

Efectos del deporte sobre la glándula tiroides

Effects of sport on the thyroid gland

Walter Geovanny Aguilar Chasipanta¹
Christian Rogelio Barquin Zambrano²
Jorge Washington Jordán Sánchez²
Edlita Ivonne Espinoza Álvarez²
Ana Gabriela Bayas Cano¹
Mario Rene Vaca García³

¹ Universidad Central del Ecuador. Ecuador.

² Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

³ Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador.

RESUMEN

La tiroides es una glándula situada en el cuello, encargada de producir dos hormonas que son esenciales para el metabolismo y el crecimiento de las personas: la triyodotironina (T3) y la tiroxina (T4). La producción en exceso o la falta de estas hormonas provoca hipertiroidismo en el primer caso e hipotiroidismo en el segundo. Ambas disfunciones de la tiroides se tratan con fármacos. En este trabajo de revisión se mostrarán los efectos del ejercicio físico en las personas que sufren bien de hipertiroidismo o de hipotiroidismo, siendo un complemento al tratamiento médico.

Palabras clave: Hormonas tiroideas; ejercicio físico; hipotiroidismo; hipertiroidismo.

ABSTRACT

The thyroid is a gland located in the neck, responsible for producing two hormones that are essential for the metabolism and growth of people: triiodothyronine (T3) and thyroxine (T4). The excess production or the lack of these hormones causes hyperthyroidism in the first case and hypothyroidism in the second. Both thyroid dysfunctions are treated with drugs. This review will show the effects of physical

activity in people who suffer from hyperthyroidism or hypothyroidism, being a complement to medical treatment.

Keywords: Thyroid hormones; physical exercise; hypothyroidism; hyperthyroidism.

INTRODUCCIÓN

La tiroides es una glándula que se encuentra en la parte anterior y superior de la tráquea.^{1,2} Esta glándula endocrina, que presenta forma de mariposa, se encarga de producir hormonas esenciales en el cuerpo humano,³ ya que influye en muchos aspectos vitales del mismo, como los que se citan a continuación:

- El metabolismo o velocidad con la que se quema o se consume la energía de los alimentos ingeridos y que, por tanto, influye en el peso.
- El crecimiento.
- La regulación del ritmo cardíaco.
- El estado o aspecto de la piel.

El yodo es un elemento fundamental para que la tiroides pueda segregar sus dos hormonas: la tiroxina (T4), que representa el 99,9 % de las hormonas producidas por la tiroides, y la triyodotironina (T3), que supone el 0,1 % restante.⁴

Dado que una de las funciones de la tiroides es mantener el tono del cuerpo, es obvio que cuando esta falla nos encontramos ante un trastorno hormonal que afecta al bienestar y calidad de vida de la persona que lo padece. Cuando la tiroides produce un bajo nivel de hormonas se produce el denominado hipotirodismo, mientras que la producción en exceso provoca hipertirodismo.

Ambos trastornos de la tiroides son fácilmente diagnosticables mediante un análisis de sangre;^{2,5} sin embargo, a menudo se descubre y trata tarde, dado que los síntomas de padecer uno u otro trastorno son fácilmente asemejables a la vejez, como la falta de memoria u otros.

Teniendo en cuenta que no todos los síntomas del hipotirodismo se manifiestan en las personas que lo padecen, entre los más habituales se pueden citar los siguientes: cansancio, incremento del peso corporal, edemas en las piernas, insomnio o dificultad para conciliar el sueño, estreñimiento, disminución del ritmo cardíaco, piel áspera, trastornos menstruales e incluso infertilidad, desgana y ronquera entre otros.⁶

Por el contrario, los síntomas de hipertirodismo como consecuencia de una elevada actividad de la tiroides, entre otros, son: pérdida de peso, nerviosismo, ritmo cardíaco elevado, cambios de humor, trastornos intestinales, insomnio y temblores en las manos entre otros.⁷

Ya se ha apreciado, en base a lo anterior, lo importante que es la tiroides para regular la actividad del cuerpo. Por ello, aunque con ingesta de yodo, bien por aporte de los alimentos, bien por tomar complejos vitamínicos, y hormonas sintéticas para complementar la falta de ellas en el caso del hipotiriodismo, es el tratamiento habitual, hay numerosos estudios que revelan cómo la práctica del deporte es beneficiosa para las personas con trastornos de la tiroides. Hay que tener en cuenta que la medicación es diaria y de por vida.⁸

El trastorno más común y para el que la práctica de la actividad deportiva es beneficioso es el hipotiriodismo, ya que se acelera el metabolismo, que en este caso va a ralentí. Sin embargo, en el caso del hipertiriodismo, la práctica del deporte ha de realizarse con prudencia, ya que los huesos son más frágiles y esto propicia su rotura.⁹

El objetivo de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica de los efectos de la práctica de ejercicio físico en el funcionamiento de la glándula tiroides en personas con trastornos de la glándula.

Efectos del deporte

El efecto de la actividad física sobre la salud está bien documentada para el tratamiento de numerosos trastornos de salud.¹⁰⁻¹³ Para el caso de las afectaciones a la glándula tiroides, ambos trastornos, hipotiriodismo e hipertiriodismo, se tratan con fármacos de por vida. Sin embargo, las investigaciones han mostrado que la práctica de actividad deportiva complementa de manera muy positiva dicho tratamiento farmacológico. Esto, sobre todo, incide positivamente en las personas con hipotiriodismo, como se ha señalado anteriormente.

Dicho lo anterior, un aspecto importante objeto de varios estudios ha sido el efecto que produce la práctica deportiva en la tiroides. Ya *Límanová, Sonka J, Kratochvíl, Sonka K, Kanka y Sprynarová*¹⁴ estudiaron los efectos del ejercicio en el cortisol y las hormonas tiroideas. En el ensayo, los niveles séricos de hidrocortisona, T4, T3 y rT3 se calcularon antes y después del ejercicio. En el grupo A, los sujetos jóvenes no entrenados tuvieron que hacer frente a una carga submáxima y fraccionada en un cicloergómetro. La T3 aumentó, la rT3 y el cortisol disminuyeron y la T4 se mantuvo sin cambios. Los deportistas del grupo B realizaron una carrera de 10 o 15 km como parte de su entrenamiento regular. Se observó un aumento de cortisol y rT3, la T3 permaneció sin cambios y la T4 disminuyó. En deportistas mejor entrenados, el nivel inicial de T3 excedió el límite superior de los valores normales (3,3 mmol/L) y los valores finales de cortisol alcanzaron un valor más alto que en los sujetos menos entrenados. Los autores concluyen afirmando que la movilización del combustible de las reservas de energía y los procesos oxidativos están mejor regulados en los deportistas entrenados que en los no entrenados. Un signo del mejor ajuste a largo plazo fue acompañado por una T3 inicial por encima del límite normal y por un gran aumento de cortisol después de la carrera.

La revista *Neuro Endocrinology* publicó un artículo⁸ en el que se afirmaba que el ejercicio aeróbico realizado en el umbral anaeróbico (aproximadamente a un 70 % de la frecuencia cardíaca máxima) producía los mayores aumentos en los niveles circulantes de tiroxina, triyodotironina y TSH.

En cuanto a la práctica del deporte de alto rendimiento, se han comparado las respuestas hormonales tiroideas al ejercicio de intervalos de alta intensidad y al ejercicio continuo de resistencia en varones altamente entrenados.¹⁵ Para ello tomaron una muestra de 15 atletas. La sesión de ejercicio de alta intensidad consistió en series de 90 segundos de carrera en tapiz rodante al 100-110 % del VO_2max y 90 segundos de recuperación activa al 40 % del VO_2max durante 42-47 minutos. La sesión de ejercicio de resistencia fue de 45 minutos al 60-65 % del VO_2max . La producción total de trabajo fue igual para ambas sesiones. También se realizó una sesión de control de reposo de 45 minutos. Se recogieron muestras de sangre antes e inmediatamente después de la sesión, así como a las 12 horas de terminada esta, para determinar los niveles libres de diversas hormonas como la T4, fT_3 y el cortisol. Los resultados mostraron que todos los niveles de hormonas antes de las pruebas estaban dentro de la normalidad y no diferían significativamente entre las sesiones. Todos los niveles hormonales después de las pruebas fueron significativamente mayores que los del control posterior ($p < 0,001$). A las 12 horas de terminada la prueba, no se observaron diferencias significativas entre los niveles hormonales del control y el grupo de resistencia; sin embargo, la fT_3 se redujo significativamente y la rT_3 fue significativamente mayor en el grupo de intervalos de alta intensidad en comparación con el de resistencia continua y con el control ($p = 0,022$). Para el grupo de intervalos de alta intensidad, a las 12 horas de la prueba, se encontró una correlación negativa ($r(s) = -0,70$, $p < 0,004$) entre fT_3 y rT_3 . Además, para este mismo grupo, se observó también una correlación positiva ($r(s) = 0,74$, $p < 0,002$) entre el cortisol medido inmediatamente después de la prueba y la rT_3 medida a las 12 horas de terminada, y una correlación negativa ($r(s) = -0,72$, $p < 0,003$) entre el cortisol al terminar la prueba y la fT_3 a las 12 horas. Los autores concluyeron que el ejercicio de intervalos de alta intensidad da como resultado una conversión periférica suprimida de T4 a T3, lo que implica que es necesario un período de recuperación más largo para que los niveles hormonales vuelvan a la normalidad, comparado con el ejercicio de resistencia. Estos hallazgos son útiles en el diseño e implementación de entrenamientos, en lo relativo a la recuperación y a la prevención del sobreentrenamiento.

En relación con la práctica de deporte de fuerza, hay un estudio realizado¹⁶ que presenta los efectos hormonales, pero, en este caso, en el periodo nocturno. Los autores examinaron los efectos de dicho ejercicio de fuerza sobre las respuestas nocturnas de cortisol, testosterona, hormona del crecimiento humano (hGH) y hormonas tiroideas (T3, T4) en ocho levantadores de peso entrenados. Cada sujeto realizó dos ensayos utilizando un diseño contrabalanceado: un grupo control que no realizaba ejercicio y otro que realizó una sesión de ejercicios de fuerza pesada de tres series de seis repeticiones hasta el fallo muscular. Se tomaron muestras de sangre antes de cada serie y en intervalos de 20 minutos después del ejercicio. Para ambas pruebas se tomaron muestras de sangre a intervalos de una hora de 21:00 horas a 07:00 horas (el ejercicio se realizó de 19:00 a 20:00). Las concentraciones de hGH y cortisol se incrementaron hasta 40 minutos después del ejercicio ($P < 0,05$), pero regresaron a los niveles de reposo una hora después del ejercicio. La concentración nocturna de hGH no fue afectada por el ejercicio ($P > 0,26$) y alcanzó su máximo a las 02.00 horas y disminuyó hasta las 07.00 horas. Análogamente, las respuestas del grupo control fueron similares entre las distintas mediciones ($P > 0,14$). Estas concentraciones de cortisol disminuyeron de 22.00 horas hasta 01:00 horas, para aumentar luego de manera constante hasta las 07.00 horas. Las concentraciones de testosterona durante ambos ensayos aumentaron constantemente desde las 22.00 horas hasta las 07.00 horas; sin embargo, el aumento de esta hormona entre las 05:00 y las 07:00 horas fue mayor en el grupo que había realizado el ejercicio de fuerza que en el grupo control ($P = 0,059$). En lo que más afecta a esta revisión, las concentraciones de T3 no se modificaron por el ejercicio y fueron similares en todas las mediciones realizadas. Las concentraciones de T4 se elevaron durante 20 minutos después del ejercicio, pero sus concentraciones nocturnas fueron más bajas que en el

grupo control. Estos resultados sugieren que la hGH y el cortisol pueden tener una reactividad nocturna limitada al ejercicio de fuerza. Sin embargo, las alteraciones nocturnas de testosterona y T4 después de dicho ejercicio, aunque pequeñas, pueden tener implicaciones para el anabolismo muscular.

Por otro lado, *Hackney y Dobridge*¹⁷ examinaron cómo el ejercicio prolongado y exhaustivo afecta a las hormonas tiroideas, y a la interrelación de las respuestas del cortisol y la prolactina a dicho ejercicio sobre las hormonas tiroideas. El método utilizado fue el de realizar una carrera en tapiz rodante en el umbral ventilatorio individual hasta el agotamiento. Se tomaron muestras de sangre antes del ejercicio en reposo, al iniciar la prueba, en el momento de finalizarla, y a los 30, 60 y 90 minutos, y a las 24 horas, para examinar la recuperación. En cuanto a las hormonas, entre otras, se analizó la concentración de T3, fT3, T4, fT4, hormona estimulante del tiroides (TSH), cortisol y prolactina. Los resultados mostraron un aumento de todas las hormonas al finalizar el ejercicio respecto de los niveles iniciales. Sin embargo, a los 30 y 60 minutos de finalizar, las hormonas tiroideas habían disminuido y regresado a los niveles de base. Sin embargo, el cortisol y la prolactina permanecieron en niveles significativamente incrementados. A los 90 minutos, todas las hormonas habían vuelto a los niveles iniciales. Por último, a las 24 horas de finalizar la prueba, el cortisol, la fT3 y la TSH habían disminuido respecto de dichos niveles. Además, existieron diversas correlaciones entre hormonas. El estudio concluye afirmando que la práctica de ejercicio aeróbico en el umbral ventilatorio hasta el agotamiento disminuye las hormonas tiroideas seleccionadas durante 24 horas de recuperación subsiguientes, que las respuestas de cortisol están inversamente relacionadas con estas reducciones de hormonas tiroideas y, por último, que los aumentos en la prolactina están directamente relacionados con los cambios en la TSH.

Ciloglu, Peker, Pehlivan, Karacabey, Ilhan, Saygin, y Ozmerdivenli,⁸ realizaron un estudio en el que comenzaban señalando que, como es bien sabido, la actividad física influye en el metabolismo energético de los seres humanos, al aumentar el gasto energético inducido por la actividad y la tasa metabólica en reposo durante varias horas después del ejercicio. Sin embargo, dado que los efectos del ejercicio físico sobre los valores circulantes de la hormona tiroidea siguen siendo controvertidos, investigaron el efecto del ejercicio aeróbico agudo a diferentes intensidades sobre dichos valores. La muestra fue de 60 atletas bien entrenados que realizaron una prueba en cicloergómetro a intensidades baja, media y alta (45 %, 70 % y 90 % de su frecuencia cardíaca máxima, respectivamente). Estas intensidades se seleccionaron de acuerdo con su frecuencia cardíaca máxima (MHR). En cada nivel de intensidad se midieron los valores de la frecuencia cardíaca, ácido láctico sanguíneo, T4, fT4, T3, fT3 y TSH. Los resultados mostraron que el ejercicio realizado en el umbral anaeróbico (70 % de la frecuencia cardíaca máxima, nivel de lactato 4,59 +/- 1,75 mmol/L) causó los cambios hormonales más importantes. Mientras que la tasa de T4, fT4 y TSH continuó aumentando hasta el 90 % de la frecuencia cardíaca máxima, los niveles de T3 y fT3 comenzaron a disminuir en el 70 %. Por todo ello, los autores concluyeron que el ejercicio aeróbico máximo afecta en gran medida el nivel de las hormonas tiroideas circulantes.

Pero no solo la práctica de ejercicio, bien sea anaeróbico o de resistencia, afecta a la tiroides y, por ende, al bienestar físico de las personas, sino que las condiciones en las que se realiza también influyen. Se sabe que después de varios días de ejercicio intenso en ambientes cálidos y suaves, las respuestas cutáneas vasoconstrictoras a la exposición al frío son menos efectivas en la conservación del calor corporal que en la condición de reposo. Las hormonas hipotalámico-pituitaria-suprarrenal e hipotalámico-hipofisario-tiroideas podrían mediar esta respuesta, ya que pueden afectar la vasoconstricción.

Sin embargo, se desconocen los efectos de la fatiga por esfuerzo sobre las hormonas pituitarias-suprarrenales y las respuestas de la hormona tiroidea al ejercicio-estrés por frío.¹⁸ En este sentido, los autores realizaron un estudio en el que se planteó la hipótesis de que siete días consecutivos de ejercicio disminuirían la adrenocorticotropina (ACTH) y el cortisol, mientras que elevarían la TSH, la T3 y la T4, y que estas hormonas estarían relacionadas con una respuesta vasoconstrictora al frío. Para demostrarlo, nueve voluntarios varones caminaron, completamente húmedos, durante 6 horas a una temperatura de 5 grados, en el día de inicio de la investigación y al final de siete días consecutivos de ejercicio extenuante (4 horas diarias de una mezcla de ejercicio aeróbico y anaeróbico en condiciones térmicas neutras). Las muestras de sangre analizadas mostraron aumentos de la ACTH y el cortisol después de los siete días de ejercicio respecto del inicio. Tras la exposición al frío, el cortisol, la T3 y la T4 aumentaron sus valores de forma similar en el día de inicio y en el séptimo día. La ACTH y la TSH, sin embargo, no aumentaron como resultado de la exposición al frío en ninguno de los días señalados. Estos datos indican que siete días de ejercicio elevan los niveles basales de las hormonas de estrés pituitario-suprarrenales (ACTH y cortisol) pero que no modifican las respuestas de las glándulas suprarrenales o tiroideas, en relación con la exposición al frío del día 0, lo que sugiere que no son responsables de la vasoconstricción producida durante la exposición al frío posterior al ejercicio después de siete días consecutivos de entrenamiento.

En 1995 *Hackney, Feith, Pozos y Seale*¹⁹ también se propusieron comprobar que las condiciones en las que se realiza la actividad física pueden influir en la tiroides. Para ello, realizaron un estudio en el que se examinó el efecto de la alta montaña y la exposición al frío en el estado de la hormona tiroidea. 15 hombres participaron en una expedición para escalar el monte McKinley. Se tomaron muestras de sangre en reposo y se midieron la TSH, la T4, la fT4, la T3, la rT3 y el cortisol en tres ocasiones: en los Estados Unidos una semana antes de la expedición, en Alaska inmediatamente antes de la expedición, y en Alaska inmediatamente después del descenso. No hubo diferencias significativas entre las dos primeras mediciones. Sin embargo, sí hubo cambios al comparar la medición anterior a la ascensión con la posterior; se produjo una reducción significativa ($p < 0,05$) de la TSH, T3 y fT3 tras la expedición, así como un aumento significativo de la rT3 y el cortisol, mientras que la T4 y fT4 se mantuvieron sin cambios. El aumento en el cortisol se correlacionó negativamente con la disminución en la TSH y en la T3. Por otra parte, la reducción de T3 se correlacionó inversamente con el aumento de rT3. Con todo ello, los autores dieron por demostrado que las concentraciones en reposo de las hormonas tiroideas se alteran con una expedición de montañismo y, en concreto, parece desarrollarse una "condición baja en T3" relacionada con el estrés ambiental. Estos cambios parecen estar relacionados con una alteración de la conversión periférica de T4 a T3, posiblemente provocada por elevaciones en los niveles de cortisol circulante.

Estos estudios demuestran que las condiciones ambientales en las que se practica deporte afectan a las hormonas tiroideas, pero, además, otros factores también pueden provocar cambios en ellas. Por ejemplo, los cambios producidos por la práctica deportiva con sueño fueron analizados²⁰ en una muestra de 24 jóvenes cadetes militares que participaban en un curso de formación para Rangers de 5 días de duración, que incluía con ejercicio físico duro y en condiciones de deficiencia de calorías y privación de sueño. Los cadetes se dividieron en tres grupos, cada uno con diferentes horas de sueño y consumo de alimentos. Los niveles séricos de hormonas tiroideas (T4, fT4, T3, rT3) y TBG mostraron un patrón bifásico durante el curso. Inicialmente hubo un aumento de secreción concomitante con una mayor desiodación de T4 a T3 y rT3 debida principalmente al ejercicio físico.

Tras varios días de actividad sin suministro de alimentos suficiente, la secreción tiroidea disminuyó al tiempo que se produjo una alteración de la conversión periférica de T4 a rT3 en lugar de T3. Se encontró una correlación significativa entre los cambios en la tiroxina total y libre ($r = 0,9$) y entre el aumento de la rT3 y la disminución de la T3 ($r = 0,6$). La TSH disminuyó durante el primer día de actividad y permaneció baja durante todo el curso. La respuesta de la TSH a la estimulación de la TRH se redujo considerablemente durante el curso debido al ejercicio físico ya la deficiencia de calorías. Así pues, el estudio demuestra que la función tiroidea está fuertemente afectada por el ejercicio físico prolongado y un balance energético negativo, mientras que la privación del sueño no tiene ninguna influencia significativa. Los resultados indican que la alteración observada no está regulada únicamente por el eje hipotálamo-hipófisis-tiroides.

Por último, para finalizar esta revisión, cabe mencionar un par de estudios relacionados con el efecto que produce el consumo de zinc en deportistas en la tiroides. Hay que tener en cuenta que el zinc es un mineral que tiene una misión importante en el rendimiento deportivo para aguantar bien los entrenamientos,²¹ por lo cual, cuando los niveles de este mineral son bajos en un deportista, se recomienda ingerir zinc como suplemento alimenticio ya que, entre otras cosas, ayuda a la recuperación de lesiones musculares.

El estudio realizado por *Kilic, Baltaci, Gunay, Gökbek, Okudan, Cicioglu*,²² tuvo como objetivo investigar cómo el ejercicio extenuante afecta a las hormonas tiroideas y a los niveles de testosterona en atletas de élite que ingieren un suplemento de sulfato de zinc. En la investigación participaron 10 luchadores masculinos federados durante un mínimo de 6 años y con una edad media de 18,70 \pm 2,4 años. Todos ellos tomaron un suplemento de sulfato de zinc por vía oral (3 mg/kg/día) durante 4 semanas, además de su dieta normal. Los niveles de hormonas tiroideas y de testosterona se midieron en reposo y en agotamiento tanto antes como después de la suplementación de zinc. Antes de la ingesta de zinc, los niveles en reposo de T3, T4, FT3, FT4 y TSH de los participantes fueron superiores a los valores recogidos tras el entrenamiento ($p < 0,05$). Después de la suplementación con zinc de 4 semanas, los valores de T3, T4 y FT3 en reposo y agotamiento fueron significativamente más altos que antes de dicha ingesta ($p < 0,05$). Antes de la suplementación, los niveles totales de testosterona y testosterona libre antes de entrenar fueron significativamente mayores que los niveles de agotamiento ($p < 0,05$). Después de las 4 semanas de suplementación con zinc, los niveles de testosterona total y libre, tanto anteriores como posteriores al entrenamiento, habían aumentado significativamente respecto a los niveles respectivos previos a la administración del suplemento ($p < 0,05$). Por ello, los autores afirman que el ejercicio extenuante llevó a una inhibición significativa de las hormonas tiroideas y de las concentraciones de testosterona, la suplementación de zinc durante 4 semanas de previno esta inhibición en los luchadores, por lo cual las dosis fisiológicas de este suplemento pueden beneficiar el rendimiento.

Un año después, uno de los autores del anterior estudio²³ investigó acerca de la ingesta de suplementos de zinc y su efecto sobre las hormonas tiroideas y la testosterona, pero, en esta ocasión, en hombres sedentarios. Los 10 voluntarios (edad media, 19,47 \pm 1,7 años) recibieron los suplementos por vía oral durante 4 semanas y en las mismas dosis que en la investigación anterior (3 mg/kg/día) y continuaron con sus dietas normales. Los niveles de las hormonas analizadas fueron medidos, antes y después de la suplementación, tanto en reposo como después de un ejercicio de bicicleta. La T3, la T4, la FT3 y la testosterona total y libre medidas antes de la suplementación disminuyeron después del ejercicio en comparación con los niveles de reposo ($p < 0,01$). Después de la suplementación, los valores de reposo y de fatiga fueron mayores que sus homólogos antes de la ingesta. Por todo ello, el autor concluye que el ejercicio disminuye las hormonas tiroideas y la testosterona en hombres sedentarios, y que la suplementación con zinc evita esta disminución.

Por tanto, las dosis fisiológicas de zinc pueden ser beneficiosas para el rendimiento deportivo de estos sujetos.

Consideraciones finales

La tiroides es una glándula que produce unas hormonas que regulan el tono vital del cuerpo. Cualquier cambio en la producción al alza o la baja afecta al bienestar de las personas afectadas. Si bien se recomienda el deporte como tratamiento complementario al farmacológico, como se ha apreciado en este trabajo de revisión, su práctica puede alterar los niveles de producción de las hormonas triyodotironina (T3) y tiroxina (T4), por lo que ha de tenerse en cuenta el tipo de deporte a practicar, así como su intensidad, sobre todo cuando la tasa de producción es elevada, produciendo el hipertiriodismo, ya que uno de los efectos de este trastorno hormonal es la fragilidad en los huesos y, por ello, el riesgo de fractura realizando deporte de alta intensidad es mayor.

Tanto el ejercicio aeróbico como el de resistencia afectan, disminuyendo los niveles de la T4 y T3, pero cuando se realiza actividad física intensa, el tiempo de recuperación de los valores hormonales normales es mayor. Asimismo, la ingesta de zinc como suplemento mejora el rendimiento deportivo, pues inhibe los efectos de disminución de la hormona tiroidea en actividades de resistencia, por ejemplo.

También se ha demostrado que el momento y las condiciones en que se realice la actividad física como con privación de sueño o alimento y actividad nocturna entre otros, pueden influir en la mayor o menor segregación de hormonas tiroideas.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no poseen ningún tipo de conflicto de intereses, ni financiero ni personal, que puedan influir en el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ekholm R. Control of the thyroid gland: regulation of its normal function and growth. 2nd ed. Springer Science & Business Media; 2013.
2. Melmed S, Polonsky KS, Larsen PR, Kronenberg HM. Williams textbook of endocrinology. 13th ed. Elsevier Health Sciences; 2015.
3. Bastenie PA, Ermans AM. Thyroiditis and thyroid function: clinical, morphological, and physiopathological studies. 6th ed. Elsevier; 2013.
4. Kasper D, Fauci A, Hauser S, Longo D, Jameson J, Loscalzo J. Principios de Medicina Interna. 14ta. ed. Madrid: Mc Graw Hill Interamericana; 1998.

5. Chernecky CC, Berger BJ. Laboratory tests and diagnostic procedures. 6th ed. Elsevier Health Sciences; 2012.
6. Gaitonde DY, Rowley KD, Sweeney LB. Hypothyroidism: an update. South African Family Practice. 2012;54(5):384-90.
7. Razi A, Golphoroushan F, Nejad AB, Goldust M. Evaluating of dermal symptoms in hypothyroidism and hyperthyroidism. Pak J Biol Sci. 2013;16:541-4.
8. Ciloglu F, Peker I, Pehlivan A, Karacabey K, Ilhan N, Saygin O, et al. Exercise intensity ant its effects on thyroid hormones. Neuro Endocrinology. 2005 Diciembre;26(6):830-4.
9. Jara A. Endocrinología. Primera ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2001.
10. Morales SC, Pillajo DP, Flores MC, Lorenzo AF, Concepción RR. Influence of physical activity on the social and emotional behavior of children aged 2-5 years. Rev Cubana Med Gen Integr. 2016;32(3):1-16.
11. Calero S, Díaz T, Cumbajin MR, Torres ÁF, Analuiza EF. Influencia de las actividades físico-recreativas en la autoestima del adulto mayor. Rev Cubana Invest Bioméd. 2016;35(4):366-74.
12. Morales S, Velasco IM, Lorenzo A, Torres ÁF, Enríquez NR. Actividades físico-recreativas para disminuir la obesidad en mujeres entre los 35-50 años de edad. Rev Cubana Invest Bioméd. 2016;35(4):375-86.
13. Calero S, Fernández A, Castillo FL. Recreation activities to improve social behavior. Study in children and adolescents aged 9-14. Rev Cubana Med Gen Integr. 2016;32(3):1-16.
14. Límanová Z, Sonka J, Kratochvíl O, Sonka K, Kanka J, Sprynarová S. Effects of exercise on serum cortisol and thyroids hormones. Exp Clin Endocrinology. 1983 Mayo;81(3):308-14.
15. Hackney A, Kallman A, Hosick K, Rubin D, Battaglini C. Thyroid hormonal response to intensive interval versus steady-state endurance exercise sessions. Hormones. 2012 Enero-Marzo;11(1):54-60.
16. MC Murray R, Eubank T, Hackney A. Nocturnal hormonal responses to resistance exercise. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1995;72(1-2):0-0
17. Hackney A, Dobridge J. Thyroid hormones and the interrelationship of cortisol and prolactin: influence of prolonged, exhaustive exercise. Endokrynol Pol. 2009 Julio-Agosto; 60(4):252-7.
18. Castellani J, Young A, Stulz D, DeGroot D, Blanchard L, Staab J, et al. Pituitary-adrenal and pituitary-thyroid hormone responses during exercise-cold exposure after 7 days of exhaustive exercise. Aviat Space Environ Med. 2002 Junio;73(6):544-50.

19. Hackney A, Feith S, Pozos R, Seale J. Effects of high altitude and cold exposure on resting thyroid hormone concentrations. *Aviat Space Environ Med.* 1995 Abril;66(4):325-9.
20. Opstad P, Falch D, Oktedalen O, Fonnum F, Wergeland R. The thyroid function in young men during prolonged exercise and the effect of energy and sleep deprivation. *Clin Endocrinol (Oxf).* 1984 Junio;20(6):657-69.
21. Pérez A. Zinc y rendimiento deportivo. *Revista Digital Buenos Aires.* 2007 Octubre;11(1):54-60.
22. Kilic M, Baltaci A, Gunay M, Gökbel H, Okudan N, Cicioglu I. The effect of exhaustion exercise on thyroid hormones and testosterone levels of elite athletes receiving oral zinc. *Neuro Endocrinol Lett.* 2006 Febrero-Abril;27(1-2):247-52.
23. Kilic M. Effect of fatiguing bicycle exercise on thyroid hormone and testosterone levels in sedentary males supplemented with oral zinc. *Neuro Endocrinol Lett.* 2007 Octubre;28(5):681-5.

Recibido: 13 de octubre de 2016.
Aprobado: 16 de noviembre de 2017.

Walter Geovanny Aguilar Chasipanta. Correo electrónico. wgaguilar@uce.edu.ec Tél: +593 991913346.