



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Importance of total testosterone in subjects who perform exercises that require great physical effort

Importancia de la testosterona total en sujetos que realizan ejercicios que requieren gran esfuerzo físico

Yanira Monserrath Herrera Telenchana¹  , Lourdes Gioconda Tabares Rosero¹  

¹Universidad Técnica de Ambato, Facultad Ciencias de la Salud, Laboratorio Clínico. Ambato, Ecuador.

Citar como: Telenchana YMH, Rosero LGT. Importancia de la testosterona total en sujetos que realizan ejercicios que requieren gran esfuerzo físico. Salud, Ciencia y Tecnología 2024; 4:702. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2024702>.

Enviado: 12-09-2023

Revisado: 01-11-2023

Aceptado: 25-12-2023

Publicado: 26-12-2023

Editor: Dr. William Castillo-González 

ABSTRACT

Introduction: physical activity, especially high-impact activity, generates an increase in total testosterone levels in the athletes' bodies, this increase provides a gain in strength and muscle growth in a short period of time.

Methods: a narrative review was carried out with different search strategies in PubMed, Elsevier, Academic Google, Scielo, 22 research articles and reviews published in Spanish and English were included, from 2019 to 2023.

Results: of the studies reviewed, the majority provided key information on the association between elevated levels of total testosterone and physical growth in athletes.

Conclusion: sport is essential to improve the quality of life of the individual, however, the obsession with developing spectacular muscles and increasing their strength has led athletes to consume anabolic androgenic steroids that dangerously raise testosterone levels, consequently, causing the damage to organs and systems, which could become a public health problem; therefore, consumption must be controlled medically. Low testosterone levels in men are associated with erectile dysfunction, in women with infections and vaginal dryness. Testosterone levels in trans women, despite wanting to suppress them through hormone therapy, remain high, giving them an additional advantage over the rest of the female gender.

Keywords: Total Testosterone (TT); International Olympic Committee (IOC); Anabolic Androgenic Steroids (AAS); Androgenic Receptors (RA).

RESUMEN

Introducción: la actividad física, sobre todo aquella de alto impacto genera el aumento de los niveles de testosterona total en el organismo de los deportistas, este incremento proporciona una ganancia de fuerza y crecimiento muscular en un intervalo corto de tiempo.

Métodos: se realizó una revisión narrativa con diferentes estrategias de búsqueda en PubMed, Elsevier, Google Académico, Scielo. Se incluyeron 22 artículos de investigación y revisiones publicados en español e inglés, del año 2019 al 2023.

Resultados: de los estudios revisados la mayoría proporcionó información clave sobre la asociación que existe entre los niveles elevados de testosterona total y el crecimiento físico de los deportistas.

Conclusión: el deporte es esencial para mejorar la calidad de vida del individuo, sin embargo, la obsesión por desarrollar una espectacular musculatura y aumentar su fuerza ha conllevado a los deportistas a consumir esteroides anabólicos androgénicos que elevan peligrosamente los niveles de testosterona, en consecuencia, provoca el daño de órganos y sistemas, pudiendo convertirse en un problema de salud pública, por lo mismo el consumo debe ser controlado medicamente. Los niveles bajos de testosterona en hombres están asociados con disfunción eréctil, en las mujeres con infecciones y sequedad vaginal. Los niveles de testosterona en mujeres trans a pesar de quererlos suprimir por terapia hormonal permanecen elevados confirniéndoles una ventaja adicional sobre el resto del género femenino.

Palabras clave: Testosterona Total (TT); Comité Olímpico Internacional (COI); Esteroides anabólicos androgénicos (EAA); Receptores Androgénicos (RA).

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la práctica deportiva se ha caracterizado por tener efectos positivos en la vida de las personas, ya que contribuye a mantener un buen estado de salud tanto física como mental,⁽¹⁾ esto sucede gracias a la liberación de endorfinas, las mismas que están encargadas de reducir la ansiedad, la depresión y el estrés,^(1,2) independientemente que esta actividad física sea de bajo o alto impacto.^(3,4)

Por otro lado, la hormona que influye mayormente en el rendimiento deportivo es la Testosterona, debido a que es la hormona que proporciona a los deportistas una ganancia de fuerza y masa muscular,⁽²⁾ al ser una hormona esteroidea anabólica, cumple un papel importante en la regulación del metabolismo, promoviendo el desarrollo muscular, la correcta distribución de energía, y contribuye a que el consumo de grasa sea mayor.⁽³⁾

Investigaciones realizadas manifiestan que el ejercicio físico puede llegar a modular la cantidad de receptores androgénicos en los tejidos musculares,^(1,2,4) esto se debe al aumento de las concentraciones de testosterona total de forma aguda, por el contrario, hay ocasiones en la que la respuesta será crónica,⁽³⁾ por la influencia de algunas variables, como, por ejemplo: la intensidad,⁽²⁾ el tipo de actividad,⁽⁴⁾ volumen, nutrición⁽⁵⁾ y la edad.⁽⁶⁾

Algunos atletas, especialmente los deportistas de alta competencia y fisicoculturistas con el objetivo de tener un cuerpo “perfecto”, mejorar su aspecto físico y el rendimiento deportivo utilizan variaciones artificiales de la testosterona que son los esteroides anabólicos (EAA),⁽⁷⁾ no obstante, su uso indiscriminado ha conllevado a la aparición de efectos secundarios, como son la infertilidad, disfunción eréctil, alteraciones conductuales, ginecomastia, entre otros, por ello se considera un problema de salud pública a nivel mundial.⁽⁸⁾

Naturalmente la concentración de testosterona es aproximadamente 10 veces mayor en los hombres que en las mujeres,⁽⁵⁾ por lo que les confiere una gran ventaja en cuanto al rendimiento deportivo. Actualmente las mujeres transgénero participan en la categoría femenina, lo cual ha creado mucha controversia ya que se está violando el objetivo de una competencia justa y segura.

El presente artículo de revisión bibliográfica pretende obtener información relevante sobre la testosterona total e indagar cómo sus niveles influyen directamente en el rendimiento deportivo de atletas hombres, mujeres, transgénero y cómo les puede afectar el uso indiscriminado de variaciones artificiales de la misma.

MÉTODOS

Para la elaboración del presente artículo se llevó a cabo una revisión bibliográfica minuciosa, donde se pudo obtener información confiable y verificable; el estudio fue selectivo y crítico, ya que de esta manera se logró filtrar información clara, concisa y de alto grado de relevancia académica. Esta indagación posee un carácter científico fundamentado en la recopilación de información de interés acerca del tema abordado donde se incluyeron artículos publicados a nivel global desde el 2019 a los 2023 escritos en idioma español e inglés.

Para la selección del material bibliográfico se gestionó en diferentes bases de datos de revistas y sitios web como Scielo, Google Académico, Elsevier y PubMed. Además, se emplearon palabras clave en la búsqueda como: testosterona total, esteroides anabólicos androgénicos, rendimiento deportivo, transgénero.

RESULTADOS

¿Qué es la testosterona?

La testosterona es una hormona anabólica, forma parte de los andrógenos,⁽⁹⁾ es decir, que es un tipo de hormona esteroidea que proviene del colesterol, tiene como función proporcionar características sexuales masculinas, como el tono de voz, masa muscular, vello facial y corporal, etc.⁽¹⁾ A pesar de que no es exclusiva de los hombres estos la producen en mayor cantidad, en las células de Leyding de los testículos; estudios revelan que puede ser diez a veinte veces más que en el caso de las mujeres, quienes la secretan en el ovario y la zona suprarrenal fasciculada en pequeñas cantidades,^(5,10) es por esta razón que se encuentra una amplia diferencia en los valores de referencia a nivel de laboratorio, para los varones los niveles de TT van entre 2,5 a 10,2 ng/mL; por el contrario, para las damas los valores oscilan de 0,22 a 0,74 ng/mL.⁽¹¹⁾ No obstante, las concentraciones de testosterona pueden variar ya que siguen un ritmo circadiano, es decir, tiende a tener su nivel más alto o pico durante la mañana e ir reduciendo su concentración a lo largo del día.⁽⁵⁾

Importancia de la testosterona total en los deportistas

La testosterona total es una hormona fundamental en el ámbito deportivo,⁽¹⁾ su función principal es el control metabólico, participa activamente en la autorregulación celular, a la vez que permite que el cuerpo aproveche de manera satisfactoria los recursos que tiene a su alcance,^(3,12) es por esta razón que muchas veces

el éxito de las competencias va a depender de la respuesta hormonal, ya que la misma proporciona al individuo un proceso de adaptación dependiendo de la intensidad y duración del ejercicio, interviene en las fases de recuperación y evita el sobre-entrenamiento.⁽⁴⁾

La TT se caracteriza por realizar una serie de funciones anabólicas, ergogénicas, y anticatabólicas en el músculo esquelético, por ende, desarrolla la fuerza, potencia, resistencia y se involucra en la hipertrofia muscular.⁽¹³⁾

Tras ejercicios de resistencia; la TT aumenta alcanzando su punto máximo a los treinta minutos,⁽⁵⁾ sin embargo, vuelve rápidamente a su valor inicial, debido a que no se eleva crónicamente. La testosterona se une a los receptores andrógenos (RA),⁽¹⁴⁾ ahí se da una regulación positiva que puede permanecer en el lapso de 1 a 2 días posteriores al entrenamiento,⁽²⁾ el ambiente hormonal al estar 'alto' favorece las ganancias de la fuerza muscular⁽⁴⁾ e incluso estudios afirman que el aumento de la TT, da como resultado el aumento agudo de los RA 180 minutos después de realizar ejercicio,^(5,14) es por esta razón que se incrementa la absorción de testosterona en el músculo y potencia los efectos anabólicos donde se puede evidenciar un crecimiento muscular.⁽¹⁰⁾

Efectos negativos por el aumento de testosterona total en el organismo de los deportistas

Las mujeres que realizan actividad física llegan a modificar sus niveles de TT, cuando estos niveles incrementan pueden ser más propensas a tener síndrome del ovario poliquístico, ya que se da un excesivo crecimiento con formación disfuncional de folículos antrales,⁽¹⁰⁾ aumenta la probabilidad de padecer cáncer de mama, endometrio y de las glándulas suprarrenales, existe una ausencia del periodo menstrual también conocido como amenorrea, engrosamiento de la voz, agrandamiento del clítoris.⁽¹¹⁾

En los hombres hay una disminución en la producción de espermatozoides que puede llegar a dejarlos infértiles, también pérdida de cabello y dificultad al orinar por el aumento del tamaño de la próstata que puede conllevar a un cáncer.⁽¹⁵⁾

Estudios han evidenciado que mayores niveles de testosterona en plasma y líquido cefalorraquídeo son predictores de tentativa de suicidio tanto en hombres como en mujeres,^(2,4) esto se debe a que esta hormona está relacionada con interconexiones neuronales, que pueden afectar al SNC dando lugar a comportamientos agresivos,⁽⁶⁾ trastorno bipolar y trastorno esquizofrénico.^(16,15)

Efectos negativos por el déficit de testosterona en el organismo de los deportistas

La deficiencia de esta hormona en mujeres deportistas puede presentar irritación vaginal, infecciones, sequedad vaginal (escasa lubricación en el acto sexual), baja respuesta ovárica o insuficiencia de la misma.⁽¹⁷⁾ La deficiencia en los hombres deportistas está enlazada con la disfunción eréctil y fatiga.⁽¹⁵⁾

En ambos sexos afecta la producción de hematíes,⁽⁹⁾ da paso a la osteoporosis,⁽¹¹⁾ mayor riesgo de ECV, síndrome metabólico, obesidad, hipertensión y diabetes tipo II,⁽¹³⁾ de la misma manera el déficit de TT afecta al SNC dando como resultado comportamientos de depresión y ansiedad.^(15,17)

Versiones sintéticas de la testosterona

Los esteroides anabólicos androgénicos (EAA) son una versión sintética de testosterona,^(5,9) que ayuda a obtener mayores resultados en un lapso corto de tiempo, ya que favorece el desarrollo muscular y aumento de la fuerza,^(1,3) esto se debe a que se da una hipertrofia muscular, que genera un aumento del número de capilares, grosor de las fibras musculares ya sea Tipo I o Tipo II o ambas y finalmente del número de núcleos presente en los miocitos por cada fibra.^(7,18)

La obsesión de los deportistas por desarrollar una espectacular musculatura que cumpla con los estereotipos de la sociedad y aumentar su rendimiento deportivo, los ha llevado a consumir una carga adicional de testosterona en forma de EAA, ya sea vía oral o parenteral, a este suceso se lo conoce como dopaje "doping".^(18,19)

El consumo de esteroides anabólicos androgénicos ¿afectan la salud de los deportistas?

La respuesta es sí, a pesar de que la sustancia no causa daño directamente, el peligro se deriva por su uso indiscriminado y prologando sin supervisión médica, y dosis superiores a las establecidas en la práctica clínica,⁽⁸⁾ lo que trae consigo efectos secundarios que se mencionaran a continuación:

- Eritrocitosis: conocido también como policitemia, es un aumento en el hematocrito en sangre o los niveles de hemoglobina, un aumento en el hematocrito provoca un incremento en la viscosidad de la sangre, por ende, se encuentra relacionado con los procesos tromboticos.⁽¹⁹⁾

- Efectos neuropsiquiátricos: los estudios revelan problemas de ansiedad, agresividad, irritabilidad, en ocasiones los individuos llegan a tener síntomas psicóticos, esto se da cuando los deportistas consumen semanalmente altas dosis de TT mayores a 1g, los EAA al ejercer un efecto neurotóxico hace que haya apoptosis neuronal y con ella un deterioro cognitivo.⁽⁷⁾

- Disfunción eréctil y disminución de libido: se produce atrofia de los túbulos seminíferos, hay una disminución de tamaño testicular, que muchas de las veces generan infertilidad, ya que hay una disminución de hasta el 73

% de la producción de espermatozoides.⁽¹⁰⁾

- Crecimiento de próstata y cáncer: posterior a la administración de un ciclo de EAA, los fisicoculturistas obtienen una elevación pequeña pero significativa en los niveles de PSA.⁽¹⁹⁾
- Hipertensión: el uso de EAA aumenta la presión arterial, tanto sistólica como diastólica en 7 y 3 mmHg, respectivamente, los sujetos son más propensos a sufrir enfermedades coronarias, accidentes cerebrovasculares, insuficiencia cardíaca.^(15,19)
- Dislipidemia: existe una reducción del colesterol HDL del 30 al 50 % por el aumento de la actividad de la lipasa hepática, hay un incremento de los niveles plasmáticos de colesterol de lipoproteínas de baja densidad (LDL), lo que conduce a un perfil lipídico aterogénico.^(19,20)
- Alteraciones hepáticas: ictericia colestásica, peliosis hepática, se da la formación de nuevos tumores benignos, que pueden llegar a convertirse en un carcinoma hepatocelular por su uso indiscriminado.⁽⁸⁾
- Alteraciones renales: el uso de los EAA genera nefropatía biliar aguda o nefrosis biliar, da paso a una glomeruloesclerosis focal y segmentaria, que se caracteriza por provocar un tejido cicatricial en los glomérulos.⁽¹⁸⁾

Niveles de testosterona en mujeres deportistas transgénero

Fisiológicamente los hombres desde su pubertad presentan un aumento de la testosterona circulante que les proporciona una mayor función cardiovascular, estatura, fuerza y masa muscular en comparación con las mujeres, se estima que los hombres tienen de 12 a 40 % de ventaja sobre el sexo femenino^(20,21,22) por lo mismo disfrutan de importante superioridad sobre las mujeres en cuanto al rendimiento deportivo, motivo por el cual la mayoría de deportes poseen una categoría exclusivamente femenina, pretendiendo garantizar a los deportistas una competencia en igualdad de condiciones.⁽¹³⁾

Actualmente, la inclusión de mujeres transgénero ha causado controversia; ante este malestar, la COI ha tomado cartas sobre el asunto, donde exige a estas participantes un nivel de testosterona por debajo de 10 nmol/L durante 12 meses antes y durante la competición,⁽¹⁴⁾ en este periodo⁽¹⁷⁾ además que deben ser identificadas como mujeres durante al menos 4 años para calificar. De esta manera según el COI se asegura la equidad con el resto de participantes que son biológicamente femeninas.⁽²⁰⁾ A pesar de que, la Asociación Internacional de Federaciones de Atletismo declara que los niveles de testosterona total deberán estar por debajo de los 5 nmol/L durante al menos 12 meses antes que se efectúe la competencia.⁽²²⁾

Estudios han demostrado que esa no es la solución, ya que a pesar de que los niveles de testosterona se reducen, la disminución muscular es mínima aproximadamente menor al 5 %, ^(14,18,22) y mujeres trans sometidas a tratamiento de supresión de TT por 8 años, siguen manteniendo una ventaja física; más bien, los datos revelan que la fuerza, la masa magra, el tamaño de los músculos y la densidad ósea sólo se ven afectados de forma trivial,^(10,11,22) es por esta razón que las atletas olímpicas expresan su malestar ante las decisiones tomadas por la COI, de igual manera se da a notar la frustración de múltiples organizaciones internacionales de medicina deportiva.⁽²²⁾

A pesar de las quejas, el COI mantiene su decisión y declara que es necesario garantizar, en la medida de su alcance, que los atletas transgénero no queden fuera de la oportunidad de participar en competiciones deportivas. Su resolución se basa principalmente en defender sus derechos humanos, sostiene que su política sigue siendo la garantía de una competencia equitativa, a pesar de que para muchos resulte contradictorio.⁽²¹⁾

Tabla 1. Cuadro de resultados con relación a los niveles de testosterona total en el organismo de los individuos y su influencia en el deporte

Autor	Año	Tema	Objetivos	Resultados
Kraemer et al. ⁽¹³⁾	2020	Growth Hormone(s), Testosterone, Insulin-Like Growth Factors, and Cortisol: Roles and Integration for Cellular Development and Growth With Exercise	Determinar la importancia de las hormonas en el deporte. Conocer las vías de señalización, respuesta y adaptación del cuerpo ante los entrenamientos de resistencia.	En el músculo la testosterona total cumple con una serie de funciones: ergogénicas, anabólicas y anticatabólicas. Al unirse a receptores de andrógenos, genera en el organismo una ganancia de fuerza, resistencia, potencia y facilita la hipertrofia muscular. ⁽¹³⁾

Zitzmann ⁽¹²⁾	2020	Testosterone, mood, behaviour and quality of life	Conocer cómo influye los niveles de testosterona en el estado de ánimo, calidad de vida y comportamiento de las personas.	<p>La testosterona interviene en el mantenimiento del equilibrio emocional.</p> <p>Los niveles bajos generan depresión, falta de vitalidad y fatiga.</p> <p>Las concentraciones bajas están íntimamente relacionadas con la edad (hipogonadismo), sin embargo, este problema puede ser resuelto cuando el individuo se somete a un tratamiento de remplazo de testosterona.</p> <p>Los niveles altos dan como resultado conductas agresivas y violentas, este comportamiento es evidente en personas que consumen EAA.⁽¹²⁾</p>
Zúñiga et al. ⁽⁵⁾	2021	¿Los niveles de Testosterona y Cortisol influyen en el rendimiento en el rugby? Una mirada al rugby sevens	Conocer los componentes fisiológicos y psicológicos que son esenciales en deportes intensos con periodos cortos de recuperación.	<p>La testosterona es fundamental para el correcto funcionamiento inmunológico, reproductivo y sobre todo es esencial para el músculo esquelético.</p> <p>Las concentraciones de testosterona total cambian a lo largo del día, su punto máximo es en la mañana y va disminuyendo paulatinamente.</p> <p>La testosterona tiende a aumentar el número de neurotransmisores.⁽⁵⁾</p>
Guerrero et al. ⁽¹⁷⁾	2022	Actualización de menopausia y terapia de reemplazo hormonal	Analizar como el trastorno hormonal desencadena otras enfermedades.	<p>El déficit hormonal constituye un factor de riesgo cardiovascular, se relaciona con el síndrome metabólico y osteoporosis.</p> <p>En las mujeres se aprecia continuas infecciones urinarias, baja hidratación vaginal, disfunción sexual, amenorrea, entre otras patologías.⁽¹⁷⁾</p>
Anawalt et al. ⁽⁶⁾	2023	Aging and androgens: Physiology and clinical implications	Describir los mecanismos fisiológicos que generan una disminución de las concentraciones séricas de testosterona total con relación al envejecimiento y cómo influyen en el metabolismo y sensibilidad de la testosterona.	<p>La edad afecta la función del eje hipotálamo-hipófisis-testículo dando como resultado una disminución de la producción espermatozoides y de testosterona total.</p> <p>Esta reducción se da a partir de los 35 años, sin embargo, es más evidente a los 65.</p> <p>Los bajos niveles de testosterona se deben a problemas principalmente del testículo (disfunción de las células de Leydig) y del hipotálamo.⁽⁶⁾</p>
Mantilla ⁽⁴⁾	2019	Neurociencia y entrenamiento en el deporte de alto rendimiento	Relacionar la neurociencia con el deporte de alto rendimiento.	<p>En los deportistas se genera un potencia física y mental, ya que tienen la capacidad de desarrollar habilidades cognitivas, que les permite aumentar la velocidad de reacción y coordinación.</p> <p>El sistema nervioso y motor al trabajar en conjunto, crean destrezas tácticas, que incrementa la probabilidad de ganar una competencia.⁽⁴⁾</p>

Di Liegro et al. ⁽¹⁾	2019	Physical Activity and Brain Health	Conocer los efectos de la actividad física en la salud del cerebro.	<p>La actividad física retrasa las enfermedades degenerativas como son la esclerosis múltiple, la diabetes, además que mejora los procesos de memoria contrarrestando el Alzheimer, al proteger el tejido cerebral.</p> <p>El ejercicio genera una sensación de bienestar, al poseer efectos analgésicos y antidepresivos.⁽¹⁾</p>
Delgado et al. ⁽¹⁵⁾	2020	Testosterona y homicidio: aspectos neuroendocrinos de la agresión	Realizar una revisión en donde intervienen tanto los aspectos endocrinos y neurobiológicos de la testosterona y la conexión que existe con comportamientos homicidas, agresivos, y suicidas.	<p>De los 66 estudios más de la mitad aseguran que existe una asociación entre los niveles elevados de testosterona con comportamientos agresivos.</p> <p>El uso de EAA fomenta el homicidio.</p> <p>La testosterona es una hormona que tiene la capacidad de modular la actividad de las vías cerebrales tanto serotoninérgicas y dopaminérgicas, implicadas en conductas violentas.⁽¹⁵⁾</p>
Rodríguez et al. ⁽⁸⁾	2020	Esteroides anabólicos: repercusiones médicas del uso indiscriminado con fines en la mejora del rendimiento atlético	Reconocer las repercusiones médicas por el uso indiscriminado de los EAA en deportistas que pretenden mejorar su rendimiento físico.	<p>Los EAA son elaborados sintéticamente, se derivan de la testosterona.</p> <p>Se crearon con fines terapéuticos, sin embargo, los deportistas lo usan para mejorar el rendimiento físico y fomentar su desarrollo muscular.</p> <p>Su uso indiscriminado conlleva a efectos secundarios como, por ejemplo: alteraciones cardiovasculares, hepáticas, sexuales, renales, endocrinas, etc.⁽⁸⁾</p>
Wiik et al. ⁽²²⁾	2019	Muscle Strength, Size, and Composition Following 12 Months of Gender-affirming Treatment in Transgender Individuals	Explorar los efectos del tratamiento durante 12 meses de terapia para la afirmación de género sobre el tamaño, la función, y composición de los músculos.	<p>EL COI declaró en el 2015 que las mujeres transgénero pueden competir sin ningún tipo de restricción en la categoría femenina, pero deben cumplir con algunos parámetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> Niveles de testosterona total por debajo de los 10 nmol/L durante al menos 12 <p>La Asociación Internacional de Federaciones de Atletismo declara:</p> <ul style="list-style-type: none"> Niveles de testosterona total por debajo de los 5 nmol/L durante al menos 12 meses <p>Pese a la terapia hormonal la fuerza de las mujeres transgénero se mantiene superiores a la de las mujeres cis.⁽²²⁾</p>

Tidmas et al. ⁽²⁰⁾	2023	The Participation of Trans Women in Competitive Fencing and Implications on Fairness: A Physiological Perspective Narrative Review	Ayudar a proporcionar una orientación adecuada para lograr la correcta inclusión de mujeres trans en categorías femeninas de élite	En la pubertad se da la mayor circulación de testosterona total la misma que proporciona a los hombres una ventaja del 12 al 40 % de fuerza en comparación con las damas, es por esta razón, que fisiológicamente los varones poseen naturalmente mayor ventaja física.
				A pesar de la reducción de los niveles de testosterona en las mujeres transgénero en un periodo de 36 meses, se muestra que tanto la fuerza, la masa corporal magra y la superficie muscular, se mantienen por encima de las de las mujeres naturalmente biológicas. ⁽²⁰⁾

DISCUSIÓN

La Testosterona Total es clave para el crecimiento físico y rendimiento de los deportistas, sobre todo para aquellos que practican ejercicios caracterizados por periodos de actividad intensa con intervalos de tiempo reducidos para su recuperación,^(3,14) promueve la formación del musculo esquelético; ya que favorece al desarrollo de las fibras y hace que las mismas se hagan más fuertes.^(5,9)

Varias investigaciones han señalado que los niveles normales y moderadamente elevados de la TT contribuye a mantener el estado óptimo de la masa ósea, el sistema cardiovascular, inmunológico,^(3,4,9) proporciona un equilibrio emocional e incrementa las habilidades cognitivas, lo que les permite a los deportistas desarrollar inteligencia táctica, potencia sus capacidades, que determinan el éxito en los entrenamientos.^(1,2) Por otro lado, otros hallazgos sugieren que los niveles elevados de TT hace que el individuo cambie de comportamiento y se vuelva violeto, dominante y agresivo,^(4,12,16) no obstante este tema sigue siendo investigado.

La vanidad, los estereotipos de la sociedad ha llevado a varios individuos al consumo no controlado de los esteroides sintéticos derivados de la testosterona, conocidos como esteroides anabólicos androgénicos,^(8,19) propendiendo mejorar el rendimiento deportivo. Sus propiedades favorecen al desarrollo de una musculatura impresionante y el aumento de la fuerza⁽¹⁹⁾ pero su uso indiscriminado ha provocado efectos secundarios que afectan gravemente la salud de quien los consume y en ciertas ocasiones ha provocado su muerte.⁽⁷⁾

El COI ha establecido algunos parámetros de inclusión para el movimiento LGBTI, sobre todo en la participación de mujeres transgénero en categorías femeninas, sin embargo, la notoria ventaja fisiológica masculina que estas personas poseen causa molestia en las participantes y otros amantes del deporte^(20,21,22) por lo que especialistas han sugerido una categoría abierta o definida como tercer género, a pesar de que esta propuesta ha sido tomada en cuenta ha sido muy poco valorada.⁽²²⁾

CONCLUSIONES

La testosterona es fundamental en la existencia de los deportistas, al ser una de las principales hormonas involucrada en la correcta regulación del metabolismo, los niveles adecuados permiten que el individuo mejore su rendimiento deportivo y calidad de vida.

Los niveles moderadamente elevados contribuyen al desarrollo de fuerza y masa muscular magra, pero niveles muy elevados causan importantes problemas de salud que afectan al organismo de forma integral.

Con el fin de aumentar este rendimiento deportivo algunos atletas consumen derivados sintéticos de testosterona EAA en dosis altas y sin prescripción médica dando como resultado daños en órganos y sistemas, por ende, convirtiéndose en un problema de salud pública a nivel mundial difícil de tratar.

Las mujeres transgénero, avaladas por el COI y los derechos humanos, siguen participando en competencias de categoría femenina a pesar de que sus niveles de testosterona son significativamente mayores, confiriéndoles ventajas adicionales sobre las mujeres. Expertos consideran que se está violando el objetivo de una participación justa y segura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Di Liegro, Schiera, Proia, Di Liegro. Physical Activity and Brain Health. *Genes* 2019;10:720. <https://doi.org/10.3390/genes10090720>.

2. Mahalakshmi B, Maurya N, Lee S-D, Bharath Kumar V. Possible Neuroprotective Mechanisms of Physical Exercise in Neurodegeneration. *IJMS* 2020;21:5895. <https://doi.org/10.3390/ijms21165895>.

3. Desiderio DWA, Losardo RJ, Bortolazzo C, van Tooren JA, Hoyo EH. Deporte, educación y salud s/f.
4. Alfonso Mantilla JI. Neurociencia y entrenamiento en el deporte de alto rendimiento. RICCAFD 2019;8:15. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2019.v8i2.6238>.
5. Zúñiga-Vergara P, Castro S. M. ¿Los niveles de Testosterona y Cortisol influyen en el rendimiento en el rugby? Una mirada al rugby sevens. Revista Archivos SOCHMEDEP 2022;67:37-53. <https://doi.org/10.59856/Rev.SOCHMEDEP.Vol67-N1.23>.
6. Anawalt BD, Matsumoto AM. Aging and androgens: Physiology and clinical implications. Rev Endocr Metab Disord 2022;23:1123-37. <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09765-2>.
7. García-Arnés JA, García-Casares N. Doping and sports endocrinology: anabolic-androgenic steroids. Revista Clínica Española (English Edition) 2022;222:612-20. <https://doi.org/10.1016/j.rceng.2022.09.003>.
8. Rodríguez Alfaro JM, Álvarez Castillo A, Salas Boza A. Esteroides anabólicos: repercusiones médicas del uso indiscriminado con fines en la mejora del rendimiento atlético. Rev.méd.sinerg 2020;5:e531. <https://doi.org/10.31434/rms.v5i7.531>.
9. Jácome A. Descubrimiento de la testosterona. RevACE 2019;6:231-5. <https://doi.org/10.53853/encr.6.3.538>.
10. Gharahdaghi N, Phillips BE, Szewczyk NJ, Smith K, Wilkinson DJ, Atherton PJ. Links Between Testosterone, Oestrogen, and the Growth Hormone/Insulin-Like Growth Factor Axis and Resistance Exercise Muscle Adaptations. Front Physiol 2021;11:621226. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.621226>.
11. Jasuja R, Pencina KM, Peng L, Bhasin S. Accurate Measurement and Harmonized Reference Ranges for Total and Free Testosterone Levels. Endocrinology and Metabolism Clinics of North America 2022;51:63-75. <https://doi.org/10.1016/j.ecl.2021.11.002>.
12. Zitzmann M. Testosterone, mood, behaviour and quality of life. Andrology 2020;8:1598-605. <https://doi.org/10.1111/andr.12867>.
13. Kraemer WJ, Ratamess NA, Hymer WC, Nindl BC, Fragala MS. Growth Hormone(s), Testosterone, Insulin-Like Growth Factors, and Cortisol: Roles and Integration for Cellular Development and Growth With Exercise. Front Endocrinol 2020;11:33. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00033>.
14. Chasland LC, Yeap BB, Maiorana AJ, Chan YX, Maslen BA, Cooke BR, et al. Testosterone and exercise: effects on fitness, body composition, and strength in middle-to-older aged men with low-normal serum testosterone levels. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology 2021;320:H1985-98. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00010.2021>.
15. Delgado PF, Maya-Rosero E, Franco M, Montoya-Oviedo N, Guatibonza R, Mockus I. Testosterona y homicidio: aspectos neuroendocrinos de la agresión. Rev Fac Med 2020;68. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v68n2.73237>.
16. Brzezinski-Sinai NA, Brzezinski A. Schizophrenia and Sex Hormones: What Is the Link? Front Psychiatry 2020;11:693. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2020.00693>.
17. Guerrero Hines C, Chacón Campos NV, Pizarro Madrigal M. Actualización de menopausia y terapia de reemplazo hormonal. Rev.méd.sinerg 2023;8:e933. <https://doi.org/10.31434/rms.v8i1.933>.
18. Arenas Jiménez MD. Cuando el deporte deja de ser salud: dietas, suplementos y sustancias para aumentar el rendimiento y su relación con el riñón. Nefrología 2019;39:223-6. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2018.10.004>.
19. Bond P, Smit DL, De Ronde W. Anabolic-androgenic steroids: How do they work and what are the risks? Front Endocrinol 2022;13:1059473. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.1059473>.

20. Tidmas V, Halsted C, Cohen M, Bottoms L. The Participation of Trans Women in Competitive Fencing and Implications on Fairness: A Physiological Perspective Narrative Review. *Sports* 2023;11:133. <https://doi.org/10.3390/sports11070133>.

21. Hilton EN, Lundberg TR. Transgender Women in the Female Category of Sport: Perspectives on Testosterone Suppression and Performance Advantage. *Sports Med* 2021;51:199-214. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01389-3>.

22. Wiik A, Lundberg TR, Rullman E, Andersson DP, Holmberg M, Mandić M, et al. Muscle Strength, Size, and Composition Following 12 Months of Gender-affirming Treatment in Transgender Individuals. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2020;105:e805-13. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgz247>.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Herrera Telenchana Yanira Monserrath.

Curación de datos: Herrera Telenchana Yanira Monserrath.

Análisis formal: Herrera Telenchana Yanira Monserrath. Tabares Rosero Lourdes Gioconda.

Adquisición de fondos: Herrera Telenchana Yanira Monserrath.

Investigación: Herrera Telenchana Yanira Monserrath.

Metodología: Herrera Telenchana Yanira Monserrath. Tabares Rosero Lourdes Gioconda.

Administración del proyecto: Tabares Rosero Lourdes Gioconda.

Recursos: Herrera Telenchana Yanira Monserrath.

Supervisión: Tabares Rosero Lourdes Gioconda.

Validación: Tabares Rosero Lourdes Gioconda.

Visualización: Tabares Rosero Lourdes Gioconda.

Redacción - borrador original: Herrera Telenchana Yanira Monserrath. Tabares Rosero Lourdes Gioconda.

Redacción - revisión y edición: Herrera Telenchana Yanira Monserrath. Tabares Rosero Lourdes Gioconda.