

Conference Paper

Circadian Rhythm Alteration and Metabolic Syndrome

Alteración del Ritmo Circadiano y Síndrome Metabólico

TV Carpio-Arias^{1,2}, M. F. Vinueza Veloz^{3,4,5}, T. M. Nicolalde Cifuentes^{1,3}, and D. L. Abril Merizalde¹

¹Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

²Grupo de investigación GIANH, Escuela Politécnica Superior de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

³Escuela de Medicina, Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

⁴Grupo de Investigación PSICOMED, Escuela Politécnica Superior de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

⁵Departamento de Neurociencia, Erasmus University Rotterdam, Róterdam, Países Bajos

VII International Congress of
Science, Technology,
Entrepreneurship and
Innovation (SECTEI 2020)

Corresponding Author:

TV Carpio-Arias

tannia.carpio@epoch.edu.ec

Published: 26 August 2021

Production and Hosting by
Knowledge E

© TV Carpio-Arias et al. This article is distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits unrestricted use and redistribution provided that the original author and source are credited.

Abstract

There is growing scientific evidence that connects circadian rhythm abnormalities with cardiovascular risk factors. Due to their work schedules, shift workers are exposed to changes in their circadian rhythm that are associated with metabolic syndrome (MS). Aim: To determine the relationship between shift work and metabolic syndrome. Methodology: This is a cross-sectional observational study. The sample included 300 adult volunteers, health workers of a public hospital in the city of Riobamba, Ecuador. The diagnosis of MS was made based on the criteria by the Adult Treatment Panel III (ATP III). In addition, sleep quality was assessed through the Pittsburg sleep quality index. Cluster analysis of K-means was used to identify representative groups. In addition, chi-squared test and ANOVA were used to determine the association between variables. Results: Three conglomerates based on age and sex were established, which were numbered consecutively 1, 2 and 3. Conglomerate 1 had a statistically higher percentage of people who worked in shifts, suffered MS and had worse sleep quality than the other two conglomerates. In conclusion, shift work is related to the risk of suffering from MS and poor quality of sleep.

Keywords: *shift work, metabolic syndrome, sleep quality, k medias clusters.*

Resumen

Introducción: La evidencia creciente conecta las alteraciones del ritmo circadiano con factores de riesgo cardiovascular. Los trabajadores por turnos debido a sus horarios de trabajo están expuestos a alteraciones de su ritmo circadiano que se asocian a síndrome metabólico (SM). **Objetivo:** Determinar la relación entre trabajo por turnos y síndrome metabólico. **Metodología:** Estudio observacional transversal. La muestra incluyó 300 voluntarios adultos, empleados sanitarios de un hospital público de la ciudad de Riobamba, Ecuador. El diagnóstico de SM se realizó con base en los criterios del Adult Treatment Panel III (ATP III). Además, se evaluó la calidad del sueño a través del índice de la calidad de sueño de Pittsburg. Se utilizó el análisis de clúster de K medias para identificar grupos representativos, además Chi2 y ANOVA para determinar asociación entre las variables. **Resultados:** Se establecieron tres clusters basados

 OPEN ACCESS



en edad y sexo, los que fueron numerados de forma consecutiva 1, 2 y 3. El cluster 1 tuvo un porcentaje estadísticamente más alto de personas que trabajaban por turnos, sufrían SM y que presentaron peor calidad de sueño que los otros dos clusters. **Conclusiones:** El trabajo por turnos se relaciona con el riesgo de sufrir SM y mala calidad de sueño.

Palabras Clave: *trabajo por turnos, síndrome metabólico, calidad del sueño, análisis de k medias.*

1. Introducción

Los profesionales de la salud como médicos y las enfermeras que mantienen horarios de trabajo por turnos, están expuestos a interrupciones cronológicas (horarios de descanso no fisiológicos y exposición a la luz artificial por la noche) [1]. En la actualidad varios estudios informan que el personal de salud que trabaja por turnos presenta hábitos no saludables como ingesta excesiva de calorías que conduce al incremento del índice de masa corporal (sobrepeso y obesidad) [2–4], comparado con el resto del personal de salud que no trabaja por turnos. Además, la aparición y progresión de problemas como: dislipidemia, resistencia a la insulina, diabetes mellitus tipo 2, hipertensión, que con frecuencia están relacionadas con el tabaquismo y los trastornos del sueño [5–12].

La interrupción cronobiológica en personal que trabaja por turnos, se ha asociado también con la presencia de síndrome metabólico (SM), que se refiere a la presencia simultánea de factores metabólicos interrelacionados, como resistencia a la insulina, obesidad abdominal, dislipidemia aterogénica e hipertensión, que aumentan el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo II [13]. En general, la etiología del SM ha sido objeto de mucho debate, el mayor riesgo de sufrir SM en las personas expuestas a la interrupción cronobiológica probablemente se deba a un estilo de vida caracterizado por una mala calidad del sueño [14]. De hecho, este interés se ha centrado en la participación del sistema circadiano como un importante regulador de casi todos los aspectos de la salud y el metabolismo [15].

Para estudiar la relación entre el trabajo por turnos y el síndrome metabólico, los autores han utilizado la metodología k medias de conglomerados, la cual busca características de agrupación según la influencia de una variable determinada [16]. Se estableció la hipótesis de que este procedimiento es capaz de encontrar patrones válidos en la conformación de conglomerados, con diferente composición y prevalencia de síndrome metabólico, formando grupos verdaderamente representativos. Por lo tanto, es una técnica estadística más robusta que los valores atípicos y la especificidad errónea de la escala y el número de grupos.



De esta manera, el presente estudio trata de establecer patrones de asociación de conglomerados que fueron construidos incluyendo variables explicativas como edad, sexo, y de esta manera relacionarla con el síndrome metabólico.

2. Materiales y Métodos

2.1. Diseño

Se implementó un diseño transversal no experimental.

2.2. Muestra

Se reclutaron 300 voluntarios que trabajaban en centros de salud en el área central de Ecuador. La muestra consistió en hombres y mujeres adultos de entre 18 y 60 años.

2.3. Trabajo por turnos

Los sujetos que trabajaban 8 hr o más durante la noche, de 19:00 a 05:00 (cuando el sol permanece oculto en Ecuador) al menos 3 veces por semana fueron considerados como trabajadores nocturnos. Por otro lado, los sujetos que trabajan en turnos de aproximadamente 06:00 a 15:00 o 18:00 sin turnos rotativos que incluyan horarios en la noche fueron considerados trabajadores que no realizaban turnos nocturnos.

2.4. Calidad del sueño

Para determinar la calidad del sueño se aplicó la versión en español del índice de calidad del sueño de Pittsburgh [17, 18] y se utilizó el score final de esta escala. Este índice consta de 19 ítems autoevaluados, que se agrupan en siete ítems: Calidad subjetiva del sueño, latencia del sueño, duración del sueño, eficiencia habitual del sueño, trastornos del sueño, uso de medicamentos hipnóticos y disfunción diurna. La calidad del sueño se midió en una escala de 0 a 21 puntos y se considera que mientras más alto es el puntaje, peor es la calidad de sueño que tiene el sujeto.

2.5. Parámetros bioquímicos

Los valores de triglicéridos, colesterol HDL y glucemia en ayunas se obtuvieron de los registros clínicos de los sujetos evaluados. Estos valores se usaron solo si las mediciones se realizaron 12 semanas antes de que se hicieran las otras mediciones o se aplicara el cuestionario de calidad de sueño.



2.6. Presión arterial sistólica y diastólica

Se usó un esfigmomanómetro SECA para medir la presión arterial (PA). Tanto la presión arterial sistólica (PAS) como la presión arterial diastólica (PAD) se midieron en mm Hg siguiendo las recomendaciones internacionales [19]. La PA se midió dos veces con un lapso de cinco minutos entre cada medición. Si la diferencia entre las mediciones fue ≥ 5 mm Hg, se realizó una tercera medición 10 min después de que el sujeto permanezca en reposo.

2.7. Síndrome metabólico

El tercer informe del Panel de expertos sobre los criterios de detección, evaluación y tratamiento del colesterol alto en sangre en adultos (Adult Treatment Panel III o ATP III) se utilizó para diagnosticar la SM (ATP III, 2002) [20]. Para cumplir con los criterios del síndrome metabólico de la SM, tres o más de los siguientes signos deben estar presentes: (i) Obesidad abdominal (circunferencia de la cintura en hombres > 102 cm y en mujeres > 88 cm); (ii) Triglicéridos ≥ 50 mg/dl; (iii) Colesterol HDL en hombres < 40 mg/dl y en mujeres < 50 mg/dl; (iv) Presión arterial $\geq 130/85$ mm Hg; (v) Glucosa en ayunas ≥ 110 mg/dl.

2.8. Análisis estadístico

Los resultados se expresaron como medias y desviación estándar para variables continuas normales y mediana y rango intercuartil para variables que no siguen distribución normal. Para variables categóricas, se utilizaron número y porcentajes. Para el análisis multivariado se utilizó análisis de conglomerados por k medias para tres grupos y las variables consideradas para los grupos de conglomerados fueron edad y sexo. Se obtuvieron 3 conglomerados ordenados de forma consecutiva 1, 2 y 3. Para conocer el patrón de interacción de los diferentes componentes causales, seguimos el proceso analítico propuesto por Rothman [20]. Se utilizó la prueba de normalidad de Kolmogorov–Smirnov para establecer distribución normal entre las variables dependiente e independiente. Las diferencias entre los conglomerados se determinaron utilizando la prueba Chi² para variables categóricas y ANOVA para variables continuas en el caso de que la variable siga una distribución normal y Kruskal–Wallis en el caso de que la variable no siga una distribución normal, con $p < 0,05$ y considerando el síndrome metabólico como variable respuesta. Para reducir la probabilidad de error tipo I debido a múltiples comparaciones, realizamos ajustes posthoc utilizando pruebas de Holm y Tukey.



Para el análisis estadístico se utilizó el paquete R v3.4.4 (R Core Team, R: A Language and Environment for Statistical Computing, 2018).

2.9. Consideraciones éticas

Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de todos los participantes. Todos los datos fueron recolectados por personal capacitado y calificado.

3. Resultados y Discusión

Características generales por grupos: La muestra incluyó a 300 hombres y mujeres (64.6% y 35.3%, respectivamente), que trabajaban en turnos nocturnos ($n = 150$) o no ($n = 150$). La edad media de la muestra fue de 38,11 años (DE 7,83). Se obtuvieron tres grupos según la media k por clúster usando las siguientes variables: edad y sexo. Las características del grupo se describen en la Tabla 1 que muestra que los grupos se diferencian entre sí en edad $p < 0,001$ y sexo (diferencias no significativas).

La edad media de los sujetos fue estadísticamente diferente entre los grupos ($p < 0,001$). Las personas del grupo 1 eran más jóvenes que las personas del grupo 2 pero mayores que las personas del grupo 3 (todas $p < 0,001$) (Tabla 1, Anexo 1). La distribución de sexo fue similar entre los grupos, es decir, no hubo diferencias estadísticas en el porcentaje de mujeres ($p = 0,665$) (Tabla 1, Anexo 1).

Trabajo por turnos y calidad de sueño: Hubo una diferencia estadísticamente significativa en el porcentaje de personas que trabajaban en turnos entre grupos ($p < 0,001$), siendo las personas del grupo 1 quienes más trabajaban en turnos en comparación con el grupo 3 ($p < 0,001$), pero se observó un porcentaje similar en comparación con el grupo 2 ($p = 0,889$) (Tabla 2, Anexo 1).

La calidad del sueño mostró diferencias significativas en cuanto a los puntajes de cada clúster, de esta manera se encontró una mediana mayor (10 puntos) en el grupo 1 respecto al grupo 2 (mediana de 9 puntos) y el grupo 3 (mediana de 8 puntos) con diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,03$; Tabla 2, Anexo 1).

3.1. Distribución del síndrome metabólico por grupos

Hubo una diferencia estadística en el porcentaje de personas que muestran SM entre los grupos ($p = 0,027$). El grupo 1 tenía un mayor porcentaje de personas con SM en comparación con el grupo 3 ($p = 0,033$), pero un porcentaje de comparación similar al grupo 2 ($p = 0,651$) (Tabla 3, Anexo 1).



3.2. Discusión

El presente estudio tiene como objetivo realizar una comparación entre sujetos que cumplen trabajos por turnos nocturnos versus sujetos que no lo hacen. De acuerdo a revisiones preliminares, se trata de un estudio novedoso en la población ecuatoriana y uno de los primeros en su clase.

Los resultados del presente estudio muestran diferencias importantes entre los sujetos agrupados según variables explicativas. De esta manera, el grupo 1 incluía un mayor porcentaje de personas que trabajaban en turnos y que también tenían SM y peor calidad de sueño, de acuerdo a lo que se reporta por estudios similares en personas que realizan turnos nocturnos [2, 22].

Estudios previos a nivel internacional han demostrado que trabajar en turnos nocturnos tiene graves consecuencias en el estado de salud. Por ejemplo, se ha observado que las enfermeras que trabajan en turnos nocturnos tienen un mayor riesgo de sufrir diabetes [22]. Del mismo modo, se ha descubierto que la interrupción del ritmo circadiano y la perturbación de los patrones cronobiológicos están relacionados con sobrepeso y la obesidad en los trabajadores por turnos [8]. La ingesta calórica, el tabaquismo y la duración del sueño se han señalado como factores causales de sobrepeso y obesidad en los trabajadores por turnos [1–4]; en este sentido, en nuestro estudio se pudo observar una distribución que muestra que los sujetos que tienen peor calidad de sueño también presentan con mayor prevalencia síndrome metabólico.

Además, se ha observado una relación entre los hábitos alimenticios y la cronobiología [23, 24]. Actualmente se sabe que es importante no solo comer alimentos variados y equilibrados, sino también consumirlos en los momentos apropiados, junto con una vida equilibrada y horarios establecidos para la alimentación. El descanso, alimentación y trabajo debe ser acorde con los requisitos fisiológicos armónicos [25]. Por lo tanto, se ha observado que la interrupción de los ritmos biológicos naturales puede ser un factor de riesgo importante para el aumento de peso [26]. Aparentemente, la peor calidad de sueño se relaciona con peores pronósticos en la salud mostrados como mayor prevalencia de SM, manifestado de manera intrínseca a través de obesidad abdominal, a alteración en el perfil lipídico y resistencia a la insulina (ATP III).

Además, el sobrepeso y la obesidad aumentan el riesgo de mortalidad debido a diferentes causas [27, 28]. Gómez- Abellán *et al.* [18] encontraron que la interrupción de los ritmos circadianos puede estar relacionada con una mayor prevalencia de síndrome metabólico. De la misma manera Zimmet *et al.* [29] describe el vínculo entre factores conductuales y el desorden de patrones circadianos como protagonistas de la presencia de diabetes mellitus tipo 2 y enfermedades cardiovasculares [29–31].

Finalmente, la propuesta analítica de Rothman para formar conglomerados de sujetos de acuerdo con su similitud en presencia o ausencia de factores determinantes o



diversos componentes causales y para establecer el riesgo promedio para cada uno de estos grupos, se reflejó en el presente estudio con el análisis de conglomerados. Se observó que el riesgo de síndrome metabólico es mayor en los grupos que realizan trabajo por turnos. Sin embargo, al ser un diseño transversal, es muy difícil establecer una relación causal y solo se puede hablar de asociaciones entre variables. Por lo tanto, para mostrar una relación causal, sería importante considerar la posibilidad de realizar estudios de cohortes a partir de los resultados obtenidos.

En este estudio no se incorporaron otras variables que intervienen en el proceso de disrupción metabólica y síndrome metabólico, como la dieta y la actividad física, por lo cual se sugiere incluirlas en investigaciones posteriores.

4. Conclusiones

El trabajo nocturno mantiene una relación con el riesgo de sufrir SM y mala calidad del sueño. En este estudio, se utilizó la técnica de K medias o análisis por conglomerados para observar si un mismo conglomerado presentaba mayor prevalencia tanto de peor calidad de sueño como de síndrome metabólico, siendo el conglomerado uno quien presentó estas características (personas que trabajaban por turnos, sufrían SM y que presentaron peor calidad de sueño).

5. Recomendación

Se recomienda ampliar este estudio incorporando variables de interés. Así mismo, se recomienda que los sujetos que presenten condiciones desfavorables para sus ritmos circadianos, como trabajo por turnos: personal de salud, transportistas que realicen turnos nocturnos, personal de seguridad, entre otros, lleven a cabo un programa de mejora de estilo de vida que incluya una dieta más saludable y actividad física regular.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de los voluntarios que participaron en este proyecto. Un agradecimiento especial a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y al Instituto de Investigaciones de la misma institución por permitir, mediante el proyecto de investigación titulado 'Impacto de los hábitos de sueño en variables de salud de adultos ecuatorianos'.



Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener conflicto de interés alguno.

Anexos

Table 1

Descripción de los grupos de K medias según las características generales y trabajo por turnos.

Cluster Edad (años)							
$p < 0,001^*$							
oNS**	Sex			Hombre		Mujer	
	n	Mean	SD	n	%	n	%
1	128	40,24	2,84	42	32,8	86	67,2
2	53	50,06	4,13	21	39,6	32	60,4
3	119	30,49	3,38	43	36,1	76	63,9

Las características generales incluyen: edad y sexo. Se presentan tres grupos: el grupo 1 incluía a 128 personas; grupo 2, 53; grupo 3, 119.

p: Valor de p; n: Número; NS: No significativo.

*Análisis realizado mediante análisis de varianza (ANOVA); **Análisis realizado mediante prueba Chi2.

Table 2

Descripción de los grupos de K medias según el trabajo por turnos y la calidad de sueño (síndrome circadiano).

Cluster Trabajo por turnos							
$p < 0,001$ Calidad de sueño							
$*p = 0,03$							
(puntos)	No n	Si %	n	%	n	Mediana (puntos)	RIQ
1	50	39,1	78	60,9	128	10	8
2	22	41,5	31	58,4	53	9	6
3	78	65,5	41	34,5	119	8	2

Las diferencias entre proporciones se estimaron mediante la prueba de Chi2.

p: Valor de p; n: Número; %: Porcentaje; RIQ: Rango intercuartil.

*Análisis realizado mediante análisis de varianza (ANOVA); **Análisis realizado mediante prueba Chi2.

References

- [1] Chen D, Jiang M, Shi X et al. Predictors of the initiation of shift work disorder among Chinese intern nurses: A prospective study. 2020;68:199-206

**Table 3**

Distribución de Síndrome Metabólico por conglomerados.

Cluster Síndrome				
Metabólico $p = 0,027^*$				
	No.	Si		
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
1	80	62,5	48	37,5
2	37	69,8	16	30,2
3	93	78,2	26	21,8
Total	210		90	

Anexo 1

Edad

Anova

F-valor 687,5, Df = 2, $p < 0,001$

Posthoc (Holm)

Todas las comparaciones $p < 0,001$

Sexo

Chi2

Chi2 = 0,8, Df = 2, $p = 0,665$

Trabajo por turnos

Chi2

Chi2 = 19,1, Df = 2, $p < 0,001$

Posthoc (Holm)

1 vs 2 $p = 0,889$

1 vs 3 $p < 0,001$

2 vs 3 $p = 0,011$

Calidad de sueño

Kruskal–Wallis

F-valor 13,79; Df = 2, $p < 0,001$

Posthoc (Holm)

Todas las comparaciones $p < 0,001$

Síndrome metabólico Chi2

Chi2 = 7,2, Df = 2, $p = 0,027$

Posthoc (Holm) 1 vs 2 $p = 0,651$

1 vs 3 $p = 0,033$

2 vs 3 $p = 0,651$

Las diferencias entre proporciones se estimaron mediante la prueba de Chi2.

p : Valor de p ; n : Número; %: Porcentaje.

*Análisis realizado mediante prueba Chi2.



- [2] Peplonska B, Kaluzny P, Trafalska E. Rotating night shift work and nutrition of nurses and midwives. *Chronobiol Int.* 2019;6:1-10.
- [3] Kim HJ, Choi S, Kim K, Parque H, Kim KH, Park SM. Association between misalignment of circadian rhythm and obesity in Korean men: Sixth Korea National Health and Nutrition Examination Survey. 2020; 37(2):272-280
- [4] Mokhlesi B, Temple KA, Tjaden AH et al. Association of self-reported sleep and circadian measures with glycemia in adults with prediabetes or Recently diagnosed untreated Type 2 Diabetes. *Diabetes Care.* 2019.
- [5] Gupta CC, Centofanti S, Dorrian J et al. Subjective hunger, gastric upset, and sleepiness in response to altered meal timing during simulated shiftwork. 2019; 11(6).
- [6] Molzof HE, Wirth MD, Burch JB et al. The impact of meal timing on cardiometabolic syndrome indicators in shift workers. *Chronobiol Int.* 2017;34(3):337-348.
- [7] Hansen AB, Stayner L, Hansen J, Andersen ZJ. Night shift work and incidence of diabetes in the Danish Nurse Cohort. 2017;73(4):262-8
- [8] Hansen AB, Stayner L, Hansen J, Andersen ZJ. Night shift work and incidence of diabetes in the Danish Nurse Cohort. *Occup Environ Med.* 2016; 73(4):262-8.
- [9] Rosa D, Terzoni S, Dellafiore F, Destrebecq A. Systematic review of shift work and nurses' health. 2019.
- [10] Hermansson J, Bøggild H, Hallqvist J et al. Interaction between Shift Work and Established Coronary Risk Factors. *Int J Occup Environ Med.* 2019;10(2):57-65
- [11] Rosa DE, Marot LP, de Mello MT, Narciso FV. Shift rotation, circadian misalignment and excessive body weight influence psychomotor performance: a prospective and observational study under real life conditions. 2019;12;9(1):19333.
- [12] Fradkin L, Raz O, Boaz M. Nurses who work rotating shifts consume more energy, macronutrients and calcium when they work the night shift versus day shift. 2019;36(2):288-295.
- [13] Qiao H, Beibei Z, Chong T, Tieying Z, Yuzhi G. Both frequency and duration of rotating night shifts are associated with metabolic parameters: A cross-sectional study. 2020;71:89-96.
- [14] Roomi MA1, Mohammadnezhad M. Prevalence Of metabolic syndrome among apparently healthy workforce. *J Ayub Med Coll Abbottabad.* 2019;31(2):252-254.
- [15] NCEP Expert Panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults. Executive summary of the third report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA.* 2001;285(19):2486-97.



- [16] Kawabe Y, Nakamura Y, Kikuchi S, Murakami Y, Tanaka T, Takebayashi T. Relationship between shift work and clustering of the metabolic syndrome diagnostic components. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*. 2014;21(7):703–711.
- [17] Kolbe I, Oster H. Chronodisruption, metabolic homeostasis, and the regulation of inflammation in adipose tissues. 2019;92(2):317-325.
- [18] Gómez-Abellán P, Bandín C, López M, Marta G. Universidad de Murcia. *Revista Eubacteria. Cronobiología y obesidad*. 2015;(33):1697-0071.
- [19] Hulsegge G, Loef B, Benda T, van der Beek AJ, Proper KI. Shift work and its relation with meal and snack patterns among healthcare workers. *Scand J Work Environ Health*. 2019
- [20] Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III) Final Report. *Circulation*. 2002;106(25):3143.
- [21] Sulli G, Manoogian ENC, Taub PR, Panda S. Training the circadian clock, clocking the drugs, and drugging the clock to prevent, manage, and treat chronic diseases. 2018;39(9):812-827.
- [22] Hulsegge G, Loef B, Benda T, van der Beek AJ, Proper KI. Shift work and its relation with meal and snack patterns among healthcare workers. *Scand J Work Environ Health*. 2019; pii: 3829
- [23] Bandin C. Análisis de la salud circadiana como factor predictivo de éxito en la pérdida de peso [Tesis Doctoral]. Facultad de Medicina; 2015.
- [24] Bandín C, Martínez-Nicolás A, Ordovás JM, Madrid JA, Garaulet M. Circadian rhythmicity as a predictor of weight-loss effectiveness. *International Journal of Obesity*. 2013;1–6.
- [25] Eum MJ, Jung HS. Association between occupational characteristics and overweight and obesity among working Korean women: The 2010- 2015 Korea national health and nutrition examination survey. 2020;17(5)
- [26] Park YM, White AJ, Jackson CL. Association of Exposure to artificial light at night while sleeping with risk of obesity in women. 2019.
- [27] Abdelaal M, le Roux CW, Docherty NG. Morbidity and mortality associated with obesity. *Ann Transl Med*. 2017;5(7):161.
- [28] Di Angelantonio E, Bhupathiraju SN, Wormser D et al. Body-mass index and all-cause mortality: Individual- participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in four continents. *Lancet*. 2016;388(10046):776–86.
- [29] Zimmet P, Alberti K. Se a implicado el síndrome circadiano en varias enfermedades crónicas, entre ellas la diabetes tipo 2 y la enfermedad cardiovascular. *Journals of internal Medicine*. 2019



- [30] Hübers M, Geisler C, Bosy-Westphal A et al. Association between fat mass, adipose tissue, fat fraction per adipose tissue, and metabolic risks: A cross-sectional study in normal, overweight, and obese adults. *Eur J Clin Nutr.* 2018;18;47(3):88–90.
- [31] Maukonen M, Kanerva N, Partonen T, Männistö S. Chronotype and energy intake timing in relation to changes in anthropometrics: A 7-year follow-up study in adults. *Chronobiol Int.* 2018;1–15