

# Evaluación y tratamiento de la sintomatología respiratoria relacionada con ejercicio en jóvenes atletas

ALBERTO VIDAL G.<sup>1,2,a</sup>, PEDRO CORTEZ V.<sup>1,b</sup>, MARCELA MATAMALA B.<sup>2,c</sup>

## Evaluation and treatment of respiratory symptoms related to exercise in young athletes

*Exercise respiratory symptomatology is frequent in young athletes. In these patients, bronchoconstriction during exercise with or without asthma, the laryngeal obstruction induced by exercise and respiratory pattern disorders in the exercise are the three conditions that must be investigated. In differential diagnosis, organic or structural thoracic or extrathoracic causes should be ruled out. The study is complex but useful to confirm the diagnosis of any of the three conditions. The treatment must be multidisciplinary with individual approach.*

**Keywords:** Asthma, exercise induced; Bronchoconstriction; athletes; Diagnosis, differential.

## Resumen

*La sintomatología respiratoria relacionada con el ejercicio es frecuente en atletas jóvenes. En estos pacientes la broncoconstricción durante el ejercicio con o sin asma, la obstrucción laríngea inducida por el ejercicio y los trastornos del patrón respiratorio en el ejercicio son las tres condiciones que deben ser investigadas. En el diagnóstico diferencial se deben descartar causas torácicas o extratorácicas orgánicas o estructurales. El estudio es complejo pero útil para confirmar el diagnóstico cualquiera de las tres condiciones. El tratamiento debe ser multidisciplinario con enfoque individual.*

**Palabras clave:** Asma por ejercicio; Broncoconstricción; atletas; Diagnóstico diferencial.

## Introducción

La Organización mundial de la salud (OMS) define actividad física como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que requiera gasto energético y, por sus beneficios en la salud biopsicosocial ha recomendado que los niños y adolescentes de 6 a 17 años realicen al menos 60 minutos diarios de actividad física de moderada a vigorosa intensidad con actividades de fortalecimiento osteomuscular al menos 3 veces a la semana<sup>1,2</sup>.

Los deportistas son individuos que participan en actividad física con la motivación de mejorar

su condición física, promover la salud y aprender o perfeccionar sus habilidades, mientras que los atletas participan en la actividad física con el objetivo de mejorar su rendimiento para alcanzar excelencia atlética y/o logros<sup>3</sup>. Para establecer diferencias entre unos y otros se ha recomendado considerar las horas semanales de ejercicio: deportista (2,5 h o más), atleta recreacional (4 h o más), atleta competitivo (6 h o más) y atleta de elite (10 h o más)<sup>4</sup>. Un joven atleta se define como un individuo, ya sea aficionado o profesional, que participa de forma regular y oficial en competiciones deportivas<sup>5</sup>. Los atletas pueden presentar sintomatología respiratoria durante o

<sup>1</sup> Clínica MEDS.

<sup>2</sup> Centro del Desarrollo MEDICOP.

<sup>a</sup> Pediatra broncopulmonar.

<sup>b</sup> Otorrinolaringólogo.

<sup>c</sup> Psiquiatra infanto-juvenil.

después del ejercicio y su aparición dependerá del tipo de ejercicio, su intensidad, las condiciones ambientales, factores genéticos y comorbilidades<sup>6</sup>. El objetivo de esta revisión fue describir y analizar las patologías respiratorias más comunes en atletas jóvenes de 6 a 17 años, métodos diagnósticos y tratamientos más apropiados, junto con proponer un protocolo de estudio de síntomas respiratorios en estos pacientes pediátricos.

## Fisiología respiratoria en el ejercicio

Durante el ejercicio de baja intensidad se produce un aumento en la ventilación minuto ( $V'$ ) a expensas de mayor volumen corriente ( $V_t$ ), que puede aumentar entre 2 a 5 veces en niños y adolescentes que alcanzan el ejercicio máximo. Cuando el ejercicio es de mayor intensidad, es decir cuando el  $V_t$  alcanza el 50 a 60% de la capacidad vital (CV), los incrementos en la  $V'$  se deben en mayor parte al aumento de la frecuencia respiratoria. La  $V'$  puede aumentar hasta 30 veces sobre el valor de reposo durante el ejercicio máximo. Al aumentar la  $V'$ , la mayoría de los atletas pasarán de respiración nasal a oral para reducir la resistencia al flujo de aire. La apertura bucal ayuda a ampliar la abertura laríngea logrando un mayor flujo y menor resistencia a este nivel. La laringe juega un papel importante y el cierre de la glotis facilitará la elevación de las presiones torácicas y abdominales<sup>7</sup>. A medida que se incrementa la intensidad del ejercicio habrá un mayor trabajo respiratorio y con ello un mayor flujo sanguíneo hacia la musculatura diafrágica, torácica y abdominal que participan en la inspiración y espiración, alcanzando hasta el 15% del total de oxígeno consumido durante el ejercicio máximo. En muchos atletas, incluso con entrenamiento adecuado el ejercicio intenso puede provocar hipoxemia arterial. Además, los atletas entrenados en resistencia pueden tener una respuesta ventilatoria inadecuada a la hipoxemia producto de la alteración de sus quimiorreceptores o por una falta de adaptación del sistema respiratorio al entrenamiento<sup>8</sup>.

La respuesta fisiológica respiratoria al ejercicio de niños y adolescentes tiene algunas diferencias respecto de los adultos que deben ser consideradas. Con el crecimiento aumentarán los valores del  $V_t$ , la  $V'$ , la relación  $V_t$ /CV, la ventilación voluntaria máxima (VVM) que depende del  $VEF_1$  ( $VVM = VEF_1 \times 35$ ), el *peak* de ventilación minuto ( $V_{E \text{ peak}}$ ), la reserva ventilatoria (RV) que depende de la  $V'$  y la VVM ( $RV = 100 - [V_{E \text{ peak}} / VVM] \times 100$ ) y la eficiencia ventilatoria ( $V_{E \text{ peak}} /$

$V_{O_2}$ ), mientras que la frecuencia respiratoria y el control ventilatorio ( $V_{E \text{ peak}} / V_{CO_2}$ ) serán más altos en niños más pequeños<sup>9</sup>.

Evidencia reciente sugiere que el entrenamiento físico puede estimular la producción de miocinas (IL6, IL15, irisina) en la célula muscular esquelética, las cuales podrían tener un efecto beneficioso en la adaptación del pulmón y vías respiratorias al ejercicio. Sin embargo, la capacidad flujo-volumen de las vías respiratorias, la reactividad del epitelio de las vías respiratorias y la capacidad vasodilatadora de la vasculatura pulmonar aún se consideran “infra adaptadas” en relación con las extraordinarias demandas impuestas por el sistema cardiovascular y musculoesquelético durante el ejercicio<sup>10</sup>.

## Broncoconstricción inducida por ejercicio

La broncoconstricción inducida por el ejercicio (BIE) se define como el estrechamiento transitorio y reversible de las vías respiratorias inferiores que aparece con el ejercicio físico, la cual puede ocurrir en presencia o ausencia de asma bronquial<sup>11</sup>. Hasta hace pocos años, la BIE en pacientes asmáticos recibía el nombre de asma por ejercicio, pero algunos autores recientemente han propuesto distinguir entre la BIE con asma o tipo 1 de la BIE sin asma o tipo 2, clasificación que aún no está ampliamente aceptada<sup>11,12</sup>. Se estima que la prevalencia de la BIE oscila entre 5 y 20% en la población general, 23% en los deportistas o individuos activos y 30 a 70% de los atletas de elite o de categoría olímpica, especialmente en los que practican deportes de invierno, acuáticos o de alta resistencia<sup>12,13</sup>. En un reciente estudio, realizado en adolescentes de 13 a 18 años se encontró mayor prevalencia de BIE en atletas comparados con no atletas (22,4% vs. 10,2%,  $p = 0,007$ ), además los adolescentes atletas tenían mayor prevalencia síntomas de asma que los no atletas (29,3% vs. 6,5%,  $p = 0,001$ )<sup>14</sup>. En asma pediátrica se ha encontrado BIE entre el 40 y 90%, especialmente en aquellos con asma severa, asma no controlada o que no reciben tratamiento controlador<sup>15</sup>.

La fisiopatología de la BIE no está completamente dilucidada. Lo más aceptado es la teoría osmolar, que señala que en los momentos de mayor ventilación con aire seco, se produce una pérdida de agua y deshidratación en la vía aérea. Este ambiente hiperosmolar provoca desgranulación de los mastocitos y liberación de mediadores inflamatorios como leucotrienos, prostaglandinas, histamina, triptasa e interleuquina 8<sup>16</sup>. Existe

también la teoría térmica, la cual sostiene que el enfriamiento de la mucosa respiratoria provoca vasoconstricción local. El recalentamiento progresivo de la mucosa provoca una hiperemia de rebote con aumento de la permeabilidad vascular, edema y estrechamiento de la vía respiratoria que se presenta con mayor frecuencia después del ejercicio. Además, el enfriamiento de la mucosa también estimula los receptores colinérgicos que median el aumento del tono del músculo liso y el aumento de las secreciones bronquiales<sup>12</sup>. Por último, está la teoría del microtraumatismo del epitelio, el cual señala que con la elevación de la V' se producen mayores gradientes de presión provocando fenómenos repetidos de daño y reparación en epitelio respiratorio de la vía aérea pequeña<sup>17</sup>.

Los síntomas y signos de la BIE incluyen disnea, tos, sibilancias, dolor u opresión en el pecho, producción de secreciones bronquiales, que pueden presentarse durante el ejercicio, pero lo más común es dentro de los 6 a 8 minutos de haber finalizado el ejercicio intenso, pudiendo tener una duración entre 30 a 90 minutos, con resolución espontánea de los síntomas<sup>17</sup>.

Los cuestionarios de síntomas pueden ser utilizados como tamizaje para evaluar los síntomas relacionados con el ejercicio en atletas, pero no reemplazan a las pruebas de función pulmonar ya que solo detectan entre el 13 al 42% de la BIE<sup>18</sup>.

La BIE se confirma con el *test* de provocación bronquial con ejercicio (TPBE) que mide los valores del flujo espiratorio forzado en el primer segundo (VEF<sub>1</sub>) a los 3, 5, 10, 15 y 30 minutos después de al menos 6 minutos ejercicio vigoroso en una trotadora<sup>19</sup>. Una disminución igual o superior al 10% del VEF<sub>1</sub> respecto al valor basal antes del ejercicio confirman la BIE. La severidad puede ser establecida según tres rangos: BIE leve (VEF<sub>1</sub>  $\geq$  10% y  $<$  25%), BIE moderada (VEF<sub>1</sub>  $\geq$  25% y  $<$  50%) y BIE severa (VEF<sub>1</sub>  $\geq$  50%); sin embargo, los pacientes asmáticos tratados con corticoides inhalados podrían tener BIE severa si presentan caídas del VEF<sub>1</sub>  $\geq$  30%<sup>20</sup>. En los atletas con síntomas durante el ejercicio, el TPBE puede no ser tan sensible para diagnosticar la BIE, sobre todo si esta es leve. Esto se debe a que el TPBE no siempre es capaz de reproducir la actividad física necesaria para provocar la deshidratación de la vía aérea como en los diferentes deportes practicados por los atletas. Por otra parte, el TPBE realizado en los laboratorios de función pulmonar, no puede simular las condiciones ambientales de la vida real a las que están expuestos los atletas, como los aeroalérgenos, contaminantes relacionados con el tráfico vehicular o

productos derivados del hipoclorito de sodio en las piscinas<sup>21</sup>.

La hiperpnea voluntaria eucápnica es una prueba alternativa para el diagnóstico de la BIE y ha demostrado ser útil en atletas jóvenes con TPBE negativo. Se requiere que los pacientes respiren una mezcla de gases con 21% de O<sub>2</sub>, 5% de CO<sub>2</sub> y 74% de nitrógeno, durante 6 minutos en alta ventilación minuto (60-85% de la VVM). Se considera positiva cuando la caída del VEF<sub>1</sub> es  $\geq$  10% y se ha propuesto estimar la gravedad de la BIE según los porcentajes de caída del VEF<sub>1</sub>: leve (VEF<sub>1</sub>  $\geq$  10% y  $<$  20%), moderada (VEF<sub>1</sub>  $\geq$  20% y  $<$  30%) y severa (VEF<sub>1</sub>  $\geq$  30%)<sup>21,22</sup>.

Si la BIE es confirmada será necesario definir si es del tipo 1 (BIE con asma) o 2 (BIE sin asma), para lo cual se debe realizar una espirometría pre y postbroncodilatador. Si el paciente registra valores de VEF<sub>1</sub>/CVF y/o VEF<sub>1</sub> y/o CVF por debajo del límite inferior de la normalidad de los valores predictivos para su edad, género y talla o si presenta una respuesta broncodilatadora significativa se asumirá que la BIE es por asma bronquial, o sea BIE tipo 1<sup>23,24</sup>.

El tratamiento de la BIE contiene medidas no farmacológicas y farmacológicas. Las medidas no farmacológicas incluyen el calentamiento intermitente de alta intensidad 15 minutos previo ejercicio para lograr la protección que otorga el periodo refractario (2 a 4 horas). Si el precalentamiento intenso afecta el rendimiento muscular de los atletas (ej. ciclistas), una alternativa es realizar precalentamiento con ejercicios respiratorios aislados en hiperpnea normocápnica. Otras medidas destinadas que han demostrado efectividad son evitar practicar deporte al aire frío, en días de alta contaminación atmosférica o carga polínica y usar mascarillas que incorporan un intercambiador de calor y humedad, siempre y cuando no causen incomodidad para el deporte competitivo<sup>25</sup>.

En el tratamiento farmacológico, los medicamentos de primera línea son los agonistas adrenérgicos  $\beta_2$  de acción corta (ej. salbutamol 200 a 400  $\mu$ g) los cuales deben ser administrados 15 a 20 minutos antes del ejercicio. Aproximadamente el 15% de los atletas pueden perder el efecto protector debido a la tolerancia inducida por la regulación negativa de los receptores  $\beta_2$  ubicados en el mastocito y el músculo liso bronquial. Una alternativa para estos pacientes puede ser la administración de antileucotrienos (ej. montelukast), una a dos horas antes de realizar el ejercicio, los cuales no desarrollan tolerancia en el largo plazo o anticolinérgicos como el bromuro de ipratropio<sup>26</sup>. En los pacientes con BIE y asma el

tratamiento farmacológico incluye el manejo del asma con corticoides inhalados o corticoides inhalados más agonistas adrenérgicos  $\beta_2$  de acción prolongada<sup>27</sup>. La enfermedad rinosinusal puede impactar negativamente en el rendimiento y la calidad de vida de los atletas con BIE de ambos tipos, por lo que se debe considerar el tratamiento adicional con antihistamínicos, corticoides intranasales, antileucotrienos o antibióticos según la patología y la severidad<sup>28</sup>.

### Obstrucción laríngea inducida por el ejercicio

Ha existido confusión terminológica en la literatura respecto de su diagnóstico, por lo que en el año 2017 se formó un grupo de trabajo conjunto del Colegio Americano de Médicos del Tórax, la Sociedad Respiratoria Europea y la Sociedad Europea de Laringología para establecer un informe de consenso sobre su nomenclatura. Se propuso el término general amplio de Obstrucción laríngea inducida (ILO, en inglés), para denominar el cierre laríngeo inducido por un desencadenante. La actividad física fue identificada como uno de muchos desencadenantes, y la obstrucción laríngea inducida por ejercicio (EILO, en inglés) fue definida como una entidad distinta<sup>29</sup>. La EILO se ha definido como la estrechez supraglótica o glótica paradójica, inapropiada y transitoria durante el ejercicio, lo que da lugar a obstrucción al flujo de aire, disnea y/o estridor, generalmente inspiratorio. Otros síntomas menos frecuentes son dolor o sensación de opresión faríngea, ansiedad o mayor requerimiento ventilatorio durante el ejercicio. Se han encontrado prevalencias de 5,7 a 7,5% en los adolescentes o adultos jóvenes sin encontrar diferencias por género<sup>30</sup>. En adolescentes atletas se ha reportado una prevalencia de EILO de 8,1%<sup>31</sup>. Aunque es menos frecuente que la BIE, sus síntomas y signos pueden confundirse, pudiendo coexistir ambas condiciones en un 4,8% de los adolescentes<sup>32</sup>.

La espirometría con prueba broncodilatadora no ayuda a confirmar el diagnóstico de EILO, pero permite saber si coexiste con asma. Ocasionalmente se podría encontrar el aplanamiento del asa inspiratoria de la curva flujo/volumen lo que haría sospechar esta condición, pero esta alteración obliga a realizar estudios adicionales para descartar otras causas como estenosis subglótica, laringotraqueobroncomalacia o compresiones extrínsecas de la vía aérea. Si el TPBE resulta negativo permitirá descartar su asociación con BIE<sup>33</sup>.

Se ha demostrado que la EILO también se

asocia a patrones respiratorios alterados en adolescentes y adultos jóvenes por lo que el test de ejercicio cardiopulmonar (TECP), podría ser un estudio útil para el diagnóstico diferencial con esta comorbilidad<sup>30</sup>.

La confirmación de EILO se realiza por laringoscopia flexible. La videolaringoscopia en reposo puede ser útil para orientar el diagnóstico, en especial si se detectan alteraciones en los movimientos laríngeos durante la inspiración en un paciente con sospecha clínica. Sin embargo, su normalidad no permite descartar EILO, por lo que, si la sospecha clínica es alta, el examen de elección para su confirmación será la videolaringoscopia continua durante el ejercicio (VLCE). Para esta prueba se requiere que el paciente realice ejercicio en un cicloergómetro con un casco, que permite fijar el videolaringoscopio en la frente e introducirlo en la vía aérea superior con previa administración de anestesia local en la fosa nasal correspondiente. Esta prueba debe contar con dispositivos para monitorización cardiopulmonar<sup>34</sup>. La VLCE será positiva si se encuentra obstrucción supraglótica, glótica o ambas durante el período del ejercicio en que el paciente esté presentando la sintomatología. El análisis del registro de la VLCE más aceptado y sencillo es el propuesto por Maat et al., quienes diseñaron un puntaje tomando en cuenta la severidad de la obstrucción laríngea (grado 0 = sin obstrucción hasta grado 3 = máxima obstrucción), la etapa del ejercicio (inicial/máximo) y si la obstrucción es glótica o supraglótica<sup>35</sup>. En un reciente consenso de expertos, se acordó que la ILO en un paciente con sospecha clínica se puede confirmar por videolaringoscopia con un cierre laríngeo inspiratorio  $\geq 50\%$  en reposo con estímulos de provocación conocidos y la EILO con un cierre laríngeo grado  $\geq 2$  en la escala de Maat durante una VLCE<sup>36</sup>.

El tratamiento de la EILO incluye educación respecto a la condición, explicación de la fisiopatología en forma didáctica que incluye mostrar grabaciones o videos de las alteraciones del paciente durante la VLCE. Otras terapias multidisciplinares incluyen la fisioterapia especializada en técnicas de control adecuado de la respiración, terapia fonoaudiológica especializada con entrenamiento muscular inspiratorio y medidas de higiene vocal, apoyo psicológico para detectar y disminuir factores de estrés emocional, ansiedad y/o depresión<sup>30,37,38</sup>.

Dentro de los ejercicios respiratorios, destaca la técnica de "Olin EILOBI", que corresponde a una técnica de reentrenamiento respiratorio, utilizados para interrumpir la obstrucción larín-

gea durante el ejercicio de alta intensidad. Se caracteriza por una fase inspiratoria bifásica (tipo sollozo), de alta y baja resistencia, seguida de una espiración entre los labios fruncidos. Ha logrado demostrar en series de casos un 66% de éxito para interrumpir la obstrucción respiratoria<sup>39</sup>.

Más del 80% de los pacientes logra el control de los síntomas con la terapia de apoyo multidisciplinario. Sin embargo, existen pacientes adolescentes y adultos con obstrucción supraglóticas moderadas a graves que requieren supraglotoplastía con aritenoidectomía parcial si la obstrucción es posterior o epiglotoplexia si es anterior<sup>30,37</sup>.

En los pacientes con EILO de tipo glótico o en aquellos que responden con grandes valores de ventilación minuto en el TECP se ha sugerido probar la respuesta a bromuro de ipratropio inhalado. Su mecanismo de acción no se conoce del todo, pero se postula que reduciría la sensibilidad la actividad vagal en la musculatura aductora laríngea; sin embargo, su uso clínico se remite a terapias experimentales, cuyos resultados no han sido corroborados en estudios controlados. Otras terapias farmacológicas están dirigidas a tratar las comorbilidades como los medicamentos antirreflujo gastroesofágico y los antidepresivos tricíclicos<sup>30,37</sup>.

En los pacientes pediátricos, se ha planteado la hipótesis de que el aumento del diámetro laríngeo debido al crecimiento podría disminuir espontáneamente la obstrucción y mejorar la tolerancia al ejercicio, por lo que se recomienda un enfoque conservador<sup>40</sup>.

### Trastornos del patrón respiratorio en el ejercicio

Los trastornos del patrón respiratorio en el ejercicio (TPRE), antiguamente se incluían junto a la EILO en un síndrome denominado “respiración disfuncional”. Sin embargo, Connett et al. han recomendado describirlos en forma separada tanto en niños como adultos para evitar la estigmatización de los pacientes<sup>41</sup>.

Los TPRE corresponden a alteraciones en los patrones biomecánicos normales de la respiración capaces de provocar sintomatología respiratoria crónica o intermitente. Los signos y síntomas generalmente se presentan en el ejercicio máximo e incluyen excesiva dificultad para respirar generalmente desproporcionada para la intensidad del ejercicio, estridor o sibilancias inspiratorias, sensación de opresión en la garganta, suspiros, dolor en el pecho, carraspeo, sensación de “hambre de aire”, parestesias, mareos y fatiga<sup>42</sup>. Esta

es una entidad poco conocida por los médicos, muchas veces subdiagnosticada o tratada como asma bronquial con altas dosis de corticoides inhalados sin respuesta clínica, deterioro en la calidad de vida y aumento de los costos en salud para los pacientes<sup>42</sup>.

Estos trastornos pueden presentarse en forma independiente o combinada y se han descrito al menos cinco tipos de patrones alterados:

- 1) Síndrome de hiperventilación con frecuencia respiratoria rápida, mareos y volumen corriente cercano a la capacidad inspiratoria.
- 2) Suspiros profundos y periódicos con un patrón de respiración errático, dificultad para coordinar la espiración máxima y la maniobra inspiratoria.
- 3) Respiración torácica dominante con respiraciones de gran volumen corriente y capacidad mínima de reserva inspiratoria.
- 4) Espiración abdominal forzada con bajos volúmenes pulmonares y un volumen de reserva espiratorio mínimo.
- 5) Asincronía toracoabdominal que muestra un trabajo asincrónico entre la caja torácica y el movimiento abdominal.

Estos patrones pueden presentarse más de uno a la vez y se han encontrado más frecuentes en mujeres jóvenes, en jóvenes con altos grados de ansiedad, en atletas perfeccionistas con rasgos obsesivos, sometidos a estrés interno provocado su autoexigencia (metas u objetivos muy altos) o estrés externo por un evento puntual como una enfermedad o duelo<sup>42,43</sup>. El mecanismo aún no está del todo dilucidado, pero se cree que es una respuesta inconsciente mediada por el control autonómico de la respiración que recibe influencias del sistema límbico<sup>42</sup>.

En la población pediátrica general no está clara su prevalencia, pero en asmáticos infantojuveniles se ha reportado prevalencias de 5% a 18%, siendo más común en asmáticas con enfermedad severa o de difícil control<sup>44,45</sup>. En atletas adolescentes con sospecha clínica de EILO estos patrones respiratorios disfuncionales se han encontrado en el 77% de aquellos en que se confirma con VLCE y en el 79% de los que no se logra confirmar, lo que es esperable porque la sintomatología es bastante similar en ambas condiciones y además se pueden presentar en forma concomitante<sup>46</sup>.

El TPRE más frecuentemente descrito es el síndrome de hiperventilación cuya mayor incidencia está en la adolescencia temprana (13-14 años), pero los síntomas de hiperventilación pueden ocurrir durante toda la niñez. En

la hiperventilación se producen respiraciones rápidas, profundas e inapropiadas provocadas por ansiedad, que incluso puede ser parte de una crisis de pánico. En esta situación la ventilación alveolar está por sobre las necesidades metabólicas del ejercicio, la  $PCO_2$  arterial disminuye, el pH arterial aumenta, lo que provoca alcalosis. La alcalosis aumenta la unión de las proteínas plasmáticas al calcio libre, y como consecuencia hipocalcemia con síntomas como entumecimiento u hormigueo en los dedos, la cara o los pies. Si la condición persiste puede llevar a provocar contracciones musculares, espasmos carpopedales, e incluso puede ocurrir tetania y coma. Sin embargo, no todos los pacientes tienen hiperventilación, también existe la disnea sin hiperventilación, la respiración errática y los suspiros como forma de presentación clínica en el ejercicio<sup>47</sup>.

En el diagnóstico diferencial es importante descartar otras causas como mal acondicionamiento físico secundario a reposo prolongado o hábito sedentario. También se deben descartar alteraciones torácicas orgánicas o estructurales (parálisis frénica, secuelas de reparación de hernia diafragmáticas, broncomalacia significativa, malformaciones arteriovenosas, enfermedad intersticial o síndrome hepatopulmonar), extratorácicas (laringomalacia, estenosis subglótica, compresiones extrínsecas de la vía aérea) y extrapulmonares como anafilaxia y arritmias o alteraciones del corazón izquierdo<sup>42,43</sup>.

Los estudios como espirometría con prueba broncodilatadora y curva flujo volumen, TPBE, radiografía de tórax y electrocardiograma son parte de la primera línea de evaluación para el diagnóstico diferencial y de las comorbilidades.

El TCPE es el examen con mayor utilidad clínica, ya que además de descartar otras enfermedades, lo que es tranquilizador para los pacientes y sus padres, permite realizar mediciones objetivas (ej. ventilación minuto o intercambio gaseoso) y graficar el tipo de alteración del patrón respiratorio de cada paciente<sup>48</sup>. El informe del TCPE contiene un panel de 9 gráficos distribuidos en tres grupos de parámetros fisiopatológicos: metabólicos, cardiovasculares, ventilatorios e intercambio gaseoso. En forma bastante resumida, en este grupo de trastornos se puede encontrar respuesta metabólica normal, siempre y cuando se logre consumo máximo de oxígeno y umbral anaeróbico, respuesta cardiovascular normal y respuesta ventilatoria e intercambio gaseoso alterada, en la cual se podrán evidenciar los diferentes tipos de TPPE ya mencionados<sup>48</sup>.

El tratamiento es multidisciplinario con un enfoque individual. Requerirá de educación

respecto al trastorno, fisioterapia con plan de reentrenamiento de la respiración (respiración nasal, con labios fruncidos y diafragmática), corrección de la postura corporal y entrenamiento de la respiración durante el lenguaje y actividad física. También será necesario el apoyo psicológico (manejo de estrés, fortaleza mental y de la tensión corporal) y tratamiento adecuado de las comorbilidades más frecuentes como asma, EILO, rinitis alérgica, reflujo gastroesofágico y alteraciones del ánimo<sup>49,50</sup>.

## Propuesta de estudio y tratamiento

En un joven atleta que consulta por síntomas respiratorios en el ejercicio, es de vital importancia detectar si existen antecedentes (familiares o personales), síntomas o alteraciones en el examen físico que aumenten el riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular, en cuyo caso se recomienda derivación inmediata a cardiología<sup>51</sup>. Si el paciente no tiene elementos que sugieran riesgo de enfermedad cardiovascular se recomienda una anamnesis dirigida de la sintomatología respiratoria. Como se mencionó anteriormente, los síntomas descritos por los pacientes en el ejercicio no son patognomónicos para una enfermedad determinada, pero existen algunas diferencias importantes que se deben considerar para tener una orientación diagnóstica. La Tabla 1 muestra las diferencias clínicas más importantes entre BIE, EILO y los TPPE.

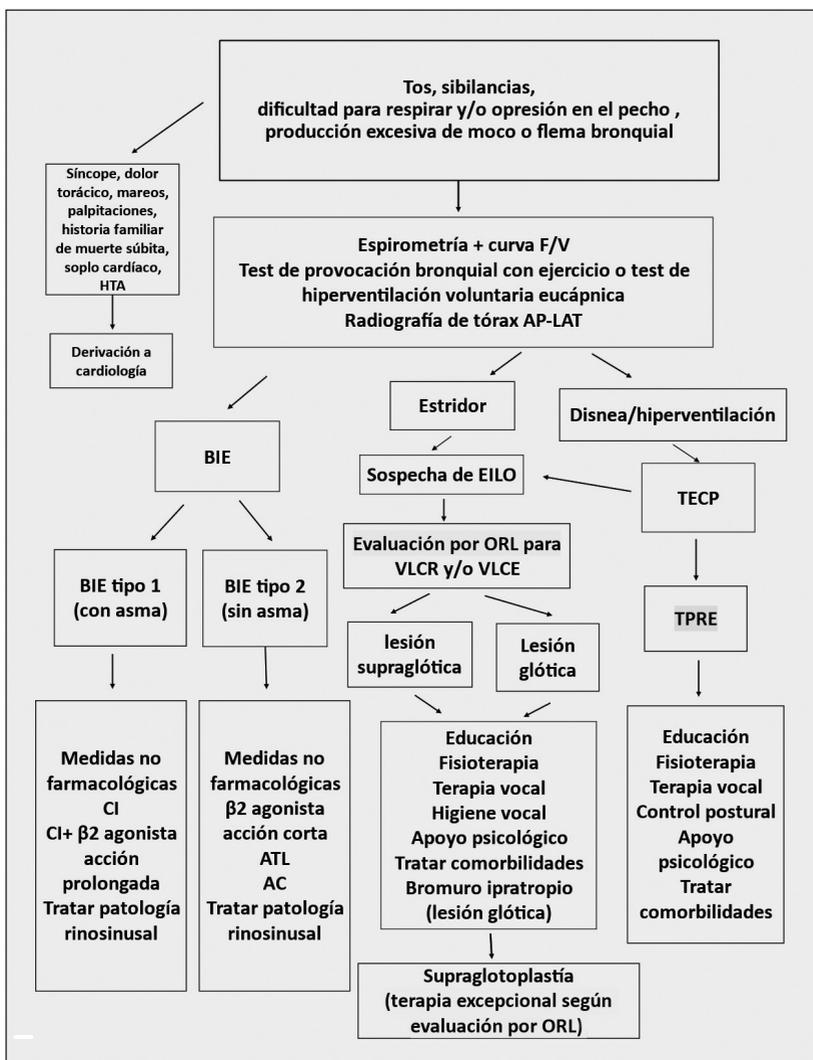
El estudio básico debiera considerar espirometría con prueba broncodilatadora, curva flujo-volumen, radiografía de tórax, TPBE y/o test de hiperventilación voluntaria eucápnica. Con esta primera línea de estudio se podrá diagnosticar o descartar BIE tipo 1 y 2. Si el paciente presenta estridor inspiratorio como signo más importante se debe sospechar EILO, estudiar con VLCR e idealmente VLCE. En el caso de que el paciente refiera disnea o hiperventilación como síntomas principales se sugiere realizar además TCPE con el cual se podrán descartar causas no respiratorias, confirmar el tipo de TPPE o indicar realizar videolaringoscopia si existe alta sospecha de EILO. El algoritmo de estudio propuesto por nuestro grupo se muestra en la Figura 1.

El tratamiento debe ser guiado por un profesional experto en la patología respiratoria específica del paciente en conjunto con su médico tratante especialista en medicina del deporte. La mayoría de los tratamientos farmacológicos que se prescriben a este tipo de enfermos están autorizados por las agencias internacionales antidopaje como

**Tabla 1. Diferencias clínicas entre Broncoconstricción inducida por ejercicio (BIE), Obstrucción laríngea inducida por ejercicio (EILO) y Trastorno del patrón respiratorio en el ejercicio (TPRE)**

	<b>BIE</b>	<b>EILO</b>	<b>TPRE</b>
Diferencias por género	No	No	Más frecuente en mujeres
Síntomas o signos más comunes	Tos y/o sibilancias	Disnea y/o estridor	Hiperventilación o disnea desproporcionada
Inicio de síntomas	Después del ejercicio máximo o una vez terminado	Durante el ejercicio máximo	Durante o después del ejercicio
Término de síntomas	Hasta 30-60 minutos después del ejercicio	Pocos minutos después de terminar el ejercicio	Alivio gradual con disminución de la intensidad del ejercicio
Localización de síntomas	Esternón o tórax anterior	Faringe o vía respiratoria alta	Tórax superior
Mejor método diagnóstico	TPBE	VLCE	TCPE
Respuesta a agonistas adrenérgicos $\beta_2$	Sí	No	No

TPBE: test de provocación bronquial con ejercicio, TCPE: test cardiopulmonar con ejercicio. VLCE: videolaringoscopia continua en el ejercicio.



**Figura 1. Algoritmo de manejo de síntomas respiratorios con ejercicio en jóvenes atletas.** AC: anticolinérgicos; ATL: antileucotrienos; BIE: Broncoconstricción inducida por ejercicio; CI: corticoides inhalados; EILO: Obstrucción laríngea inducida por ejercicio; HTA: hipertensión arterial; ORL: otorrinolaringólogo; TECP: Test de ejercicio cardiopulmonar; TPRE: Trastornos del patrón respiratorio en el ejercicio; VLCE: Videolaringoscopia continua durante el ejercicio; VLCR: VLC en reposo; F/V: flujo/volumen.

la WADA ( Word Anti-Doping Agency, en inglés)<sup>52</sup> o la Global DRO (Global Drug Reference Online, en inglés)<sup>53</sup>. Sin embargo, es muy importante que todos los profesionales que participan del tratamiento de estos pacientes mantengan conocimientos actualizados respecto a este tema.

## Comentarios finales

Los síntomas respiratorios relacionados con el ejercicio son frecuentes en los atletas jóvenes. En estos pacientes la BIE con o sin asma, la EILO y los TPRE son las patologías más importantes para estudiar. El diagnóstico no es fácil y se complica cuando hay coexistencia de estas condiciones. La evaluación multidisciplinaria con el apoyo de exámenes y/o procedimientos permite realizar un adecuado diagnóstico y tratamiento.

## Referencias bibliográficas

- 1.- BULL FC, AL-ANSARI SS, BIDDLE S, BORODULIN K, BUMAN MP, CARDON G, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med.* 2020;54(24):1451-62. doi: 10.1136/bjsports-2020-102955.
- 2.- CHAPUT JP, WILLUMSEN J, BULL F, CHOU R, EKELUND U, FIRTH J, et al. Jago R, Ortega FB, Katzmarzyk PT. 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents aged 5-17 years: summary of the evidence. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2020;17(1):141. doi: 10.1186/s12966-020-01037-z.
- 3.- ARAÚJO CG, SCHARHAG J. Athlete: a working definition for medical and health sciences research. *Scand J Med Sci Sports.* 2016;26(1):4-7. doi: 10.1111/sms.12632.
- 4.- SOLBERG EE, BORJESSON M, SHARMA S, PAPA-DAKIS M, WILHELM M, DREZNER JA, et al. Sport Cardiology Section of the EACPR of the ESC. Sudden cardiac arrest in sports - need for uniform registration: A Position Paper from the Sport Cardiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Prev Cardiol.* 2016;23(6):657-67. doi: 10.1177/2047487315599891
- 5.- MCKINNEY J, VELGHE J, FEE J, ISSEROW S, DREZNER JA. Defining Athletes and Exercisers. *Am J Cardiol.* 2019;123(3):532-5. doi: 10.1016/j.amjcard.2018.11.001.
- 6.- ERSSON K, MALLMIN E, MALINOVSKI A, NORLANDER K, JOHANSSON H, NORDANG L. Prevalence of exercise-induced bronchoconstriction and laryngeal obstruction in adolescent athletes. *Pediatr Pulmonol.* 2020;55(12):3509-16. doi: 10.1002/ppul.25104.
- 7.- VOLLSÆTER M, STENSRUD T, MAAT R, HALVORSEN T, RØKSUND OD, SANDNES A, et al. Exercise Related Respiratory Problems in the Young-Is It Exercise-Induced Bronchoconstriction or Laryngeal Obstruction? *Front Pediatr.* 2022;9:800073. doi: 10.3389/fped.2021.800073.
- 8.- WELLS GD, NORRIS SR. Assessment of physiological capacities of elite athletes & respiratory limitations to exercise performance. *Paediatr Respir Rev.* 2009;10(3):91-8. doi: 10.1016/j.prrv.2009.04.002.
- 9.- TAKKEN T, SONBAHAR ULU H, HULZEBOS E. Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing in children with respiratory diseases. *Expert Rev Respir Med.* 2020;14(7):691-701. doi: 10.1080/17476348.2020.1752195.
- 10.- PETERS CM, DEMPSEY JA, HOPKINS SR, SHEEL AW. Is the Lung Built for Exercise? Advances and Unresolved Questions. *Med Sci Sports Exerc.* 2023;55(12):2143-2159. doi: 10.1249/MSS.0000000000003255.
- 11.- COUTO M, KUROWSKI M, MOREIRA A, BULLENS DMA, CARLSEN KH, DELGADO L, et al. Mechanisms of exercise-induced bronchoconstriction in athletes: Current perspectives and future challenges. *Allergy.* 2018 ;73(1):8-16. doi: 10.1111/all.13224.
- 12.- ATCHLEY TJ, SMITH DM. Exercise-induced bronchoconstriction in elite or endurance athletes: Pathogenesis and diagnostic considerations. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2020;125(1):47-54. doi: 10.1016/j.anai.2020.01.023.
- 13.- RODRIGUEZ BAUZA DE, SILVEYRA P. Asthma, atopy, and exercise: Sex differences in exercise-induced bronchoconstriction. *Exp Biol Med (Maywood).* 2021 ;246(12):1400-9. doi: 10.1177/15353702211003858.
- 14.- MALEWSKA-KACZMAREK K, PODLECKA D, MAŃKOWSKI T, JERZYŃSKA J, STELMACH I. Exercise-Induced Bronchoconstriction in Children: A Comparison between Athletes and Non-Athletes. *Healthcare (Basel).* 2023;11(9):1349. doi: 10.3390/healthcare11091349.
- 15.- KLAIN A, INDOLFI C, DINARDO G, CONTIERI M, DECIMO F, MIRAGLIA DEL GIUDICE M. Exercise-Induced Bronchoconstriction in Children. *Front Med (Lausanne).* 2022;8:814976. doi: 10.3389/fmed.2021.814976.
- 16.- HALLSTRAND TS, ALTEMEIER WA, AITKEN ML, HENDERSON WR JR. Role of cells and mediators in exercise-induced bronchoconstriction. *Immunol Allergy Clin North Am.* 2013;33(3):313-28, vii. doi: 10.1016/j.iacl.2013.02.003.
- 17.- PIGAKIS KM, STAVROU VT, PANTAZOPOULOS I, DANIIL Z, KONTOPODI AK, GOURGOULIANIS K. Exercise-Induced Bronchospasm in Elite Athletes. *Cureus.* 2022;14(1):e20898. doi: 10.7759/cureus.20898.
- 18.- GOOSSENS J, DECAESTECKER T, JONCKHEERE

- AC, SEYS S, VERELST S, DUPONT L, et al. How to detect young athletes at risk of exercise-induced bronchoconstriction? *Paediatr Respir Rev.* 2022;44:40-6. doi: 10.1016/j.prrv.2021.09.007.
- 19.- HALLSTRAND TS, LEUPPI JD, JOOS G, HALL GL, CARLSEN KH, KAMINSKY DA, et al. American Thoracic Society (ATS)/European Respiratory Society (ERS) Bronchoprovocation Testing Task Force. ERS technical standard on bronchial challenge testing: pathophysiology and methodology of indirect airway challenge testing. *Eur Respir J.* 2018;52(5):1801033. doi: 10.1183/13993003.01033-2018.
- 20.- PARSONS JP, HALLSTRAND TS, MASTRONARDE JG, KAMINSKY DA, RUNDELL KW, HULL JH, et al. American Thoracic Society Subcommittee on Exercise-Induced Bronchoconstriction. An official American Thoracic Society clinical practice guideline: exercise-induced bronchoconstriction. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013;187(9):1016-27. doi: 10.1164/rccm.201303-0437ST.
- 21.- BRANNAN JD, KIPPELEN P. Bronchial Provocation Testing for the Identification of Exercise-Induced Bronchoconstriction. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2020;8(7):2156-64. doi: 10.1016/j.jaip.2020.03.034.
- 22.- HULL JH, ANSLEY L, PRICE OJ, DICKINSON JW, BONINI M. Eucapnic Voluntary Hyperpnea: Gold Standard for Diagnosing Exercise-Induced Bronchoconstriction in Athletes? *Sports Med.* 2016;46(8):1083-93. doi: 10.1007/s40279-016-0491-3.
- 23.- QUANJER PH, STANOJEVIC S, COLE TJ, BAUR X, HALL GL, CULVER BH, et al. ERS Global Lung Function Initiative. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations. *Eur Respir J.* 2012;40(6):1324-43. doi:10.1183/09031936.00080312.
- 24.- STANOJEVIC S, KAMINSKY DA, MILLER MR, THOMPSON B, ALIVERTI A, BARJAKTAREVIC I, et al. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. *Eur Respir J.* 2022;60(1):2101499. doi: 10.1183/13993003.01499-2021.
- 25.- DICKINSON J, AMIRAV I, HOSTRUP M. Nonpharmacologic Strategies to Manage Exercise-Induced Bronchoconstriction. *Immunol Allergy Clin North Am.* 2018;38(2):245-58. doi: 10.1016/j.iac.2018.01.012.
- 26.- KOYA T, UENO H, HASEGAWA T, ARAKAWA M, KIKUCHI T. Management of Exercise-Induced Bronchoconstriction in Athletes. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2020;8(7):2183-92. doi: 10.1016/j.jaip.2020.03.011.
- 27.- BACKER V, MASTRONARDE J. Pharmacologic Strategies for Exercise-Induced Bronchospasm with a Focus on Athletes. *Immunol Allergy Clin North Am.* 2018;38(2):231-43. doi: 10.1016/j.iac.2018.01.011.
- 28.- STEELANT B, HOX V, HELLINGS PW, BULLENS DM, SEYS SF. Exercise and Sinonasal Disease. *Immunol Allergy Clin North Am.* 2018;38(2):259-69. doi: 10.1016/j.iac.2018.01.014.
- 29.- HALVORSEN T, WALSTED ES, BUCCA C, BUSH A, CANTARELLA G, FRIEDRICH G, et al. Inducible laryngeal obstruction: an official joint European Respiratory Society and European Laryngological Society statement. *Eur Respir J.* 2017;50(3):1602221. doi: 10.1183/13993003.02221-2016.
- 30.- WELLS C, MAKARIOU I, BARKER N, THEVASAGAYAM R, SONNAPPA S. Exercise induced laryngeal obstruction (EILO) in children and young people: Approaches to assessment and management. *Paediatr Respir Rev.* 2023;46:37-48. doi: 10.1016/j.prrv.2023.04.003.
- 31.- ERSSON K, MALLMIN E, MALINOVSKI A, NORLANDER K, JOHANSSON H, NORDANG L. Prevalence of exercise-induced bronchoconstriction and laryngeal obstruction in adolescent athletes. *Pediatr Pulmonol.* 2020;55(12):3509-16. doi: 10.1002/ppul.25104.
- 32.- JOHANSSON H, NORLANDER K, BERGLUND L, JANSON C, MALINOVSKI A, NORDVALL L, et al. Prevalence of exercise-induced bronchoconstriction and exercise-induced laryngeal obstruction in a general adolescent population. *Thorax.* 2015;70(1):57-63. doi: 10.1136/thoraxjnl-2014-205738.
- 33.- RØKSUND OD, HEIMDAL JH, CLEMM H, VOLL-SÆTER M, HALVORSEN T. Exercise inducible laryngeal obstruction: diagnostics and management. *Paediatr Respir Rev.* 2017;21:86-94. doi: 10.1016/j.prrv.2016.07.003.
- 34.- GIRAUD L, WUYAM B, DESTORS M, ATALLAH I. Exercise-induced laryngeal obstruction: From clinical examination to continuous laryngoscopy during exercise. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2021;138(6):479-82. doi: 10.1016/j.anorl.2021.02.005.
- 35.- MAAT RC, RØKSUND OD, HALVORSEN T, SKADBERG BT, OLOFSSON J, ELLINGSEN TA, et al. Audiovisual assessment of exercise-induced laryngeal obstruction: reliability and validity of observations. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2009;266(12):1929-36. doi: 10.1007/s00405-009-1030-8.
- 36.- LEONG P, VERTIGAN AE, HEW M, BAXTER M, PHYLAND D, HULL JH, et al. Vocal Cord Dysfunction/Inducible Laryngeal Obstruction Delphi Expert Panel. Diagnosis of vocal cord dysfunction/inducible laryngeal obstruction: An International Delphi Consensus Study. *J Allergy Clin Immunol.* 2023;152(4):899-906. doi: 10.1016/j.jaci.2023.06.007.
- 37.- CLEMM HH, OLIN JT, MCINTOSH C, SCHWELLENUS M, SEWRY N, HULL JH, et al. Exercise-induced laryngeal obstruction (EILO) in athletes: a narrative review by a subgroup of the IOC Consensus on 'acute respiratory illness in the athlete'. *Br J Sports Med.* 2022;56(11):622-9. doi: 10.1136/bjsports-2021-104704.
- 38.- OLIN JT. Exercise-Induced Laryngeal Obstruction: When Pediatric Exertional Dyspnea Does not Res-

- pond to Bronchodilators. *Front Pediatr.* 2019;7:52. doi: 10.3389/fped.2019.00052.
- 39.- JOHNSTON KL, BRADFORD H, HODGES H, MOORE CM, NAUMAN E, OLIN JT. The Olin EILOBI Breathing Techniques: Description and Initial Case Series of Novel Respiratory Retraining Strategies for Athletes with Exercise-Induced Laryngeal Obstruction. *J Voice.* 2018;32(6):698-704. doi: 10.1016/j.jvoice.2017.08.020
- 40.- LIYANAGEDERA S, MCLEOD R, ELHASSAN HA. Exercise induced laryngeal obstruction: a review of diagnosis and management. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2017;274(4):1781-9. doi: 10.1007/s00405-016-4338-1.
- 41.- CONNETT GJ, THOMAS M. Dysfunctional Breathing in Children and Adults With Asthma. *Front Pediatr.* 2018;6:406. doi: 10.3389/fped.2018.00406. PMID: 30627527; PMCID: PMC6306426.
- 42.- DEPIAZZI J, EVERARD ML. Dysfunctional breathing and reaching one's physiological limit as causes of exercise-induced dyspnoea. *Breathe (Sheff).* 2016;12(2):120-9. doi: 10.1183/20734735.007216.
- 43.- BARKER N, THEVASAGAYAM R, UGONNA K, KIRKBY J. Pediatric Dysfunctional Breathing: Proposed Components, Mechanisms, Diagnosis, and Management. *Front Pediatr.* 2020;8:379. doi: 10.3389/fped.2020.00379.
- 44.- De Groot EP, Duiverman EJ, Brand PL. Dysfunctional breathing in children with asthma: a rare but relevant comorbidity. *Eur Respir J.* 2013;41(5):1068-73. doi: 10.1183/09031936.00130212.
- 45.- VAHLKVIST S, JÜRGENSEN L, HELL TD, PETERSEN TH, KOFOED PE. Dysfunctional breathing and its impact on asthma control in children and adolescents. *Pediatr Allergy Immunol.* 2023;34(1):e13909. doi: 10.1111/pai.13909.
- 46.- MILSTEIN CF, PATEL RR, LAURASH E, KAMPERT M. Identification of Breathing Pattern Disorder in Athletes With Exercise-Induced Laryngeal Obstruction: A Novel Assessment Tool. *J Voice.* 2023 27:S0892-1997(23)00006-1. doi: 10.1016/j.jvoice.2023.01.006.
- 47.- HURVITZ M, WEINBERGER M. Functional Respiratory Disorders in Children. *Pediatr Clin North Am.* 2021;68(1):223-37. doi: 10.1016/j.pcl.2020.09.013.
- 48.- IONESCU MF, MANI-BABU S, DEGANI-COSTA LH, JOHNSON M, PARAMASIVAN C, SYLVESTER K, et al. Cardiopulmonary Exercise Testing in the Assessment of Dysfunctional Breathing. *Front Physiol.* 2021 27;11:620955. doi: 10.3389/fphys.2020.620955.
- 49.- GREIWE J, GRUENKE J, ZEIGER JS. The impact of mental toughness and postural abnormalities on dysfunctional breathing in athletes. *J Asthma.* 2022;59(4):730-8. doi: 10.1080/02770903.2021.1871739.
- 50.- LUDLOW S, DALY R, ELSEY L, HOPE H, SHEEHAN R, FOWLER SJ. Multidisciplinary management of inducible laryngeal obstruction and breathing pattern disorder. *Breathe (Sheff).* 2023;19(3):230088. doi: 10.1183/20734735.0088-2023.
- 51.- GONZÁLEZ F, VERDUGO F, FERNÁNDEZ C, GAYÁN A, YAÑEZ F, HERRERA F. Evaluación Preparticipativa Cardiovascular Pediátrica. Declaración de posición de la Sociedad Chilena de Pediatría (SOCHIPE), Sociedad Chilena de Medicina del Deporte (SOCHMEDEP) y Sociedad Chilena de Cardiología y Cirugía Cardiovascular (SOCHICAR). *Rev Chil Pediatr.* 2018;89(4):544-54. Spanish. doi: 10.4067/S0370-41062018005000607.
- 52.- WORLD ANTI-DOPING AGENCY (WADA). Consultado 05 de mayo 2024. Disponible en: <https://www.wada-ama.org/en/what-we-do/science-medicine/therapeutic-use-exemptions>
- 53.- THE GLOBAL DRUG REFERENCE ONLINE (GLOBAL DRO). Consultado 05 de mayo 2024. Disponible en <https://www.globaldro.com/Home>