

Mehr Sicherheit bei der Dekompression durch optimierte Hydrierung und Temperatur?

In den vergangenen zwei Jahrzehnten haben Forscher und später auch Taucher verstanden, dass **angemessene Hydrierung** eine wichtige Rolle bei der Reduzierung des Risikos von Dekompressionskrankheit (DCS) spielt. Was als Vermutung begann - Dehydrierung war ein häufiger Nebenbefund bei Opfern der Taucherkrankheit - wurde in Studien bestätigt: Nicht nur dass Dehydrierung kompatibel mit stärkerer Bläschenbildung ist, sondern auch, dass Hydrierung vor dem Tauchgang die Bläschen im Blutkreislauf reduziert.

“Mehr Wasser, weniger Blasen“, erklärt Gründer und Präsident von DAN Europe mit einem Grinsen. “Hydrierung verbessert die Blutzirkulation und dadurch den Transport von Sauerstoff und Inertgasen im Zuge von Kompression und Dekompression, angetrieben durch den Unterschied in den Differentialdrücken.” Hydrierung, Druck, und natürlich Sauerstoff sind seit Langem Grundlage der Therapie von DCS.

Nicht genau bekannt ist jedoch, wie viel Flüssigkeit zu welchem Zeitpunkt ein Taucher zu sich nehmen sollte, um die positive Wirkung zu optimieren. Übermäßige Flüssigkeitsaufnahme kann nämlich ebenfalls ein Problem darstellen und das Risiko von Lungenödemen (IPE, immersion pulmonary edema) vergrößern. Der Aufruf “stay hydrated!” ist daher mit Bedacht umzusetzen.

Neben der Hydrierung ist der thermale Zustand eines Tauchers ein weiterer Faktor mit erheblichem Einfluss auf das Dekompressionsrisiko. Dieser Befund kam interessanterweise bei der Suche und Bergung von Opfern eines Flugzeugabsturzes ans Licht, nämlich des Flugs TWA Nr. 800, der am 17. Juli 1996 kurz nach dem Start vom John-F.-Kennedy-Flughafen in New York explodierte und in den Atlantik stürzte.



Ein aufmerksamer Forscher bemerkte, dass die DCS-Rate bei an der Bergung der Blackbox aus dem Cockpit beteiligten Tauchern der US Navy etwas höher lag als zu erwarten gewesen war. Diese Taucher trugen Warmwasseranzüge mit aktiven Heizsystemen.

Nach 752 Tauchgängen auf eine Tiefe von etwa 36 Meter benötigten 10 Taucher eine Behandlung in der Druckkammer, mehrheitlich für DCS vom Typ 2 (neurologisch). dives to depths of about 36 metres, 10 divers required recompression treatment for mainly Type 2 (neurological) DCS. Die 1997 veröffentlichte Studie mit dem Titel "[Recompression treatments during the recovery of TWA flight 800](#)," von C.T. Leffler und J.C. White zog den Schluss, dass bei Tauchern mit aktiven Heizsystemen eine erhöhte DCS-Inzidenz festzustellen war. Diese Beobachtung deckte sich mit früheren Erfahrungen von Berufstauchern in der Nordsee. Die TWA-Studie führte zu einem verstärkten Interesse an aktiven Heizsystemen für Taucher.

Nicht genau bekannt ist jedoch, wie viel Flüssigkeit zu welchem Zeitpunkt ein Taucher zu sich nehmen sollte, um die positive Wirkung zu optimieren.

Im November 2007 veröffentlichte die US Navy Experimental Diving Unit (NEDU) einen Bericht zu einer Studie des renommierten Dekompressionsphysiologen Wayne A. Gerth und seines Teams mit dem Titel "THE INFLUENCE OF THERMAL EXPOSURE ON DIVER SUSCEPTIBILITY TO DECOMPRESSION SICKNESS"(NEDU TR 06-07, November 2007). Gemäß diesem Bericht, "kann der thermale Zustand eines Tauchers während der verschiedenen Phasen des Tauchgangs erheblichen Einfluss auf die Anfälligkeit für DCS haben. Kälte während der Grundzeit (GZ) und Wärme während der Dekompression sind optimal zur Minimierung des DCS-Risikos und zur Maximierung der GZ." Gerth und sein Team fanden heraus, dass eine Erhöhung der Temperature um 10 °C während der Dekompression einer Reduktion der Grundzeit um 50% entsprach! Die genaueren Zusammenhänge sind jedoch komplex, wie Forscher im weiteren Verlauf herausfanden.

Diese sich entwickelnden Befunde zu Hydrierung und Temperatur werfen natürlich die Frage auf, ob Taucher diese Faktoren aktiv zur Minimierung des Dekompressionsrisikos nutzen können. Genau dies ist es, was die Forscher von DAN Europe in einer aktuell in Arbeit befindlichen Studie herauszufinden hoffen.

Der Blutkreislauf als Förderband

Dr. Marroni und Kollegen führen aktuell im Rahmen des Forschungsplans 2022 eine Studie zu "hydrothermischen Gradienten" durch, in der sie die kombinierte Wirkung von Hydrierung und Temperatur untersuchen. Die Fragestellung ist: "Können wir durch sorgfältige Regelung von Flüssigkeitsaufnahme und Temperatur den Blutkreislauf von Tauchern so konditionieren, dass dies einen Effekt auf die Aufnahme und Abgabe von Inertgasen hat?" Das Forscherteam plant, Bläschen im Blut in Relation zu diesen zwei Parametern und ihrer Interaktion zu messen. Hierbei kommt das neue [Biometriesystem für Taucher, DANA-Health](#) (Artikel in englischer Sprache), von DAN Europe zum Einsatz, mit dem die Taucher während der Tauchgänge beobachtet werden und das in der Lage ist, auch unter Wasser Doppler-Messungen durchzuführen und Blutproben zu nehmen.



Während Hydrierung und Temperatur unabhängige Faktoren sein mögen, haben beide direkte Auswirkung auf die Durchblutung (Perfusion). Marroni erklärt: "Wir können uns den Kreislauf als Förderband vorstellen, auf dem Gase in das Körpergewebe und wieder hinaus transportiert werden. Mehr Flüssigkeit bedeutet bessere Sauerstoffversorgung und verstärkter Gastransport. Weniger Durchblutung bedeutet weniger Sauerstoff und weniger Gastransport, sowohl in das Gewebe als auch aus dem Gewebe heraus."

Dies bedeutet beispielsweise, dass bei Dehydrierung vor dem Tauchgang der Transport und die Aufnahme

von Inertgasen verlangsamt ablaufen. Dies wurde 2008 in einer Studie mit dem Titel "[Pre-dive Sauna and Venous Gas Bubbles Upon Decompression from 400 kPa](#)" (englisch) von J.E. Blatteau u. a., darunter die DAN-Forscher Costantino Balestra und Peter Germonpré, gezeigt. In dieser Studie machten Taucher einen Saunagang, bevor sie eine Stunde später in einer Druckkammer 25 Minuten lang auf 30 m tauchten und anschließend dekomprimiert wurden. Das Ergebnis: Der Saunagang reduzierte die Bläschen im Kreislauf nach dem Tauchgang. Die Forscher vermuten, dass die wärmebedingte Dehydrierung zu einer Reduzierung der Inertgasbelastung und dadurch der Bläschenproduktion führte.

Auf ähnliche Weise verursacht Wärme, zum Beispiel von einem aktiven Heizsystem, eine Weitstellung der Gefäße und dadurch erhöhten Blutfluss und Gasaustausch. Wie das Beispiel oben zeigt, kann dies während der Phase der Gasaufnahme unerwünscht sein. Im Gegenzug verursacht eine Senkung der Hauttemperatur eine Verengung der Kapillargefäße und reduziert dadurch den Blutfluss. Marronis Analogie mit dem Förderband erklärt auch, warum leichte körperliche Aktivität während der Dekompression das DCS-Risiko zu mindern scheint: Der Kreislauf wird angeregt, und dadurch auch der Transport und die Abgabe von Inertgasen.

Gemeinsam betrachtet suggerieren **diese Ergebnisse eine mögliche Strategie**, mit der Taucher eines Tages ihr DCS-Risiko reduzieren oder, anders ausgedrückt, ihre Dekompression effizienter machen könnten. Beispielsweise könnten Taucher den Tauchgang mit einem spezifischen Niveau an Dehydrierung und abgeschaltetem Heizsystem beginnen, um während des Abstiegs und der Grundzeit die Aufnahme von Inertgas zu minimieren. Zu Beginn des Aufstiegs könnten sie dann das Heizsystem einschalten oder hochregeln und mit der Flüssigkeitsaufnahme beginnen, entweder in situ (hat hier jemand einen Venenzugang?) oder in einem Deko-Habitat, und sich während der Dekompression möglicherweise leicht körperlich betätigen.¹

Der Teufel steckt natürlich wie immer im Detail – und diese Details sind das, was Marroni und seine Forscherkollegen untersuchen wollen. Immer durstig bleiben!

¹ Sorgfalt bei der Umsetzung ist fast mit Sicherheit ausschlaggebend. Die aktive Zugabe von Wärme sollte allmählich erfolgen, um die Wahrscheinlichkeit von Bläschenbildung in Hautnähe zu reduzieren: Mit steigender Temperatur sinkt die Löslichkeit von Gasen, und eine zu schnelle Erwärmung kann zu DCS in der Haut führen. Körperliche Aktivität sollte ebenfalls gemäßigt sein und die Gelenke nicht belasten, um die Bildung von Bläschen als negative Folge körperlicher Betätigung zu vermeiden.

Quellen:

- Shields TG, Duff PM, Wilcock SE, Giles R. *Decompression Sickness From Commercial Offshore Air-Diving Operations On The UK Continental Shelf During 1982 To 1988. Society for Underwater Technology. 1990 Volume 23 Subtech 89 259-277*
- Leffler CT, White JC. Recompression treatments during the recovery of TWA Flight 800. *Undersea Hyperb Med. Winter 1997; 24(4):301-8.*
- Fahlman A, Dromsky DM. Dehydration Effects on the Risk of Severe Decompression Sickness in a

Swine Model. Aviat Space Environ Med 2006; 77:102- 6.

- Gerth W A, Ruterbusch V, Long ET, THE INFLUENCE OF THERMAL EXPOSURE ON DIVER SUSCEPTIBILITY TO DECOMPRESSION SICKNESS. 2007 TA 03-09 NEDU TR 06-07
- Blatteau J E., Gempp E., Balestra C., Mets T. and Germonpré PO. Pre-dive Sauna and Venous Gas Bubbles Upon Decompression from 400 kPa. Aviation, Space and Environmental Med. 2008; 79(12) 1100-1105
- Cherry AD, Freiburger JJ, Natoli M J, Moon R. Effects of head and body cooling on hemodynamics during immersed prone exercise at 1 ATA. J Appl Physiol (November 20, 2008). doi:10.1152/jappphysiol.91237.2008
- Gempp E., Blatteau J E. Pontier J-M, Balestra C. Lounge P. Preventive effect of pre-dive hydration on bubble formation in divers. Br J Sports Med. 2009;43:224-228. doi:10.1136/bjism.2007.043240
- Djurhuus R, Nossum V. et al Simulated diving after heat stress potentiates the induction of heat shock protein 70 and elevates glutathione in human endothelial cells. Cell Stress and Chaperones (2010) 15:405-414 DOI 10.1007/s12192-009-0156-3
- Germonpré P. Balestra C. Preconditioning to Reduce Decompression Stress in Scuba Divers. Aerospace Medicine and Human Performance 2017: 88(1) 1-7
- Thieme G. Body temperature response of diver wearing a dry or wetsuit during cold water immersion. Int J. Sports Med. *Manuscript ID IJSM-11-2017-6638-pb*
- Han K-H, Hyun G-S, Jee Y-S, Park J-M. Effect of Water Amount Intake before Scuba Diving on the Risk of Decompression Sickness. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 7601. [Effect of Water Amount Intake before Scuba Diving on the Risk of Decompression Sickness](#)

Weitere Ressourcen:

- *InDEPTH*: [The Making of the Biometric Diver: DAN Europe's Alessandro Marroni is Realizing a 50-year old Dream](#) by Michael Menduno
- *InDEPTH*: [In Hot Water: Do Active Heating Systems Increase The Risk of DCI?](#) by Reilly Fogarty
- *GUE.tv*: [New Decompression Findings: Simon Mitchell Presents COLD WATER EFFECTS ON DCS](#)