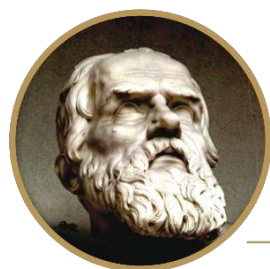


UNIVERSIDAD GALILEO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
LICENCIATURA EN QUÍMICA BIOLÓGICA

“Relación entre las horas y calidad de sueño, con los niveles de testosterona en personas del sexo masculino entre los 18 y 35 años, de la ciudad de Guatemala, durante el año 2021”



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

TESIS

PRESENTADA A LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA
SALUD POR

ANA ISABEL CASTILLO ASCOLI

PREVIO A CONFERÍRSE EL TÍTULO DE

QUÍMICO BIÓLOGO

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIATURA

GUATEMALA, ENERO 2023

Guatemala, 12 de septiembre de 2023


Señores UNIVERSIDAD GALILEO

Presente

Es un gusto poder saludarles por este medio. Así mismo informo que procedo a asesorar a la estudiante de la Carrera Licenciatura en Química Biológica: Ana Isabel Castillo Ascoli, quien se identifica con No. de DPI: 3007589010101 y carné 18001 372; en la elaboración de tesis: Relación entre las horas y calidad de sueño, con los niveles de testosterona, en personas del sexo masculino entre los 18 a 35 años, de la Ciudad de Guatemala, durante el año 2021.

Sin nada más que agregar,

Att,


Licda. Elenora López de Bonatti
Químico Biólogo
Colegiado 485



Guatemala, 11 septiembre 2023.

Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Presente.

Estimada Dra. Chávez de Pop:

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión del trabajo de tesis titulado: **“Relación entre las horas y calidad de sueño, con los niveles de testosterona, en personas del sexo masculino entre los 18 a 35 años de la ciudad de Guatemala durante el año 2021”** de la alumna: **Ana Isabel Castillo Ascoli** con carnet **18001372** de la **Licenciatura Química Biológica**.

Después de realizar la revisión del trabajo final he considerado que cumple con todos los requisitos técnicos solicitados, por lo tanto, los autores y asesor se hacen responsables del contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente,



Lic. Evenora López de Bonatti
Asesor de Tesis

Lic. Evenora López de Bonatti
Químico Biólogo
Colegiado 485

7 avenida, calle Dr. Eduardo Suger Cofiño, zona 10. anexo Torre I
PBX: 2423-8000. Ext. 7430 a la 7438. Email: salud@galileo.edu

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	X
JUSTIFICACIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
HIPÓTESIS	3
OBJETIVOS	4
1.1.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
MARCO TEÓRICO	5
1. ANTECEDENTES	5
2. CONCEPTOS	10
2.1 La Testosterona	12
Características químicas de la testosterona	12
Funciones de la testosterona	14
Lugar de producción de la testosterona	18
Síntesis de la testosterona	18
Testosterona libre	23
Niveles normales de testosterona	23
Niveles anormales de testosterona	24
Diagnóstico de la deficiencia de testosterona	25
Tratamiento para la deficiencia de testosterona	26
2.2 El Sueño	26
Horas de sueño necesarias	27
Estructura del sueño	27
Reguladores cerebrales del sueño	28

Evolución normal del sueño	29
Ciclo sueño-vigilia.....	30
Trastornos del ritmo circadiano del sueño	31
1.5.2.2.1 Efectos de la falta de sueño.....	34
METODOLOGÍA	38
UNIVERSO.....	38
MUESTRA	38
TIPO DE ESTUDIO	38
VARIABLES DE ESTUDIO	39
MÉTODO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS	39
MÉTODO PARA ANÁLISIS DE DATO.....	40
RESULTADOS.....	41
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	49
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52
ANEXOS	53
REFERENCIAS	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ritmo diurno de la testosterona	5
Figura 2. Variación nocturna de la testosterona	7
Figura 3. Eje hormonal masculino	11
Figura 4. Estructura química de la testosterona	13
Figura 5. Reducción de la testosterona	14
Figura 6. Control hormonal en el hombre	15
Figura 7. ¿Qué hace la testosterona?	16
Figura 8. Frontdoor pathway (camino de entrada)	19
Figura 9. Divisiones de la síntesis de testosterona	21
Figura 10. Vía clásica con sus divisiones y vías alternas adrenales	22
Figura 11. Vías de la síntesis de testosterona	22
Figura 12. Niveles de testosterona según la edad	24
Figura 13. Evolución normal del sueño	30
Figura 14. Efectos del SAOS en los sistemas	33
Figura 15. Acúmulo de proteína beta en los cerebros de los pacientes	35
Figura 16. Efectos de la privación del sueño	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. Pacientes por grupo de edad.....	41
Tabla 3. Pacientes por rango de resultado de Cuestionario de Pittsburg	42
Tabla 4. Pacientes por rango de recuento de Testosterona Total (ng/mL)	43
Tabla 5. Clasificación de Testosterona Total según grupo de edad	44
Tabla 6. Clasificación de resultado de Cuestionario de Pittsburg según la edad	45
Tabla 7. Clasificación de la Testosterona Total según resultado de Cuestionario Pittsburg	46
Tabla 8. Clasificación de Testosterona Total según resultado de Cuestionario Pittsburg y edad.....	47
Tabla 9. Correlación de Pearson	48

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Pacientes por grupo de edad	41
Gráfica 2. Pacientes por rango de resultado de Cuestionario de Pittsburg	42
Gráfica 3. Pacientes por rango de recuento de Testosterona Total (ng/mL)	43
Gráfica 4. Clasificación de Testosterona Total según grupo de edad	44
Gráfica 5. Clasificación de resultado de Cuestionario de Pittsburg según la edad.....	45
Gráfica 6. Clasificación de Testosterona Total según resultado de Cuestionario Pittsburg	46
Gráfica 7. Clasificación de Testosterona Total según resultado de Cuestionario Pittsburg y edad	47
Gráfica 8. Correlación de Pearson y Coeficiente de Determinación	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento Informado	53
Anexo 2. Cuestionario de Pittsburg para medir la Calidad del Sueño.....	53
Anexo 3. Bitácora de pacientes.....	54
Anexo 4. Continuación de bitácora de pacientes.....	55
Anexo 5. Afiche informativo para los pacientes	56

AGRADECIMIENTOS

El principal agradecimiento a Dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mis padres, ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado, han sido mis mejores guías de vida. Les dedico este logro a ustedes, como una meta más conquistada.

A mi asesora, Lic. Evenora López de Bonatti, sin usted, sus virtudes, su paciencia y su constancia este trabajo no lo hubiese logrado tan fácil.

Y a todas las personas que de una y otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo.

INTRODUCCIÓN

Según la Real Academia Española, la testosterona es una “hormona producida por los testículos que tiene por función el desarrollo de las glándulas genitales y el mantenimiento de los caracteres sexuales secundarios masculinos.” (Real Academia Española, 2020).

Su fórmula condensada es: $C_{19}H_{28}O_2$, su nombre propio es testosterona, sin embargo, su nombre sistemático es Dodecahidrociclopentafenantreno y es un andrógeno, esteroide.

En los hombres tiene el efecto de aumentar la concentración y memoria en el cerebro, la masa muscular, disminuye la grasa, desarrolla el órgano sexual, aumenta la densidad y el crecimiento de los huesos, el crecimiento del vello engruesa la voz en la pubertad, etc.

El hombre llega a producir de 12 a 16 veces más testosterona que la mujer, y en los hombres también cambia dependiendo de la etapa de vida en la que se encuentre (infancia, adolescencia, pubertad, madurez y senectud). La testosterona que es producida por las células de Leydig es la que se encuentra en la circulación sanguínea, y en el adulto la concentración normal es de 300 a 1,000 ng/dl.

Según el Léxico de Oxford el sueño es la necesidad de dormir y la acción de estar en reposo. La media de horas de sueño adecuadas es de 9 horas a los 18 años, en la edad media es de 8 horas y a partir de los 60 años es de 6.5 horas.

Mientras se duerme, el organismo incrementa la producción de testosterona y llega a su punto máximo entre las 6 y 8 horas de la mañana, razón por la cual se produce la erección masculina al despertar, y el punto mínimo se da a las 20 horas.

Un estudio hecho en el año 2018 llegó a la conclusión que durante el sueño REM (Sueño de Movimiento Ocular Rápido), los niveles de testosterona alcanzan el máximo, por eso, si un hombre no tiene esta importante etapa, porque debe lidiar con un sueño interrumpido y un Síndrome de apnea obstructiva del sueño (AOS), su nivel de testosterona es baja.

El estudio que se realizó analizó los niveles de testosterona en las personas de sexo masculino que habitan en la zona 10 de la ciudad de Guatemala y que tienen entre 18 y 35 años, y se les pasó una encuesta acerca de sus horas y calidad de sueño, todo esto con el objetivo de establecer si existe o no una relación entre las dos variables, la calidad de sueño y la producción de testosterona.

La razón por la cual se realizó el estudio es debido a la falta de de investigaciones previas sobre el tema en Guatemala.

JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfocó en estudiar la relación entre las horas y calidad de sueño con los niveles de testosterona de los hombres adolescentes y adultos jóvenes habitantes de la zona 10 de la ciudad de Guatemala, debido a que los cambios producidos en las últimas décadas, en la tecnología, valores, principios y costumbres, el estilo de vida de este grupo de personas se ha visto modificado.

Así, a través del presente estudio mostrar los cambios que se presentan a nivel hormonal dependiendo los hábitos de sueño, y profundizar sobre los conocimientos teóricos de los procesos hormonales que sufre el cuerpo del hombre dependiendo del estilo de vida que lleve. Además, ofrecer una vista integral sobre el daño producido por la falta de descanso, apoyando la concientización de la población mencionada.

Los motivos por los que se investigó los efectos de la falta de un buen sueño en la salud de jóvenes entre los 18 y 35 años se centran en la carencia de investigación previa que existe sobre el tema en nuestro país, Guatemala, y que este sector vulnerable de población se encuentra expuesto en mayor medida que el resto de la sociedad a los riesgos que puede implicar la utilización continua de los aparatos electrónicos, al igual que enfrentar la presión social relacionada con la ingesta de bebidas alcohólicas o consumo de drogas para “relajarse”, y así mismo, tiende incluso a manejar altos grados de presión por sus estudios, su futuro, su relación, etc.

Se pretende entonces ayudar a alertar a este sector poblacional, acerca del peligro que conlleva la falta de sueño, así como generar conocimientos que ayuden en el tratamiento de los niveles bajos de testosterona producidos por la ausencia parcial o total del sueño.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Problema: Los adolescentes y adultos jóvenes tienden a dormir pocas horas.

Preguntas:

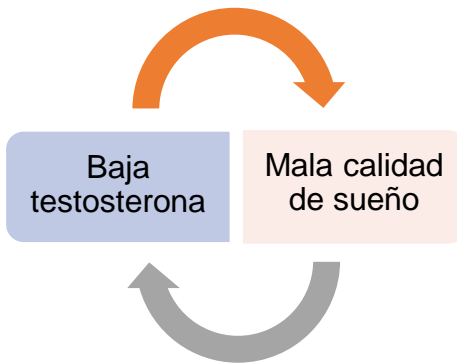
- ¿Por qué los hombres se quedan despiertos hasta tarde?
- ¿Cuál es la conexión del sueño con la testosterona?
- ¿El daño es reversible? ¿Pueden volver a subir los niveles de testosterona?
- ¿Cómo se mejora la calidad de sueño?
- ¿Qué porcentaje disminuye la testosterona al año con una mala calidad de sueño?
- ¿Se pueden compensar las horas de sueño de noche en el día? ¿Eso ayuda a subir el nivel de testosterona?
- ¿Qué otros factores influyen en el nivel bajo de testosterona? ¿Y en la mala calidad de sueño?
- ¿En qué más afecta la testosterona baja?
- ¿De qué otra manera se puede subir los niveles de testosterona?
- ¿Afecta más a los niveles de testosterona no dormir con relación a la edad? ¿La testosterona disminuye en un porcentaje más alto por año?

Posibles causas:

- Alta carga de tareas o trabajo
- Salen hasta tarde
- Ven mucha televisión
- Uso de aparatos tecnológicos por tiempo prolongado
- Insomnio
- Estrés
- Depresión
- Ansiedad

HIPÓTESIS

Existe una correlación negativa estadísticamente significativa entre los niveles de testosterona y las horas y calidad de sueño en los hombres entre 18 y 35 años de la zona 10 de la Ciudad de Guatemala lo que significa que, a menor calidad de sueño, menor producción de testosterona y viceversa. Debido a que, al disminuir los niveles de testosterona en la sangre, los niveles de cortisol aumentan, es decir, el estrés es mayor, lo que puede llegar a provocar insomnio. En otras palabras, a menor cantidad de testosterona peor es la calidad de sueño, y cuando la calidad de sueño es mala, disminuye la producción de testosterona.



OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer la relación entre las horas de sueño y los niveles de testosterona en hombres entre 18 y 35 años.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar la importancia de dormir las horas adecuadas y en el periodo del día que corresponde.
- Informar acerca de la importancia de la medición de testosterona y su correlación con los hábitos de descanso, por medio de un afiche informativo que se les entregó a los pacientes al momento de participar en el estudio.
- Exponer otras circunstancias, en las que puede disminuir o aumentar los niveles de testosterona, por medio de un afiche informativo que se les entregó a los pacientes al momento de participar en el estudio.

MARCO TEÓRICO

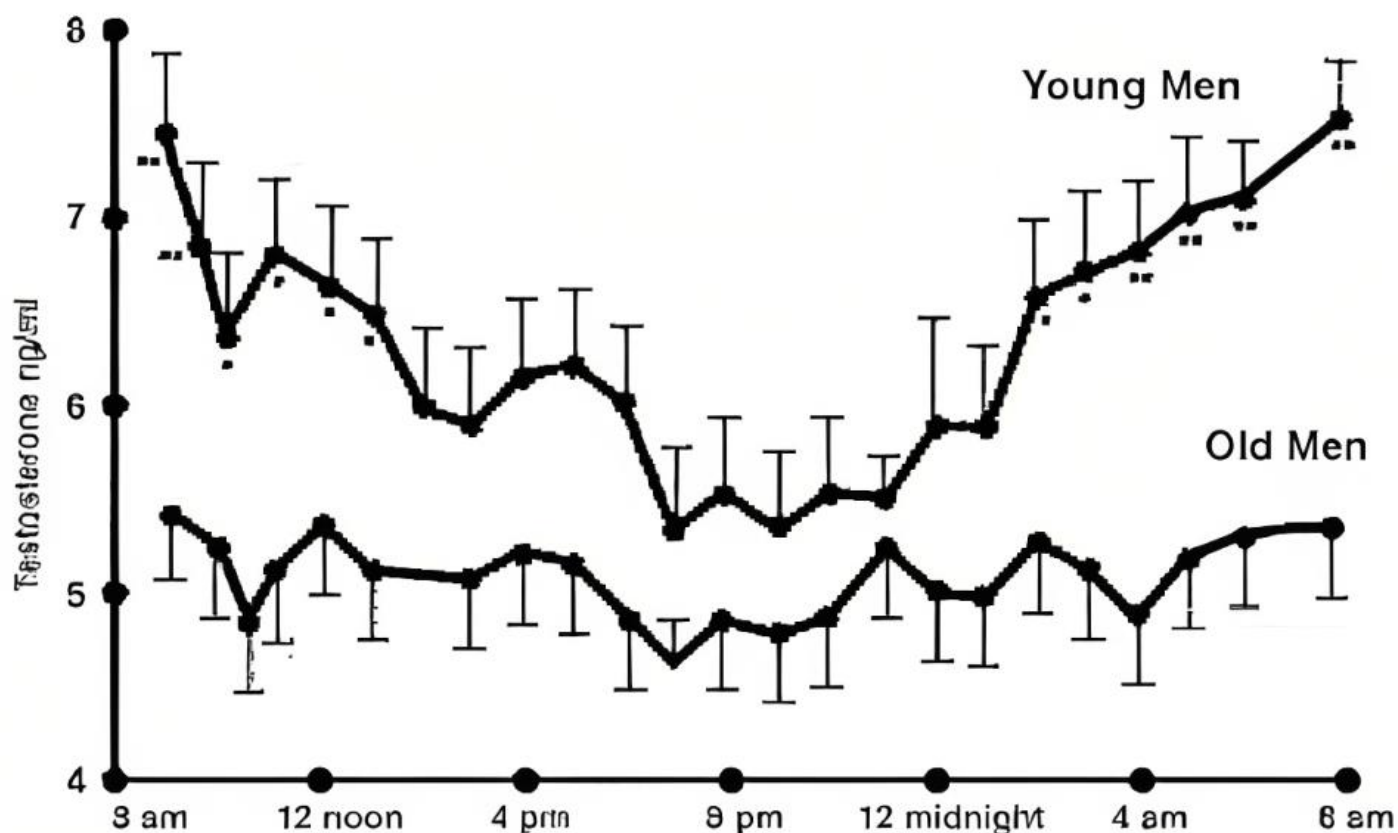
1. ANTECEDENTES

Mientras se duerme, el organismo incrementa la producción de testosterona, por lo tanto, los niveles de dicha hormona llegan a su punto máximo entre las 6 y 8 horas de la mañana, razón por la cual se produce la erección masculina al despertar, y el punto mínimo se da a las 20 horas.

Se ha demostrado que la testosterona está altamente relacionada con:

- El aumento de tiempo de sueño del paciente
- Lo reparador que es el sueño
- Número de episodios REM (Sueño de Movimiento Ocular Rápido) y su duración

Figura 1. Ritmo diurno de la testosterona



Captura de pantalla de datos de 2020 de la investigación realizada por Marrama que muestra el punto del día en el que hombre produce menos testosterona, que sería entre las 4 y 8pm, por el contrario, a las 8am es cuando el hombre tiene un alto nivel de hormona testosterona en su sangre.

Fuente: (Marrama, 2020)

Un estudio del Journal of Applied Psychology estableció que a mayor satisfacción o mejor sensación de descanso y menor sensación de cansancio o de no haber dormido bien, mayores son los niveles de la testosterona en sangre. Así mismo, los niveles altos de testosterona fueron relacionados con menor cantidad de sueño interrumpido durante las primeras horas de la mañana, es decir, que cuando se duerme bien durante la madrugada es cuando más aumenta la testosterona. Además, por eso es por lo que los niveles de testosterona deben medirse entre las 9 y 10 horas de la mañana. (39)

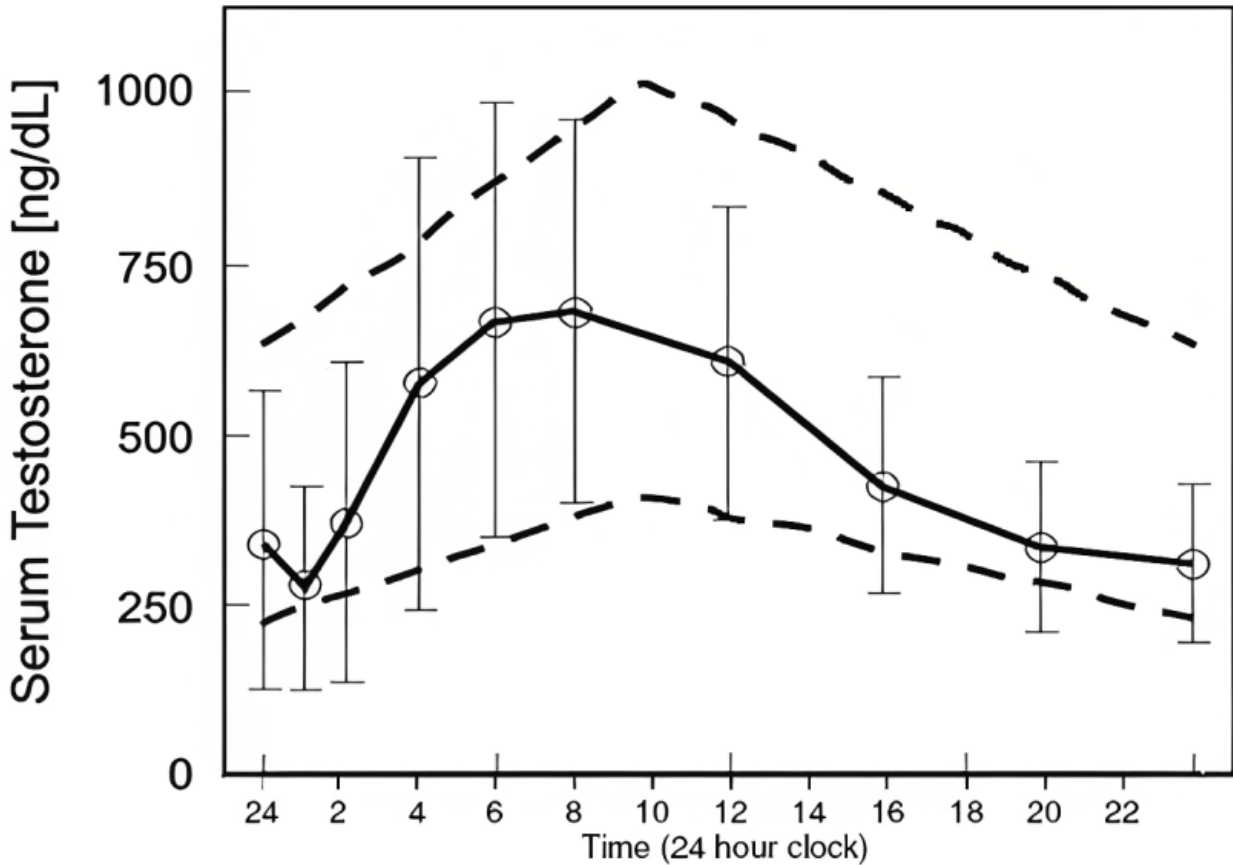
Por el otro lado, cuando los niveles de testosterona son bajos, la calidad del sueño disminuye y se descansa menos, hace que los niveles de dicha hormona sean aún más bajos. Debido a que la falta de sueño tiene un efecto negativo en la producción de la glucosa, esto hace que el hombre se vuelva resistente a la insulina y pueda desarrollar un síndrome metabólico o diabetes, y está demostrado que dichas enfermedades están relacionadas con los niveles bajos de testosterona. Y, específicamente, la disminución de tal hormona tiene que ver con la pérdida del sueño en los ciclos III y IV (ver página 28). El mismo estudio antes mencionado alude a que cuando el sueño profundo es menor al 7% los niveles de testosterona disminuyen más rápidamente. (39)

Un estudio realizado por científicos de la Universidad de Chicago en Estados Unidos reveló que hombres que tuvieron un promedio de 5 horas de sueño por noche durante una semana presentaron niveles significativamente más bajos de testosterona que cuando éstos dormían durmieron durante toda la noche. (6)

El efecto que produce el sueño escaso sobre la producción de testosterona puede hacer que la persona lusca de 10 a 15 años más grande de la edad que tiene. (30)

Otro estudio hecho en el año 2018, en España, llegó a la conclusión que el sueño de movimiento ocular rápido (REM) es el más importante debido a que en él, es donde la producción de testosterona es mayor, es por esto que, si un hombre no tiene esta esencial etapa de REM (Sueño de Movimiento Ocular Rápido) cuando duerme, ya sea porque su sueño se ve interrumpido o bien porque no posee una cantidad de oxígeno adecuada por la apnea obstructiva del sueño (AOS) (ver página 33), su nivel de testosterona tiende a ser baja, lo que podría terminar en una disfunción eréctil. (11)

Figura 2. Variación nocturna de la testosterona



La testosterona tiene un ciclo asociado al sueño, el cual aumenta al principio del período del sueño, está asociado a la aparición del primer ciclo de sueño R y se mantiene elevada durante toda la noche.

Fuente: (Contreras, 2013)

En el 2008, Monica Levy y Sergio Tufik, una biomédica, jefa de la División de sueño de la Universidad Federal de Sao Paulo y un profesor del departamento de Psicología de la misma Universidad, buscaban saber la importancia de la homeostasis del sueño para la regulación endocrina. Este deseo los llevo a realizar una revisión clínica en Sao Pablo, Brasil, que lleva por nombre *The effects os testosterone on sleep and sleep disorderd breathing in men: Its bidirectional interaction with erectile function*. El objetivo del artículo fue revisar los cambios circadianos de la testosterona, su papel específico en el sueño y las respiraciones normales, y los efectos de la interrupción del sueño en los niveles hormonales. (35)

El artículo destaca varios estudios realizados acerca del tema, entre ellos menciona que investigaciones recientes informan que la testosterona en hombres jóvenes aumenta durante el sueño diurno al igual que durante el sueño nocturno. Sin embargo, el nivel cae al despertar, lo que confirma que el sueño, en lugar de un ritmo circadiano, es fundamental para la regulación de la testosterona. (35)

Hace mención a Axelsson, la duración del sueño, la calidad del sueño y el tiempo de vigilia deben medirse junto con las concentraciones de la testosterona.

Al relacionar la testosterona con los trastornos del sueño indica que la testosterona amplía la respuesta ventilatoria a la hipoxia en hombres con hipogonadismo, lo que puede causar o agudizar la apnea del sueño al conducir CO₂ por niveles inferiores del umbral de apnea. Además, tanto la apnea obstructiva del sueño (AOS) como las comorbilidades coexistentes aportan a la disminución concentraciones de testosterona. (31)

En 1994, Cistulli et.al., demostraron que la testosterona se asoció con un aumento en la colapsabilidad de las vías respiratorias superiores durante el sueño, y que este puede ser el mecanismo por el cual la testosterona induce o intensifica la AOS. (31)

Y, por último, analizando los cambios en la testosterona después de la privación del sueño (SD)/restricción del sueño, vuelve a citar a Axelsson et.al., el cual comparó las principales hormonas anabólicas y catabólicas en trabajadores por turnos y descubrió que los trabajadores por turnos más ocupados tenían niveles de testosterona matutinos más bajos que los que lograban descansar un poco durante el turno. (31)

Por lo tanto, el artículo concluye que, la pérdida de sueño se ha asociado como una regulación alterada del eje hipotálamo-hipófisis suprarrenal y altera la función gonadal al ocasionar una marcada reducción en la concentración de la testosterona. (35)

Según Eve Van Cauter, profesora de medicina y directora del estudio “*Sleep loss lowers testosterone in healthy Young men*” publicado el 1 de junio en la revista Journal of the American Medical Association (JAMA), los hombres que duermen menos de cinco horas por noche tienen niveles más bajos de testosterona que los hombres que duermen entre siete y ocho horas por noche. (6)

Los niveles bajos de testosterona se asocian con un aumento de malestar y una disminución de la fuerza y energía, lo que también puede ocurrir como consecuencia de la falta de sueño.

Durante el estudio, los jóvenes pasaron por pruebas para detectar trastornos endocrinos o psiquiátricos y problemas para dormir, tenían un promedio de 24 años. Pasaron tres noches durmiendo hasta diez horas, el último día les tomaron muestras de sangre cada 15 a 30 minutos; luego, pasaron ocho noches durmiendo únicamente cinco horas, el último día se volvió a repetir el proceso de toma de muestras. En esta última muestra, los niveles de testosterona se redujeron entre un 10 y 15 por ciento, siendo el horario entre las 14 a 22 horas del día donde los niveles se encontraron más bajos.

El estudio concluye que la baja duración y mala calidad del sueño se asocian cada vez más como alteradores endocrinos. (6)

Un estudio realizado en el año 2022 pasado por la empresa Baptist Health de Estados Unidos, indica que, como parte de nuestro ritmo circadiano natural, los niveles de testosterona aumentan durante el sueño y que la privación del sueño puede causar una disminución significativa en la producción de testosterona. Dicha relación va en ambos sentidos, cuando el tiempo de sueño disminuye la producción de testosterona también y cuando los niveles de testosterona bajan se puede producir o empeorar el insomnio.

Esto se debe a que la producción de testosterona y cortisol también están relacionadas, cuando los niveles de testosterona disminuyen, aumenta la cantidad de cortisol que circula en el cuerpo. El cortisol es la principal hormona de estrés en el cuerpo y una de sus tantas funciones es aumentar el estado de alerta, por lo que, si se encuentra aumentada, los ciclos de sueño son más cortos y, además, el sueño es menos profundo. (10)

Otro estudio realizado en la Universidad de Adelaide en Australia por el profesor G. Wittert explica que, el efecto de la privación del sueño sobre la testosterona puede depender de la edad. Su estudio en ratas demostró que la privación del sueño da como resultado una mayor disminución de la testosterona y una recuperación retardada en las ratas viejas que en las jóvenes.

La restricción del sueño durante ocho noches a 5 h (00:30-05:30 horas) por noche disminuyó los niveles de testosterona en un 10-15%, aunque no se midió la Globulina Fijadora de Hormonas Sexuales (SHBG). En un estudio posterior en el que se restringió el sueño durante la primera mitad de la noche y se permitió de 04:00 a 08:00 horas durante cinco noches, no hubo cambios significativos en la testosterona, aunque disminuyó la SHBG.

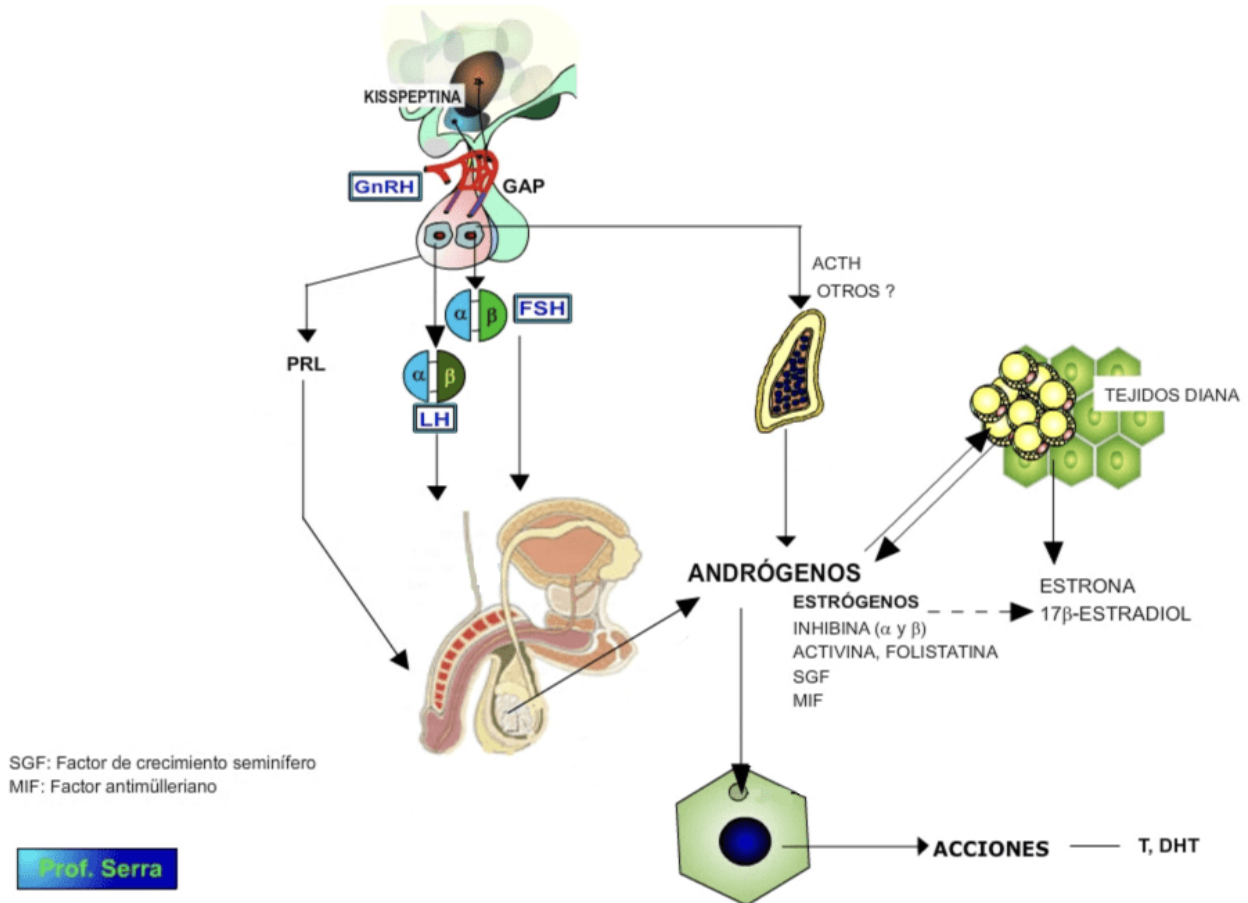
También demostraron que tanto los niveles de testosterona insuficientes como los excesivos afectan el sueño. En hombres de 65 años o más, con niveles más bajos de testosterona tenían una menor eficiencia del sueño, se despertaban varias veces durante la noche y su tiempo de sueño REM (Sueño de Movimiento Ocular Rápido) también fue bastante bajo. En cambio, los hombres jóvenes sanos con niveles más altos del rango normal de testosterona endógena tienen una mayor degradación del funcionamiento cognitivo y una peor calidad de sueño después de 5 días de restricción del mismo, en comparación con aquellos con niveles más bajos del rango normal de testosterona endógena. Y hablando sobre el similar efecto del exceso de testosterona en sangre, el estudio concluye que la administración de testosterona y el abuso de esteroides androgénicos/anabólicos, se asocia con la reducción del tiempo de sueño, el insomnio y el aumento de los despertares. (5)

2. CONCEPTOS

Las hormonas juegan un papel muy importante en todo tipo de proceso del cuerpo, como, por ejemplo, el hambre, la presión arterial y el deseo sexual. Son fundamentales para todos los sistemas del cuerpo y esenciales para la reproducción, ya que están ampliamente implicadas en la producción de los Espermatozoides. Las hormonas sexuales masculinas más importantes son la testosterona, la dihidrotestosterona, la LH y FSH.

la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), encargada de estimular hipófisis, para que produzca FSH y LH. La FSH regula la espermatogénesis y ayuda a las células de Sertoli a proteger y nutrir a las espermatogonias (células precursoras de espermatozoides). La LH estimula la secreción de la testosterona al actuar sobre las células de Leydig. Y la dihidrotestosterona es un derivado de la testosterona, se sintetiza a partir de ella por la acción de la enzima 5 α -reductasa. La prolactina, hormona que estimula el deseo sexual y la erección en el hombre, también está implicada en la función reproductora masculina al participar en la producción de la testosterona, estimulando a las células de Leydig, por lo tanto, los niveles de prolactina en sangre alteraran la cantidad de testosterona en el cuerpo. (22)

Figura 3. Eje hormonal masculino



La prolactina tiene una acción periférica en la regulación de la secreción de testosterona.

Fuente: (EJE HORMONAL SEXUAL MASCULINO (GÓNADAS MASCULINAS), 2023)

2.1 La Testosterona

Según la Real Academia Española, la testosterona es una “hormona producida por los testículos que tiene por función el desarrollo de las glándulas genitales y el mantenimiento de los caracteres sexuales secundarios masculinos.” (Real Academia Española, 2020)

Miguel G. Corral, director de la Unidad Editorial de Revistas Cuidate Plus, dice que la testosterona es una hormona correspondiente al grupo de los andrógenos, específicamente al de los esteroides o también llamados esteroides anabólicos. Es secretada tanto en hombres como en mujeres, en el caso de las mujeres es producida por los ovarios y en el de los hombres por los testículos. Se produce en más cantidad en el sexo masculino que en el femenino. Sin embargo, en ambos sexos, es una hormona que contribuye en muchas áreas del cuerpo, en los hombres, es la hormona más importante, ya que ayuda en el sustento de los huesos y músculos, es sustancial en la producción de los espermatozoides y glóbulos blancos, también interviene en el estado sexual y de ánimo, al igual que en la distribución de la grasa, el vello corporal y en las funciones cognitivas y además, promueve la síntesis de proteínas, el metabolismo de la glucosa y los lípidos. (8)

Las concentraciones de dicha hormona, en la mujer, están asociadas con el humor, la sensación de bienestar y la función o apetito sexual. (8)

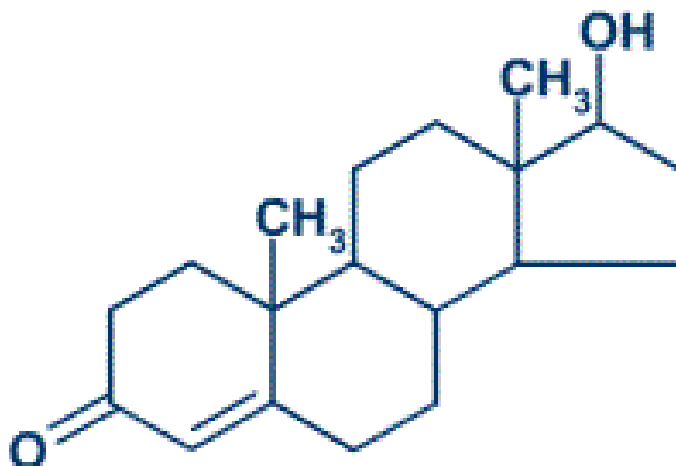
Oxford define la testosterona como una hormona sexual que se produce en su mayoría en los testículos y menormente en los ovarios y otros órganos y que, además, posee varias funciones reguladoras importantes. (48)

Además, establece que los efectos de la testosterona se producen ya desde los primeros 3 meses desde la fecundación. (45)

Características químicas de la testosterona total

Su fórmula condensada es: $C_{19}H_{28}O_2$, su nombre propio es testosterona, sin embargo, su nombre sistemático es Dodecahidrociclopentafenantreno y es un andrógeno, esteroide (sustancia química que conforma la base de muchas hormonas y contiene varias funciones según la hormona en la que se encuentre (44)), que se deriva del ciclopentanoperhidrofenantreno (colesterol). (57)

Figura 4. Estructura química de la testosterona



Tiene 19 carbonos, un doble enlace entre el carbono 4 y el carbono 5, un átomo de oxígeno en el carbono 1 y un radical hidroxilo (OH) en el carbono 12.

Fuente: (Testosterona, 2011)

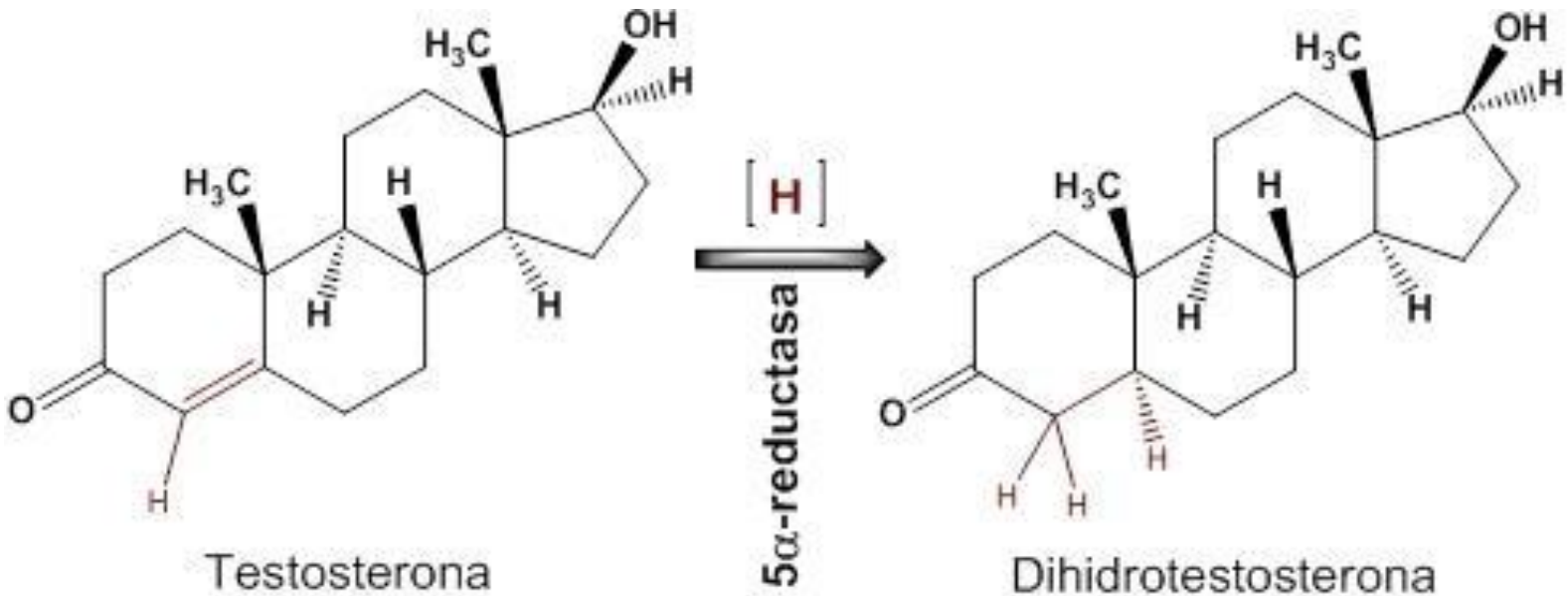
Debido a su peculiar estructura, la testosterona tiene funciones androgénicas y anabólicas. Dentro de los efectos anabólicos están el crecimiento de la masa muscular, fuerza y densidad y longitud ósea; y los resultados de la función androgénica son la maduración de los órganos sexuales, en especial la del pene y el crecimiento del escroto durante el embarazo y después del nacimiento (particularmente durante la pubertad), el recrudescimiento de la voz y el crecimiento del vello axilar y en la cara.

Además, es importante destacar que para poder efectuar su función fisiológica o farmacológica debe reducirse en posición 5-alfa-dihidrotestosterona, la cual es su forma activa. (62)

Figura 5. Reducción de la testosterona

La reacción está catalizada por la enzima 5 α -reductasa y se lleva a cabo dentro de las células de la próstata.

Fuente: (Tricas, 2013)



Funciones de la testosterona total

Acciones sexuales

La testosterona es esencial para el desarrollo de los genitales externos, desde el primer trimestre de vida fetal hasta en los primeros meses de haber nacido. Cuando no se produce una adecuada cantidad de andrógeno o bien, ocurre un error enzimático congénito o un defecto del receptor, el fenotipo genital puede ser femenino ambiguo.

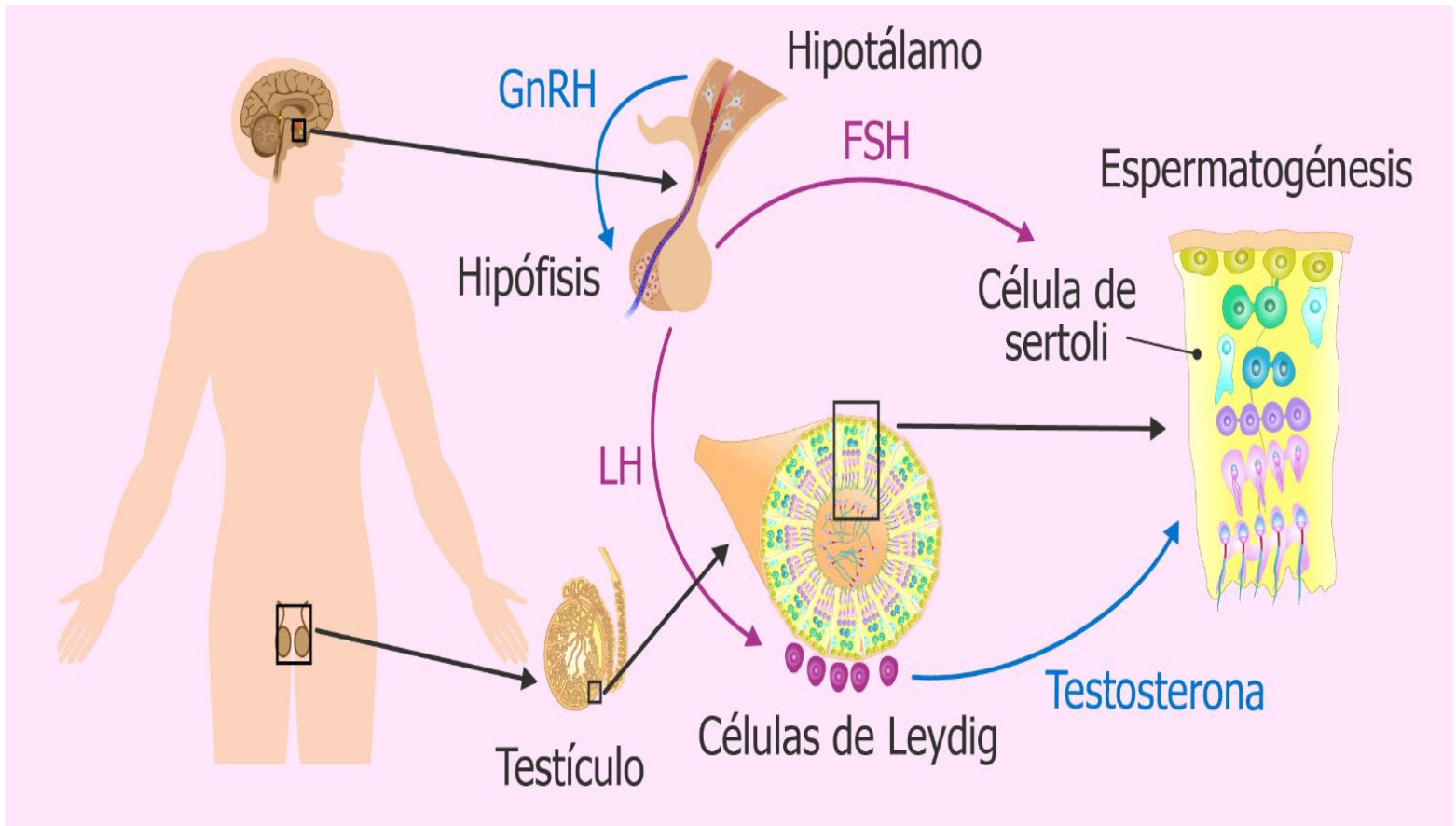
En el caso de este último son a los que se les llama pseudohermafroditas (síndrome de Morris), y cuando poseen ovario y testículo son los verdaderos hermafroditas.

Al comenzar la pubertad, las secreciones de LH y FSH comienzan a aumentar, al igual que el tamaño de los testículos, por lo tanto, también el número de células de Leydig y con ellas la concentración plasmática de testosterona. Los efectos que este aumento de testosterona tiene en los órganos sexuales primarios son: el crecimiento del escroto, pene y glándulas secretorias sexuales, el aumento de peso y de los testículos, estimulación de la espermatogénesis en los túbulos seminíferos y de la maduración espermática,

complementación de las características del semen y estimulación de su constitución al pasar por el epidídimo y los conductos deferentes. (53)

Figura 6. Control hormonal en el hombre

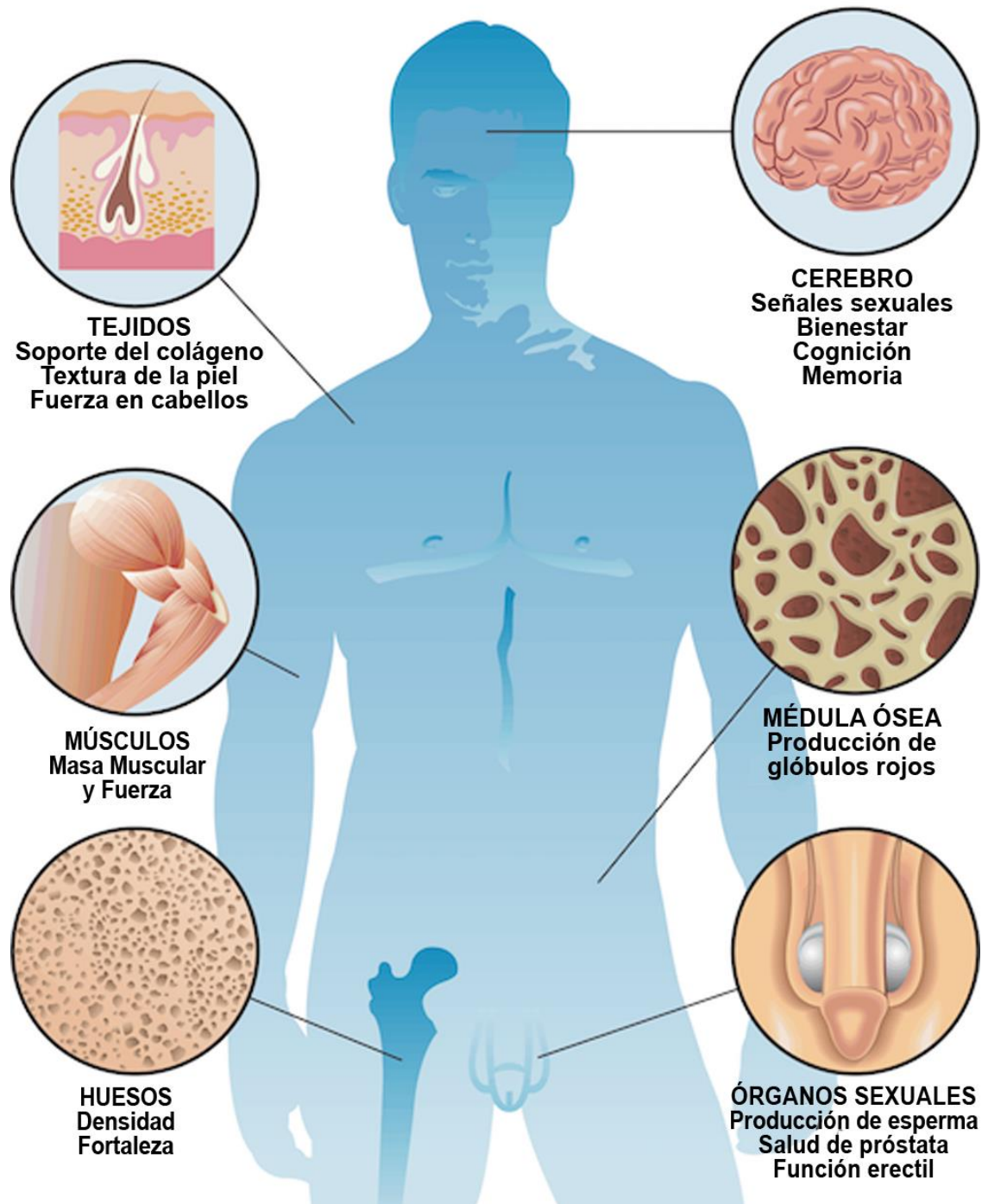
Cuando se alcanzan los niveles adecuados de testosterona en la sangre, esta hormona debe actuar sobre el hipotálamo y la hipófisis para bloquear la producción de GnRH, LH y FSH.



Fuente: (salgado, 2016)

Sin embargo, también causa ciertos efectos sexuales secundarios como lo son: el incremento de la masa muscular, la proliferación de las glándulas sebáceas (lo que puede conllevar a la producción de acné), el engrosamiento de la piel, hipertrofia (crecimiento excesivo y anormal debido al aumento del tamaño de las células) de la laringe lo que origina la producción de voz grave, aumento de la cantidad de vello masculino en pubis, tronco, extremidades y barba. Además, tiene una relación genética con el apareamiento de la calvicie en hombres. (27)

Figura 7. ¿Qué hace la testosterona?



La hormona de la testosterona tiene varios efectos en el cuerpo entre ellos: hacer que los músculos crezcan, que los huesos se fortalezcan y que el libido funcione adecuadamente.

Fuente: (Horcajo, 2001)

Acciones sobre la hipófisis

Por medio de un mecanismo de control y regulación, para mantener el equilibrio dentro del sistema, lo que conocemos como retroalimentación negativa, la testosterona inhibe la secreción de gonadotropinas (hormonas implicadas en el ciclo menstrual) hipofisarias (LH y FSH), llevando a que sean los factores de liberación (GnRH) los que estimulen la producción de LH y FSH en la hipófisis anterior.

Después de los 60 años los niveles plasmáticos de testosterona y el número de células de Leydig comienzan a disminuir, a lo que se le asocia el envejecimiento. Sin embargo, simultáneamente se observan incrementos en las concentraciones plasmáticas de LH y FSH, lo que solo puede indicar una cosa, que están presentes factores testiculares que afectan la producción de testosterona. (64)

Acciones metabólicas

Como se ha mencionado anteriormente la testosterona es un andrógeno y dentro de sus distintas funciones tiene efectos anabólicos y de tipo mineralocorticoide (esteroides con función fisiológica que regula el metabolismo hidroeléctrico). Dentro de este tipo de funciones se encuentran el aumento en la síntesis de proteínas, de la retención de nitrógeno y balance de N positivo, el aumento de la masa muscular, estatura y peso corporal, la retención de sodio, cloro, agua, fósforo y potasio.

Además, estos efectos anabólicos suelen utilizarse de manera terapéutica con el uso de ciertas drogas como la 19-nor-testosterona, nandrolona, oximetolona, metelona y estanozolol, sin embargo, debe usar muy prudentemente.

La acción miotrófica se utiliza muy frecuentemente por los atletas, pero puede llegar a ocasionar daños muy graves como el cierre prematura de la epífisis, la detención del crecimiento en los adolescentes, y la inhibición de la secreción de FSH y LH puede ocasionar el descenso de la espermatogénesis, hipotrofia (retardo del desarrollo sin alterar la estructura) y atrofia (disminución en el tamaño y/o número de tejido) testicular, ginecomastia y feminización en el hombre, lo que a su vez eleva la producción de estrógenos a nivel periférico. (64)

Estímulo de la eritropoyesis

Dicha acción se da por medio de un aumento en la producción renal de eritropoyetina (hormona que estimula la médula ósea para producir más glóbulos rojos), lo que provoca que los hombres adultos tengan concentraciones de 1 a 2 g/dl más altas que los niños y mujeres, y que en hombre hipogonadotrópico (hombres con baja o nula producción de hormonas sexuales debido a un problema en la hipófisis o el hipotálamo) se observe una anemia moderada. (63)

Lugar de producción de la testosterona total

Se ha mencionado varias veces que esta hormona es producida por los testículos, pero específicamente, en un 90% por las células de Leydig y en un 10% por las glándulas suprarrenales. Sin embargo, su producción está conectada con el cerebro, ya que dicho órgano secreta dos hormonas importantes en la regulación del número de células de Leydig y por lo tanto de la secreción de testosterona.

Estas hormonas son la hormona luteinizante (LH) y la hormona foliculoestimulante (FSH), ambas controlan la producción de células de Leydig, pero solo la LH tiene el control de la testosterona ya que se encarga de regular la expresión de la 17 β -hidroxiesteroide deshidrogenasa, enzima encargada de reducir la androstenediona a testosterona. (62)

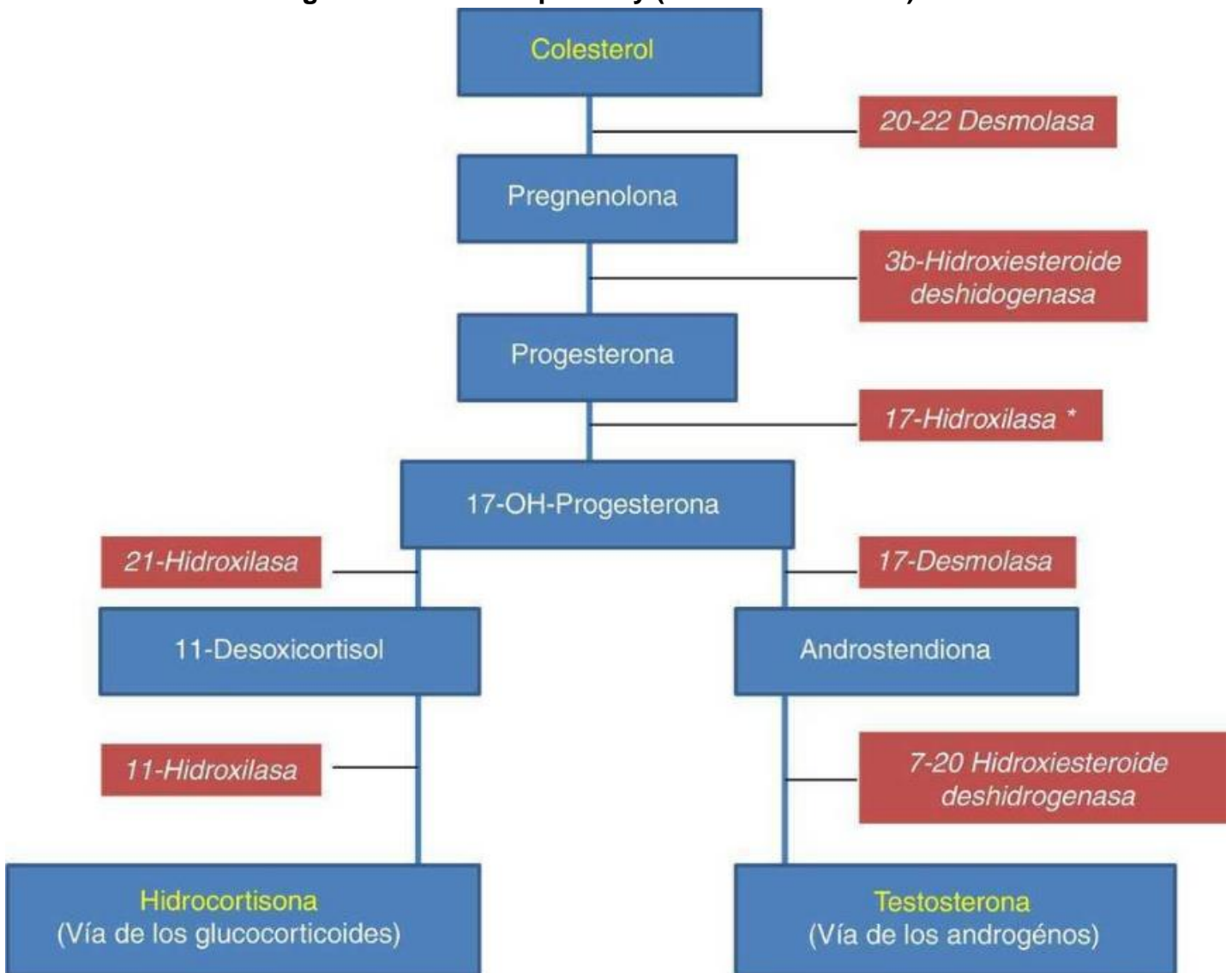
Síntesis de la testosterona total

Existen varias vías para la producción de testosterona. En el caso de la vía clásica o vía trasera, todo comienza con una molécula de colesterol, la cual después de 5 pasos, la intervención de varias enzimas y una combinación super balanceada de la vía de los andrógenos y la vía de los glucocorticoides, se va transformando hasta convertirse en testosterona.

Dicho proceso se lleva a cabo en las células de Leydig del testículo, las cuales secretan diariamente 10mg de testosterona, de los cuales 500 μ g son aportados por las glándulas suprarrenales y de la conversión periférica de androstenediona. Al comenzar el ciclo de la vía clásica, se inicia con el movimiento de los ésteres de colesterol (de 27 carbonos) de las vacuolas de grasa hasta las mitocondrias, para luego producir su hidroxilación y sean convertidos en pregnenolona (de 21 carbonos).

Este primer paso permite la formación de un complejo enzimático llamado el citocromo CYP450, y, además, es iniciado, principalmente, por la hormona luteinizante (LH) y con menor contribución, por las células de Sertoli, el intersticio testicular y otras hormonas, neurotransmisores y factores de crecimiento (FC), como, por ejemplo: la interleucina-1 (IL-1). (63)

Figura 8. Frontdoor pathway (camino de entrada)



Urol Colomb. 2016;25:25-30

Síntesis de la testosterona a partir de colesterol, ruta que implica un gran gasto de insumos para el organismo.

Fuente (Uribe, 2016)

Por otra parte, los genes del cromosoma X interactúan con muchas sustancias dentro de las cuales la mayoría son andrógenos, y es a lo que se conoce como “ligando”. Sin embargo, aún dentro de los andrógenos, dichos genes tienen ciertas preferencias o prioridades, en el primer puesto se encuentra la dihidrotestosterona (DHT); en segundo lugar, está la testosterona pura (T), androstenediona, dehidroepiandrosterona (DHEA) y DHEA-S; y en último puesto los estrógenos y la progesterona.

Por lo tanto, por medio de este sistema se asegura que la testosterona y la DHT (Dihidrotestosterona) tengan precedencia de adherencia y función. (63)

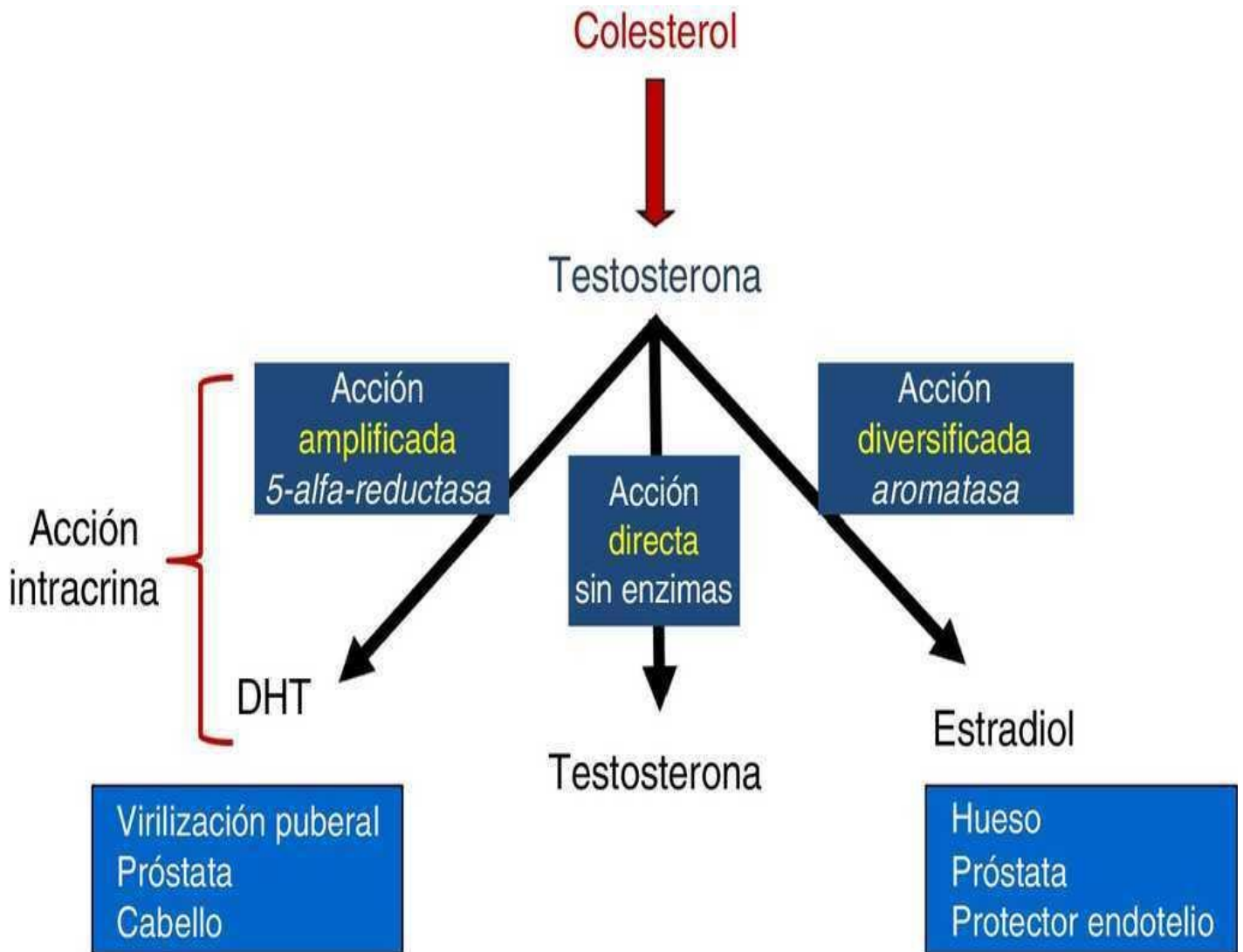
Además de eso, la testosterona pura (T), tiene otras tres rutas de acción sobre dichos genes, las cuales son la siguientes, en orden de prioridad:

- En la primera, la testosterona termina convirtiéndose en DHT (Dihidrotestosterona) por medio de la enzima 5 reductasa (5α -R).
- En la segunda, se convierte directamente, sin necesidad de enzima alguna a testosterona.
- En la tercera, la vía diversificada, donde ocurre una aromatización a estrógenos, por acción de la aromatasa, y se convierte en estradiol, la fuente principal de estrógenos masculinos.

Como se mencionó anteriormente, existen otras vías aparte de la vía clásica para producir testosterona (T), aunque en menor cantidad. Hay dos vías más que son consideradas “Frontdoor” (puerta principal) y otras dos llamadas “backdoor pathways” (caminos de puerta trasera).

Las dos “Frontdoor” (puerta principal) son de origen adrenal: una produce la testosterona (T) desde la DHEA con ayuda de la enzima 3β -hidroxiesteroide deshidrogenasa; y la otra comienza con desoxicortisol y utiliza la enzima 17-20 liasa. (63)

Figura 9. Divisiones de la síntesis de testosterona

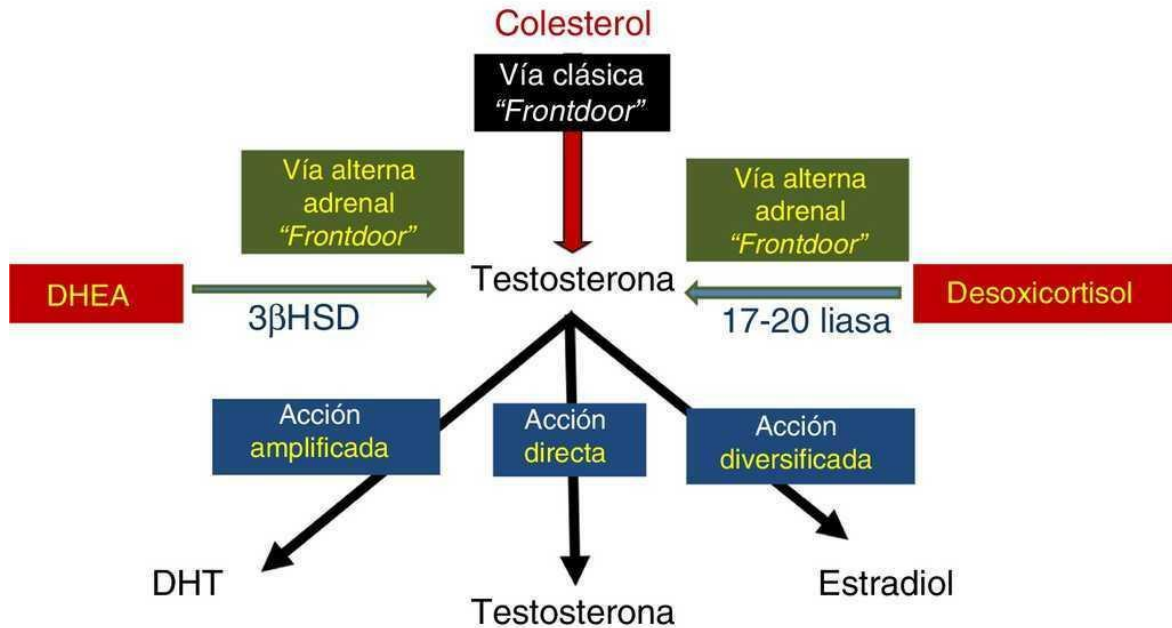


Esquema de vías de síntesis de testosterona con sus tres divisiones: amplificada, directa y diversificada.

Fuente (Uribe, 2016)

Las vías “backdoor pathways” (caminos de puerta trasera) se usan para producir el andrógeno DHT: una es de origen fetal, utiliza el colesterol como elemento inicial y puede reactivarse de *novo*, lo que quiere decir que es una mutación que se presenta por primera vez en la familia, resultado de una mutación nueva en uno de los gametos (óvulo o espermatozoide) o en el cigoto (célula a partir de la cual se desarrolla el embrión); la otra vía es adrenal y produce el DHT a partir de DHEA. (63)

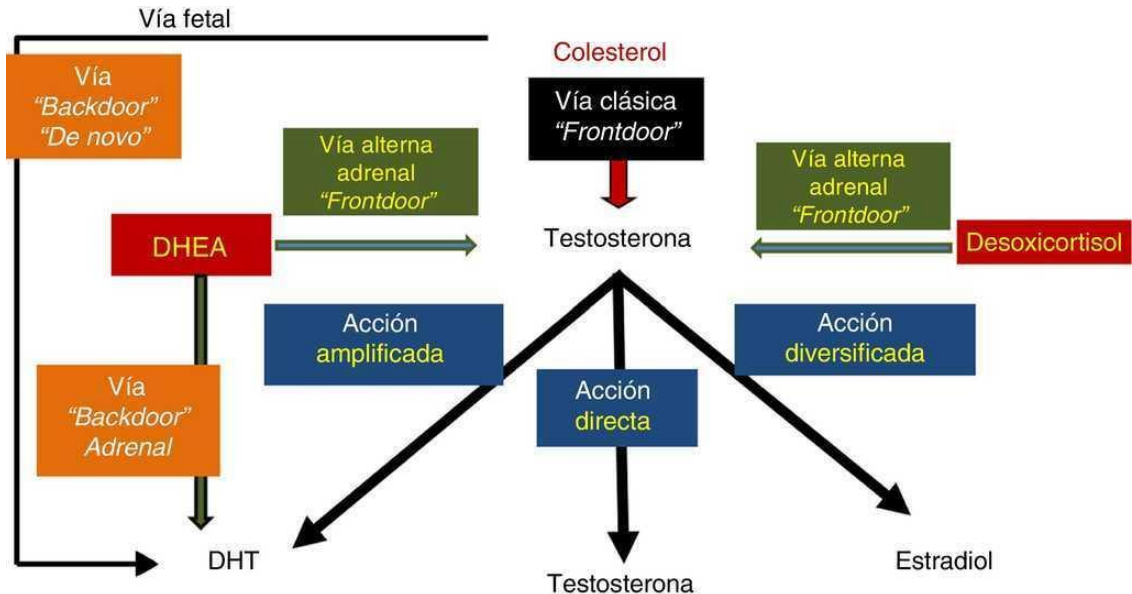
Figura 10. Vía clásica con sus divisiones y vías alternas adrenales



Esquema de las vías de síntesis de testosterona. Vía clásica (frontdoor pathway) con sus 3 divisiones: amplificada, directa y diversificada en azul. Vía alterna adrenal (frontdoor pathway) en verde.

Fuente (Uribe, 2016)

Figura 11. Vías de la síntesis de testosterona



Esquema de vías de síntesis de testosterona. Vía clásica (frontdoor pathway) con sus 3 divisiones: amplificada, directa y diversificada en azul. Vía alterna adrenal (frontdoor pathway) en verde, y finalmente la vía trasera o back door pathway en naranja.

Fuente (Uribe, 2016)

Testosterona libre

Una gran parte de la testosterona que se encuentra en la sangre se une a dos proteínas, las cuales son la albúmina y la globulina fijadora de hormonas sexuales (SHBG). La otra parte, que no está unida a dichas proteínas, se encuentra libre. A esta última y a la parte que está unida a la albúmina se les llama testosterona biodisponible y es la que el cuerpo utiliza con mayor facilidad. (19)

Los niveles normales de testosterona libre se encuentran entre el 0.1 al 0.3% de los niveles totales de testosterona. Sin embargo, beber cantidades excesivas de alcohol, la obesidad y la diabetes pueden afectar dichas concentraciones de testosterona libre.

El análisis de este tipo de testosterona suele realizarse cuando la testosterona total se encuentra baja y cuando se desea indagar si el poco impulso sexual es causado por bajas concentraciones de testosterona. (19)

Niveles normales de testosterona total

El hombre llega a producir de 12 a 16 veces más testosterona que la mujer, y en los hombres también cambia dependiendo de la etapa de vida en la que se encuentre (infancia, adolescencia, pubertad, madurez y senectud). La testosterona que es producida por las células de Leydig es la que se encuentra en la circulación sanguínea (libre y total). (25)

Concentración plasmática de testosterona total:

- En el adulto de 300 a 1,000 ng/dl.
- Antes de la pubertad < 20ng/dl.
- En mujeres de 15 a 70 ng/dl.

Concentración en el testículo humano:

Aproximadamente 300ng/g de tejido.

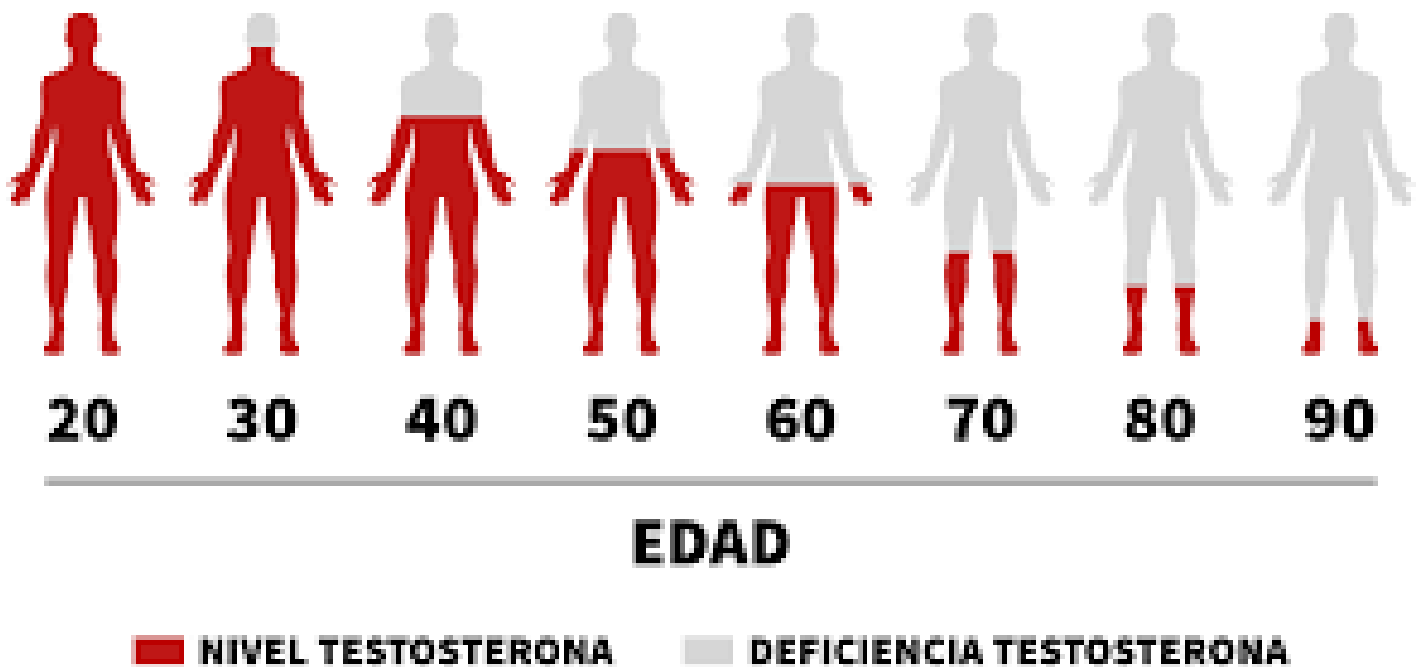
Producción diaria de testosterona total:

- En el hombre adulto 2.5 a 11 mg/día.
- En la mujer 0.25 mg/día.

Sin embargo, a partir de los 40 años, la testosterona libre que circula por la sangre disminuye en un 1.2% anual, pero, algunos factores aceleran este proceso de descenso como, por ejemplo: estrés, nicotina, sobrepeso y alcohol.

Los síntomas que indican que se tiene un nivel reducido de testosterona implican la tendencia al sobrepeso, el descenso de la fuerza muscular, de la densidad ósea, del rendimiento, malestar general, y reducción de la calidad del sueño. (25)

Figura 12. Niveles de testosterona según la edad



En los últimos años se ha inventado el cuadro clínico de la “menopausia masculina” que también se conoce como “deficiencia de testosterona en la vejez”.

Fuente (Heredia, 2020)

Niveles anormales de testosterona total

Causas de niveles bajos

En hombres puede ser debido a una lesión o infección testicular, enfermedad crónica en el hígado o los riñones, obesidad, diabetes, VIH/SIDA, trastornos genéticos como por ejemplo el síndrome de Klinefelter, hemocromatosis, síndrome de Kallmann, síndrome

de Prader-Willi y distrofia miotónica, el uso de esteroide anabólicos actual o en el pasado, la quimioterapia, tumores o enfermedades en la glándula pituitaria, niveles elevados de prolactina. Y específicamente en los niños puede indicar un problema en los testículos.

En las mujeres los niveles bajos son normales, sin embargo, si son extremadamente bajos puede ser debido a la enfermedad de Addison, un trastorno de la glándula pituitaria. (20)

Causas de niveles altos

En hombres los puede estar ocasionando un tumor en los testículos o las glándulas suprarrenales, el cual podría ser benigno o maligno (cáncer).

En mujeres indican un síndrome de ovario poliquístico (SOP) el cual es la principal causa de infertilidad femenina. También puede ser debido a un cáncer de ovario o de las glándulas suprarrenales. (20)

Diagnóstico de la deficiencia de testosterona total

Para comenzar, el médico realiza un análisis de campo visual y un examen físico, los cuales consisten en examinar la cantidad y distribución del vello del cuerpo, el tamaño de las glándulas mamarias y el pene, y así mismo, el tamaño y consistencia de los testículos y el escroto. Luego manda un examen sanguíneo de concentración de testosterona, el cual es posible que se lo tenga que realizar más de una vez, pero siempre durante la mañana (entre las 7 y 10am). (9)

Además, también es importante agregar pruebas como la hormona luteinizante (LH), la hormona foliculoestimulante (FSH), la hormona estimulante de la tiroides (TSH) y la prolactina. Así mismo, para descartar algún posible problema de infertilidad, el médico recomienda un espermograma (análisis macroscópico y microscópico del semen). Y algunas otras pruebas que pueden ayudar al diagnóstico son una biopsia testicular y una tomografía computarizada (MRI) de la glándula pituitaria. (9)

En el caso de las mujeres, las pruebas de laboratorio que complementan e influyen en el diagnóstico son la androstenediona, sulfato de dehidroepiandrosterona (DHEA-S), LH, FSH, TSH, prolactina y la evaluación de la deficiencia parcial de 21-hidroxilasa. (27)

Tratamiento para la deficiencia de testosterona total

Existen diversas maneras para el reemplazo de la testosterona: una es por medio de geles o parches que se colocan en la piel, otra es por inyecciones, también pueden ser pastillas que se adhieren a las encías o pastillas muy pequeñas que se colocan bajo la piel. El método a escoger depende mucho de la causa por la cual se tiene una deficiencia de testosterona, y de la preferencia, tolerancia y del costo que esté dispuesto a pagar el paciente. (53)

Los efectos que tiene dicho reemplazo pueden ser la estimulación del interés sexual, la función eréctil y el nivel de energía, además, puede mejorar el carácter, aumentar la cantidad de vello corporal, la densidad de los huesos y la masa muscular. (53)

Sin embargo, no cualquiera puede optar por este tipo de terapia, ya que conlleva algunos riesgos relacionados, entre los cuales están la elevación de los glóbulos rojos, la interrupción de la respiración durante el sueño, el crecimiento de la próstata que con el tiempo puede llegar a desarrollarse en un cáncer de próstata, acné, agrandamiento de pechos y la acumulación de fluido (edema) en los tobillos, los pies y las piernas, sin embargo, este último riesgo es muy poco frecuente. Asimismo, los hombres que sufren cáncer de las glándulas mamarias o se tiene la sospecha de poseer un cáncer de próstata no puede recibir terapia para la restitución de la testosterona. (27)

2.2 El Sueño

Según el Léxico de Oxford el sueño es la necesidad de dormir y el estado de descanso en el que se encuentra un ser humano u animal. (46)

Sin embargo, la calidad del sueño no habla únicamente acerca del dormir bien durante la noche, sino también sobre el buen funcionamiento durante todo el día ya que una mala calidad de sueño puede llegar a tener varios efectos nocivos.

El Doctor Hernando Pérez Díaz, coordinador del grupo de estudio de trastornos de la vigilia y sueño de la sociedad española de neurología explica que hay tres aspectos básicos para determinar si una persona tiene una buena calidad de sueño: la duración, la continuidad y la profundidad. Es decir, si el tiempo dedicado a dormir no es suficiente para sentirnos descansados al día siguiente, si hay interrupciones en nuestros ciclos de

sueño, o nuestro sueño no es lo suficientemente profundo para considerarlo restaurador, es que no tenemos una buena calidad de sueño y, por lo tanto, es el momento de acudir con un profesional. (1)

El Dr. A. Ferré, especialista en medicina del sueño establece que el sueño es un estado fisiológico recurrente de reposo del organismo, que se caracteriza por una inacción relativa, con ausencia de movimientos voluntarios y gran aumento del umbral de respuesta a estímulos extremos, fácilmente reversible, es una actividad necesaria para la supervivencia del organismo. (16)

Horas de sueño necesarias

En la edad adulta la media de horas de sueño adecuadas es de 9 horas a los 18 años, en la edad media es de 8 horas y a partir de los 60 años es de 6.5 horas. El tiempo de latencia de sueño, o sea, el tiempo que se tarde en conciliar el sueño, no debe excederse de media hora y de ahí en adelante el sueño debería ser continuo.

Con excepción de los adultos mayores de 60 años donde suelen aparecer de 1 a 3 despertares, aunque también se considera normal si no hay dificultad para volver a conciliar el sueño. Con respecto a la siesta, en edades entre los 6 a 59 años esta debería estar entre los 10 y 30 minutos y no exceder de la hora.

El reparto medio en el adulto es de 8 horas de sueño por 16 de vigilia, aproximadamente. Sin embargo, este puede estar afectado por el grado de luminosidad ambiental, aspectos genéticos, culturales, socioeconómicos, constitucionales y las secreciones de cortisol, prolactina y melatonina. (16)

Estructura del sueño

Existen dos tipos principales de sueño:

Sueño No-REM (Sueño de Movimiento Ocular No Rápido)

Es el conocido como sueño de movimiento ocular no rápido y comprende los estadios 1, 2 (sueño superficial) y 3 (sueño profundo). En la fase 1 se presenta una sensación de adormecimiento que normalmente dura entre 1 y 7 minutos; la fase 2 presenta un ritmo cerebral lento, caracterizado por la presencia de ondas alfa y la ausencia de ondas beta en el electroencefalograma, también se da una relajación muscular generalizada y

disminuye el ritmo cardiaco y respiratorio; la fase 3 presenta ondas delta y dura aproximadamente 30 segundos por cada minuto. (16)

Sueño REM (Sueño de Movimiento Ocular Rápido)

Fue descubierto por Aserinsky y Kleitman en 1953 y es conocido como el sueño de movimiento ocular rápido. Se caracteriza por una actividad cerebral alta y niveles de actividad fisiológicas similares al estado de vigilia. También lo llaman sueño paradójico por el hecho de que presenta una atonía muscular generalizada (pérdida total de la fuerza del músculo), tumescencia peneana (erecciones) y clitoridea (erecciones parciales o totales del pene). Además, presenta sueños vívidos, abstractos, surrealistas y que usualmente son pesadillas. Este tipo de sueño consiste en fases intercaladas de No-REM y REM (Sueño de Movimiento Ocular Rápido), esta última dura aproximadamente 20 minutos, y suelen haber 4 ciclos por noche, pudiendo variar entre 3 y 5. (16)

Reguladores cerebrales del sueño

Existen varios centros del sistema nervioso central (SNC) que controlan el sueño, los cuales están interconectados y se activan e inhiben mutuamente a través de neurotransmisores y neuromoduladores. Los principales son los siguientes:

- Serotonina (5-HT): es un precursor de la melatonina y por lo tanto ayuda a regular los ciclos de sueño-vigilia.
- Noradrenalina: se encuentra en dos áreas del cerebro, el locus coeruleus (el cual está activo durante la vigilia pero no durante el sueño REM) y la sustancia negra.
- Dopamina: neurotransmisor que mantiene la vigilia, disminuyendo su concentración en la transición del estado de despierto a dormido.
- Acetilcolina: implicada en la producción del sueño REM (Sueño de Movimiento Ocular Rápido), ayudando especialmente a controlar la acción de ciertos músculos.
- Adenosina: con sus efectos sedantes e inhibitorios sobre la actividad neuronal logra aumentar el sueño No-REM, especialmente el estadio 4 y al mismo tiempo el sueño REM (Sueño de Movimiento Ocular Rápido).

- Histamina: tiene un efecto sedante de los receptores H1, lo que produce somnolencia.
- Ácido gamma aminobutírico (GABA): su efecto sobre el sueño es indirecto, o sea, se da a través de neurotransmisores con actividades más específicas.
- Melatonina: hormona principal de la glándula pineal que se produce en mayores cantidades por las noches debido a que su máximo de actividad enzimática sintética se alcanza en la oscuridad. Ayuda a conciliar el sueño y por lo tanto, a regular el reloj biológico interno.
- Interleucina: no se sabe bien su papel en el sueño, pero se cree que existe una relación de este con el sistema inmunitario.

Evolución normal del sueño

El desarrollo de un sueño normal es un proceso dinámico que va cambiando durante cada etapa de la vida. La proporción del sueño REM (Sueño de Movimiento Ocular Rápido) comienza a disminuir poco a poco hasta que se llega a los 3 o 5 años, ocupa el 20% de las horas de sueño y permanece ahí el resto de la vida. En el caso del sueño No-REM disminuye a partir de los 20 años y desaparece hasta los 60 años. (16)

El sueño en la adolescencia

En esta etapa de la vida disminuye bastante el sueño de ondas lentas, o sea, el estadio 2 y el sueño No-REM.

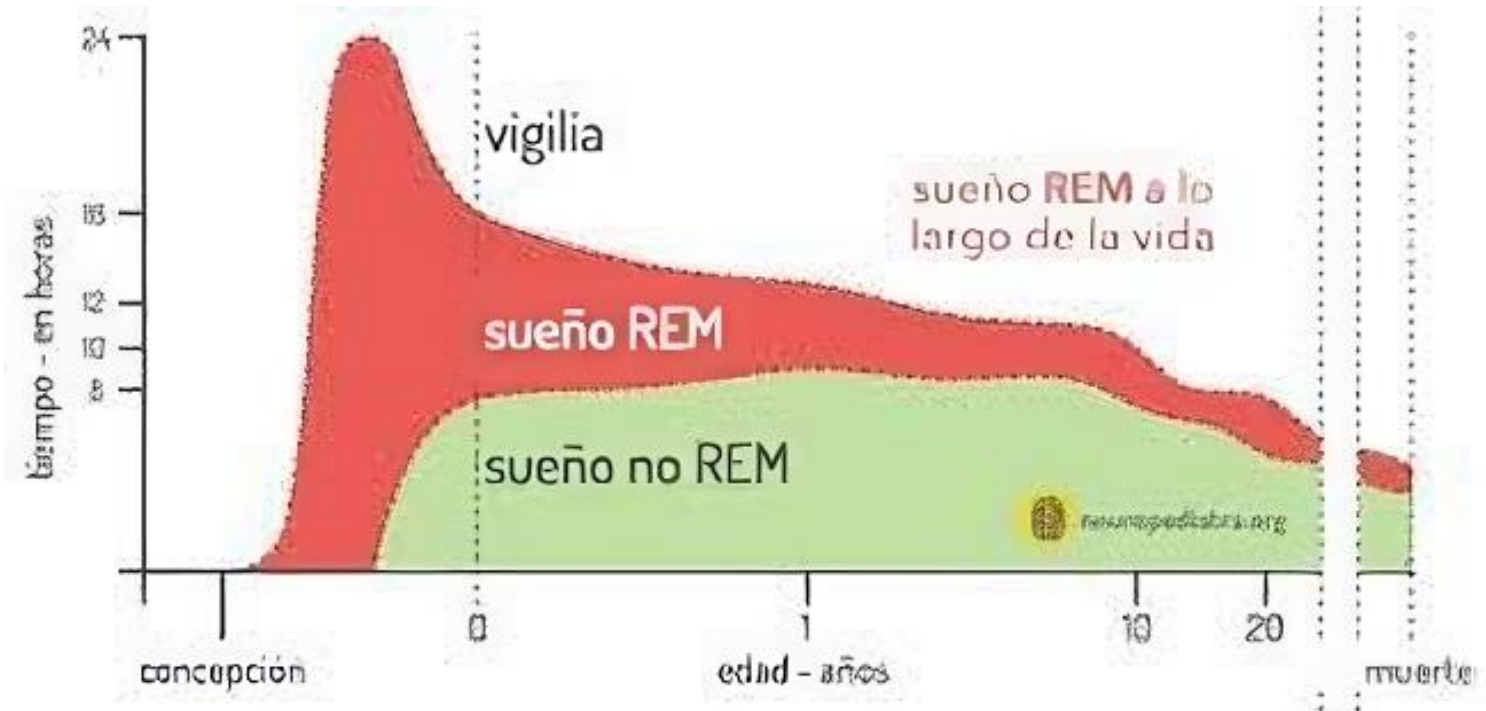
Durante esta etapa tienden a aguantar más tiempo despiertos y el cansancio llega a horas más tarde de la noche, sin embargo, es bueno que a esta edad se continúe durmiendo entre 8 y 9 horas diarias. (16)

El sueño en la edad adulta

El sueño No-REM ocupa el 75%, específicamente el estadio 1 ocupa el 1%, el estadio 2 el 45% y el estadio 3 el 25%. En cambio, el sueño REM (Sueño de Movimiento Ocular Rápido) ocupa el 25% del tiempo total de sueño.

Esto se debe a que en las personas mayores de 70 años es bastante común que tiendan a despertarse varias veces durante la noche y no siempre se debe a que tengan alguna enfermedad en específico. (16)

Figura 13. Evolución normal del sueño



Durante los primeros 3 meses de vida los períodos de sueño y vigilia se distribuyen de manera pareja durante las 24 horas del día. Después de los 3 meses, disminuye el vínculo entre el sueño y la alimentación, el sueño total varía entre 13 a 15 horas y se establece la hora de acostarse. Al año los niños entran en una fase de transición donde dos siestas es demasiado y una no es suficiente, sin embargo, a los 3 años logran dormir entre 11 a 12 horas por la noche y la mayoría abandona la siesta. De los 5 a 15 años, logran dormir de 10 a 11 horas dependiendo de su rutina escolar. En la adolescencia y adultez disminuye el sueño de ondas lentas (estadios 3 y 4 del sueño NoREM), la necesidad de sueño de 9 horas por la noche casi nunca es cumplida por lo que pueden aparecer nuevamente las siestas.

Fuente (El sueño en la adolescencia, 2019)

Ciclo sueño-vigilia

El Dr. A. Ferré, experto en medicina del sueño lo define como el cambio entre los estados de “estar despierto” (vigilia) y “estar dormido” (sueño). (16)

Dicho ciclo se encuentra relacionado con el ritmo circadiano, el reloj biológico humano que regula las funciones fisiológicas del organismo para que sigan un ciclo regular que se repite cada 24 horas. (16)

Además, también se asocia con los estímulos de luz, los cuales el cerebro enlaza con una actividad fisiológica mayor, al contrario de la oscuridad, que inhibe dichas funciones. Por lo tanto, si no se duerme durante la noche, el organismo no descansa y sufre doblemente ya que debe realizar un esfuerzo para mantenerse activo durante la fase de letargo natural (la noche) y otro mayor para dormir en la fase de activación (el día).

Trastornos del ritmo circadiano del sueño

Estudios demuestran que casi un 60% de los adolescentes presentan dificultad para dormir.

Los trastornos del ritmo circadiano del sueño son todos aquellos donde se presenta una incapacidad para dormir debido a un desajuste entre el marcapasos cerebral, el cual controla dicho proceso en el cuerpo, y el horario de sueño-vigilia normal. Se presenta como un insomnio o hipersomnia y sus síntomas más comunes son el malestar y la falta de energía. (17)

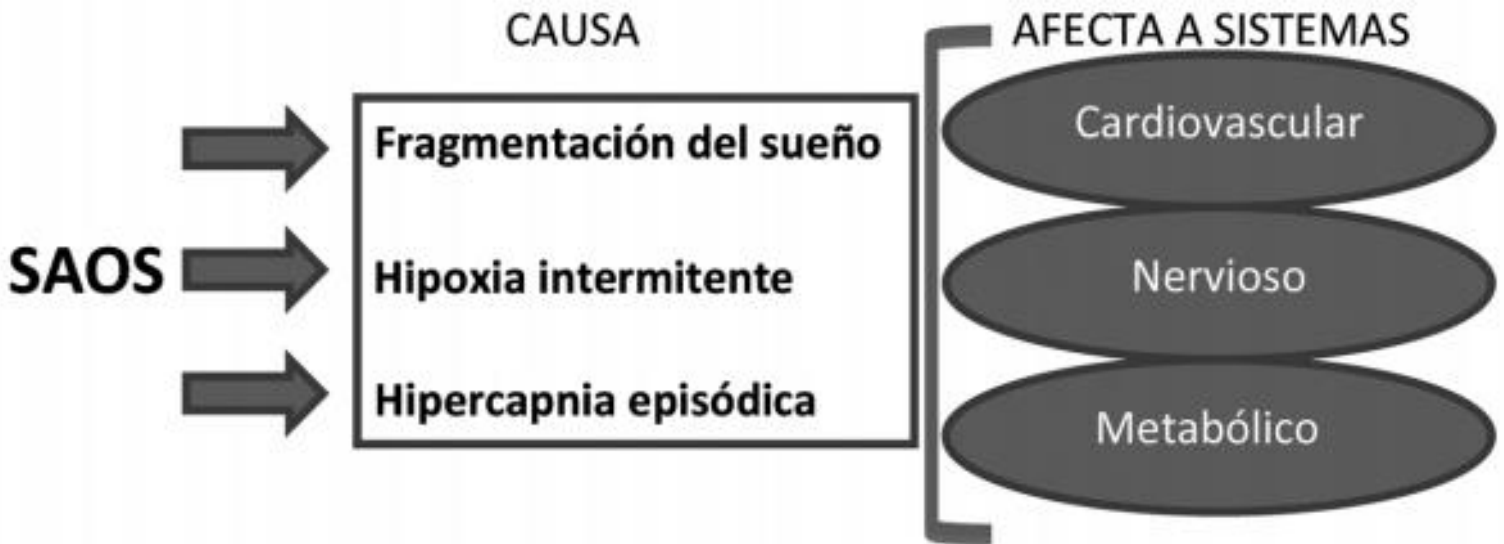
Existen varios tipos, dentro de los cuales se encuentran:

- Síndrome de retraso de fase del sueño: en este caso el paciente se duerme y despierta más tarde de la hora deseada, tiene somnolencia diurna, puede presentar un síndrome depresivo y padece de cansancio excesivo, todo esto lo lleva experimentando por más de un mes, sin embargo, durante el periodo de vacaciones logra tener un período de sueño profundo, de buena calidad y de duración normal y se logra despertar espontáneamente. Este síndrome se presenta más en adolescentes y adultos jóvenes, y 2 veces más en varones que mujeres.
- Síndrome de desfase de la zona horaria (JET LAG): es una afección que presentan las personas que viajan muy frecuentemente debido a los cambios de horarios. Clínicamente se presenta dificultad para dormir y despertar, astenia (debilidad general), trastornos del estado de ánimo, ansiedad, disminución del rendimiento

físico e intelectual y trastornos digestivos. La magnitud de los síntomas va aumentando con relación al número de husos horarios atravesados, la edad del paciente y de la dirección del vuelo (los vuelos al este dan un ritmo adelantado y los del oeste un ritmo retrasado).

- Trabajo por turnos: produce malestar, fatiga, irritabilidad, alteraciones gastrointestinales, mayor deseo de consumir alcohol y/o sedantes, insomnio o somnolencia excesiva.
- Síndrome de adelanto de fase: se presenta una necesidad de sueño alta y antes de la hora deseada, normalmente por las últimas horas de la tarde, además, se da una tendencia a despertar muy temprano, entre las 2 o 3 de la mañana y se les hace imposible volver a conciliar el sueño. Se da mayormente en personas de la tercera edad y los síntomas continúan por al menos 3 meses.
- Ritmo sueño-vigilia irregular: durante 3 meses, el paciente padece de un sueño fragmentado en 3 o más episodios durante 24 horas, se observa insomnio, hipersomnia y somnolencia excesiva.
- Síndrome de ritmo libre (hipernictemeral): se dan retrasos progresivos en el comienzo y fin del sueño, son incapaces de mantener una estabilidad en el patrón de sueño-vigilia de 24 horas en al menos 6 semanas, comienza por una vigilia de 1 a 2 horas en el ciclo, la cual va en aumento con el paso de los días, desajustando todo a su paso. Se presenta más en personas ciegas y en caso de que el paciente no lo sea, es necesario realizar un examen psicométrico y psiquiátrico para descartar una debilidad mental, esquizofrenia o toxicomanía grave. Además, también es importante realizar exámenes neurológicos con técnicas radiológicas para descartar afecciones de tipo tumoral o lesivo.
- Síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS): se presenta con una obstrucción total o parcial de la vía aérea superior y se da con mayor frecuencia en niños. (17)

Figura 14. Efectos del SAOS en los sistemas



Debido a que se ha demostrado que afecta más a estos sistemas, se ha relacionado a esta alteración del sueño con la obesidad, alteraciones del sistema inmune, enfermedades cardiovasculares, agresividad, irritabilidad, baja tolerancia a la frustración e incremento en accidentes.

Fuente (Masalán, 2013)

Existen diversos tratamientos para que el paciente logre ajustar el ritmo biológico con el horario adecuando a su rutina. A continuación, se mencionan algunos:

- Cronoterapia: consiste en fijar una hora de referencia para dormir y esta se retrasa progresivamente hasta alcanzar la hora óptima de sincronización del ciclo sueño-vigilia.
- Fototerapia o luminoterapia: se basa en la aplicación de luz en la mañana a la hora de despertarse y funciona en aquellos pacientes que padecen de síndrome de retraso de la fase del sueño, de somnolencia vespertina temprana o de despertar matutino temprano. Sin embargo, es un procedimiento que requiere de bastante tiempo por lo que su seguimiento muchas veces es un problema.
- Melatonina: se desconoce su mecanismo de acción, pero se ha demostrado que su aplicación de acción rápida (con efecto de 3 horas) ayuda con el trastorno de retraso de fase y su liberación prolongada (con efecto de 6-7 horas, pero con inicio de efecto tardío) para el trastorno de ritmo irregular.

Además, su combinación con luminoterapia es eficiente contra el trastorno de ritmo circadiano. (40)

1.5.2.2.1 Efectos de la falta de sueño

A corto plazo se presenta una disminución en su productividad intelectual que se puede llegar a desencadenar un síndrome de déficit de atención e hiperactividad. También puede expresar irritabilidad, cambios bruscos de humor y una mayor vulnerabilidad a la adopción de conductas adictivas como el alcohol o las drogas. Con el paso del tiempo comienza a afectar la salud, condición física y puede desarrollar síntomas psicosomáticos.

A largo plazo repercute en la memoria, el razonamiento lógico, en procesos fisiológicos relacionados con la función hormonal y la presión arterial. El paciente comienza a subir de peso, sentirse deprimido, puede presentar diabetes, hipertensión, ataques cardíacos, ansiedad, abuso de medicamentos, disminución de la función cerebral, un sistema inmunitario débil, tasas de fertilidad bajas e incluso podría desarrollar un trastorno psiquiátrico. (33)

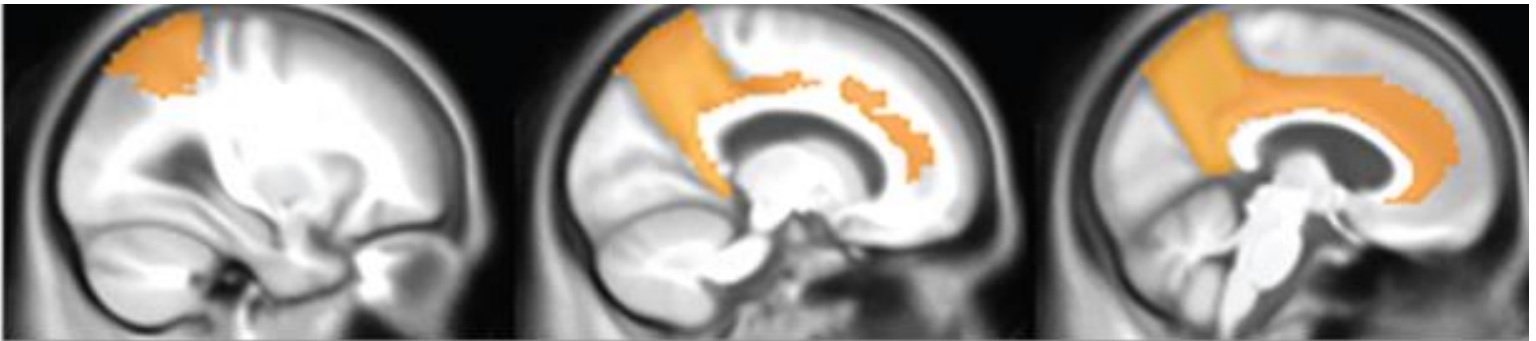
Algunos efectos que tiene el dormir pocas horas sobre los órganos son:

- Cerebro: estudios demuestran que al dormir 4 horas o menos durante 3 días seguidos las células del cerebro comienzan a morir y, por lo tanto, su capacidad de defensa ante enfermedades como el Alzheimer y la demencia, disminuye, ya que no tiene la capacidad de limpiar las proteínas que generan las placas de beta-amiloide causantes de dichas enfermedades.
- Índice de masa corporal: investigadores de la Universidad de Standford en Estados Unidos demostraron que el índice de masa muscular (IMC) es 3.6% mayor en las personas que duermen menos de 5 horas diarias.
- Presión arterial: cuando se duerme menos de 6 horas diarias la presión sistólica puede llegar a aumentar hasta 132, siendo lo normal 120.
- Estómago: un estudio realizado por la Universidad de Wisconsin-Madison en Estados Unidos demostró que dormir menos de 5 horas al día, provoca que la leptina (hormona que controla el apetito y regula el almacenamiento de grasa)

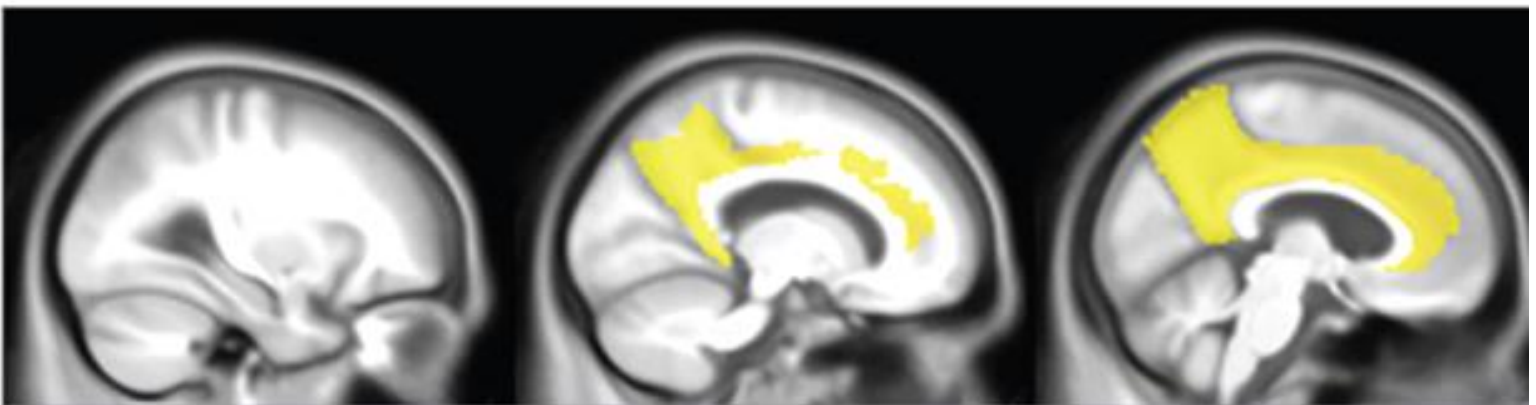
disminuya un 15.5% lo que lleva al paciente a comer en horarios no deseados y aumentar su porcentaje de grasa.

- Páncreas: estudio de la Universidad de medicina de Yale en Estados Unidos demuestra que los que duermen menos de 6 horas diarias tienen doble probabilidad de sufrir de diabetes, no importando la edad.
- Reflejos: el rendimiento cognitivo y motor de una persona sin dormir es igual al de alguien que bebió cinco copas de alcohol.
- Corazón: la falta de sueño afecta la presión arterial y la inflamación lo que puede provocar un ataque cardíaco. (33)

Figura 15. Acúmulo de proteína beta en los cerebros de los pacientes



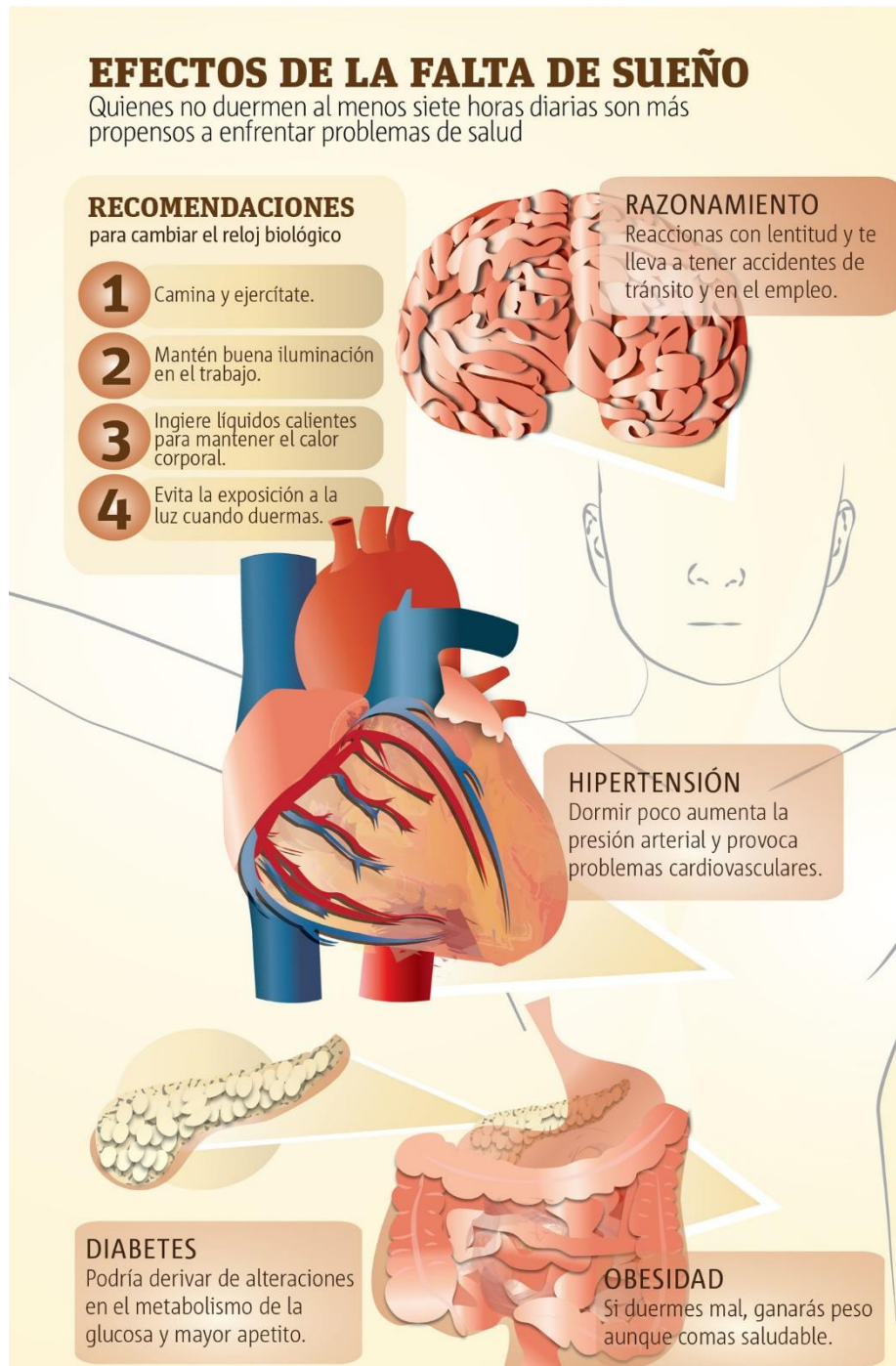
B Participants with global PiB positivity at baseline



La somnolencia diurna excesiva en personas mayores sin demencia ya se ha asociado con una mayor acumulación de una proteína cerebral que actúa como un importante biomarcador de la enfermedad de Alzheimer.

Fuente (La falta de sueño aumenta el riesgo de alzhéimer, 2018)

Figura 16. Efectos de la privación del sueño



La necesidad de dormir es netamente biológica y no una preferencia personal, es importante dormir por lo menos siete horas de sueño de calidad cada noche para una salud óptima, la productividad y el estado de alerta durante el día.

Fuente (Los genes explican por qué algunos necesitan dormir menos, 2014)

Esta investigación proporcionará nuevos conocimientos sobre los beneficios que conlleva una buena calidad de sueño, concretamente sobre su capacidad de mejorar la producción de testosterona en los hombres. (37)

A través de esta investigación la comunidad se dará cuenta del provecho que se le puede sacar al dormir bien, no solo una buena cantidad de horas, sino también el realmente descansar durante esas horas. Además, los médicos podrían llegar a considerar a la testosterona como un suplemento beneficioso para mejorar la calidad de sueño.

Así mismo, el análisis que se presenta en el estudio aportará información valiosa para futuras investigación que exploren más a fondo la posible relación entre estas dos variables, la calidad de sueño y los niveles de testosterona.

METODOLOGÍA

UNIVERSO

El universo de la investigación estará representado por todos los hombres de 18 a 35 años de edad, que habitan en la zona 10 de la Ciudad de Guatemala, durante el año 2021.

MUESTRA

La muestra no probabilística serán los hombres que de este universo presenten una mala calidad del sueño, de acuerdo a lo definido por ellos en la encuesta diseñada con la finalidad de obtener dicha información.

TIPO DE ESTUDIO

Es un estudio de laboratorio, con un enfoque cuantitativo de alcances deductivo, descriptivo, de diseño experimental correlacional, basado en una investigación pura o básica orientada a conclusiones, que se realizará de manera sincrónica durante el año 2021 y describiendo la situación actual de los niveles de testosterona y su relación con las horas y calidad de sueño en la población objetivo.

VARIABLES DE ESTUDIO

- Edad:
 - Definición conceptual: Lapso de tiempo en años que abarca desde el día del nacimiento hasta el día actual.
 - Definición operacional: Número de años que la persona ha vivido hasta la fecha actual.
 - Tipo de escala: de razón.
 - Indicadores: Años vividos.
- Género:
 - Definición conceptual: Grupo al que pertenecen los seres humanos de cada sexo, entendido este desde un punto de vista sociocultural en lugar de exclusivamente biológico.
 - Definición operacional: Identificación del sexo por la persona misma o un familiar a cargo.
 - Tipo de escala: nominal
 - Indicadores: Hombre o mujer

MÉTODO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

a) Fase inicial

- i. Se les proporcionó un documento conteniendo un consentimiento informado a cada uno de los sujetos de estudio sobre la investigación que se realizó, con el objetivo de informar acerca del uso de la información y obtener su aceptación, así mismo sobre la toma de muestra de sangre (en anexos).

b) Fase de procedimiento

- i. Para conocer las horas y calidad de sueño se utilizó el cuestionario de Pittsburg, de manejo público, a los participantes del estudio. (en anexos).
- ii. A los sujetos de quienes se tuvo el consentimiento informado firmado, se les realizó la toma de muestra de sangre para la investigación, según el calendario establecido en el programa de trabajo del presente estudio.

- iii. Para la obtención de la muestra sangre, estuvo a cargo de la estudiante investigadora de la Universidad Galileo de la licenciatura en Química Biológica se encargó de la extracción. Se tomaron 3 ml de sangre completa, sin anticoagulante, con agujas vacutainer desechables en horario matutino, sin necesidad de ayuno.
- iv. Para la obtención de los datos de testosterona total, las muestras fueron procesadas en un laboratorio Nivel II en el área de Química.
- v. La metodología de análisis que se utilizó en el procesamiento de la muestra fue electro quimioluminiscencia en el equipo Cobas 6000. La calidad de los resultados se garantizó por medio de una calibración antes de procesar las muestras y con controles de calidad cuando el resultado sea demasiado alterado.

MÉTODO PARA ANÁLISIS DE DATO

- a) Selección del rango de referencia para analizar datos

Para este estudio se utilizó un rango de referencia de 3.0 a 8.0 ng/ml como el rango normal de nivel de testosterona.

- b) Análisis descriptivo de los datos por variable

Todos los datos menores a 3.0 ng/ml se consideraron como niveles de testosterona baja.

- c) Métodos estadísticos

Se realiza una estimación de la proporción de personas con bajo nivel de testosterona y mala calidad de sueño con aquellas que solo presentan una de las dos o no presentan ninguna. Se emplea el uso de estadística descriptiva y la correlación de Pearson para una comprensión en la relación entre la producción de la hormona testosterona y la calidad de sueño.

RESULTADOS

Tabla 1. Pacientes por grupo de edad

Grupo de edad (años)	Cantidad de pacientes	Porcentaje
18 a 25	60	57%
26 a 35	46	43%

Gráfica 1. Pacientes por grupo de edad

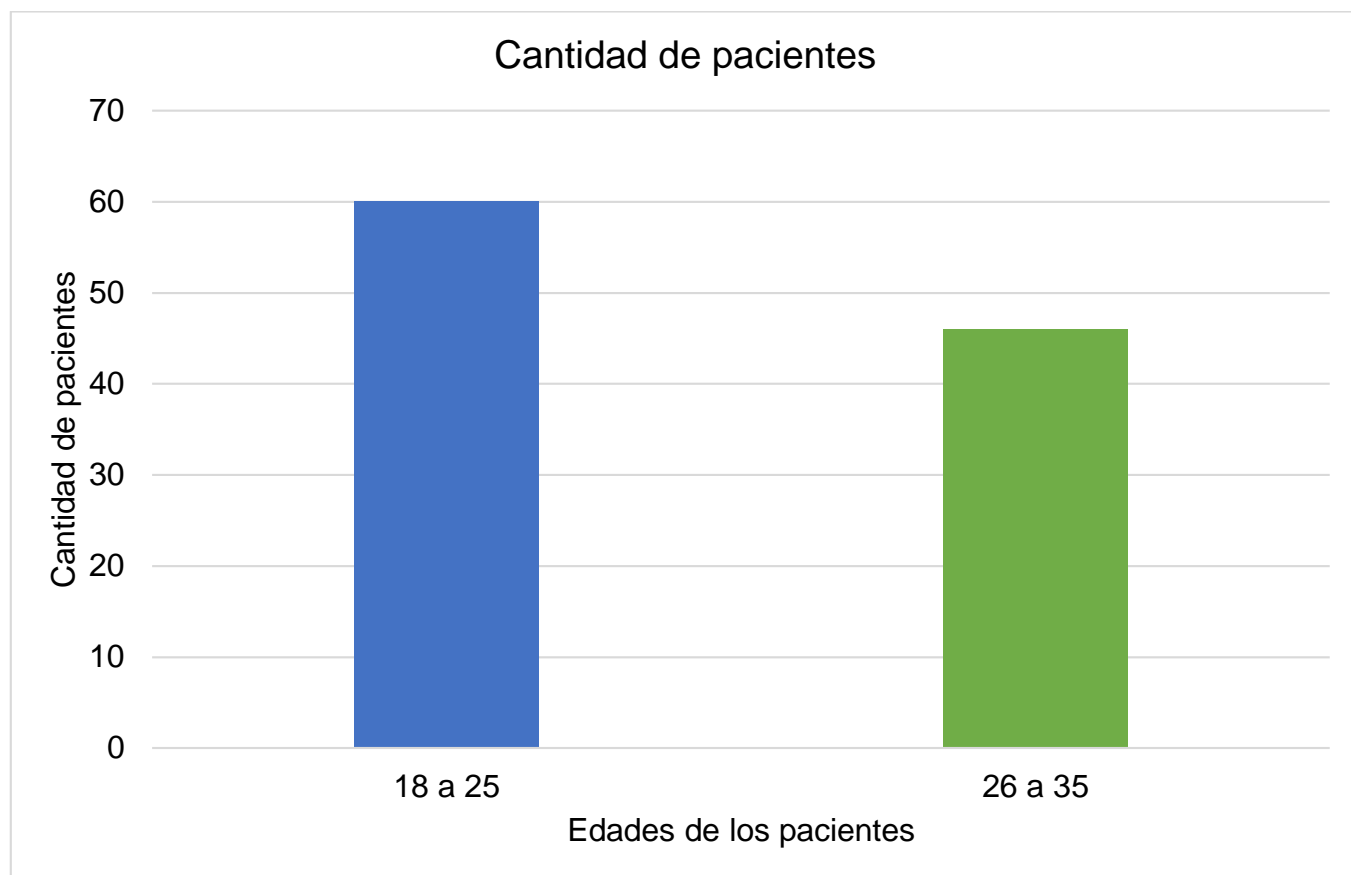


Tabla 2. Pacientes por rango de resultado de Cuestionario de Pittsburg

Resultado de cuestionario Pittsburg	Cantidad de pacientes	Porcentaje
0 a 5	30	28%
6 a 10	49	46%
11 a 15	27	26%
16 a 21	0	0%

Gráfica 2. Pacientes por rango de resultado de Cuestionario de Pittsburg

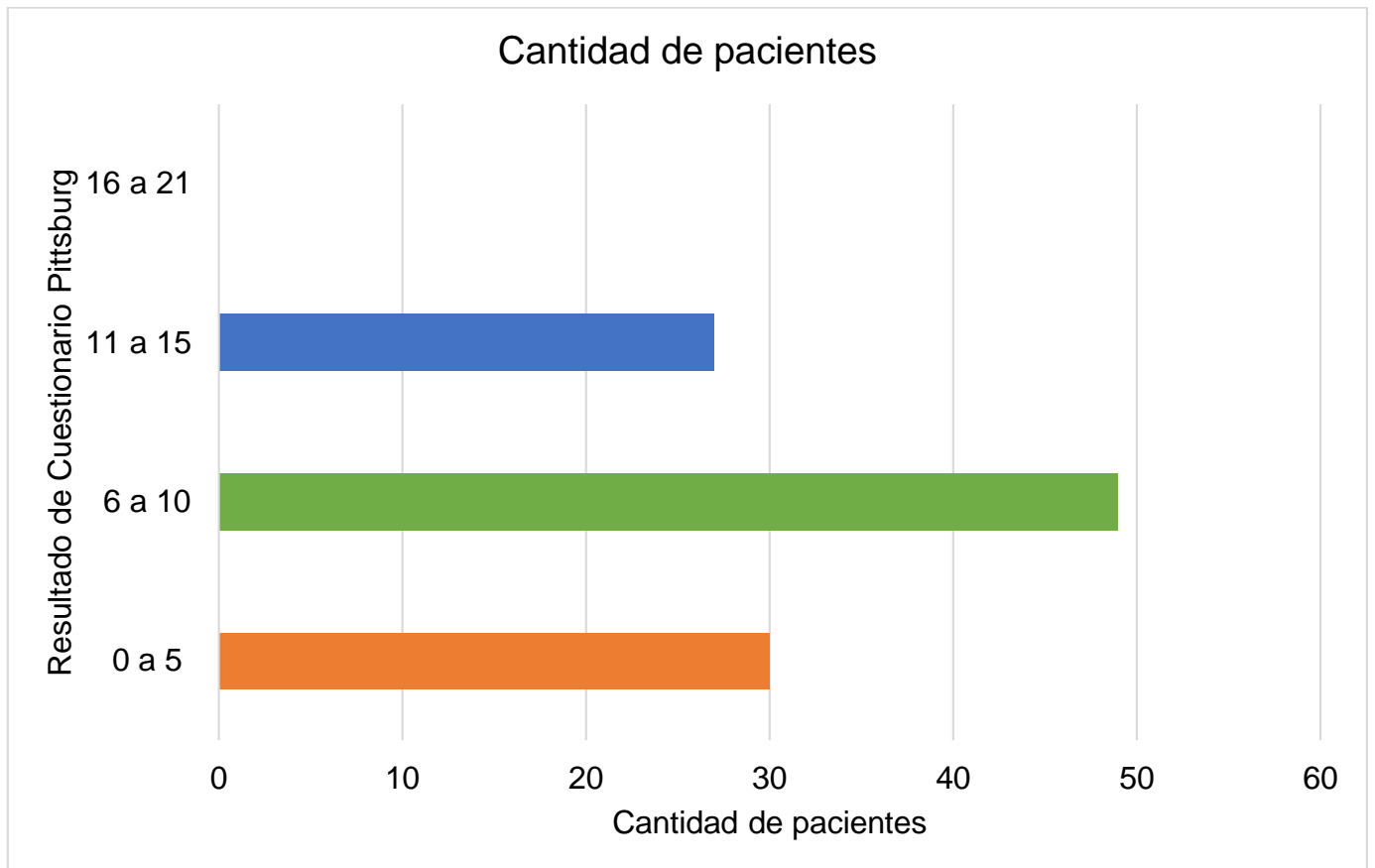


Tabla 3. Pacientes por rango de recuento de Testosterona Total (ng/mL)

Valor de testosterona total (ng/mL)	Cantidad de pacientes	Porcentaje
Menor a 3.0	18	17%
3.0 a 8.0	84	79%
Mayor a 8.0	4	4%

Gráfica 3. Pacientes por rango de recuento de Testosterona Total (ng/mL)

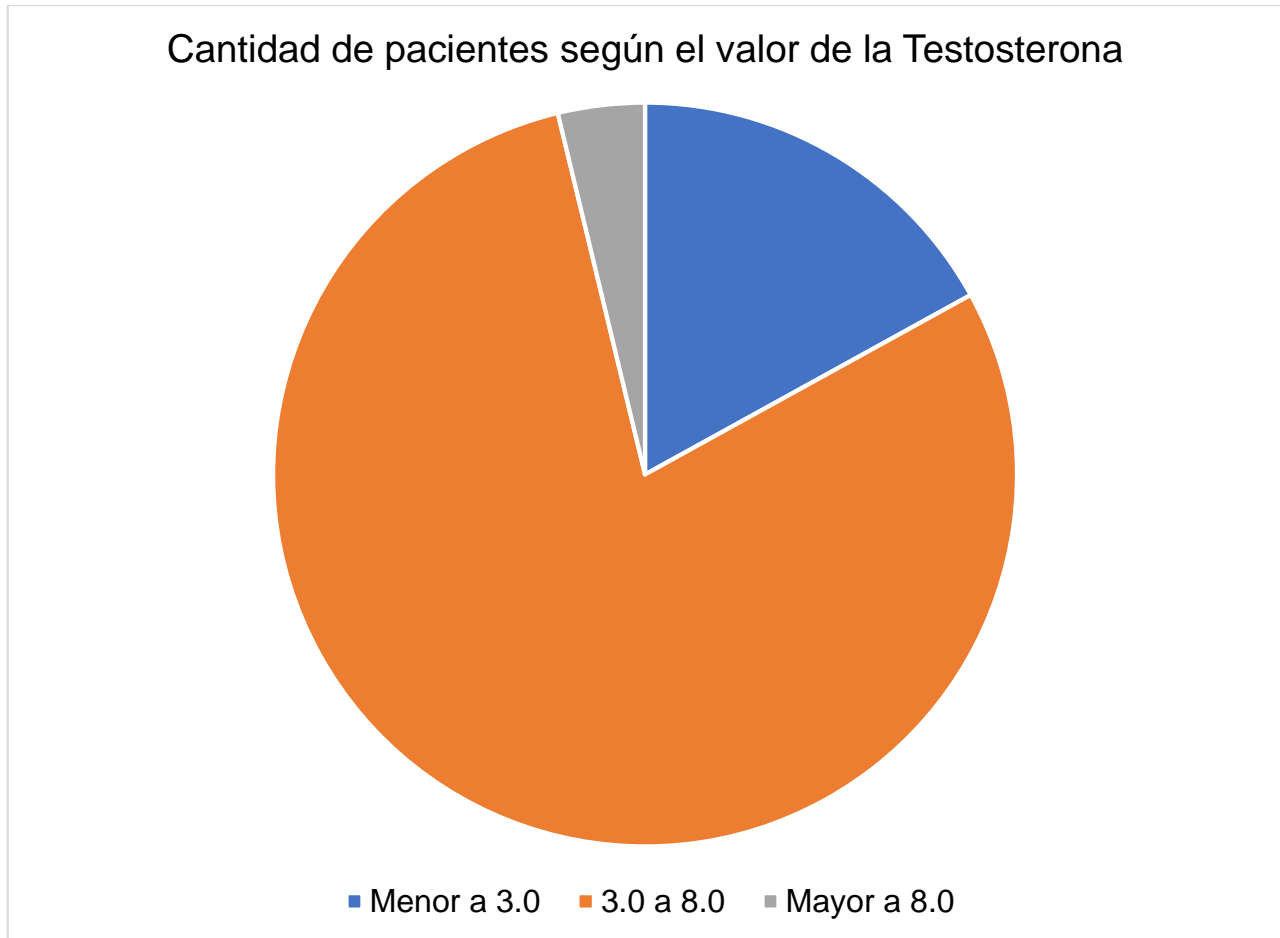


Tabla 4. Clasificación de Testosterona Total según grupo de edad

Grupo de edad	Clasificación de Testosterona Total (ng/mL)					
	Menor a 3.0		3.0 a 8.0		Mayor a 8.0	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
18-25	11	10%	47	44%	2	2%
26-35	7	7%	37	35%	2	2%

Gráfica 4. Clasificación de Testosterona Total según grupo de edad

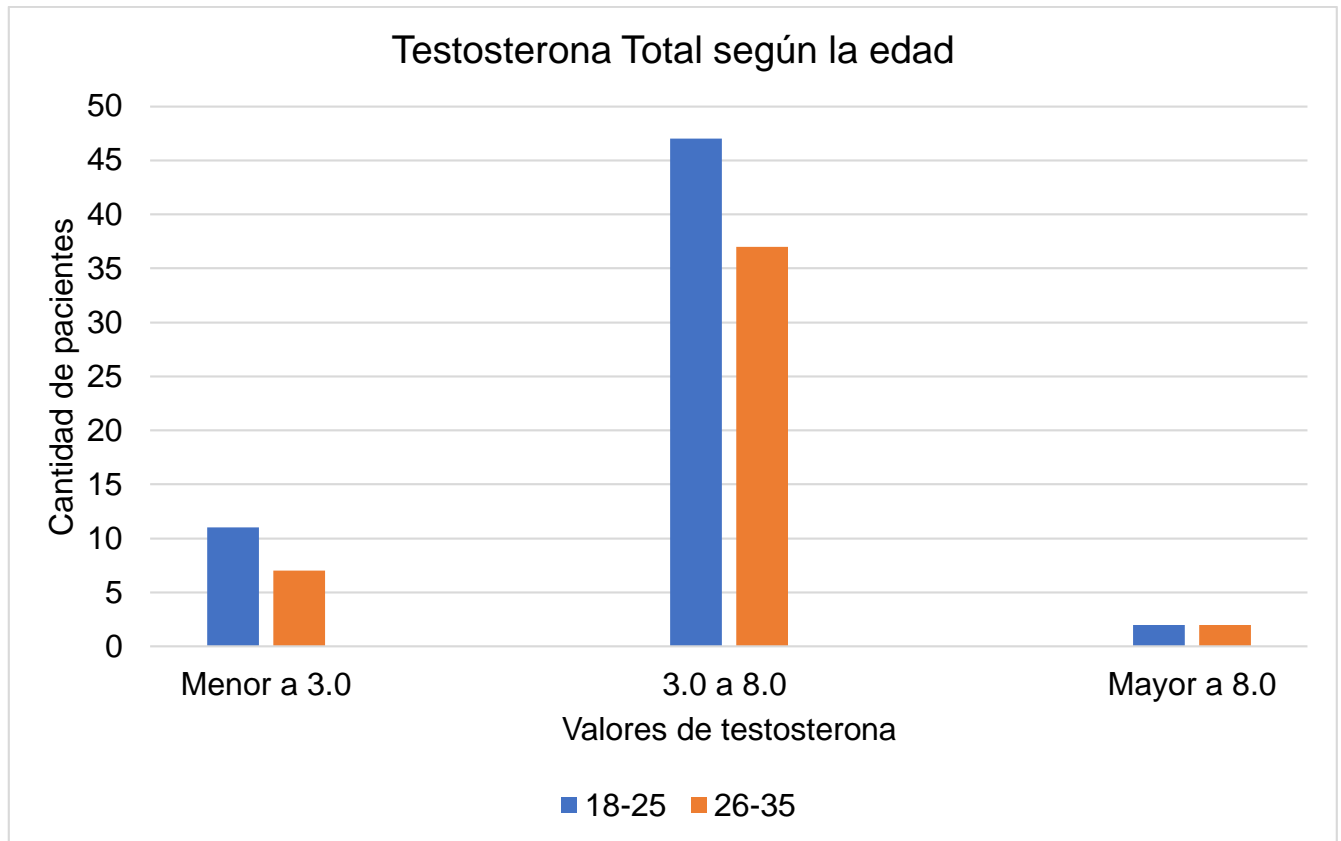


Tabla 5. Clasificación de resultado de Cuestionario de Pittsburg según la edad

Grupo de edad	Clasificación de Cuestionario Pittsburg							
	0 a 5		6 a 10		11 a 15		16 a 21	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
18-25	16	15%	28	27%	16	15%	0	0%
26-35	14	13%	21	20%	11	10%	0	0%

Gráfica 5. Clasificación de resultado de Cuestionario de Pittsburg según la edad

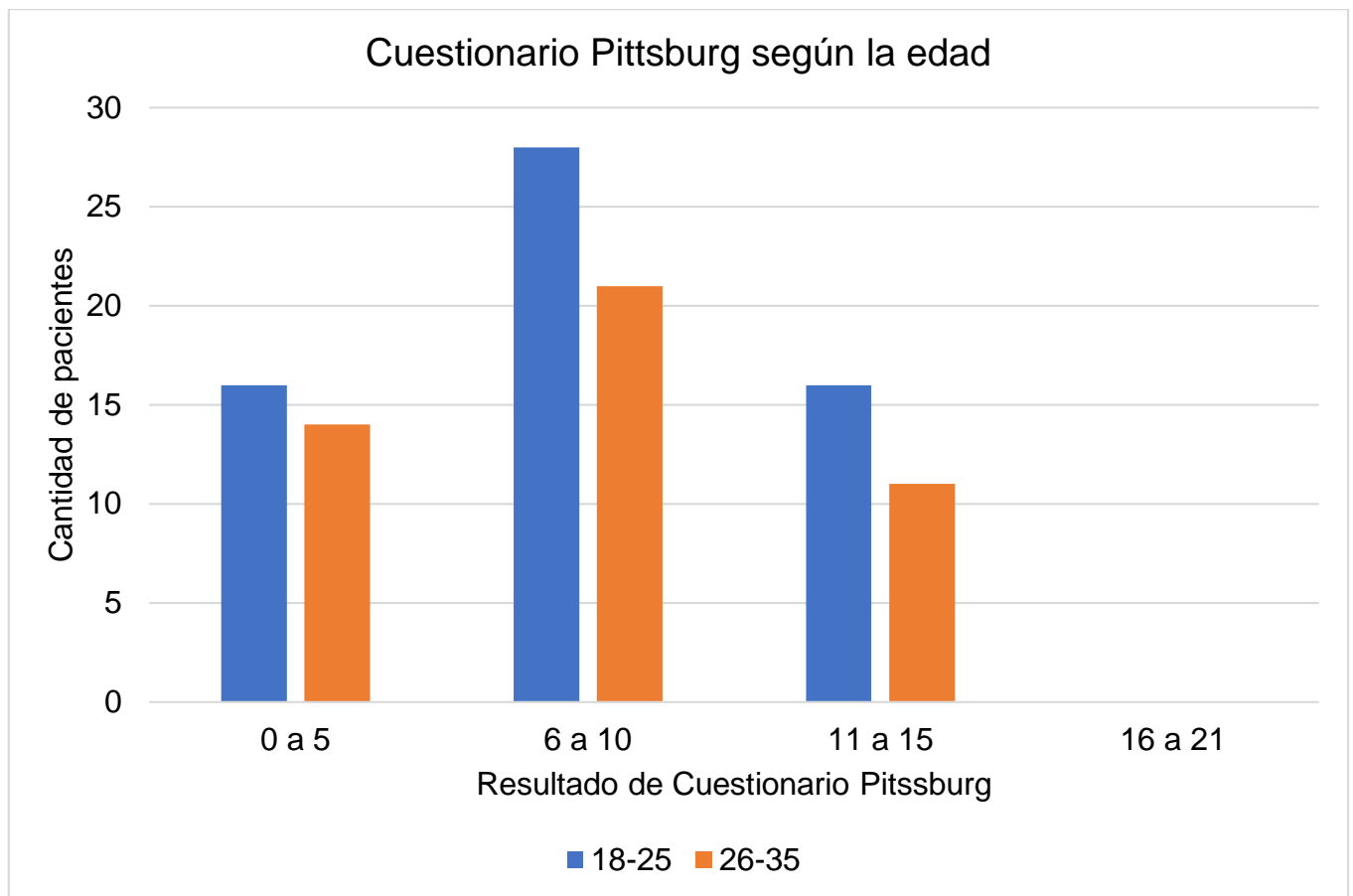


Tabla 6. Clasificación de la Testosterona Total según resultado de Cuestionario Pittsburg

Punteo Cuestionario Pittsburg	Clasificación de Testosterona Total (ng/mL)					
	Menor a 3.0		3.0 a 8.0		Mayor a 8.0	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
0 a 5	3	3%	26	25%	1	1%
6 a 10	10	9%	38	36%	1	1%
11 a 15	5	4%	20	19%	2	2%
16 a 21	0	0%	0	0%	0	0%

Gráfica 6. Clasificación de Testosterona Total según resultado de Cuestionario Pittsburg

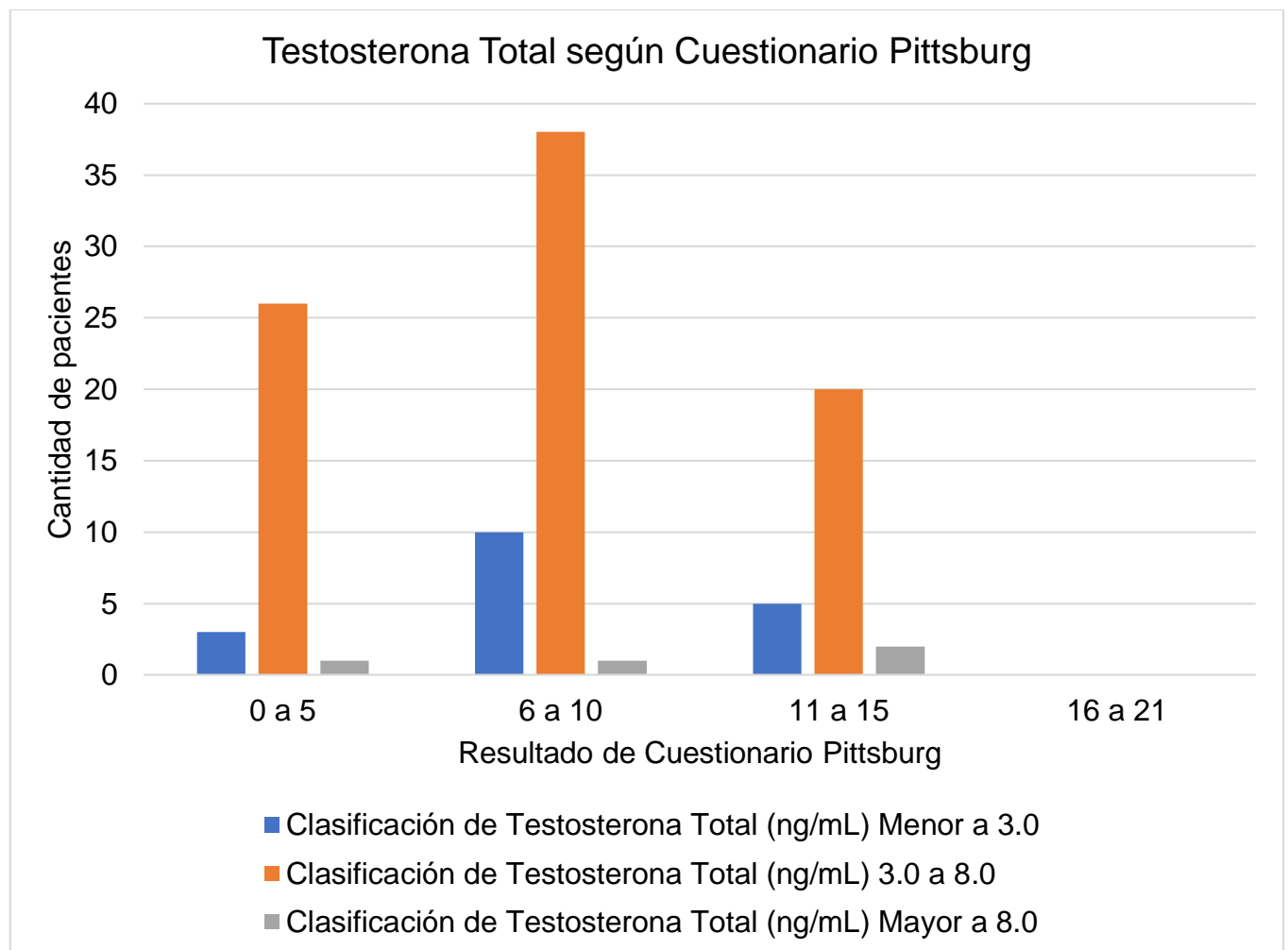


Tabla 7. Clasificación de Testosterona Total según resultado de Cuestionario Pittsburg y edad

Punteo Cuestionario Pittsburg	Clasificación de Testosterona Total (ng/mL)											
	Menor a 3.0				3.0 a 8.0				Mayor a 8.0			
	18 a 25 años		26 a 35 años		18 a 25 años		26 a 35 años		18 a 25 años		26 a 35 años	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
0 a 5	2	2%	1	1%	14	13%	12	11%	0	0%	1	1%
6 a 10	6	6%	4	4%	22	21%	16	15%	0	0%	1	1%
11 a 15	3	3%	2	2%	11	10%	9	8%	2	2%	0	0%
16 a 21	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%

Gráfica 7. Clasificación de Testosterona Total según resultado de Cuestionario Pittsburg y edad

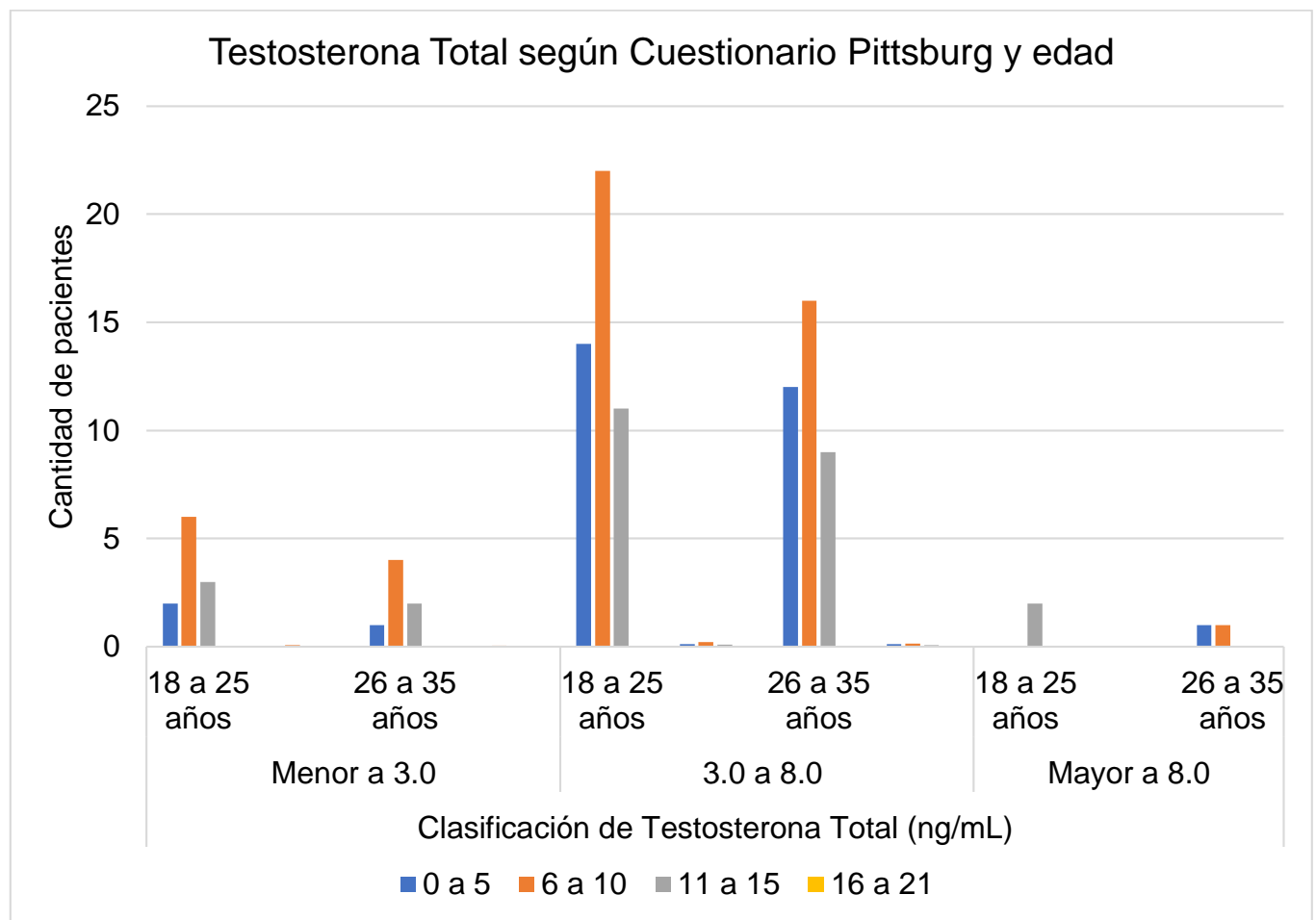
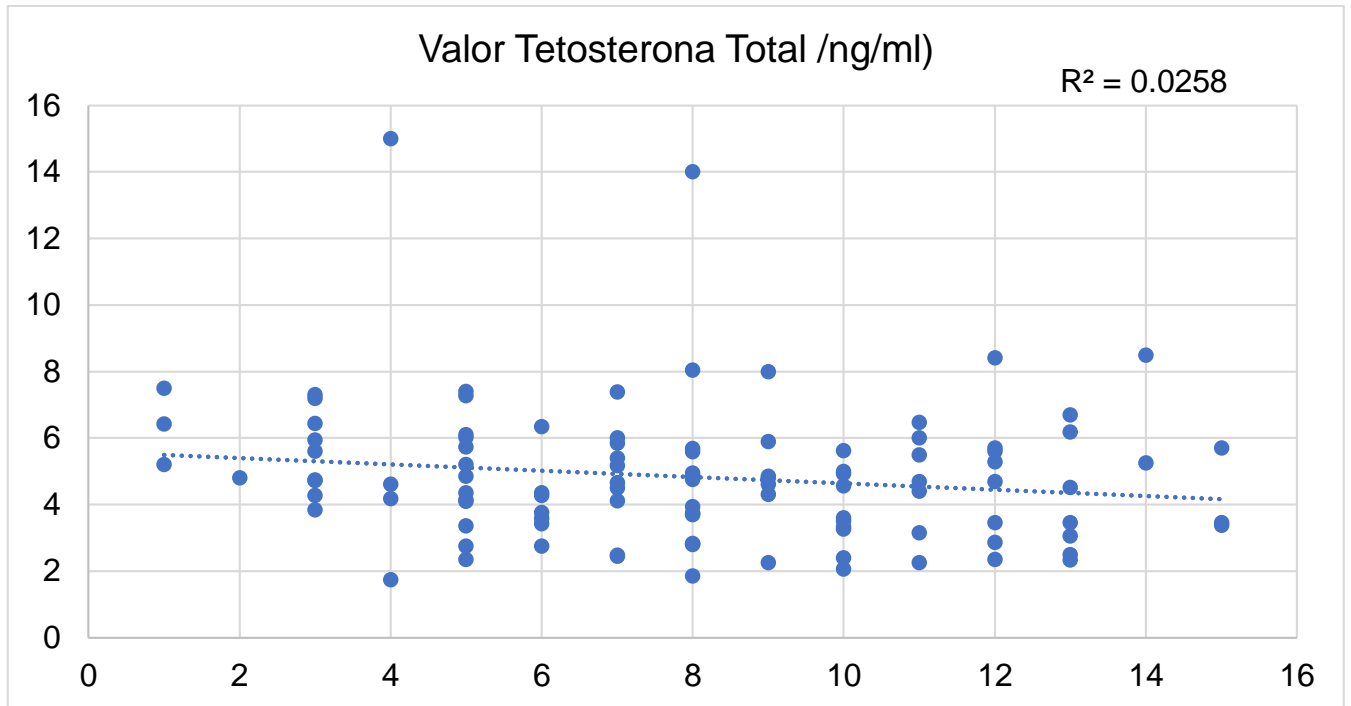


Tabla 8. Correlación de Pearson

Correlación de Pearson
-0.160588286

Gráfica 8. Correlación de Pearson y Coeficiente de Determinación



DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la Tabla No. 2 podemos observar que el 57% de los pacientes que formaron parte del estudio se encuentran entre los 16 y 25 años de edad, y tan solo el 43% entre los 26 y 35 años. La Tabla No. 3 nos demuestra que el 28% de los pacientes obtuvo un puntaje bajo en el Cuestionario de Pittsburg, es decir que tienen una buena calidad de sueño; el 46% obtuvo un puntaje medio, esto indica que aún tienen una buena calidad de sueño, pero si no mejoran sus hábitos de vida van a seguir empeorando con el tiempo; y solamente el 26% tuvo un puntaje medio alto lo que quiere decir que su calidad de sueño ya es baja y debe haber un cambio radical en su calidad de vida para que el sueño no llegue a un punto crítico.

En la Gráfica No. 3 se observa que el 79% de los pacientes tienen un nivel de Testosterona Total dentro del rango normal utilizado para este estudio, sin embargo, el 17% tienen una concentración baja y el 4% una concentración alta. La Tabla No. 5 nos indica la correlación entre los niveles de Testosterona Total y la edad, según la tabla, el 37% y 47% de los pacientes dentro del rango de 26 a 35 años y 18 a 25 años respectivamente tienen una concentración normal de Testosterona Total. Dentro del grupo de 18 a 25 años se encuentra el mayor porcentaje, 11%, de pacientes con Testosterona Total baja respectivamente. Y ambos grupos tienen el mismo porcentaje, 2%, con Testosterona Total alta.

En la Tabla No. 6, se muestra la correlación entre el puntaje del Cuestionario de Pittsburg y la edad, donde el grupo de edad entre 16 a 25 años tiene un mayor porcentaje, 15% y 27%, 15% de pacientes en las tres clasificaciones de puntaje.

En la Tabla No. 7, se analiza la correlación entre el nivel de Testosterona Total y el puntaje de Cuestionario de Pittsburg, donde claramente se destaca que en todos los grupos de clasificación del Cuestionario la mayoría de los pacientes tiene un nivel de Testosterona Total normal, así mismo, la mayoría de los pacientes con Testosterona Total normal o baja obtuvieron un puntaje entre 6 a 10 en el Cuestionario de Pittsburg.

La Gráfica No. 7 es una unión de las tres variables analizadas en el estudio, donde se puede notar que la mayor parte de los pacientes se encontraron dentro de los 18 a 25 años de edad, con nivel de Testosterona Total normal y con un puntaje en el Cuestionario de Pittsburg entre 6 a 10.

Por último, en la Tabla No. 9 encontramos el dato de la Correlación de Pearson, el cual indica una correlación negativa entre las dos variables, Testosterona Total y Calidad de Sueño (Cuestionario de Pittsburg), esto quiere decir que los valores de una variable tienden a incrementarse mientras que los valores de la otra variable descienden. En este caso, la variable que tiende a incrementarse es el puntaje en el Cuestionario de Pittsburg mientras que los valores de la Testosterona Total descienden, esto se puede observar en la Gráfica de dispersión No. 8. Sin embargo, el Coeficiente de Determinación, denominado R^2 , que se encuentra en la misma gráfica, nos indica que esta correlación no es muy fuerte, ya que dicho valor se encuentra más cercano a 0 que a 1, lo que quiere decir que la variable explicativa (puntaje en el Cuestionario de Pittsburg) no tiene mucha capacidad de predecir el valor de la variable de respuesta (concentración de Testosterona Total).

CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo de tesis era demostrar que la Calidad de Sueño, medida por medio del Cuestionario de Pittsburg está relacionada negativamente con la producción de la hormona Testosterona en los hombres de 18 a 35 años de edad. Lo cual fue demostrado de manera comparativa con pacientes dentro de este rango de edad, de sexo masculino y clasificaciones de punteo en el Cuestionario y rangos en los niveles de Testosterona Total en sangre. Un recuento menor de Testosterona Total en sangre se correlaciona con un punteo mayor en el Cuestionario de Pittsburg.

El promedio de horas de sueño indicadas para nuestro grupo de pacientes según su edad debe ser entre 8 a 9 horas, el tiempo normal en conciliar el sueño debe ser de no más de media hora y el ciclo de sueño que se debe seguir es de 8 horas de sueño y 16 horas de vigilia.

Por medio de este estudio y los citados en el mismo, se sabe que a medida que disminuye la calidad de sueño también disminuye la producción de Testosterona en los hombres, sin embargo, también existen otros factores o malos hábitos de vida que impactan en la producción de dicha hormona, los cuales son: el estrés, la nicotina, el alcohol y el sobrepeso.

RECOMENDACIONES

Dentro de las recomendaciones desde el punto de vista metodológico, se incluyen: realizar este estudio con una población más exclusiva, como, por ejemplo, evitar incluir pacientes que realizan deporte de alto rendimiento y/o participan en competencias de fisicoculturismo, debido a que puede que dichos pacientes consuman suplementos que ayudan a su rendimiento, los cuales alteran el metabolismo y la producción de hormonas, entre ellas la hormona en estudio. Además, se podría implementar una mejor manera para estudiar la calidad de sueño, que sea más específica y acertada.

Nuevos estudios deben abarcar una mayor población o centrarse en poblaciones de interés como aquellas en edades de desarrollo o de la tercera edad. Se recomienda realizar un estudio con pacientes que estén dentro de clasificaciones de mala calidad de sueño más avanzadas o bien, de baja producción de Testosterona, con la finalidad de realizar una comparación más acertada de estos pacientes.

ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento Informado

Consentimiento informado

Yo _____

declaro que he sido informado e invitado a participar en una investigación denominada “RELACIÓN ENTRE LAS HORAS Y CALIDAD DE SUEÑO, CON LOS NIVELES DE TESTOSTERONA, EN PERSONAS DEL SEXO MASCULINO ENTRE LOS 18 Y 35 AÑOS, DE LA CIUDAD DE GUATEMALA, DURANTE EL AÑO 2021”.

Entiendo que este estudio busca conocer la relación entre las horas de sueño y los niveles de testosterona en hombres entre 18 y 35 años y sé que mi participación se llevará a cabo en un laboratorio Nivel III, en horario matutino y consistirá en responder un cuestionario que demorará alrededor de 10-20 minutos y una extracción de sangre que tomará 5 a 10 minutos. Me han explicado que la información registrada será confidencial, y que los nombres de los participantes serán asociados a un número de serie, esto significa que las respuestas y valores de los análisis no podrán ser conocidas por otras personas ni tampoco ser identificadas en la fase de publicación de resultados.

Estoy en conocimiento que los datos no me serán entregados y que no habrá retribución por la participación en este estudio, sé que esta información podrá beneficiar de manera indirecta y por lo tanto tiene un beneficio para la sociedad dada la investigación que se está llevando a cabo.

Asimismo, sé que puedo negar la participación o retirarme en cualquier etapa de la investigación, sin expresión de causa ni consecuencias negativas para mí.

Sí. Acepto voluntariamente participar en este estudio y he recibido una copia del presente documento.

Firma participante:

Fecha:

Si tiene alguna pregunta durante cualquier etapa del estudio puede comunicarse con Ana Isabel Castillo Ascoli, Investigadora del presente trabajo, acastilloascoli@gmail.com, tel. 3013-0418

Anexo 2. Cuestionario de Pittsburg para medir la Calidad del Sueño

Para acceder al cuestionario puede entrar al enlace a continuación:
<https://multimedia.elsevier.es/PublicationsMultimediaV1/item/multimedia/S021265671400122X:mmc1.pdf?idApp=UINPBA00004N>

Anexo 3. Bitácora de pacientes

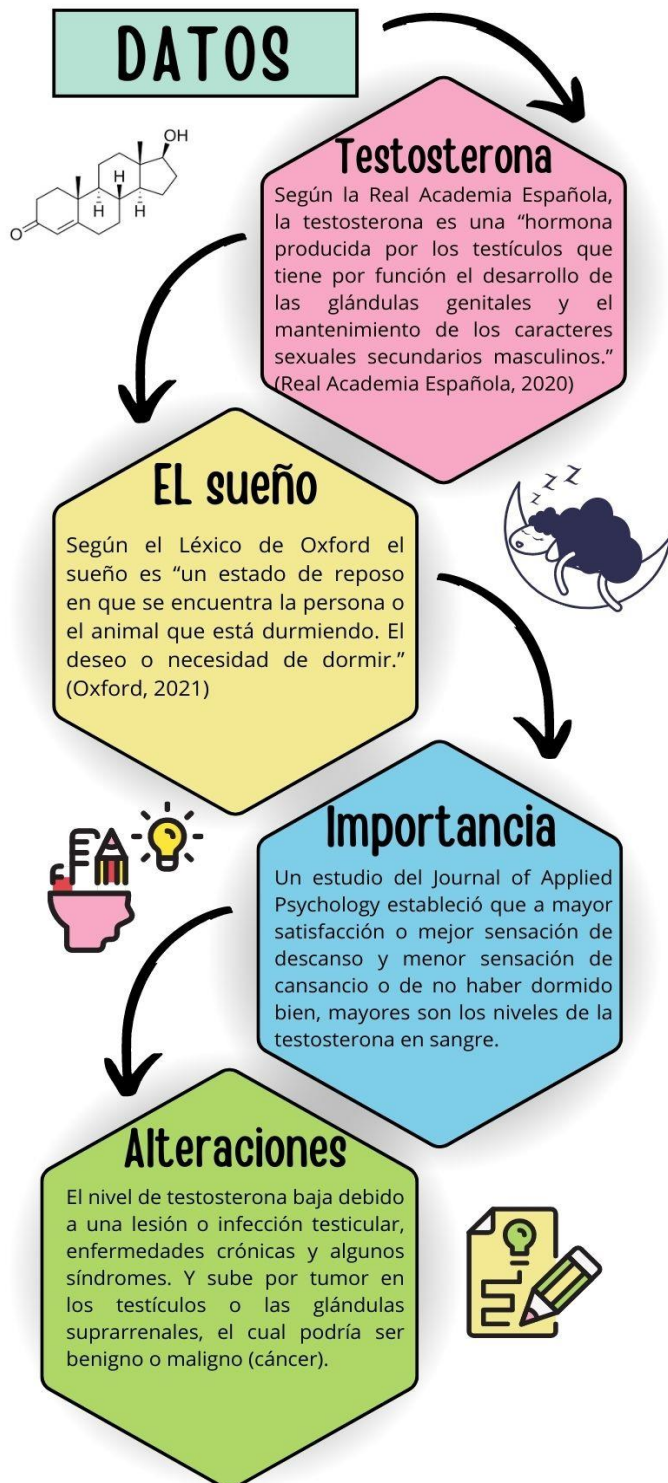
Número de correlativo	Edad	Resultado de cuestionario Pittsburg	Promedio de horas de sueño por noche	Valor Testosterona Total /ng/ml)
1	23	7	6	7.38
2	35	1	7	6.42
3	28	12	5	5.61
4	30	6	6	2.76
5	23	7	5	4.12
6	31	3	6	4.27
7	32	7	7	5.18
8	29	7	4	4.66
9	20	13	4	4.51
10	22	5	8	2.35
11	23	4	8	4.61
12	23	8	5	4.76
13	23	3	7	7.2
14	22	10	7	4.56
15	21	5	5	7.27
16	20	12	3	8.41
17	23	14	4	5.26
18	24	10	6	4.93
19	21	8	4	5.59
20	31	15	5	3.38
21	28	6	6	3.59
22	29	10	6	3.33
23	33	11	4	2.25
24	27	5	8	5.73
25	20	3	7	3.84
26	26	11	2	6.47
27	18	4	9	1.74
28	19	4	8	4.18
29	22	11	6	5.5
30	21	9	6	2.26
31	25	7	7	2.48
32	23	5	8	6.02
33	21	7	9	5.4
34	25	3	9	4.74
35	27	1	8	5.2
36	27	5	5	3.36
37	21	3	7	4.73
38	25	13	4	6.19
39	27	4	5	15
40	20	8	6	2.84
41	26	10	5	3.26
42	22	8	5	8.04
43	21	8	6	5.69
44	18	10	7	2.06
45	21	6	7	3.42
46	24	8	8	3.94
47	30	8	5	2.82
48	27	8	4	3.72
49	23	9	6	4.61
50	28	11	5	3.16

Anexo 4. Continuación bitácora de pacientes

51	30	6	6	4.27
52	32	7	7	4.5
53	33	5	6	6.1
54	24	5	7	7.4
55	35	3	8	6.44
56	30	10	6	5.63
57	32	8	7	2.8
58	24	5	6	4.15
59	33	5	5	4.35
60	34	5	6	5.2
61	31	9	5	4.8
62	22	11	5	4.7
63	24	7	9	2.45
64	26	2	9	4.8
65	25	10	6	5
66	25	1	8	7.5
67	24	12	8	4.7
68	23	3	6	7.3
69	22	14	4	8.5
70	25	12	3	5.28
71	26	8	5	4.95
72	23	12	6	5.7
73	32	13	5	3.45
74	29	8	6	3.75
75	32	12	6	3.45
76	35	13	5	2.5
77	29	3	7	5.95
78	22	5	6	4.1
79	28	13	3	6.7
80	20	8	7	1.85
81	18	6	6	4.35
82	20	15	4	5.7
83	23	13	4	2.34
84	26	5	9	2.76
85	25	6	6	6.34
86	22	9	6	5.9
87	23	5	6	4.85
88	29	3	7	5.6
89	25	6	4	3.76
90	23	9	6	4.85
91	23	11	5	6
92	29	8	4	14
93	18	12	8	2.86
94	28	15	6	3.45
95	24	9	6	8
96	19	7	5	5.85
97	20	12	8	2.35
98	23	8	6	3.7
99	22	10	7	3.6
100	28	10	6	2.4
101	29	10	4	3.5
102	25	11	3	4.4
103	30	13	2	3.05
104	31	8	4	4.89
105	30	9	5	4.3
106	35	7	3	6

Anexo 5. Afiche informativo para los pacientes

TESTOSTERONA Y EL SUEÑO



REFERENCIAS

1. ¿Qué significa tener una buena calidad de sueño? (18 de 03 de 2016). Obtenido de MUNDIARIO: <https://www.mundiario.com/articulo/sociedad/significa-tener-buena-calidad-sueno/20160318211845056429.html>
2. A, C. (2021). Los beneficios de dormir. *Acta Cient Estud*, págs. 113-122.
3. Acosta, M. T. (2019). SUEÑO, MEMORIA Y APRENDIZAJE. *Medicina*, págs. 29-32.
4. AM, R. (2009). Functional neuroanatomy of sleep and circadian rhythms. *Brain Res*, págs. 281-306.
5. Androl, A. J. (16 de 4 de 2014). *The relationship between sleep disorders and testosterone in men*. Obtenido de National Library of Medicine: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3955336/>
6. Cauter, E. V. (31 de 05 de 2011). Sleep loss lowers testosterone in healthy young men. *ournal of the American Medical Association (JAMA)*, págs. <https://www.uchicagomedicine.org/forefront/news/sleep-loss-lowers-testosterone-in-healthy-young-men#:~:text=The%20effects%20of%20sleep%20loss,2%20pm%20and%2010%20pm.>
7. Contreras, A. (05 de 2013). *Testosterona*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/figure/Variacion-nocturna-de-testosterona_fig5_272990957
8. Corral, M. G. (s.f.). *Testosterona*. Obtenido de Cuidate plus: <https://cuidateplus.marca.com/sexualidad/diccionario/testosterona.html>
9. Cunningham, G. (05 de 2018). *Bajo nivel de testosterona*. Obtenido de Hormone Health Network: <https://www.hormone.org/pacientes-y-cuidadores/bajo-nivel-de-testosterona-y-la-salud-masculina#:~:text=La%20testosterona%20es%20la%20hormona,la%20salud%20de%20los%20huesos>

10. *Does insufficient sleep affect testosterone levels in men?* (15 de 7 de 2022).
Obtenido de Baptist Health: <https://www.baptisthealth.com/blog/mens-health/does-insufficient-sleep-affect-testosterone-levels-in-men>
11. *El efecto secundario de la Apnea Obstructiva del Sueño del que nadie está hablando.* (2019).
Obtenido de PHILIPS: <https://www.centralamerica.philips.com/c-e/hs/better-sleep-breathing-blog/better-sleep/the-osa-side-effect-no-ones-talking-about.html>
12. *El sueño en la adolescencia.* (13 de 05 de 2019).
Obtenido de Neuronas en crecimiento : <https://neuropediatra.org/2019/05/13/el-sueno-en-la-adolescencia/>
13. Escardino, A. (s.f.). *Mutación de novo.*
Obtenido de Imegene: <https://imegen.es/informacion-al-paciente/informacion-genetica-enfermedades-hereditarias/conceptos-genetica/tipos-herencia-genetica/mutacion-de-novo/>
14. Española, R. A. (2020). *Atrofia.*
Obtenido de DLE: <https://dle.rae.es/atrofia>
15. *Espermatograma.* (2021).
Obtenido de Multilab: <https://www.multilab.com.pe/examen/220/espermatograma>
16. Ferré, D. A. (2016). *DORMIR BIEN: ¿QUE ES UN SUEÑO NORMAL?*
Obtenido de doctor ferre: <https://doctorferre.com/mas-sobre-el-sueno/sueno-normal/>
17. Ferré, D. A. (2017). *¿Qué es el ciclo de sueño-vigilia?*
Obtenido de doctorferre: <https://doctorferre.com/preguntas-frecuentes-sueno-adulto/211-que-es-el-ciclo-sueno-vigilia/#:~:text=Se%20le%20llama%20el%20ciclo,estamos%20despiertos%20antes%20de%20dormir.>
18. Ferré, D. A. (2019). *Trastornos del ritmo cardíaco.*
Obtenido de doctorferre: <https://doctorferre.com/trastornos-del-sueno/trastornos-del-ritmo-circadiano/>
19. Fontana, S. A. (09 de 2014). *Calidad de sueño y atención selectiva en estudiantes universitarios: estudio descriptivo transversal.*
Obtenido de Medwave: <https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Estudios/Investigacion/6015#:~:text=L>

- a%20calidad%20de%20sue%C3%B1o%20no,distintos%20subprocesos%20de%20la%20atenci%C3%B3n.
20. Fraser, D. (06 de 01 de 2018). *Testosterona libre*. Obtenido de Myhealth: https://myhealth.ucsd.edu/Spanish/RelatedItems/167,testosterone_free_ES
 21. GA, K. (2010). Total sleep deprivation, chronic sleep restriction and sleep disruption. *Human Sleep and Cognition. Prog Brain*, págs. 91-104.
 22. Género. (2022). Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/g%C3%A9nero>
 23. Gómez, M. B. (2022). *¿Qué hormonas masculinas están implicadas en la función reproductora?* Obtenido de Reproduccion Asistida ORG: <https://www.reproduccionasistida.org/valores-hormonales-en-el-hombre/>
 24. *gonadotropinas*. (11 de 11 de 2020). Obtenido de EcuRed: <https://www.ecured.cu/Gonadotropinas>
 25. Hart, S. (s.f.). *Ligado a X*. Obtenido de National Human Genome Research Institute: <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Ligado-al-X#:~:text=Ligado%20al%20cromosoma%20X%20se,X%20y%20un%20cromosoma%20Y.>
 26. Heredia, M. (14 de 07 de 2020). *Niveles de testosterona*. Obtenido de quemadura.net: <https://www.quemadura.net/niveles-de-testosterona-que-dice/>
 27. *Hipotrofia*. (2020). Obtenido de Clínica Universidad de Navarra: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/hipotrofia>
 28. Horcajo, F. (2001). *¿Cómo se pueden elevar los niveles de testosterona?* Obtenido de Quora: <https://es.quora.com/C%C3%B3mo-se-pueden-elevar-los-niveles-de-testosterona>
 29. Jácome. (31 de julio de 2019). *Descubrimiento de la testosterona*. Obtenido de Revista endocrino: <https://revistaendocrino.org/index.php/rcedm/article/view/538/704>

30. JD, P. (2012). the benefit of sleep, the cost of wake. *Memory for semantically related and unrelated declarative information*, págs. 33-79.
31. L, K. (13 de 08 de 2020). *Uso de eritropoyetina más hierro para corregir la anemia antes de la cirugía para reducir el riesgo de transfusión de sangre*. Obtenido de Cochrane: https://www.cochrane.org/es/CD012451/ANAESTH_uso-de-eritropoyetina-mas-hierro-para-corregir-la-anemia-antes-de-la-cirugia-para-reducir-el-riesgo#:~:text=La%20eritropoyetina%20es%20una%20hormona,casos%20de%20insuficiencia%20renal%20cr%C3%B3nica.
32. L., S. (2015). Obstructive sleep apnoea. *Ther Adv Chronic*, págs. 273-285.
33. *La escasez de sueño reduce significativamente los niveles de testosterona de los hombres jóvenes*. (06 de 03 de 2011). Obtenido de tendencias21: https://tendencias21.levante-emv.com/la-escasez-de-sueno-reduce-significativamente-los-niveles-de-testosterona-de-los-hombres-jovenes_b3027633.html
34. *La falta de sueño aumenta el riesgo de alzhéimer*. (18 de 03 de 2018). Obtenido de ABC enfermedades: https://www.abc.es/salud/enfermedades/abci-confirmado-falta-sueno-aumenta-riesgo-alzheimer-201803121705_noticia.html
35. *LA INFLUENCIA DE LA TESTOSTERONA EN EL SUEÑO*. (2009). Obtenido de clinicadoctort: <https://www.clinicasdoctort.com/la-influencia-de-la-testosterona-en-el-sueno/#:~:text=Si%20los%20niveles%20de%20testosterona,alteraciones%20m%C3%A1s%20o%20menos%20graves>.
36. Levy, M. (2008). The effects of testosterone on sleep and sleepdisordered breathing in men: Its bidirectional interaction with erectile function. *Sleep Medicine*, págs. 365-379.
37. Los beneficios de dormir. (2013). *NIH*, págs. <https://salud.nih.gov/articulo/los-beneficios-de-dormir/>.

38. *Los genes explican por qué algunos necesitan dormir menos.* (07 de 08 de 2014).
Obtenido de Elcomercio: <https://elcomercio.pe/tecnologia/ciencias/genes-explican-necesitan-dormir-349838-noticia/>
39. Manzo, J. (julio-septiembre de 2004). Testosterona, química cerebral y conducta sexual masculina. *ciencias*, págs. 84-90.
40. Marrama. (2020). *Relacion entre hormonas y sueño.* Obtenido de FMED: http://www.fmed.edu.uy/sites/www.labsueno.fmed.edu.uy/files/Clase%20Luciana_Hormonas%20y%20sue%C3%B1o.pdf
41. Masalán, P. (2013). Sueño en escolares y adolescentes, su importancia y promoción a través de programas educativos. *Revista chilena de pediatría*, 554-564. Obtenido de Revista chilena de pediatría: <https://revistachilenadepediatrica.cl/index.php/rchped/article/view/3052/2806>
42. *Mineralocorticoide.* (2020). Obtenido de Clínica Universidad de Navarra: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/mineralocorticoide>
43. Mora, P. C. (julio-agosto de 2013). Neurobiología del sueño y su importancia. *División de Rehabilitación Neurológica*, págs. 5-15.
44. Oxford. (2021). *esteroide.* Obtenido de lexico: <https://www.lexico.com/es/definicion/esteroide>
45. Oxford. (2021). *Hipertrofia.* Obtenido de Lexico: <https://www.lexico.com/es/definicion/hipertrofia>
46. Oxford. (2021). *Sueño.* Obtenido de Lexico: <https://www.lexico.com/es/definicion/sueno>
47. Oxford. (2021). *Zigoto.* Obtenido de Lexico: <https://www.lexico.com/es/definicion/zigoto>
48. Oxford. (s.f.). *Testosterona.* Obtenido de Diccionario en español: <https://www.lexico.com/es/definicion/testosterona>

49. P, M. (2009). The role os sleep and the consequences of sleep loss. *New Neurons in the adult brain*, págs. 187-194.
50. Puig, R. P. (s.f.). *Ciclopentanoperhidrofenantreno: estructura e importancia*. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/esterano/>
51. *retroalimentación positiva y negativa*. (27 de 4 de 2015). Obtenido de Significados.com: <https://www.hormone.org/pacientes-y-cuidadores/bajo-nivel-de-testosterona-y-la-salud-masculina#:~:text=La%20testosterona%20es%20la%20hormona,la%20salud%20de%20los%20huesos.>
52. Romero, S. (28 de 04 de 2020). *consecuencias de dormir poco*. Obtenido de muy interesante: <https://www.muyinteresante.es/salud/fotos/consecuencias-de-dormir-poco/9>
53. Saico, S. P. (julio-agosto de 2016). *Tratamiento de la deficiencia androgénica del enfermo dializado con suplementos de testosterona. Resultados preliminares*. Obtenido de Nefrología: <https://www.revistanefrologia.com/es-tratamiento-deficiencia-androgenica-del-enfermo-articulo-S0211699516300030>
54. salgado, S. (1 de 12 de 2016). *Las hormonas del hombre en el estudio de fertilidad*. Obtenido de ovodonante: <https://ovodonante.com/hormonas-del-hombre-en-el-estudio-de-fertilidad/>
55. SC, V. (2019). Obstructive Sleep Apnea in adults. *N Engl J Med*, pág. 380.
56. Tango, D. (16 de 07 de 2019). *Hipogonadismo hipogonadotrópico*. Obtenido de MedlinePlus: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000390.htm#:~:text=El%20hipogonadismo%20es%20una%20afecci%C3%B3n,la%20hip%C3%B3fisis%20o%20el%20hipot%C3%A1lamo.>
57. Tango, D. (26 de 01 de 2020). *testosterona*. Obtenido de MedlinePlus: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003707.htm>

58. Tejada, A. (abril-junio de 2013). La actitud y la testosterona, la hormona del estilo de vida. *Horizonte Médico*, págs. 46-50.
59. *Terapia con testosterona: beneficios y riesgos potenciales a medida que envejeces*. (11 de junio de 2022). Obtenido de Mayo clinic.
60. *Testosterona*. (30 de 10 de 2011). Obtenido de Todoesquimica: <https://todoesquimica.blogia.com/2011/103003-testosterona..php>
61. *Testosterona*. (21 de 01 de 2021). Obtenido de EcuRED: <https://www.ecured.cu/Testosterona>
62. Thompson, E. G. (08 de septiembre de 2022). *Testosterona*. Obtenido de cigna healthcare: <https://www.cigna.com/es-us/knowledge-center/hw/pruebas-mdicas/testosterona-hw27307>
63. Tricas, D. J. (14 de 11 de 2013). *DUTASTERIDE: INFORME TÉCNICO*. Obtenido de Médico farmacéuticos: <https://sites.google.com/a/info-farmacia.com/info-farmacia/medico-farmaceuticos/informes-tecnicos/dutasteride-informe-tecnico?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1>
64. Uribe, J. F. (04 de 2016). *Vía trasera de la síntesis de testosterona (backdoor pathway)*. Obtenido de Elsevier: <https://www.elsevier.es/es-revista-urologia-colombiana-398-articulo-via-trasera-sintesis-testosterona-backdoor-S0120789X15001264>
65. Valsecia, M. . (2019). *HORMONAS SEXUALES MASCULINAS*. Obtenido de Medunne: https://med.unne.edu.ar/sitio/multimedia/imagenes/ckfinder/files/files/cap27_mas c.pdf

