



DOSSIER · THERAPIE

Hyperbare Sauerstofftherapie

Die **hyperbare Sauerstofftherapie** (HBOT) ist eines der am häufigsten untersuchten nicht-invasiven Verfahren in der modernen Medizin. Die Datenbank zeigt eine breite, aber ungleich verteilte Evidenz: Während einige Anwendungsgebiete wie **Sicherheit** oder **kognitive Störungen** gut dokumentiert sind, bleibt die Studienlage für andere Bereiche lückenhaft oder widersprüchlich.

1.091

STUDIEN
INSGESAMT

822

AM MENSCHEN

276

DAVON
KONTROLLIERT

5

AN TIEREN

8

IM LABOR

Zahlen aus der IHR-Studiendatenbank · Stand 2026-10-04

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

Hyperbare Sauerstofftherapie auf einen Blick

HERKUNFT:

Die hyperbare Sauerstofftherapie (HBOT) ist ein medizinisches Verfahren, bei dem Patienten in einer Druckkammer 100 % Sauerstoff unter erhöhtem Umgebungsdruck (1,5–3 bar) einatmen. Ursprünglich zur Behandlung der Taucherkrankheit (Dekompressionskrankheit) entwickelt, wird HBOT heute für Wundheilung, neurologische Rehabilitation und Entzündungsmodulation eingesetzt. Der Wirkmechanismus beruht auf Hyperoxygenierung des Gewebes, die oxidativen Stress, Entzündungsprozesse und mikrovaskuläre Dysfunktion beeinflussen kann.

STUDIENLAGE:

1.091 ausgewertete Arbeiten · 276 kontrollierte Studien am Menschen · 546 Beobachtungsstudien · 79 Übersichtsarbeiten · 5 Tierversuche · 7 Zellkulturarbeiten

STÄRKSTE HINWEISE:

- Gewebeoxygenierung und Entzündungsgeschehen HBOT zeigte in einer kontrollierten Studie einen signifikanten Anstieg des Hirngewebs-Sauerstoffpartialdrucks (PO_2) bei Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma. Präklinische Daten deuten auf kurzfristige Reduktion proinflammatorischer Marker und Erhöhung proangiogener Zytokine hin, allerdings mit unklarer klinischer Relevanz.
- Kognition und Psyche:** Randomisierte kontrollierte Studien bei Patienten mit prolongiertem postkommotionellem Syndrom (PCS) nach Schädel-Hirn-Trauma zeigten signifikante Verbesserungen in globaler kognitiver Funktion, Aufmerksamkeit und exekutiven Funktionen nach 40 HBOT-Sitzungen. Bei gesunden älteren Erwachsenen zeigten kontrollierte Studien Verbesserungen in Aufmerksamkeit und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit sowie Anstiege des zerebralen Blutflusses in präfrontalen und parietalen Regionen.
- Post-COVID-19 Sham-kontrollierte Studien bei Post-COVID-19-Patienten zeigten signifikante Verbesserungen in neurokognitiven Funktionen, Energielevel und Schlafqualität nach 40 HBOT-Sitzungen. MRT-Daten wiesen mikrostrukturelle Veränderungen und verbesserte Hirnkonnektivität nach, allerdings ohne Langzeitnachsbeobachtung.

GRENZEN:

- Die Studienlage zu klassischen Indikationen wie Knochenheilung umfasst überwiegend kleine kontrollierte Arbeiten mit widersprüchlichen Ergebnissen. Antivirale Effekte wurden bisher nur in präklinischen Modellen untersucht.
- Methodische Qualität der Studien ist heterogen: Viele Arbeiten basieren auf beobachtenden Designs ohne kausale Schlüsse, und Druckprotokolle sowie Outcome-Parameter variieren stark.
- Fehlende Standardisierung von Messverfahren und kurze Beobachtungszeiträume erschweren Aussagen zur Nachhaltigkeit der Effekte, insbesondere bei Entzündungsmodulation und kognitiver Rehabilitation.

EINORDNUNG:

Die hyperbare Sauerstofftherapie ist ein gut untersuchtes, nicht-invasives Verfahren mit ersten Hinweisen auf Effekte in der neurologischen Rehabilitation und Entzündungsmodulation. Die heterogene Studienlage und fehlende Langzeitdaten begrenzen derzeit die Aussagekraft.

1. Was die hyperbare Sauerstofftherapie ist

Die **hyperbare Sauerstofftherapie** (HBOT) ist ein medizinisches Verfahren, bei dem Patienten in einer Druckkammer **100 % Sauerstoff** unter erhöhtem Umgebungsdruck (meist 1,5–3 bar) einatmen. Der erhöhte Druck ermöglicht eine deutlich gesteigerte **physikalische Lösung von Sauerstoff im Blutplasma**, unabhängig von der Bindungskapazität des Hämoglobins. Ursprünglich zur Behandlung von **Taucherkrankheit** (Dekompressionskrankheit) entwickelt, wird HBOT heute in verschiedenen medizinischen Kontexten eingesetzt, darunter **Wundheilung, neurologische Rehabilitation und Entzündungsmodulation**. Die Therapie erfolgt in der Regel in Serien von Sitzungen, deren Dauer und Druckstufen je nach Indikation variieren.

Der **entscheidende Wirkmechanismus** der HBOT liegt in der **Hyperoxygenierung des Gewebes**, die unter normalen Bedingungen nicht erreicht werden kann. Durch den erhöhten Sauerstoffpartialdruck diffundiert Sauerstoff tiefer in schlecht durchblutete oder hypoxische Gewebe, was **oxidativen Stress, Entzündungsprozesse** und **mikrovaskuläre Dysfunktion** beeinflussen kann. Gleichzeitig werden **Stammzellmobilisierung, Angiogenese** und **Neuroplastizität** als mögliche sekundäre Effekte diskutiert. Die Messung dieser Effekte erfolgt meist über **biochemische Marker** (z. B. Entzündungsmediatoren), **bildgebende Verfahren** (z. B. MRT) oder **klinische Scores**, wobei die Übertragbarkeit von Laborbefunden auf den menschlichen Organismus oft unklar bleibt.

2. Was die Studien im Einzelnen zeigen

Die tragenden Arbeiten am Menschen und die wichtigsten Übersichten — 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
Sicherheit und Verträglichkeit	111
Kognition und Psyche	65
Erschöpfung und Stress	63

ANWENDUNGSGEBIET	KONTROLLIERTE STUDIEN
Entzündungsgeschehen	58
Immunsystem	50
Haut	49
Stoffwechsel	40
Bewegungsapparat	21

Entzündungsgeschehen

Die Teilnehmer erhielten innerhalb von 24 Stunden nach Verletzung entweder 60 Minuten HBOT bei 1,5 ATA, 3 Stunden normobare Hyperoxie (NBH) mit 100 % Sauerstoff bei 1 ATA oder Standardtherapie. Die Behandlung wurde einmal täglich über drei aufeinanderfolgende Tage durchgeführt. Gemessen wurden Parameter wie Hirngewebs-Sauerstoffpartialdruck (PO_2), Mikrodialyse, intrakranieller Druck, zerebraler Blutfluss (CBF), zerebrale Sauerstoffmetabolismusrate ($CMRO_2$), Liquor-Laktat- und F_2 -Isoprostan-Konzentrationen sowie Interleukin-6 und -8 in bronchoalveolärer Lavage. Im Vergleich zur Kontrollgruppe zeigte sich ein signifikanter Anstieg des Hirngewebs- PO_2 während der HBOT, jedoch keine signifikanten Unterschiede in den anderen gemessenen Parametern. Die Studie liefert einen Hinweis auf eine kurzfristige Verbesserung der Sauerstoffversorgung im Gewebe, ohne jedoch klinische Effekte am Menschen nachweisen zu können. Einschränkend ist die kurze Beobachtungsdauer von nur drei Tagen zu nennen, die keine Aussagen über langfristige Effekte zulässt ¹.

Eine systematische Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2021 untersuchte die Wirkung von HBOT auf Marker für oxidativen Stress, Entzündung und Angiogenese. Die Analyse umfasste Studien, die diese Laborparameter bei Menschen maßen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass HBOT-induzierter oxidativer Stress die Konzentrationen proinflammatorischer Akutphase-Proteine, Interleukine und Zytokine reduziert und gleichzeitig Wachstumsfaktoren sowie proangiogenetische Zytokine erhöht. Diese Effekte traten jedoch oft nur nach der ersten HBOT-Sitzung oder für kurze Zeit nach jeder Sitzung auf. Die Autoren vermuten, dass die beobachteten Veränderungen durch die Interferenz von Hyperoxie mit den Signalwegen NF- κ B und I κ B α vermittelt werden könnten. Die klinische Relevanz dieser Laborbefunde ist nicht untersucht und steht noch aus, insbesondere hinsichtlich der Dauer und Nachhaltigkeit der Effekte. Die eingeschlossenen Studien variierten stark in Design, Population und Messmethoden, was die Vergleichbarkeit einschränkt.

Eine Beobachtungsstudie an 15 Patienten mit prolongiertem postkommotionellem Syndrom (PPCS) nach Schädel-Hirn-Trauma untersuchte die neurotherapeutische Wirkung von HBOT mittels Mikrostruktur-Bildgebung. Die Teilnehmer erhielten 60 tägliche HBOT-Sitzungen bei 1,5 ATA über 60 Minuten. Vor und nach der Behandlung wurden dynamische Suszeptibilitätskontrast-verstärkte (DSC) und Diffusions-Tensor-Bildgebung (DTI) durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten signifikante Anstiege der fraktionellen Anisotropie und signifikante Abnahmen der mittleren Diffusivität in weißer und grauer Substanz. Zudem stiegen zerebraler Blutfluss und -volumen signifikant an. Klinisch korrelierten diese Befunde mit Verbesserungen in Gedächtnis, exekutiven Funktionen, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und globalen kognitiven Scores. Die Studie deutet darauf hin, dass HBOT durch Angiogenese und Verbesserung der Mikrostruktur sowohl in weißer als auch grauer Substanz neuroplastische Effekte induzieren könnte. Einschränkend ist das Fehlen einer Kontrollgruppe zu nennen, was kausale Schlüsse erschwert.

VERMUTUNG Einige der vorliegenden kontrollierten Studien legen nahe, dass HBOT kurzfristig die Sauerstoffversorgung des Gehirns verbessern und entzündliche Prozesse modulieren kann. Die beobachteten Effekte auf Angiogenese und Neuroplastizität könnten insbesondere bei chronischen Verläufen von Bedeutung sein. Allerdings stehen Langzeitdaten aus, die eine nachhaltige Wirkung auf Entzündungsparameter oder klinische Outcomes belegen würden. Was fehlt, sind groß angelegte, randomisierte kontrollierte Studien mit längeren Nachbeobachtungszeiten und standardisierten Messverfahren, um die entzündungshemmende Wirkung von HBOT valide zu bewerten – derzeit bilden kontrollierte Studien etwa ein Viertel der ausgewerteten Arbeiten ab.

Kognition und Psyche

Eine randomisierte, prospektive Studie mit 56 Patienten, die 1–5 Jahre nach leichtem Schädel-Hirn-Trauma (mTBI) unter prolongiertem postkommotionellem Syndrom (PCS) litten, untersuchte die Wirkung von HBOT auf kognitive Funktionen und Lebensqualität. Die Teilnehmer erhielten entweder 40 HBOT-Sitzungen (100 % Sauerstoff bei 1,5 ATA für 60 Minuten, 5 Tage/Woche über 8 Wochen) oder durchliefen zunächst eine zweimonatige Kontrollphase ohne Behandlung, bevor sie in die HBOT-Gruppe wechselten. Kognitive Funktionen wurden mit „Mindstreams“ evaluiert, die Lebensqualität mit dem EQ-5D. Nach HBOT zeigten sich signifikante Verbesserungen in globaler kognitiver Funktion, Aufmerksamkeit und exekutiven Funktionen. Die Studie liefert einen Hinweis auf mögliche Effekte, weist jedoch Einschränkungen auf, darunter das Fehlen einer Placebo-Kontrollgruppe in der initialen Behandlungsphase und die mögliche Erwartungshaltung der Teilnehmer, die die Ergebnisse beeinflusst haben könnte ².

In einer randomisierten kontrollierten Studie mit 63 gesunden älteren Erwachsenen (>64 Jahre) wurde die Wirkung von HBOT auf kognitive Funktionen untersucht. Die Teilnehmer erhielten entweder 40 HBOT-Sitzungen (100 % Sauerstoff bei 2 ATA für 90 Minuten, 5 Tage/Woche über 3 Monate) oder keine Behandlung. Primärer Endpunkt war die globale kognitive Funktion, gemessen nach der Intervention. Die HBOT-Gruppe zeigte signifikante Verbesserungen in Aufmerksamkeit (Netto-Effektstärke 0,745) und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (Netto-Effektstärke 0,788). Zudem wurden mittels Perfusions-MRT signifikante Anstiege des zerebralen Blutflusses in präfrontalen und parietalen Regionen nachgewiesen. Die Studie deutet darauf hin, dass HBOT kognitive Funktionen bei gesunden Älteren verbessern kann, möglicherweise durch regionale Veränderungen der zerebralen Perfusion. Einschränkend ist das Fehlen einer aktiven Kontrollgruppe zu nennen, die Placebo-Effekte hätte kontrollieren können.

Eine randomisierte, doppelblinde, sham-kontrollierte Studie mit 71 Militärangehörigen, die unter persistierenden postkommotionellen Symptomen nach mTBI litten, verglich die Wirkung von 40 HBOT-Sitzungen (1,5 ATA, 100 % Sauerstoff, 60 Minuten) mit einer Sham-Intervention (1,2 ATA, Raumluft, 60 Minuten). Primäre Endpunkte umfassten Symptome, Lebensqualität, neuropsychologische Tests und neurophysiologische Messungen. Die HBOT-Gruppe zeigte nach 13 Wochen eine signifikante Verbesserung im Neurobehavioral Symptom Inventory (mittlere Veränderung: -3,6 Punkte vs. +3,9 Punkte in der Sham-Gruppe, $p=0,03$). Allerdings waren 49 % der Teilnehmer von posttraumatischer Belastungsstörung (PTBS) betroffen, was die Spezifität der Ergebnisse für mTBI einschränkt. Zudem waren die Effekte auf andere kognitive oder neurophysiologische Parameter nicht konsistent ⁸.

Eine randomisierte kontrollierte Studie mit 63 Zivilisten und Militärangehörigen mit persistierendem postkommotionellem Syndrom (PPCS) nach mTBI verglich 40 HBOT-Sitzungen (1,5 ATA, 100 % Sauerstoff, 60 Minuten, 5 Tage/Woche über 8 Wochen) mit einer unbehandelten Kontrollphase. Nach HBOT zeigten sich signifikante Verbesserungen in Symptomen (Neurobehavioral Symptom Inventory), Gedächtnis, exekutiven Funktionen, Depression, Angst, PTBS-Symptomen, Schlafqualität und Lebensqualität. Nach dem Crossover in die HBOT-Gruppe zeigten die initialen Kontrollteilnehmer ähnliche Verbesserungen. Die Effekte blieben auch zwei Monate nach Behandlungsende stabil. Die Studie liefert einen Hinweis auf mögliche Effekte, weist jedoch das Fehlen einer Sham-Kontrolle auf, was Placebo-Effekte nicht ausschließt ⁶.

VERMUTUNG Einige kontrollierte Studien deuten darauf hin, dass HBOT bei Patienten mit chronischen kognitiven und psychischen Folgen nach mTBI sowie bei gesunden älteren Erwachsenen zu messbaren Verbesserungen führen kann. Die Effekte könnten durch eine Kombination aus verbesserter zerebraler Perfusion, Neuroplastizität und Modulation entzündlicher Prozesse vermittelt werden. Allerdings sind die Ergebnisse durch das Fehlen aktiver Kontrollgruppen in einigen Studien und die hohe Komorbidität mit PTBS in militärischen Populationen limitiert. Was fehlt, sind Studien mit größeren Stichproben, längeren Nachbeobachtungszeiten und spezifischen Biomarkern, um die zugrundeliegenden Mechanismen und die Nachhaltigkeit der Effekte zu klären.

Herz und Kreislauf

Gemessen wurden intrakranieller Druck, zerebraler Sauerstoffpartialdruck (PO₂), zerebraler Blutfluss (CBF) und zerebrale Sauerstoffmetabolismusrate (CMRO₂). Im Vergleich zur Kontrollgruppe zeigte sich ein signifikanter Anstieg des Hirngewebs-PO₂ in der HBOT/NBH-Gruppe, jedoch keine signifikanten Unterschiede in CBF, CMRO₂ oder intrakraniell Druck. Die präklinischen Daten (Tierversuche und Zellkulturen) deuten darauf hin, dass die kombinierte Therapie die Sauerstoffversorgung des Gehirns kurzfristig verbessern kann, ohne dass bisher eine Wirkung auf den zerebralen Stoffwechsel oder den intrakraniellen Druck beim Menschen untersucht wurde.

VERMUTUNG Die vorliegende Studie deutet darauf hin, dass HBOT in Kombination mit normobarer Hyperoxie die Sauerstoffversorgung des Gehirns in präklinischen Modellen (Tierversuche und Zellkulturen) verbessern kann. Hinweise auf eine nachhaltige Wirkung auf zerebrale Stoffwechselprozesse oder den intrakraniellen Druck beim Menschen stehen noch aus. Was fehlt, sind Studien mit längeren Behandlungs- und Beobachtungszeiträumen sowie spezifischen Endpunkten, die die klinische Relevanz dieser Effekte für den zerebralen Stoffwechsel valide bewerten.

Virale Infekte

Eine randomisierte, sham-kontrollierte Doppelblindstudie mit 73 Patienten, die unter post-COVID-19-Symptomen litten, untersuchte die Wirkung von HBOT auf neurokognitive Funktionen und Symptome. Nach der Behandlung zeigte die HBOT-Gruppe signifikante Verbesserungen in globaler kognitiver Funktion (Effektstärke $d=0,495$, $p=0,038$), Aufmerksamkeit ($d=0,477$, $p=0,04$) und exekutiven Funktionen ($d=0,463$, $p=0,05$). Zudem verbesserten sich Energielevel, Schlafqualität, psychiatrische Symptome und Schmerz Wahrnehmung. Mittels MRT wurden signifikante Verbesserungen der zerebralen Perfusion und mikrostrukturelle Veränderungen in mehreren Hirnregionen nachgewiesen. Die Studie liefert einen Hinweis darauf, dass HBOT neurokognitive Defizite und Symptome bei post-COVID-19-Patienten lindern kann, möglicherweise durch Verbesserung der zerebralen Perfusion und Neuroplastizität. Einschränkend ist die fehlende Langzeitnachbeobachtung zu nennen, die keine Aussagen über die Nachhaltigkeit der Effekte zulässt.

Eine weitere randomisierte, sham-kontrollierte Doppelblindstudie mit 73 post-COVID-19-Patienten untersuchte die Wirkung von HBOT auf funktionelle und strukturelle Hirnkonnektivität. Die Teilnehmer erhielten 40 HBOT-Sitzungen (2 ATA, 100 % Sauerstoff, 90 Minuten) oder eine Sham-Intervention. Vor und nach der Behandlung wurden resting-state-fMRI und Diffusions-Tensor-Bildgebung (DTI) durchgeführt. Die HBOT-Gruppe zeigte eine signifikante Abnahme der Internetwork-Konnektivität, die negativ mit Verbesserungen in Aufmerksamkeit und exekutiven Funktionen korrelierte. Zudem wurden signifikante Veränderungen in der funktionellen Konnektivität des rechten Hippocampus mit dem medialen präfrontalen Kortex nachgewiesen. Die Studie legt nahe, dass HBOT die Hirnkonnektivität bei post-COVID-19-Patienten modulieren kann, was mit klinischen Verbesserungen einhergeht.

VERMUTUNG Einige kontrollierte Studien liefern Hinweise, dass HBOT bei post-COVID-19-Patienten neurokognitive Funktionen und Symptome verbessern könnte, möglicherweise durch Modulation der zerebralen Perfusion und Konnektivität. Allerdings stehen Langzeitdaten zur Nachhaltigkeit dieser Effekte noch aus. Was fehlt, sind größere Studien mit längeren Nachbeobachtungszeiten und spezifischen Biomarkern, um die zugrundeliegenden Mechanismen und die klinische Relevanz von HBOT bei postviralen Syndromen valide zu bewerten.

Sicherheit und Verträglichkeit

Eine systematische Übersichtsarbeit und Metaanalyse aus dem Jahr 2023 untersuchte die unerwünschten Wirkungen von HBOT. Die Analyse zeigte, dass die HBOT-Gruppe signifikant mehr unerwünschte Wirkungen aufwies als die Kontrollgruppe (30,11 % vs. 10,43 %, $p < 0,05$). Die häufigste Nebenwirkung war Ohrendruck (113 Fälle). Bei mehr als 10 HBOT-Sitzungen oder einem Kammerdruck über 2,0 ATA war die Inzidenz unerwünschter Wirkungen höher als in der Kontrollgruppe. Die Studie deutet darauf hin, dass HBOT bei sachgemäßer Anwendung relativ sicher ist, jedoch mit einem erhöhten Risiko für Ohrendruck und andere milde Nebenwirkungen einhergeht. Einschränkend ist die Heterogenität der eingeschlossenen Studien hinsichtlich Indikation, Behandlungsprotokoll und Population zu nennen.

Eine systematische Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2018 fasste 40 Jahre klinische und präklinische Forschung zur Anwendung von HBOT bei akutem schwerem Schädel-Hirn-Trauma (TBI) zusammen. Die Analyse umfasste acht klinische und 22 präklinische Studien. Die präklinischen Studien zeigten konsistent positive Behandlungseffekte auf verschiedene Outcome-Parameter ohne nennenswerte Sicherheitsbedenken; diese Befunde stammen aus Tierversuchen, und die Übertragbarkeit auf den Menschen ist nicht untersucht. Die klinischen Studien wiesen darauf hin, dass HBOT bei 1,5 ATA für 60 Minuten keine Sauerstofftoxizität oder zerebrale/pulmonale Schäden verursacht. Allerdings waren die klinischen Studien oft klein und methodisch heterogen, was die Vergleichbarkeit einschränkt. Die Autoren betonten die Notwendigkeit einer multizentrischen, randomisierten klinischen Studie, um die Sicherheit und Wirksamkeit von HBOT bei schwerem TBI definitiv zu klären ⁴.

Eine systematische Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2004 untersuchte die Evidenz zur Wirksamkeit und Sicherheit von HBOT bei TBI. Eingeschlossen wurden randomisierte kontrollierte Studien und Beobachtungsstudien. Zwei randomisierte Studien mit fairer Qualität berichteten widersprüchliche Ergebnisse: Eine Studie fand keine Unterschiede in Mortalität oder Morbidität nach einem Jahr, während die andere eine signifikante Reduktion der Mortalität in der HBOT-

Gruppe zeigte. Allerdings ging die reduzierte Mortalität mit einem Anstieg schwerer Behinderungen einher. Die Autoren schlussfolgern, dass die Evidenz zur Sicherheit und Wirksamkeit von HBOT bei TBI begrenzt und widersprüchlich ist und weitere Studien erfordert. Was fehlt, sind groß angelegte, methodisch robuste Studien mit standardisierten Behandlungsprotokollen und klar definierten Sicherheitsendpunkten ⁷.

VERMUTUNG

Die vorliegenden Daten deuten darauf hin, dass HBOT bei sachgemäßer Anwendung ein relativ sicheres Verfahren ist, das jedoch mit einem erhöhten Risiko für milde Nebenwirkungen wie Ohrendruck einhergeht. Bei höheren Drücken oder längeren Behandlungszyklen steigt das Risiko für unerwünschte Wirkungen. Allerdings zeigt die Evidenz zur Sicherheit von HBOT bei schweren neurologischen Erkrankungen wie TBI Grenzen und Widersprüche. Was fehlt, sind systematische Sicherheitsstudien mit klar definierten Protokollen und Langzeitnachsicherungen, um das Risiko-Nutzen-Verhältnis valide zu bewerten.

Stoffwechsel

Eine systematische Übersichtsarbeit und Metaanalyse aus dem Jahr 2022 untersuchte die Wirksamkeit von HBOT bei diabetischen Fußulzera (DFU). Die Analyse zeigte, dass HBOT die Heilungsrate diabetischer Fußulzera signifikant erhöhte (relatives Risiko 1,901; 95 % KI 1,484–2,435, $p < 0,0001$) und die Heilungszeit verkürzte (mittlere Differenz -19,360 Tage; 95 % KI -28,753 bis -9,966, $p < 0,001$). Zudem reduzierte HBOT die Inzidenz von Major-Amputationen (relatives Risiko 0,518; 95 % KI 0,323–0,830, $p < 0,01$). Die Studien variierten jedoch stark in Design, Behandlungsprotokollen und Outcome-Definitionen, was die Vergleichbarkeit einschränkt. Zudem fehlten in vielen Studien Angaben zu Begleittherapien wie Wunddebridement oder Antibiotikagabe, die die Ergebnisse beeinflusst haben könnten.

VERMUTUNG

Die vorliegenden Daten deuten darauf hin, dass HBOT die Heilung diabetischer Fußulzera beschleunigen und das Amputationsrisiko senken kann. Die Effekte könnten durch verbesserte Sauerstoffversorgung, Angiogenese und Modulation entzündlicher Prozesse vermittelt werden. Allerdings fehlen standardisierte Protokolle und Langzeitdaten, um die klinische Relevanz dieser Effekte für die Wundheilung valide zu bewerten. Was fehlt, sind größere, methodisch robuste Studien mit klar definierten Endpunkten und längeren Nachbeobachtungszeiten.

Erschöpfung und Stress

Eine randomisierte kontrollierte Studie mit 30 Frauen, die unter Fibromyalgiesyndrom (FMS) mit Vorgeschichte von sexuellem Kindesmissbrauch litten, untersuchte die Wirkung von HBOT auf klinische Symptome und neuroplastische Veränderungen. Die Teilnehmer erhielten 60 HBOT-Sitzungen (100 % Sauerstoff bei 2 ATA für 90 Minuten, 5 Tage/Woche über 12 Wochen). Nach der Behandlung zeigten sich signifikante Verbesserungen in allen FMS-Fragebögen (Widespread Pain Index, Symptom Severity Scale, funktionelle Beeinträchtigung), Lebensqualität, PTBS-Symptomen und psychischer Belastung. Zudem wurden mittels MRT strukturelle und funktionelle Veränderungen in Hirnregionen nachgewiesen, die mit Schmerzverarbeitung und emotionaler Regulation assoziiert sind. Die Studie deutet darauf hin, dass HBOT bei FMS-Patienten mit Trauma-Hintergrund neuroplastische Effekte induzieren und die in den Fragebögen erfassten Symptome lindern kann.

VERMUTUNG

Die Studie legt nahe, dass HBOT bei Patienten mit Fibromyalgiesyndrom und Trauma-Hintergrund zu messbaren Verbesserungen führen kann, möglicherweise durch Modulation neuroplastischer Prozesse und Reduktion von Stressreaktionen. Allerdings fehlen Langzeitdaten und größere Studien mit aktiven Kontrollgruppen, um die Nachhaltigkeit und Spezifität dieser Effekte zu klären. Was fehlt, sind Studien mit längeren Nachbeobachtungszeiten und spezifischen Biomarkern für Stress und Erschöpfung.

Knochen und Gelenke

Eine kombinierte Analyse zweier randomisierter kontrollierter Multicenter-Studien untersuchte die Wirkung von HBOT auf Osteoradionekrose (ORN) des Unterkiefers. Insgesamt 65 Patienten mit ORN und Indikation zur chirurgischen Behandlung wurden randomisiert: Gruppe 1 erhielt eine chirurgische Entfernung des nekrotischen Knochens kombiniert mit 30 prä- und 10 postoperativen HBOT-Sitzungen (243 kPa für 90 Minuten), Gruppe 2 erhielt nur die chirurgische Behandlung. Primärer Endpunkt war die Heilung der ORN ein Jahr nach der Operation, evaluiert mittels einer klinisch angepassten Version der Common Toxicity Criteria of Adverse Events (CTCAE) v 3.0. In Gruppe 1 heilten 70 % der Patienten (21/30), in Gruppe 2 51 % (18/35). HBOT war mit einer erhöhten Heilungschance assoziiert, unabhängig von Baseline-ORN-Grad oder Raucherstatus. Zudem verbesserten sich Xerostomie, unstimulierter Speichelfluss und Dysphagie in der HBOT-Gruppe. Einschränkend ist die hohe Drop-out-Rate von 33 % zu nennen, die die Aussagekraft der Ergebnisse einschränkt.

VERMUTUNG

Die Studie deutet darauf hin, dass HBOT funktionelle Parameter wie Speichelfluss und Dysphagie positiv beeinflussen kann. Ob diese Effekte klinisch relevant für die Knochenheilung sind, steht noch aus. Zu klären sind Studien mit längeren Nachbeobachtungszeiten und standardisierten Outcome-Parametern.

Haut

Eine Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2021 fasste die therapeutischen Effekte verschiedener Therapien zusammen und diskutierte auch die zugrundeliegenden Mechanismen der hyperbaren Sauerstofftherapie (HBOT). Speziell für HBOT wird beschrieben, dass es zur Behandlung von Wundheilungsstörungen eingesetzt wird, da es die Sauerstoffversorgung des Gewebes verbessert und entzündliche Prozesse moduliert. Die Arbeit erwähnt, dass HBOT die Angiogenese fördert, die Kollagensynthese stimuliert und die Proliferation von Fibroblasten und Keratinozyten unterstützt. Zudem kann HBOT die Wirkung von Antibiotika verstärken und die Resistenzentwicklung von Bakterien reduzieren. Die Autoren betonen jedoch, dass die Evidenz zur Wirksamkeit von HBOT bei chronischen Wunden heterogen ist und von der Ätiologie der Wunde abhängt. Einschränkend ist das Fehlen spezifischer klinischer Studien zu nennen, die die Wirkung von HBOT auf verschiedene Wundtypen systematisch vergleichen ¹¹.

VERMUTUNG

Die vorliegenden Daten deuten darauf hin, dass HBOT die Wundheilung durch Verbesserung der Sauerstoffversorgung und Modulation entzündlicher Prozesse fördern kann. Ob diese Effekte bei verschiedenen Wundtypen und -stadien systematisch nachweisbar sind, steht noch aus. Zu klären sind randomisierte kontrollierte Studien mit klar definierten Wundheilungsparametern und längeren Nachbeobachtungszeiten.

Gesamtbild

Einige kontrollierte Studien zeigen, dass die hyperbare Sauerstofftherapie (HBOT) in klinischen Bereichen wie neurologischen, kognitiven und entzündlichen Erkrankungen Effekte aufweisen kann. Sie berichten Effekte auf Aufmerksamkeit, exekutive Funktionen und Lebensqualität nach leichtem Schädel-Hirn-Trauma (mTBI) und post-COVID-19-Syndrom. Zudem gibt es Hinweise aus kontrollierten Studien auf eine mögliche Wirkung bei diabetischen Fußulzera, Osteoradionekrose und chronischen Wunden, wobei die Effekte durch verbesserte Sauerstoffversorgung, Angiogenese und Modulation entzündlicher Prozesse vermittelt werden könnten.

Allerdings ist die Evidenz in vielen Bereichen begrenzt oder widersprüchlich. So fehlen in vielen kontrollierten Studien aktive Kontrollgruppen, die Placebo-Effekte kontrollieren könnten, und die Nachbeobachtungszeiten sind oft kurz. Zudem variieren die Behandlungsprotokolle stark, was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse einschränkt. Besonders begrenzt ist die Datenlage zur langfristigen Sicherheit und Wirksamkeit von HBOT bei schweren neurologischen Erkrankungen wie schwerem Schädel-Hirn-Trauma oder neurodegenerativen Erkrankungen. Hier sind groß angelegte, methodisch robuste Studien mit standardisierten Protokollen und klar definierten Endpunkten dringend erforderlich.

Methodik der Studienlage

Die eingeschlossenen Studien umfassen ein breites Spektrum an Designs, darunter randomisierte kontrollierte Studien (RCTs), Beobachtungsstudien, systematische Übersichtsarbeiten und Metaanalysen. Die meisten RCTs untersuchten die Wirkung von HBOT bei spezifischen Indikationen wie Schädel-Hirn-Trauma, post-COVID-19-Syndrom oder diabetischen Fußulzera. Primäre Endpunkte waren häufig kognitive Funktionen, klinische Symptome, Heilungsraten oder zerebrale Perfusionsparameter. Sekundäre Endpunkte umfassten Lebensqualität, neurophysiologische Messungen und strukturelle Bildgebungsbefunde. Systematisch fehlen jedoch aktive Kontrollgruppen in vielen Studien, die Placebo-Effekte hätten kontrollieren können. Zudem sind die Nachbeobachtungszeiten oft kurz (meist <6 Monate), und es gibt kaum Langzeitdaten zur Nachhaltigkeit der Effekte. Ein weiteres Defizit ist die Heterogenität der Behandlungsprotokolle, die eine Metaanalyse und Vergleichbarkeit der Ergebnisse erschwert.

HBOT: Ein Verfahren mit breiter Anwendung, aber begrenzter Evidenz für viele Indikationen

Die

HOHE ZAHL AN STUDIEN

zur hyperbaren Sauerstofftherapie täuscht darüber hinweg, dass die **Evidenz für viele Anwendungsgebiete noch im Aufbau oder widersprüchlich** ist. Während **akute Indikationen** wie **Dekompressionskrankheit** oder **Kohlenmonoxidvergiftung** gut belegt sind, fehlen für **chronische oder neurodegenerative Erkrankungen** oft **langfristige, placebokontrollierte Studien**. Selbst bei häufig zitierten Arbeiten (z. B. zu **Fibromyalgie** oder **diabetischen Fußulzera**) sind die **Effektstärken gering** und die **Nachbeobachtungszeiten kurz**. Zudem wird die **therapeutische Relevanz** von Laborbefunden (z. B. **Stammzellaktivierung** oder **Neuroplastizität**) in klinischen Studien **selten bestätigt**.

Ein

ZENTRALES PROBLEM

ist die **fehlende Vergleichbarkeit** der Studienprotokolle. Druckstufen, Sitzungsdauern und Begleittherapien variieren so stark, dass **Metaanalysen oft keine klaren Empfehlungen** ableiten können. Beispielsweise zeigen einige Arbeiten zu **traumatischen Hirnverletzungen** positive Effekte, während andere **keine signifikanten Unterschiede** zur Kontrollgruppe finden. Zudem wird die **Placebo-Wirkung** in HBOT-Studien selten systematisch kontrolliert: Die **Druckkammer-Umgebung** und die **intensive Betreuung** können **subjektive Verbesserungen** unabhängig vom Sauerstoffeffekt auslösen. **Übersichtsarbeiten** fordern daher **standardisierte Protokolle** und **längere Nachbeobachtungszeiten**, um die **tatsächliche Wirksamkeit** der HBOT besser einschätzen zu können.

3. Wie belastbar die Forschung ist

Die Arbeiten am Menschen verteilen sich auf ein breites Spektrum von Anwendungsgebieten, wobei **Sicherheitsstudien** und **kognitive Störungen** die größten Anteile ausmachen. Weitere Schwerpunkte liegen auf **Erschöpfungssyndromen**, **Entzündungsprozessen**, **Immunmodulation** und **Hauterkrankungen**. Auffällig ist die **geringe Zahl kontrollierter Studien** zu klassischen Indikationen wie **Knochenheilung** oder **antiviralen Effekten**, obwohl diese in der Praxis häufig genannt werden. Die **meistzitierten kontrollierten Studien** konzentrieren sich auf **neurologische Folgen von Traumata** (z. B. Schädel-Hirn-Verletzungen, Post-Concussion-Syndrom) und **postvirale Syndrome** (z. B. Long-COVID), während **metabolische oder dermatologische Anwendungen** seltener untersucht werden.

Die **methodische Qualität** der Studien ist heterogen. Während einige **randomisierte kontrollierte Studien** (RCTs) hohe Zitationszahlen aufweisen (z. B. zu **Post-Concussion-Syndrom** oder **Long-COVID**), basieren viele Arbeiten auf **beobachtenden Designs**, die **keine kausalen Schlüsse** zulassen. Zudem variieren **Druckprotokolle**, **Sitzungsdauern** und **Kontrollbedingungen** stark, was **Vergleiche zwischen Studien** erschwert. Ein weiteres Problem ist die **fehlende Standardisierung von Outcome-Parametern**: Während einige Studien **klinische Verbesserungen** (z. B. kognitive Tests) messen, fokussieren andere auf **Surrogatmarker** (z. B. Entzündungswerte), deren Relevanz für den Krankheitsverlauf unklar ist. **Übersichtsarbeiten** betonen zwar das **therapeutische Potenzial** der HBOT, weisen aber regelmäßig auf **methodische Schwächen** und **fehlende Replikationsstudien** hin.

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

AUSSAGE	STUDIENLAGE
HBOT wurde zur Beschleunigung der Heilung chronischer Wunden (z. B. diabetischer Fuß) untersucht; die kontrollierten Ergebnisse sind uneinheitlich.	Kontrollierte Studien zeigen gemischte Ergebnisse : Einige Arbeiten berichten über verbesserte Wundheilung , andere finden keine signifikanten Unterschiede .
HBOT wurde zur Verbesserung kognitiver Funktionen bei gesunden älteren Menschen untersucht; die Ergebnisse sind vorläufig.	Eine einzelne kontrollierte Studie zeigt leicht verbesserte kognitive Scores , jedoch ohne langfristige Nachbeobachtung . Die Studienlage reicht noch nicht aus .
HBOT wurde zur antiviralen Wirkung (z. B. bei Long-COVID) untersucht; die Ergebnisse sind uneinheitlich.	Eine kontrollierte Studie zeigt Verbesserungen bei Post-COVID-Symptomen , jedoch ohne mechanistische Erklärung oder Replikation . Die Evidenz ist vorläufig .
HBOT wurde zur Förderung der Knochenheilung nach Frakturen untersucht; die Ergebnisse sind widersprüchlich.	Die Mehrzahl der kontrollierten Studien untersucht diesen Bereich, mit uneinheitlichen Ergebnissen . Die Datenlage ist zu schwach , um klinische Empfehlungen zu geben.

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

- ¹ A prospective, randomized clinical trial to compare the effect of hyperbaric to normobaric hyperoxia on cerebral metabolism, intracranial pressure, and cerebral blood flow (2010)
- ² Hyperbaric oxygen therapy can improve post concussion syndrome years after mild traumatic brain injury - randomized prospective trial (2013)
- A prospective, randomized Phase II clinical trial to evaluate the effect of combined hyperbaric and normobaric hyperoxia on cerebral metabolism, intracranial pressure, and cerebral blood flow (2013)
- Hyperbaric oxygen therapy improves neurocognitive functions and symptoms of post-COVID condition: randomized controlled trial (2022)
- Hyperbaric Oxygen Therapy for Patients With Sudden Sensorineural Hearing Loss: A Systematic Review and Meta-analysis (2022)
- Current controversies in the management of patients with severe traumatic brain injury (2006)
- ³ Hyperbaric oxygen in traumatic brain injury (2007)
- ⁴ Hyperbaric Oxygen Therapy in the Treatment of Acute Severe Traumatic Brain Injury: A Systematic Review (2018)
- ⁵ Hyperbaric oxygen therapy for the adjunctive treatment of traumatic brain injury (2012)
- Cognitive enhancement of healthy older adults using hyperbaric oxygen: a randomized controlled trial (2020)
- ⁶ Hyperbaric oxygen therapy for mild traumatic brain injury persistent postconcussion syndrome: a randomized controlled trial (2020)
- Efficacy of hyperbaric oxygen therapy for diabetic foot ulcers: An updated systematic review and meta-analysis (2022)
- ⁷ Hyperbaric oxygen therapy for traumatic brain injury: a systematic review of the evidence (2004)
- Hyperbaric Oxygen Therapy Can Induce Neuroplasticity and Significant Clinical Improvement in Patients Suffering From Fibromyalgia With a History of Chronic Pain (2018)

- Adverse effects of hyperbaric oxygen therapy: a systematic review and meta-analysis (2023)
- Hyperbaric oxygen treatment of mandibular osteoradionecrosis: Combined data from the two randomized clinical trials DAHANCA-21 and NWHHT2009-1 (2022)
- ⁸ Hyperbaric oxygen for post-concussive symptoms in United States military service members: a randomized clinical trial (2018)
- Effects of hyperbaric oxygen therapy on functional and structural connectivity in post-COVID-19 condition patients: A randomized, sham-controlled trial (2022)
- Long term outcomes of hyperbaric oxygen therapy in post covid condition: longitudinal follow-up of a randomized controlled trial (2024)
- A phase 2B randomised trial of hyperbaric oxygen therapy for ulcerative colitis patients hospitalised for moderate to severe flares (2020)
- ⁹ Systematic Review and Dosage Analysis: Hyperbaric Oxygen Therapy Efficacy in Mild Traumatic Brain Injury Persistent Postconcussion Syndrome (2022)
- Hyperbaric oxygen therapy for long COVID (HOT-LoCO), an interim safety report from a randomised controlled trial (2023)
- ¹⁰ Hyperbaric oxygen therapy for the adjunctive treatment of traumatic brain injury (2004)
- The effect of hyperbaric oxygen therapy on myocardial function in post-COVID-19 syndrome patients: a randomized controlled trial (2023)

6. Resümee

Die hyperbare Sauerstofftherapie (HBOT) ist ein gut dokumentiertes Verfahren mit nachgewiesener Sicherheit und Wirksamkeit in spezifischen Anwendungsgebieten. **Gezeigt wurde**, dass HBOT die Sauerstoffversorgung hypoxischer Gewebe kurzfristig verbessert, insbesondere bei neurologischen Traumata wie Schädel-Hirn-Verletzungen oder postkommotionellem Syndrom. Kontrollierte Studien zeigten signifikante Anstiege des Hirngewebs-Sauerstoffpartialdrucks (PO₂) sowie Verbesserungen kognitiver Funktionen; Veränderungen der zerebralen Perfusion und mikrostrukturelle Hirnveränderungen sind demgegenüber physiologische und bildgebende Befunde. Bei Post-COVID-19-Patienten wurden zudem positive Effekte auf neurokognitive Defizite und Lebensqualität beobachtet. Die Evidenz zur Entzündungsmodulation ist vielversprechend, jedoch auf kurzfristige Effekte beschränkt, etwa die Reduktion proinflammatorischer Marker oder die Erhöhung proangiogenetischer Zytokine.

VERMUTUNG Die beobachteten Effekte von HBOT könnten auf einer Kombination aus Hyperoxygenierung, Modulation oxidativen Stresses, Angiogenese und Neuroplastizität beruhen. Insbesondere bei chronischen Verläufen neurologischer Erkrankungen oder postviraler Syndrome erscheint das therapeutische Potenzial plausibel, da die Therapie sowohl die zerebrale Durchblutung als auch die Mikrostruktur des Gehirns positiv beeinflussen kann. **Daraus könnte folgen**, dass HBOT als supportive Maßnahme in der neurologischen Rehabilitation oder bei entzündlichen Prozessen an Bedeutung gewinnen könnte, sofern die Nachhaltigkeit der Effekte in Langzeitstudien bestätigt wird. Allerdings sind die zugrundeliegenden Mechanismen noch nicht vollständig verstanden, und die Übertragbarkeit von Laborbefunden auf klinische Outcomes bleibt unklar. Zudem könnten Placebo-Effekte oder Erwartungshaltungen der Patienten die Ergebnisse beeinflussen, insbesondere in Studien ohne aktive Kontrollgruppen.

Um die Wirksamkeit und Sicherheit von HBOT valide zu bewerten, **müssten Studien** folgende Aspekte klären: 1) **Langzeitdaten** mit standardisierten Nachbeobachtungszeiträumen, um die Nachhaltigkeit der Effekte auf Entzündungsparameter, kognitive Funktionen und klinische Outcomes zu prüfen. 2) **Groß angelegte, randomisierte kontrollierte Studien (RCTs)** mit aktiven Kontrollgruppen, um Placebo-Effekte auszuschließen und die Spezifität der Ergebnisse zu erhöhen. 3) **Standardisierte Messverfahren und Outcome-Parameter**, um die Vergleichbarkeit zwischen Studien zu verbessern und die klinische Relevanz von Surrogatmarkern zu validieren. 4) **Spezifische Biomarker**, die die zugrundeliegenden Mechanismen wie Angiogenese, Neuroplastizität oder Immunmodulation abbilden und eine präzisere Bewertung der therapeutischen Effekte ermöglichen. 5) **Untersuchungen zu klassischen Indikationen** wie Knochenheilung oder antiviralen Effekten, deren Erforschung trotz häufiger Anwendung in der Praxis noch aussteht.

7. Was offen ist

- **Langzeiteffekte:** Ob HBOT **dauerhafte strukturelle Veränderungen** (z. B. im Gehirn) bewirkt, ist unklar. Die meisten Studien haben **kurze Nachbeobachtungszeiten**.
- **Optimale Protokolle:** Welche **Druckstufen, Sitzungsdauern und Intervalle** für welche Indikation am effektivsten sind, bleibt **unzureichend erforscht**.
- **Kombinationstherapien:** Ob HBOT **synergistisch mit anderen Verfahren** (z. B. Physiotherapie, Stammzelltherapie) wirkt, ist **kaum untersucht**.

Häufige Fragen

Ist HBOT für die Behandlung von Long-COVID geeignet?

Eine **kontrollierte Studie** zeigt **Verbesserungen bei kognitiven Symptomen und Erschöpfung**, jedoch ohne **langfristige Nachbeobachtung**. Die **Studienlage ist noch im Aufbau**, und es fehlen **Vergleiche mit anderen Therapieansätzen**. HBOT kann **nicht als Standardtherapie** für Long-COVID gelten, sondern sollte **individuell im Rahmen kontrollierter Studien** geprüft werden.

Kann HBOT bei neurodegenerativen Erkrankungen (z. B. Alzheimer) helfen?

Einige **Übersichtsarbeiten** diskutieren **mögliche neuroprotektive Effekte** durch **Reduktion von oxidativem Stress** und **Förderung der Neuroplastizität**. **Klinische Studien am Menschen** sind jedoch **selten und methodisch schwach**. Die **Evidenz reicht nicht aus**, um HBOT als **Therapieoption** zu empfehlen. Aktuell bleibt die Anwendung **experimentell**.

Wie sicher ist HBOT? Gibt es Risiken?

Kontrollierte Studien untersuchen die **Sicherheit** von HBOT, wobei **seltene, aber schwerwiegende Komplikationen** (z. B. **Barotrauma, Krampfanfälle**) dokumentiert sind. Häufiger sind **milde Nebenwirkungen** wie **Ohrendruck oder Müdigkeit**. Die **Risiken hängen stark vom Druckprotokoll und der Patientenselektion** ab. Eine **individuelle Nutzen-Risiko-Abwägung** ist erforderlich.

Quellen

- 1 A prospective, randomized clinical trial to compare the effect of hyperbaric to normobaric hyperoxia on cerebral metabolism, intracranial pressure, and oxygen toxicity in severe traumatic brain injury
Rockswold SB, Rockswold GL, Zaun DA, Zhang X, Cerra CE, Bergman TA et al. · 2010
- 2 Hyperbaric oxygen therapy can improve post concussion syndrome years after mild traumatic brain injury - randomized prospective trial
Boussi-Gross R, Golan H, Fishlev G, Bechor Y, Volkov O, Bergan J et al. · 2013
- 3 Hyperbaric oxygen in traumatic brain injury
Rockswold SB, Rockswold GL, Defillo A · 2007
- 4 Hyperbaric Oxygen Therapy in the Treatment of Acute Severe Traumatic Brain Injury: A Systematic Review
Daly S, Thorpe M, Rockswold S, Hubbard M, Bergman T, Samadani U et al. · 2018
- 5 Hyperbaric oxygen therapy for the adjunctive treatment of traumatic brain injury
Bennett MH, Trytko B, Jonker B · 2012
- 6 Hyperbaric oxygen therapy for mild traumatic brain injury persistent postconcussion syndrome: a randomized controlled trial
Harch PG, Andrews SR, Rowe CJ, Lischka JR, Townsend MH, Yu Q et al. · 2020
- 7 Hyperbaric oxygen therapy for traumatic brain injury: a systematic review of the evidence
McDonagh M, Helfand M, Carson S, Russman BS · 2004
- 8 Hyperbaric oxygen for post-concussive symptoms in United States military service members: a randomized clinical trial
Weaver LK, Wilson SH, Lindblad AS, Churchill S, Deru K, Price RC et al. · 2018
- 9 Systematic Review and Dosage Analysis: Hyperbaric Oxygen Therapy Efficacy in Mild Traumatic Brain Injury Persistent Postconcussion Syndrome
Harch PG · 2022
- 10 Hyperbaric oxygen therapy for the adjunctive treatment of traumatic brain injury
Bennett MH, Trytko B, Jonker B · 2004
- 11 Therapeutic effects of hyperbaric oxygen: integrated review
Sen S, Sen S · 2021

International Health Research

Forschung, eingeordnet. Jede Aussage führt zur Originalarbeit; die Entscheidung im Einzelfall trifft die behandelnde Person.
ih-research.com/wissen/hyperbare-sauerstofftherapie/ · Stand 2026-10-04