Tělesný tuk pod vodou

Přístrojové potápění je fyzická aktivita a jedním z důležitých parametrů tělesné stavby je množství tuku v těle člověka. V tomto článku bychom se rádi podívali na to, jak více či méně tělesného tuku činí potápění méně či více bezpečným.

Bohužel, výzkum jak tělesného tuku, tak bezpečnosti proti dekompresi trpí málo ideálními údaji: Nejčastěji používaným ukazatelem obezity je index tělesné hmotnosti (BMI). BMI se vypočítá jako hmotnost (v kilogramech) dělená druhou mocninou výšky (v metrech). Protože bere v úvahu pouze hmotnost a výšku, nezohledňuje BMI rozdíly ve složení těla (tj. tuk vs. svaly).

K posouzení bezpečnosti vůči dekompresi se musíme spolehnout na studie bublin (embolie žilního plynu, VGE). Zatímco bubliny vytvořené v žilách člověka nejsou dobrým prediktorem DCI, mohou být indikátorem dekompresního stresu. Stejně jako u studií využívajících BMI musíme pracovat s tím, co máme.

Dekompresní onemocnění

Potápěči, kteří věnovali pozornost lekcím teorie během kurzu na otevřené vodě, si pamatují, že tělesný tuk je považován za rizikový faktor dekompresního onemocnění. Základním argumentem je, že tuk (tuková tkáň) se relativně špatně vaskularizuje (má méně cév na objem než svaly), což vede k pomalejšímu uvolňování inertního plynu při výstupu. Zejména dusík se také dobře rozpouští v tuku. Souhrnně se předpokládá, že tyto faktory zvyšují riziko DCS u potápěčů s vyšším obsahem tělesného tuku.

Studie analyzující rozsáhlou databázi rekreačních ponorů sestavenou DAN to potvrzuje pouze částečně[1]. Vědci analyzovali 39 099 ponorů, zaznamenávali tělesné hmotnosti a výšky potápěčů, kteří tyto ponory prováděli, a také výskyt DCS. V 970 z těchto ponorů měřili také VGE (bubliny) pomocí Dopplerova ultrazvuku.

BMI způsobil slabě signifikantní zvýšení tvorby bublin, což byl účinek způsobený především vyšší vnímavostí potápěček zahrnutých do studie. Je zajímavé, že průměrný BMI potápěčů, kteří ve studii utrpěli skutečný zásah DCI, byl o něco nižší než u potápěčů, kteří neměli žádné příznaky (24,5 vs. 25,6). To by mohlo být způsobeno nízkou prevalencí DCI obecně a malou velikostí vzorku: Pouze 320 potápěčů trpělo DCI; rozdíl BMI není statisticky významný.



Naproti tomu studie mexických rybářů využívajících povrchové (kompresní) potápění při získávání humrů a mořských okurek[2] ukázala významnou korelaci mezi DCI a BMI. Potápěče s vyšším BMI postihuje DCI častěji a vážněji. Existuje několik důležitých rozdílů od první studie: Kompresní ponory mají často mnohem riskantnější profily, s více výstupy a sestupy při lovu humrů. Tito rybáři často tráví značnou dobu pod vodou, přičemž denní doby u dna se pohybují od 12 do 260 minut. Rybáři měli BMI 34,5 ± 4,7. Pokud nebyli všichni výjimečně svalnatí, jejich procento tělesného tuku bylo mnohem vyšší než u rekreačních potápěčů zkoumaných ve studii pomocí databáze DAN. Abychom uvedli věci na pravou míru, osoba, která je vysoká 175 centimetrů, by vážila 75 kilogramů s BMI 24,5 (studie databáze DAN) a 105 kg s BMI 34,3 (mexičtí rybáři).

Při výzkumu provedeném u amerického námořnictva[3] se také zjistil vyšší výskyt DCI u potápěčů s vyšším procentem tělesného tuku. Můžeme předpokládat, že vojenští potápěči vykonávají těžší práci než rekreační potápěči a že tento rozdíl přispívá k vyššímu výskytu DCI u námořních potápěčů s větším množstvím tělesného tuku.

Další a dřívější studie je v tomto kontextu docela cenná, protože nepoužívala BMI, ale měřila procento tělesného tuku potápěčů aplikací slabého elektrického proudu a poté měřila bubliny pomocí Dopplerova ultrazvuku[4]. Potápěči v této studii provedli jeden dekompresní ponor do 35 metrů se dvěma dekompresními zastávkami v 6 a 3 metrech.

Tato studie *nenalezla* vztah mezi procentem tělesného tuku a tvorbou bublin po ponoru – stejně jako studie využívající databázi DAN. Potápěči v této studii byli poměrně štíhlí, s procentem tělesného tuku v rozmezí od 26 % do 4 %. Extrémně nízká, posledně jmenovaná hodnota by byla hodnota velmi štíhlého lehkého boxera v den zápasu. V tomto úzkém rozsahu tělesného tuku a konzervativních potápěčských

protokolů výzkumníci opět nenašli vztah mezi tělesným tukem a rizikem DCI.

Přehled vztahu obezity a potápění[5] ukazuje, že obezita není monolitický stav, ale souvisí s řadou dalších problémů. Tyto komorbidity zahrnují problémy s dýcháním, srdeční problémy, vysoký krevní tlak a cukrovku. Každý z těchto problémů se může pod vodou ještě zhoršit. Potápěč je vystaven tlaku vody a je fyzicky aktivní následkem plavání. To by mohlo být těžší pro potápěče s nadměrným tělesným tukem ne kvůli samotné tukové tkáni, ale kvůli problémům s dýcháním vzniklým v důsledku nadváhy. Není to tedy jen riziko DCI, které se mění s nadbytečným tělesným tukem.



První závěr: Sice neexistuje žádné velké riziko u nízkého až středního tělesného tuku, ale pozor na těžkou obezitu.

Myslím, že je rozumné říci, že tělesný tuk v nízkém až středním rozsahu neovlivní riziko DCI při rekreačním potápění. Zeštíhlení z vašeho průměrného těla na zničenou postavu kulturisty nesníží vaše riziko DCI. Ale jakmile se dostanete do bodu vlastnictví velkého pivního břicha, nadměrné množství tělesného tuku zvyšuje pravděpodobnost DCI. To se pravděpodobně ještě zhorší, když se přebytečný tělesný tuk spojí s výraznou námahou pod vodou, jako je tomu u vojenských námořních potápěčů a mexických rybářů.

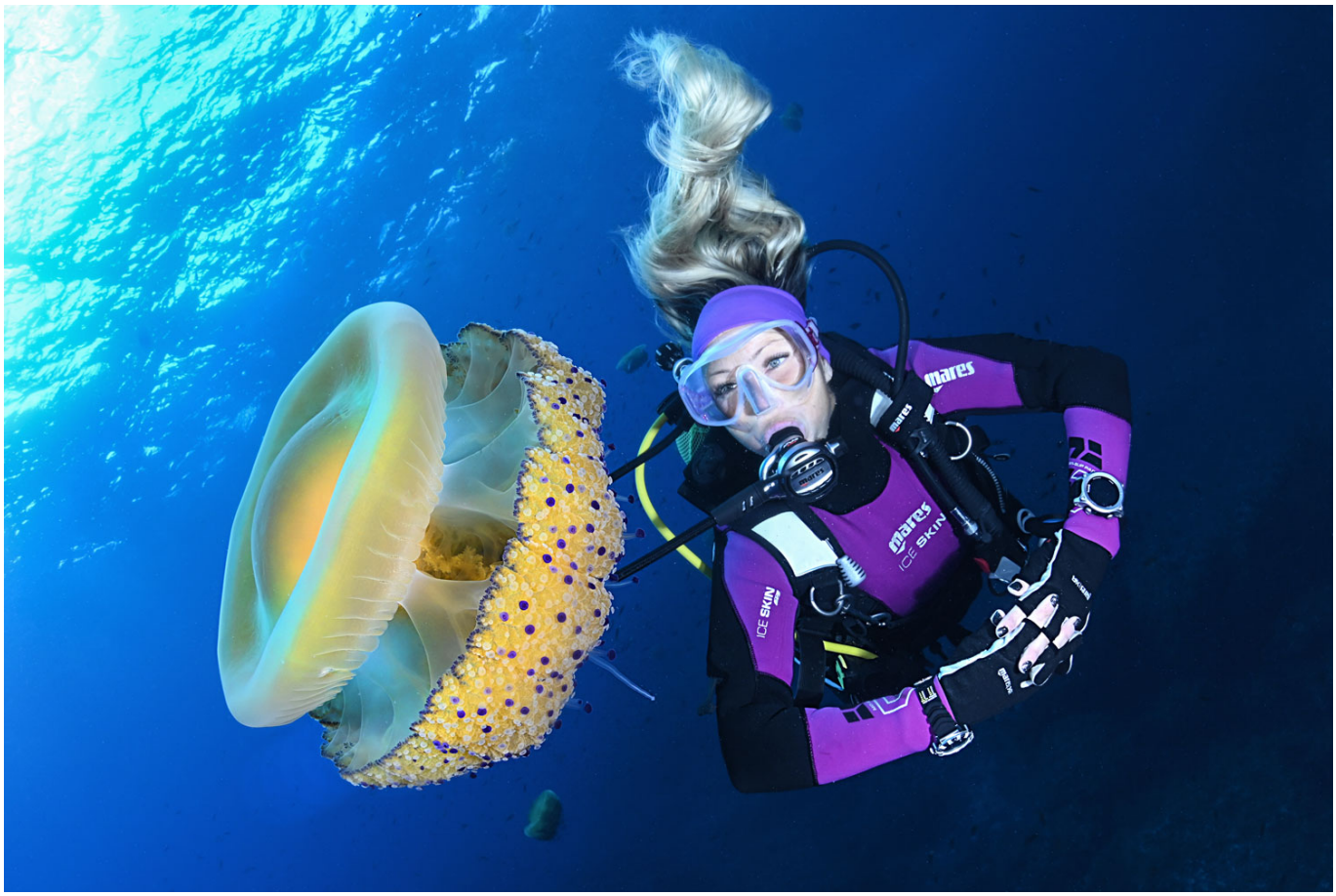
Obecně platí, že čím štíhlejší jste, tím zdravější a zdatnější budete pro potápění. Zdá se však, že vědecké výzkumy z posledních desetiletí nám říkají, že kilogram tělesného tuku navíc z týdenního svátečního hodování přidaný k jinak přiměřeně štíhlému tělu vás vyššímu riziku DCI nevystaví.

Tělesný tuk a tepelná izolace

Ale je tělesný tuk jen špatný? Někteří z nejzkušenějších potápěčů na planetě jsou nesmírně tlustí. Nejde samozřejmě o lidské potápěče, ale o mořské savce, kteří používají tlusté vrstvy specializovaného tuku, aby se izolovali od někdy ledové mořské vody, ve které žijí.

Tělesný tuk může hrát podobnou roli u lidských potápěčů. Je pozoruhodné, že v mnoha tradičních společnostech, jako je Haenyeo v Koreji, existují potápěči apnoe, kteří hledají pod vodou měkkýše a korýše, často ženy. Ve zdravé (neobézní) populaci mají ženy vyšší procento tělesného tuku než muži.

Udržování tepla v lidském těle ponořeném do vody je složitý proces. Jde o mnohem víc než o snížený tok tepla podkožní vrstvou izolačního tuku. Hnědé tukové buňky, které se koncentrují, ale nevyskytují se výhradně kolem vnitřních orgánů, nejsou jen izolanty, ale aktivními zdroji tepla. Svalový třes vytvářející teplo a redistribuce teplé krve z končetin do středu těla tuto záležitost dále komplikují. Tělesný tuk hraje v orchestru lidské termobiologie pouze jako jeden nástroj.



Zvýšený tělesný tuk je často spojen s nižším metabolismem, a tedy i menší produkcí tepla. Štíhlí lidé se jakoby více třesou, a tak nahrazují svou tenčí izolační vrstvu. Dalším příkladem složitosti lidské termobiologie je, že u lidí v klidu poskytují svaly účinnou další vrstvu izolace[6]. Cvičením (a používáním svalů) se tato izolační funkce svalů ztrácí. Celková izolace je více podobná tomu, co by se dalo očekávat od samotné pasivní vrstvy tuku.

Ochlazení při ponoření do studené vody není tématem jen pro potápěče, ale i pro ztroskotané námořníky. Zájem o toto téma je proto značný a fyziologové přišli s rovnicemi, které popisují, jak se tělesná teplota člověka ochlazuje[7]. Termín v rovnicích popisující roli tělesného tuku při ztrátě teploty středu těla je obecně

lineární: Dvojnásobné množství tělesného tuku zdvojnásobuje tepelně izolační účinek.

Druhý závěr: Sice to funguje, ale nesmí se to přehánět.

A konečně lze říci, že zatímco detaily lidského ochlazování během ponoření jsou ošidné, tělesný tuk vás nepochybně udrží pod vodou v teple. To by nemělo nikoho povzbuzovat, aby se přejídal, ztloustl a zůstal v teple. Pochopení souvislosti mezi tělesným tukem a tepelnou izolací je však užitečné: Změna cvičebního režimu nebo stravy může poměrně výrazně změnit složení těla člověka a budeme na tom lépe, když správně pochopíme výslednou měnící se reakci na tepelné ztráty během ponorů.

---

[1] Cialoni, D., Pieri, M., Balestra, C., & Marroni, A. (2017). Dive risk factors, gas bubble formation, and decompression illness in recreational SCUBA diving: analysis of DAN Europe DSL data base. *Frontiers in Psychology*, *8*, 1587.

[2] Mendez-Dominguez, N., Huchim-Lara, O., Chin, W., Carrillo-Arceo, L., Camara-Koyoc, I., Cárdenas-Dajdaj, R., & Dogre-Sansores, O. (2018). Body mass index in association with decompression sickness events: cross-sectional study among small-scale fishermen-divers in southeast Mexico. *Undersea & Hyperbaric Medicine*, *45*(4).

[3] Dembert, M. L., Jekel, J. F., & Mooney, L. W. (1984). Health risk factors for the development of decompression sickness among US Navy divers. *Undersea biomedical research*, *11*(4), 395-406.

[4] Carturan, D., Boussuges, A., Burnet, H., Fondarai, J., Vanuxem, P., & Gardette, B. (1999). Circulating venous bubbles in recreational diving: relationships with age, weight, maximal oxygen uptake and body fat percentage. *International journal of sports medicine*, *20*(06), 410-414.

[5] Mouret, G. M. (2006). Obesity and diving. *Diving And Hyperbaric Medicine-South Pacific Underwater Medicine Society*, *36*(3), 145.

[6] Park, Y. S., Pendergast, D. R., & Rennie, D. W. (1984). Decrease in body insulation with exercise in cool water. *Undersea biomedical research*, *11*(2), 159-168.

[7] Wheelock, C. E., Bartman, N. E., Pryor, R. R., Pryor, J. L., & Hostler, D. Prediction of core temperature during prolonged cold weather immersion in thermally protected men and women. *Proceedings of the Human Factors and Medicine Panel*, *349*, 17-19.

Překladatel: Klement Hartinger