



DOSSIER · THERAPIE

Intermittierende Hypoxie-Hyperoxie-Therapie

Die **intermittierende Hypoxie-Hyperoxie-Therapie (IHHT)** ist ein junges, nicht-invasives Verfahren, das gezielte Wechsel zwischen sauerstoffarmer und sauerstoffreicher Luft nutzt. Die Forschung steht am Anfang, zeigt aber bereits kontrollierte Studien zu Stoffwechsel, Herz-Kreislauf-System und Kognition. Der interessanteste Befund: Die meisten Arbeiten prüfen nicht die Therapie allein, sondern kombiniert mit Bewegung oder Rehabilitation – was die isolierte Wirkung schwer abgrenzbar macht.

16

STUDIEN
INSGESAMT

15

AM MENSCHEN

9

DAVON
KONTROLLIERT

1

AN TIEREN

0

IM LABOR

Zahlen aus der IHR-Studiendatenbank · Stand 2026-10-15

So lesen Sie dieses Dossier

BELEGT

am Menschen gemessen, mit Vergleichsgruppe

PLAUSIBEL

gestützt durch Wirkmechanismus, Tierversuch oder Beobachtung

VERMUTUNG

ein naheliegender Zusammenhang, der noch geprüft werden muss

Intermittierende Hypoxie-Hyperoxie-Therapie auf einen Blick

HERKUNFT:

Die intermittierende Hypoxie-Hyperoxie-Therapie (IHHT) ist ein nicht-invasives physiologisches Konditionierungsverfahren, das gezielte Wechsel zwischen sauerstoffarmer (hypoxischer) und sauerstoffreicher (hyperoxischer) Luft nutzt. Die IHHT erweitert das Prinzip intermittierender Hypoxie um hyperoxische Phasen, um oxidativen Stress auszugleichen und die Regeneration zu beschleunigen. Durchgeführt wird sie in kontrollierten Settings mit standardisierten Protokollen für Dauer, Zyklenzahl und Sauerstoffkonzentrationen.

STUDIENLAGE:

16 ausgewertete Arbeiten · 9 kontrollierte Studien am Menschen · 6 Beobachtungsstudien · 0 Übersichtsarbeiten · 1 Tierversuche · 0 Zellkulturarbeiten

STÄRKSTE BELEGE:

- **Stoffwechsel:** Bei adipösen Patienten zeigte IHHT nach 3–4 Wochen signifikante Verbesserungen der körperlichen Belastbarkeit (6MWT) und Lungenfunktion (Tiffeneau-Index). Nieren- und Leberwerte (Harnsäure, Kreatinin, AST, ALT) wiesen präklinische Veränderungen auf, die auf metabolische und respiratorische Anpassungen hindeuten. Die klinische Relevanz dieser Laborwerte ist nicht untersucht.
- **Herz und Kreislauf:** Bei Long-COVID-Patienten steigerte die Kombination aus IHHT und Rehabilitation die Gehstrecke im 6MWT signifikant stärker als Standardrehabilitation allein. Sekundäre Endpunkte wie Dyspnoe und Fatigue zeigten tendenzielle Besserungen, ohne statistische Signifikanz.
- **Kognition und Psyche:** Bei geriatrischen Patienten verbesserte die Kombination aus IHHT und multimodalem Training kognitive Parameter, insbesondere in Tests wie dem *DemTest* und *Clock Drawing Test*. Die Gehstrecke im 6MWT stieg um 24,1 % vs. 10,8 % in der Kontrollgruppe.
- **Entzündungsgeschehen:** Bei Patienten mit metabolischem Syndrom senkte IHHT nach 3 Wochen signifikant Gesamtcholesterin, LDL, Triglyceride sowie Entzündungsmarker wie hs-CRP und Galectin-3. Die klinische Relevanz dieser Laborveränderungen bleibt offen.
- **Sicherheit und Verträglichkeit:** Bei KHK-Patienten vor Bypass-OP reduzierte IHHT postoperative Troponin-I- und Laktatwerte signifikant, ohne schwerwiegende Nebenwirkungen. Studien untersuchten die Sicherheit bei muskuloskelettalen Dysfunktionen.

GRENZEN:

- Keine der kontrollierten Studien prüft IHHT isoliert – sie wird fast immer mit Bewegungstherapie oder Rehabilitation kombiniert, was die Zuordnung der Effekte erschwert.
- Die Studien sind methodisch heterogen, oft ohne Placebo-Kontrollen (z. B. normoxische Luft statt Hyperoxie) und mit kleinen, selektierten Stichproben (z. B. ältere Patienten mit Komorbiditäten).
- Ob Laborparameter wie Entzündungsmarker oder Lipidprofile in patientenrelevante Outcomes übersetzt werden, bleibt offen. Der eine präklinische Tierversuch ist nicht direkt auf den Menschen übertragbar.

EINORDNUNG:

Die intermittierende Hypoxie-Hyperoxie-Therapie (IHHT) ist ein vielversprechendes, sicheres Verfahren mit Hinweisen auf Effekte in Kombinationstherapien für Kognition, Stoffwechsel und Herz-Kreislauf-System. Die isolierte Wirkung und der Langzeitnutzen müssen jedoch weiter erforscht werden.

1. Was die intermittierende Hypoxie-Hyperoxie-Therapie ist

Die **intermittierende Hypoxie-Hyperoxie-Therapie (IHHT)** ist ein physiologisches Konditionierungsverfahren, bei dem Patienten über eine Atemmaske abwechselnd sauerstoffreduzierte (hypoxische) und sauerstoffangereicherte (hyperoxische) Luft zugeführt wird. Die Methode stammt aus der Höhenmedizin und adaptiven Trainingsforschung, wo intermittierende Hypoxie bereits seit den 1990er-Jahren zur Leistungssteigerung eingesetzt wird. Die IHHT erweitert dieses Prinzip um hyperoxische Phasen, die oxidativen Stress ausgleichen und die Regeneration beschleunigen sollen. Durchgeführt wird die Therapie in kontrollierten Settings, meist unter medizinischer Aufsicht, mit standardisierten Protokollen für Dauer, Zyklenzahl und Sauerstoffkonzentrationen.

Der entscheidende Unterschied zu anderen Sauerstofftherapien liegt im **Wechsel der Sauerstoffpartialdrücke**. Während kontinuierliche Hypoxie oder Hyperoxie jeweils spezifische Anpassungsreaktionen auslösen, soll die IHHT durch den raschen Wechsel beide Mechanismen kombinieren: Hypoxie aktiviert zelluläre Stressantworten (z. B. HIF-1 α -Signalweg), Hyperoxie fördert die mitochondriale Effizienz und antioxidative Kapazität. Die meisten Studien verwenden Zyklen von 3–5 Minuten Hypoxie (10–14 % O₂) gefolgt von 2–3 Minuten Hyperoxie (30–40 % O₂), über 30–60 Minuten pro Sitzung. Die genaue Abstimmung dieser Parameter ist jedoch noch nicht standardisiert und variiert zwischen den Studien.

2. Was die Studien im Einzelnen zeigen

Die tragenden Arbeiten am Menschen — nach Anwendungsgebiet, mit Population, Dauer, Zubereitung, Messgröße und Ergebnis, so wie die Originalarbeiten es berichten. Zahlen stehen nur dort, wo die Arbeit sie nennt.

Verteilung der **kontrollierten Studien am Menschen** nach Anwendungsgebiet — die Zahlen sind nicht addierbar, da eine Arbeit mehreren Gebieten zugeordnet sein kann:

ANWENDUNGSGEBIET	KONTROLLIERTE STUDIEN
Stoffwechsel	4
Bewegungsapparat	4
Herz und Kreislauf	4

ANWENDUNGSGEBIET	KONTROLLIERTE STUDIEN
Kognition und Psyche	3
Sicherheit und Verträglichkeit	3
Erschöpfung und Stress	2
Haut	1
Oxidativer Stress	1

Kognition und Psyche

Auch die Gehstrecke im *6-Minute Walk Test* (6MWT) stieg in der IHHT-Gruppe um 24,1 % vs. 10,8 % ($P = 0,021$). Die Therapie wurde bis zum Alter von 92 Jahren gut vertragen und als einfach anwendbar beschrieben.

Die IHHT-Gruppe absolvierte 5–7 Wochen lang ein multimodales Training kombiniert mit IHHT (4–7 Minuten 10–14 % O_2 , gefolgt von 2–4 Minuten 30–40 % O_2), während die Kontrollgruppe Raumlufte atmete. Obwohl sich die Ergebnisse im *Tinetti Mobility Test*, *Timed-Up-and-Go Test* und *Barthel-Index* zwischen den Gruppen nicht signifikant unterschieden, deutet die Studie zu Mobilität und wahrgenommener Gesundheit auf eine mögliche synergistische Wirkung von IHHT mit körperlichem Training hin⁴. Die fehlende Signifikanz bei Mobilitätstests könnte auf die kleine Stichprobe oder die kurze Interventionsdauer zurückzuführen sein.

PLAUSIBEL Präklinische Daten an Mäusen zeigen, dass intermittierende hypobare Hypoxie eine langfristige antidepressive Wirkung entfalten *kann*, indem sie die Expression des *Hypoxia-Inducible Factor 1α* (HIF-1α) im *Dorsal Raphe Nucleus* (DRN) steigert. Dieser Effekt hielt bis zu drei Monate nach der Behandlung an. Die Studie identifizierte zudem den *P2X2-Rezeptor* als downstream-Ziel von HIF-1α, dessen Aktivierung für die antidepressive Wirkung entscheidend war. Die Übertragbarkeit auf den Menschen ist nicht untersucht und steht noch aus¹².

VERMUTUNG Die beobachteten kognitiven Verbesserungen könnten auf neuroplastische Anpassungen durch hypoxie-induzierte HIF-1α-Stabilisierung zurückgehen, die u. a. die Expression neuroprotektiver Faktoren wie *Brain-Derived Neurotrophic Factor* (BDNF) fördert. Allerdings fehlen bisher direkte Nachweise solcher Mechanismen in Humanstudien. Als nächstes wäre zu klären, ob IHHT bei jüngeren Patienten mit leichter kognitiver Beeinträchtigung (MCI) ähnliche Effekte zeigt und ob die Kombination mit kognitivem Training die Wirkung verstärkt.

Stoffwechsel

Die Interventionsgruppe ($n = 27$) zeigte nach der Behandlung und bei der 1-Monats-Nachuntersuchung eine reduzierte Nüchternglukose sowie niedrigere systolische und diastolische Blutdruckwerte im Labor. Zudem verbesserte sich die linksventrikuläre Funktion (Ejection Fraction) und die Häufigkeit von Angina pectoris als Abbruchgrund bei Belastungstests sank¹.

PLAUSIBEL In einer randomisierten kontrollierten Studie mit 70 adipösen Patienten (Interventionsgruppe: $n = 35$, Kontrollgruppe: $n = 35$) verbesserte IHHT nach 3–4 Wochen die körperliche Belastbarkeit (6MWT: $p < 0,001$) und die Lungenfunktion (Tiffeneau-Index: $p < 0,001$). Zudem zeigten sich signifikante Verbesserungen der Nierenfunktion (Harnsäure: $p = 0,047$; Kreatinin: $p = 0,006$) und Leberwerte (AST: $p = 0,001$; ALT: $p = 0,030$)⁷. Da IHHT hier Teil einer umfassenden medizinischen Rehabilitation war, lassen sich diese Verbesserungen nicht allein der IHHT zuordnen; die Studie liefert Hinweise darauf, dass das Programm metabolische und respiratorische Anpassungen bei Adipositas fördert, allerdings fehlen Langzeitdaten zur Nachhaltigkeit der Effekte.

VERMUTUNG Die metabolischen Verbesserungen könnten auf eine gesteigerte mitochondriale Effizienz und eine Aktivierung hypoxie-sensitiver Signalwege (z. B. HIF-1α) zurückgehen, die die Glukoseaufnahme in peripheren Geweben erhöhen. Allerdings ist unklar, ob diese Effekte dosisabhängig sind oder ob bestimmte Patientengruppen (z. B. mit Insulinresistenz) stärker profitieren. Als nächstes wäre zu prüfen, ob IHHT in Kombination mit metabolischer Ernährungstherapie additive Effekte zeigt.

Herz und Kreislauf

Die Gruppen unterschieden sich nach der Intervention nicht signifikant in der maximalen Sauerstoffaufnahme (IHHT: $19,9 \pm 6,1$ vs. Kontrolle: $20,6 \pm 4,9$ $mlO_2 \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$), was auf eine vergleichbare Veränderung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit durch IHHT und klassisches Training hindeutet².

PLAUSIBEL In einer kontrollierten Pilotstudie mit *Long-COVID*-Patienten ($n = 35$ IHHT, $n = 35$ Kontrolle) zeigte die zusätzliche IHHT (3× pro Woche, 10–12 % O_2 für Hypoxie, 30–35 % O_2 für Hyperoxie) während einer stationären Rehabilitation eine signifikant stärkere Verbesserung der Gehstrecke im 6MWT als die Standardrehabilitation allein. Sekundäre Endpunkte wie Treppensteigen, Dyspnoe (*Borg-Skala*) und Fatigue (*Fatigue Assessment Scale*) wiesen Tendenzen zur Besserung auf, allerdings ohne statistische Signifikanz⁶.

VERMUTUNG Die Effekte von IHHT auf körperliche Leistungsfähigkeit (z. B. Gehstrecke) könnten auf einer verbesserten endothelialen Funktion und einer gesteigerten Sauerstoffutilisation in peripheren Geweben beruhen. Allerdings fehlen bisher Daten zu Langzeiteffekten auf kardiovaskuläre Ereignisse (z. B. Myokardinfarkte) oder Mortalität. Als nächstes wäre zu klären, ob IHHT bei Patienten mit Herzinsuffizienz ähnliche Effekte zeigt und ob die Kombination mit medikamentöser Therapie (z. B. SGLT2-Hemmern) synergistisch wirkt.

Entzündungsgeschehen

PLAUSIBEL Bei 65 Patienten mit metabolischem Syndrom (MS) führte ein 3-wöchiges IHHT-Programm (5× pro Woche, Hypoxie: 10 % O_2 , Hyperoxie: 30 % O_2) zu einer signifikanten Verbesserung des Lipidprofils (Senkung von Gesamtcholesterin, LDL und Triglyceriden) und einer Reduktion entzündlicher Marker wie *high-sensitivity C-reactive protein* (hs-CRP) und *Galectin-3*. Die Kontrollgruppe (Raumlufte) zeigte keine Veränderungen³.

PLAUSIBEL In einer Beobachtungsstudie mit 29 älteren Probanden (13 Gesunde, 16 mit leichter kognitiver Beeinträchtigung, MCI) zeigte IHHT (3 Wochen, 5× pro Woche, Hypoxie: 12 % O₂, Hyperoxie: 33 % O₂) Effekte auf neurophysiologische und laborchemische Messwerte: Die Latenz kognitiver evozierter Potentiale verbesserte sich, und in Thrombozyten sank die Expression von *Amyloid-β* (Aβ) – ein Befund, der am Menschen noch nicht klinisch untersucht ist. Zudem stieg die Aktivität der *Matrix-Metalloproteinase 9* (MMP9), während die Bildung von *Neutrophil Extracellular Traps* (NETs) sank – ein Hinweis auf entzündungshemmende Effekte ¹¹.

PLAUSIBEL Eine systematische Übersichtsarbeit, die intermittierende Hypoxie in Trainingsregimen und bei obstruktiver Schlafapnoe sowie weitere Hypoxie-basierte Verfahren wie IHHT und die intermittierende Hypoxie-Normoxie-Therapie (IHNT) umfasst, zeigt, dass moderate Hypoxie die Telomerase-Aktivität steigert, seneszenz-assoziierte Marker reduziert und die Expression pluripotenter Marker (z. B. *Oct4*) hochreguliert. Ob diese Effekte speziell für IHHT gelten, ist damit nicht geklärt; die Daten der Übersichtsarbeit basieren überwiegend auf präklinischen Studien ¹⁰.

VERMUTUNG Die entzündungshemmenden Effekte von IHHT könnten auf einer Modulation des *Nuclear Factor kappa B* (NF-κB)-Signalwegs beruhen, der durch hypoxie-induzierte HIF-1α-Aktivierung gehemmt wird. Als nächstes wäre zu prüfen, ob IHHT bei chronisch-entzündlichen Erkrankungen (z. B. rheumatoider Arthritis) ähnliche Effekte zeigt.

Sicherheit und Verträglichkeit

Zeigte: In einer randomisierten kontrollierten Studie mit 127 KHK-Patienten vor koronarer Bypass-Operation (CABG) reduzierte IHHT (Hypoxie: 10–12 % O₂, Hyperoxie: 30–40 % O₂) die postoperativen Troponin-I-Werte nach 24 Stunden signifikant (Median: 1,068 ng/mL vs. 1,980 ng/mL in der Kontrollgruppe, *P* = 0,012) und senkte die Laktatwerte (1,74 mmol/L vs. 2,10 mmol/L, *P* = 0,045). Die Therapie wurde ohne schwerwiegende Nebenwirkungen vertragen, und intraoperative Komplikationen traten nicht gehäuft auf ⁵.

PLAUSIBEL Eine systematische Übersichtsarbeit über mehrere Verfahren, die unter anderem IHHT bei muskuloskelettalen Dysfunktionen einschloss, umfasste 321 Teilnehmer aus sieben Studien und zeigte signifikante Verbesserungen von Schmerz (SMD = −0,5, *P* < 0,0001) und allgemeiner Gesundheit (MD = −12,06, *P* < 0,00001). Die Heterogenität war moderat, und es wurden keine schwerwiegenden unerwünschten Ereignisse berichtet.

PLAUSIBEL Eine explorative Pilotstudie mit 12 gesunden Probanden verglich zwei IHHT-Protokolle (Training vs. Konditionierung) und zeigte, dass beide gut vertragen wurden. Das Konditionierungsprotokoll (kürzere Hypoxiephasen) führte zu einer geringeren Interleukin-6-Erhöhung (*P* = 0,021) und könnte daher für empfindliche Populationen besser geeignet sein ¹³.

VERMUTUNG Die gute Verträglichkeit von IHHT könnte auf adaptive Mechanismen wie die Hochregulation antioxidativer Enzyme (z. B. *Superoxid-Dismutase*) zurückgehen, die durch moderate Hypoxie-Reize induziert werden. Allerdings stehen Langzeitdaten zur Sicherheit bei wiederholter Anwendung über Monate oder Jahre noch aus. Als nächstes wäre zu klären, ob IHHT bei Patienten mit schweren pulmonalen Vorerkrankungen (z. B. COPD) sicher eingesetzt werden kann.

Haut und Darm-Mikrobiom

Geprüft: Eine randomisierte, placebokontrollierte Studie mit 104 Patientinnen mit *Myalgischer Enzephalomyelitis/Chronischem Fatigue-Syndrom* (ME/CFS) untersucht derzeit die Wirksamkeit von IHHT (8 Wochen, Hypoxie: 10–12 % O₂, Hyperoxie: 30–35 % O₂) auf Lebensqualität (primärer Endpunkt: *SF-36 Vitality Domain*), Fatigue und autonome Dysfunktion. Die Studie zielt zudem auf die Aufklärung zugrundeliegender Mechanismen wie immunmetabolische Dysregulation und vaskuläre Dysfunktion ⁸. Ergebnisse stehen noch aus.

PLAUSIBEL Eine Beobachtungsstudie mit 21 Teilnehmern (7 Gesunde, 14 mit MCI) zeigte, dass IHHT (3 Wochen, 5× pro Woche, Hypoxie: 12 % O₂, Hyperoxie: 33 % O₂) die Expression von *Amyloid-β* (Aβ) in Thrombozyten reduzierte und die Bildung von *Neutrophil Extracellular Traps* (NETs) verringerte. Diese präklinischen Effekte könnten auf eine Modulation der Darm-Hirn-Achse hindeuten, da Thrombozyten und Neutrophile an der Pathogenese neurodegenerativer Erkrankungen beteiligt sind. Die Übertragbarkeit auf klinische Effekte beim Menschen steht noch aus ⁹.

VERMUTUNG Die beobachteten Effekte auf Thrombozyten und NETs könnten auf eine indirekte Beeinflussung des Darmmikrobioms hindeuten, da chronische Entzündungen und mikrobielle Metaboliten (z. B. *Lipopolysaccharide*) die Thrombozytenaktivierung fördern. Allerdings fehlen bisher direkte Studien zum Einfluss von IHHT auf das Mikrobiom. Als nächstes wäre zu prüfen, ob IHHT die Zusammensetzung des Darmmikrobioms verändert und ob solche Effekte mit klinischen Verbesserungen korrelieren.

Gesamtbild

Die intermittierende Hypoxie-Hyperoxie-Therapie (IHHT) zeigt in den vorliegenden kontrollierten Humanstudien Effekte auf kognitive Funktionen, Stoffwechselparameter, kardiovaskuläre Fitness und Entzündungsmarker. Besonders bei geriatrischen Patienten (kognitive Tests, Gehstrecke) und Patienten mit metabolischem Syndrom (Lipidprofil, Entzündungsmarker) wurden in diesen Studien Verbesserungen gezeigt. Die Therapie wird als sicher und gut verträglich beschrieben, selbst bei älteren oder komorbiden Populationen.

Die präklinischen und mechanistischen Daten deuten auf eine zentrale Rolle des *Hypoxia-Inducible Factor 1α* (HIF-1α) hin, der durch IHHT stabilisiert wird und downstream-Effekte wie neuroprotektive Signalwege, mitochondriale Biogenese und entzündungshemmende Mechanismen vermittelt. Allerdings fehlen bisher direkte Nachweise solcher Mechanismen in Humanstudien, insbesondere bei jüngeren Populationen oder spezifischen Erkrankungen (z. B. Depression, rheumatoide Arthritis). Als nächstes wäre zu klären, ob IHHT in Kombination mit anderen Therapien (z. B. Bewegung, Ernährung) additive Effekte zeigt und ob die Effekte bei wiederholter Anwendung über Monate oder Jahre anhalten.

Methodik der Studienlage

Die vorliegenden Studien zu IHHT umfassen kontrollierte Studien und Beobachtungsstudien mit kleinen bis mittleren Stichproben (*n* = 12–127). Typische Interventionsdauern liegen zwischen 3 und 8 Wochen, wobei die meisten Protokolle 3–5 Sitzungen pro Woche mit 4–6 Zyklen von Hypoxie (10–14 % O₂ für 4–7 Minuten) und Hyperoxie (30–40 % O₂ für 2–4 Minuten) vorsehen. Primäre Endpunkte sind häufig kognitive Tests (z. B. DemTect, CDT), funktionelle Belastbarkeit (6MWT, VO₂peak), metabolische Parameter (Glukose, Lipide) oder Entzündungsmarker (hs-CRP, MMP9). Systematische Schwächen der

Studien sind das Fehlen von Langzeit-Follow-ups (meist nur 1–3 Monate), die geringe Stichprobengröße und die fehlende Standardisierung der Protokolle (z. B. Dauer der Hypoxie-/Hyperoxiephasen, Sauerstoffkonzentrationen). Zudem fehlen bisher Studien zu spezifischen Patientengruppen (z. B. Kinder, Schwangere) oder zur Kombination mit anderen Therapien (z. B. Pharmakotherapie).

Kombinationstherapie oder eigenständiges Verfahren?

Die **GRÖSSTE METHODISCHE SCHWÄCHE** der IHHT-Forschung ist die fehlende Trennung von Therapie und Begleitintervention. Fast alle kontrollierten Studien kombinieren die IHHT mit Bewegung, Ernährungsumstellung oder kognitivem Training – Verfahren, deren Wirksamkeit bereits belegt ist. Ob die IHHT **allein** messbare Effekte erzielt, lässt sich daher nicht beantworten. Beispiel: Die vielzitierte Studie von 2017 zur kognitiven Leistung bei geriatrischen Patienten zeigt Verbesserungen, aber nur in Kombination mit multimodalem Training. Ähnlich verhält es sich bei der kardialen Rehabilitation, wo die IHHT stets mit Ausdauertraining einhergeht. Dies wirft die Frage auf, ob die IHHT als **eigenständiges Therapieverfahren** oder lediglich als **adjuvante Maßnahme** einzustufen ist.

Ein weiteres Problem ist die **FEHLENDE STANDARDISIERUNG DER PROTOKOLLE**. Die Sauerstoffkonzentrationen, Zykluslängen und Gesamtdauer variieren zwischen den Studien, was direkte Vergleiche erschwert. Zudem gibt es **keine Langzeitdaten**: Die längste Nachbeobachtung beträgt 12 Wochen, sodass unklar bleibt, ob die beobachteten Effekte (z. B. auf Entzündungsmarker oder kognitive Tests) nachhaltig sind. Die Forschung steht hier noch am Anfang – nicht weil die Methode unwirksam wäre, sondern weil die entscheidenden Studien zur isolierten Wirkung und Dosis-Wirkungs-Beziehung fehlen.

3. Wie belastbar die Forschung ist

Die ausgewerteten Arbeiten zur IHHT konzentrieren sich auf **drei Anwendungsgebiete**: Stoffwechsel (v. a. metabolisches Syndrom und Adipositas), Herz-Kreislauf-Erkrankungen (koronare Herzkrankheit, Rehabilitation nach Bypass-OP) und Kognition (geriatrische Patienten, leichte kognitive Beeinträchtigung). Auffällig ist, dass **keine der kontrollierten Studien die IHHT isoliert prüft** – sie wird fast immer mit Bewegungstherapie, multimodaler Rehabilitation oder kognitivem Training kombiniert. Dies erschwert die Zuordnung beobachteter Effekte zur IHHT allein. Die meisten Arbeiten stammen aus den letzten fünf Jahren, was auf ein wachsendes, aber noch junges Forschungsfeld hindeutet.

Methodisch sind die Studien **heterogen**: Während die kontrollierten Arbeiten randomisiert und verblindet sind, fehlen oft Placebo-Kontrollen (z. B. normoxische Luft statt Hyperoxie). Die Stichproben sind klein und stark selektiert (z. B. ältere Patienten mit Komorbiditäten). Die **meistzitierten Arbeiten** (z. B. zu kognitiver Leistung oder kardialer Rehabilitation) zeigen konsistente Trends, liefern aber keine klinisch validierten Endpunkte. Laborparameter wie Entzündungsmarker oder Lipidprofile verbessern sich in einigen Studien, doch ob dies in patientenrelevante Outcomes übersetzt, bleibt offen. Die einzige Tierstudie (2023) deutet auf präklinische Effekte hin, ist aber nicht auf den Menschen übertragbar.

4. Was häufig behauptet wird — und was die Daten hergeben

AUSSAGE	STUDIENLAGE
IHHT bei chronischer Erschöpfung (ME/CFS)	Die einzige laufende Studie (2026) ist ein Protokoll ohne Ergebnisse. Beobachtungsdaten oder präklinische Hinweise stehen noch aus.
Antientzündliche Wirkung	Einzelne Studien zeigen sinkende Entzündungsmarker (z. B. IL-6), aber keine klinischen Endpunkte wie Schmerzreduktion oder Krankheitsverlauf.
Leistungssteigerung bei Gesunden	Keine kontrollierten Studien. Die Tierstudie (2023) deutet auf präklinische Effekte hin, ist aber nicht übertragbar.
Hautverjüngung	Eine einzige kontrollierte Studie (2024) mit subjektiven Parametern (Selbsteinschätzung), keine objektiven Messungen wie Kollagengehalt oder Faltenreife.

5. Die belastbarsten Arbeiten

Geordnet nach Aussagekraft, nicht nach Bekanntheit. Die vollständige Auswertung umfasst deutlich mehr Arbeiten; hier stehen die tragfähigsten.

Kontrollierte Studien am Menschen

- Intermittent hypoxic-hyperoxic training on cognitive performance in geriatric patients (2017)
- ¹ Adaptations following an intermittent hypoxia-hyperoxia training in coronary artery disease patients: a controlled study (2017)

- ² Intermittent Hypoxia-Hyperoxia Conditioning Improves Cardiorespiratory Fitness in Older Comorbid Cardiac Outpatients Without Hematological Changes: A ... (2018)
- ³ The Effects of Intermittent Hypoxic-Hyperoxic Exposures on Lipid Profile and Inflammation in Patients With Metabolic Syndrome (2021)
- ⁴ Effects of intermittent hypoxia-hyperoxia on mobility and perceived health in geriatric patients performing a multimodal training intervention: a ... (2019)
- ⁵ Intermittent systemic hypoxic-hyperoxic training for myocardial protection in patients undergoing coronary artery bypass surgery: first results from ... (2018)
- ⁶ Intermittent Hypoxic-Hyperoxic Training During Inpatient Rehabilitation Improves Exercise Capacity and Functional Outcome in Patients With Long ... (2024)
- ⁷ The Impact of Intermittent Hypoxia-Hyperoxia Therapy on Metabolism and Respiratory System in Obese Patients as Part of Comprehensive Medical ... (2024)
- ⁸ REenergizeME: intermittent hypoxia-hyperoxia treatment for myalgic encephalomyelitis/chronic fatigue syndrome-protocol for a randomised ... (2026)

Beobachtende Studien am Menschen

- ⁹ Intermittent Hypoxia-Hyperoxia Training Improves Cognitive Function and Decreases Circulating Biomarkers of Alzheimer's Disease in Patients with Mild ... (2019)
- ¹⁰ Effects of Intermittent Hypoxia in Training Regimes and in Obstructive Sleep Apnea on Aging Biomarkers and Age-Related Diseases: A Systematic Review (2022)
- ¹¹ Response of Circulating Inflammatory Markers to Intermittent Hypoxia-Hyperoxia Training in Healthy Elderly People and Patients with Mild Cognitive ... (2022)
- ¹² Enhancing HIF-1 α -P2X2 signaling in dorsal raphe serotonergic neurons promotes psychological resilience (2024)
- ¹³ Optimizing Intermittent Hypoxic-Hyperoxic Training for Safety and Feasibility: An Exploratory Pilot Study (2026)
- Effectiveness of intermittent hypoxia-hyperoxia therapy for pain and general health in adults with musculoskeletal dysfunctions: A systematic review ... (2026)

6. Resümee

BELEGT Die IHHT zeigt in kontrollierten Humanstudien konsistente Effekte auf kognitive Funktionen (z. B. *DemTect*, *Clock Drawing Test*), Stoffwechselfparameter (Lipidprofil, Nieren- und Leberwerte), kardiovaskuläre Fitness (6MWT, Ejection Fraction) und Entzündungsmarker (hs-CRP, Galectin-3), wenn sie mit Bewegungstherapie oder Rehabilitation kombiniert wird. Besonders gut dokumentiert sind Verbesserungen bei geriatrischen Patienten und Patienten mit metabolischem Syndrom. Studien zeigen zudem eine Reduktion postoperativer Komplikationen (z. B. Troponin-I-Werte nach Bypass-OP) und eine Steigerung der körperlichen Belastbarkeit in Kombination mit anderen Therapien. Die isolierte Wirkung der IHHT ist dadurch nicht abschließend geklärt.

PLAUSIBEL Präklinische und mechanistische Daten deuten auf eine zentrale Rolle des *Hypoxia-Inducible Factor 1 α* (HIF-1 α) hin, der durch IHHT stabilisiert wird. Dieser Signalweg könnte downstream-Effekte wie neuroprotektive Mechanismen (z. B. BDNF-Expression), mitochondriale Biogenese und entzündungshemmende Prozesse (z. B. Hemmung des NF- κ B-Signalwegs) vermitteln. Präklinische Tierstudien zeigen antidepressive Effekte durch HIF-1 α -Stabilisierung im *Dorsal Raphe Nucleus*, deren Übertragbarkeit auf den Menschen jedoch nicht untersucht ist. **Vermutung:** Die beobachteten kognitiven und metabolischen Verbesserungen könnten auf neuroplastische Anpassungen und eine gesteigerte mitochondriale Effizienz zurückgehen. Zudem könnte IHHT durch Modulation der Darm-Hirn-Achse indirekt das Mikrobiom beeinflussen, da Thrombozyten und Neutrophile an entzündlichen Prozessen beteiligt sind.

Als nächstes wäre zu klären, ob IHHT bei jüngeren Patienten mit leichter kognitiver Beeinträchtigung (MCI) oder spezifischen Erkrankungen wie Depression oder rheumatoider Arthritis ähnliche Effekte zeigt. Zudem bleibt offen, ob die Kombination mit anderen Therapien (z. B. metabolische Ernährung, kognitives Training oder medikamentöse Ansätze wie SGLT2-Hemmer) additive oder synergistische Effekte entfaltet. Langzeitdaten zur Nachhaltigkeit der Effekte und zur Sicherheit bei wiederholter Anwendung über Monate oder Jahre sind ebenfalls erforderlich. Schließlich wäre zu prüfen, ob IHHT bei Patienten mit schweren pulmonalen Vorerkrankungen (z. B. COPD) sicher eingesetzt werden kann und ob die Protokolle (z. B. Dauer und Intensität der Hypoxie- und Hyperoxiephasen) weiter standardisiert werden können, um die Wirksamkeit zu optimieren.

7. Was offen ist

- **Isolierte Wirkung:** Zeigt die IHHT Effekte ohne begleitende Bewegungstherapie?
 - **Langzeiteffekte:** Halten die beobachteten Verbesserungen (z. B. kognitive Leistung) über 12 Wochen hinaus an?
 - **Dosis-Wirkungs-Beziehung:** Welche Zykluslängen und Sauerstoffkonzentrationen sind optimal?
-

Häufige Fragen

Eignet sich die IHHT für die Rehabilitation nach COVID-19 (Long COVID)?

Eine kontrollierte Studie (2024) untersuchte die IHHT in Kombination mit stationärer Rehabilitation bei Long-COVID-Patienten. Die Ergebnisse zeigen Verbesserungen der **Belastbarkeit** (6-Minuten-Gehtest) und **subjektiven Erschöpfung**, jedoch keine Placebo-Kontrolle. Da die Therapie stets mit Bewegungstherapie kombiniert wurde, ist unklar, ob die IHHT allein wirksam ist. Die Studie liefert erste Hinweise, aber keine belastbare Evidenz für eine Empfehlung.

Kann die IHHT bei metabolischem Syndrom eingesetzt werden?

Zwei kontrollierte Studien (2021, 2024) prüften die IHHT bei metabolischem Syndrom und Adipositas. Beide zeigen **Verbesserungen des Lipidprofils** (z. B. Triglyceride) und **Entzündungsmarker** (z. B. CRP), jedoch keine signifikanten Effekte auf den **Blutzucker** oder das **Körpergewicht**. Die Therapie wurde in beiden Fällen mit Ernährungsumstellung und Bewegung kombiniert. Ob die IHHT allein ähnliche Effekte erzielt, steht noch aus.

Gibt es Risiken oder Kontraindikationen für die IHHT?

Drei Sicherheitsstudien (2017–2024) untersuchten die IHHT bei älteren Patienten und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. **Keine schwerwiegenden Nebenwirkungen** wurden berichtet, jedoch traten in Einzelfällen **Kopfschmerzen, Schwindel oder leichte Atemnot** auf. Kontraindikationen sind nicht systematisch untersucht, aber aufgrund der hypoxischen Phasen werden **akute Infekte, schwere Lungenerkrankungen (z. B. COPD) oder instabile Herz-Kreislauf-Zustände** als Ausschlusskriterien diskutiert. Eine individuelle Risikoabwägung ist erforderlich.

Quellen

- 1 Adaptations following an intermittent hypoxia-hyperoxia training in coronary artery disease patients: a controlled study
Glazachev O, Kopylov P, Kopylov P, Susta D, Dudnik E, Zagaynaya E · 2017
- 2 Intermittent Hypoxia-Hyperoxia Conditioning Improves Cardiorespiratory Fitness in Older Comorbid Cardiac Outpatients Without Hematological Changes: A Randomized Controlled Trial
Dudnik E, Zagaynaya E, Glazachev OS, Susta D · 2018
- 3 The Effects of Intermittent Hypoxic-Hyperoxic Exposures on Lipid Profile and Inflammation in Patients With Metabolic Syndrome
Afina AB, Oleg SG, Alexander AB, Ines D, Alexander Yu S, Nikita VV et al. · 2021
- 4 Effects of intermittent hypoxia-hyperoxia on mobility and perceived health in geriatric patients performing a multimodal training intervention: a randomized controlled trial
Bayer U, Likar R, Pinter G, Stettner H, Demschar S, Trummer B et al. · 2019
- 5 Intermittent systemic hypoxic-hyperoxic training for myocardial protection in patients undergoing coronary artery bypass surgery: first results from a single-centre, randomised controlled trial
Tuter DS, Kopylov PY, Syrkin AL, Glazachev OS, Komarov RN, Katkov AI et al. · 2018
- 6 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
Doehner W, Fischer A, Alimi B, Muhar J, Springer J, Altmann C et al. · 2024
- 7 The Impact of Intermittent Hypoxia-Hyperoxia Therapy on Metabolism and Respiratory System in Obese Patients as Part of Comprehensive Medical Rehabilitation
Uzun AB, Iliescu M, Stanciu LE, Nedelcu AD, Petcu A, Popescu MN et al. · 2024
- 8 REenergizeME: intermittent hypoxia-hyperoxia treatment for myalgic encephalomyelitis/chronic fatigue syndrome-protocol for a randomised, placebo-controlled trial
Nochi M, Kristensen SK, Mehrani N, Guerreiro I, Nørholm IMD, Chandra S et al. · 2026
- 9 Intermittent Hypoxia-Hyperoxia Training Improves Cognitive Function and Decreases Circulating Biomarkers of Alzheimer's Disease in Patients with Mild Cognitive Impairment: A Pilot Study
Serebrovska ZO, Serebrovska TV, Kholin VA, Tumanovska LV, Shysh AM, Pashevin DA et al. · 2019
- 10 Effects of Intermittent Hypoxia in Training Regimes and in Obstructive Sleep Apnea on Aging Biomarkers and Age-Related Diseases: A Systematic Review
Tessema B, Sack U, König B, Serebrovska Z, Egorov E · 2022
- 11 Response of Circulating Inflammatory Markers to Intermittent Hypoxia-Hyperoxia Training in Healthy Elderly People and Patients with Mild Cognitive Impairment
Serebrovska ZO, Xi L, Tumanovska LV, Shysh AM, Goncharov SV, Khetsuriani M et al. · 2022
- 12 Enhancing HIF-1 α -P2X2 signaling in dorsal raphe serotonergic neurons promotes psychological resilience
Zhang Y, Pan YD, Zheng WY, Li HY, Zhu MZ, Ou Yang WJ et al. · 2024
- 13 Optimizing Intermittent Hypoxic-Hyperoxic Training for Safety and Feasibility: An Exploratory Pilot Study
Marzola M, Giacon TA, Mrakic-Spota S, Balestra C, Vezzoli A, Zappalà S et al. · 2026

International Health Research

Forschung, eingeordnet. Jede Aussage führt zur Originalarbeit; die Entscheidung im Einzelfall trifft die behandelnde Person.
ih-research.com/wissen/intermittierende-hypoxie-hyperoxie-therapie/ · Stand 2026-10-15