

"SERCOWO-NACZYNIOWE TOP TRZY" – CZY PACJENCI Z NAJBARDZIEJ ROZPOWSZECHNIONYMI CHOROBYMI UKŁADU KRĄŻENIA SĄ KANDYDATAMI DO REKREACYJNEGO NURKOWANIA?

Ewa Mańka, Bartosz Skuratowicz, Sebastian Kwiatek, Maciej Krupowies, Karolina Sieroń

SP ZOZ MSWiA w Katowicach im. Sierżanta Grzegorza Załogi

STRESZCZENIE

Choroby układu krążenia takie jak choroba niedokrwienności serca, nadciśnienie tętnicze czy cukrzyca są jednymi z najczęściej występujących chorób. Stale rosnąca liczba nurków rekreacyjnych zmusza do zastanowienia się nad skutkami nurkowania osób z chorobami układu krążenia, u których w trakcie nurkowania dochodzi do poważnych zmian. Osoby będące w grupie ryzyka powinny zostać poddane ocenie medycznej przed kwalifikacją do nurkowania by zminimalizować ryzyko wystąpienia powikłań.

Słowa kluczowe: nurkowanie, choroby układu krążenia.

ARTICLE INFO

PolHypRes 2020 Vol. 73 Issue 4 pp. 47 – 52

ISSN: 1734-7009 eISSN: 2084-0535

DOI: 10.2478/phr-2020-0022

Strony: 6, rysunki: 0, tabele: 0

page **www of the periodical:** www.phr.net.pl

Publisher

Polish Hyperbaric Medicine and Technology Society

Typ artykułu: oryginalny

Termin nadesłania: 25.07.2020 r.

Termin zatwierdzenia do druku: 27.09.2020 r.



WSTĘP

Wzrastające zainteresowanie nurkowaniem rekreacyjnym z wykorzystaniem aparatu do nurkowania swobodnego rodzi potrzebę monitorowania wpływu zanurzenia na zmiany zachodzące w układzie krążenia. Duże rozpowszechnienie chorób sercowo-naczyniowych wśród populacji stwarza coraz większe ryzyko, iż osoba zainteresowana nurkowaniem rekreacyjnym znajduje się również w grupie pacjentów ryzyka sercowo-naczyniowego [1–3]. Pojawiająca się w wyniku zanurzenia centralizacja krążenia wynika ze wzrostu ciśnienia hydrostatycznego co skutkuje zwiększonym żylnym powrotem krwi do serca, a więc zwiększonym obciążeniem wstępnym lewej komory serca tzw. preload. Wysokie ciśnienie parcjalne tlenu w mieszaninie gazów w aparacie powoduje aktywację układu przywspółczulnego poprzez zwiększenie napięcia nerwu błędnego z jednoczesnym obniżeniem komponenty współczulnej. Zmiany te prowadzą do wystąpienia bradykardii i zwiększenia rzutu serca [4,5].

Nieprzygotowani amatorzy nurkowania są szczególnie narażeni na ryzyko wynikające z ekspozycji na opisane zmiany co skutkować może wystąpieniem choroby dekompresyjnej, która może manifestować się objawami wahającymi się od niegroźnej wysypki po zgon [6,7]. Jest wiele czynników wpływających na ciężkość przebiegu powikłań kardiowaskularnych, które mogą się pojawić w trakcie nurkowania; wiek, body mass index (BMI), poziom przygotowania kondycyjnego, ale także choroby towarzyszące [8,9]. Choroby układu krążenia są jednym z najczęściej występujących schorzeń co przy wcięż rosnącej liczbie nurków rekreacyjnych zmusza do zastanowienia się nad wpływem nurkowania nieprzygotowanych fizycznie pacjentów z chorobami układu krążenia, w którym w trakcie nurkowania zachodzą poważne zmiany [4,9]. Ten przegląd podsumowuje wiedzę na temat korelacji między nurkowaniem a wpływem jaki wywiera ono na pacjentów cierpiących na chorobę niedokrwienną serca, nadciśnienie tętnicze oraz cukrzycę.

CHOROBA NIEDOKRWIENNA SERCA

Nurkowanie swobodne zwiększa wykorzystanie tlenu przez mięsień sercowy przez co może zwiększać niedokrwienie u pacjentów z chorobami serca. Nawet nurkowania, które powszechnie uważane są za bezpieczne i nie odbywają się na duże głębokości mogą być powiązane ze znaczącymi zmianami w układzie krążenia [19]. W związku z tym, iż 80-90% zgonów w trakcie nurkowania dotyczy pacjentów powyżej 50 roku życia, DAN rekomenduje ocenę ryzyka wystąpienia choroby niedokrwiennej serca (ChNS) u pacjentów już powyżej 40 roku życia. Zalecenia takie podkreślają jak duże może być ryzyko nurkowania z niewykrytą ChNS. Procedura ta powinna zostać dokonana poprzez ocenę czynników ryzyka oraz badanie elektrokardiograficzne [25].

Pośród czynników ryzyka znaczących dla oceny wystąpienia komplikacji u pacjenta w trakcie nurkowania zalicza się obciążenia rodzinne, palenie, wysokie ciśnienie tętnicze, wysoki poziom cholesterolu, otyłość, cukrzyca oraz siedzący tryb życia, a także inne klasyczne czynniki ryzyka jak wiek, płeć męska, używanie kokainy i amfetaminy, obturacyjny bezdech senny, a także takie parametry jak niski poziom potasu czy magnezu. Dalsze postępowanie zależy od występujących zmian – często zalecane jest wysiłkowe badanie elektrokardiograficzne, w trakcie którego osoba chcąca nurkować powinna tolerować wysiłek na poziomie 13 METs. U pacjentów po zawale serca lub zabiegowym leczeniu choroby wieńcowej zaleca się wstrzymanie od nurkowania przez co najmniej 6 do 12 miesięcy z następową oceną stanu pacjenta przez specjalistę [25,26]. CAD nie jest bezwzględny przeciwwskazaniem do rozpoczęcia nurkowania rekreacyjnego jednakże osoby podejmujące się nurkowania rekreacyjnego z CAD powinny zostać uświadomione jakie może to nieść ze sobą ryzyko oraz powinny być poddawane okresowej kontroli.

NADCIŚNIENIE TĘTNICZE

Nadciśnienie tętnicze (NT) jest jedną z najbardziej rozpowszechnionych chorób w populacji ogólnej. Jak pokazuje wiele badań kohortowych również wielu nurków cierpi na to schorzenie, a co się z tym wiąże – zażywają oni leki stosowane w leczeniu NT. Przegląd Divers Alert Network (DAN) z 2018 roku donosi, iż wśród badanych nurków w Stanach Zjednoczonych aż 24,6% ma nadciśnienie tętnicze, a w raporcie European Society of Cardiology dotyczącym czynników ryzyka chorób sercowo-naczyniowych z 2018 roku wykazano nawet wyższy procent występowania nadciśnienia wśród nurków, bo aż 32,7% [18,19].

Farmakoterapia nadciśnienia tętniczego u osoby nurkującej musi uwzględniać aspekty fizjologiczne wynikające z tego sportu. Wśród najistotniejszych z nich znajduje się centralizacja krążenia, wazokonstrykcja naczyń obwodowych, odruchowa bradykardia.

W konsekwencji dochodzi do wzrostu ciśnienia tętniczego [4,5,9].

- **Inhibitory enzymu konwertującego angiotensynę (ACEI)** są bezpieczną do stosowania grupą leków jednak należy zwrócić szczególną uwagę na to czy u osoby nurkującej nie pojawia się jego najczęściej opisywane działanie niepożądane – suchy kaszel. Nurkowie oddychający suchą mieszaniną gazów mogą być szczególnie narażeni na jego wystąpienie. W tym przypadku zaleca się zmianę ACEI na bloker receptora angiotensyny II. Jednak ACEI wciąż pozostają pierwszym wyborem leczenia nadciśnienia tętniczego wśród nurków gdy nie ma wskazań do zastosowania innej terapii.
- **Antagoniści wapnia** to wazodylatatory, których powszechnym działaniem niepożądanym jest hipotensja ortostatyczna. W trakcie nurkowania może dojść do nagłego obniżenia ciśnienia w trakcie wynurzenia gdy odwrócony zostaje efekt centralizacji krążenia. W związku z tym u nurków zażywających antagonistów wapnia należy edukować o tym jak ważne jest ostrożne wynurzenie by układ krążenia mógł zaadaptować się do powrotu do funkcjonowania w warunkach po wynurzeniu.

- **Diuretyki tiazydowe** są stosunkowo bezpieczną do stosowania grupą leków stosowanych w leczeniu NT. Należy jednak wziąć pod uwagę ich efekt działania jakim jest odwodnienie i zadbać o odpowiednie nawodnienie przed i po nurkowaniu.
- **Beta blokery** mogą wpływać na bezpieczeństwo w trakcie nurkowania poprzez kilka mechanizmów. Ich działanie na oskrzelowe receptory może spowodować obniżenie nasilonej pierwszosekundowej objętości wydechowej (FEV1), a ich chronotropowo ujemne działanie na mięsień sercowy może potęgować odruchową bradykardię po zanurzeniu. Po wykluczeniu u pacjenta-nurka opisanych działań niepożądanych beta blokery mogą być stosowane u nurków [20–23].

Istnieją doniesienia, iż nurkowie z nadciśnieniem tętniczym są szczególnie narażeni na wystąpienie zanurzeniowego obrzęku płuc (immersion pulmonary oedema) gdy dochodzi do stosunkowo nagłej akumulacji płynu w płucach w wyniku zmian w układzie krążenia zachodzących po zanurzeniu. Może to spowodować znaczącą duszność, ból w klatce piersiowej, kaszel. Nie jest to częste zjawisko jednak jest trudne do przewidzenia. Może jednak być śmiertelne, a nadciśnienie tętnicze opisywane jest jako główny czynnik ryzyka [1,24].

Nadciśnienie tętnicze dobrze leczone nie jest przeciwwskazaniem do nurkowania. Jego rozpowszechnienie wśród populacji wskazuje na to jak istotne jest, aby osoba chcąc rozpocząć nurkowanie rekreacyjne była pod kontrolą z uwzględnieniem działań niepożądanych poszczególnych leków, które mogą mieć specyficzny przebieg ze względu na zmiany zachodzące w układzie krążenia przy nurkowaniu.

CUKRZYCA

Cukrzyca (DM) była wcześniej uważana za przeciwwskazanie do rekreacyjnego nurkowania swobodnego, przede wszystkim ze względu na ryzyko wystąpienia hipoglikemii pod wodą, która niesie za sobą zaburzenia świadomości. Brak było konkretnych wytycznych dotyczących oceny cierpiących na cukrzycę amatorów nurkowania swobodnego, a opinie ekspertów dotyczące tego zagadnienia w poszczególnych krajach znacznie się różniły [10–12]. W Wielkiej Brytanii w roku 1992 został wprowadzony zakaz nurkowania przez osoby chore na cukrzycę wymagające leczenia farmakologicznego. Zalecenia Australijskiego Towarzystwa z 1994 roku opisywały nurkowanie przez osoby leczone insuliną jako niewskazane. Jednak coraz więcej dowodów naukowych, w tym badań epidemiologicznych i kontrolowanych analiz przypadków, wskazuje, że niektórzy pacjenci z DM mogą bezpiecznie nurkować w odpowiednich warunkach. Szczególnie w typie II DM gdzie do wystąpienia hipoglikemii dochodzi znacznie rzadziej ze względu na przynajmniej resztkową pracę komórek trzustki [9,12,13].

W 1997r. przeprowadzono badanie pacjentów w DM typu 1 w komorze hiperbarycznej. Poziom glikemii mierzony był u nurków na poziomie morza oraz w komorze hiperbarycznej w warunkach naśladujących nurkowanie na głębokość 27 metrów – nie wykazano znaczących różnic w pomiarach [13]. Bazując na obecnym stanie wiedzy można dokonać kwalifikacji pacjenta z cukrzycą do dopuszczenia do nurkowania. Warty podkreślenia jest jednak to, iż pacjent taki musi zgłosić się na taką kwalifikację, a niestety w wielu ośrodkach, gdzie praktykuje się nurkowanie amatorskie nie jest to wymagane. Wciąż istnieją różnice w wytycznych i zaleceniach w zależności od towarzystwa naukowego [11]. Pomimo różnic, wszystkie z nich podkreślają jednak cztery najważniejsze filary, które muszą zostać spełnione by pacjent z cukrzycą został bezpiecznie dopuszczony do nurkowania:

- Cukrzyca powinna być dobrze wyrównana bez występowania epizodów ciężkiej hipoglikemii, bez poważnych powikłań.
- Maksymalna liczba zanurzeń w ciągu dnia nie powinna przekraczać dwóch; przerwa między nimi powinna być dłuższa niż 60 min., a głębokość zanurzenia powinna wynosić maksymalnie 30m.
- Pomiar glikemii powinny mieć miejsce 30 minut, 60 minut i bezpośrednio przed zanurzeniem oraz po wynurzeniu.
- Partner nurkowania osoby chorej na cukrzycę powinien przejść przeszkolenie dotyczące objawów hipoglikemii oraz hiperglikemii. Nurek-cukrzyk ma być zaopatrzony w doustną, łatwo przyswajalną glukozę na powierzchni i podczas nurkowania, a także glukagon do podania parenteralnego na powierzchni - partner nurka również musi być przeszkolony w jego podawaniu. Przy szkoleniu partnera warto zwrócić uwagę na sygnalizację hipoglikemii – nurek z cukrzycą czując podczas nurkowania spadek glikemii pokazuje partnerowi sygnalizację pod postacią litery L utworzonej przez kciuk i palec wskazujący. Jest to znak oznaczający „low”, który sygnalizuje niski poziom glikemii [14–17].

Z istotnych zaleceń proponuje się zrezygnowanie w dniu nurkowania z podawania pochodnych sulfonilomocznika, których stosowanie obarczone jest wystąpieniem hipoglikemii [13].

Przestrzeżenie wymienionych czterech filarów nurka-cukrzyka pozwala na bezpieczne amatorskie nurkowanie swobodne pacjenta z cukrzycą.

PODSUMOWANIE

Popularność rekreacyjnego nurkowania swobodnego wzrasta, a wraz z nią potrzeba uświadamiania kandydatów do uprawiania tego sportu, iż choroby sercowo-naczyniowe są główną przyczyną wypadków nurkowych spowodowanych złym stanem zdrowia. Osoby z grup ryzyka powinny zostać poddane kontroli lekarskiej przed rozpoczęciem nurkowania by zminimalizować ryzyko możliwych powikłań. DAN kładzie szczególny nacisk na wagę treningu oraz odpowiedniej edukacji

osób cierpiących na ChNS, nadciśnienie tętnicze czy cukrzycę. Takie usystematyzowane podejście pozwala na bezpieczną kwalifikację do nurkowania amatorskiego osób obciążonych chorobami z „sercowo-naczyniowego TOP trzy”.

BIBLIOGRAFIA

1. K. Åsmul, Å. Irgens, M. Grønning, A. Møllerlækken, Diving and long-term cardiovascular health, *Occup. Med. (Chic. Ill)*. (2017) 371–376. doi:10.1093/occmed/kqx049;
2. C. Marabotti, A. Scalzini, D. Cialoni, M. Passera, A. Ripoli, A. L'Abbate, R. Bedini, Effects of depth and chest volume on cardiac function during breath-hold diving, *Eur. J. Appl. Physiol.* 106 (2009) 683–689. doi:10.1007/s00421-009-1068-8;
3. C. Marabotti, A. Scalzini, D. Menicucci, M. Passera, R. Bedini, A. L'Abbate, Cardiovascular changes during SCUBA diving: An underwater Doppler echocardiographic study, *Acta Physiol.* 209 (2013) 62–68. doi:10.1111/apha.12112;
4. R. Vann, M. Lang, *Recreational diving fatalities*, 2011;
5. J.F. Cheng, M. Diamond, SCUBA diving for individuals with disabilities, *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 84 (2005) 369–375. doi:10.1097/01.PHM.0000159974.01251.E2;
6. K.D. Torp, H.M. Murphy-Lavoie, *Diving, Return To Diving*, StatPearls Publishing, 2018. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29763198> (accessed May 18, 2018);
7. V. Papadopoulou, P. Germonpré, D. Cosgrove, R.J. Eckersley, P.A. Dayton, G. Obeid, A. Boutros, M.X. Tang, S. Theunissen, C. Balestra, Variability in circulating gas emboli after a same scuba diving exposure, *Eur. J. Appl. Physiol.* 0 (2018) 1–10. doi:10.1007/s00421-018-3854-7;
8. R. Pougnet, L. Di Costanzo, B. Lodde, A. Henckes, L. Dherbecourt, D. Lucas, D. Jegaden, J.-D. Dewitte, Cardiovascular risk factors and cardiovascular risk assessment in professional divers., *Int. Marit. Health.* 63 (2012) 164–169. <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=medl&NEWS=N&AN=23129099>;
9. R. Pougnet, M. Uguen, G. Verdier, L. Pougnet, D. Lucas, B. Lodde, J.-D. Dewitte, Predicted nine-year risk of diabetes among professional divers: a prospective study., *Int. Marit. Health.* 66 (2015) 87–92. doi:10.5603/IMH.2015.0021;
10. L. Eichhorn, D. Leyk, Tauchmedizinische Sprechstunde, *Dtsch. Arztebl. Int.* 112 (2015) 147–158. doi:10.3238/arztebl.2015.0147;
11. T. Koufakis, S.N. Karras, O.G. Mustafa, D. Karangelis, P. Zebekakis, K. Kotsa, Into the deep blue sea: A review of the safety of recreational diving in people with diabetes mellitus, *Eur. J. Sport Sci.* 20 (2020) 1–16. doi:10.1080/17461391.2019.1606286;
12. C.J. Edge, M. St Leger Dowse, P. Bryson, Scuba diving with diabetes mellitus--the UK experience 1991-2001., *Undersea Hyperb. Med.* 32 (2005) 27–37;
13. D. Ługowska, T. Ługowski, O. Krzywińska, M. Kozakiewicz, P. Grzelakowski, Diabetic Patients Who are Amateur Divers, *Polish Hyperb. Res.* 64 (2018) 39–44. doi:10.2478/phr-2018-0017;
14. R. Johnson, A day in the life of a diabetic diver: the Undersea and Hyperbaric Medical Society/Divers Alert Network protocol for diving with diabetes in action., *Diving Hyperb. Med.* 46 (2016) 181–185;
15. R. Johnson, Insulin-dependent diabetes mellitus and recreational scuba diving in Australia., *Diving Hyperb. Med.* 46 (2016) 181–185;
16. J. Jendle, P. Adolfsson, H. Ornhaugen, Swedish recommendations on recreational diving and diabetes mellitus., *Diving Hyperb. Med.* 42 (2012) 231–233;
17. N. Jepson, R. Rienks, D. Smart, M.H. Bennett, S.J. Mitchell, M. Turner, South Pacific Underwater Medicine Society guidelines for cardiovascular risk assessment of divers., *Diving Hyperb. Med.* 50 (2020) 273–277. doi:10.28920/dhm50.3.273-277;
18. P. Buzzacott, C. Edelson, C.M. Bennett, P.J. Denoble, Risk factors for cardiovascular disease among active adult US scuba divers, *Eur. J. Prev. Cardiol.* 25 (2018) 1406–1408. doi:10.1177/2047487318790290;
19. S.I. Ranapurwala, K.L. Kucera, P.J. Denoble, The healthy diver: A cross-sectional survey to evaluate the health status of recreational scuba diver members of Divers Alert Network (DAN), *PLoS One.* 13 (2018) 1–12. doi:10.1371/journal.pone.0194380;
20. L. Vanhees, J.G. Defoor, D. Schepers, P. Lijnen, B.Y. Peeters, P.H. Lacante, R.H. Fagard, Effect of bisoprolol and atenolol on endurance exercise capacity in healthy men., *J. Hypertens.* 18 (2000) 35–43. doi:10.1097/00004872-200018010-00006;
21. D.R. Morales, C. Jackson, B.J. Lipworth, P.T. Donnan, B. Guthrie, Adverse respiratory effect of acute β -blocker exposure in asthma: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials., *Chest.* 145 (2014) 779–786. doi:10.1378/chest.13-1235;
22. Niklas, A. Flotyńska, A. Puch-Walczak, M. Polakowska, R. Topór-Mądry, M. Polak, W. Piotrowski, M. Kwaśniewska, P. Nadrowski, A. Pająk, W. Bielecki, K. Kozakiewicz, W. Drygas, T. Zdrojewski, A. Tykarski, Prevalence, awareness, treatment and control of hypertension in the adult Polish population – Multi-center National Population Health Examination Surveys – WOBASZ studies, *Arch. Med. Sci.* 14 (2018) 951–961. doi:10.5114/aoms.2017.72423;
23. G. Mancia, G. De Backer, A. Dominiczak, R. Cifkova, R. Fagard, G. Germano, G. Grassi, A.M. Heagerty, S.E. Kjeldsen, S. Laurent, K. Narkiewicz, L. Ruilope, A. Rynkiewicz, R.E. Schmieder, H.A.J.S. Boudier, A. Zanchetti, 2007 Guidelines for the Management of Arterial Hypertension: The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC), 2007. doi:10.1097/HJH.0b013e3281fc975a;
24. M. Coulange, P. Rossi, O. Gargne, Y. Gole, J. Bessereau, J. Regnard, Y. Jammes, A. Barthélémy, J.P. Auffray, A. Boussuges, Pulmonary oedema in healthy SCUBA divers: new physiopathological pathways., *Clin. Physiol. Funct. Imaging.* 30 (2010) 181–186. doi:10.1111/j.1475-097X.2010.00922.x;
25. P.J. Denoble, DAN annual diving report 2019 edition, 2019;
26. J.H. Lynch, A.A. Bove, Diving medicine: A review of current evidence, *J. Am. Board Fam. Med.* 22 (2009) 399–407. doi:10.3122/jabfm.2009.04.080099.

Ewa Mańka

SP ZOZ MSWiA w Katowicach im. Sierżanta Grzegorza Załogi
ul. Głowackiego 10
40-052 Katowice
e-mail: ewa.irena.manka@gmail.com
tel.: +48 783 790 909