

Artículo de Revisión Sistemática / Systematic Review Article

Crononutrición y su relación con la obesidad: Una revisión sistemática

Chrononutrition and its relation with obesity: A systematic review

Andrea Sagredo Dumas¹. <https://orcid.org/0000-0001-5598-907X>

Verónica Cornejo¹. <https://orcid.org/0000-0002-8858-8499>

Samuel Durán Agüero². <https://orcid.org/0000-0002-0548-3676>

María Jesús Leal-Witt^{1*}. <https://orcid.org/0000-0002-5697-1581>

1. Unidad Nutrición Humana, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile; Santiago, Chile.

2. Facultad de Ciencias para el Cuidado de la Salud. Universidad San Sebastián, Santiago, Chile.

*Dirigir correspondencia: María Jesús Leal-Witt.

Unidad Nutrición Humana, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile.

El Líbano 5524, Macul, Santiago, Chile.

Email: mj.leal@inta.uchile.cl

Este trabajo fue recibido el 30 de enero de 2021.

Aceptado con modificaciones: 31 de julio de 2021.

Aceptado para ser publicado: 11 de noviembre de 2021.

RESUMEN

Introducción: A través del reloj central y de los relojes periféricos que se encuentran en un organismo, se regula el ritmo circadiano (RC), el cual interviene en las funciones metabólicas y endocrinas. La "crononutrición" explica la importancia del tiempo y los tipos de alimentación sobre nuestro RC. La obesidad es uno de los mayores problemas de salud pública. Objetivo: Describir la relación que existe entre la crononutrición y la obesidad. Métodos: Revisión sistemática; búsqueda en PubMed, Cochrane Library, Scielo y Medline, entre los años 2014 a 2019, sólo en humanos. Se obtuvieron 19 artículos y de ellos sólo 4 artículos cumplieron con los criterios de inclusión. Resultados: Se observó que valores de Índice de Masa Corporal (IMC) y circunferencia de cintura (CC) eran mayores en personas que no desayunaban y que cenaban con menos de 3 hrs antes de dormir. Se obtuvo que en niños de 4 años con ingestas energética mayores en almuerzo y cena, presentaban mayor probabilidad de sobrepeso u obesidad a los 7 años y además, no desayunar y cenar tardíamente se asoció negativamente con el peso corporal. En otro estudio, se observó que los adolescentes que realizaban sus comidas principales en horarios tardíos, hubo una asociación con el aumento en el IMC y CC. En sujetos con peso normal, independiente de si comían con tendencia hacia la mañana o la noche, pero presentaban una sincronía en su RC, no sufrían mayores alteraciones en su peso, lo cual no sucedió en sujetos con exceso de peso. Conclusiones: Una alimentación no sincronizada con el RC, puede aumentar la probabilidad de desarrollar obesidad en el mediano y largo plazo. Sin embargo, aún se necesita mayor evidencia. Palabras clave: Alimentación; Crononutrición; Obesidad; Sistema Circadiano.

ABSTRACT

Introduction: The circadian rhythm is responsible for regulating important metabolic and endocrine functions. "Chrononutrition" explains the importance of time and types of food based on circadian rhythm. Obesity is one of the biggest public health problems. Objective: To describe the relation between chrono-nutrition and obesity. Methods: A systematic review was performed using PubMed, Scielo and Medline databases of articles published between 2014 to 2019 in humans. Nineteen articles were obtained and four articles met inclusion criteria. Results: Higher Body Mass Index (BMI) and weight circumference (WC) values were observed in people who skipped breakfast and ate less than 3 hours before bed. Children 4 years of age with higher energy intakes at lunch and dinner were more likely to be overweight or obese at 7 years. Skipping breakfast and eating dinner later was negatively associated with body weight. Among adolescents, eating main meals late was associated with an increase in BMI and WC. In normal weight subjects, regardless of whether they ate early or late, if eating was aligned with their circadian rhythm, they did not suffer major changes in weight. This was not the case for subjects with excess weight. Conclusions: A diet not aligned with the circadian rhythm, may increase the probability of generating obesity in the medium and long term. However, evidence is still needed.

Keywords: Circadian Rhythm; Chrono-nutrition; Diet; Obesity.

INTRODUCCIÓN

Se ha definido como Ritmo Circadiano (RC) los cambios de un organismo en función a un ciclo de 24 horas¹. En un organismo existen los relojes biológicos o también conocidos como osciladores periféricos, que están presentes en los diferentes órganos y tejidos, y van a funcionar de forma sincronizada de acuerdo al reloj central o de forma autónoma, dependiendo del estímulo y las circunstancias. Este reloj principal o central, a través de la regulación y sincronizaciones de los relojes biológicos, va a mantener el RC estable uniformando procesos metabólicos, endocrinos y conductuales². El reloj central se encuentra en el cerebro, específicamente en el hipotálamo y a partir de un conjunto de neuronas forman el núcleo supraquiasmático (NSQ)^{3,4}.

Los relojes circadianos de un organismo son la expresión de genes reloj y sus proteínas transcritas correspondientes, los generan una retroalimentación tanto negativa como positiva regulando de esta forma todas las funciones metabólicas del cuerpo^{3,4,5}. Se han identificado activadores transcripcionales positivos como genes centrales (CLOCK), la proteína 2 del dominio PAS neuronal (NPAS2), la proteína cerebral y muscular (ARNT) y la proteína BMAL1, y como elementos negativos que inhiben su propia transcripción los genes PER (PER1, 2 y 3) y el criptocromo (CRY1 y 2)⁴.

Tanto los relojes periféricos como el reloj central pueden verse alterados, lo que puede traducirse en una alteración del RC, afectando diversos factores en la vida diaria. Por ejemplo, se ha observado que acciones en un organismo como dormir poco, alimentarse en horarios poco frecuentes o saltarse tiempos de comida, trabajar en sistemas de turnos o de noche y no dormir o realizar un viaje muy extenso, podrían llevar a una ganancia de peso importante a través del tiempo, aumentando el riesgo de desarrollar alteraciones metabólicas⁵. Es por esto que, tanto la nutrición como la alimentación, son dos factores que toman un gran valor al momento de hablar de la regulación del RC, existiendo una estrecha relación con la frecuencia y regularidad horaria de las comidas (crononutrición), y que además esta respuesta puede ser diferente en cada persona (cronotipo diurno o vespertino)^{5,6}.

En el contexto de la ganancia de peso, se ha desarrollado el estudio de la crononutrición para poder dilucidar cuál es la relación de la obesidad con y desincronización de los relojes periféricos a pesar de una ingesta baja de alimentos durante un tiempo determinado¹.

La obesidad es una patología que resulta de la interacción de factores genéticos y ambientales, y actualmente es reconocida como una epidemia a nivel mundial por la Organización Mundial de la Salud (OMS) afectando con particular severidad a países en desarrollo y de menor nivel socioeconómico^{7,8}. La prevalencia en Chile, según la última Encuesta Nacional de Salud (ENS) del año 2017, indica que el sobrepeso alcanza un 39,8% y la obesidad a un 31,2% de la población, resultando que más de un 71% de la población total presenta malnutrición por exceso, con mayor incidencia en mujeres⁹.

Los estilos de vida condicionan la crononutrición de un organismo, la falta de sueño, dormir en horarios que no están destinados a ese fin (dormir de día), comer en horarios desorganizados o no comer, realizar un viaje largo, trabajar de noche o en sistema de turnos, puede generar una disrupción en el RC, pudiendo influir en el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles como la obesidad^{10,11,12,13}.

A través de la evidencia actual se ha observado que algunos hábitos saludables como: el consumo del desayuno, comer en horarios correspondientes a los diferentes tiempos de comida durante el día, no comer en horarios nocturnos o cercanos al ciclo del sueño, así como el dormir en el horario adecuado y la cantidad de horas suficiente, además de evitar la utilización excesiva de pantallas o aparatos electrónicos y realizar actividad física regularmente, mantiene la crononutrición de un organismo estable y se disminuye la probabilidad de aparición de ECNT y de obesidad a futuro^{14,15,16}.

Es por esto que luego de estos antecedentes, hemos planteado la realización de esta revisión sistemática con el objetivo principal de describir la relación que existe entre la crononutrición y la obesidad.

METODOLOGÍA

Para la realización de la presente Revisión Sistemática se siguieron los lineamientos de la declaración PRISMA. Los autores verificaron el protocolo en PROSPERO sin registrarlo como una revisión sistemática.

Criterios de elegibilidad

Tipos de estudio: estudios analíticos observacionales, de corte transversal y experimentales.

Participantes: se consideraron solo estudios realizados en humanos (niños y adultos), con cualquier clasificación del estado nutricional.

Criterios de exclusión: Se excluyeron revisiones sistemáticas y metaanálisis y estudios realizados en animales y experimentación *in vitro*.

Estrategia de búsqueda

La búsqueda se realizó mediante 3 pasos: La selección fue desarrollada en 3 etapas: selección en las bases de datos bibliográficas de acuerdo con las palabras claves determinadas y la combinación de ellas; selección mediante la lectura del título y resumen para identificar los artículos que tuvieran relación con el tema; y finalmente la elegibilidad de los artículos a partir de los criterios determinados. La búsqueda y selección se llevo a cabo por dos investigadores en forma independiente.

La búsqueda electrónica de la literatura se realizó utilizando las siguientes combinaciones y operadores booleanos: "Chrononutrition" OR "Chrono-Nutrition" AND "Obesity" AND "Circadian Rhythm" AND "Nutrition".

Fuentes de información

Se realizó una búsqueda en bases de datos: PubMed, Cochrane Library, Scielo y Medline. Se consideraron los

artículos en inglés y español publicados entre los meses de Junio del año 2014 a Marzo del año 2019.

Evaluación de calidad

Según el tipo de estudio seleccionado se basó la evaluación de calidad en las siguientes escalas:

- Newcastle-Ottawa (NOS)¹⁷: para estudios transversales y de cohortes, que se utilizan habitualmente para evaluar la investigación no aleatorizada. Se utilizaron los siguientes criterios: selección, comparabilidad y resultado. Las evaluaciones de calidad se interpretaron en función de las siguientes categorías: riesgo muy alto de sesgo (0-3 puntos), alto riesgo de sesgo (4-6 puntos) y bajo riesgo de sesgo (≥ 7 puntos).

- Guía de STROBE¹⁸: guía para evaluación del desarrollo de estudios observacionales. Cuenta con 22 ítems considerando título, resumen, introducción, métodos, resultados y discusión de los artículos. Cuenta con ítems de evaluación específico en el caso de estudios caso-control, de cohorte o estudios transversales.

La evaluación de calidad para cada estudio fue realizado por dos autores por separado.

RESULTADOS

Como resultado se obtuvieron 19 artículos a partir de la aplicación de las palabras claves en la búsqueda. Posteriormente, se excluyeron 15 de estas publicaciones por no cumplir con los criterios de inclusión determinados, 13 de ellas eran revisiones sistemáticas, uno correspondía a un estudio realizado en ratas y uno no tenía relación con el objetivo planteado para esta revisión (Figura 1).

En la tabla 1 se describen los 4 artículos seleccionados con el análisis respectivo.

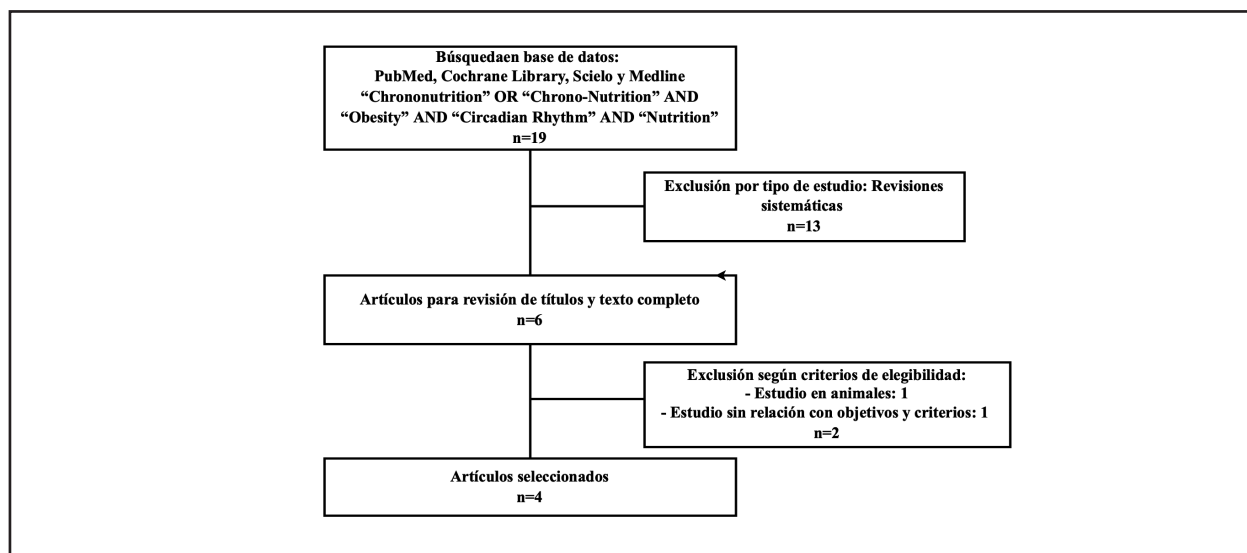


Figura 1: Selección de estudios incluidos para la revisión sistemática.

Tabla 1. Descripción artículos seleccionados para la revisión sistemática.

Autor y Año	Título y n de participantes	Objetivo y calidad del Estudio	Resultados	Conclusión
Watanabe et al. ¹⁹ , 2014	Skipping Breakfast is Correlated with Obesity. n: 766 sujetos entre 30 y 79 años de edad.	Investigar la relación entre el horario de las comidas y la obesidad, en base al análisis de mediciones físicas, marcadores bioquímicos en suero, ingesta de nutrientes y factores de estilo de vida en el contexto de la crononutrición. Calidad metodológica (Guía STROBE): buena calidad.	Los valores para el IMC y la CC fueron más altos en los participantes que cenaron menos de 3 horas (<3h) antes de acostarse en relación a los que comían con más de 3 horas (>3h) antes de acostarse con p value 0,017 y 0,034 respectivamente. El estudio mostró una diferencia significativa entre los hábitos alimentarios en donde saltarse el desayuno influyó significativamente tanto en la CC ($\beta = 5,271$) como en el IMC ($\beta = 1,440$), mientras que cenar <3 h antes de acostarse solo influyó en el IMC ($\beta = 0,581$).	Saltarse el desayuno tuvo una mayor influencia tanto en la CC como en el IMC, que cenar <3 h antes de acostarse.
Vilela et al. ²⁰ 2019	Chrono-Nutrition: The Relationship between Time-of-Day Energy and Macronutrient Intake and Children's Body Weight Status. n: 1961 niños de 4 años de edad.	Evaluar el efecto de la ingesta de energía y macronutrientes en el momento del día a los 4 años de edad sobre el estado del peso a los 7 años de edad. Calidad metodológica (NOS): buena calidad.	Tener una ingesta de energía relativamente mayor en el almuerzo y la cena (OR= 1,19, IC 95%= 1,05 a 1,34) o a media tarde (OR = 1,18, IC 95%= 1,05 a 1,34) a los 4 años se asoció con una mayor probabilidad de desarrollar sobrepeso u obesidad a los 7 años. Una ingesta relativamente mayor de grasa en el almuerzo se asoció directamente con una mayor probabilidad de que los niños más tarde presentaran sobrepeso u obesidad (OR = 1,17, IC 95% = 1,03 a 1,32). Estas asociaciones fueron independientes del efecto sobre los comportamientos alimentarios (consumo de energía, proteínas, carbohidratos y grasas en los distintos tiempos de comida) de los niños relacionados con el apetito. Los resultados muestran una relación negativa entre saltarse el desayuno, comer más tarde y el aumento peso corporal de los niños.	Una mayor ingesta de energía y macronutrientes en las comidas principales y una menor proporción durante la tarde y la noche, parecen ser más beneficiosas para el peso de los niños. Importante es el ritmo en aumento de ingesta diaria de los alimentos en el aumento de peso excesivo durante la infancia.

...continuación tabla 1.

Autor y Año	Título y n de participantes	Objetivo y calidad del Estudio	Resultados	Conclusión
Palla et al. ² 2019	Diurnal Patterns of ¹ Energy Intake Derived via Principal Component Analysis and Their Relationship with Adiposity Measures in Adolescents. n: 1438 adolescentes entre 11 y 18 años.	Describir los patrones de alimentación diurna (DEP) en una muestra representativa a nivel nacional de adolescentes del Reino Unido y relacionar la DEP derivada con medidas antropométricas. Calidad metodológica (STROBE): buena calidad	Se interpretaron tres patrones: PAD1, PAD2 y PAD3. Se obtuvo una asociación significativa entre la ingesta calórica total y la edad, observando que por cada aumento de año en edad, el puntaje PAD aumentó 0,26 unidades (p <0,001), favoreciendo un patrón tardío de alimentación. En relación con el patrón PAD3, hubo una asociación positiva con el aumento en IMC y CC, observando que por cada unidad en el puntaje PAD, el IMC y la CC aumentó en 0,30 Kg/mt ² (IC del 95%: 0,06-0,54; p= 0,015) y 1,36 cm (IC del 95%: 0,78-1,93; p <0,001) respectivamente. No se observó asociación significativa entre PAD1 y PAD2 con respecto al aumento del IMC o la CC.	Los adolescentes que comían grandes cantidades en sus comidas principales temprano y comidas nocturnas en lugar de comer sus comidas principales un poco más tarde pero sin alimentación nocturna, tuvieron mayores valores de IMC y CC.
Muñoz et al. ²² , 2016	The association among chronotype, timing of food intake and food preferences depends on body mass status. n: 171 sujetos de 400, finalizaron el período de seguimiento y fueron evaluados.	Analizar las posibles relaciones entre los cronotipos de “mañana” o la “noche”, los hábitos alimenticios y el nivel de obesidad. Calidad metodológica (STROBE): buena calidad	De los sujetos analizados se separaron en dos grupos, peso normal y sobrepeso/obesidad. En personas con peso normal, el grupo de cronotipo de “mañana” ingirió la mayor parte de su energía en desayuno/almuerzo, mientras que el grupo de la “noche” mostró una mayor ingesta en la cena (p value <0,05). En las personas con SP u OB se obtuvo que la ingesta de energía era mayor sin relación a algún horario en específico. Al comparar con el grupo de peso normal, presentaron una menor ingesta de energía en el desayuno (p value 0,004).	Personas con bajo peso o peso normal, mostraron patrones en sincronía con sus RC. Los sujetos con sobrepeso u obesidad mostraron patrones de ingesta eliminados de sus RC.

Watanabe et al.¹⁹ (2014), analizó en 766 sujetos la relación entre los horarios de alimentación y obesidad, luego de comparar en dos grupos de acuerdo a el horario de la cena, observó que los valores tanto para el índice de masa corporal (IMC) como para la circunferencia de cintura (CC)

fueron más altos en el grupo que cenaban con menos de 3 horas antes de acostarse (<3h) en comparación al grupo que cenaban con más de 3 horas antes de acostarse (>3h), con p value 0,017 y 0,034 respectivamente. Se pudo determinar que existía una diferencia entre ambos grupos y el grupo

<3h solía comer después de las 21 horas y realizaban comidas posteriores a la cena. Además, el estudio demostró una diferencia significativa en los hábitos alimentarios, entre estas características el saltarse el desayuno influyó significativamente tanto en la CC ($\beta= 5,271$) como en el IMC ($\beta= 1,440$), y cenar con una menos de 3 horas antes de acostarse, solo influyó en el IMC ($\beta= 0,581$).

Vilela et al.²⁰ (2019), analizaron la ingesta de una cohorte de niños a los 4 años y luego a los 7 años analizaron el peso y la influencia de la ingesta realizada previamente. Luego de analizar los datos obtenidos, se demostró que tener una ingesta de energía relativamente mayor a los 4 años en el almuerzo y la cena (OR= 1,19, IC 95% = 1,05 - 1,34) o a media tarde (OR= 1,18, IC 95% = 1,05 - 1,34), se asoció con una mayor probabilidad de sobrepeso u obesidad a los 7 años. También se observó que una ingesta relativamente mayor de grasa en el almuerzo se asoció directamente con una mayor probabilidad que los estos niños presentaran sobrepeso u obesidad (OR= 1,17, IC 95% = 1,03 - 1,32). Estas asociaciones fueron independientes del efecto sobre los comportamientos alimentarios (consumo de energía, proteínas, carbohidratos y grasas en los distintos tiempos de comida) de los niños relacionados con el apetito. Luego de esta investigación, se pudo observar la relación perjudicial de omitir el desayuno y cenar tarde, con el aumento del peso corporal de los niños.

Palla et al.²¹(2019) describió patrones alimentarios diurnos (PAD) en una cohorte de 1.438 adolescentes entre 11 a 18 años, interpretándose de la siguiente manera: PAD 1 como un contraste entre el desayuno y el almuerzo temprano, versus un almuerzo y cena tardía más un refrigerio nocturno; PAD 2 como un contraste entre una merienda a media mañana, almuerzo tardío y cena temprana versus tomar desayuno, meriendas a media mañana y una media tarde y cena tardía; y PAD 3 como un contraste entre las comidas principales tardías versus las comidas principales tempranas y merienda nocturna. Al analizar cada variable y los patrones definidos se obtuvo una asociación significativa entre la ingesta calórica total diaria y la edad, donde los sujetos al aumentar cada año de edad, el puntaje PAD aumentaba 0,26 unidades ($p < 0,001$), favoreciendo un patrón de alimentación tardío. La ingesta diaria se asoció de manera positiva con PAD 2, donde por cada aumento de 100 calorías, se aumentó en 0,3 unidades el puntaje PAD ($p < 0,001$). En relación al patrón determinado como PAD 3, hubo una asociación positiva con el aumento tanto del IMC como de la CC, por cada unidad en el puntaje PAD, el IMC y la CC aumentaron en 0,30 Kg/mt² (IC del 95%: 0,06 - 0,54; $p= 0,015$) y 1,36 cm (IC del 95%: 0,78 - 1,93; $p < 0,001$) respectivamente. No se observó asociaciones significativas entre PAD1 y PAD2 con el aumento del IMC o la CC.

Finalmente, Muñoz et al.²² (2017) analizaron los cronotipos de mañana y de tarde, en relación con la ingesta calórica y el grado de obesidad. No hubo diferencia significativa en la ingesta energética entre el grupo de cronotipo de mañana o de tarde, pero sí se observó una coherencia en que el

grupo matutino presentó mayor ingesta de energía en las primeras comidas en comparación al grupo vespertino que tuvieron una mayor ingesta en la cena. Esta tendencia sólo se mantuvo al momento de separar los grupos según el estado nutricional en los sujetos con normo peso. Paralelamente, el grupo de sujetos con sobrepeso (SP) u obesidad (OB), se observó que comían un exceso de energía en cualquier momento del día, sin un horario definido, sin coincidir con el cronotipo descrito para cada sujeto.

DISCUSIÓN

Existen relojes biológicos en todos los tejidos del organismo de un individuo, los cuales controlan: los ritmos de descanso y actividad, los ritmos de alimentación, ayuno y ritmos de secreción hormonal. Estos relojes se pueden ver afectados por algunos estímulos presente en el ambiente en el que se desarrolla ese individuo. Algunas de estas situaciones pueden ser el aumento del IMC, CC y de hábitos poco saludables, que como sabemos son algunos de los pasos previos para la generación las ECNT. En esta revisión nos referimos específicamente al desarrollo de obesidad y cómo esta puede tener relación con la alteración en el sistema circadiano.

Al analizar el artículo de Watanabe et al.¹⁹ (2014) se demostró que cenar con una diferencia menor a tres horas antes de acostarse y saltarse el desayuno, se relaciona significativamente con la obesidad. Estudios han demostrado que las personas que duermen poco (menos de 7 horas al día), reducen la hormona leptina (supresora del apetito) y aumentan la hormona ghrelina y por tanto aumentan considerablemente el apetito lo que se traduce en un aumento de la ingesta, eligiendo alimentos menos saludables, obteniéndose como resultado un aumento en su IMC²³. Se podría plantear la hipótesis de que estos cambios podrían desempeñar un papel importante y que contribuirían en el desarrollo de la obesidad a largo plazo en situaciones de restricción del sueño²³. Esta afirmación se puede respaldar con la observación de que la cantidad de sueño nocturno estaría relacionado con la obesidad en adultos mayores chilenos como en escolares, demostrando que una corta duración del sueño se correlaciona con el aumento del peso^{24,25}. Se ha observado que alterar las horas de sueño (dormir en horarios que no son para este fin) o no dormir las horas suficientes, altera el metabolismo hormonal de cada persona, activando las vías orexígenas llevando a una alteración en el apetito en las horas que se deberían destinar al descanso²⁶.

Otro factor importante en la disrupción del RC es la aparición de las ECNT. La interrupción de un ritmo biológico en un organismo podría favorecer un desbalance metabólico favoreciendo el desarrollo de algún factor de riesgo cardiovascular; un ejemplo de esto es la cascada de reacción que puede generar la hiperglicemia postprandial, recientemente estudiado por Jakubowicz et al.²⁷ (2021) en el contexto de su regulación y la pérdida de peso en sujetos con DM2, planteando el rol del desayuno en la regulación

del reloj genético. La hiperglicemia postprandial conduce a una disminución progresiva de la función de las células B, provocando una respuesta retardada y deficiente de la insulina, favoreciendo el desarrollo de DM2 y por lo tanto de riesgo cardiovascular²⁷. Al mismo tiempo, se ha observado que una alteración en el RC de las células alfa (a) pancreáticas, disminuye la liberación del glucagón^{1,28}. De estos artículos se ha concluido que el horario de las comidas, independientemente de la ingesta total de energía, tiene una gran influencia sobre el gene reloj y los relojes periféricos, los cuales están completamente involucrados en la regulación de los procesos metabólicos entre ellos la hiperglicemia postprandial²⁷.

También se ha asociado al RC, la regulación de gran parte de la fisiología gastrointestinal, incluida la motilidad, absorción, digestión y el equilibrio electrolítico, observándose en una alteración del RC un aumento de la probabilidad de generar trastornos y alteraciones gastrointestinales²⁹ e incluso modificaciones en la microbiota intestinal³⁰.

Vilela et al.²⁰ (2019) en el estudio del efecto a largo plazo en niños de 4 años de la ingesta energética en los distintos tiempos de comida, observó que una mayor ingesta de energía y macronutrientes en las comidas principales y una menor ingesta de alimentos en las comidas de la tarde y noche, son más beneficiosas para el peso corporal de los niños. Pueden ser varios los mecanismos que interfieren en el RC de los niños, pero desde que nacen hasta aproximadamente los 2 años, podrían presentar una mayor tendencia a tener un cronotipo matutino el cual se va modificando a medida que van creciendo³¹. Se debe tener presente que a cierta edad, los niños comienzan a cambiar sus horarios y conductas, debido a actividades sociales, la asistencia al jardín o al colegio, jornadas matutinas más largas, los cual puede interferir con su ritmo circadiano y el tiempo de sueño, favoreciendo un cronotipo más vespertino³¹. Aún falta evidencia para poder describir claramente cuál es el rol que tiene la alimentación en la sincronía de los RC en los niños, pero eventualmente un cambio o alteración en el ritmo podría generar variaciones en la sensación de hambre y saciedad, provocando una ganancia de peso y/o alteraciones metabólicas a temprana edad^{19,31}.

En el estudio de Palla et al.²¹ (2019) concluyeron que los adolescentes que tienden a comer las comidas principales más temprano, pero una ingesta elevada de energía en la noche, presentaron un IMC y una CC más altos en comparación a los sujetos que realizaron las comidas principales un poco más tarde, pero sin consumir alimentos calóricos en la noche. El cronotipo con tendencia a consumir mayor cantidad de calorías en la noche podría ser un determinante importante en la conducta de la ingesta alimentaria²⁸. Se ha evidenciado que sujetos que tienden a acostarse y levantarse más tarde, se asocian con una mayor probabilidad de consumir bebidas con cafeína, energéticas, azucaradas y alcohol, además de comida rápida^{32,33}. Sato-Mito et al.²³ (2011) evaluaron el punto medio del sueño entre la hora de acostarse y la hora de levantarse, y observaron que el punto medio del

sueño tardío se asociaba con que el mayor porcentaje de energía provenía de grasas y alcohol y el menor porcentaje provenía de proteínas y carbohidratos. Es muy importante destacar que los hábitos de alimentación se instauran en la infancia y los factores de riesgo para las ECNT tienden a formarse en esta etapa y en la adolescencia. A medida que se avanza en el ciclo vital, en la etapa de la adolescencia y adulto joven, el cronotipo cambia de matutino a nocturno, lo que se traduce en que las comidas cambian de horario y comienzan a realizarse más tarde³⁴.

Muñoz et al.²² (2017) analizaron las posibles relaciones entre los cronotipos de mañana y de noche, los hábitos de alimentación y el grado de obesidad. Observaron que personas con peso normal, independiente si comen con mayor tendencia hacia la mañana o la noche, pero con ingestas de energía similares, logran sincronizar su RC y por tanto no sufren mayores alteraciones en el peso. Pero, en personas con sobrepeso u obesidad, que comen a lo largo del día un exceso de energía, su RC está desincronizado. Si bien hay estudios que indican que las personas con un cronotipo nocturno no tienden a alimentarse de forma saludable, falta mayor evidencia al respecto para considerarlo como una afirmación³⁵. El estudio de Muñoz et al.²² (2017) presenta una limitación importante, el número de la muestra estudiada es muy pequeña en comparación a otros estudios, pero es interesante que se haya podido evidenciar que el cronotipo y el grado de obesidad no sólo se relacionan con la ingesta total diaria, sino que también con el momento de la ingesta de energía y nutrientes. Con esos antecedentes se ha definido que personas con un cronotipo de mañana y con un sueño adecuado en calidad y tiempo, suelen tener pérdida de peso exitosa, en comparación a las personas con sobrepeso y obesidad³⁶.

CONCLUSIÓN

Debido a la existencia de un reloj biológico principal y uno en cada órgano del organismo, podemos sincronizar el RC, regulando así nuestras actividades diarias, pero una alteración de puede dar como resultado a alteraciones metabólicas, entre ellas el desarrollo de obesidad a largo plazo.

En base a los estudios analizados se puede comprender la importancia de comer saludablemente, de forma adecuada para cada edad, en los horarios correspondientes para este fin, realizar actividades de manera regular y constante y evitar omitir algún tiempo de comida o comer en momentos en el organismo debería estar en. Se pudo evidenciar que alimentarse asincrónicamente con los RC, se alteran parámetros bioquímicos y físicos, pudiendo desarrollar obesidad.

Además, es importante tener en cuenta los factores que pueden interferir en los horarios de alimentación, los cuales van variando con la edad, el sexo y los estilos de vida, llevando a condicionar la alimentación para el resto del día. Es importante considerar el RC de un organismo para favorecer una alimentación saludable evitando el

desarrollo del sobrepeso u obesidad, lo que sostenido en el tiempo aumentaría la probabilidad del desarrollo de ECNT.

Una limitación importante que se tuvo al realizar esta revisión fue la poca evidencia que existe respecto al estudio de la crononutrición y su relación con la obesidad. Hace falta un mayor conocimiento en cuanto a esta relación, mayor evidencia sobre la interrupción de los RC y la ganancia de peso. El desarrollo de esta área ayudaría a desarrollar programas o intervenciones en el tratamiento de la obesidad que sean más eficientes en la pérdida de peso y la mantención en el tiempo, mejorando así la calidad de vida de las personas en el futuro.

Financiamiento: Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de agencias de financiamiento de los sectores público, comercial o sin fines de lucro.

REFERENCIAS

1. Maury E. *Off the clock: From circadian disruption to metabolic disease*. *Int J Mol Sci*. 2019; 20: 1-25.
2. Johnston JD, Ordovás JM, Scheer FA, Turek FW. *Circadian rhythms, metabolism, and chrononutrition in rodents and humans*. *Adv Nutr*. 2016; 7: 399-406.
3. Valladares M, Campos B, Zapata C, Durán Agüero S, Obregón A. *Association between chronotype and obesity in young people*. *Nutr Hosp*. 2016; 33: 1336-1339.
4. Logan RW, McClung CA. *Rhythms of life : Circadian disruption and brain disorders across the lifespan*. *Nat Rev Neurosci*. 2018; 20: 49-65.
5. Chamorro R, Farias R, Peirano P. *Circadian rhythms, eating patterns, and sleep: A focus on obesity*. *Rev Chil Nutr*. 2018; 45: 285-292.
6. Oda H. *Chrononutrition*. *J Nutr Sci Vitaminol*. 2015; 61: S92-S94.
7. *NCD Risk Factor Collaboration*. *Worldwide trends in bodymass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: A pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults*. *Lancet* 2017; 390: 2627-2642.
8. *WHO Global InfoBase*. <https://apps.who.int/infobase/report.aspx?rid=112&ind=DPA>
9. *National Health Survey 2016-2017, First Results*. Ministry of Health, Chilean Government. 2017. <http://epi.minsal.cl/encuesta-nacional-de-salud-2015-2016/>
10. Chamorro R, Durán S, Reyes S, Ponce R, Algarín C, Peirano P. *Sleep deprivation as a risk factor for obesity*. *Rev Med Chile* 2011; 139: 932-40.
11. Pot GK, Almoosawi S, Stephen AM. *Meal irregularity and cardiometabolic consequences: Results from observational and intervention studies*. *Proc Nutr Soc*. 2016; 75: 475-486.
12. Pot GK. *Sleep and dietary habits in the urban environment: The role of chrono-nutrition*. *Proc Nutr Soc*. 2018; 77: 189-198.
13. Foster RC, Peirson SN, Wulff K, Winnebeck E, Vetter C, Roenneberg T. *Sleep and circadian rhythm disruption in social jetlag and mental illness*. *Prog Mol Biol Transl Sci*. 2013; 119: 325-346.
14. Almoosawi S, Vingeliene S, Karagounis LG, Pot GK. *Chrono-nutrition: A review of current evidence from observational studies on global trends in time-of-day of energy intake and its association with obesity*. *Proc Nutr Soc*. 2016; 75: 487-500.
15. Roßbach S, Diederichs T, Nöthlings U, Buyken AE, Alexy U. *Relevance of chronotype for eating patterns in adolescents*. *Chronobiol Int*. 2018; 35: 336-347.
16. Kant AK, Graubard BI. *Within-person comparison of eating behaviors, time of eating, and dietary intake on days with and without breakfast: NHANES 2005-2010*. *Am J Clin Nutr*. 2015; 102: 661-670.
17. Wells G, Shea B, O'Connell D, Peterson J, Welch V, Losos M, et al. *Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale Cohort Studies*. University of Ottawa; Ottawa, ON, Canada: 2014. www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp.
18. Vandenberg JP, von Elm E, Altman DG, Gøtzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ, et al. *Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE): Explanation and elaboration*. *PLoS Med*. 2007; 4: e297.
19. Watanabe Y, Saito I, Henmi I, Yoshimura K, Maruyama K, Yamauchi K, et al. *Skipping breakfast is correlated with obesity*. *J Rural Med*. 2014; 9: 51-58.
20. Vilela S, Oliveira A, Severo M, Lopes C. *Chrono-nutrition: The relationship between time-of-day energy and macronutrient intake and children's body weight status*. *J Biol Rhythms* 2019; 34: 332-342.
21. Palla L, Almoosawi S. *Diurnal patterns of energy intake derived via principal component analysis and their relationship with adiposity measures in adolescents: Results from the National Diet and Nutrition Survey RP (2008-2012)*. *Nutrients* 2019; 11: 1-12.
22. Muñoz JSG, Cañavate R, Hernández CM, Cara-Salmerón V, Morante JH. *The association among chronotype, timing of food intake and food preferences depends on body mass status*. *Eur J Clin Nutr* 2017; 71: 736-742.
23. Sato-Mito N, Sasaki S, Murakami K, Okubo H, Takahashi Y, Shibata S, et al. *The midpoint of sleep is associated with dietary intake and dietary behavior among young Japanese women*. *Sleep Med*. 2011; 12: 289-294.
24. Durán-Agüero S, Reyes HS. *Relationship between sleep duration and obesity in Chilean elderly*. *Arch Latinoam Nutr*. 2016; 66: 142-147.
25. Durán-Agüero S, Haro Rivera P. *Association between the amount of sleep and obesity in Chilean schoolchildren*. *Arch Argent Pediatr*. 2016; 114: 114-119.
26. Escobar C, González Guerra E, Velasco-Ramos M, Salgado-Delgado R, Angeles-Castellanos M. *Poor quality sleep is a contributing factor to obesity*. *Rev Mex de Trastor Aliment J Eat Disord*. 2013; 4: 133-142.
27. Jakubowicz D, Wainstein J, Tsameret S, Landau Z. *Role of high energy breakfast "Big breakfast Diet" in clock gene regulation of postprandial hyperglycemia and weight loss in type 2 diabetes*. *Nutrients*. 2021; 13: 1558.
28. Kalsbeek A, La Fleur S, Fliers E. *Circadian control of glucose metabolism*. *Mol Metab*. 2014; 3: 372-383.
29. Voigt RM, Forsyth CB, Keshavarzian A. *Circadian rhythms: A regulator of gastrointestinal health and dysfunction*. *Expert Rev Gastroenterol Hepatol*. 2019; 13: 411-424.
30. Di Stefano A, Scatà M, Vijayakumar S, Angione C, La Corte A, Liò P. *Social dynamics modeling of chrono-nutrition*. *PLoS Comput Biol*. 2019; 15: 1-25.
31. Almoosawi S, Vingeliene S, Gachon F, Voortman T, Palla L, Johnston JD, et al. *Cronotype: Implications for epidemiologic studies on chrono-nutrition and cardiometabolic health*. *Adv Nutr*. 2019; 10: 30-42.
32. Wittmann M, Dinich J, Merrow M, Roenneberg T. *Social jetlag: Misalignment of biological and social time*. *Chronobiol*

Int. 2006; 23: 497-509.

33. Malone SK, Zemel B, Compher C, Souders M, Chittams J, Thompson AL, et al. Characteristics associated with sleep duration, chronotype, and social jet lag in adolescents. *J Sch Nurs.* 2016; 32: 120-131.
34. Wittig F, Hummel E, Wenzler G, Heuer T. Energy and macronutrient intake over the course of the day of German adults: A DEDIPAC-study. *Appetite.* 2017; 114: 125-136.
35. Wang JB, Patterson RE, Ang A, Emond JA, Shetty N, Arab L. Timing of energy intake during the day is associated with the risk of obesity in adults. *J Hum Nutr Diet.* 2014; 27 (Suppl 2): 255-262.
36. Ross KM, Graham Thomas J, Wing RR. Successful weight loss maintenance associated with morning chronotype and better sleep quality. *J Behav Med.* 2016; 39: 465-471.