
Compendio de Respiración

Volumen 2 — Cuando la respiración se convierte en un estímulo de entrenamiento

Versión 1.0 | Agosto de 2026

Karl Peter Dräger

FIT-or-**FAT**.com

Versiones más recientes (DE, EN, ES) y otros formatos disponibles en: fit-or-fat.com/respiracion

Índice

Parte 0 — Lo más importante en pocas palabras	3
Evidencia, seguridad e idoneidad: las tres clasificaciones	3
Cinco mensajes clave	4
Parte 1 — Seguridad ante todo: la respiración como estímulo de entrenamiento	5
Las tres reglas absolutas siguen vigentes ●	5
Las cuatro palancas: qué se somete a una carga diferente, a partir de la parte 2 ●	5
Hipocapnia ≠ hipoxia — la distinción más importante de este volumen ●	6
Matriz de precaución y seguridad ampliada ●	7
Parte 2 — Entrenamiento de la musculatura respiratoria (IMT)	8
¿Qué es el entrenamiento de la musculatura respiratoria? ●	8
Dispositivos: dosificar la resistencia con precisión ●	9
Por qué la musculatura respiratoria llega a fatigarse: el metaborreflejo ●	9
Protocolos de entrenamiento: mucha disparidad de criterios ●	9
Evidencia en adultos sanos y deportistas ●	10
Evidencia en la EPOC ●	10
Evidencia en el asma ●	11
Una palabra sobre la calidad de las revisiones en sí ●	11
Idoneidad: ¿para quién merece la pena el IMT?	12
Conclusión: cuatro preguntas, cuatro respuestas.....	12
Parte 3 — Respiración con esfuerzo, bracing y maniobra de Valsalva	13
Cuatro términos que a menudo se confunden ●	13
El mecanismo: la presión como herramienta ●	13
¿Cuánta presión? Depende en gran medida del ejercicio ●	13
El precio: picos de presión arterial ●	14
Rendimiento ≠ seguridad: lo que un estudio realmente muestra ●	14
Presión intraocular y glaucoma ●	15
Retorno venoso ante una carga combinada ●	15
Riesgo cerebrovascular: lo que muestran los datos ●	15
Idoneidad: ¿quién debería evitar o adaptar la maniobra de Valsalva?	16
Conclusión: valoración práctica.....	16
Parte 4 — La respiración bajo esfuerzo.....	17
¿Cuándo la respiración llega a ser limitante? La excepción EIAH ●	17
Acoplamiento entre respiración y zancada al correr ●	18
Respiración nasal en competición: lo que muestra un estudio reciente ●	18
Natación: lateralidad respiratoria y simetría ●	19
Flato: más que una simple casualidad ●	19
Conclusión: ¿cuándo la respiración llega a ser el límite?	20
Parte 5 — Demasiada respiración: la hiperventilación como método	21
¿Es el «high-ventilation breathwork» realmente una categoría? ●	21
El mecanismo en detalle: la hipocapnia en el cerebro ●	21
Sudarshan Kriya Yoga: la práctica de HVB mejor respaldada ●	22
Respiración holotrópica: la HVB menos respaldada ●	22
Breathwork en general: un metaanálisis con reservas ●	23
Idoneidad: ¿para quién tiene sentido el HVB?	23
Conclusión: una categoría, dos mundos de evidencia	24

Parte 6 — Demasiado poco oxígeno: apnea, altitud e hipoxia.....	25
El mecanismo: el reflejo de inmersión ●.....	25
Shallow water blackout: el mecanismo que importa ●.....	25
Entrenamiento en altitud: Live-High-Train-Low ●.....	26
No respondedores: no es un rasgo fijo ●.....	26
Normobárico o hipobárico: un debate especializado sin resolver ●.....	26
Intermittent Hypoxic Training (IHT): menos de lo que se piensa ●.....	27
IHHT: lo que muestra la evidencia — y lo que no ●.....	27
De un vistazo: cuatro formas de reducir el oxígeno.....	28
Lo que el entrenamiento en altitud no es ●.....	28
Idoneidad: ¿qué método tiene sentido para quién?.....	29
Conclusión: cuatro caminos, un mecanismo, riesgos muy distintos	29
Parte 7 — Terapia respiratoria en enfermedades crónicas.....	30
Asma: lo que ya se ha tratado en otro lugar ●.....	30
EPOC: la respiración con labios fruncidos ●.....	30
COVID persistente: marcadores sólidos, beneficio cotidiano poco claro ●.....	31
Malestar post-esfuerzo: la señal de alarma.....	31
Idoneidad: orientada a síntomas o poco clara.....	32
Conclusión: complemento, no sustituto.....	32
Parte 8 — La respiración y la psique	33
Breathwork en la ansiedad y la depresión: el nivel del metaanálisis ●.....	33
El estudio individual más grande contradice su propio nivel de metaanálisis ●.....	33
¿Cuándo se convierte una técnica de respiración en evitación? ●.....	34
Trastorno de pánico: un componente entre varios ●.....	34
Idoneidad: regulación sí, terapia sustitutiva no.....	34
Conclusión: útil, pero no una panacea	35
Parte 9 — Lo que a menudo se afirma	36
Respiración y digestión: real, pero más limitado de lo que se afirma ●.....	36
Longevidad y marketing mitocondrial ●.....	36
«Desintoxicación mediante la respiración» ●.....	37
«Optimizar el suministro de oxígeno» ●.....	37
«Fortalecer el sistema inmunitario» ●.....	37
Apps y wearables: ¿qué se mide, qué se extrapola? ●.....	38
Conclusión: crítico no significa desestimador.....	38
Parte 10 — Lo que queda.....	39
Cinco mensajes clave que perduran	39
Lo que este volumen no cubre deliberadamente.....	40
Palabras finales	40
Anexo	41
Glosario (complemento del volumen 1).....	41
Evidencia, seguridad e idoneidad: las tres clasificaciones explicadas.....	42
Matriz de precaución y seguridad ampliada	42
Bibliografía, organizada por tipo de estudio y tipo de fuente	43
Conocimiento libre y apoyo.....	47
Aviso legal y exención de responsabilidad	47

Parte 0 — Lo más importante en pocas palabras

Si solo tienes cinco minutos: esta página basta para una visión general. El volumen 2 se basa en el volumen 1 y da por conocidos sus fundamentos — fisiología, reglas de seguridad, semáforo de evidencia y símbolos de seguridad. El carácter es distinto aquí: el volumen 1 responde sobre todo qué técnicas de respiración son adecuadas para el día a día. El volumen 2 pregunta más bien por qué deportistas, médicos o buceadores utilizan la respiración de forma deliberada como estímulo de entrenamiento — menos guía práctica, más contexto.

Evidencia, seguridad e idoneidad: las tres clasificaciones

La parte 1 introdujo dos dimensiones de evaluación: evidencia y seguridad. El volumen 2 añade una tercera: la idoneidad. A diferencia de la evidencia y la seguridad, la idoneidad no es una escala de efecto o de riesgo, sino que responde a otra pregunta: ¿para quién es una técnica la elección correcta, más allá de la evidencia y la seguridad? Las tres dimensiones se marcan deliberadamente de forma distinta: la evidencia como semáforo (●●●), la seguridad con símbolos propios (☑️⚠️🚫) y la idoneidad sin símbolo, solo como etiqueta de texto. El color siempre va acompañado de texto, para que la clasificación funcione también con daltonismo y en impresión en blanco y negro.

Evidencia y seguridad

Ambos sistemas se mantienen sin cambios y no se vuelven a explicar aquí. Semáforo de evidencia: ● Establecido, ● Mixto, ● Especulativo — evalúa qué tan bien respaldado está un efecto. Seguridad: ☑️ Sin restricción, ⚠️ Individual, 🚫 Precaución — evalúa el nivel de precaución necesario para ciertas técnicas o enfermedades previas.

Idoneidad

Evalúa para quién tiene sentido una técnica, más allá de la evidencia y la seguridad — nuevo en el volumen 2. No sustituye una valoración médica individual.

General — generalmente aplicable sin restricciones para personas sanas.

Individual — la idoneidad depende en gran medida de la persona, p. ej., respondedores/no respondedores al entrenamiento en altitud.

No sin acompañamiento profesional — recomendable solo bajo supervisión médica o fisioterapéutica, p. ej., entrenamiento de la musculatura respiratoria en el malestar post-esfuerzo.

Cinco mensajes clave

1. **La musculatura respiratoria es entrenable** ● — el aumento de fuerza de la musculatura respiratoria mediante entrenamiento específico está bien documentado; su transferencia al rendimiento deportivo global, en cambio, es desigual (Parte 2).
 2. **La respiración con esfuerzo es una herramienta, no un automatismo** ● — la maniobra de Valsalva puede aumentar la estabilidad del tronco durante el entrenamiento de fuerza, pero conlleva picos de presión arterial breves y a veces considerables (Parte 3).
 3. **La hipocapnia no es hipoxia** ● — respirar en exceso (déficit de CO_2) y tener muy poco oxígeno son dos mecanismos fisiológicos distintos con riesgos distintos. Confundirlos es peligroso (Parte 1, Parte 5, Parte 6).
 4. **Aliviar los síntomas no es tratar la enfermedad de base** ● — la terapia respiratoria puede complementar el tratamiento del asma, la EPOC y la COVID persistente, pero no sustituye el tratamiento médico. En el malestar post-esfuerzo se requiere especial precaución (Parte 7).
 5. **Muchas afirmaciones populares sobre la respiración, la digestión y la longevidad están insuficientemente respaldadas** ● — desde «fortalecer el sistema inmunitario» hasta «prolongar la esperanza de vida»: la evidencia actual no respalda estas afirmaciones en su forma habitual (Parte 9).
-

Parte 1 — Seguridad ante todo: la respiración como estímulo de entrenamiento

Las tres reglas absolutas siguen vigentes ●

Las tres reglas absolutas del volumen 1 siguen vigentes sin cambios — y de forma aún más estricta para las intensidades más altas de este volumen:

1. **Nunca dentro o cerca del agua.** Tampoco en la bañera, ni sentado en el borde de la piscina con los pies en el agua.
2. **Nunca al conducir o manejar maquinaria.**
3. **Nunca luches contra un mareo que aparezca.** El mareo es la señal para detenerse de inmediato y volver a respirar con normalidad – no para "aguantar" el ejercicio.

Las cuatro palancas: qué se somete a una carga diferente, a partir de la parte 2 ●

Cada técnica de este volumen se asigna a una palanca fisiológica primaria; pueden intervenir otros mecanismos, pero no son el principio estructurador. Esta asignación determina los límites de los capítulos: cada capítulo trata una palanca primaria.

1. **Resistencia** — la musculatura respiratoria debe trabajar contra una resistencia elevada — un estímulo de entrenamiento para la fuerza de la musculatura respiratoria (Parte 2).
2. **Presión** — la presión intratorácica e intraabdominal generada de forma deliberada estabiliza el tronco, pero somete brevemente al sistema cardiovascular a estrés (Parte 3).
3. **Reducción de CO₂** — la hiperventilación reduce el nivel de CO₂ (hipocapnia) y con ello altera el flujo sanguíneo cerebral y la percepción — independientemente del nivel de oxígeno (Parte 5).
4. **Reducción de O₂ / exposición a hipoxia** — la apnea, la exposición a altitud o los dispositivos de hipoxia reducen la disponibilidad de oxígeno (hipoxia) y desencadenan un estímulo de adaptación metabólica (Parte 6).

Hipocapnia ≠ hipoxia — la distinción más importante de este volumen ●

El error más frecuente en las técnicas de respiración intensa es equiparar «respirar fuerte» con «captar mucho oxígeno». Son dos estados fisiológicos distintos, con mecanismos y riesgos distintos.

Caída de CO₂ (hipocapnia) por hiperventilación

Respirar más intensamente reduce el nivel de CO₂ en sangre. A través de la vasoconstricción hipocápnica, esto reduce el flujo sanguíneo cerebral, junto con hormigueo y mareo (Volumen 1, Parte 1). Lo decisivo: la saturación de oxígeno, en personas sanas en reposo, típicamente solo aumenta ligeramente por esto — ya se encuentra, sin hiperventilación, cerca de su máximo fisiológico. Un pulsioxímetro (SpO₂) no muestra esta diferencia: mide exclusivamente la saturación de oxígeno, no el nivel de CO₂ — por lo tanto, un valor de SpO₂ sin anomalías no descarta una hiperventilación pronunciada.

Caída de O₂ (hipoxia) por apnea, altitud o dispositivos

Aquí desciende el contenido real de oxígeno en la sangre. El tejido debe activar estímulos de adaptación reales, como la formación de glóbulos rojos (eritropoyesis, Parte 6). Esta adaptación es el verdadero estímulo de entrenamiento en el entrenamiento en altitud.

Por qué la combinación es peligrosa

Si se hiperventila antes de retener la respiración, el nivel de CO₂ desciende de forma artificial. Esto retrasa el impulso natural de respirar, mientras el contenido de oxígeno en sangre sigue descendiendo sin control — el cuerpo detecta la falta de oxígeno demasiado tarde. Este es precisamente el mecanismo que subyace al shallow water blackout (Volumen 1, Parte 1: por qué se aplica la regla del agua). No se aplica solo en el agua, sino a cualquier actividad que dependa de una atención ininterrumpida.

Ambos mecanismos en comparación directa:

	Reducción de CO ₂ (hipocapnia)	Reducción de O ₂ (hipoxia)
Desencadenante	Hiperventilación	Apnea, altitud, dispositivo de hipoxia
Efecto primario	Vasoconstricción cerebral	Falta de oxígeno a nivel celular
Señal subjetiva	Mareo, hormigueo, sensación de opresión	Desigual — más débil y lenta que el estímulo del CO ₂ , puede faltar si la caída es rápida
Mayor peligro	Combinación con agua (shallow water blackout)	Ausencia de señal de aviso ante una caída súbita, especialmente tras hiperventilación previa
Normalización	Calmar la respiración — el CO ₂ vuelve a subir por sí solo	Aporte de oxígeno: aire fresco, interrumpir el esfuerzo/la apnea

Matriz de precaución y seguridad ampliada

Esta descripción general no es una lista médica de contraindicaciones. Sirve de orientación sobre qué técnicas de este volumen requieren especial precaución. En caso de enfermedades conocidas o de embarazo, la idoneidad individual debe aclararse con un profesional médico. Amplía la matriz del volumen 1, parte 1, con las tres técnicas centrales de este volumen (parte 2, parte 3, parte 6); las cinco filas de allí siguen vigentes sin cambios.

Leyenda:  Precaución = aclarar individualmente con un médico ·  Individual = depende de la situación ·  Sin restricción = ninguna restricción específica conocida

Técnica	Riesgos cardiovasculares	Embarazo	Enfermedad respiratoria aguda	Epilepsia (conocida/sospechada)
Respiración con esfuerzo / maniobra de Valsalva	 Precaución	 Precaución	 Individual	 Sin restricción
Entrenamiento de la musculatura respiratoria (IMT, alta intensidad)	 Individual	 Individual	 Precaución	 Sin restricción
Exposición a la hipoxia (altitud, apnea, dispositivo)	 Precaución	 Precaución	 Precaución	 Individual

Nota: la respiración con esfuerzo con un componente de presión pronunciado (maniobra de Valsalva) puede aumentar la presión intraocular; en caso de glaucoma es recomendable la consulta médica — de forma análoga a la nota correspondiente en el volumen 1, parte 1, que allí quedó sin fila propia en la matriz, ya que el compendio base no profundiza en la respiración con esfuerzo.

Una nota sobre el método: las clasificaciones de esta matriz ampliada son un primer borrador, deliberadamente cauteloso. Se verifican con fuentes primarias en los capítulos especializados correspondientes (parte 2, parte 3, parte 6) y se precisan cuando es necesario.

Un ejemplo de idoneidad en la práctica: el entrenamiento de la musculatura respiratoria es una forma de entrenamiento establecida en deportistas sanos — **General** (parte 2). En el malestar post-esfuerzo asociado a la COVID persistente o al SFC/EM, la misma carga puede empeorar los síntomas — aquí se aplica, según la gravedad, de **Individual** a **No sin acompañamiento profesional** (parte 7). Por tanto, la evidencia y la seguridad por sí solas aún no dicen nada sobre si una técnica es la elección correcta para una persona concreta.

Con este marco establecido, siguen las cuatro palancas en detalle — comenzando con la musculatura respiratoria entrenable (parte 2).

Parte 2 — Entrenamiento de la musculatura respiratoria (IMT)

Un breve recordatorio del volumen 1: la respiración es una cadena de cuatro estaciones — el aire entra por la nariz, el oxígeno se difunde a la sangre en los alvéolos, la sangre lo transporta a los tejidos, donde se consume en las mitocondrias para generar energía. En una persona sana, normalmente el transporte de oxígeno no es el cuello de botella, sino la regulación del CO_2 y el pH (Volumen 1, Parte 2).

El volumen 2 plantea una pregunta distinta: si la propia musculatura respiratoria — como cualquier otro músculo esquelético — puede fatigarse, ¿se puede entonces entrenar de forma específica? Y si es así, ¿para qué sirve?

¿Qué es el entrenamiento de la musculatura respiratoria? ●

El entrenamiento de la musculatura respiratoria (IMT, por sus siglas en inglés) entrena de forma específica la musculatura responsable de la inspiración — sobre todo el diafragma y los músculos intercostales externos. El principio: un dispositivo genera una resistencia definida durante la inspiración, contra la que debe trabajar la musculatura respiratoria — de forma repetida, durante semanas, como en un entrenamiento de fuerza clásico.

La fuerza de la musculatura respiratoria se mide generalmente mediante la presión inspiratoria máxima (PIM, también P_{Imax}): tras una espiración completa, se inspira con la máxima fuerza posible contra un sistema cerrado, y la presión negativa resultante en cmH_2O es la medida. En adultos jóvenes sanos, el valor de PIM suele situarse, como referencia aproximada, entre unos -80 y -120 cmH_2O ; valores menos negativos que unos -60 cmH_2O (p. ej., -50 , -40 cmH_2O) se consideran indicio de una debilidad clínicamente relevante de la musculatura respiratoria (Evans & Whitelaw, 2009). El equivalente para la musculatura espiratoria es la presión espiratoria máxima (PEM).

Dispositivos: dosificar la resistencia con precisión

Dos tipos de dispositivos dominan la literatura. Los dispositivos de umbral de presión (pressure-threshold) solo abren una válvula cuando se supera una presión establecida — independientemente del patrón respiratorio individual, lo que los hace precisamente reproducibles. Los dispositivos de resistencia al flujo (flowresistive), en cambio, estrechan una abertura por la que se respira; la presión realmente generada depende aquí también de la rapidez con la que alguien inspira, lo que hace la dosificación menos exacta. En estudios comparativos, los sistemas de resistencia al flujo variable se percibieron como más cómodos y lograron mayores respuestas de volumen y flujo — qué sistema es superior para qué fin se considera, en conjunto, no resuelto en la literatura.

Por qué la musculatura respiratoria llega a fatigarse: el metaborreflejo

La razón por la que el entrenamiento de la musculatura respiratoria tiene una justificación plausible: cuando la musculatura respiratoria se fatiga — por ejemplo, durante un esfuerzo de resistencia intenso —, se acumulan en ella productos metabólicos. A través de fibras nerviosas especializadas (aferencias de tipo IV), esto desencadena una respuesta refleja mediada por el sistema simpático: los vasos sanguíneos de la musculatura de las extremidades en actividad se contraen, redistribuyendo el flujo sanguíneo a favor de la musculatura respiratoria. Esto protege la respiración a corto plazo, pero puede fatigar adicionalmente la musculatura de las piernas y limitar el rendimiento — el llamado metaborreflejo de la musculatura respiratoria.

Un pequeño estudio controlado (Witt et al., 2007; n=8 grupo de entrenamiento al 50 % de PIM, n=8 control con placebo al 10 % de PIM, 5 semanas) muestra el mecanismo de forma concreta: tras el entrenamiento, el aumento de la frecuencia cardíaca ante una carga respiratoria estandarizada se atenuó de un 35–41 % previo a apenas un 27 %, y el aumento de la presión arterial media, de un 17–21 % a solo un 4 % aproximadamente — con el grupo control sin cambios. Interpretación: la musculatura respiratoria entrenada se fatiga más lentamente y necesita recurrir con menos frecuencia al metaborreflejo. Importante para la interpretación: se trata de una muestra muy pequeña — adecuada como evidencia del mecanismo, no como prueba de un efecto de rendimiento de una magnitud determinada.

Protocolos de entrenamiento: mucha disparidad de criterios

No existe un protocolo de IMT estandarizado. Los estudios publicados entrenan con intensidades de entre el 30 y el 80 % de la PIM individual, con mayor frecuencia en torno al 50–60 %, generalmente durante 6–12 semanas, con 3–7 días de entrenamiento por semana. Algunos protocolos se orientan según la lógica clásica del entrenamiento de fuerza (pocas repeticiones con carga alta), otros según la lógica de resistencia (muchas repeticiones con carga baja) — ambos enfoques pueden hacerse aproximadamente comparables mediante la carga total de entrenamiento (repeticiones × series × sesiones × %PIM), sin que de ello se derive un protocolo óptimo.

Evidencia en adultos sanos y deportistas ●

En adultos sanos, el aumento de fuerza de la propia musculatura respiratoria está bien documentado y no es controvertido ●. Más interesante — y bastante menos claro — es si esto se traduce en el rendimiento deportivo.

Una revisión sistemática sobre deportes de resistencia (Shei, 2018) informa de mejoras en varias disciplinas: en las contrarrelojes de ciclismo, en el tiempo hasta el agotamiento al correr (+42 % en un estudio individual), en natación (+3 a +7 % según la distancia) y en el VO_2max (+11 a +14 % en varios estudios). En cambio, un estudio de remo recogido en Shei (2018) no encontró ningún efecto — los autores sospechan un estímulo de entrenamiento demasiado bajo. Es especialmente revelador un contraste entre poblaciones en la natación: los nadadores de élite con 10–12 sesiones de entrenamiento por semana no mostraron ningún beneficio adicional del IMT, mientras que los deportistas de nivel submáximo sí se beneficiaron. La explicación más plausible: un volumen de entrenamiento regular muy alto ya proporciona a la musculatura respiratoria un estímulo equivalente — el IMT tiene entonces poco que añadir.

Como limitación: los estudios varían considerablemente en la calidad del enmascaramiento, y un efecto placebo (menor disnea percibida, no necesariamente más rendimiento) no puede separarse claramente de un efecto fisiológico real en muchos de los diseños.

Evidencia en la EPOC ●

En la EPOC, el IMT es uno de los temas más estudiados a fondo de este capítulo — y al mismo tiempo ofrece el ejemplo más claro de cuánto depende el resultado del método de medición elegido.

La revisión Cochrane actual (Ammous et al., 2023) encuentra un aumento de 35,7 m en la distancia recorrida en la prueba de 6 minutos (intervalo de confianza del 95 %: 25,7–45,7 m; 16 estudios, 501 participantes) con una certeza de evidencia moderada. Un metaanálisis anterior (Beaumont et al., 2018), que evaluó en cambio la prueba shuttle o la de 12 minutos, no encontró en cambio ningún efecto estadísticamente significativo (los intervalos de confianza se extienden ampliamente hacia valores negativos en cada caso). No es una contradicción que se resuelva fácilmente — pruebas de marcha distintas, estudios incluidos distintos, resultado distinto.

Para la interpretación clínica: qué tan grande debe ser una mejora perceptible en la distancia recorrida es en sí mismo objeto de debate — las estimaciones de la diferencia mínima clínicamente relevante (DMCI) van desde unos 30 m hasta 54–80 m, según el método de cálculo. El efecto de Cochrane se sitúa así en el límite inferior de algunas estimaciones y por debajo de otras. Una afirmación tajante de «clínicamente relevante» o «no relevante» sería una sobreinterpretación en ambos sentidos ●.

La fuerza de la musculatura respiratoria en sí aumenta de forma consistente — un metaanálisis de 16 estudios (Han et al., 2024) encuentra, para el subconjunto de 10 estudios que informan la PIM, un tamaño del efecto estandarizado de 0,86 frente al control ●. La disnea y la calidad de vida también mejoran, aunque con una certeza de evidencia baja a muy baja. La revisión Cochrane también señala que el beneficio adicional del IMT como complemento a un programa de rehabilitación física ya existente es cuestionable — el efecto está mejor documentado cuando el IMT se emplea solo, por ejemplo en personas que (todavía) no pueden realizar un entrenamiento físico regular.

Evidencia en el asma ●

En el asma se observa un patrón similar al de la EPOC: varios metaanálisis, resultados distintos — aquí, además, con una diferencia entre niños y adultos.

En adultos, un metaanálisis reciente (Lista-Paz et al., 2022) no encuentra un efecto significativo sobre la función pulmonar (FEV1), pero sí sobre la disnea de esfuerzo. Otra fuente, no accesible a texto completo en el marco de esta investigación, informa en cambio de un aumento del FEV1 de unos 3,3 puntos porcentuales, así como un aumento de la PIM de unos 22 cmH₂O. Mientras esta segunda cifra no pueda verificarse en la fuente primaria, permanece aquí sin confirmar — no refutada, pero tampoco citable.

En niños (4–18 años), un metaanálisis de seis estudios aleatorizados (Xiang et al., 2024) encuentra mejoras significativas en la PIM (+25 cmH₂O), el FEV1 (+5 puntos porcentuales) y el control del asma — aunque con una heterogeneidad estadística muy alta entre los estudios (I^2 en torno al 92–98 %), intervalos de confianza extremadamente amplios y la advertencia explícita de los autores de que ninguno de los estudios incluidos registró la adherencia al entrenamiento.

El resumen honesto: en el asma, el IMT puede mejorar la fuerza de la musculatura respiratoria y probablemente la disnea de esfuerzo ●. Si mejora de forma medible la función pulmonar en sí es algo que varía entre estudios — y en niños resulta, además, más difícil de valorar por la alta heterogeneidad entre estudios.

Una palabra sobre la calidad de las revisiones en sí ●

Antes de citar cifras aisladas de este capítulo: una revisión que evaluó 23 revisiones sistemáticas sobre IMT en enfermedades respiratorias crónicas (Torres-Castro et al., 2025) llega a un hallazgo poco alentador. Solo 2 de las 23 revisiones se clasificaron como de alta calidad metodológica, y 14 como de calidad críticamente baja. Los autores documentan además que distintas revisiones, ante preguntas idénticas — por ejemplo, la disnea en el asma —, llegan a conclusiones contradictorias sobre la certeza de la evidencia.

Esto no significa que el IMT sea ineficaz. Significa que la cantidad de literatura disponible sobre este tema no debe confundirse con la calidad de esa literatura — una distinción válida para prácticamente todos los temas de este compendio, pero que en el caso del IMT está especialmente bien documentada.

Idoneidad: ¿para quién merece la pena el IMT?

General: Adultos sanos con un volumen de entrenamiento moderado a normal que buscan un complemento sencillo a su entrenamiento habitual.

Individual: Deportistas con un volumen de entrenamiento ya muy alto (véase el caso de los nadadores de élite anterior) — aquí el beneficio adicional es incierto. Asimismo, personas con EPOC o asma como complemento a un tratamiento existente — el beneficio es real, pero su magnitud varía considerablemente entre estudios.

No sin acompañamiento profesional: En enfermedades respiratorias agudas (véase la matriz, Parte 1), conviene esperar con el entrenamiento hasta la estabilización. En la COVID persistente o el SFC/EM con malestar post-esfuerzo, es necesaria una precaución fundamental, ya que el IMT supone una carga física real que puede empeorar los síntomas del PEM (profundizado en la Parte 7).

Conclusión: cuatro preguntas, cuatro respuestas

¿El IMT fortalece la musculatura respiratoria? Sí — bien documentado, en todas las poblaciones estudiadas ●.

¿El IMT mejora la capacidad de esfuerzo? En la EPOC, probablemente, dependiendo del método de medición utilizado ●. En el asma, sobre todo en la disnea percibida, de forma menos clara en la función pulmonar en sí ●.

¿El IMT mejora el rendimiento deportivo? En deportistas no de élite y en varias disciplinas, sí — cuestionable con un volumen de entrenamiento ya muy alto ●.

¿El IMT es adecuado para todos? No — véase la idoneidad indicada más arriba.

Fuentes: Ammous et al. (2023), Cochrane Database of Systematic Reviews. Beaumont et al. (2018), The Clinical Respiratory Journal. Han et al. (2024), Life. Lista-Paz et al. (2022), Annals of Physical and Rehabilitation Medicine. Xiang et al. (2024), Frontiers in Pediatrics. Witt et al. (2007), The Journal of Physiology. Shei (2018), Journal of Strength and Conditioning Research. Torres-Castro et al. (2025), Frontiers in Sports and Active Living. Evans & Whitelaw (2009), Respiratory Care.

Parte 3 — Respiración con esfuerzo, bracing y maniobra de Valsalva

El volumen 1 excluyó deliberadamente la respiración con esfuerzo: no forma parte del compendio base y allí solo se mencionó con una nota sobre la presión intraocular. Este capítulo lo retoma — con la segunda palanca de la Parte 1: la presión.

Cuatro términos que a menudo se confunden ●

«Retener el aire al levantar peso» no es una técnica unificada, sino un término genérico para al menos cuatro cosas distintas:

Apnea (retención de la respiración): simplemente retener el aire, sin esfuerzo activo — el estado básico del que derivan las otras tres técnicas.

Bracing: contracción voluntaria de la musculatura del tronco para estabilizar la columna vertebral. El bracing puede realizarse con o sin retención de la respiración — conceptualmente independiente de las otras tres técnicas, aunque en la práctica a menudo se combina con ellas.

Maniobra de Valsalva: espiración forzada contra la glotis cerrada. El aire no puede escapar, por lo que se genera simultáneamente una presión intratorácica e intraabdominal elevada.

Espiración forzada con glotis abierta: espirar bajo tensión durante la fase concéntrica del movimiento, pero sin el cierre glótico de la maniobra de Valsalva — lo que genera una menor acumulación de presión en el tórax.

La diferencia entre glotis abierta y cerrada es la variable decisiva de este capítulo: separa la técnica con mayor acumulación de presión (y mayor coste cardiovascular) de una alternativa con menor presión.

El mecanismo: la presión como herramienta ●

La idea detrás de la respiración con esfuerzo en el entrenamiento de fuerza: una presión intraabdominal (PIA) elevada convierte temporalmente el tronco en un cilindro más estable, rigidizado por la presión. Esto debería aliviar la columna vertebral bajo cargas pesadas y mejorar la transmisión de fuerza de la musculatura de las piernas a la carga.

¿Cuánta presión? Depende en gran medida del ejercicio ●

«La respiración con esfuerzo aumenta la presión» no es una magnitud fija, sino que depende en gran medida del ejercicio que se realice. Una revisión sistemática de 16 estudios (Blazek et al., 2019) lo muestra con claridad: en la sentadilla, la presión intraabdominal supera los 200 mmHg — en el press de banca, en cambio, solo alcanza una media de 79 mmHg. El peso muerto, la prensa de piernas y el remo en polea se sitúan entre ambos, con 161–176 mmHg. Los autores recomiendan el press de banca y el remo como ejercicios de iniciación para principiantes y personas con hipertensión, mientras que en la sentadilla, el peso muerto y ejercicios similares con carga axial elevada conviene una adaptación progresiva.

El precio: picos de presión arterial ●

El estudio de referencia clásico es el de MacDougall et al. (1985): en cinco culturistas experimentados, la presión arterial se midió directamente mediante un catéter en la arteria braquial durante ejercicios hasta el fallo muscular. En la prensa de piernas a dos piernas, la presión arterial alcanzó una media de grupo de 320/250 mmHg — en un participante se registraron 480/350 mmHg. Como comparación: una presión arterial a partir de unos 180/120 mmHg ya se considera en medicina una urgencia hipertensiva si se mantiene. Sin embargo, estos valores extremos aparecen solo brevemente, durante la fase concéntrica de un intento de levantamiento máximo — no como un estado sostenido.

Que la maniobra de Valsalva genera sistemáticamente respuestas de presión arterial más altas que la respiración controlada se ha replicado en varias ocasiones — este patrón ya se observó en el curl de bíceps y en la extensión de rodilla (Linsenbardt, Thomas & Madsen, 1992). Un estudio comparativo aleatorizado con sentadillas (Hummelmann et al., 2026) encontró, con retención de la respiración, una presión arterial sistólica un 16–23 % más alta que con respiración controlada, además de una carga cardiovascular un 20–30 % mayor (producto presión-frecuencia). Con carga de solo el peso corporal, la presión arterial bajo retención de la respiración alcanzó el 149 % del valor en reposo, frente a solo el 122 % con respiración controlada.

Rendimiento ≠ seguridad: lo que un estudio realmente muestra ●

Aquí se encuentra el hallazgo más interesante — y más malinterpretado — de este capítulo. Un estudio de Ikeda et al. (2009) evaluó en diez participantes la fuerza isométrica máxima de movimientos de rodilla, hombro y codo bajo cuatro condiciones respiratorias: respiración normal, inspiración forzada, espiración forzada y maniobra de Valsalva. Resultado: la espiración forzada aumentó de forma significativa la fuerza máxima en varios de los movimientos evaluados — y no se diferenció, en ninguno de los grupos musculares evaluados, de la fuerza bajo la maniobra de Valsalva. Importante de entrada: esto es válido para movimientos isométricos de una sola articulación, no automáticamente para ejercicios compuestos dinámicos como la sentadilla o el peso muerto — la limitación al respecto se explica en el siguiente párrafo.

Junto con los datos de presión arterial de la sección anterior (MacDougall et al., 1985; Linsenbardt, Thomas & Madsen, 1992; Hummelmann et al., 2026), esto arroja un argumento sólido: para movimientos isométricos de una sola articulación, la espiración forzada con glotis abierta parece igualar la ventaja de fuerza de la maniobra de Valsalva sin producir el mismo aumento de la presión arterial.

Aquí son imprescindibles dos matizaciones. Primera, el hallazgo de fuerza y el hallazgo de presión arterial proceden de estudios distintos con ejercicios distintos — ningún estudio individual midió ambos a la vez. Segunda, y más importante: Ikeda et al. evaluaron movimientos isométricos de una sola articulación, no ejercicios compuestos dinámicos complejos como la sentadilla o el peso muerto bajo carga máxima, en los que la estabilización de la columna mediante presión intraabdominal desempeña un papel distinto y más complejo que en un movimiento articular aislado. Si la espiración forzada ofrece también la misma estabilidad que la maniobra de Valsalva en una sentadilla máxima es algo que este estudio no responde ●.

Presión intraocular y glaucoma ●

Un estudio con 30 hombres sanos (Vieira et al., 2006) midió la presión intraocular durante el press de banca al 80 % del peso máximo: con retención de la respiración, la presión aumentó en el 90 % de los participantes, en promedio 4,3 mmHg. Con respiración normal, aumentó en el 62 % de los participantes, en promedio 2,2 mmHg. Como limitación metodológica: el orden fue aparentemente fijo — primero retención de la respiración, luego respiración normal —, por lo que no puede descartarse un efecto de fatiga. Aun así, el hallazgo respalda la indicación ya formulada en la Parte 1: en el glaucoma, es recomendable la consulta médica antes de una respiración con esfuerzo pronunciada.

Retorno venoso ante una carga combinada ●

Un pequeño estudio con ocho deportistas de élite (Hughes et al., 1989) muestra un mecanismo contraintuitivo: la maniobra de Valsalva por sí sola redujo el volumen sistólico del corazón en un 68 %. En combinación con una contracción isométrica adicional (handgrip), el volumen sistólico, en cambio, solo cayó un 42 % — es decir, la combinación tuvo un efecto más estabilizador que la maniobra de Valsalva sola, probablemente porque el tono vascular adicional mantiene mejor el retorno venoso. Con solo ocho participantes, se trata de un hallazgo sobre el mecanismo, no de una evidencia para una recomendación general de seguridad.

Riesgo cerebrovascular: lo que muestran los datos ●

Circula con frecuencia la preocupación de que la maniobra de Valsalva durante el entrenamiento de fuerza pueda desencadenar un ictus o la rotura de un aneurisma cerebral. La literatura revisada en esta investigación no encuentra una relación causal sólida para ello — los casos documentados son extremadamente raros, y una cifra concreta de casos citada con frecuencia no pudo rastrearse hasta ninguna fuente primaria localizable, por lo que no se menciona aquí. Para personas con enfermedades vasculares previas conocidas, sigue siendo razonable la precaución — no porque se haya demostrado una relación causal, sino porque la evidencia simplemente no basta para descartar el riesgo con seguridad en este grupo ●.

Idoneidad: ¿quién debería evitar o adaptar la maniobra de Valsalva?

General: Personas sanas sin enfermedad cardiovascular previa que entrenan con cargas pesadas — la maniobra de Valsalva breve en intentos máximos individuales se considera un riesgo bien controlable.

Individual: Personas con hipertensión o glaucoma — aquí los datos respaldan una elección deliberada de alternativas de ejercicio más suaves (press de banca/remo en lugar de sentadilla/peso muerto, véase arriba) o espiración forzada en lugar de la maniobra de Valsalva cuando sea posible.

No sin acompañamiento profesional: Enfermedades cardiovasculares previas conocidas, hipertensión no controlada o glaucoma diagnosticado — consulta médica antes de un entrenamiento intensivo de respiración con esfuerzo (véase la matriz, Parte 1).

Conclusión: valoración práctica

¿La respiración con esfuerzo aumenta la fuerza? Sí, de forma plausible y con una base mecanicista — cuánto depende en gran medida del ejercicio y el tipo de movimiento ●.

¿Es necesaria la maniobra de Valsalva para ello? Para movimientos isométricos de una sola articulación, aparentemente no — la espiración forzada logra la misma fuerza. Para ejercicios compuestos complejos bajo carga máxima, esto no se ha estudiado ●.

¿Es peligrosa la respiración con esfuerzo? Eleva brevemente la presión arterial y la presión intraocular, a veces de forma considerable — para la mayoría de las personas sanas, es un riesgo controlable, no un riesgo peligroso demostrado. Esta valoración cambia en caso de enfermedad cardiovascular previa o glaucoma ●.

¿Para quién es válido esto? Véase la idoneidad indicada más arriba — la respuesta no es uniforme.

Fuentes: Blazek et al. (2019), *Biology of Sport*. MacDougall et al. (1985), *Journal of Applied Physiology*. Linsenhardt, Thomas & Madsen (1992), *British Journal of Sports Medicine*. Hummelmann et al. (2026), *Physiological Reports*. Ikeda et al. (2009), *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vieira et al. (2006), *Archives of Ophthalmology*. Hughes et al. (1989), *European Heart Journal*.

Parte 4 — La respiración bajo esfuerzo

El volumen 1 lo respondió brevemente: «Bajo esfuerzo, la respiración rara vez es el factor limitante». Para el día a día eso es cierto — y basta como respuesta. Pero quien entrena en serio o compite se plantea la misma pregunta con más precisión: rara vez no significa nunca, y «no limitante» no significa que la técnica respiratoria no desempeñe ningún papel. Este capítulo no es una nueva palanca, sino un capítulo puente: muestra dónde convergen concretamente en el deporte la resistencia (Parte 2) y la presión (Parte 3) — y dónde la respiración llega realmente a ser el límite.

¿Cuándo la respiración llega a ser limitante? La excepción EIAH

El volumen 1 menciona la excepción solo como nota al margen: la hipoxemia arterial inducida por el ejercicio (Exercise-Induced Arterial Hypoxemia, EIAH) en deportistas de resistencia de alto rendimiento. Para la Parte 4, es precisamente eso lo relevante. Según la clasificación de Dempsey & Wagner (1999), una caída de la saturación arterial de oxígeno al 95–93 % se considera leve, al 93–88 % moderada, y por debajo del 88 % grave. Se estima que un 40–50 % de los deportistas de resistencia muy entrenados muestran una EIAH relevante durante el esfuerzo cerca del VO_2max — en personas no entrenadas o moderadamente entrenadas, el fenómeno prácticamente no aparece.

El mecanismo: con un gasto cardíaco muy elevado, se acorta el tiempo de contacto de la sangre en los capilares pulmonares, por lo que la carga de oxígeno de la hemoglobina puede quedar incompleta — esto se acentúa en deportistas con una capacidad pulmonar relativamente pequeña en relación con el gasto cardíaco. Dos estudios convergentes (Powers et al., 1993; Harms et al., 2000) cuantifican la consecuencia: por encima de un umbral de caída de la SaO_2 del 4 % en hombres y del 3 % en mujeres, cada punto porcentual adicional de caída de saturación cuesta aproximadamente un uno por ciento de VO_2max .

Aun así, la valoración sigue siendo limitada: esto afecta a una minoría incluso dentro de la élite de resistencia, no a los deportistas en general — y para la mayoría de los deportes con una duración de esfuerzo más corta o sin agotamiento aeróbico máximo, la EIAH no es un tema relevante.

Acoplamiento entre respiración y zancada al correr

Los corredores a menudo acoplan de forma espontánea la respiración y el ritmo de la zancada — un fenómeno llamado acoplamiento locomotor-respiratorio (LRC, por sus siglas en inglés). Un estudio con balanceo natural de los brazos (Daley, Bramble & Carrier, 2013) encontró, en 13 de 14 participantes, una distribución no aleatoria de las transiciones respiratorias a lo largo del ciclo de zancada, mayoritariamente con una proporción de 2:1 (dos zancadas por respiración). Lo decisivo: las transiciones respiratorias en fases «preferidas» del ciclo de zancada se produjeron al doble de velocidad que en fases «evitadas» — un efecto mecánico, no un ritmo elegido de forma puramente voluntaria. El impacto del contacto del pie parece desempeñar aquí el papel decisivo: el cuerpo favorece los patrones de acoplamiento que minimizan el conflicto entre las fuerzas de impacto y la mecánica respiratoria.

Para la práctica, esto significa: un ritmo respiratorio impuesto conscientemente al correr no es una invención arbitraria, sino que sigue una lógica fisiológicamente comprensible. Sin embargo, esto todavía no demuestra que un ritmo entrenado conscientemente aporte realmente una ventaja de rendimiento — el estudio documenta el acoplamiento en sí, no un beneficio de intervenir conscientemente en él .

Respiración nasal en competición: lo que muestra un estudio reciente

El volumen 1 explica por qué la respiración bucal a alta intensidad se convierte en una necesidad fisiológica, no en un mal hábito (Volumen 1, Parte 4). En el deporte de alto rendimiento, sin embargo, circula la afirmación de que un entrenamiento específico de respiración nasal mejora el rendimiento en competición. Un estudio cruzado y aleatorizado reciente (Bergqvist et al., 2025) lo comprobó directamente en doce ciclistas y triatletas bien entrenados: respiración oral, oronasal y oronasal con la nariz descongestionada, cada una en una prueba de esfuerzo máxima incremental. Resultado: ninguna diferencia estadísticamente significativa en el VO_2max ni en la potencia máxima entre las tres condiciones. El tiempo hasta el agotamiento tampoco difirió de forma significativa. Un dato llamativo en sentido contrario: la respiración puramente oral incluso generó valores de lactato posteriores al esfuerzo más bajos que la respiración oronasal.

Esto contrasta con estudios más antiguos y metodológicamente más débiles que informan de una ganancia de eficiencia por la respiración nasal. La investigación más reciente y metodológicamente más rigurosa disponible aquí no encuentra ninguna ventaja de rendimiento  — uno de los puntos de este compendio en los que una afirmación popular de entrenamiento no resiste una comprobación directa.

Natación: lateralidad respiratoria y simetría ●

La respiración unilateral hacia el lado preferido genera una asimetría medible en la rotación de cadera durante el crol. Un estudio con 18 nadadores de competición de élite (Barden & Barber, 2022) lo cuantifica: con respiración unilateral, la rotación de cadera hacia el lado de la respiración fue de 54,2°, frente a solo 44,6° hacia el lado contrario — una diferencia significativa de casi 10°. La respiración bilateral (alternando cada tres brazadas) redujo la asimetría a 51,6° frente a 46,9°, pero no la eliminó por completo. Solo una condición con esnórquel, sin respiraciones en absoluto, produjo un patrón simétrico sin diferencia significativa entre lados.

La conclusión matizada: la respiración bilateral mejora la simetría de forma medible — la equiparación habitual de «respirar a ambos lados = nadar de forma simétrica» sigue siendo, no obstante, una simplificación ●.

Flato: más que una simple casualidad ●

El dolor abdominal transitorio relacionado con el ejercicio (ETAP, por sus siglas en inglés), coloquialmente conocido como flato, afecta al 61 % de las personas al menos una vez al año, según una encuesta a 965 deportistas de seis disciplinas (Morton & Callister, 2014) — con diferencias claras entre deportes: natación 75 %, carrera 69 %, ciclismo solo 32 %. En un maratón concreto, se ve afectado alrededor del 27 % de los participantes. Entre los afectados, el 76 % reduce la intensidad y el 12 % interrumpe por completo el esfuerzo.

Se han investigado varios mecanismos, algunos de los cuales se han refutado en parte: la isquemia diafragmática se considera hoy una explicación en gran medida refutada, y estudios electromiográficos han descartado un espasmo de la musculatura abdominal. La explicación que mejor encaja actualmente es la irritación del peritoneo parietal.

Desencadenantes conocidos: comer poco antes del esfuerzo (menos de dos horas), bebidas muy hipertonónicas, una postura del tronco encorvada. La fuerza del tronco, una mejor postura y un mayor nivel de entrenamiento tienen un efecto atenuante ●.

Conclusión: ¿cuándo la respiración llega a ser el límite?

Para la mayoría de las personas: prácticamente nunca — el sistema cardiovascular, la musculatura o el metabolismo son limitantes antes (Volumen 1).

Para la élite de resistencia cerca del VO_2max : realmente relevante en un 40–50 %, a través del mecanismo EIAH ●.

Para los corredores: la respiración se acopla mecánicamente al ritmo de la zancada — pero esto no demuestra automáticamente una ventaja de rendimiento por controlarla de forma consciente ●.

Para el entrenamiento de respiración nasal en competición: la evidencia más reciente va en contra de una ventaja de rendimiento ●.

Para la natación y el flato: ambos son reales y medibles, pero más matizados de lo que sugieren las reglas generales habituales ●.

Fuentes: Dempsey & Wagner (1999), Journal of Applied Physiology. Powers, Martin & Dodd (1993), Sports Medicine. Harms et al. (2000), Journal of Applied Physiology. Daley, Bramble & Carrier (2013), PLoS One. Bergqvist et al. (2025), Frontiers in Physiology. Barden & Barber (2022), Sensors. Morton & Callister (2014), Sports Medicine.

Parte 5 — Demasiada respiración: la hiperventilación como método

Este capítulo trata la tercera palanca de la Parte 1: la reducción de CO_2 mediante hiperventilación voluntaria. El estudio de Kox de 2014 (el «estudio Wim Hof») no se revisa aquí de nuevo — ya está completamente situado en el Volumen 1, Parte 7, Categoría C (supresión en lugar de fortalecimiento del sistema inmunitario, tres componentes de entrenamiento, solo 24 hombres). Este capítulo trata lo que falta allí: la categoría más amplia de «high-ventilation breathwork» (HVB), que incluye, además de los ciclos al estilo Wim Hof, la respiración holotrópica, el rebirthing y el Sudarshan Kriya Yoga.

¿Es el «high-ventilation breathwork» realmente una categoría?

Una revisión reciente (Fincham et al., 2023) plantea el HVB como un término genérico para prácticas con ventilación aumentada de forma voluntaria — y con ello nombra el propio problema: el efecto se atribuye a varios mecanismos que actúan simultáneamente (activación simpática, alteración del flujo sanguíneo cerebral, alcalosis, excitabilidad neuronal, un desajuste en las predicciones interoceptivas), mientras que las distintas prácticas difieren considerablemente en patrón respiratorio, duración, intensidad, retenciones de aire, contexto grupal y encuadre psicológico. La respuesta a la pregunta central de este capítulo: el HVB tiene un denominador fisiológico común real — el aumento de la ventilación —, pero no es una intervención uniforme. Como muestran los siguientes apartados, esto es válido no solo para la práctica en sí, sino también para la calidad de la evidencia que la respalda.

El mecanismo en detalle: la hipocapnia en el cerebro

La Parte 1 sentó las bases: la hiperventilación reduce el nivel de CO_2 y, mediante la vasoconstricción hipocápnica, estrecha los vasos cerebrales. Lo que quedaba pendiente allí: la hipocapnia libera además neurotransmisores excitatorios (entre otros, glutamato) y con ello aumenta directamente la excitabilidad neuronal — independientemente del flujo sanguíneo. Un estudio sobre la excitabilidad corticoespinal (Hartley et al., 2016) lo muestra de forma explícita: el aumento de la excitabilidad depende específicamente del nivel de CO_2 , no de la reducción del flujo sanguíneo cerebral que lo acompaña. Ambos efectos discurren por mecanismos separados — una precisión importante frente a la simplificación habitual que equipara ambos efectos.

Esta mayor excitabilidad también explica el hormigueo característico y los calambres en la hiperventilación intensa: el aumento del pH sanguíneo hace que se una más calcio a la albumina, lo que reduce la proporción de calcio ionizado biológicamente activo — con el nivel total de calcio en sangre sin cambios. A partir de una presión parcial de CO_2 de unos 20 mmHg (valor normal, aproximadamente 40 mmHg) aparecen típicamente calambres musculares, y por debajo de 15 mmHg, una tetania de todo el cuerpo por contracción de la musculatura esquelética. Estos síntomas son molestos pero reversibles, y se normalizan por

sí solos al volver a respirar con normalidad.

Apunte sobre capnografía: lo que realmente mide un wearable

La capnografía mide el CO_2 al final de la espiración (etCO_2 , rango normal 35–45 mmHg) — la concentración al final de la espiración, como aproximación del nivel arterial de CO_2 . Está establecida clínicamente, por ejemplo para la monitorización de la ventilación. Para los consumidores, lo relevante ante todo es la diferencia con el pulsioxímetro: un sensor de SpO_2 mide exclusivamente la saturación de oxígeno, no el nivel de CO_2 . Ambas magnitudes son independientes entre sí — un wearable que solo registra la SpO_2 no puede, por principio, decir nada sobre la hipocapnia (como ya se vio en la Parte 1). Este límite técnico es un tema recurrente para la valoración de apps y sensores en la Parte 9.

Sudarshan Kriya Yoga: la práctica de HVB mejor respaldada ●

Dentro de la categoría HVB, el Sudarshan Kriya Yoga (SKY) es, con diferencia, la práctica con la base de evidencia más sólida. Un ensayo aleatorizado controlado con 21 veteranos de Irak/Afganistán con TEPT (Seppälä et al., 2014) encontró, tras una intervención de una semana (21 horas de SKY repartidas en 7 días), un tamaño del efecto de $d = 1,16$ en la reducción de los síntomas de TEPT frente al grupo control en lista de espera — un efecto grande. La reducción de la respuesta de sobresalto se correlacionó estrechamente con la reducción de los síntomas de hiperactivación, tanto justo después de la intervención ($r = 0,93$) como al cabo de un año ($r = 0,77$) — un indicio de un efecto duradero, incluso sin continuar la práctica. Un estudio posterior y más amplio con 85 veteranos (Bayley et al., 2022) comparó el SKY directamente con una terapia estándar establecida (terapia de procesamiento cognitivo) y encontró que el SKY no era inferior a ella — algo notable, porque aquí el SKY compite con un tratamiento activo, no solo con la inacción ●.

Respiración holotrópica: la HVB menos respaldada ●

En el otro extremo de la escala de evidencia se encuentra la respiración holotrópica. La base de investigación específica sobre esta técnica es escasa: los estudios empíricos sólidos se cuentan con los dedos de una mano, y los efectos comunicados sobre adicciones, asma, ansiedad o depresión proceden mayoritariamente de diseños no controlados o retrospectivos, sin grupo de comparación. Esto no es una prueba de que la técnica no funcione — sino de que simplemente apenas existen datos sólidos ●. Los propios proveedores de cursos de respiración holotrópica enumeran una amplia lista de contraindicaciones: embarazo, enfermedades cardiovasculares, hipertensión no controlada, glaucoma, desprendimiento de retina, epilepsia, enfermedades psiquiátricas graves — coincidente con la lista de precaución ya establecida en la Parte 1.

Breathwork en general: un metaanálisis con reservas

Un metaanálisis de 12 ensayos aleatorizados controlados con 785 participantes (Fincham et al., 2023 — una publicación distinta de la revisión anterior, misma autora principal) encuentra mejoras significativas del estrés, la ansiedad y la depresión mediante el «breathwork» frente a los grupos control. Importante para la interpretación: este metaanálisis agrupa técnicas muy distintas — no solo HVB, sino también las técnicas de respiración lenta de la Parte 6 del primer volumen. El término genérico «breathwork» mezcla aquí, por tanto, categorías que en realidad deberían evaluarse por separado — exactamente el mismo problema que este capítulo mostró a pequeña escala con el HVB se repite aquí a una escala todavía más amplia.

Sobre la seguridad: en la mayoría de los estudios incluidos no se informó de efectos adversos. En la respiración rápida en concreto, un subgrupo mostró sofocos, dificultad respiratoria o sudoración, pero nadie interrumpió por ello; al mismo tiempo, los picos de cortisol durante el ejercicio fueron más altos que en los grupos control, con una recuperación posterior más rápida. Los propios autores advierten: solo alrededor del 20 % de los estudios incluidos monitorizó activamente los efectos secundarios — la evidencia de seguridad específica sobre la respiración rápida está registrada de forma sistemática de manera insuficiente .

Idoneidad: ¿para quién tiene sentido el HVB?

General: Adultos sanos que buscan una práctica estructurada y guiada con una base de evidencia sólida (p. ej., Sudarshan Kriya Yoga) — respetando las reglas de seguridad de la Parte 1.

Individual: Personas que consideran la respiración holotrópica u otras prácticas similarmente poco investigadas — los datos no permiten una valoración fiable de riesgo-beneficio, independientemente de la tolerancia individual.

No sin acompañamiento profesional: Epilepsia, embarazo, hipertensión no controlada, glaucoma, enfermedades de la retina, enfermedades cardiovasculares o psiquiátricas previas graves (véase la matriz, Parte 1) — y sin excepción: nunca dentro o cerca del agua, nunca al conducir.

Conclusión: una categoría, dos mundos de evidencia

¿Es el HVB una técnica uniforme? Fisiológicamente: un mecanismo común. En la práctica y en cuanto a la evidencia: no — las distintas prácticas difieren considerablemente, tanto en su desarrollo como en el nivel de evidencia .

¿Qué es lo mejor documentado? El Sudarshan Kriya Yoga, con ensayos aleatorizados robustos que llegan hasta la comparación directa con la terapia estándar en el TEPT .

¿Qué es lo menos documentado? La respiración holotrópica — informes plausibles, pero apenas estudios controlados .

¿Es seguro el HVB? Para la mayoría de las personas sanas que respetan las reglas de seguridad de la Parte 1, probablemente sí — pero la evidencia de seguridad específica sobre la respiración rápida sigue siendo, según la valoración de los propios investigadores, insuficiente .

Fuentes: Fincham et al. (2023), Neuroscience and Biobehavioral Reviews (revisión de HVB). Fincham, Strauss, Montero-Marin & Cavanagh (2023), Scientific Reports (metaanálisis de breathwork). Hartley et al. (2016), The Journal of Physiology. Seppälä et al. (2014), Journal of Traumatic Stress. Bayley et al. (2022), BMJ Open.

Parte 6 — Demasiado poco oxígeno: apnea, altitud e hipoxia

Nota importante antes de este capítulo: las siguientes páginas explican la fisiología de la falta de oxígeno — por retención de la respiración, a gran altitud o mediante dispositivos especiales. Se trata de una explicación de mecanismos y riesgos, no de una guía para el buceo libre, el entrenamiento de apnea o el entrenamiento de hipoxia sin supervisión. El volumen 1 excluyó deliberadamente el buceo en apnea porque el autoaprendizaje sin supervisión supone un peligro mortal — eso sigue siendo válido aquí sin cambios. Quien quiera practicar buceo libre o entrenar de forma específica con hipoxia necesita una formación cualificada con supervisión in situ, no un compendio.

Este capítulo trata la cuarta palanca de la Parte 1: la reducción de O_2 / exposición a hipoxia. El contraste con la Parte 5 es el punto central de todo este volumen: la hipocapnia (demasiado poco CO_2) y la hipoxia (demasiado poco O_2) son mecanismos distintos con riesgos distintos — aquí se trata de una verdadera falta de oxígeno, no de una respiración intensificada.

El mecanismo: el reflejo de inmersión ●

Cuando el rostro se sumerge en el agua, el cuerpo desencadena automáticamente el reflejo de inmersión (mammalian dive reflex): la frecuencia cardíaca desciende (bradicardia), el flujo sanguíneo se redistribuye desde las extremidades hacia el cerebro y el corazón, y el bazo se contrae para liberar glóbulos rojos adicionales a la circulación. Este reflejo es un vestigio evolutivo que reduce el consumo de oxígeno cuando el suministro está limitado — pero no cambia el hecho de que la reserva de oxígeno en la sangre es finita.

Shallow water blackout: el mecanismo que importa ●

El volumen 1 ya explicó el mecanismo: la hiperventilación antes de retener la respiración reduce artificialmente el nivel de CO_2 y con ello retrasa el impulso natural de respirar, mientras el contenido de oxígeno en sangre sigue descendiendo — así puede alcanzarse una hipoxia crítica antes de que un impulso respiratorio intenso obligue a interrumpir. La pérdida de conciencia puede producirse aquí sin un aviso previo fiable; los informes de casos citan saturaciones de oxígeno en un rango de aproximadamente 50–60 % en el momento de la pérdida de conciencia, aunque no puede indicarse un umbral fijo único válido para todas las personas. Dado que la persona afectada ya presenta, en el momento de la pérdida de conciencia, una falta grave de oxígeno, el daño cerebral puede producirse aquí más rápido que en el ahogamiento «habitual». Sobre la proporción exacta en las muertes por ahogamiento a nivel mundial circulan por internet cifras porcentuales de apariencia precisa — en esta investigación no pudieron rastrearse hasta ninguna fuente primaria fiable, por lo que aquí deliberadamente no se mencionan. El mecanismo en sí está bien documentado independientemente de ello, y es motivo suficiente para la regla del agua absoluta de la Parte 1.

Entrenamiento en altitud: Live-High-Train-Low

El estudio fundacional del hoy establecido concepto live-high-train-low (Levine & Stray-Gundersen, 1997) hizo vivir a corredores entrenados durante cuatro semanas a unos 2.500 m, mientras las sesiones de entrenamiento más intensas se realizaban a unos 1.250 m. Resultado, todos los valores del mismo estudio: una mejora del rendimiento en competición a nivel del mar de aproximadamente un 1,5 % de media, con un rango que va de ninguna mejora hasta un 6 %. Mecánicamente, esto se debe a un aumento de la masa de eritrocitos de aproximadamente un 8 %, que conduce a una mejora del VO_2max de aproximadamente un 5 %. El efecto se mantiene al menos tres semanas después de volver al nivel del mar. Para la interpretación: se trata de un efecto real pero modesto en deportistas ya muy bien entrenados — no una solución milagrosa, sino una pequeña mejora adicional .

No respondedores: no es un rasgo fijo

No todas las personas se benefician por igual del entrenamiento en altitud — eso es sabido. Menos conocido es que ser clasificado como «no respondedor» no es una característica fija. Investigaciones recientes muestran que la respuesta a la exposición a la altitud depende del estado de hierro, la dosis de altitud, la masa de hemoglobina de partida, la carga de entrenamiento y la recuperación. El estado de hierro es especialmente decisivo: dado que la formación de glóbulos rojos depende del hierro, una carencia de hierro bloquea directamente la adaptación a la altitud — independientemente de lo «bien» que alguien pudiera responder en principio a la hipoxia .

Normobárico o hipobárico: un debate especializado sin resolver

¿Es fisiológicamente equivalente que la hipoxia se genere mediante una fracción de oxígeno reducida a presión atmosférica normal (normobárica, p. ej., tienda de altitud) o mediante una presión atmosférica realmente reducida (hipobárica, como en la altitud real)? Esta cuestión no está resuelta de forma concluyente en la literatura especializada — lo suficientemente controvertida como para que una revista especializada haya creado específicamente un formato de debate a favor y en contra. Se han descrito diferencias, entre otras cosas, en el volumen minuto respiratorio y en los niveles de óxido nítrico; otros estudios encuentran efectos comparables sobre la masa de eritrocitos. Lo relevante en la práctica es sobre todo que las instalaciones normobáricas están más fácilmente disponibles, ya que los deportistas pueden permanecer en su entorno habitual .

Intermittent Hypoxic Training (IHT): menos de lo que se piensa ●

Un metaanálisis reciente (Dorelli et al., 2025) evaluó 35 estudios con 524 participantes y no encontró ninguna diferencia significativa entre el IHT aeróbico y el entrenamiento realizado en condiciones normóxicas — ni en el VO_2max ni en el rendimiento máximo. Un dato destacable: los autores demuestran un sesgo de publicación estadísticamente detectable — los estudios con efectos mayores se publicaron preferentemente a partir de 2010. Esto podría explicar por qué el IHT goza de mejor reputación en la literatura popular de la que respalda la evidencia global ●. Una limitación: formas de esfuerzo de alta intensidad en hipoxia (en lugar de entrenamiento puramente aeróbico) muestran resultados más prometedores en otras revisiones no examinadas aquí en detalle — el propio estímulo de entrenamiento parece ser más importante que la hipoxia por sí sola.

IHHT: lo que muestra la evidencia — y lo que no ●

El Intermittent Hypoxic-Hyperoxic Training (IHHT) alterna de forma deliberada entre fases de menor y mayor disponibilidad de oxígeno. Un estudio controlado con 145 pacientes con COVID persistente (Doehner et al., 2024) encontró mejoras notables en el rendimiento al subir escaleras y en la distancia recorrida en la prueba de 6 minutos frente al grupo control, además de mejoras en la fuerza de agarre, la motricidad fina, la disnea y la calidad de vida — con buena tolerabilidad y sin eventos adversos comunicados. Limitación importante: el estudio no fue aleatorizado, la asignación se realizó según criterio clínico — por lo que no pueden descartarse efectos de expectativa o de selección ●.

Lo que el IHHT no demuestra, en cambio: los proveedores comerciales promocionan ampliamente el método con el «biohacking» mitocondrial y promesas de longevidad. Para la afirmación de que el IHHT prolonga la esperanza de vida humana, esta investigación no encontró evidencia revisada por pares en humanos — los datos disponibles se refieren a criterios clínicos concretos, como la capacidad de esfuerzo, no a la esperanza de vida. Esta afirmación se analiza con más profundidad en la Parte 9 ●.

De un vistazo: cuatro formas de reducir el oxígeno

Los cuatro métodos generan hipoxia, pero de formas muy distintas, con duraciones diferentes y niveles de evidencia de distinta solidez:

	Apnea / Freediving	Entrenamiento en altitud (LHTL)	IHT (Intermittent Hypoxic Training)	IHHT (Intermittent Hypoxic-Hyperoxic Training)
Escala temporal	Segundos a pocos minutos	Días a semanas	Minutos por sesión	Minutos por sesión, durante varias semanas
Mecanismo principal	Caída aguda de O ₂ con aumento simultáneo de CO ₂	Estímulo crónico para la eritropoyesis	Exposición repetida a hipoxia durante el entrenamiento	Alternancia entre fases de hipoxia e hiperoxia
Beneficio documentado	Aquí no se prioriza el beneficio de rendimiento — prima la información sobre riesgos	~1,5 % de rendimiento de media (rango 0–6 %)	Sin beneficio adicional significativo en entrenamiento aeróbico (Dorelli et al., 2025)	Marcadores clínicos en COVID persistente, p. ej., distancia recorrida y calidad de vida (Doehner et al., 2024)
Mayor riesgo	Pérdida de conciencia sin previo aviso (blackout)	La carencia de hierro impide la adaptación	Sesgo de publicación — el beneficio promocionado supera la evidencia global	Evidencia no aleatorizada; promesas de longevidad sin respaldo en el marketing

Lo que el entrenamiento en altitud no es

En el debate público, la hipoxia, la retención de la respiración y la hiperventilación a menudo se meten en el mismo saco. El entrenamiento en altitud no es una técnica de respiración — es una intervención de entrenamiento y ambiental que actúa a lo largo de semanas, no en respiraciones individuales. No tiene nada que ver mecánicamente con la hiperventilación al estilo Wim Hof (reducción de CO₂, Parte 5), salvo que ambas terminan afectando al balance de oxígeno. Quien confunde el «entrenamiento en altitud» con «respirar rápido» o con «retener el aire» está confundiendo tres procesos fisiológicos distintos con tres perfiles de riesgo distintos.

Idoneidad: ¿qué método tiene sentido para quién?

General: Entrenamiento en altitud bajo orientación especializada para deportistas de resistencia sanos y ya bien entrenados.

Individual: Personas con estado de hierro poco claro antes del entrenamiento en altitud (conviene una revisión); IHT/IHHT fuera de entornos clínicos o de entrenamiento bien supervisados — el beneficio depende de la población y no está garantizado.

No sin acompañamiento profesional: Apnea/buceo libre, sin excepción, solo con formación cualificada y supervisión in situ — nunca como autoaprendizaje. Entrenamiento en altitud en caso de enfermedad cardiovascular previa, anemia o función pulmonar reducida solo tras una evaluación médica (véase la matriz, Parte 1).

Conclusión: cuatro caminos, un mecanismo, riesgos muy distintos

¿Funciona el entrenamiento en altitud? Sí, de forma moderada — real, pero no una solución milagrosa .

¿Funciona el IHT puro? El mejor metaanálisis disponible va en contra de ello, con un sesgo de publicación demostrado a favor de estudios más antiguos y optimistas .

¿Funciona el IHHT? Para aplicaciones clínicas concretas, sí, de forma prometedora . Para la longevidad, no existe evidencia alguna en humanos .

¿Es segura la apnea/el buceo libre? Solo con formación y supervisión. El mecanismo del blackout está bien comprendido — y precisamente por eso, la regla del agua de la Parte 1 no es una precaución más entre muchas, sino la afirmación más importante de todo este capítulo.

Fuentes: Levine & Stray-Gundersen (1997), Journal of Applied Physiology. Dorelli et al. (2025), Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. Doehner et al. (2024), Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle (estudio controlado, no aleatorizado). Bart, Murray & Lau (2026), StatPearls (Shallow Water Blackout).

Parte 7 — Terapia respiratoria en enfermedades crónicas

Lo que este capítulo no es: los siguientes apartados resumen lo que la investigación ha estudiado sobre las técnicas de respiración en el asma, la EPOC y la COVID persistente. Se trata de una valoración científica, no de una guía de tratamiento. No sustituye el diagnóstico ni la terapia neumológica, ni la atención médica individual.

Este apartado profundiza en lo que el volumen 1 solo anunció en la Parte 11: «La rehabilitación respiratoria estructurada en enfermedades pulmonares crónicas o tras infecciones víricas requiere acompañamiento médico y fisioterapéutico». El hilo conductor es el mismo que en todo el compendio, pero aquí especialmente importante: una mejora medible de un marcador no es automáticamente un beneficio clínicamente relevante — y aliviar los síntomas no es lo mismo que tratar la enfermedad de base.

Asma: lo que ya se ha tratado en otro lugar

El volumen 1, Parte 5, ya situó la respiración Buteyko en el asma (Burgess et al., 2011): menor necesidad de medicación de rescate, pero sin mejora de la función pulmonar en sí. La Parte 2 de este volumen profundizó en la evidencia de IMT en el asma — con el hallazgo central de que los estudios en adultos y en niños se contradicen en sus resultados sobre la función pulmonar. Ninguno de los dos se repite aquí.

EPOC: la respiración con labios fruncidos

La respiración con labios fruncidos (pursed-lip breathing) es la técnica de respiración más antigua y establecida en la EPOC. Una revisión sistemática (Roberts et al., 2009; 11 estudios, 226 participantes) encuentra evidencia moderada: la técnica aumenta la saturación de oxígeno y el volumen corriente, reduce la frecuencia respiratoria en reposo y acorta el tiempo de recuperación tras el esfuerzo. Es notablemente honesta la propia limitación que señalan los autores: el mecanismo exacto por el que los ejercicios respiratorios actúan en la EPOC no se comprende del todo — solo cuatro de los once estudios alcanzaron una calidad moderada según GRADE, ninguno alcanzó calidad alta . La evidencia de IMT en la EPOC ya se trató en detalle en la Parte 2, incluida la controversia sobre los efectos en la distancia recorrida según la prueba utilizada.

COVID persistente: marcadores sólidos, beneficio cotidiano poco claro 🟡

En la COVID persistente, el entrenamiento de la musculatura respiratoria aporta algunas de las cifras más consistentes de todo este capítulo. Un metaanálisis de 7 ensayos aleatorizados con 449 participantes (Correia et al., 2025) encuentra una mejora de la fuerza de la musculatura inspiratoria de 22,7 cmH₂O y una mejora del VO₂max de 4,49 ml/kg/min — ambos valores con intervalos de confianza estrechos y sin heterogeneidad entre los estudios ($I^2 = 0\%$) 🟢.

La ruptura decisiva llega justo después: en la tolerancia real al esfuerzo — lo que cuenta en el día a día — los resultados son heterogéneos, un estudio no encontró ningún cambio en la prueba de Ruffier, y la reducción de la disnea no se comunicó de forma consistente. Los propios autores califican la certeza de la evidencia como baja para todos los criterios de valoración 🟡. Es un ejemplo de manual del hilo conductor de este compendio: unos marcadores sólidos y medidos con precisión (fuerza muscular, VO₂max) no garantizan un beneficio funcional perceptible.

Malestar post-esfuerzo: la señal de alarma

En una parte de las personas con COVID persistente y SFC/EM aparece el malestar post-esfuerzo (PEM, por sus siglas en inglés): un empeoramiento desproporcionado de los síntomas tras un esfuerzo físico o mental, que puede comenzar de inmediato o con un retraso de horas a días, y puede prolongarse durante días, semanas o meses — en una magnitud que no se explica solo por el esfuerzo desencadenante. Las investigaciones bioquímicas encuentran, entre otras cosas, una caída del metabolito de purina hipoxantina (McGregor et al., 2019) e indicios de una alteración del metabolismo del folato/de un carbono (Baraniuk, 2025) — el PEM no es, por tanto, una molestia puramente subjetiva, sino que está asociado a cambios metabólicos medibles.

El hallazgo de seguridad más importante de este apartado: la terapia de ejercicio gradual (Graded Exercise Therapy, GET) — el aumento progresivo de la actividad — se considera, según la valoración actual, ineficaz y potencialmente perjudicial en el PEM (guía NICE NG206, 2021). Informes repetidos de pacientes documentan empeoramientos, en parte permanentes, porque cualquier aumento del esfuerzo puede desencadenar de nuevo el PEM 🟡➡️. Esta es la razón por la que los éxitos del IMT del apartado anterior no pueden trasladarse sin más a personas con PEM pronunciado: los estudios citados, por lo general, no incluyen de forma específica a personas con PEM ni las someten a cribado.

Idoneidad: orientada a síntomas o poco clara

General: La respiración con labios fruncidos en la EPOC estable, como técnica complementaria de bajo riesgo, en consulta con el equipo médico tratante.

Individual: El IMT en la COVID persistente sin PEM — los marcadores mejoran de forma fiable, pero el beneficio perceptible varía de una persona a otra.

No sin acompañamiento profesional: Cualquier forma de aumento del esfuerzo — incluido el entrenamiento de la musculatura respiratoria — en caso de PEM existente o sospechado. Aquí rige: en caso de duda, aclarar primero con un médico o especialista antes de aumentar el esfuerzo (véase el ejemplo del semáforo de idoneidad, Parte 1).

Conclusión: complemento, no sustituto

¿Ayuda la terapia respiratoria en el asma/la EPOC/la COVID persistente? En síntomas y marcadores, a menudo sí, con distinta solidez de evidencia según la enfermedad.

¿Trata la enfermedad de base? No — complementa el tratamiento médico, no lo sustituye.

¿Más entrenamiento es siempre mejor? No en el PEM — aquí, más esfuerzo puede significar un empeoramiento real, no algo que «merezca la pena aguantar».

Fuentes: Roberts et al. (2009), Physical Therapy Reviews. Correia et al. (2025), Systematic Reviews. NICE (2021), Guideline NG206. McGregor et al. (2019), Diagnostics. Baraniuk (2025), International Journal of Molecular Sciences.

Parte 8 — La respiración y la psique

Lo que este capítulo no es: los siguientes apartados resumen lo que se ha investigado sobre las técnicas de respiración en la ansiedad, el estrés y la depresión. Se trata de una valoración científica, no de psicoterapia ni un sustituto de ella. En un trastorno de ansiedad, una depresión o un trastorno relacionado con un trauma diagnosticados, ninguna técnica de respiración sustituye un tratamiento profesional adecuado.

El volumen 1 sentó las bases: la espiral respiración-ansiedad (Parte 9) y el biofeedback de VFC como vía hacia la regulación autónoma (Parte 6). La Parte 5 de este volumen ya trató la mejor evidencia individual hasta la fecha sobre una técnica de respiración en un trastorno psíquico — el Sudarshan Kriya Yoga en el TEPT. Este capítulo no lo repite, sino que plantea otra pregunta: ¿cuándo ayuda realmente una técnica de respiración — y cuándo se convierte ella misma en parte del problema?

Breathwork en la ansiedad y la depresión: el nivel del metaanálisis ●

A nivel de metaanálisis, la evidencia es positiva: 12 ensayos aleatorizados controlados con 785 participantes (Fincham, Strauss, Montero-Marin & Cavanagh, 2023) encuentran mejoras significativas de la ansiedad (tamaño del efecto $g = -0,32$ en 20 estudios) y de la depresión ($g = -0,40$ en 18 estudios) mediante técnicas de respiración frente a los grupos control ●.

El estudio individual más grande contradice su propio nivel de metaanálisis ●

Ese mismo año, la misma autora principal publicó el mayor estudio paralelo sobre breathwork hasta la fecha: 400 participantes, aleatorizados a «coherent breathing» (unas 5,5 respiraciones por minuto) o a una condición de respiración placebo cuidadosamente construida (12 respiraciones por minuto), cada una unos 10 minutos diarios durante cuatro semanas (Fincham, Strauss & Cavanagh, 2023). Resultado en el criterio de valoración primario, el estrés subjetivo: ninguna diferencia significativa entre los grupos — solo un efecto temporal general que ambos grupos mostraron por igual. La propia autora extrae la conclusión: ningún beneficio adicional medible del coherent breathing frente a un ejercicio de respiración placebo bien construido ●.

Esto no es una contradicción que pueda explicarse sin más — es un ejemplo de manual. Los estudios más pequeños del metaanálisis se probaron mayoritariamente frente a listas de espera o controles inespecíficos, no frente a una condición alternativa activa e igualmente plausible. En cuanto la condición control se vuelve más exigente, el efecto se reduce a cero. Esto no dice nada sobre si respirar se siente bien o si las personas comunican que les ayuda — pero relativiza la afirmación de que el coherent breathing tenga un mecanismo de acción específico que vaya más allá de la expectativa y la atención recibida.

¿Cuándo se convierte una técnica de respiración en evitación? ●

El modelo cognitivo-conductual del trastorno de pánico explica por qué la técnica de respiración no es automáticamente útil: las personas con alta sensibilidad a la ansiedad interpretan señales corporales inofensivas — taquicardia, dificultad para respirar, mareo — como signos de un peligro grave. Esta interpretación errónea lleva a la hipervigilancia, la ansiedad y la evitación, lo que a su vez refuerza la respuesta de ansiedad. Un componente de tratamiento establecido, la exposición interoceptiva, confronta por ello de forma deliberada las sensaciones temidas en lugar de evitarlas.

Precisamente aquí una técnica de respiración calmante puede convertirse en un problema: si se emplea para poner fin de inmediato a una sensación corporal desagradable en lugar de tolerarla, actúa como una conducta de seguridad — la misma categoría que llevar ansiolíticos encima o comprobar constantemente la propia frecuencia cardíaca en un wearable. Las conductas de seguridad alivian la ansiedad a corto plazo, pero la mantienen a largo plazo, porque la persona nunca aprende que la sensación en sí es inofensiva ●. La pregunta clave, por tanto, no es «qué técnica de respiración ayuda contra la ansiedad», sino «si la técnica se emplea para una regulación consciente o para evitar la sensación temida».

Trastorno de pánico: un componente entre varios ●

La terapia cognitivo-conductual en el trastorno de pánico combina típicamente varios componentes: relajación, reentrenamiento respiratorio, reestructuración cognitiva, exposición interoceptiva y/o in vivo. El reentrenamiento respiratorio es, por tanto, generalmente un componente entre varios, no el tratamiento único — para una eficacia aislada de la técnica de respiración por sí sola en el trastorno de pánico diagnosticado no existe evidencia propia sólida ●.

Idoneidad: regulación sí, terapia sustitutiva no

General: Las técnicas de respiración como una de varias estrategias para la regulación cotidiana del estrés y la ansiedad en personas sanas sin un trastorno diagnosticado.

Individual: Personas con alta sensibilidad a la ansiedad — aquí, el beneficio depende de si la técnica se emplea para la regulación o para la evitación.

No sin acompañamiento profesional: Trastorno de pánico, depresión o trastorno relacionado con un trauma diagnosticados — la técnica de respiración puede complementar de forma útil un tratamiento profesional adecuado, pero no sustituirlo.

Conclusión: útil, pero no una panacea

¿Funciona el breathwork contra la ansiedad y la depresión? A nivel de metaanálisis, sí — pero el estudio individual más riguroso lo relativiza de forma considerable 🟡.

¿Es toda técnica de respiración igual de útil? No — lo decisivo es si se emplea para la regulación o para la evitación.

¿Sustituye la técnica de respiración a la psicoterapia? No, véase el cuadro de advertencia anterior.

Fuentes: Fincham, Strauss, Montero-Marin & Cavanagh (2023), Scientific Reports (metaanálisis). Fincham, Strauss & Cavanagh (2023), Scientific Reports (ensayo aleatorizado de coherent breathing).

Parte 9 — Lo que a menudo se afirma

El volumen 1, Parte 11, anunció este tema pero lo dejó abierto: «Sobre las afirmaciones de una relación directa entre técnicas de respiración específicas y la digestión [...] o una mayor esperanza de vida, la evidencia actual es demasiado escasa para recomendaciones sólidas». Este capítulo lo aborda — no como un rechazo general, sino como un examen matizado, en el que a veces aparece un efecto real pero exagerado en su presentación, en lugar de solo «cierto» o «falso».

Respiración y digestión: real, pero más limitado de lo que se afirma ●

A diferencia de la mayoría de las afirmaciones de este capítulo, esta no es simplemente falsa. Una revisión sistemática de 10 ensayos aleatorizados con 476 participantes (Abureesh et al., 2026) encuentra una mejora moderada de los síntomas de reflujo (ERGE) mediante la respiración diafragmática como complemento al tratamiento estándar, con una duración de entrenamiento de unas cinco semanas. Un estudio complementario con 60 personas con tos crónica relacionada con el reflujo encontró además mejoras en la ansiedad, la calidad del sueño y los síntomas depresivos en el grupo de entrenamiento respiratorio ●.

El mecanismo probablemente no sea el «masaje de los órganos» tan a menudo alegado, sino un efecto vagal-autonómico (ya tratado en el volumen 1, Parte 6), así como posiblemente un efecto mecánico sobre la presión en el esfínter esofágico inferior — específico para el reflujo, no una «mejora digestiva» general. Esta es la respuesta más matizada de este capítulo: un beneficio limitado y específico se infla habitualmente en el marketing hasta convertirse en una afirmación general de eficacia.

Longevidad y marketing mitocondrial ●

Que la función mitocondrial esté relacionada con la longevidad es algo real y bien establecido en la investigación básica. Lo que no está respaldado es la cadena causal que de ahí se deriva en el marketing: «la técnica de respiración X somete a las mitocondrias a un estrés leve → eso prolonga la esperanza de vida humana». Para exactamente esta cadena, en toda la investigación realizada para este volumen — incluido el IHHT tratado en la Parte 6 — no se encontró evidencia revisada por pares en humanos ●.

Sobre la autofagia en concreto (el «proceso de limpieza» celular que a menudo se cita como mecanismo de acción): una revisión sistemática (Chen et al., 2023) muestra que el ejercicio sí influye realmente en la autofagia en humanos — aunque de forma dependiente del tipo de entrenamiento y del tejido: el entrenamiento de fuerza agudo la suprime en el músculo esquelético, el entrenamiento de fuerza crónico la aumenta allí, y el entrenamiento de resistencia no muestra un cambio significativo en los marcadores principales. Un dato destacable: la respiración no se menciona ni una sola vez en toda esta revisión. El

marketing de la autofagia para las técnicas de respiración se apoya en un campo de investigación real, pero todavía incierto incluso para el ejercicio y el ayuno en humanos — para la respiración en concreto, simplemente no existe una investigación directa ●.

«Desintoxicación mediante la respiración» ●

Fisiológicamente, la respiración elimina en primer lugar CO_2 — el producto de desecho metabólico de la respiración celular, no una «toxina» en el sentido coloquial. La cifra difundida en el ámbito del bienestar, según la cual el cuerpo elimina el «70 % de todas las toxinas» a través de la respiración, aparece repetidamente en páginas comerciales de salud, pero no pudo rastrearse hasta ninguna fuente científica independiente ● — el mismo patrón de cifras de apariencia precisa pero sin respaldo que ya se ha descartado varias veces en este compendio (Parte 3, Parte 4, Parte 6). Como mucho, sigue siendo plausible un efecto indirecto: una respiración más profunda puede favorecer la circulación linfática mediante la acción de bombeo del diafragma — algo fundamentalmente distinto de una «desintoxicación» activa.

«Optimizar el suministro de oxígeno» ●

El volumen 1 ya mostró: la saturación arterial de oxígeno en personas sanas en reposo se sitúa prácticamente siempre en el rango normal alto (95–100 %) — cerca de su máximo fisiológico. Respirar más apenas puede elevar más este valor. La afirmación de que técnicas de respiración especiales podrían «optimizar» de forma medible el suministro de oxígeno de personas sanas en reposo contradice, por tanto, directamente la fisiología ya establecida en el primer volumen ●. La única excepción relevante — deportistas de resistencia de élite con EIAH cerca del VO_2max — ya se trató en la Parte 4 de este volumen y es un caso especial limitado, no un fenómeno cotidiano.

«Fortalecer el sistema inmunitario» ●

El estudio más citado sobre la respiración al estilo Wim Hof y la función inmunitaria (Kox et al., 2014, ya situado en el volumen 1, Parte 7, Categoría C) muestra una respuesta inflamatoria atenuada — no un «fortalecimiento» general en el sentido de una mayor capacidad de defensa. Si una respuesta inflamatoria suprimida es deseable depende del contexto. La simplificación habitual «esta técnica de respiración fortalece tu sistema inmunitario» sugiere una dirección de efecto que el estudio en el que se basa no muestra en realidad ●.

Apps y wearables: ¿qué se mide, qué se extrapola? ●

Los wearables de consumo miden la frecuencia cardíaca mayoritariamente mediante fotoplethysmografía (PPG) — sensores ópticos, no electrodos de ECG. La PPG es propensa a artefactos de movimiento, mal contacto con la piel y luz ambiental. Los estudios de validación muestran grandes diferencias entre dispositivos: el dispositivo más preciso probado (Oura Generation 4, variabilidad de la frecuencia cardíaca) alcanzó un coeficiente de correlación de concordancia (CCC) de 0,99 frente a la medición de referencia por ECG (Dial et al., 2025), mientras que otro dispositivo subestimó la frecuencia cardíaca durante la actividad en 24 a 32 latidos por minuto. Solo alrededor del 11 % de los wearables de consumo disponibles comercialmente se ha validado formalmente hasta la fecha para al menos una medida biométrica (Doherty et al., 2024).

El punto decisivo: la mayoría de los dispositivos no muestran la variabilidad de la frecuencia cardíaca en bruto, sino una puntuación propia de la empresa derivada de ella — «nivel de estrés», «Body Battery», «readiness» — basada en modelos no validados de forma independiente. Eso no es una medición directa, sino una interpretación, aunque se presente como una cifra exacta ●. Y ningún wearable de consumo del mercado masivo mide el CO₂ ni el CO₂ al final de la espiración — un valor de VFC o de SpO₂ sin anomalías no dice nada sobre una posible hiperventilación (véase la Parte 1 y el apunte sobre capnografía de la Parte 5).

Conclusión: crítico no significa desestimador

¿Qué es real, al final? El efecto específico sobre la ERGE de la respiración diafragmática — muy limitado, pero real ●.

¿Qué está exagerado en su presentación? Casi todo lo demás: longevidad, autofagia, desintoxicación, optimización del oxígeno, fortalecimiento inmunitario — en cada caso, un punto de partida de investigación real que se amplía hasta convertirse en una cadena causal sin respaldo ●.

¿Qué ofrecen realmente las apps y los wearables? Datos brutos con una precisión variable, a menudo no validada — ninguna de las afirmaciones complejas, a menudo promocionadas, sobre el «estrés» o la «recuperación» es una medición directa ●.

Fuentes: Chen et al. (2023), Autophagy Reports. Kox et al. (2014), PNAS (ya en el volumen 1). Abureesh et al. (2026), Journal of Clinical Medicine. Dial et al. (2025), Physiological Reports. Doherty et al. (2024), Sports Medicine.

Parte 10 — Lo que queda

El volumen 2 planteó una pregunta distinta a la del volumen 1. El volumen 1 preguntaba: ¿qué técnicas de respiración son adecuadas para el día a día? El volumen 2 preguntaba: ¿qué ocurre cuando la respiración se emplea de forma deliberada como estímulo de entrenamiento — en el deporte, la medicina y en los límites fisiológicos? La respuesta rara vez fue un simple sí o no.

Cinco mensajes clave que perduran

1. **Resistencia, presión, reducción de CO₂ y reducción de O₂ son cuatro palancas distintas** — ningún mecanismo único explica por qué funcionan el IMT, la respiración con esfuerzo, la hiperventilación y el entrenamiento en altitud — cada palanca tiene su propio efecto, sus propios riesgos, su propia evidencia (Parte 1).
2. **Un marcador sólido no garantiza un beneficio cotidiano** — esto se puso de manifiesto repetidamente, con el IMT y la distancia recorrida en la EPOC (Parte 2), la tolerancia al esfuerzo en la COVID persistente (Parte 7) y la cuestión fuerza frente a presión arterial en la maniobra de Valsalva (Parte 3).
3. **El tamaño del estudio y la calidad del control cambian el resultado** — de forma más clara con el coherent breathing: misma autora principal, mismo año, resultado opuesto según el diseño del estudio (Parte 8).
4. **La idoneidad es una cuestión propia, independiente de la evidencia y la seguridad** — lo más claro es el malestar post-esfuerzo: una técnica bien documentada y segura puede, aun así, ser la elección equivocada para un grupo determinado (Parte 1, Parte 7).
5. **Muchas afirmaciones populares se apoyan en investigación real pero malinterpretada** — longevidad, autofagia, desintoxicación — el campo de investigación subyacente a menudo existe de verdad, pero la afirmación concreta sobre las técnicas de respiración, por lo general, no (Parte 9).

Lo que este volumen no cubre deliberadamente

Al igual que el volumen 1, este volumen tampoco puede abarcarlo todo. Los siguientes temas se han excluido deliberadamente — no porque carezcan de importancia, sino porque cada uno constituye un campo temático propio con su propia base de estudios:

Respiración y voz, canto: el control del flujo de aire al cantar y al hablar es un campo propio de la fisiología de la voz, con su propia literatura especializada, que va más allá de las técnicas de respiración de este compendio.

La técnica de respiración en la psicoterapia como método independiente: la Parte 8 situó la técnica de respiración como un componente dentro de formas de terapia ya existentes (por ejemplo, en la TCC del trastorno de pánico). Una presentación en profundidad de escuelas terapéuticas específicas centradas en la respiración excedería el alcance de un compendio de autoayuda.

Ergoespirometría y diagnóstico respiratorio clínico: el diagnóstico de rendimiento con instrumental (medición del VO_2max , determinación del umbral de lactato) es un procedimiento diagnóstico, no una técnica de respiración — y por ello ya se excluyó deliberadamente del planteamiento de este volumen.

Capnografía en profundidad: la Parte 5 introdujo los fundamentos de la medición del etCO_2 . Una presentación clínica en profundidad — por ejemplo, en anestesia o medicina de urgencias — excede el alcance de este compendio.

Palabras finales

El volumen 1 terminó con una rutina práctica de diez minutos. El volumen 2 termina sin unas instrucciones comparables — por una buena razón: las palancas tratadas aquí son estímulos de entrenamiento, no hábitos cotidianos. Quien quiera comenzar con el IMT, emplear la respiración con esfuerzo en el entrenamiento de fuerza o profundizar en el entrenamiento en altitud encontrará, en los capítulos correspondientes, la base fisiológica, el semáforo de idoneidad como orientación — y, donde sea necesario, la advertencia clara de que estas páginas transmiten conocimiento, no sustituyen el acompañamiento profesional.

Anexo

Glosario (complemento del volumen 1)

Esta lista complementa el glosario del volumen 1 con términos introducidos por primera vez en el volumen 2. Para el efecto Bohr, el BOLT, la tolerancia al CO₂, la VFC, la hipocapnia, el NO y la ASR, véase el volumen 1.

Bracing: contracción voluntaria de la musculatura del tronco para estabilizar la columna vertebral. Debe distinguirse de la maniobra de Valsalva, con la que a menudo se confunde (Parte 3).

Idoneidad: tercera dimensión de valoración de este volumen, junto al semáforo de evidencia y a los símbolos de seguridad del volumen 1. No responde a «¿funciona?» ni a «¿es peligroso?», sino a «¿para quién tiene sentido?» (**General, Individual, No sin acompañamiento profesional**). Véase la Parte 0.

EIAH (Exercise-Induced Arterial Hypoxemia): desaturación arterial de oxígeno inducida por el ejercicio, durante el esfuerzo cerca del VO₂max, que afecta a un 40–50 % estimado de la élite de resistencia, prácticamente irrelevante en personas no entrenadas (Parte 4).

ETAP (Exercise-Related Transient Abdominal Pain): término técnico para el flato. Explicación mejor respaldada: irritación del peritoneo parietal, no isquemia diafragmática ni espasmo muscular (Parte 4).

GET (Graded Exercise Therapy): enfoque terapéutico de aumento progresivo de la actividad. Se considera, según la valoración actual, ineficaz y potencialmente perjudicial en el malestar post-esfuerzo (PEM), ya que cualquier aumento del esfuerzo puede desencadenar de nuevo el PEM (Parte 7).

HVB (high-ventilation breathwork): término genérico para técnicas de respiración con ventilación aumentada de forma voluntaria (entre otras, la respiración holotrópica, el rebirthing, el Sudarshan Kriya Yoga, la hiperventilación cíclica). Fisiológicamente, un mecanismo común; en la práctica, no una categoría uniforme (Parte 5).

PIA / PIT (presión intraabdominal / intratorácica): presión en la cavidad abdominal o torácica, que puede aumentar considerablemente mediante la respiración con esfuerzo y se supone que contribuye a la estabilización de la columna. Su magnitud depende en gran medida del ejercicio (Parte 3).

IHT (Intermittent Hypoxic Training): exposición repetida y breve a hipoxia durante el entrenamiento. Un metaanálisis reciente no encuentra ningún beneficio adicional significativo frente al entrenamiento normóxico, con un sesgo de publicación demostrado (Parte 6).

IHHT (Intermittent Hypoxic-Hyperoxic Training): alternancia deliberada entre fases de hipoxia e hiperoxia. Evidencia clínica sólida en la COVID persistente, pero sin evidencia en humanos para las promesas de longevidad promocionadas (Parte 6, Parte 9).

Capnografía / etCO₂: medición del CO₂ al final de la espiración (rango normal 35–45 mmHg). Independiente de la saturación de oxígeno (SpO₂) — un pulsioxímetro no muestra el estado del CO₂ (Parte 1, Parte 5).

LHTL (Live-High-Train-Low): protocolo de entrenamiento en altitud: vivir a una altitud moderada, entrenar a una altitud menor. Mejora el rendimiento en competición en aproximadamente un 1,5 % de media (rango 0–6 %) mediante un aumento de la masa de eritrocitos (Parte 6).

LRC (acoplamiento locomotor-respiratorio): acoplamiento mecánico entre la respiración y el ritmo de la zancada al correr, generalmente con una proporción de 2:1. Influido por las fuerzas de impacto del contacto del pie (Parte 4).

Metaborreflejo (metaborreflejo de la musculatura respiratoria): respuesta refleja mediada por el sistema simpático ante la fatiga de la musculatura respiratoria: el flujo sanguíneo se desvía de la musculatura de las extremidades en favor de la musculatura respiratoria. Entrenable mediante el IMT (Parte 2).

PIM / PImax, PEM: presión inspiratoria o espiratoria máxima — medida estándar de la fuerza de la musculatura respiratoria, medida contra un sistema cerrado tras una espiración o inspiración completa, respectivamente (Parte 2).

Hipoxia normobárica / hipobárica: reducción del oxígeno a presión atmosférica normal (p. ej., tienda de altitud) frente a mediante una presión atmosférica realmente reducida (altitud real). Si ambas son fisiológicamente equivalentes no está resuelto de forma concluyente en la literatura especializada (Parte 6).

PEM (malestar post-esfuerzo): empeoramiento desproporcionado de los síntomas tras un esfuerzo físico o mental en la COVID persistente/SFC-EM, con un tiempo de recuperación impredecible que va de días a meses. El aumento gradual del esfuerzo se considera aquí potencialmente perjudicial (Parte 7).

Shallow water blackout: pérdida súbita de conciencia bajo el agua por falta de oxígeno, generalmente tras una hiperventilación previa: el nivel de CO₂ artificialmente reducido retrasa el impulso natural de respirar, mientras la saturación de oxígeno sigue descendiendo sin notarse — la señal de alarma no llega a producirse (Volumen 1, Parte 1; Parte 6).

Reflejo de inmersión (mammalian dive reflex): respuesta automática al contacto del rostro con agua fría: la frecuencia cardíaca desciende (bradicardia), el flujo sanguíneo se redistribuye de las extremidades hacia el cerebro y el corazón, el bazo libera glóbulos rojos adicionales — reduce el consumo de oxígeno, pero no cambia el hecho de que la reserva de oxígeno en la sangre es finita (Parte 6).

Maniobra de Valsalva: espiración forzada contra la glotis cerrada, que genera una presión intratorácica e intraabdominal elevada. Debe distinguirse del bracing y de la espiración forzada con glotis abierta (Parte 3).

Evidencia, seguridad e idoneidad: las tres clasificaciones explicadas

Para la explicación completa, véase la Parte 0. El semáforo de evidencia y los símbolos de seguridad se han mantenido sin cambios respecto al volumen 1; la idoneidad es nueva en este volumen y responde a una pregunta distinta de las dos primeras (véase la entrada del glosario más arriba).

Matriz de precaución y seguridad ampliada

Véase la matriz de precaución y seguridad ampliada en la Parte 1 — amplía la matriz del volumen 1 con la respiración con esfuerzo, el entrenamiento de la musculatura respiratoria y la exposición a hipoxia.

Bibliografía, organizada por tipo de estudio y tipo de fuente

Esta estructura ordena las fuentes citadas en el volumen 2 según el tipo de publicación y de estudio. No representa una valoración independiente de la solidez de la evidencia científica — la clasificación de evidencia se indica mediante las clasificaciones en el capítulo correspondiente. Las fuentes del volumen 1 (p. ej., Kox et al., 2014) se enumeran allí y no se repiten aquí.

Revisiones sistemáticas y metaanálisis:

Ammous, O., Feki, W., Lotfi, T., Khamis, A. M., Gosselink, R., Rebai, A., & Kammoun, S. (2023). Inspiratory muscle training, with or without concomitant pulmonary rehabilitation, for chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1), CD013778. DOI: 10.1002/14651858.CD013778.pub2

Beaumont, M., Forget, P., Couturaud, F., & Reyckler, G. (2018). Effects of inspiratory muscle training in COPD patients: a systematic review and meta-analysis. *The Clinical Respiratory Journal*, 12(7), 2178–2188. DOI: 10.1111/crj.12905

Han, B., et al. (2024). Effects of inspiratory muscle training in people with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *Life*, 14(11), 1470. DOI: 10.3390/life14111470

Lista-Paz, A., et al. (2022). Effect of respiratory muscle training in asthma: a systematic review and meta-analysis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 66(3), 101691. DOI: 10.1016/j.rehab.2022.101691 (online first 2022, número 2023)

Xiang, Y., Luo, T., Chen, X., Zhang, H., & Zeng, L. (2024). Effect of inspiratory muscle training in children with asthma: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Pediatrics*, 12, 1367710. DOI: 10.3389/fped.2024.1367710

Shei, R.-J. (2018). Recent advancements in our understanding of the ergogenic effect of respiratory muscle training in healthy humans: a systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(9), 2674–2685. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002730

Torres-Castro, R., Caicedo-Trujillo, S., Gimeno-Santos, E., Gutiérrez-Arias, R., Alsina-Restoy, X., Vasconcello-Castillo, L., Serón, P., Spruit, M. A., Blanco, I., & Vilaró, J. (2025). Effectiveness of inspiratory muscle training in patients with a chronic respiratory disease: an overview of systematic reviews. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7, 1549652. DOI: 10.3389/fspor.2025.1549652

Blazek, D., Stastny, P., Maszczyk, A., Krawczyk, M., Matykiewicz, P., & Petr, M. (2019). Systematic review of intra-abdominal and intrathoracic pressures initiated by the Valsalva manoeuvre during high-intensity resistance exercises. *Biology of Sport*, 36(4), 373–386. DOI: 10.5114/biolsport.2019.88759

Dorelli, G., et al. (2025). Aerobic intermittent hypoxic training is not beneficial for maximal oxygen uptake and performance: a systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 35(6), e70088. DOI: 10.1111/sms.70088

Correia, A. da C., et al. (2025). Effectiveness of inspiratory muscle training and multicomponent physical training in patients with post-COVID conditions: a systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews*, 14. DOI: 10.1186/s13643-025-02982-1

Fincham, G. W., Kartar, A., Uthaug, M. V., Anderson, B., Hall, L., Nagai, Y., Critchley, H., &

- Colasanti, A. (2023). High ventilation breathwork practices: an overview of their effects, mechanisms, and considerations for clinical applications. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 155, 105453. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2023.105453
- Fincham, G. W., Strauss, C., Montero-Marin, J., & Cavanagh, K. (2023). Effect of breathwork on stress and mental health: a meta-analysis of randomised-controlled trials. *Scientific Reports*, 13, 432. DOI: 10.1038/s41598-022-27247-y
- Chen, et al. (2023). Does exercise regulate autophagy in humans? A systematic review and meta-analysis. *Autophagy Reports*, 2(1). DOI: 10.1080/27694127.2023.2190202
- Roberts, S., Stern, M., Schreuder, F. M., & Watson, T. (2009). The use of pursed lips breathing in stable chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review of the evidence. *Physical Therapy Reviews*, 14(4), 240–246. DOI: 10.1179/174328809X452908
- Doherty, C., Baldwin, M., Keogh, A., et al. (2024). Keeping pace with wearables: a living umbrella review of systematic reviews evaluating the accuracy of consumer wearable technologies in health measurement. *Sports Medicine*, 54(11), 2907–2926. DOI: 10.1007/s40279-024-02077-2
- Abureesh, O., et al. (2026). Efficacy and safety of diaphragmatic breathing exercises for gastroesophageal reflux disease: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 15(9), 3406. DOI: 10.3390/jcm15093406
- Estudios experimentales aleatorizados o controlados:**
- Witt, J. D., Guenette, J. A., Rupert, J. L., McKenzie, D. C., & Sheel, A. W. (2007). Inspiratory muscle training attenuates the human respiratory muscle metaboreflex. *The Journal of Physiology*, 584(3), 1019–1028. DOI: 10.1113/jphysiol.2007.140855
- Hummelmann, et al. (2026). Breathing technique-dependent acute cardiopulmonary responses during squats in healthy females. *Physiological Reports*, 14, e70831.
- Ikeda, E. R., et al. (2009). The Valsalva maneuver revisited: the influence of voluntary breathing on isometric muscle strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 127–132. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31818eb256
- Bergqvist, et al. (2025). Effects of oral, oronasal, and oronasal breathing with a decongested nose during incremental maximal exercise testing of well-trained endurance athletes: a randomized cross-over study. *Frontiers in Physiology*, 16, 1654725. DOI: 10.3389/fphys.2025.1654725
- Seppälä, E. M., Nitschke, J. B., Tudorascu, D. L., Hayes, A., Goldstein, M. R., Nguyen, D. T. H., Perlman, D., & Davidson, R. J. (2014). Breathing-based meditation decreases posttraumatic stress disorder symptoms in U.S. military veterans: a randomized controlled longitudinal study. *Journal of Traumatic Stress*, 27(4), 397–405. DOI: 10.1002/jts.21936
- Bayley, P. J., et al. (2022). Randomised clinical non-inferiority trial of breathing-based meditation and cognitive processing therapy for symptoms of post-traumatic stress disorder in military veterans. *BMJ Open*, 12(8), e056609. DOI: 10.1136/bmjopen-2021-056609
- Fincham, G. W., Strauss, C., & Cavanagh, K. (2023). Effect of coherent breathing on mental health and wellbeing: a randomised placebo-controlled trial. *Scientific Reports*, 13, 22141. DOI: 10.1038/s41598-023-49279-8
- Levine, B. D., & Stray-Gundersen, J. (1997). “Living high-training low”: effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance. *Journal of Applied Physiology*, 83(1), 102–112. DOI: 10.1152/jappl.1997.83.1.102

Estudios experimentales fisiológicos, estudios de validación y series de casos:

MacDougall, J. D., Tuxen, D., Sale, D. G., Moroz, J. R., & Sutton, J. R. (1985). Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 58(3), 785–790. DOI: 10.1152/jappl.1985.58.3.785

Linsenhardt, S. T., Thomas, T. R., & Madsen, R. W. (1992). Effect of breathing techniques on blood pressure response to resistance exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 26(2), 97–100. DOI: 10.1136/bjism.26.2.97

Vieira, G. M., Oliveira, H. B., de Andrade, D. T., Bottaro, M., & Ritch, R. (2006). Intraocular pressure variation during weight lifting. *Archives of Ophthalmology*, 124(9), 1251–1254. DOI: 10.1001/archophth.124.9.1251

Hughes, L. O., Heber, M. E., Lahiri, A., Harries, M., & Raftery, E. B. (1989). Haemodynamic advantage of the Valsalva manoeuvre during heavy resistance training. *European Heart Journal*, 10(10), 896–902. DOI: 10.1093/oxfordjournals.eurheartj.a059399

Daley, M. A., Bramble, D. M., & Carrier, D. R. (2013). Impact loading and locomotor-respiratory coordination significantly influence breathing dynamics in running humans. *PLoS One*, 8(8), e70752. DOI: 10.1371/journal.pone.0070752

Barden, J. M., & Barber, F. D. (2022). The effect of breathing laterality on hip roll kinematics in submaximal front crawl swimming. *Sensors*, 22(6), 2324. DOI: 10.3390/s22062324

Hartley, G. L., et al. (2016). Corticospinal excitability is associated with hypocapnia but not changes in cerebral blood flow. *The Journal of Physiology*, 594(12), 3423–3437. DOI: 10.1113/JP271914

Doehner, W., et al. (2024). Intermittent hypoxic-hyperoxic training during inpatient rehabilitation improves exercise capacity and functional outcome in patients with long Covid: results of a controlled clinical pilot trial. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 15(6). DOI: 10.1002/jcsm.13628 (estudio controlado, no aleatorizado)

Dial, M. B., et al. (2025). Validation of nocturnal resting heart rate and heart rate variability in consumer wearables. *Physiological Reports*, 13(16), e70527. DOI: 10.14814/phy2.70527

Revisiones narrativas, obras de referencia y guías clínicas:

Dempsey, J. A., & Wagner, P. D. (1999). Exercise-induced arterial hypoxemia. *Journal of Applied Physiology*, 87(6), 1997–2006. DOI: 10.1152/jappl.1999.87.6.1997

Powers, S. K., Martin, D., & Dodd, S. (1993). Exercise-induced hypoxaemia in elite endurance athletes: incidence, causes and impact on VO₂max. *Sports Medicine*, 16(1), 14–22. DOI: 10.2165/00007256-199316010-00003

Harms, C. A., Wetter, T. J., St Croix, C. M., Pegelow, D. F., & Dempsey, J. A. (2000). Effects of respiratory muscle work on exercise performance. *Journal of Applied Physiology*, 89(1), 131–138. DOI: 10.1152/jappl.2000.89.1.131

Morton, D., & Callister, R. (2014). Exercise-related transient abdominal pain (ETAP). *Sports Medicine*, 45(1), 23–35. DOI: 10.1007/s40279-014-0245-z

Bart, R. M., Murray, B. P., & Lau, H. (2026). Shallow water blackout. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. NBK554620

Evans, J. A., & Whitelaw, W. A. (2009). The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. *Respiratory Care*, 54(10), 1348–1359.

National Institute for Health and Care Excellence (2021). Myalgic encephalomyelitis (or encephalopathy)/chronic fatigue syndrome: diagnosis and management. NICE guideline

NG206.

McGregor, N. R., et al. (2019). Post-exertional malaise is associated with hypermetabolism, hypoacetylation and purine metabolism deregulation in ME/CFS cases. *Diagnostics*, 9(3), 70. DOI: 10.3390/diagnostics9030070

Baraniuk, J. N. (2025). Exertional exhaustion (post-exertional malaise, PEM) evaluated by the effects of exercise on cerebrospinal fluid metabolomics–lipidomics and serine pathway in myalgic encephalomyelitis/chronic fatigue syndrome. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(3), 1282. DOI: 10.3390/ijms26031282

Conocimiento libre y apoyo

Creo firmemente en el libre acceso a la información y a la educación. Por eso pongo a tu disposición este compendio, así como todos mis trabajos futuros, de forma totalmente gratuita y sin muro de pago.

Si esta guía te ha ayudado y quieres apoyar mi trabajo en futuros proyectos, agradeceré cualquier propina digital voluntaria. Cada aportación ayuda a cubrir los gastos de alojamiento y a financiar el tiempo dedicado a nuevas investigaciones:

PayPal: paypal.me/drapete

Buy Me a Coffee: buymeacoffee.com/drapete

Bitcoin (BTC): bc1qa8k8hj6xmx9tw3wu3rxkv45as6vtqdgpg55tnm

¡Muchas gracias por tu apoyo!

Aviso legal y exención de responsabilidad

Editor y redacción: Karl Peter Dräger.

Aviso: No soy médico, nutricionista ni científico deportivo certificado. Este documento es el resultado de una investigación privada y tiene como único fin la información personal.

Fuente de información: Los contenidos principales y la estructura de esta parte se basan en una revisión sistemática de la literatura científica sobre técnicas de respiración en contextos de rendimiento, terapéuticos y de situaciones límite. Las fuentes en las que se basa se enumeran en la bibliografía.

Metodología y control de calidad: Para garantizar la calidad, los contenidos se verificaron adicionalmente con la ayuda de sistemas modernos de asistencia basados en IA (Claude, DeepSeek, ChatGPT, Gemini y Kimi) para comprobar su coherencia con el estado actual de los conocimientos científicos y con las fuentes primarias enumeradas en la bibliografía. Por norma general, las cifras procedentes de sugerencias de IA no se adoptaron sin una verificación propia en las fuentes primarias. La selección final, la evaluación y la compilación de los contenidos han corrido a cargo del autor.

Aviso legal importante (disclaimer): La información facilitada en este documento no pretende constituir un consejo médico y no sustituye en modo alguno el asesoramiento, diagnóstico o tratamiento médico profesional. La aplicación de las técnicas aquí descritas se realiza bajo la propia responsabilidad del lector. Antes de utilizar las técnicas descritas — especialmente en caso de enfermedades preexistentes (p. ej., epilepsia, enfermedades cardiovasculares, glaucoma, malestar post-esfuerzo) o durante el embarazo — se debe consultar siempre a un profesional cualificado. El entrenamiento de apnea/buceo libre debe realizarse exclusivamente con formación cualificada y supervisión (véase la Parte 6). El autor no asume ninguna responsabilidad por los daños que puedan derivarse del uso de la información aquí recopilada.
