Tkanka tłuszczowa pod wodą

Nurkowanie jest aktywnością fizyczną i jednym z istotnych parametrów budowy człowieka jest ilość tłuszczu w jego ciele. W tym artykule chcielibyśmy przyjrzeć się, w jaki sposób więcej lub mniej tłuszczu wpływa na bezpieczeństwo nurkowania.

Niestety badania ilości tłuszczu i bezpieczeństwa dekompresji wykorzystują niezbyt dokładne dane: najczęściej używanym wskaźnikiem otyłości jest wskaźnik masy ciała (body mass index – BMI). Oblicza się go dzieląc wagę (w kilogramach) przez wzrost (w metrach) do kwadratu. Ponieważ uwzględnia on tylko wagę i wzrost, BMI nie bierze pod uwagę różnic w budowie ciała (np. stosunku tłuszczu do mięśni).

Aby ocenić bezpieczeństwo dekompresji, musimy polegać na badaniu pęcherzyków gazu w żyłach (venous gas emboli, VGE). Chociaż pęcherzyki formujące się w żyłach nie są najlepszym wskaźnikiem przewidywania DCI, mogą one świadczyć o stresie dekompresyjnym. Tak samo jak w badaniach wykorzystujących BMI musimy pracować na tym, co mamy.

Choroba dekompresyjna

Nurkowie, którzy uważnie uczyli się teorii podczas kursu Open Water Diver pamiętają, że tkanka tłuszczowa jest uważana za czynnik zwiększający ryzyko choroby dekompresyjnej. Główny argument jest taki, że tkanka tłuszczowa (tłuszcz) jest dość słabo unaczyniona (ma mniej naczyń krwionośnych niż mięśnie o tej samej objętości), co powoduje wolniejsze uwalnianie się gazu obojętnego podczas wynurzania. Dodatkowo azot rozpuszcza się wyjątkowo dobrze w tłuszczu. Ogólnie mówiąc, uważa się, że czynniki te zwiększają ryzyko DCS u nurków z większą ilością tkanki tłuszczowej.

Analiza dużej bazy danych z nurkowań rekreacyjnych zebranej przez DAN potwierdza to tylko częściowo[1]. Badacze przeanalizowali 39099 nurkowań, rejestrując wagę i wzrost nurków, którzy je wykonywali oraz przypadki wystąpienia DCS. U 970 nurków zmierzono również ilość pęcherzyków żylnych (VGE) przy pomocy ultrasonografu Dopplera.

BMI wywołało mało znaczący wzrost tworzenia się pęcherzyków, co było spowodowane głównie przez większą podatność nurkujących kobiet biorących udział w badaniu. Co ciekawe, podczas badania stwierdzono, że przeciętne BMI nurków, u których wystąpiła choroba dekompresyjna było nieco mniejsze niż nurków, którzy nie mieli żadnych objawów i symptomów (24,5 i 25,6). Być może powodem jest ogólna niska częstość występowania DCI i mała grupa kontrolna: tylko 320 nurków dostało DCI, a różnice w BMI nie są statystycznie znaczące.



Dla odmiany badanie meksykańskich rybaków, którzy wykorzystują powietrze z powierzchni (dostarczane przez kompresor) do nurkowania w celu wydobycia homarów i ogórków morskich[2] wykazało znaczącą korelację między chorobą dekompresyjną a BMI. Nurkowie z większym BMI zapadali na nią częściej, a ich objawy i symptomy były poważniejsze. Jest kilka istotnych różnic między tymi badaniami: aby wydobyć homary na powierzchnię, rybacy często wykonują nurkowania, które mają o wiele bardziej ryzykowne profile, z wieloma wynurzeniami i zanurzeniami oraz spędzają pod wodą dużo czasu – każdego dnia nurkują od 12 do 260 minut. Ich BMI wynosiło 34,5 ± 4,7. Procent tłuszczu w ich organizmach był o wiele wyższy niż u nurków rekreacyjnych, których dane zostały wykorzystane w badaniu DAN (chyba że byli niezwykle muskularni). Aby pokazać te fakty z odpowiedniej perspektywy: osoba, która ma 175 cm wzrostu i waży 75 kilogramów ma BMI równe 24,5 (badanie bazy danych DAN), ale taka sama osoba o wadze 105 kilogramów ma BMI równe 34,3 (meksykańscy rybacy).

Badanie marynarki wojennej w USA[3] również wykazało wyższą liczbę przypadków choroby dekompresyjnej wśród nurków z większą procentową ilością tkanki tłuszczowej. Możemy założyć, że nurkowie w armii wykonują cięższą pracę niż nurkowie rekreacyjni i że ta różnica przyczynia się do większej liczby przypadków DCI u nurków z marynarki, którzy mają więcej tkanki tłuszczowej.

Inne, starsze badanie jest bardzo cenne w tym kontekście, ponieważ nie użyto w nim BMI, ale zmierzono procentową ilości tkanki tłuszczowej u nurków, podając im lekkie wstrząsy elektryczne, a następnie zmierzono ilość pęcherzyków przy pomocy ultrasonografu Dopplera[4]. Nurkowie w tym badaniu wykonali jedno nurkowanie dekompresyjne do 35 metrów z dwoma przystankami dekompresyjnymi na głębokości 6 i 3 metry.

W badaniu *nie* stwierdzono związku między procentową ilością tkanki tłuszczowej a formowaniem się

pęcherzyków po nurkowaniu – tak samo jak w badaniu, które wykorzystywało bazę danych DAN. Nurkowie w tym badaniu byli dość szczupli, a ich procentowa ilość tłuszczu wynosiła między 26% a 4%. Ta niesamowicie niska, ostatnia wartość dotyczyłaby bardzo szczupłego boksera wagi lekkiej w dniu walki. Przy tak wąskim wahaniu ilości tkanki tłuszczowej i konserwatywnych procedurach nurkowych badacze nie wykazali związku między tkanką tłuszczową a ryzykiem DCI.

Analiza wyników dotyczących otyłości i nurkowania[5] prawidłowo zwraca uwagę na fakt, że otyłość nie jest jednolitym schorzeniem, ale istnieje wiele związanych z nią problemów. Te współistniejące schorzenia obejmują problemy z oddychaniem, choroby serca, wysokie ciśnienie krwi i cukrzycę. Każdy z tych problemów może nasilić się pod wodą. Nurek znajduje się pod ciśnieniem wody i jest aktywny fizycznie, kiedy pływa. Może być to trudniejsze dla nurków ze zbyt dużą ilością tkanki tłuszczowej nie z powodu samej tkanki, ale z powodu problemów z oddychaniem, które są skutkiem otyłości. Nadmiar tłuszczu zwiększa nie tylko ryzyko DCI.



Wniosek: nie istnieje dodatkowe ryzyko, jeśli ilość tkanki tłuszczowej u nurka jest niska lub średnia, ale należy uważać na znaczną otyłość

Moim zdaniem można rozsądnie stwierdzić, że niska i średnia ilość tkanki tłuszczowej nie wpłynie na ryzyko DCI po nurkowaniu rekreacyjnym. Jeśli chcesz schudnąć, aby zmienić swoje normalne ciało w sylwetkę kulturysty, nie zmniejszy to Twojego ryzyka DCI, ale kiedy zaczniesz być właścicielem dużego brzucha piwnego, nadmiar tkanki tłuszczowej sprawi, że ryzyko DCI będzie większe. Prawdopodobnie efekt ten nasila się, kiedy nadmiar tłuszczu łączy się ze znacznym wysiłkiem pod wodą, jak w przypadku nurków

z marynarki wojennej USA i meksykańskich rybaków.

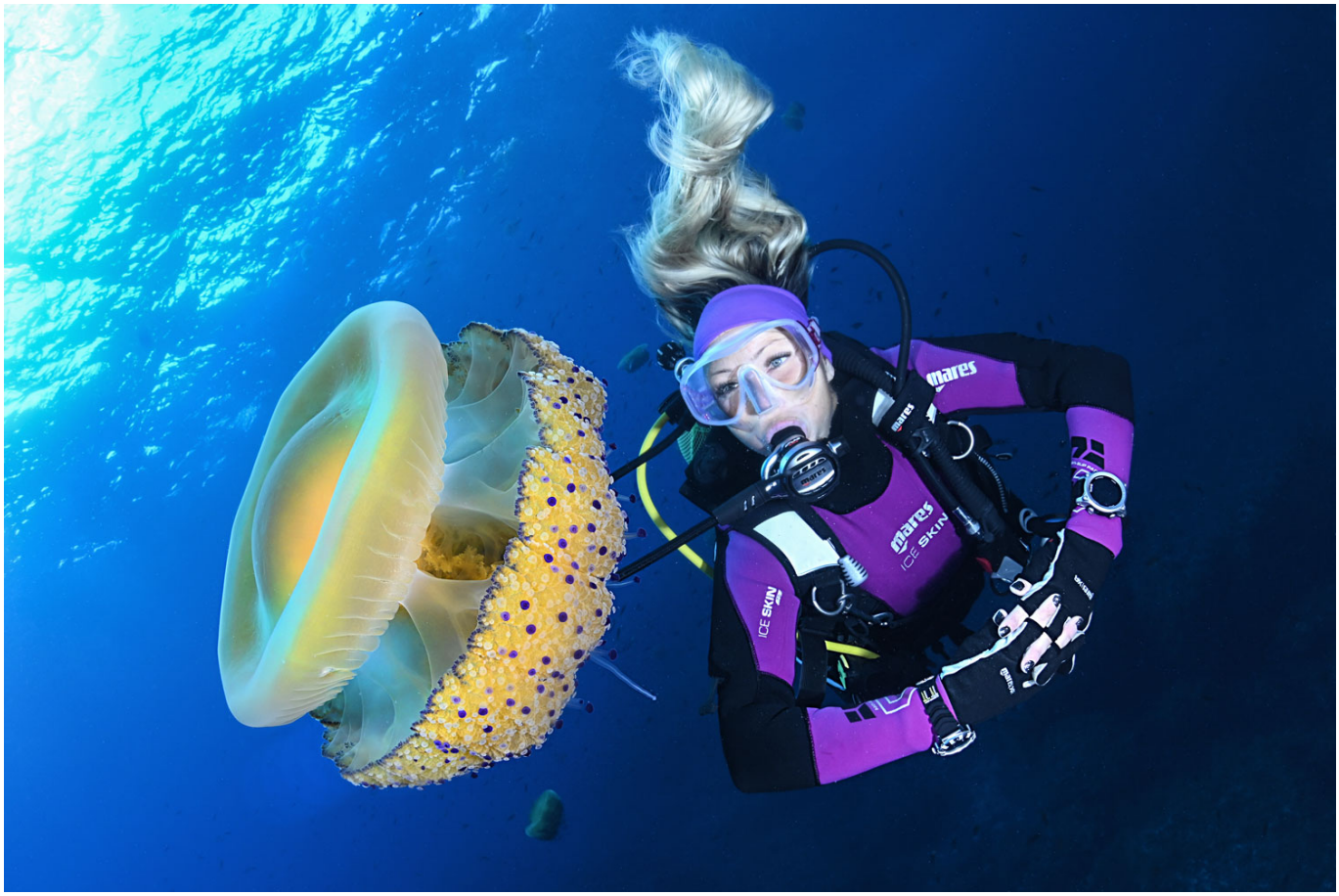
Ogólnie mówiąc, im jesteś szczuplejszy, tym będziesz miał lepsze zdrowie i sprawność do nurkowania. Jednak badania naukowe z ostatnich kilku dekad pokazują, że jeśli zazwyczaj Twoje ciało jest w miarę szczupłe, dodatkowy kilogram tkanki tłuszczowej po tygodniu wakacji *nie* zwiększy Twojego ryzyka DCI.

Tkanka tłuszczowa a izolacja termiczna

Czy tkanka tłuszczowa zawsze jest zła? Wielu najlepszych nurków na naszej planecie ma ogromne ilości tłuszczu. Oczywiście nie są to ludzie, ale ssaki morskie, które wykorzystują grubą warstwę specjalnego tłuszczu, aby zapewnić sobie izolację od czasem lodowatej morskiej wody, w której żyją.

Tkanka tłuszczowa może spełniać podobną rolę u ludzi. Należy zauważyć, że w wielu tradycyjnych społeczeństwach, takich jak Haenyeo w Korei, nurkowie nurkujący na zatrzymanym oddechu, aby wyławiać mięczaki i skorupiaki to często kobiety. W zdrowej populacji (bez otyłości) kobiety mają większą procentową ilość tkanki tłuszczowej niż mężczyźni.

Utrzymanie ciepła w ciele człowieka zanurzonego w wodzie jest skomplikowanym procesem. Nie chodzi tylko o mniejszy przepływ ciepła przez podskórną warstwę izolującego tłuszczu. Komórki tworzące brunatną tkankę tłuszczową, które są skoncentrowane i występują między innymi wokół organów wewnętrznych, nie tylko izolują, ale są aktywnymi źródłami ciepła. Dreszcze generujące ciepło w mięśniach i przesunięcie ciepłej krwi z kończyn do tułowia dodatkowo komplikuje sprawę. Tłuszcz to tylko jeden instrument w całej orkiestrze termo-biologii człowieka.



Większa ilość tkanki tłuszczowej jest często związana z niższym metabolizmem, a co za tym idzie z mniejszym wewnętrznym wytwarzaniem ciepła. Szczuplejsi ludzie bardziej trzęsą się z zimna, aby

zrekompensować cieńszą warstwę izolującą. Innym przykładem złożoności ludzkiej termo-biologii jest fakt, że w spoczynku mięśnie zapewniają dodatkową efektywną warstwę izolującą[6]. Podczas wysiłku fizycznego (kiedy mięśnie są wykorzystywane) ta funkcja izolująca nie działa. Totalna izolacja jest bardziej podobna do tego, czego można się spodziewać od samej pasywnej warstwy tłuszczu.

Wychładzanie organizmu, kiedy człowiek jest zanurzony w zimnej wodzie jest nie tylko problemem nurków, ale również marynarzy, którzy uciekają z tonącego statku. Stąd zainteresowanie tym tematem jest duże i fizjolodzy stworzyli równania, które opisują, jak obniża się temperatura ciała człowieka. W równaniu współczynnik opisujący rolę tkanki tłuszczowej w utracie temperatury ciała jest ogólnie mówiąc liniowy: dwa razy więcej tłuszczu podwaja izolację termiczną.

Wniosek drugi: to działa, ale nie należy przesadzać

Podsumowując, chociaż szczegóły obniżania się temperatury w organizmie człowieka podczas zanurzenia są skomplikowane, tkanka tłuszczowa na pewno sprawia, że jest Ci cieplej pod wodą. Nie powinna to być zachęta dla nikogo do objadania się, aby przybrać na wadze i nie marznąć. Zrozumienie związku między tkanką tłuszczową a izolacją termiczną jest jednak użyteczne: zmiana ćwiczeń lub diety może znacząco zmienić budowę ciała, dlatego dobrze jest rozumieć wynikające z tego reakcje ciała na utratę ciepła podczas nurkowania.

---

[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.

Tłumacz: Agnieszka Kostera-Kosterzewska