Martin, Grespinet y Gauthier, 2016).

La privación de sueño afecta directamente a las cualidades físicas básicas debido al deterioro del rendimiento físico producido en los sujetos afectados. A partir de la literatura consultada se puede constatar que existe una afectación de la privación de sueño sobre el rendimiento de la resistencia tanto aeróbica como anaeróbica. Skein, Duffield, Edge, Short y Mündel (2011) observaron un decremento significativo en el tiempo promedio y total de *sprints* después de 30 horas de falta de sueño en 10 atletas masculinos de deportes de equipo. En esta misma línea Rae et al. (2017) señalaron que la privación parcial de sueño afectaba a la calidad de sueño después de un entrenamiento HIIT (*high intensity interval training*). Por otro lado, se ha demostrado que la potencia aeróbica máxima no experimenta cambios significativos después de 24 horas sin dormir, sin embargo, sí que se vio afectada después de 36 horas sin dormir (Souissi, Sesboüé, Gauthier, Larue y Davenne, 2003). Aunque la mayoría de las investigaciones se han enfocado en el rendimiento anaeróbico, se han observado reducciones en el rendimiento en la carrera de resistencia después de 24 horas de privación de sueño (Oliver, Costa, Walsh, Laing y Bilzon, 2009), de manera interesante, esto ocurre sin cambios en los parámetros fisiológicos o del ritmo de carrera.

Se ha demostrado también que los esfuerzos repetidos en el entrenamiento de fuerza se ven afectados en mayor grado por la falta de sueño que en un solo esfuerzo realizado al máximo (Blumert et al., 2007; Reilly y Edwards, 2007). Por otra parte, Blumert et al., (2007) no encontraron diferencias significativas en levantadores de pesas con privación de sueño respecto con el grupo control, concretamente en ejercicios de arrancada y sentadilla. Por otro lado, en otra investigación se encontró un efecto significativo de la pérdida de sueño sobre las pruebas máximas de press de banca, press de piernas y peso muerto, pero no en el curl de bíceps realizado a repeticiones máximas (Reilly y Piercy, 1994). Sin embargo, el rendimiento sub-máximo sí que se ve afectado significativamente en las cuatro tareas y en mayor medida que los esfuerzos máximos. Un estudio de Pedao et al., (2015) demostró una disminución de la fuerza de presión manual con *handgrip* en sujetos privados de sueño con una posible vinculación con un empeoramiento de trabajos relacionados con tareas de manipulación. Otros estudios reportaron que la privación de sueño no afectaba tanto a las funciones motores gruesas como la fuerza muscular, la potencia muscular o como a las tareas que requerían tiempos de reacción rápidos (Reilly y Hales, 1988; Reilly y Deykin, 1983).

A parte de la afectación de la privación de sueño en las cualidades físicas básicas, también se puede observar su influencia en las capacidades del ámbito motriz. Por ejemplo, la agilidad en personas deportistas y sedentarias se ve afectada en gran medida por la privación de sueño (Phongamorn, Phimpaphorn y Makaje,

2014), este estudio ha vinculado la falta de sueño con un declive del rendimiento motriz, específicamente la afectación es en la agilidad reactiva.

Otras variables del ámbito motriz como el equilibrio también se han visto afectadas por la privación de sueño. Este factor ha sido analizado en diferentes tipos de poblaciones en multitudes de aspectos (Huurnink, Fransz, Kingma y van Dieën, 2013). La fatiga provocada por la falta de sueño es la causa principal que puede disminuir significativamente el rendimiento motor, afectando directamente al control postural del sujeto a través del control vestibular (Ao et al., 2009; Micarelli et al., 2017).

Según Ledin, Fransson y Magnusson (2004) la falta de sueño influye en gran manera en la fatiga del sistema nervioso central y esta situación dificulta la información sensorial que llega a los músculos. Estos autores sostienen que el equilibrio y el control postural dependen básicamente de la fuerza muscular del tríceps sural y que la falta de sueño influye inevitablemente en la acción de estos y otros músculos provocando unas peores condiciones de control postural y en definitiva del equilibrio de las personas con privación de sueño.

Otras investigaciones vinculan el deterioro postural con un deterioro cognitivo, siendo posible un incremento del riesgo de accidentes en el ámbito laboral tras las privación de sueño hasta las 24 horas (Avni et al., 2006; Gomez et al., 2008). En este sentido, varios autores concluyen que el control postural es una herramienta fiable como indicador de la fatiga mental o cognitiva de forma indirecta (Avni et al., 2006; Ao et al., 2009). Por lo tanto, existe una necesidad de

métodos prácticos para medir los efectos de la somnolencia, ya que si la somnolencia alcanza niveles críticos puede implicar altos riesgos y eso conllevar a accidentes laborales que pongan en riesgo al personal médico o que puedan poner en riesgo al paciente.

2 Objetivos e hipótesis

Con la finalidad de constatar todos los objetivos, éstos se instrumentalizaron a partir de una serie de variables que se definen en los siguientes capítulos. Las variables dependientes corresponden a los indicadores obtenidos en los diferentes ámbitos de estudio, al mismo tiempo que se establecen una serie de variables independientes que servirán para observar las diferencias entre los grupos resultantes. En primer lugar, se establece la variable independiente de grupo (control y experimental) y en segundo lugar se observó el efecto provocado por el resto de variables independientes: sexo, cronotipo, número de pasos, horas de descanso e IMC.

El objetivo principal de esta tesis fue **evaluar la afectación de las guardias nocturnas en médicos residentes desde el punto de vista del ámbito físico-motriz y del ámbito fisiológico y psicológico.**

Para poder alcanzar este objetivo se comparó un grupo experimental y un grupo control con los siguientes objetivos secundarios.

En el ámbito fisiológico se formularon dos objetivos secundarios:

-Observar y analizar la VFC antes y después de la guardia.

-Observar y analizar el nivel de cortisol salival de cada médico antes y después de la guardia.

En el ámbito físico-motriz se constató de tres objetivos secundarios:

-Observar y analizar la fuerza de manos a través de dinamometría antes y después de la guardia.

-Contabilizar el número de pasos a través de los podómetros facilitados a los sujetos estudiados durante la guardia

-Observar y analizar el control postural estático con una plataforma de fuerzas antes y después de la guardia

En el ámbito psicológico hubo dos objetivos secundarios:

-Observar y analizar las medidas subjetivas del estado de ánimo antes y después de la guardia.

-Observar y analizar el nivel de vigilancia y el estado de alerta de cada médico residente antes y después de la guardia.

Otro objetivo específico fue investigar si el rendimiento físico-motriz, fisiológico y psicológico durante el servicio se ve modulado en los médicos residentes en función de agrupaciones a partir de diferentes variables dependientes.

La primera característica que ha modulado el rendimiento de los médicos analizados es el cronotipo, teniendo en cuenta el ritmo circadiano predominante, diferenciándose si es vespertino o matutino. La segunda característica es el número de pasos realizados durante la guardia. La tercera característica es número de horas de descanso realizadas durante los descansos de la guardia. La cuarta característica es el índice de masa corporal de los médicos estudiados. Por último, la variable sexo se introdujo como covariable en la comparación entre grupo control y experimental.

Por lo tanto, la hipótesis principal que plantea esta tesis es que los sujetos que participan en las guardias de 24 horas muestran un menor rendimiento en el ámbito físico-motriz, fisiológico y psicológico comparándolos con los sujetos que han realizado una jornada laboral ordinaria sin guardia nocturna.

3 Material y métodos

3.1 Participantes

Los participantes son un total de 60 médicos residentes vinculadas a dos hospitales públicos del Institut Català de la Salut: Hospital Universitari Vall d'Hebron (Barcelona) y Hospital Universitari Germans Trias (Badalona). La distribución por sexos fue de 31 mujeres y 29 hombres, edad media de $30,33 \pm 4,18$ años; altura media de 167 ± 9 cm, masa corporal media de $69,47 \pm 13,20$ kg, Índice de Masa Corporal (IMC) medio de $25,35 \pm 2,87$ kg·m² y una experiencia laboral media como médico residente de $4,3 \pm 2,6$ años. Los objetivos y procedimientos del estudio fueron explicados por escrito y verbalmente y todos ellos firmaron el consentimiento informado. La aprobación de este estudio fue realizada por el Comité Ético de la Universitat Ramon Llull (Barcelona) y el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario Vall d'Hebron. Los criterios de inclusión fueron los siguientes: tener más de un año de experiencia como médico residente, no estar tomando medicamentos en el momento de la toma de datos, no tener ninguna enfermedad y para las mujeres participantes no estar embarazada y no hallarse en la fase folicular de la menstruación.

Tabla 1. Tabla descriptiva de la muestra.

Tabla descriptiva de la muestra	
Edad	30,33 ± 4,18 años
Altura	167 ± 9 cm
Masa corporal	69,47 ± 13,20 kg
Índice de masa corporal	25,35 ± 2,87 kg·m ²
Experiencia laboral	4,3 ± 2,6 años

3.2 Diseño del estudio

Este es un estudio transversal con dos medidas repetidas (pre-post test) durante un ciclo de 24 horas realizadas las dos veces a las 8 horas a.m., con dos condiciones de estudio: un grupo con privación de sueño (n=42) que participó en una guardia activa de 24 horas y otro grupo control (n=18) que participó en una jornada laboral normal sin privación de sueño ni guardia nocturna. Este diseño permitió la comparación de los resultados entre una jornada laboral normal y una jornada de guardia activa de 24 horas. Los efectos dependientes de los ritmos circadianos fueron minimizados evaluando a los participantes a la misma hora del día. Se pidió a todos los participantes que se abstuvieran de consumir alcohol previamente al estudio y las 24 horas anteriores a la toma de los datos. Para cuantificar las diferencias de actividad física y de movilidad de los participantes de las guardias de 24 horas con privación de sueño se les facilitó un podómetro Oregon PE-230 (Oregón, USA) para controlar los pasos realizados y también se les pidió

que anotasen la suma de periodos de sueño que tuvieron oportunidad de realizar durante dicho periodo, para conocer el tiempo de descanso realizado durante la guardia. La toma de datos transcurrió en un periodo de 20-25 minutos aproximadamente y se centró en las siguientes pruebas: Medidas fisiológicas (VFC y cortisol salivar), medidas psicológicas (EVEA y PVT) y rendimiento físico-motriz (fuerza de manos y equilibrio).

3.3 Desarrollo de la adquisición de los datos

El procedimiento realizado con cada sujeto tuvo la misma estructura. A todos los sujetos que participaron en el estudio se les administraron las siguientes pruebas, de forma previa y posterior a la jornada laboral de 24 horas.

En reuniones previas en grupo se explicó los objetivos y el funcionamiento de las diferentes pruebas. El día de las pruebas se firmó el consentimiento informado previamente a la realización de las pruebas. Se facilitó a cada sujeto un podómetro Oregon PE-230 (Oregón, USA) con tal de poder contabilizar el número de pasos total en el grupo experimental y así contabilizar su nivel de actividad durante el total de la guardia realizada, dándole las instrucciones necesarias a todos los sujetos para su realización.

En una primera instancia se administró el cuestionario matutino-vespertino de Horne y Ostberg (Adan y Florensa, 2016) y se tomó nota de los datos personales, horas de sueño de la noche anterior y descripción de varios parámetros como altura, peso, años de experiencia, IMC que es el peso(kg)/talla(m²) (Obese, 1998), edad, nombre, apellidos, sexo, cuantos estimulantes han tomado previamente, horas que llevan sin dormir, horas que han dormido, horas de descanso en la guardia, estimulantes tomados durante la guardia. Seguidamente se realizó la toma de la VFC. El registro se efectuó en una sala aislada de ruidos y de estímulos externos. El registro de la VFC y el tiempo inter latido (IBI) se efectuó con el uso de un pulsómetro (Polar RS800, Kempele, Finlandia) durante ocho minutos en posición sentada y relajada. Posteriormente se analizaron los datos con un software de análisis, concretamente el programa Kubios HRV (versión 2.0, *Biosignal Analysis And Medical Imaging Group*, Departamento de Física, Universidad de Kuopio, Finlandia).

Seguidamente, se analizó el nivel de vigilancia o estado de alerta a partir del PVT. Este test se administró con un ordenador portátil de forma aislada y de forma que no tuviera el sujeto ningún tipo de alteraciones o distracciones externas durante su realización del test. Con una duración del test total de 8 minutos y un total de duración de nueve minutos contando desde su administración, explicación y realización en total.

Después, la tercera prueba que se realizó fue la evaluación de la fuerza de manos a través de un dinamómetro manual digital o *Handgrip* (Baseline LITE 200

lb, Inglaterra). Conectado a través de un *software* a un pc (Ergopak System). La duración aproximada de realización de esta prueba fue de dos minutos.

A continuación, la siguiente prueba realizada fue el análisis y medición del equilibrio de cada médico residente. A través de una prueba con un orden preestablecido. Esta prueba se realizó a dos pies con ojos abiertos durante 30''. Se realizó un total de tres veces esta misma medida con un descanso entre medio 30 segundos. Y para esta prueba se utilizó la plataforma Wii (Nintendo Co y Kyoto) y se realizó finalmente una media entre los tres resultados obtenidos. La duración aproximada de esta prueba fue de cuatro minutos.

La prueba posterior fue analizar el estado de ánimo con la administración del test EVEA y que es utilizado para medir síntomas de ansiedad, depresión, somatización e irritabilidad de los diferentes sujetos. El EVEA tiene una duración de tres minutos máximo.

Finalmente, se tomó una muestra de saliva con los tubos de recogida de saliva *Salivette* (Sarstedt Co., Nümbrecht, Alemania) con el posterior análisis en el laboratorio para poder extraer la información de esta prueba. Este análisis para poder analizar los niveles de cortisol salivar. Este análisis tiene una duración de un minuto.

La recogida de todos los datos se realizó siempre por el mismo investigador en los dos centros diferentes en orden aleatorio y no preestablecido, con tal de

mantener similares condiciones para todos los sujetos analizados, dando las mismas indicaciones para la realización de todas las pruebas.

Total de tiempo de administración: 30-40 minutos aproximadamente (figura 4).

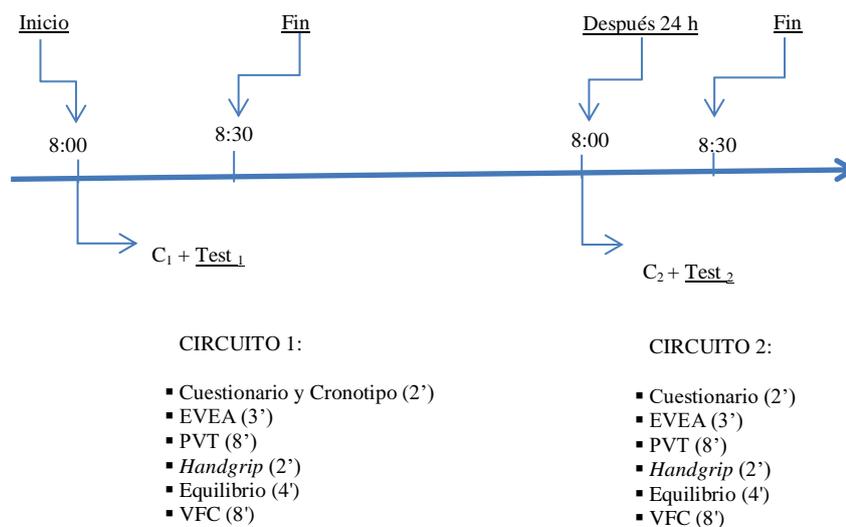


Figura 4. Línea temporal del proceso experimental de 8 am a 8 am.

3.3.1 Medidas fisiológicas

Las medidas fisiológicas del estudio fueron un total de dos, siendo la toma de datos del VFC y la toma del cortisol salival.

El registro de la VFC se programó teniendo en cuenta que las mujeres participantes no se encontraran en la fase folicular de menstruación, debido a que

se ha demostrado que existe un decremento de la actividad parasimpática y un aumento de la actividad simpática en esta fase, respecto a la fase lútea (Chung y Yang, 2011). La adquisición de los datos de VFC se realizó durante un periodo de 8 minutos. La temperatura del lugar en el que se realizaron las mediciones oscilaba entre 20-22° C y no se percibía ningún ruido, ni nada similar que pudiera alterar la correcta recogida de datos. Todos los participantes permanecieron en posición decúbito supino en absoluto silencio, en un estado relajado, con una respiración lenta y pausada (10-12 ciclo/min) para el inicio de la toma de pulsaciones.

Para el registro de los datos de la VFC, se utilizó un pulsómetro Polar versión RS800 (figura 5) y el transmisor codificado de Polar Electro Oy (Kempele, Finlandia), que grabaron la señal RR (latido a latido). La validez de este método en comparación con un electrocardiograma es $CPI > 0,99$ y este material ha sido validado para mediciones de VFC (Hernando, Garatachea, Almeida, Casajús y Bailón, 2016). El análisis se llevó a cabo con los 5 minutos finales del registro ya que los 3 minutos iniciales se utilizaron para la estabilización del ritmo cardiaco y finalmente se descartaron del análisis. Los archivos del intervalo RR fueron transferidos a un ordenador usando el software específico de Polar (PolarProtrainer 5, Polar Electro, Kempele, Finland).



Figura 5. Polar RS800 y componentes.

Se realizó un procesamiento de señal adicional usando un programa de análisis específico de VFC (Kubios *HRV Analysis version 2.0*, *The Biomedical Signals Analysis Group*, Universidad de Kuopio, Finland). Los latidos ectópicos ocasionales se reemplazaron automáticamente con los valores del intervalo R-R adyacente.

Los datos se analizaron siguiendo los criterios por la *Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996)*. Los valores utilizados del dominio temporal fueron los correspondientes a la raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR sucesivos (RMSSD). Los valores del dominio frecuencial fueron calculados a partir de la función transformada rápida de Fourier (FFT) que cuantificó de densidad espectral de las bandas LF (0.04 to 0.15 Hz) y HF (0.16 to 0.40 Hz). Adicionalmente se incluyó el cálculo de la ratio LF/HF. La alta frecuencia (HF) proporciona información sobre el control parasimpático, mientras la baja frecuencia (LF) refleja tanto el control simpático y parasimpático. La

relación entre la relación LF / HF, es un indicativo que calcula el balance simpático-vagal (Bosquet, Merkari, Arvisais y Aubert, 2008).

Los valores del dominio no lineal usados fueron los del análisis de *Poincaré Plot* que se obtuvieron al trazar los valores RR de n en el eje X, y los valores del eje Y, se representaron como N+1 RR. Superpuesto a este diagrama, SD 1 (variabilidad a corto plazo) y SD2 (variabilidad a largo plazo) se calcularon mediante ajuste de la elipse. Los valores de SD1 y SD2 se utilizaron para calcular dos índices para la valoración del equilibrio del SNA propuestos por Naranjo et al. (2015):

- *Stress Score (SS)*: $1000 \times 1/SD2$. Teniendo en cuenta que SD2 se comporta como una función inversamente proporcional a la actividad simpática, se calculó el valor inverso de SD2 para obtener un valor proporcional a la actividad simpática, multiplicado por 1000 para tener valores más manejables.

- *Ratio simpático/parasimpático (S/PS ratio)*. Teniendo en cuenta que SD1 representa la actividad parasimpática, la ratio de la relación entre la actividad simpática y la actividad parasimpática se calcula dividiendo SS entre SD1 (SS/SD1).

Las muestras de saliva para analizar el cortisol fueron recogidas con tubos de extracción de saliva *Salivette*® (figura 6) (Sarstedt, Nümbrecht, Germany). Las muestras de saliva se recogieron en los dispositivos de tubos sintéticos *Salivette*®, se centrifugaron y almacenaron a -20° centígrados, inmediatamente después de la

recogida. El cortisol se midió con un ensayo de electroquimioluminiscencia automatizado (EECLIA) (Roche *Diagnostics* GmbH, Mannheim, Germany). La sensibilidad del ensayo es de 0,054 ug/dl y el coeficiente de variación es de una concentración de 0,34 ug/dL y es de 7,1%.



Figura 6. Tubo de extracción de saliva.

3.3.2 Medidas psicológicas

Para evaluar las variables del ámbito psicológico se administraron el cuestionario EVEA y el test PVT.

El EVEA (Sanz, 2001) es un instrumento diseñado para evaluar cuatro estados emocionales de carácter situacional con entidad clínica: depresión, ansiedad, hostilidad y alegría. Esta escala se compone de 16 ítems basados en adjetivos que definen estados de ánimo que se puntúan a partir de una escala Likert

(0-10) con rango de 0 (nada) a 10 (mucho), englobados 4 ítems por cada escala. Con una duración aproximadamente de 2 minutos.

Este instrumento tiene la ventaja de su brevedad, ya que según sus autores (Sanz, 2001) se puede administrar en dos minutos aproximadamente, permite evaluar los cambios en el estado de ánimo que se producen en periodos de tiempo cortos, por ejemplo, antes y después de la jornada laboral. Por último, mostró una consistencia interna muy alta con valores del coeficiente de Alpha de Cronbach, concretamente entre 0,88-0,93.

La siguiente prueba realizada fue la versión estándar PVT de 10 min fue propuesta por Dinges y Powell (1985). Las medidas resultantes fueron la velocidad de respuesta representada por media del tiempo de reacción (RT) y el número de lapsos (respuestas >500ms) y el número de anticipos (respuestas<100ms). El procedimiento de esta tarea, se basa en la creada originalmente por Horne, Anderson y Wilkinson (1983). Esta tarea fue diseñada para medir la atención sostenida durante los registros del RT de los participantes a los estímulos visuales que se producen a intervalos aleatorios. Para la administración del test se utilizó un pc portátil de 15" con el software específico E-Prime®v2 (Psychology Software Tools, Inc. Pittsburg PA), que se usó para presentar el estímulo y gestionar las respuestas. Para poder medir esta función, tomar datos, editarlos y analizarlos. En cada ensayo, unas barras horizontales negras aparecen en la pantalla en un fondo gris. Más tarde, en un intervalo de tiempo aleatorio (2.000 a 10.000 ms.), las barras varían su posición. A los participantes se les instruye para contestar lo más rápido

posible cuando vean el cambio hacia una de las dos bandas, siendo una verdadera y la otra errónea. Estas deben responder con su mano dominante pulsando la barra espaciadora del ordenador. También se les explicó que no podían avanzar ni retrasarse en la respuesta, ni responder si el estímulo era un cuadrado con rayas verticales, en estos casos se contaría como error.

3.3.3 Medidas físicas y motrices

Para evaluar el estado físico y motriz se han realizado las pruebas de dinamómetro de mano y la medida del equilibrio.

La plataforma de fuerzas es la herramienta más utilizada en el estudio del equilibrio (Ku, Abu Osman y Wan Abas, 2014). Estudios anteriores han demostrado la validez y la comodidad de la plataforma de equilibrio de la Nintendo Wii (figura 7). Teniendo una validez de correlación de $r > 0.996$, una correlación muy alta, demostrando así la validez en esta plataforma (Huurnink et al., 2013).



Figura 7. Plataforma Nintendo Wii.

El equilibrio de los participantes se midió a partir de los datos del centro de presiones (CdP). El CdP nos aporta información de la orientación de los segmentos corporales y los movimientos del cuerpo para mantener el centro de gravedad sobre la base de sustentación. Las señales de CdP se adquirieron a través de la plataforma Wii Balance que cuenta con un traductor uniaxial de fuerza vertical en cada esquina. Las medidas tomadas fueron el área de la elipse (AE) y la velocidad media en las direcciones antero-posterior (VMAP) y medio-lateral (VMML). Este dispositivo ha sido validado para analizar el control postural en varios estudios (Park y Lee, 2014). Los datos en crudo se adquirieron usando el *software* WiiLab (Universidad de Colorado Boulder, Colorado, USA) para Matlab R2007 (Mathworks Inc, Natick, USA) a una frecuencia de 40 Hz y con conexión a un ordenador portátil vía *Bluetooth*.

El sujeto ha de colocar en la plataforma que se ha descrito antes y sin ningún tipo de calzado, ni calcetines. El sujeto debe mantener el equilibrio a dos piernas

con los ojos abiertos y con la ayuda del instructor hasta que el sujeto mantenga el equilibrio y se inicie el test.

Se realizará en una plataforma en la posición de bipedestación con ojos abiertos, con una duración de 30 segundos los tres intentos con un descanso de 60 segundos entre las tres pruebas. Realizando finalmente una media entre los tres resultados obtenidos.

El dinamómetro manual (Baseline LITE) (figura 8) se utiliza como método para calcular la fuerza de la mano y poder extraer una fuerza relativa manual, en personas en rehabilitación o tener una valoración de la mejora del rendimiento en sujetos entrenados. La prueba debe ser con la mano dominante, se pueden hacer varios intentos para acomodarse con la prueba. Se ha de tener en cuenta la posición del hombro, codo y de la agarrada al dinamómetro, y aunque no hay ninguna forma estandarizada, sí que se creó una para la prueba. La prueba isométrica de fuerza del dinamómetro también se ha demostrado como una herramienta muy efectiva para medir el trabajo y la carga con diferentes tipos de pacientes.



Figura 8. Dinamómetro manual o Handgrip.

3.4 Análisis estadístico

Se calcularon los datos estadísticos descriptivos (media \pm desviación estándar) de todas las variables previamente al contraste de medias a partir de un modelo de ANOVA mixto. Se comprobó la distribución normal de cada variable a partir del test de Kolmogorov-Smirnov. Como todas las variables cumplieron el supuesto de normalidad, excepto la variable RMSSD, en este caso se realizó el cálculo del logaritmo natural (Ln) de cada una de ellas para que de este modo se ajustaran al supuesto de normalidad. Las variables correspondientes a las pruebas de equilibrio tampoco presentaron una distribución normal, por lo que se aplicó una prueba no paramétrica de contraste de medias, en este caso el test de Wilcoxon para muestras relacionadas.

Con motivo de contrastar las hipótesis se aplicó un modelo mixto de análisis de las varianzas (ANOVA) [Fase (2: PRE, POST) × Grupo (2: CONTROL, EXPERIMENTAL) × Sexo (2: HOMBRE, MUJER)] incluyendo como variables dependientes las medidas fisiológicas, subjetivas y de rendimiento cognitivo. Además del sexo, se introdujo la edad como covariable para controlar su posible influencia. Para realizar la comparación entre pares se aplicó la prueba de Bonferroni.

Se utilizó el índice de correlación de Pearson para comparar la asociación entre los diferentes parámetros (VFC, Cortisol, EVEA y PVT) en situación de pre-test y post-test. Las relaciones entre variables se evaluaron con los siguientes umbrales (Hopkins, Marshall, Batterham y Hanin, 2009): <0,1 trivial, <0,1 a 0,3 pequeño, <0,3 a 0,5 moderado, <0,5 a 0,7 grande, <0,7 a 0,9 muy grande y <0,9 a 1,0 casi perfecto.

Finalmente se aplicó una comparación por grupos en los individuos pertenecientes al grupo experimental ya que se obtuvieron datos sobre el Cronotipo, el número de pasos realizados durante la guardia, el número de horas de descanso durante la guardia y el IMC de los participantes en las guardias de 24 horas. En la variable cronotipo se distinguen 2 grupos (matutino y vespertino) y se aplicó una prueba T de student para muestras independientes en todas las variables excepto en las variables de equilibrio que no cumplían la normalidad y por tanto se aplicó la prueba no paramétrica equivalente, en este caso la prueba U de Mann-Whitney. Las variables de nº de pasos, horas de descanso o e IMC se categorizaron en grupos a

partir del resultado de los terciles de cada variable, aplicándose una prueba ANOVA de un factor para contrastar las medias en todas las variables excepto en las variables de equilibrio que no cumplieran la normalidad y por tanto se aplicó la prueba no paramétrica equivalente, en este caso la prueba de Kruskal-Wallis.

El nivel de significancia se estableció en $p < 0.05$ en todos los análisis y se realizó usando el software Statistical Package for Social Science versión 22.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, US).

4 Resultados

4.1.Estudio de comparaciones entre grupo experimental y grupo control

Los resultados obtenidos con sus tablas correspondientes se presentarán en tres diferentes apartados. Estos tres diferentes apartados son el ámbito fisiológico, ámbito psicológico, y ámbito físico y motriz.

4.1.1 Ámbito fisiológico

Tabla 2. Ámbito fisiológico: medias pre y post y desviaciones estándares para grupo experimental y grupo control.

Variables fisiológicas	Grupo experimental			Grupo control			F-value	pvalue	η_p^2
	Pre-test	Post-test		Pre-test	Post-test				
	n	M (DT)	M (DT)	n	M (DT)	M (DT)			
LnRMSSD	42	4,63 (0,14)	3,93 (0,12)	1	4,73 (0,21)	44,72 (0,18)	28,9	<0,01	0,35
LF (ms ²)	42	34,28 (13,14)	40,73 (14,25)	1	33,27 (15,24)	32,71 (11,66)	90,61	0,005	0,16
HF (ms ²)	42	30,31 (13,09)	22,25(12,11)	1	31,71 (12,34)	32,75 (13,55)	15,34	<0,001	0,23
Ratio LF/HF (ms ²)	42	1,76 (0,25)	3,04 (0,34)	1	1,07 (0,38)	0,99 (0,50)	40,16	0,046	0,07
SS	42	1,88 (0,09)	2,25 (0,11)	1	1,57 (0,14)	1,52 (0,16)	80,51	0,005	0,14
S/PS ratio	42	-2,32 (0,22)	-1,40 (0,21)	1	-2,91 (0,33)	-2,90 (0,31)	14,14	<0,001	0,21
Cortisol (ug/dL)	42	0,32 (0,02)	0,41 (0,04)	1	0,23 (0,03)	0,26 (0,06)	16,22	<0,001	0,23

Nota. RMSSD = Raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR sucesivos; LF = Low-Frequency; HF = High-Frequency; SS =Stress score; S/PS ratio = ratio simpático/parasimpático.

Los resultados del ámbito fisiológico hacen referencia a los indicadores recogidos de las pruebas de la variabilidad de la frecuencia cardíaca y el cortisol salival. Como puede observarse en la Tabla 2, el efecto de la interacción grupo experimental fue significativa para todas las variables analizadas del ámbito fisiológico, menos el Ratio LF/HF (0,046), en las demás variables hubo diferencias significativas con tamaños del efecto (η_p^2) que oscilaron entre 0,35 y 0,14. Los participantes del grupo experimental mostraron un deterioro significativo en la mayoría de indicadores fisiológicos menos el Ratio LF/HF de los indicadores analizados en comparación con los participantes del grupo control. Los efectos de más tamaño se encontraron para los valores de la LnRMSSD (véase Tabla 2), en los valores del HF, en los valores de S/PS ratio y en los niveles de cortisol (véase Tabla 2). La triple interacción grupo x fase x

sexo no fue significativa, lo cual nos indica que el efecto de la jornada de guardia activa de 24 horas fue similar en hombres y mujeres.

4.1.2 Ámbito psicológico

Tabla 3. Ámbito psicológico: medias pre y post y desviaciones estándares para grupo experimental y grupo control.

Variables psicológicas	Grupo experimental			Grupo control			F-value	pvalue	η_p^2
	n	Pre-test M (DT)	Post-test M (DT)	n	Pre-test M (DT)	Post-test M (DT)			
EVEA									
Depresión	42	1,98 (0,68)	2,70 (0,87)	18	2,42 (0,81)	20,44 (1,16)	80,23	0,006	0,13
Ansiedad	42	3,09 (1,40)	4,83 (2,20)	18	2,87 (0,57)	30,32 (0,93)	80,50	0,005	0,13
Alegría	42	5,29 (1,22)	3,41 (1,53)	18	4,62 (1,34)	30,63 (0,93)	30,98	0,051	0,07
Hostilidad	42	1,65 (0,55)	2,63 (0,79)	18	1,08 (0,36)	10,17 (0,42)	27,39	<0,001	0,33
PVT									
RT (ms)	42	309 (26,36)	360 (49,46)	18	322 (40,50)	20 (29,14)	19,12	<0,001	0,26
Errores (núm)	42	2,67 (2,34)	5,48 (4,46)	18	3,22 (1,80)	30,17 (2,48)	60,70	0,012	0,11
Lapsos (núm)	42	2,50 (2,56)	5,00 (4,21)	18	2,56 (1,85)	20,50 (2,36)	70,13	0,010	0,12
Anticipos (núm)	42	0,17 (0,79)	0,67 (1,19)	18	0,48 (0,74)	00,67 (0,97)	10,19	0,280	0,02

Nota. EVEA = Escala de valoración de estado de ánimo; PVT = *Pshycomotor vigilance task*; RT = Tiempo de reacción.

Los resultados del ámbito psicológico hacen referencia a los indicadores recogidos de las pruebas de la escala de valoración del estado de ánimo y del PVT. Como puede observarse en la Tabla 3, el efecto de la interacción grupo experimental fue significativa para todas las variables analizadas del ámbito psicológico, menos los parámetros de la alegría ($p=0,051$) y los anticipos ($p=0,280$), en los demás parámetros hubo diferencias significativas con tamaños del efecto (η_p^2) que oscilaron entre 0,26 y 0,002. Los participantes del grupo

experimental mostraron un deterioro significativo en la mayoría de indicadores psicológicos menos el parámetro de depresión y alegría de los indicadores analizados en comparación con los participantes del grupo control. Las mayores diferencias significativas son para el valor de hostilidad y en el caso del PVT el valor de RT (véase Tabla 3). La triple interacción grupo x fase x sexo no fue significativa, lo cual nos indica que el efecto de la jornada de guardia activa de 24 horas fue similar en hombres y mujeres.

En cuanto a variables subjetivas en el ámbito psicológico, la interacción grupo x fase fue estadísticamente significativa para todas las variables a excepción de la variable alegría, para la que el efecto fue marginalmente significativo ($p = .051$). Tal y como muestra la Tabla 3, los participantes del grupo experimental experimentaron un mayor aumento de puntuaciones en emociones negativas tras la jornada laboral que los participantes del grupo control. El mayor tamaño de efecto se observó para la hostilidad. La Tabla 3 muestra los cambios entre pretest y posttest para ambos grupos en hostilidad. La triple interacción grupo x fase x sexo no fue estadísticamente significativa para ninguna variable subjetiva recogidas por el EVEA.

Por último, en cuanto las variables analizadas con el PVT, la interacción grupo x fase fue estadísticamente significativa para RT, número de errores y número de lapsos. El mayor tamaño del efecto se observó para RT. La Tabla 3 muestra los resultados de la interacción para RT. La interacción grupo x fase x sexo no fue estadísticamente significativa para ninguna variable del PVT.

4.1.3 Ámbito físico y motriz

Tabla 4. Equilibrio: medidas pre y post y desviaciones estándares para grupo experimental y grupo control.

	Grupo experimental			Grupo control			<i>F-value</i>	<i>p-value</i>
	<i>n</i>	Pre-test	Post-test	<i>n</i>	Pre-test	Post-test		
Variables físicas		<i>M (DT)</i>	<i>M (DT)</i>		<i>M (DT)</i>	<i>M (DT)</i>		
Equilibrio								
Vel AP (mm/s)	42	1,59 (7,44)	2,23* (1,22)	18	1,49 (0,35)	1,85 (0,84)	-2,98	0,003
Vel ML (mm/s)	42	1,05 (4,65)	1,47* (0,84)	18	0,99 (0,25)	1,18 (0,45)	-3,07	0,002
Àrea Elipse (mm ²)	42	4,82 (3,69)	10,01* (9,63)	18	4,92 (3,40)	8,56 (7,04)	-2,21	0,026

Nota. Vel AP = Velocidad media en el eje antero-posterior; Vel ML = Velocidad media en el eje medio-lateral.

Los resultados del ámbito físico y motriz hacen referencia a los indicadores recogidos de la prueba del equilibrio y el handgrip. Como puede observarse en la Tabla 4, el efecto de la interacción grupo experimental fue significativa para todas las variables analizadas del equilibrio, menos el área elipse, en las demás variables hubo diferencias significativas con tamaños del efecto (η^2_p) que oscilaron entre 0,002 y 0,003. Los participantes del grupo experimental mostraron un deterioro significativo en la mayoría de variables físicas menos el área elipse de los indicadores analizados en comparación con los participantes del grupo control. Los efectos de más tamaño se encontraron para los valores de la velocidad media en el eje medio lateral (Vel ML) (véase Tabla 4). La triple interacción grupo x fase x sexo fue significativa, lo cual nos indica que el efecto de la jornada de guardia activa de 24 horas fue similar en hombres y mujeres.

La Tabla 4 muestra el contraste de hipótesis de la condición pre y post-test de los dos grupos (experimental y control) en la condición de apoyo bipodal y ojos abiertos. Se observa que existen diferencias significativas en la condición experimental. Se encuentran diferencias significativas en la VelAP ($Z=2,98$; $p=0,03$), también en la VelMP ($Z=3,07$; $p=0,002$) y finalmente también se observan diferencias significativas en el área elipse ($Z=2,21$; $p=0,026$).

Tabla 5. Handgrip medidas pre y post y desviaciones estándares para grupo experimental y grupo control.

	Grupo experimental			Grupo control			<i>F-value</i>	<i>p-value</i>
	<i>n</i>	Pre-test <i>M (DT)</i>	Post-test <i>M (DT)</i>	<i>n</i>	Pre-test <i>M (DT)</i>	Post-test <i>M (DT)</i>		
Variables físicas								
Fuerza Max (kg)	42	33,85 (11,27)	32,38 (10,35)	18	32,68 (8,76)	31,76 (8,84)	-3,26	0,001

Nota. Fuerza Max = Fuerza máxima isométrica.

La Tabla 5 muestra una diferencia significativa entre el grupo experimental y el grupo control en las condiciones pre y post-test. Se observa una diferencia significativa notable ($Z=3,26$; $p=0,001$).

Como puede observarse en la Tabla 5, el efecto de la interacción grupo experimental fue significativa para la variable analizada de las variables físicas, habiendo diferencias significativas con tamaños del efecto (η^2_p) que fueron de .001 (véase Tabla 5). Los participantes del grupo experimental mostraron un deterioro significativo la variable física de la fuerza máxima analizada en el grupo control. La triple interacción grupo x fase x sexo fue significativa, lo cual nos indica que el efecto de la jornada de guardia activa de 24 horas fue similar en hombres y mujeres.

4.2 Relación entre variables

Tabla 6. Coeficientes de Correlación entre las Variables de Estudio en el Pre-test.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. RMSSD												
2. Ratio LF/HF	-0,23 ^a											
3. SS	-0,87**	0,00										
4. S/PS ratio	-0,97**	0,13	0,93**									
5. Cortisol	-0,84**	-0,08	0,83**	0,82**								
6. Depresión	-0,49**	0,07	0,52**	0,42**	0,52**							
7. Ansiedad	-0,72**	0,03	0,79**	0,77**	0,77**	0,50**						
8. Hostilidad	-0,26*	0,03	0,43**	0,47**	0,26*	0,18	0,57**					
9. Alegría	0,45**	0,09	-0,48**	-0,43**	-0,55**	-0,78**	-0,49**	-0,28*				
10. TR	-0,18	0,09	-0,08	0,07	0,02	-0,16	-0,21 ^a	-0,24 ^a	0,12			
11. Errores	0,02	-0,19	-0,00	-0,04	0,08	-0,02	0,04	-0,07	0,01	0,19		
12. Lapsos	0,10	-0,13	-0,06	-0,12	-0,06	0,02	-0,10	-0,11	-0,00	0,12	0,90**	
13. Anticipos	-0,19	-0,16	0,14	0,16	0,31*	-0,10	0,31*	0,08	0,04	0,16	0,33**	-0,10

Nota. RMSSD = Raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR sucesivos; LF = Low-Frequency; HF = High-Frequency; SS = Stress score; S/PS ratio = ratio simpático/parasimpático; RT = Tiempo de reacción. * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$; ^a $p < .10$.

Tabla 7. Coeficientes de Correlación entre las Variables de Estudio en el Post-test.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. RMSSD												
2. Ratio LF/HF	-0,28*											
3. SS	-0,78***	0,17										
4. S/PS ratio	-0,94***	0,27*	0,92***									
5. Cortisol	-0,63***	0,09	0,87***	0,77***								
6. Depresión	-0,10	-0,01	0,37**	0,23 ^a	0,37**							
7. Ansiedad	-0,63***	0,19	0,84***	0,75***	0,84***	0,47***						
8. Hostilidad	-0,35**	0,41**	0,46***	0,45***	0,40**	0,31*	0,55***					
9. Alegría	0,47***	-0,03	-0,65***	-0,58***	-0,61***	-0,46***	-0,83***	-0,41**				
10. TR	0,27*	0,19	-0,29*	-0,28*	-0,35**	-0,17	-0,29*	0,22	0,35**			
11. Errores	0,42**	0,21	-0,37**	0,42**	-0,35**	-0,09	-0,18	0,31*	0,13	0,69***		
12. Lapsos	0,40**	0,21	-0,35**	0,40**	-0,32*	-0,08	-0,17	0,33*	0,12	0,68***	0,98***	
13. Anticipos	0,19	0,01	-0,18	-0,19	-0,20	-0,04	-0,08	-0,02	0,04	0,23 ^a	0,32*	0,12

Nota. RMSSD = Raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR sucesivos; LF = Low-Frequency; HF = High-Frequency; SS = Stress score; S/PS ratio = ratio simpática/parasimpático; RT = Tiempo de reacción. * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$; ^a $p < .10$.

4.3 Comparaciones entre grupos

En este apartado se muestran las comparaciones de los resultados de los participantes del grupo control divididos a partir de las variables de agrupación: cronotipo, número de pasos, horas de descanso e IMC.

4.3.1 Comparaciones entre grupos a partir del cronotipo

Para poder establecer el tipo de cronotipo se realizó a través del cuestionario matutino-vespertino en el grupo experimental y se dividió el grupo experimental en dos grupos diferentes, personas matutinas y personas vespertinas.

4.3.1.1 Cronotipo: variables del ámbito fisiológico

La comparación entre el grupo de participantes matutino y vespertino no muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) en los resultados de las variables del ámbito fisiológico.

Tabla 8. Medidas del cronotipo del ámbito fisiológico para grupo experimental.

Variables fisiológicas	Matutino		Vespertino	
	M	DT	M	DT
LnRMSSD	4,05	0,86	3,96	0,82
LF (ms ²)	41,13	17,36	39,29	10,52
HF (ms ²)	21,36	12,22	23,87	15,65
Ratio LF/HF (ms ²)	3,01	2,58	2,78	2,52
SS	10,57	9,00	13,21	10,94
S/PS ratio	0,34	0,35	0,63	0,84
Cortisol (ug/dL)	0,36	0,27	0,44	0,31

Nota. RMSSD = Raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR sucesivos; LF = Low-Frequency; HF = High-Frequency; SS = Stress score; S/PS ratio = ratio simpático/parasimpático.

4.3.1.2 Cronotipo: variables del ámbito psicológico

La comparación entre el grupo de participantes matutino y vespertino muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) únicamente en el número de lapsos, observándose un número significativamente mayor en el grupo matutino.

Tabla 9. Medidas del cronotipo del ámbito psicológico para grupo experimental.

Variables psicológicas	Matutino		Vespertino	
	M	DT	M	DT
EVEA				
Depresión	2,65	0,83	2,78	0,93
Ansiedad	4,70	2,17	4,99	2,27
Alegría	3,50	1,60	3,28	1,44
Hostilidad	2,54	0,78	2,73	0,82
PVT				
RT (ms)	375,90*	49,11	339,88	43,02
Errores (núm)	6,95	4,71	3,50	3,25
Lapsos (núm)	6,46*	4,37	3,06	3,15
Anticipos (núm)	0,50	0,780	0,44	0,70

Nota. EVEA = Escala de valoración de estado de ánimo; PVT = *Pshycomotor vigilance task*; RT = Tiempo de reacción.* = diferencias significativas entre grupo matutino y grupo vespertino.

4.3.1.3 Cronotipo: variables del ámbito físico y

motriz

La comparación entre el grupo de participantes matutino y vespertino muestra diferencias entre los dos grupos, observándose mayores velocidades de desplazamiento y una mayor área de la elipse en el grupo vespertino, aunque sólo se mostraron diferencias significativas en el eje medio-lateral (Vel ML).

Tabla 10. Medidas del cronotipo del ámbito física y motriz para grupo experimental.

Variables físicas	Matutino		Vespertino	
	M	DT	M	DT
Handgrip				
Fuerza Max (kg)	33,39	10,81	31,05	9,86
Equilibrio				
Vel AP (mm/s)	1,99	0,92	2,56	1,50
Vel ML (mm/s)	1,22*	0,467	1,81	1,10
Àrea Elipse (mm ²)	8,981	8,72	11,37	10,84

Nota. Fuerza Max = Fuerza máxima isométrica; Vel AP = Velocidad media en el eje. antero-posterior; Vel ML = Velocidad media en el eje medio-lateral. * = diferencias significativas entre grupo matutino y grupo vespertino.

4.3.2 Comparaciones entre grupos a partir del número de pasos

Para poder establecer un tipo de división por número de pasos con el podómetro se realizó a través de tres terciles del grupo experimental. El primer tercil son las personas que realizaron <6922 pasos, el segundo tercil son las personas que realizaron entre 6922 y 12123 pasos y el ultimo y tercer tercil son las personas que realizaron >12123 pasos. Clasificándose en grupo 1, 2 y 3 respectivamente.

4.3.2.1 Número de pasos: variables del ámbito

fisiológico

La comparación entre los tres grupos de participantes divididos por los números de pasos muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) en las variables de SS, S/PS ratio y cortisol entre los grupos 1 y 3 que realizarán el menor y el mayor número de pasos.

Tabla 11. Medidas del número de pasos del ámbito fisiológico para grupo experimental.

Variables fisiológicas	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	M	DT	M	DT	M	DT
LnRMSSD	3,33*	0,83	4,15	0,79	3,32	0,22
LF (ms ²)	40,41	17,92	4,41	12,85	6,48	12,23
HF (ms ²)	23,19	14,42	8,84	10,06	4,98	15,87
Ratio LF/HF (ms ²)	2,96	2,76	3,50	2,91	2,32	1,83
SS	6,62*	4,87	1,32	5,32	7,50	13,69
S/PS ratio	0,19*	0,31	0,37	0,32	0,85	0,86
Cortisol (ug/dL)	0,23*	0,17	0,39	0,18	0,57	0,382

Nota. RMSSD = Raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR sucesivos; LF = Low-Frequency; HF = High-Frequency; SS = Stress score; S/PS ratio = ratio simpático/parasimpático. * = diferencias significativas entre grupo 1 y grupo 3.

4.3.2.2 Número de pasos: variables del ámbito

psicológico

La comparación entre los tres grupos de participantes divididos por los números de pasos muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) en los resultados de las variables del ámbito psicológico.

Tabla 12. Medidas del número de pasos del ámbito psicológico para grupo experimental.

Variables psicológicas	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	M	DT	M	DT	M	DT
EVEA						
Depresión	3,51	0,95	2,45	0,41	3,15	0,96
Ansiedad	3,79*	1,89	4,69	1,84	6,06	2,30
Alegría	3,98*	1,74	3,60	1,27	2,61	1,21
Hostilidad	2,70	0,95	2,48	0,63	2,67	0,77
PVT						
RT (ms)	404,88**	6,97	352,74	34,93	320,04	31,93
Errores (núm)	9,60**	3,62	4,53	3,64	1,92	1,49
Lapsos (núm)	8,53**	3,68	4,54	3,64	1,64	1,55
Anticipos (núm)	1,07**	1,07	0,00	0,00	0,29	0,61

Nota. EVEA = Escala de valoración de estado de ánimo; PVT = *Pshycomotor vigilance task*; RT = Tiempo de reacción. * = diferencias significativas entre grupo 1 y grupo 3; ** = diferencia significativa entre el grupo 1 respecto al grupo 2 y el grupo 3.

4.3.2.3 Número de pasos: variables del ámbito físico y motriz

La comparación entre los tres grupos de participantes divididos por los números de pasos no muestra diferencias significativas en los resultados de las variables del ámbito físico y motriz.

Tabla 13. Medidas del número de pasos del ámbito físico y motriz para grupo experimental.

Variables físicas	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	M	DT	M	DT	M	DT
Handgrip						
Fuerza Max (kg)	32,98	12,47	29,83	9,67	34,12	8,61
Equilibrio						
Vel AP (mm/s)	2,00	0,86	1,94	0,977	2,75	1,61
Vel ML (mm/s)	1,31	0,48	1,24	0,53	1,87	1,21
Àrea Elipse (mm ²)	8,01	8,57	9,20	8,25	12,90	11,68

Nota. Fuerza Max = Fuerza máxima isométrica; Vel AP = Velocidad media en el eje.

4.3.3 Comparaciones entre grupos a partir de las horas de descanso

Para poder establecer un tipo de división por horas de descanso entre la guardia se realizó a través de tres terciles en el grupo experimental. El primer tercil son las personas que realizaron $<3,5$ h , el segundo tercil son las personas que realizaron entre 3,5 y 4,5 h y el finalmente el tercer tercil son las personas que realizaron $>4,5$ h. Clasificándose en grupo 1, 2 y 3 respectivamente.

4.3.3.1 Horas de descanso: variables del ámbito fisiológico

La comparación entre los tres grupos de participantes divididos por las horas de descanso muestra diferencias significativas ($p<0,05$) en la variable LnRMSSD, mostrando un predominio de la actividad simpática y por lo tanto más estrés en el grupo que descansó menos horas respecto al que descansó más horas.

Tabla 14. Medidas de las horas de descanso del ámbito fisiológico para grupo experimental.

Variables fisiológicas	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	M	DT	M	DT	M	DT
LnRMSSD	3,87*	0,66	3,97	0,99	4,20	0,87
LF (ms ²)	40,96	17,49	38,72	15,51	41,18	11,20
HF (ms ²)	22,41	11,72	22,52	17,01	22,38	13,21
Ratio LF/HF (ms ²)	2,96	2,76	3,50	2,91	2,32	1,83
SS	12,69	11,69	12,02	10,98	10,35	6,59
S/PS ratio	0,52	0,80	0,48	0,45	0,40	0,56
Cortisol (ug/dL)	0,41	0,33	0,41	0,33	0,36	0,22

Nota. RMSSD = Raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR sucesivos; LF = Low-Frequency; HF = High-Frequency; SS =Stress score; S/PS ratio = ratio simpático/ parasimpático. * = diferencias significativas entre grupo 1 y grupo 3.

4.3.3.2 Horas de descanso: variables del ámbito psicológico

La comparación entre los tres grupos de participantes divididos por las horas de descanso muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) en los resultados de las variables del ámbito psicológico.

Tabla 15. Medidas de las horas de descanso del ámbito psicológico para grupo experimental.

Variables psicológicas	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	M	DT	M	DT	M	DT
EVEA						
Depresión	2,96	0,82	2,42	0,84	2,69	0,92
Ansiedad	4,89	1,94	5,04	2,32	4,56	2,46
Alegría	3,20	1,41	3,36	1,48	3,66	1,74
Hostilidad	2,83	0,82	2,65	0,60	2,37	0,89
PVT						
RT (ms)	355,20**	45,64	361,30	60,30	365,33	45,33
Errores (núm)	5,93*	4,93	5,76	4,81	4,71	3,75
Lapsos (núm)	5,33*	4,53	5,46	4,57	4,21	3,68
Anticipos (núm)	0,60	0,73	0,31	0,75	0,50	0,76

Nota. EVEA = Escala de valoración de estado de ánimo; PVT = *Pshycomotor vigilance task*; RT = Tiempo de reacción. * = diferencias significativas entre grupo 1 y grupo 3; ** diferencia significativa entre el grupo 1 respecto al grupo 2 y el grupo 3.

4.3.3.3 Horas de descanso: variables del ámbito físico y motriz

La comparación entre los tres grupos de participantes divididos por las horas de descanso no muestra diferencias significativas en los resultados de las variables del ámbito físico y motriz.

Tabla 16. Medidas de las horas de descanso del ámbito físico y motriz para grupo experimental.

Variables físicas	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	M	DT	M	DT	M	DT
Handgrip						
Fuerza Max (kg)	28,57	9,34	31,77	9,50	7,04	10,97
Equilibrio						
Vel AP (mm/s)	3,01	1,82	1,88	0,91	2,02	0,70
Vel ML (mm/s)	1,99	1,36	1,27	0,54	1,31	0,41
Àrea Elipse (mm ²)	15,23	13,21	6,17	5,81	9,79	8,35

Nota. Fuerza Max = Fuerza máxima isométrica; Vel AP = Velocidad media en el eje.

4.3.4 Comparaciones entre grupos a partir del IMC

Para poder establecer un tipo de división por IMC se realizó a través de tres terciles en el grupo experimental. El primer tercil son las personas con IMC < 23,02, el segundo tercil con un IMC entre 23,02 y 25,39 y el tercer tercil con un IMC > 25,39. Clasificándose en grupo 1, 2 y 3 respectivamente.

4.3.4.1 IMC: variables del ámbito fisiológico

La comparación entre los tres grupos de participantes divididos por IMC muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) en los resultados de LnRMSSD del grupo 1 respecto el grupo 3.

Tabla 17. Medidas del IMC del ámbito fisiológico para grupo experimental.

Variables fisiológicas	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	M	DT	M	DT	M	DT
LnRMSSD	3,50*	0,51	4,06	0,99	4,30	0,75
LF (ms ²)	37,37	15,07	41,21	11,35	41,55	17,27
HF (ms ²)	22,09	14,47	21,56	11,75	23,38	15,31
Ratio LF/HF (ms ²)	2,88	2,88	2,94	2,35	2,914	2,58
SS	14,73	10,54	11,53	7,16	9,89	11,27
S/PS ratio	0,57	0,27	0,52	0,61	0,36	0,78
Cortisol (ug/dL)	0,49	0,30	0,40	0,24	0,33	0,32

Nota. RMSSD = Raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR sucesivos; LF = Low-Frequency; HF = High-Frequency; SS = Stress score; S/PS ratio = ratio simpático/parasimpático. * = diferencias significativas entre grupo 1 y grupo 3.

4.3.4.2 IMC: variables del ámbito psicológico

La comparación entre los tres grupos de participantes divididos por IMC muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) en los resultados de las variables del ámbito psicológico.

Tabla 18. Medidas del IMC del ámbito psicológico para grupo experimental.

Variables psicológicas	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	M	DT	M	DT	M	DT
EVEA						
Depresión	3,07	0,62	2,48	0,66	2,65	1,09
Ansiedad	5,40	2,30	4,83	2,61	4,46	1,76
Alegría	2,91	1,05	3,49	1,73	3,65	1,60
Hostilidad	2,40	0,55	2,55	0,77	2,82	0,92
PVT						
RT (ms)	325,15**	37,74	373,66	42,29	372,45	52,54
Errores (núm)	2,54*	2,91	5,21	3,82	7,58	4,79
Lapsos (núm)	2,18*	2,75	4,93	3,87	6,88	4,40
Anticipos (núm)	0,36	0,67	0,29	0,61	0,71	0,84

Nota. EVEA = Escala de valoración de estado de ánimo; PVT = *Pshycomotor vigilance task*; RT = Tiempo de reacción. * = diferencias significativas entre grupo 1 y grupo 3; ** diferencia significativa entre el grupo 1 respecto al grupo 2 y el grupo 3.

4.3.4.3 IMC: variables del ámbito físico y motriz

La comparación entre los tres grupos de participantes divididos por IMC no muestra diferencias significativas en los resultados de las variables del ámbito físico y motriz.

Tabla 19. Medidas del IMC del ámbito físico y motriz para grupo experimental.

Variables físicas	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	M	DT	M	DT	M	DT
Handgrip						
Fuerza Max (kg)	29,30	10,55	35,57	10,23	31,75	10,22
Equilibrio						
Vel AP (mm/s)	2,24	1,58	1,95	0,64	2,49	1,23
Vel ML (mm/s)	1,48	1,14	1,29	0,42	1,64	0,78
Àrea Elipse (mm ²)	9,02	11,34	8,80	6,91	12,19	10,12

Nota. Fuerza Max = Fuerza máxima isométrica; Vel AP = Velocidad media en el eje.

5 Discusión

El apartado de la discusión se ha realizado siguiendo la misma estructura y orden del apartado de resultados anterior.

5.1. Comparaciones entre grupo experimental y grupo control

5.1.1 Comparaciones entre grupo experimental y grupo control en el ámbito fisiológico

Nuestros hallazgos muestran que los participantes en guardias nocturnas experimentan una disminución de la VFC y un aumento de los niveles de cortisol basal, lo cual podría situarles en un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares, tal como describen estudios similares en los que se pone de manifiesto la asociación entre la corta duración del sueño y el aumento del riesgo cardiovascular (Chalmers, Quintana, Maree, Abbott y Kemp, 2014; Cappuccio, Cooper, Delia, Strazzullo y

Miller, 2011). Estudios previos como el de Tobaldini et al. (2016) encontraron reducciones del VFC en respuesta al estrés, pero no en los niveles de cortisol en médicos tras una noche de trabajo. Otros estudios de privación del sueño a corto plazo han demostrado que las variables de la presión arterial sistólica, la presión arterial diastólica y el ritmo cardíaco tienden a aumentar el día después de la privación de una noche de sueño, asociada con un aumento significativo de los niveles de catecolaminas y en el ratio LF/HF, lo que sugiere que la privación de sueño conduce un equilibrio simpático-parasimpático, con una prevalencia de modulación simpática (Cappuccio et al., 2011; Tochikubo, Ikeda, Miyajima e Ishii, 1996).

La disminución significativa de la VFC en el grupo experimental en comparación con el grupo control reflejó que el estímulo estresante fue lo suficientemente intenso para inhibir la modulación vagal del sistema nervioso autónomo (SNA) en el grupo experimental. Sin embargo, el grupo control no sufrió cambios significativos en la VFC entre el pre y post-test. Las mediciones de la VFC se cuantificaron en los tres dominios de análisis utilizados normalmente (Task Force, 1996), indicando en todos los casos un aumento de la actividad simpática y una modulación de la actividad parasimpática plasmada en una disminución general de la VFC, demostrando la consistencia de los resultados en nuestro estudio. En esta misma línea podemos confirmar que nuestros resultados coinciden con los resultados obtenidos en la investigación de Chua et al. (2012) que demuestra que las medidas de la VFC son sensibles a la privación de sueño, poniendo de manifiesto

que la VFC puede ser una herramienta correcta para predecir los efectos de la privación del sueño en sujetos.

Relativamente pocos estudios han examinado la VFC junto con otros parámetros relacionados con el estrés (p.e., estado de ánimo, biomarcadores y rendimiento en tareas cognitivas) para estudiar el impacto de 24 horas de trabajo en guardias en médicos residentes. Por ejemplo, Shen et al. compararon los niveles de insomnio, ansiedad y VFC en 114 enfermeras que trabajaron a turnos fijos con las que realizaron turnos rotativos, mostrando un mayor efecto sobre los niveles de ansiedad y una mayor modulación de la actividad del SN simpático, ambos relacionados con los patrones de sueño alterados, sobre todo en las participantes en turnos rotativos. Sin embargo, otros estudios con diseños similares no examinaron todos los parámetros de VFC analizados en la presente investigación. En concreto, la investigación de Tejada et al. (2013) encontraron una tendencia en la disminución de los parámetros de VFC (RMSSD, LF, HF y LF/HF) en 18 médicos residentes de un hospital de Ginebra (Suiza) que participaron en turnos de guardia de 24 horas, sugiriendo un balance simpático-vagal hacia un aumento de la actividad simpática después de la guardias de 24 horas compatible con el incremento del estrés, que también se vio reflejado en un aumento significativo del estrés percibido y de los niveles de dopamina y adrenalina, pero no de cortisol. A diferencia de nuestra investigación en la cual 24 horas de privación de sueño provocó en los sujetos del grupo control un aumento de cortisol. Todos estos indicios indican que es necesario extremar la atención a este tipo de situaciones ya que los cambios en la VFC pueden predecir problemas cardiovasculares (Chua et al., 2012).

Otro estudio realizado en un hospital alemán con una muestra de 20 médicos residentes no encontró diferencias significativas después de los turnos de guardia en las pruebas de atención, en las mediciones de VFC y biomarcadores como cortisol, epinefrina y norepinefrina (Harbeck et al., 2015). Tampoco se encontraron alteraciones negativas en otro estudio con 11 jóvenes universitarios sanos tras 24 horas de privación de sueño (Ziemba, Tomczak, Mikulski y Dąbrowski, 2012). En ese estudio, solo se observaron diferencias en la hormona estimulante de la tiroides (TSH), lo que indica igualmente un aumento del estrés (Harbeck et al., 2015). Igualmente otros estudios han demostrado un aumento de los niveles de concentración de las hormonas de estrés en sujetos privados de sueño (Joo, Yoon, Koo, Kim y Hong, 2012).

Sin embargo, en esta misma línea, no todos los estudios muestran un aumento de la actividad simpática observada después de los turnos de guardia del personal sanitario. En concreto, se producen discrepancias según los parámetros evaluados. El estudio de Lin et al. (2012) mostró una reducción del ratio LF/HF que coincide con una menor actividad simpática durante las guardias y un aumento de HF justo al acabar la guardia que marcaría la misma tendencia de dominio vagal dentro del balance del SNA.

5.1.2 Comparaciones entre grupo experimental y grupo control en el ámbito psicológico

Los resultados obtenidos en el ámbito psicológico requieren comentarios en diferentes direcciones: por un lado, los aspectos relacionados con conductas ejecutivas influenciadas por la falta de atención y la respuesta cognitiva y por otro lado las variables relacionadas con la salud mental y el estado de ánimo, como pueden ser la ansiedad, el bienestar, el estrés mental, etc.

No hay duda de que la falta de sueño produce alteraciones y estas alteraciones afectan a las capacidades cognitivas (Albergo, Fernández, Zaifrani, Giunta y Albergo, 2016), como por ejemplo una disminución de la memoria de trabajo (Frenda y Fenn, 2016). Aunque existen estudios que indican que no hay afectación en el rendimiento cognitivo y psicomotor debido a la privación de sueño, hay que tener en cuenta que la disminución de estas capacidades se ve compensada muchas veces por la experiencia del personal analizado ofreciendo unos resultados sesgados (Tomczak, 2015).

El PVT es una herramienta que ha sido muy utilizada para poder reconocer los efectos de la privación, desordenes y restricciones del sueño en los niveles de vigilancia (Chua et al., 2012). Por eso esta herramienta ha sido la utilizada para recopilar los datos recogidos en este estudio, que son los relativos a las variables que miden las funciones ejecutivas, concretamente centradas en la pérdida de

atención y vigilancia. Estos resultados muestran que los participantes analizados en los turnos de guardia tienen decremento significativo en TR, tal como se demostró en otras investigaciones que requieren de tareas de demanda de atención (Gomez et al., 2008). También existió un aumento significativo en errores y en anticipos respecto a los valores pre-test y en comparación con el grupo control. Estos resultados coinciden con los de diferentes estudios, como por ejemplo el de un grupo de mineros (Legault, Clement, Kenny, Hardcastle y Keller, 2017) que participaron en turnos rotativos a los cuales se les administró el PVT y reportaron una disminución del RT debido a la privación de sueño. En el mismo sentido (Jollie, 2016) observó un empeoramiento de la vigilancia debido a un RT más lento en otros tipos de trabajadores de turnos rotativos (Basner, Mollicone y Dinges, 2011). En general, también hay coincidencia con los resultados de otros estudios en el ámbito sanitario que han utilizado pruebas de atención y concentración en personal sanitario con turnos de guardias (Harbeck et al., 2015; Joo et al., 2012; Pérez-Olmos y Ibáñez-Pinilla, 2014; Sanches, Teixeira y dos Santos, 2015), en los que la privación de sueño afectó negativamente a los resultados.

En nuestra investigación se han demostrado resultados similares a los de otros estudios, concretamente el aumento de los lapsos de respuesta (Chua et al., 2012). Aunque hay estudios que no encuentran afectaciones en la velocidad de procesamiento pero si en el número de errores u omisiones (Albergo et al., 2016), donde podemos ver que el RT se incrementó igual que el tiempo de respuesta y los lapsos de respuesta (Legault, Clement, Kenny, Hardcastle y Keller, 2017).

Además de la afectación a nivel de capacidades ejecutivas y de rendimiento cognitivo, los hallazgos de esta investigación evidencian que las guardias intensivas de 24 horas con privación de sueño afectan al estado de ánimo de los profesionales sanitarios, potenciando sentimientos de depresión, ansiedad y especialmente, hostilidad. Estos resultados confirman nuestra hipótesis y son consistentes con los hallazgos de estudios previos que han señalado mayores niveles de ansiedad y estrés percibido en médicos residentes después de los turnos de guardia (Harbeck et al., 2015; Shu-Hua Shen et al., 2016). Un estudio en médicos residentes de primer año (Sudharkodhy, Kutty, Balan, Kolambakkam y Kolambakkam, 2016) con turnos rotatorios detectó que más del 62% de participantes sufrían de ansiedad y estrés y que los valores encontrados en los tests STAI y PSS (Perceived Stress Scale) muestran altas correlaciones con los valores recogidos de VFC. Por otro lado, Shu-hua Shen, Yen, Yang y Lee (2016) Shu-hua Shen, Yen, Yang y Lee (2016) encontraron que el personal sanitario que tenía turno de día mostró un 26,47 % de ansiedad, el de turno de noche un 34,29% y el de turno rotatorio un 49,09%, poniendo de manifiesto que una disrupción de los ciclos de sueño influyen en el estado de ánimo de las personas y en definitiva en su salud.

Nuestros resultados apuntan a que además de los niveles de ansiedad y estrés, las guardias de 24 horas con privación de sueño afectarían asimismo a otras variables emocionales, empeorando el estado de ánimo y generando sentimientos de hostilidad, al menos de manera transitoria. Además del impacto que esto podría tener en la salud mental y calidad de vida de los médicos residentes, es importante considerar que las variables psicológicas se asociaron en el post-test con un menor

rendimiento cognitivo. En concreto, menores niveles de alegría y mayores niveles de ansiedad se asociaron con un menor TR, y mayores niveles de hostilidad con más errores y lapsos.

5.1.3 Comparaciones entre grupo experimental y grupo control en el ámbito físico y motriz

Se ha podido demostrar un empeoramiento en los resultados de las variables motrices y físicas concretamente en el equilibrio después de los turnos de guardia. Este empeoramiento posiblemente es debido a la fatiga de la musculatura implicada en el control postural (Ledin et al., 2004) y tiene como resultado un aumento de los resultados de los balanceos anteroposteriores, balanceos laterales y el aumento a más del doble del área de equilibrio referente al área de equilibrio pre-test, tal como indican investigaciones anteriores en las cuales se demostró que la privación de sueño provoca un aumento de la amplitud del movimiento (Aguar y Barela, 2015). El uso de este tipo de medidas para analizar los parámetros de la coordinación motriz ha demostrado ser de gran utilidad. Nuestros resultados coinciden con otras investigaciones que demuestran que la privación de sueño se debe considerar como un factor importante para la pérdida de equilibrio y las caídas y otros posibles riesgos laborales (Hayden, 2017; Patel et al., 2008), debido a que la privación del sueño tiene un efecto negativo en la capacidad del control postural (Bougard, Lepelley y Davenne, 2011; Martin et al., 2018). También existen otros estudios que

apoyan nuestros resultados, indicando un mayor balanceo anteroposterior, un mayor balanceo lateral (Patel et al., 2008). A pesar de todas las evidencias, mostradas por las anteriores referencias, que demuestran la afectación del equilibrio debido a la falta de sueño, un estudio de Tomczak (2015) con pilotos militares no encontró diferencias en equilibrio después de una privación de sueño de 36 h, pero el mismo autor lo justifica a partir de la experiencia de dichos sujetos en llevar a cabo acciones bajo mucha presión y condiciones muy adversas.

La utilización del equilibrio como indicador de deterioro físico-motriz puede ser útil y viable en un futuro para poder analizar la fatiga en sujetos, que en el caso de la investigación se ha vinculado claramente con un deterioro en el rendimiento, que podría ser transmisible o extrapolable a cualquier tipo de trabajo fuera del ámbito sanitario (Ma et al., 2009; Narciso et al., 2016). La comparación de grupos de estudio demuestra que es un aspecto que se puede tener en cuenta como prueba de análisis para hacer posible una cuantificación de la fatiga del profesional durante la guardia o su jornada laboral.

También esta investigación ha concluido que la fatiga debido a la guardia se ha vinculado con un empeoramiento de la fuerza máxima isométrica de mano, tal y como se concluyó en otras investigaciones (Pedão, Aguiar, Cunha y Freitas, 2015). Otros estudios con pilotos militares (Tomczak, 2015) mostró que existe una peor fuerza máxima isométrica de mano después de una privación de sueño de 36 h. Con este vínculo se puede deducir que hay una peor manipulación y rendimiento de las condiciones físicas tanto en el equilibrio como en la fuerza, que puede tener una

relación con un aumento de riesgo y aumento de número de accidentes laborales durante la guardia laboral en el personal sanitario con fatiga tras la privación de sueño.

5.2 Relación entre las variables

La literatura previa muestra muchos menos estudios que calculan la asociación entre las variables estudiadas a partir de correlaciones que los que realizan comparaciones usando la estadística inferencial. Los datos existentes de experimentos de laboratorio con adultos, sugieren la existencia de una asociación débil entre las variables endocrinas vía activación del Eje hipotalámico-hipofisario-adrenal (HHA) y la respuesta del SNA respecto a la magnitud de los cambios en respuesta a factores estresantes (Burleson et al., 2003). Nuestro estudio, que se desarrolla en un contexto ecológicamente válido, en el cual los mismos participantes están expuestos a situaciones cotidianas estresantes muy elevadas, puede producir una asociación mayor entre la respuesta del HPA (hipotálamo pituitaria adrenal) axis y el SNA (Looser et al., 2010). De hecho, los resultados de estos mismos autores en una investigación con 301 enfermeras en guardias nocturnas coincidieron con los resultados de nuestro estudio, en el que observó una correlación alta entre cortisol salivar y VFC. Otros estudios también examinaron las correlaciones entre diferentes variables durante la privación de sueño mostrando resultados mixtos. Por ejemplo, Song et al. (2015) encontraron una correlación

moderada entre el nivel de cortisol y componentes de la salud mental como la manía en militares. En cambio, Guo et al. (2017) no encontraron ningún tipo de correlación entre biomarcadores relacionados con el *Hypothalamic-pituitary-thyroid* (HPT) axis y el *burnout* en enfermeras. El *burnout* también se ha asociado con problemas mentales (Pereira-Lima y Loureiro, 2015). Los resultados anteriores sugieren que la consistencia entre el sistema hormonal y el SNA en respuesta a los factores estresantes cotidianos está muy vinculada a las respuestas individuales y solamente se produce cierta sincronía ante situaciones altamente estresantes en las que se produce un incremento significativo del cortisol por encima del valor circadiano normal.

Un objetivo secundario de este estudio consistió en examinar la relación entre las diversas dimensiones de la respuesta de estrés. Los resultados muestran correlaciones entre moderadas y altas entre un gran número de variables pertenecientes a diferentes ámbitos. Además, el patrón de correlaciones obtenidas en el pre-test fue muy similar al obtenido en el post-test con alguna salvedad. En concreto, el grado de asociación de SS con S/PS y hostilidad aumentó. Además, los parámetros de VFC y cortisol mostraron correlaciones más altas y significativas con los tres indicadores de rendimiento cognitivo. Estos resultados están en línea con el modelo de Thayer y Lane (2000) sobre los sistemas dinámicos de comportamiento. De acuerdo con esta perspectiva, el sistema endocrino y el SNA se sincronizan sobretodo en respuesta a factores estresantes elevados o amenazas substanciales.

Otros estudios que han investigado sobre la relación entre las variables del ámbito cognitivo y el ámbito motriz han demostrado que el aumento de la fatiga mental está vinculada con una peor habilidad postural (Ma et al., 2009). Por ejemplo el estudio de Hayden (2017), ha demostrado un peor control postural en relación con una disminución del rendimiento cognitivo, estado de alerta, vigilancia, atención, emoción, memoria a largo plazo y percepción sensorial. Y aunque existen estudios que vinculan un peor rendimiento cognitivo con un peor rendimiento laboral, existen estudios que no encuentran repercusión entre haber dormido menos de 4 horas y peores resultados quirúrgicos (Albergo et al., 2016). En estos estudios que no encuentran diferencias significativas, se ha de tener en cuenta que la experiencia de los propios sujetos, que podría tener un papel importante para que no se encuentren suficientes diferencias (Tomczak, 2015). Algunas investigaciones demuestran una clara relación entre un peor control postural y el PVT después de una privación de sueño de 12 horas en turnos de guardia (Narciso et al., 2016). Otras investigaciones han demostrado resultados similares a los de nuestra investigación, encontrando un vínculo entre la VFC y el estado de alerta medido a través del PVT ($r = 0.68 \pm 0.03$, $P < 0.001$) (Chua et al., 2012). Este estudio muestra una relación clara con una muy fuerte correlación entre el RT del PVT con LF/HF de la VFC de la misma forma que sucede con los resultados de nuestro estudio. Otro punto que cabe destacar es la correlación que existe entre el estado de ánimo y la VFC en sujetos privados de sueño, más concretamente entre el aumento del estado de niveles de ansiedad y una disminución del RMSSD, HF y un aumento del ratio LF/HF, RR, FC, tal como

ocurre en el estudio de Sudharkodhy et al. (2016). También se ha encontrado relación entre las hormonas de estrés y una interferencia en las funciones cognitivas como la memoria (Joo et al., 2012).

5.3 Comparaciones entre grupos

No está clara la influencia del cronotipo en los efectos de la privación del sueño. Los estudios consultados no muestran una consistencia respecto a los efectos producidos según la preferencia circadiana de los sujetos analizados. El perfil matutino o vespertino muestra diferentes afectaciones según los estudios consultados, seguramente debido al sesgo producido por la diferente naturaleza de las pruebas administradas.

Nuestro estudio no muestra diferencias significativas en las variables del estado de ánimo, ni si quiera se aprecia un predominio hacia un lado u otro, al contrario que el estudio de Selvi, Gulec, Agargun y Besiroglu (2007) que distingue las personas con cronotipo matutino tienen mayor riesgo de depresión y peor estado de ánimo a diferencia de las personas con cronotipo vespertino según datos recogidos a partir del POMS. Según Selvi et al. (2007) los sujetos de cronotipo vespertino se adaptan mejor a los efectos de la privación de sueño, aspecto que coincide con los resultados obtenidos en nuestro estudio en la administración del

PVT, obteniéndose un número de lapsos significativamente menor por parte de los sujetos vespertinos respecto de los matutinos.

Por otro lado, en un estudio reciente (Song et al., 2019) se demostró peores resultados en el PVT por parte de los sujetos con perfil vespertino, contrariamente a nuestros resultados, al mismo tiempo que exhibieron un menor estado de cansancio y mayor destreza en tareas difíciles. Según estos autores, los sujetos de perfil vespertino tenían una mayor actividad cerebral como respuesta compensatoria a los efectos adversos de la privación del sueño.

Respecto al número de pasos realizados durante las guardias de 24 h, no se ha encontrado ningún estudio que compare los efectos de la privación de sueño a partir de la cuantificación del volumen de actividad física desarrollada durante ese periodo. Nuestro estudio distinguió entre los sujetos que realizaron más o menos pasos, estableciendo tres grupos, y en este caso los sujetos que realizaron menor número de pasos mostraron un mayor estrés fisiológico a partir de los indicadores de la VFC que indicaron un mayor predominio de la actividad simpática acompañado de unos mayores niveles de cortisol que se interpreta como una mayor fatiga debido a una mayor carga física. En la misma línea se muestra el comportamiento de las variables del ámbito psicológico, ya que hemos detectado diferencias significativas ansiedad y depresión, así como en RT, errores y lapsos, con peores resultados en el grupo que desarrolló menos actividad física durante la guardia. Estos resultados podrían sugerir que una conducta activa-moderada podría

compensar de alguna manera los efectos desfavorables de la falta de sueño causada por los turnos de guardia.

La posibilidad de descansar, o incluso dormir, pequeños periodos de tiempo durante el desarrollo de una guardia de 24h puede influir de alguna manera en los efectos producidos en los ámbitos estudiados. Según un estudio de meta análisis sobre el tema (Cappuccio, Cooper, Delia, Strazzullo y Miller, 2011) se establece un límite de 5h de sueño para evitar efectos negativos de la privación de sueño. En nuestro caso, se observan diferencias significativas en lnRMSSD, mostrando un mayor estrés fisiológico y peores resultados en las variables de RT, errores y lapsos en el grupo que pudo descansar menos tiempo, poniendo de manifiesto que el tiempo de descanso intra-guardia puede ser un elemento esencial para evitar el decremento del rendimiento de los sujetos que participan en ellas.

Por el contrario, las variables del ámbito físico y motriz no muestran ningún cambio significativo si tenemos en cuenta el volumen de descanso desarrollado durante la guardia igualmente que algunos estudios (Reilly y Hales, 1988; Souissi et al., 2003) en que una privación de sueño por debajo de las 24 h no afecta el rendimiento en tareas que requieren de funciones motores gruesas como la fuerza muscular y la potencia muscular.

Los estudios que hasta el momento han relacionado aspectos de la privación del sueño con el IMC de las personas se han centrado en establecer que la falta de sueño provoca un aumento del apetito y por ello se ingieren más calorías (Greer,

Goldstein y Walker, 2013), esta situación puede acarrear una tendencia a la obesidad y a partir de aquí lo relacionan con el peligro de participantes en las guardias de 24 horas y su posible tendencia hacia la obesidad. Por otro lado, también se establecen vínculos entre un IMC elevado y una peores condiciones de sueño (Legault et al., 2017), esta circunstancia unida a la participación en turnos de guardia puede comportar mayores problemas de trastornos del sueño.

En nuestro estudio los valores de IMC de los participantes están dentro de la normalidad de la población y no muestran muchas diferencias con otros estudios de personal sanitario. Cuando realizamos la distinción en tres grupos de menor a mayor IMC encontramos que existían diferencias significativas en LnRMSSD, mostrando una mayor actividad del sistema nervioso simpático en el grupo con menor IMC, así como resultados significativamente mejores en las variables de RT, errores y lapsos.

De todas maneras, los resultados de este apartado de comparaciones a partir de las variables de agrupaciones hay que interpretarlos con cautela, ya que simplemente muestran la observación entre los grupos sin tener un control sobre las condiciones de la medición. Por lo tanto, los resultados son meramente informativos sobre la situación y en ningún momento podemos imputar cualquier tipo de causalidad al hecho de la privación de sueño en las diferencias encontradas, ya que estas diferencias también se podrían encontrar en otras circunstancias que no fuera la privación de sueño.

5.4 Limitaciones

Tal como se ha reconocido en el apartado anterior, esta tesis presenta algunas limitaciones que procedemos a presentar:

En primer lugar, la principal limitación fue no prever la monitorización del volumen de actividad en el grupo control. Inicialmente pensamos que era interesante cuantificar el volumen de actividad física usando podómetros durante las guardias de 24 h y por lo tanto aplicarla solamente al grupo experimental, pensando que el grupo control tenía la posibilidad de dormir y por lo tanto siempre sería significativamente menor. Finalmente, en el momento de analizar los datos, nos dimos cuenta que igualmente podríamos haber monitorizado la actividad del grupo control y por lo tanto hubiésemos dispuesto de información de ambos grupos que hubiese permitido disponer de datos mucho más exhaustivos. Ya que, aunque las instrucciones del grupo control eran que hiciesen la rutina de un día normal y que intentasen dormir tal como lo hacían normalmente, el hecho de tener información cuantificable en este sentido, quizás hubiese acercado los resultados entre los sujetos del grupo control que hubiesen dormido poco y los del grupo experimental que hubiesen tenido la oportunidad de descansar un tiempo considerable.

En segundo lugar, el hecho de cuantificar el volumen de actividad a partir de podómetros nos limitó el acceso a la información que ofrecen otro tipo de dispositivos científicos que monitorizan la actividad y que se basan en la

acelerometría. Su uso nos hubiese permitido disponer de una información más precisa de los espacios de tiempo dedicados al descanso, ya que de esta manera podríamos haber distinguido entre periodos de sueño y periodos de descanso, y no depender de la información facilitada por los participantes que siempre puede ser sesgada o incorporar imprecisiones.

Por último, las limitaciones que exponemos son las correspondientes al uso de datos a partir de las respuestas de los participantes. Sobre todo sobre el cumplimiento de las instrucciones, ya que muchas veces se encontraban dudas e imprecisiones que hicieron descartar algunos participantes o algunas mediciones. Por ejemplo, ante la pregunta si habían tomado café u otro estimulante, muchas veces teníamos la sensación de que la respuesta no se ajustaba a la realidad o habían olvidado datos. Esta situación nos proporcionaba cierto grado de inseguridad, pero finalmente confiábamos en las respuestas de los participantes.

6 Conclusión

A continuación, se exponen las conclusiones redactadas a partir de los resultados obtenidos y que hacen referencia a los objetivos formulados al inicio de esta tesis:

1. Los efectos de una guardia nocturna de 24 h de médicos residentes no presenta ninguna diferencia en función del sexo de los participantes.
2. Las guardias de 24 h de médicos residentes provocan una alteración en la VFC que muestra un predominio del sistema nervioso simpático y un decremento del sistema nervioso parasimpático que se traduce en un mayor estado de estrés.
3. Los participantes en una guardia nocturna de 24 h de médicos residentes muestran niveles de cortisol salivar superiores que el de los sujetos que desarrollan una jornada normal.
4. Los participantes en una guardia nocturna de 24 h de médicos residentes muestran niveles de hostilidad, ansiedad y depresión superiores que el de los sujetos que desarrollan una jornada normal.

5. Las guardias de 24 h de médicos residentes provocan una alteración en las tareas que requieren atención mostrando un mayor tiempo de reacción y más inexactitud en el tipo de respuesta.
6. Los participantes en una guardia nocturna de 24 h de médicos residentes muestran un decremento en el control postural respecto a los sujetos que desarrollan una jornada normal.
7. Los participantes en una guardia nocturna de 24 h de médicos residentes muestran un decremento en la fuerza de prensión de manos respecto a los sujetos que desarrollan una jornada normal.
8. Las guardias de 24 h de médicos residentes muestran efectos diferentes según el cronotipo, el volumen de actividad desarrollado, el tiempo de descanso y el IMC de los participantes, pero estas diferencias no pueden asegurarse que sean causa de la participación en las guardias.

7 Referencias

- Adan, A., & Florensa, A. (2016). Horne and Ostberg Morningness – Eveningness Questionnaire : a reduced scale 8d Ostberg morningness - eveningness questionnaire: a reduced scale, 8869 (May).
- Adán, J. C. M., Jiménez, B. M., & Herrer, M. G. (2004). Desgaste profesional y salud de los profesionales médicos: revisión y propuestas de prevención. *Med Clin (Barc)*, 123(7), 265–270.
- Aguiar, S. A., & Barela, J. A. (2015). Adaptation of sensorimotor coupling in postural control is impaired by sleep deprivation. *PLoS ONE*, 10(3), 1–14.
- Ahmed, N., Devitt, K. S., Keshet, I., Spicer, J., Imrie, K., Feldman, L., ... Elmi, M. (2014). A systematic review of the effects of resident duty hour restrictions in surgery: impact on resident wellness, training, and patient outcomes. *Annals of Surgery*, 259(6), 1041.
- Åkerstedt, T., & Nilsson, P. M. (2003). Sleep as restitution: an introduction. *Journal of Internal Medicine*, 254(1), 6–12.

-
- Albergo, J. I., Fernández, M. C., Zaifrani, L., Giunta, D. H., & Albergo, L. (2016). Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología ¿ Cómo afecta la privación de sueño durante una guardia de 24 horas las funciones cognitivas de los residentes de ortopedia y traumatología ? *Revista Española de Cirugía Ortopédica Y Traumatología*, 60(2), 113–118.
- Antiel, R. M., Reed, D. A., Van Arendonk, K. J., Wightman, S. C., Hall, D. E., Porterfield, J. R., ... Farley, D. R. (2013). Effects of duty hour restrictions on core competencies, education, quality of life, and burnout among general surgery interns. *JAMA Surgery*, 148(5), 448–455.
- Ao, Y. Y., Ang, T. W., An, W. H., Hang, Z. Z., Ma, J., Yao, Y., & Ma, R. (2009). Effects of Sleep Deprivation on Human Postural Control , Subjective Fatigue Assessment and Psychomotor Performance, 1311–1320.
- Archer, S. N., Schmidt, C., Vandewalle, G., & Dijk, D.-J. (2017). Extensive phenotyping of the effects of PER3 variants reveals widespread effects on circadian preference, sleep regulation, and health. *Sleep Medicine Reviews*.
- Arnal PJ, Sauvet F, Leger D, van Beers P, Bayon V, Bougard C, Rabat A, Millet GY, C. M. (2015). Benefits of Sleep Extension on Sustained Attention and Sleep Pressure Before and During Total Sleep Deprivation and Recovery. *Sleep*.
- Avni, N., Avni, I., Barenboim, E., Azaria, B., Zadok, D., KOHEN-RAZ, R., &

- Morad, Y. (2006). Brief posturographic test as an indicator of fatigue. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, *60*(3), 340–346.
- Banks, S., & Dinges, D. F. (2007). Behavioral and physiological consequences of sleep restriction. *Journal of Clinical Sleep Medicine: JCSM: Official Publication of the American Academy of Sleep Medicine*, *3*(5), 519.
- Banks, S., Van Dongen, H. P. A., Maislin, G., & Dinges, D. F. (2010). Neurobehavioral dynamics following chronic sleep restriction: dose-response effects of one night for recovery. *Sleep*, *33*(8), 1013–1026.
- Baron, K. G., Reid, K. J., Kim, T., Van Horn, L., Attarian, H., Wolfe, L., ... Zee, P. C. (2017). Circadian timing and alignment in healthy adults: associations with BMI, body fat, caloric intake and physical activity. *International Journal of Obesity*, *41*(2), 203.
- Basner, M., Dinges, D. F., Shea, J. A., Small, D. S., Zhu, J., Norton, L., ... Volpp, K. G. (2017). Sleep and alertness in medical interns and residents: an observational study on the role of extended shifts. *Sleep*, *40*(4).
- Basner, M., Mollicone, D., & Dinges, D. F. (2011). Validity and sensitivity of a brief psychomotor vigilance test (PVT-B) to total and partial sleep deprivation. *Acta Astronautica*, *69*(215), 949–959.
- Bates, M. E., & Lemay, E. P. (2004). The d2 Test of attention: construct validity

- and extensions in scoring techniques. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10(3), 392–400.
- Benarroch, E. E. (2008). The arterial baroreflex: functional organization and involvement in neurologic disease. *Neurology*, 71(21), 1733–1738.
- Blumert, P. A., Crum, A. J., Ernsting, M., Volek, J. S., Hollander, D. B., Haff, E. E., & Haff, G. G. (2007). The acute effects of twenty-four hours of sleep loss on the performance of national-caliber male collegiate weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1146.
- Boardman, J. M., Bei, B., Mellor, A., Anderson, C., Sletten, T. L., & Drummond, S. (2017). The ability to self-monitor cognitive performance during 60 h total sleep deprivation and following 2 nights recovery sleep. *Journal of Sleep Research*.
- Bosquet, L., Merkari, S., Arvisais, D., & Aubert, A. E. (2008). Is heart rate a convenient tool to monitor over-reaching? A systematic review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, 42(9), 709–714.
- Bougard, C., Lepelley, M. C., & Davenne, D. (2011). The influences of time-of-day and sleep deprivation on postural control. *Experimental Brain Research*, 209(1), 109–115.
- Brandenberger, J., Kahol, K., Feinstein, A. J., Ashby, A., Smith, M., & Ferrara, J.

- J. (2010). Effects of duty hours and time of day on surgery resident proficiency. *The American Journal of Surgery*, 200(6), 814–819.
- Briançon-Marjollet, A., Weiszenstein, M., Henri, M., Thomas, A., Godin-Ribuot, D., & Polak, J. (2015). The impact of sleep disorders on glucose metabolism: endocrine and molecular mechanisms. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 7(1), 25.
- Burleson, M. H., Poehlmann, K. M., Hawkley, L. C., Ernst, J. M., Berntson, G. G., Malarkey, W. B., ... Cacioppo, J. T. (2003). Neuroendocrine and cardiovascular reactivity to stress in mid-aged and older women: long-term temporal consistency of individual differences. *Psychophysiology*, 40(3), 358–369.
- Cappuccio, F. P., Cooper, D., Delia, L., Strazzullo, P., & Miller, M. A. (2011). Sleep duration predicts cardiovascular outcomes: A systematic review and meta-analysis of prospective studies. *European Heart Journal*, 32(12), 1484–1492.
- Carev, M., Karanović, N., Bagatin, J., Matulić, N. B., Pecotić, R., Valić, M., ... Dogas, Z. (2011). Blood pressure dipping and salivary cortisol as markers of fatigue and sleep deprivation in staff anesthesiologists. *Collegium Antropologicum*, 35 Suppl 1, 133–138.
- Carrillo, P., Ramírez, J., & Magaña, K. (2012). Neurobiología del sueño y su

- importancia: antología para el estudiante universitario. *Revista de La Facultad de Medicina de La UNAM*, 56(4), 5–14. Accedido en www.scielo.org.mx
- Carskadon, M. A., & Dement, W. C. (2005). Normal human sleep: an overview. *Principles and Practice of Sleep Medicine*, 4, 13–23.
- Chalmers, J. A., Quintana, D. S., Maree, J., Abbott, A., & Kemp, A. H. (2014). Anxiety disorders are associated with reduced heart rate variability: a meta-analysis. *Frontiers in Psychiatry*, 5.
- Chase, J. D., Roberson, P. A., Saunders, M. J., Hargens, T. A., Womack, C. J., & Luden, N. D. (2017). One Night of Sleep Restriction Following Heavy Exercise Impairs 3-km Cycling Time Trial Performance in the Morning. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, (ja).
- Chua, E. C.-P., Tan, W.-Q., Yeo, S.-C., Lau, P., Lee, I., Mien, I. H., ... Gooley, J. J. (2012). Heart Rate Variability Can Be Used to Estimate Sleepiness-related Decrements in Psychomotor Vigilance during Total Sleep Deprivation. *Sleep*.
- Chung, M.-H., & Yang, C. C. H. (2011). Heart rate variability across the menstrual cycle in shift work nurses. *Journal of Experimental & Clinical Medicine*, 3(3), 121–125.

- Conners, C. K., Staff, M. H. S., Connelly, V., Campbell, S., MacLean, M., & Barnes, J. (2000). Conners' continuous performance Test II (CPT II v. 5). *Multi-Health Syst Inc*, 29, 175–196.
- Cosgrave, J., Wulff, K., & Gehrman, P. (2018). Sleep, circadian rhythms, and schizophrenia: where we are and where we need to go. *Current Opinion in Psychiatry*.
- Cuesta, M., Boudreau, P., & Boivin, D. B. (2017). Basic Circadian Timing and Sleep-Wake Regulation. In *Sleep Disorders Medicine* (pp. 79–102). Springer.
- Cuesta, M., Boudreau, P., Cermakian, N., & Boivin, D. B. (2017). Rapid resetting of human peripheral clocks by phototherapy during simulated night shift work. *Scientific Reports*, 7(1), 16310.
- Curlin, F. A. (2017). Religion and spirituality in medical ethics. *Spirituality and Religion Within the Culture of Medicine: From Evidence to Practice*, 179.
- D'ascenzi, F., Alvino, F., Natali, B. M., Cameli, M., Palmitesta, P., Boschetti, G., ... Mondillo, S. (2014). Precompetitive assessment of heart rate variability in elite female athletes during play offs. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 34(3), 230–236.
- Daviaux, Y., Mignardot, J.-B., Cornu, C., & Deschamps, T. (2014). Effects of

- total sleep deprivation on the perception of action capabilities. *Experimental Brain Research*.
- De Bacquer, D., Van Risseghem, M., Clays, E., Kittel, F., De Backer, G., & Braeckman, L. (2009). Int J Epidemiol: rotating shift work and the metabolic syndrome: a prospective study. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, 7(2), 161–162.
- de Tejada, B. M., Jastrow, N., Poncet, A., Le Scouezec, I., Irion, O., & Kayser, B. (2013). Perceived and measured physical activity and mental stress levels in obstetricians. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 171(1), 44–48.
- Deibel, S. H., & McDonald, R. J. (2017). The Possible Role of Epigenetics in the Memory Impairment Elicited by Circadian Rhythm Disruption. In *Circadian Rhythms and Their Impact on Aging* (pp. 269–304). Springer.
- Deschamps Perdomo, A., Olivares Román, S. B., Zabala, R., & Asunsolo del Barco, Á. (2011). Influencia de los turnos de trabajo y las guardias nocturnas en la aparición del Síndrome de Burnout en médicos y enfermeras. *Medicina Y Seguridad Del Trabajo*, 57(224), 224–241.
- Dinges, D. F., & Powell, J. W. (1985). Microcomputer analyses of performance on a portable, simple visual RT task during sustained operations. *Behavior Research Methods*, 17(6), 652–655.

- Dochi, M., Suwazono, Y., Sakata, K., Okubo, Y., Oishi, M., Tanaka, K., ...
Nogawa, K. (2009). Shift work is a risk factor for increased total cholesterol level: a 14-year prospective cohort study in 6886 male workers. *Occupational and Environmental Medicine*, 66(9), 592–597.
- Drolet, B. C., Anandarajah, G., & Fischer, S. A. (2014). The impact of 2011 duty hours requirements on family medicine residents. *Family Medicine*, 46(3), 215–218.
- During, E. H., & Kawai, M. (2017). The Functions of Sleep and the Effects of Sleep Deprivation. In *Sleep and Neurologic Disease* (pp. 55–72). Elsevier.
- Electrophysiology, T. F. of the E. S. of C. the N. A. S. of P. (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*, 93(5), 1043–1065.
- Elliott, A. S., Huber, J. D., O’Callaghan, J. P., Rosen, C. L., & Miller, D. B. (2014). A review of sleep deprivation studies evaluating the brain transcriptome. *SpringerPlus*, 3, 728.
- Elliott, A. S., Huber, J. D., O’Callaghan, J. P., Rosen, C. L., & Miller, D. B. (2014). A review of sleep deprivation studies evaluating the brain transcriptome. *SpringerPlus*, 3(1), 728.
- Farag, A., Blegen, M., Gedney-Lose, A., Lose, D., & Perkhounkova, Y. (2017).

- Voluntary Medication Error Reporting by ED Nurses: Examining the Association With Work Environment and Social Capital. *Journal of Emergency Nursing*, 43(3), 246–254.
- Flinn, F., & Armstrong, C. (2011). Junior doctors' extended work hours and the effects on their performance: the Irish case. *International Journal for Quality in Health Care*, 23(2), 210–217.
- Fogt, D. L., Cooke, W. H., Kalns, J. E., & Michael, D. J. (2011). Linear mixed-effects modeling of the relationship between heart rate variability and fatigue arising from sleep deprivation. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 82(12), 1104–1109.
- Franzen, P. L., & Buysse, D. J. (2017). Sleep in psychiatric disorders. In *Sleep disorders medicine* (pp. 977–996). Springer.
- Frenda, S. J., & Fenn, K. M. (2016). Sleep Less, Think Worse: The Effect of Sleep Deprivation on Working Memory. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 1–7.
- Fusz, K. S. (2017). Shift work schedule types of nurses in hungary and their effectos on health status. University of Pécs.
- Gander, P., Millar, M., Webster, C., & Merry, A. (2008). Sleep loss and performance of anaesthesia trainees and specialists. *Chronobiology*

-
- International*, 25(6), 1077–1091.
- García, M. M., Cortés, C. C., Sanz-Rubiales, A., & Del Valle, M. L. (2017). Estudio sobre el síndrome de Burnout en profesionales de enfermería de cuidados paliativos del País Vasco. *Revista de Medicina de La Universidad de Navarra*, 3.
- Gil-Monte, P. R., & Peiró, J. M. (2000). Un estudio comparativo sobre criterios normativos y diferenciales para el diagnóstico del síndrome de quemarse por el trabajo (burnout) según el MBI-HSS en España. *Revista de Psicología Del Trabajo Y de Las Organizaciones*, 16(2), 135–149.
- Glos, M., Fietze, I., Blau, A., Baumann, G., & Penzel, T. (2014). Cardiac autonomic modulation and sleepiness: physiological consequences of sleep deprivation due to 40 h of prolonged wakefulness. *Physiology & Behavior*.
- Goel, N., Banks, S., Mignot, E., & Dinges, D. F. (2009). PER3 polymorphism predicts cumulative sleep homeostatic but not neurobehavioral changes to chronic partial sleep deprivation. *PloS One*, 4(6), e5874.
- Gohar, A., Adams, A., Gertner, E., Sackett-Lundeen, L., Heitz, R., Engle, R., ... Bijwadia, J. (2009). Working memory capacity is decreased in sleep-deprived internal medicine residents. *Journal of Clinical Sleep Medicine: JCSM: Official Publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 5(3), 191.

- Gomes, A. R., & Teixeira, P. M. (2016). Stress, cognitive appraisal and psychological health: testing instruments for health professionals. *Stress and Health, 32*(2), 167–172.
- Gomez, S., Patel, M., Berg, S., Magnusson, M., Johansson, R., & Fransson, P. A. (2008a). Effects of proprioceptive vibratory stimulation on body movement at 24 and 36 h of sleep deprivation. *Clinical Neurophysiology*.
- Gomez, S., Patel, M., Berg, S., Magnusson, M., Johansson, R., & Fransson, P. A. (2008b). Effects of proprioceptive vibratory stimulation on body movement at 24 and 36 h of sleep deprivation. *q, 119*, 617–625.
- Graw, P., Kräuchi, K., Knoblauch, V., Wirz-Justice, A., & Cajochen, C. (2004). Circadian and wake-dependent modulation of fastest and slowest reaction times during the psychomotor vigilance task. *Physiology & Behavior, 80*(5), 695–701.
- Greer, S. M., Goldstein, A. N., & Walker, M. P. (2013). The impact of sleep deprivation on food desire in the human brain. *Nature Communications*.
- Guo, Y., Lam, L., Luo, Y., Plummer, V., Cross, W., Li, H., ... Zhang, J. (2017). Female nurses' burnout symptoms: No association with the Hypothalamic-pituitary-thyroid (HPT) axis. *Psychoneuroendocrinology, 77*, 47–50.
- Hamilton, M. (1969). Diagnosis and rating of anxiety. *Br J Psychiatry, 3*(special

issue), 76–79.

- Harbeck, B., Suefke, S., Haas, C. S., Lehnert, H., Kropp, P., & Moenig, H. (2015). No stress after 24-hour on-call shifts? *Journal of Occupational Health, 57*(5), 438–447.
- Hayden, W. L. (2017). BearWorks Effects Of Sleep Deprivation With 110-Minute Rest Period On Postural Control In Young Adults. *MSJ Graduate Theses, 3200*.
- Henslee, E. A., Crosby, P., Kitcatt, S. J., Parry, J. S. W., Bernardini, A., Abdallat, R. G., ... Edgar, R. S. (2017). Rhythmic potassium transport regulates the circadian clock in human red blood cells. *Nature Communications, 8*(1), 1978.
- Hernando, D., Garatachea, N., Almeida, R., Casajús, J. A., & Bailón, R. (2016). Validation of heart rate monitor Polar RS800 for heart rate variability analysis during exercise. *J. Strength Cond. Res.[Epub ahead of Print], 10*.
- Hobbs, B. B., & Wightman, L. (2018). Fatigue and critical care nurses: Considerations for safety, health, and practice. *Nursing2018 Critical Care, 13*(1), 6–13.
- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine+*

Science in Sports+ Exercise, 41(1), 3.

Horne, J. a, Anderson, N. R., & Wilkinson, R. T. (1983). Effects of sleep deprivation on signal detection measures of vigilance: implications for sleep function. *Sleep*.

Hutchinson, P. J., O'Connell, M. T., Rothwell, N. J., Hopkins, S. J., Nortje, J., Carpenter, K. L. H., ... Pickard, J. D. (2007). Inflammation in human brain injury: Intracerebral concentrations of IL-1 α , IL-1 β , and their endogenous inhibitor IL-1ra. *Journal of Neurotrauma*, 24(10), 1545–1557.

Huurnink, A., Fransz, D. P., Kingma, I., & van Dieën, J. H. (2013a). Comparison of a laboratory grade force platform with a Nintendo Wii Balance Board on measurement of postural control in single-leg stance balance tasks. *Journal of Biomechanics*, 46(7), 1392–1395.

Huurnink, A., Fransz, D. P., Kingma, I., & van Dieën, J. H. (2013b). Comparison of a laboratory grade force platform with a Nintendo Wii Balance Board on measurement of postural control in single-leg stance balance tasks. *Journal of Biomechanics*.

Hynynen, E., Konttinen, N., Kinnunen, U., Kyröläinen, H., & Rusko, H. (2011). The incidence of stress symptoms and heart rate variability during sleep and orthostatic test. *European Journal of Applied Physiology*, 111(5), 733–741.

- James, S. M., Honn, K. A., Gaddameedhi, S., & Van Dongen, H. P. A. (2017). Shift Work: Disrupted Circadian Rhythms and Sleep—Implications for Health and Well-being. *Current Sleep Medicine Reports*, 3(2), 104–112.
- Jollie, A. (2016). *The Effects of Sleep Deprivation on Attentional Vigilance and Resting-state Electroencephalography*.
- Joo, E. Y., Yoon, C. W., Koo, D. L., Kim, D., & Hong, S. B. (2012). Adverse effects of 24 hours of sleep deprivation on cognition and stress hormones. *Journal of Clinical Neurology (Korea)*, 8, 146–150.
- Kawabe, Y., Nakamura, Y., Kikuchi, S., Murakami, Y., Tanaka, T., Takebayashi, T., ... Ueshima, H. (2014). Relationship between shift work and clustering of the metabolic syndrome diagnostic components. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, 21(7), 703–711.
- Kawada, T., & Otsuka, T. (2014). Effect of shift work on the development of metabolic syndrome after 3 years in Japanese male workers. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 69(1), 55–61.
- Kennedy, J. M. (2016). *Effects of sleep deprivation on immune function via cortisol and catecholamines*. B.S., Providence College, 2014.
- Kenneth P. Wright Jr.a, b, c, , Amanda L. Drakea, Danielle J. Freya, c, Monika Fleshnerc, d, Christopher A. Desouzae, Claude Gronfierb, f, g, C. A. C.

- (2015). Influence of sleep deprivation and circadian misalignment on cortisol, inflammatory markers, and cytokine balance. *Brain, Behavior, and Immunity*.
- Kiehn, J., Tsang, A. H., Heyde, I., Leinweber, B., Kolbe, I., Leliavski, A., & Oster, H. (2017). Circadian rhythms in adipose tissue physiology. *Comprehensive Physiology*.
- Killgore, W. D. S., Grugle, N. L., Reichardt, R. M., Killgore, D. B., & Balkin, T. J. (2009). Executive functions and the ability to sustain vigilance during sleep loss. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 80(2), 81–87.
- Kotov, A. V., & Revina, N. E. (2012). Heart Rate Variability During “Alarm Stage” of Burnout Syndrome in Emergency Doctors. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 1–3.
- Krause, A. J., Simon, E. Ben, Mander, B. A., Greer, S. M., Saletin, J. M., Goldstein-Piekarski, A. N., & Walker, M. P. (2017). The sleep-deprived human brain. *Nature Reviews Neuroscience*.
- Ku, P. X., Abu Osman, N. A., & Wan Abas, W. A. B. (2014). Balance control in lower extremity amputees during quiet standing: A systematic review. *Gait and Posture*, 39(2), 672–682.
- Lac, G., & Chamoux, A. (2004). Biological and psychological responses to two

- rapid shiftwork schedules. *Ergonomics*, 47(12), 1339–1349.
- Ledin, T., Fransson, P. A., & Magnusson, M. (2004). Effects of postural disturbances with fatigued triceps surae muscles or with 20% additional body weight. *Gait and Posture*.
- Legault, G., Clement, A., Kenny, G. P., Hardcastle, S., & Keller, N. (2017a). Cognitive consequences of sleep deprivation, shiftwork, and heat exposure for underground miners. *Applied Ergonomics*.
- Legault, G., Clement, A., Kenny, G. P., Hardcastle, S., & Keller, N. (2017b). Cognitive consequences of sleep deprivation , shiftwork , and heat exposure for underground miners. *Applied Ergonomics*, 58, 144–150.
- Lerman, S., Mollicone, D., & Coats, S. (2017). Use of the psychomotor vigilance test in fitness for work assessments. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 59(8), 716–720.
- Lim, J., & Dinges, D. F. (2008). Sleep deprivation and vigilant attention. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129(1), 305–322.
- Lim, J., Tan, J. C., Parimal, S., Dinges, D. F., & Chee, M. W. L. (2010). Sleep deprivation impairs object-selective attention: a view from the ventral visual cortex. *PloS One*, 5(2), e9087.
- Lin, S., Lin, C., Hung, C., Yu, K., Shen, M., Tang, Y., ... Luo, Y. (2017).

-
- Prevalence and factors associated with sleep disturbance and sleep apnea among people living with HIV. *Journal of Sleep and Sleep Disorders Research*, 40(suppl_1), A384–A385.
- Lin, Y.-C., Hsiao, T.-J., & Chen, P.-C. (2009). Persistent rotating shift-work exposure accelerates development of metabolic syndrome among middle-aged female employees: a five-year follow-up. *Chronobiology International*, 26(4), 740–755.
- Lin, Y.-H., Kuo, T. B. J., Ho, Y.-C., Lin, S.-H., Liu, C.-Y., & Yang, C. C. H. (2012). Physiological and psychological impacts on male medical interns during on-call duty. *Stress*, 15(1), 21–30.
- Lindholm, H., Sinisalo, J., Ahlberg, J., Jahkola, A., Partinen, M., Hublin, C., & Savolainen, A. (2009). High job control enhances vagal recovery in media work. *Occupational Medicine*, 59(8), 570–573.
- Lloyd, J., Bond, F. W., & Flaxman, P. E. (2017). Work-related self-efficacy as a moderator of the impact of a worksite stress management training intervention: Intrinsic work motivation as a higher order condition of effect. *Journal of Occupational Health Psychology*, 22(1), 115.
- Looser, R. R., Metzenthin, P., Helfricht, S., Kudielka, B. M., Loerbroks, A., Thayer, J. F., & Fischer, J. E. (2010). Cortisol is significantly correlated with cardiovascular responses during high levels of stress in critical care

-
- personnel. *Psychosomatic Medicine*, 72(3), 281–289.
- Lu, B. S., & Zee, P. C. (2006). Circadian rhythm sleep disorders. *Chest*, 130(6), 1915–1923.
- Luber, B., Steffener, J., Tucker, A., Habeck, C., Peterchev, A. V, Deng, Z.-D., ... Lisanby, S. H. (2013). Extended remediation of sleep deprived-induced working memory deficits using fMRI-guided transcranial magnetic stimulation. *Sleep*, 36(6), 857–871.
- Lue, B.-H., Chen, H.-J., Wang, C.-W., Cheng, Y., & Chen, M.-C. (2010). Stress, personal characteristics and burnout among first postgraduate year residents: a nationwide study in Taiwan. *Medical Teacher*, 32(5), 400–407.
- Ma, J., Yao, Y. J., Ma, R. M., Li, J. Q., Wang, T., Li, X. J., ... Zhang, Z. M. (2009). Effects of sleep deprivation on human postural control, subjective fatigue assessment and psychomotor performance. *J Int Med Res*. Accedido en www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19930836
- Martin, T., Gauthier, A., Ying, Z., Benguigui, N., Moussay, S., Bulla, J., ... Bessot, N. (2018). Effect of sleep deprivation on diurnal variation of vertical perception and postural control. *Journal of Applied Physiology*, 125(1), 167–174.
- Matheson, A., O'brien, L., & Reid, J. (2014). The impact of shiftwork on health: a

- literature review. *Journal of Clinical Nursing*, 23(23–24), 3309–3320.
- McHill, A. W., Melanson, E. L., Higgins, J., Connick, E., Moehlman, T. M., Stothard, E. R., & Wright, K. P. (2014). Impact of circadian misalignment on energy metabolism during simulated nightshift work. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(48), 17302–17307.
- McHill, A. W., Phillips, A. J. K., Czeisler, C. A., Keating, L., Yee, K., Barger, L. K., ... Klerman, E. B. (2017). Later circadian timing of food intake is associated with increased body fat. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 106(5), 1213–1219.
- McNair, D. M., Droppleman, L. F., & Lorr, M. (1992). *Edits manual for the profile of mood states: POMS*. Edits.
- Micarelli, A., Liguori, C., Viziano, A., Izzi, F., Placidi, F., & Alessandrini, M. (2017). Integrating postural and vestibular dimensions to depict impairment in moderate-to-severe obstructive sleep apnea syndrome patients. *Journal of Sleep Research*.
- Michael, D. J., Valle, B., Cox, J., Kalns, J. E., & Fogt, D. L. (2013). Salivary Biomarkers of Physical Fatigue as Markers of Sleep Deprivation. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 9(12).
- Micko, A., Knopp, K., Knosp, E., & Wolfsberger, S. (2017). Microsurgical

- Performance After Sleep Interruption: A NeuroTouch Simulator Study. *World Neurosurgery*, 106, 92–101.
- Mollicone, D. J., Van Dongen, H. P. A., Rogers, N. L., & Dinges, D. F. (2008). Response surface mapping of neurobehavioral performance: Testing the feasibility of split sleep schedules for space operations. *Acta Astronautica*, 63(7), 833–840.
- Molzof, H. E., Wirth, M. D., Burch, J. B., Shivappa, N., Hebert, J. R., Johnson, R. L., & Gamble, K. L. (2017). The impact of meal timing on cardiometabolic syndrome indicators in shift workers. *Chronobiology International*, 34(3), 337–348.
- Montgomery, S. A., & Åsberg, M. (1979). A new depression scale designed to be sensitive to change. *The British Journal of Psychiatry*, 134(4), 382–389.
- Morales, J., Garcia, V., García-Massó, X., Salvá, P., & Escobar, R. (2013). The use of heart rate variability in assessing precompetitive stress in high-standard judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 34(2), 144–151.
- Morales, J., Yáñez, A., & Solana-Tramunt, M. (2016). Solucions tecnològiques per a l'estudi de la variabilitat de la freqüència cardíaca, l'estrés i la recuperació. *Aloma: Revista de Psicologia, Ciències de l'Educació I de l'Esport*, 34(2).

- Morgan, E., Schumm, L. P., McClintock, M., Waite, L., & Lauderdale, D. S. (2017). Sleep Characteristics and Daytime Cortisol Levels in Older Adults. *Sleep, 40*(5), zsx043.
- Morselli, L., Leproult, R., Balbo, M., & Spiegel, K. (2010). Role of sleep duration in the regulation of glucose metabolism and appetite. *Best Practice & Research. Clinical Endocrinology & Metabolism*.
- Muller, D., Signal, L., Elder, D., & Gander, P. (2017). Environmental and behavioural factors associated with school children's sleep in Aotearoa/New Zealand. *Journal of Paediatrics and Child Health, 53*(1), 68–74.
- Mullington, J. M., Simpson, N. S., Meier-Ewert, H. K., & Haack, M. (2010). Sleep loss and inflammation. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism, 24*(5), 775–784.
- Naczenski, L. M., de Vries, J. D., van Hooff, M. L. M., & Kompier, M. A. J. (2017). Systematic review of the association between physical activity and burnout. *Journal of Occupational Health, 59*(6), 477–494.
- Narciso, F. V., Barela, J. A., Aguiar, S. A., Carvalho, A. N. S., Tufik, S., & De Mello, M. T. (2016). Effects of shift work on the postural and psychomotor performance of night workers. *PLoS ONE, 11*(4), 1–11.
- Navarrete Espinoza, E., Feliu Saavedra, N., & Bahamondes Valenzuela, G.

- (2017). Influencia de la Carga Organizacional y Trastornos del Sueño en la Accidentabilidad de Conductores de Camiones. *Ciencia & Trabajo*, 19(59), 67–75.
- Nicolaides, N. C., Charmandari, E., Kino, T., & Chrousos, G. P. (2017). Stress-related and circadian secretion and target tissue actions of glucocorticoids: Impact on health. *Frontiers in Endocrinology*, 8.
- Nir, Y., Andrillon, T., Marmelshtein, A., Suthana, N., Cirelli, C., Tononi, G., & Fried, I. (2017). Selective neuronal lapses precede human cognitive lapses following sleep deprivation. *Nature Medicine*, 23(12), 1474.
- O'Brien, M. J., O'Toole, R. V., Newell, M. Z., Lydecker, A. D., Nascone, J., Sciadini, M., ... Eglseder, W. A. (2012). Does sleep deprivation impair orthopaedic surgeons' cognitive and psychomotor performance? *JBJS*, 94(21), 1975–1981.
- O'Keefe, K., & Gander, P. (2012). Best Practice Rostering, Shift Work and Hours of Work for Resident Doctors: A Review. *Sleep/Wake Research Centre Massey University*.
- Obese, N. W. O. (1998). Body Mass Index (BMI). *Obesity Research*, 6(2), 51S–209S.
- Olia, K., Isaacowitz, D., Hall, J., & Haack, M. (2017). Blunted emotional intensity

following repeated exposure to sleep restriction.

Oliver, S. J., Costa, R. J. S., Walsh, N. P., Laing, S. J., & Bilzon, J. L. J. (2009).

One night of sleep deprivation decreases treadmill endurance performance. *European Journal of Applied Physiology*.

Opperhuizen, A.-L., van Kerkhof, L. W. M., Proper, K. I., Rodenburg, W., &

Kalsbeek, A. (2015). Rodent models to study the metabolic effects of shiftwork in humans. *Frontiers in Pharmacology*, 6.

Oyama, I., Kubo, T., Fujino, Y., Kadowaki, K., Kunimoto, M., Shirane, K., ...

Matsuda, S. (2012). Retrospective cohort study of the risk of impaired glucose tolerance among shift workers. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 337–342.

Patel, M., Gomez, S., Berg, S., Almladh, P., Lindblad, J., Petersen, H., ...

Fransson, P. A. (2008a). Effects of 24-h and 36-h sleep deprivation on human postural control and adaptation. *Experimental Brain Research*, 185(2), 165–173.

Patel, M., Gomez, S., Berg, S., Almladh, P., Lindblad, J., Petersen, H., ...

Fransson, P. A. (2008b). Effects of 24-h and 36-h sleep deprivation on human postural control and adaptation. *Experimental Brain Research*.

Pedão, S. T., Aguiar, S. A., Cunha, B. P., & Freitas, P. B. De. (2015). Grip and

load force control and coordination in object manipulation during a night of sleep deprivation, 163–171.

Pereira-Lima, K., & Loureiro, S. R. (2015). Burnout, anxiety, depression, and social skills in medical residents. *Psychology, Health and Medicine*, 20(3), 353–362.

Perez-Olmos, I., & Ibanez-Pinilla, M. (2014). Night shifts, sleep deprivation, and attention performance in medical students. *International Journal of Medical Education*, 5, 56–62.

Pérez-Olmos, I., & Ibáñez-Pinilla, M. (2014). Night shifts, sleep deprivation, and attention performance in medical students. *International Journal of Medical Education*, 5, 56–62.

Phongamorn, M., Phimphaphorn, P., & Makaje, N. N. (2014). EFFECT OF DAYTIME NAP IN SLEEP DEPRIVATION ON REACTIVE AGILITY. *Journal of Sports Science and Technology*, 14(1), 63–72.

Pino-Sedeño, T., Peñate, W., & Bethencourt, J. M. (2010). La escala de valoración del estado de ánimo (EVEA): análisis de la estructura factorial y de la capacidad para detectar cambios en estados de ánimo. *Análisis Y Modificación de Conducta*, 36(153–154), 19–32.

Poh, J.-H., & Chee, M. W. L. (2017). Degradation of neural representations in

- higher visual cortex by sleep deprivation. *Scientific Reports*, 7, 45532.
- Rae, D. E., Chin, T., Dikgomo, K., Hill, L., McKune, A. J., Kohn, T. A., & Roden, L. C. (2017). One night of partial sleep deprivation impairs recovery from a single exercise training session. *European Journal of Applied Physiology*, 117(4), 699–712.
- Ratcliff, R., & Van Dongen, H. P. a. (2009). Sleep deprivation affects multiple distinct cognitive processes. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16(4), 742–751.
- Reilly, T., & Deykin, T. (1983). Effects of partial sleep loss on subjective states, psychomotor and physical performance tests. *J Hum Mov Stud*, 9, 157–170.
- Reilly, T., & Edwards, B. (2007). Altered sleep–wake cycles and physical performance in athletes. *Physiology & Behavior*, 90(2–3), 274–284.
- Reilly, T., & Hales, A. (1988). Effects of partial sleep deprivation on performance measures in females. *Contemporary Ergonomics. London: Taylor and Francis*, 509–513.
- Reilly, T., & Piercy, M. (1994). The effect of partial sleep deprivation on weight-lifting performance. *Ergonomics*.
- Riemann, D., Klein, T., Rodenbeck, A., Feige, B., Horny, A., Hummel, R., ... Voderholzer, U. (2002). Nocturnal cortisol and melatonin secretion in

- primary insomnia. *Psychiatry Research*, 113(1), 17–27.
- Rugul Kose, Yasemin Gorgulu, Okan Cahyurt, B. S. (2016). Transient changes in inflammatory and oxidative stress markers with total sleep deprivation. *Sleep and Biological Rhythms*, 14(4), 387–396.
- Rupp, T. L., Wesensten, N. J., Bliese, P. D., & Balkin, T. J. (2009). Banking sleep: realization of benefits during subsequent sleep restriction and recovery. *Sleep*, 32(3), 311–321.
- Sanches, I., Teixeira, F., dos Santos, J. (2015). Effects of Acute Sleep Deprivation Resulting from Night Shift Work on Young Doctors, 28(4), 457–462.
- Sandoval, Y., Lobo, A. S., Somers, V. K., Rosenfield, K., Bradley, S. M., Sorajja, P., ... Brilakis, E. S. (2017). Sleep deprivation in interventional cardiology: Implications for patient care and physician-health. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*.
- Sanz, J. (2001a). Un instrumento para evaluar la eficacia de los procedimientos de inducción de estado de ánimo: La “escala de valoración del estado de ánimo” (EVEA), (November).
- Sanz, J. (2001b). Un instrumento para evaluar la eficacia de los procedimientos de inducción de estado de ánimo: La “escala de valoración del estado de ánimo” (EVEA), (December).

- Sanz, J., Gutiérrez, S., & García-Vera, M. P. (2014). Propiedades psicométricas de al escala de valoración del estado de ánimo (EVEA): Una revisión. *Ansiedad Y Estrés*, 20(1).
- Selvi, Y., Gulec, M., Agargun, M. Y., & Besiroglu, L. (2007). Mood changes after sleep deprivation in morningness-eveningness chronotypes in healthy individuals. *Journal of Sleep Research*.
- Shapiro, C. M., Bortz, R., Mitchell, D., Bartel, P., & Jooste, P. (1981). Slow-wave sleep: a recovery period after exercise. *Science*, 214(4526), 1253–1254.
- Shen, S., Yen, M., Yang, S., & Lee, C. (2016). Insomnia, anxiety, and heart rate variability among nurses working different shift systems in Taiwan. *Nursing & Health Sciences*, 18(2), 223–229.
- Shen, S., Yen, M., Yang, S., & Lee, C. (2016). Insomnia , anxiety , and heart rate variability among nurses working different shift systems in Taiwan.
- Skein, M., Duffield, R., Edge, J., Short, M. J., & Mündel, T. (2011). Intermittent-sprint performance and muscle glycogen after 30 h of sleep deprivation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.
- Song, H.-T., Sun, X.-Y., Yang, T.-S., Zhang, L.-Y., Yang, J.-L., & Bai, J. (2015). Effects of sleep deprivation on serum cortisol level and mental health in servicemen. *International Journal of Psychophysiology : Official Journal of*

-
- the International Organization of Psychophysiology.*
- Song, J., Feng, P., Wu, X., Li, B., Su, Y., Liu, Y., & Zheng, Y. (2019). Individual Differences in the Neural Basis of Response Inhibition After Sleep Deprivation Are Mediated by Chronotype, *10*(May), 1–10.
- Souissi, N., Sesboüé, B., Gauthier, A., Larue, J., & Davenne, D. (2003). Effects of one night's sleep deprivation on anaerobic performance the following day. *European Journal of Applied Physiology*, *89*(3–4), 359–366.
- Sowah, D., Fan, X., Dennett, L., Hagtvedt, R., & Straube, S. (2017). Vitamin D levels and deficiency with different occupations: a systematic review. *BMC Public Health*, *17*(1), 519.
- Stein, P. K., Barzilay, J. I., Chaves, P. H. M., Mistretta, S. Q., Domitrovich, P. P., Gottdiener, J. S., ... Kleiger, R. E. (2008). Novel measures of heart rate variability predict cardiovascular mortality in older adults independent of traditional cardiovascular risk factors: the Cardiovascular Health Study (CHS). *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*, *19*(11), 1169–1174.
- Sudharkodhy, S., Kutty, K., Balan, K., Kolambakkam, C., & Kolambakkam, C. (2016). Effect of stress and anxiety on first year medical., *5*(5).
- Sudharkodhy, S., Kutty, K., Shankar, V., & Balan, K. (2016). Effect of stress and anxiety on first year medical students. *World journal of pharmacy and*

- pharmaceutical sciences*, 5 (5), 1197-1204.
- Takahashi, J. S. (2017). Transcriptional architecture of the mammalian circadian clock. *Nature Reviews Genetics*, 18(3), 164.
- Tanner, G., Bamberg, E., Kersten, M., Kozak, A., & Nienhaus, A. (2017). The Relationship Between Working Time and Ill Health. *Zeitschrift Für Arbeits- Und Organisationspsychologie A&O*.
- Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal of Affective Disorders*, 61(3), 201–216.
- Tobaldini, E., Cogliati, C., Fiorelli, E. M., Nunziata, V., Wu, M. A., Prado, M., ... Montano, N. (2013). One night on-call: Sleep deprivation affects cardiac autonomic control and inflammation in physicians. *European Journal of Internal Medicine*, 24(7), 664–670.
- Tobaldini, E., Costantino, G., Solbiati, M., Cogliati, C., Kara, T., Nobili, L., & Montano, N. (2016). Sleep, sleep deprivation, autonomic nervous system and cardiovascular diseases. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*.
- Tobaldini, E., Costantino, G., Solbiati, M., Cogliati, C., Kara, T., Nobili, L., & Montano, N. (2017). Sleep, sleep deprivation, autonomic nervous system and cardiovascular diseases. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 74(July),

321–329.

- Tobaldini, E., Covassin, N., Calvin, A., Singh, P., Bukartyk, J., Wang, S., ... Somers, V. K. (2017). Cardiac autonomic control and complexity during sleep are preserved after chronic sleep restriction in healthy subjects. *Physiological Reports*, 5(7), e13197.
- Tochikubo, O., Ikeda, A., Miyajima, E., & Ishii, M. (1996). Effects of insufficient sleep on blood pressure monitored by a new multibiomedical recorder. *Hypertension*, 27(6), 1318–1324.
- Tomczak, A. (2015). Coordination Motor Skills of Military Pilots Subjected to Survival Training. *J Strength Cond Res*.
- Trujillo, L. T., Kornguth, S., & Schnyer, D. M. (2009). An ERP examination of the different effects of sleep deprivation on exogenously cued and endogenously cued attention. *Sleep*, 32(10), 1285–1297.
- Tucker, A. M., Whitney, P., Belenky, G., Hinson, J. M., & Van Dongen, H. P. a. (2010). Effects of sleep deprivation on dissociated components of executive functioning. *Sleep*, 33, 47–57.
- Uyhelji, H. A., Kupfer, D. M., White, V. L., Jackson, M. L., Van Dongen, H. P. A., & Burian, D. M. (2017). Gene Expression Biomarkers for Neurobehavioral Impairment From Total Sleep Deprivation.

- Van Dongen, H. P. A., Maislin, G., Mullington, J. M., & Dinges, D. F. (2003). The cumulative cost of additional wakefulness: dose-response effects on neurobehavioral functions and sleep physiology from chronic sleep restriction and total sleep deprivation. *Sleep, 26*(2), 117–126.
- Vgontzas, a N., Zoumakis, E., Bixler, E. O., Lin, H.-M., Follett, H., Kales, a, & Chrousos, G. P. (2004). Adverse effects of modest sleep restriction on sleepiness, performance, and inflammatory cytokines. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*.
- Vyazovskiy, V. V, Walton, M. E., Peirson, S. N., & Bannerman, D. M. (2017). Sleep homeostasis, habits and habituation. *Current Opinion in Neurobiology, 44*, 202–211.
- Wickwire, E. M., Shaya, F. T., & Scharf, S. M. (2016). Health economics of insomnia treatments: the return on investment for a good night’s sleep. *Sleep Medicine Reviews, 30*, 72–82.
- Wisetborisut, A., Angkurawaranon, C., Jiraporncharoen, W., Uaphanthasath, R., & Wiwatanadate, P. (2014). Shift work and burnout among health care workers. *Occupational Medicine, 64*(4), 279–286.
- Wolkow, A., Ferguson, S., Aisbett, B., & Main, L. (2015). Effects of work-related sleep restriction on acute physiological and psychological stress responses and their interactions: A review among emergency service personnel.

- International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 28(2), 183–208.
- Ye, H. H., Jeong, J. U., Jeon, M. J., & Sakong, J. (2013). The association between shift work and the metabolic syndrome in female workers. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 25(1), 33.
- Yu, K. H., Yi, Y. H., Kim, Y. J., Cho, B. M., Lee, S. Y., Lee, J. G., ... Ji, S. Y. (2017). Shift work is associated with metabolic syndrome in young female Korean workers. *Korean Journal of Family Medicine*, 38(2), 51–56.
- Ziemba, A., Tomczak, A., Mikulski, T., & Dąbrowski, J. (2012). Physical Performance of Healthy Men Exposed To Long Exercise and Sleep Deprivation. *Medicina Sportiva*, 16(1), 6–11.
- Zouabi, A., Quarck, G., Martin, T., Grespinet, M., & Gauthier, A. (2016). Is there a circadian rhythm of postural control and perception of the vertical? *Chronobiology International*, 33(10), 1320–1330.

8 Anexos

8.1 Cuestionario Matutino-Vespertino

1. Si sólo pensaras en cuando te sentirías mejor y fueras totalmente libre de planificarte el día.¿A que hora te levantarías?

Entre las 11:00h y mediodía (1)

Entre las 9:45 y las 11:00h de la mañana (2)

Entre las 7:15 y las 9:45 de la mañana (3)

Entre las 6:00 y las 7:15 de la mañana(4)

Entre las 5:00 y las 6:00 de la mañana(5)

2.Una vez que te has levantado por la mañana,¿Cómo te sientes durante la primera media hora?

Muy cansado(1)

Bastante cansado(2)

Bastante descansado(3)

Muy descansado(4)

3.¿A qué hora de la noche te sientes cansado y como consecuencia necesitas dormir?

De 1:45 a 3:00h de la mañana(1)

De 0:30 a 1:45h de la mañana(2)

De 22:15 a 0:30h de la noche(3)

De 21:00 a 22:15h de la noche(4)

De 20:00 a 21:00h de la noche(5)

4.¿A qué hora del día crees que alcanzas tu cota máxima de bienestar?

Entre las 0:00 y las 4:00h de la noche(1)

Entre las 4:00 y las 7:00h de la mañana(6)

Entre las 7:00 y las 9:00h de la mañana(5)

Entre las 9:00 y las 16:00h de la tarde(4)

Entre las 16:00 y las 21:00 de la noche(3)

Entre las 21:00 y las 0:00h de la noche((2)

5. Se habla de personas de tipo matutino y vespertino. ¿Cuál de estos tipos te consideras ser?

Un tipo claramente vespertino(1)

Un tipo más vespertino que matutino(2)

Un tipo más matutino de vespertino(3)

Un tipo claramente matutino(4)

SOBRE 24: (VESPertino, MATUTINO E INDEFINIDO).

+13= MATUTINO y -12= VESPertino.

8.2 CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del estudio: “Evaluación del rendimiento físico, fisiológico, perceptivo y psicológico con privación del sueño en personal sanitario”

Yo,....., mayor de edad, con DNI..... He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He hablado con la Dra. Lluïsa Montesinos Magraner, médico especialista del Servicio de rehabilitación y medicina física.

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- 1 Cuando quiera
- 2 Sin tener que dar explicaciones
- 3 Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

Punto 1: DOY NO DOY mi consentimiento voluntariamente para que pueda realizarse el estudio con mis muestras de saliva.

Punto 2: DOY NO DOY mi consentimiento voluntariamente para que mi muestra de saliva se almacene para utilizarla en otros. Dicha muestra se identificará con un número codificado, y mi identidad se mantendrá en secreto.

En Barcelona a.....de.....2016

Firma del participante

Firma del investigador principal

8.3EVEA

Nombre: _____ Apellidos: _____

Fecha/Hora: _____ Pre / Post

A continuación, encontrarás una serie de frases que describen diferentes clases de sentimientos y estados de ánimo, y al lado unas escalas de 10 puntos. Lee cada frase y rodea con un círculo el valor de 0 a 10 que indique mejor cómo te **SIENTES AHORA MISMO**, en este momento. No emplees demasiado tiempo en cada frase y para cada una de ellas elige una respuesta.

Nada

Mucho

Me siento nervioso

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me siento irritado

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me siento alegre

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me siento melancólico

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me siento tenso

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me siento optimista

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me siento alicaído

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me siento enojado

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me siento ansioso

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me siento apagado

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me siento molesto

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

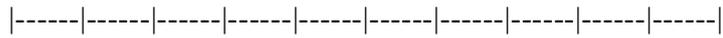
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me siento jovial

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

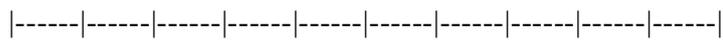
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me siento intranquilo



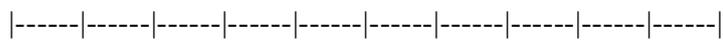
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me siento enfadado



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me siento contento



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Me siento triste

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

8.4 Cuestionario General

NOM DEL

EXPERIMENT:

Avaluació del rendiment físic, fisiològic, perceptiu i psicològic amb privació de la son.

Director: Dr. José Morales Aznar

Investigador: Doctorando Alexandre Yáñez de la Cal

Número ID: Hora i data:

Nom: Cognoms:

Edat: Sexe (M/F):

Pes (Kg): Alçada (Cm):

Anys d'experiència: Estimulants:

Hores descans: Hores sense dormir:

H. descans guàrdia: Estimulants:

PROVES (a omplir per l'investigador):

VFC:

Cortisol:

PVT:

EVEA:

Handgrip:

**Test de
equilibrio:**

--



Esta Tesis Doctoral ha sido defendida el día ____ d _____ de 201__

En el Centro _____

de la Universidad Ramon Llull, ante el Tribunal formado por los Doctores y Doctoras
abajo firmantes, habiendo obtenido la calificación:

Presidente/a

Vocal

Vocal *

Vocal *

Secretario/a

Doctorando/a

(*): Sólo en el caso de tener un tribunal de 5 miembros