

## **WIEDZA WYBRANEJ GRUPY STUDENTÓW MEDYCYNY W ZAKRESIE TLENOTERAPII HIPERBARYCZNEJ**

Gabriela Henrykowska, Andrzej Buczyński, Małgorzata Lewicka, Magdalena Zawadzka

Zakład Epidemiologii i Zdrowia Publicznego UM w Łodzi

### **STRESZCZENIE**

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat nastąpił gwałtowny rozwój w badaniach i stosowaniu terapii tlenem hiperbarycznym (ang. hyperbaric oxygen therapy, HBO), a współczesna medycyna coraz częściej korzysta z jego dobroczynnego działania. Celem badania było sprawdzenie, co na temat tlenoterapii hiperbarycznej wiedzą przyszli lekarze (studenci medycyny).

Badanie ankietowe przeprowadzono wśród 240 studentów kierunku lekarskiego (III i V roku studiów) Wydziału Wojskowo-Lekarskiego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi. Jako narzędzie wykorzystano autorski kwestionariusz ankiety zawierający pytania o kafeterii zamkniętej.

Wiedza studentów dotycząca tlenoterapii hiperbarycznej była zróżnicowana i niektórych przypadkach nie była zależna od roku studiów. Zaobserwowano, że wiedza studentów z zakresu omawianej tematyki jest zależna od ilości godzin dydaktycznych na nią przeznaczonych.

**Słowa kluczowe:** terapia hiperbaryczna, wiedza studentów medycyny.

---

### ARTICLE INFO

---

PolHypRes 201 Vol. 62 Issue 1 pp. 75 - 84

ISSN: 1734-7009 eISSN: 2084-0535

DOI: 10.2478/phr-2018-0006

Strony: 10, rysunki: 6, tabele: 0

page **www of the periodical:** [www.phr.net.pl](http://www.phr.net.pl)

**Typ artykułu: oryginalny**

**Termin nadesłania: 02.12.2018 r.**

**Termin zatwierdzenia do druku: 14.01.2018 r.**

**Publisher**

Polish Hyperbaric Medicine and Technology Society



## WSTĘP

Terapia tlenem hiperbarycznym (ang. hyperbaric oxygen - HBO) jest leczeniem polegającym na zastosowaniu tlenu pod ciśnieniem większym od 1 atm. w komorze hiperbarycznej. Podczas zabiegów leczniczych, w dostępnych obecnie komorach, ciśnienie wynosi zazwyczaj 2,5 ATA [1,2]. Dzięki temu można wielokrotnie zwiększyć ilość tlenu dostarczonego do komórek organizmu, gdyż chorzy w trakcie zabiegu oddychają 100% tlenem. Tlen w warunkach hiperbarycznych jest dostarczany do komórek organizmu nie tylko przez utlenowanie hemoglobiny, ale i w postaci rozpuszczonej w osoczu krwi [3].

Wykazano, że w jednym litrze surowicy krwi znajdują się 3 ml rozpuszczonego fizycznie tlenu. Wiadomym jest, że oddychając 100% tlenem w warunkach normobarii, wysycenie surowicy krwi tlenem wzrasta do 20 ml/l. Pełne zapotrzebowanie organizmu będącego w spoczynku na tlen można zrealizować, oddychając 100% tlenem w warunkach hiperbarii tlenowej, co prowadzi do wzrostu stężenia rozpuszczonego w surowicy tlenu do 50 ml/l [1,2,3,4,].

Wskazaniem do HBO są m.in.: choroba dekompresyjna, zatrucie tlenkiem węgla, zatorowość powietrzna lub inna gazowa, zgorzel gazowa, martwicze zakażenia tkanek miękkich, urazy wielonarządowe czy też oparzenia termiczne. trudno gojące się rany, stany wyjątkowo dużej utraty krwi, ropnie wewnątrzczaszkowe, martwicze zakażenia tkanek miękkich, odporne na leczenie zapalenia kości, późne uszkodzenia popromienne, zagrożone odrzuceniem przeszczepy skórne, oparzenia termiczne, promienicę [5,6,7,8,9]. Lista wskazań oraz przeciwwskazań do stosowania HBO, ustalona została w roku 2013 przez European Committee of Hyperbaric Medicine (ECHM) i jest cyklicznie aktualizowana, a Narodowy Fundusz Zdrowia refunduje leczenie hiperbaryczne.

Od wielu lat tlen hiperbaryczny jest wykorzystywany w procedurach leczniczych. Nie słabnie także zainteresowanie badaczy poszukiwaniem nowych możliwości praktycznego zastosowania procedur HBOT (ang. Hyperbaric Oxygen Treatment) [15].

Adepci medycyny powinni posiadać wiedzę oraz praktyczne umiejętności w zakresie profilaktyki, diagnostyki i leczenia niezbędne do wykonywania zawodu lekarza, a stypendyści Ministerstwa Obrony Narodowej, dodatkowo, wiedzę niezbędną w pracy lekarza-oficera. Specyfiką pracy lekarza jest też ustawiczne kształcenie, aby jak najlepiej służyć pacjentom. Biorąc powyższe pod uwagę, wydaje się istotne sprawdzić jaką wiedzę z zakresu tlenoterapii hiperbarycznej posiadają studenci medycyny - przyszli lekarze.

## MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto 240 studentów kierunku lekarskiego, Wydziału Wojskowo - Lekarskiego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi. Do badania zostało losowo wybranych po 120 studentów z roczników III i V, w tym po 60 osób studiujących w ramach limitu miejsc Ministerstwa Obrony Narodowej (MON) z każdego analizowanego rocznika.

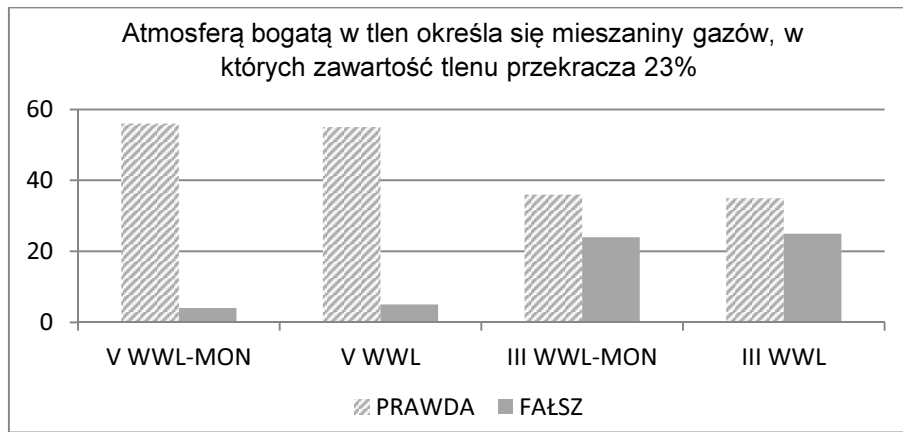
Narzędziem badawczym był autorski kwestionariusz ankiety o kafeterii zamkniętej zawierający 30 pytań z zakresu tlenoterapii hiperbarycznej oraz metryczkę.

Dokonano analizy statystycznej z użyciem w programie STATISTICA 12 PL, a poziom istotności przyjęto dla  $\alpha = 0,05$ . Dla czytelnego zobrazowania, na wykresach, wyniki przedstawiono liczbowo, wskazując liczbę poprawnych i błędnych odpowiedzi uzyskaną w każdej grupie. W niniejszej pracy WWL - MON - oznacza osoby studiujące w ramach limitu miejsc Ministerstwa Obrony Narodowej, a skrót WWL - oznacza pozostałych („cywilnych”) studentów kierunku lekarskiego.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Terapię tlenem hiperbarycznym prowadzi się w komorach hiperbarycznych, które NFPA (National Fire Protection Association) podzieliło na trzy klasy: A - jednomiejscowe, B - wielomiejscowe oraz C - dla zwierząt [10,11]. Ankietowani studenci, którzy już zetknęli się z tematyką tlenoterapii hiperbarycznej (V rok) bez problemu wskazywali rodzaje komór hiperbarycznych (90% prawidłowo udzielonych odpowiedzi). Posiadali również podstawową wiedzę historyczną dotyczącą komór hiperbarycznych (75 % poprawnych odpowiedzi). Niestety wiedza studentów III roku w tym zakresie była znikoma (15% dobrych odpowiedzi).

Atmosferą bogatą w tlen określa się mieszaniny gazów, w których zawartość tlenu przekracza 23%. Niestety, w badaniach własnych duża część studentów III roku nie potrafiła wskazać właściwej odpowiedzi (mimo zrealizowania już przedmiotów takich jak biofizyka czy patofizjologia (ryc. 1).



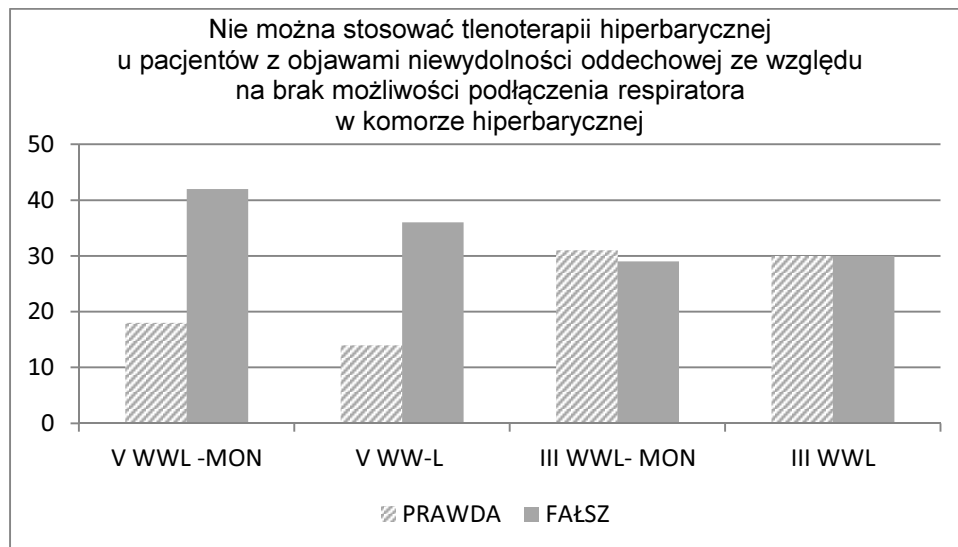
Rys. 1 Wiedza ankietowanych z zakresu bezpieczeństwa w komorach hiperbarycznych.

Ze względów bezpieczeństwa, w komorach hiperbarycznych wieloosobowych, do wytworzenia ciśnienia stosuje się tylko powietrze. Aplikowanie tlenu pacjentom odbywa się poprzez kaptury ze szczelnymi gumowymi kołnierzami lub specjalne maski twarzowe. Przepisy dopuszczają [10,11] używanie w nich mieszaniny oddechowej zawierającej maksymalnie 23% tlenu, dzięki czemu możliwe jest stosowanie aparatury monitorującej, respiratorów i pomp infuzyjnych.

Wśród ankietowanych, znajomość tych przepisów bezpieczeństwa była zróżnicowana. Najlepsze wyniki uzyskali stypendyści MON z V roku – 58

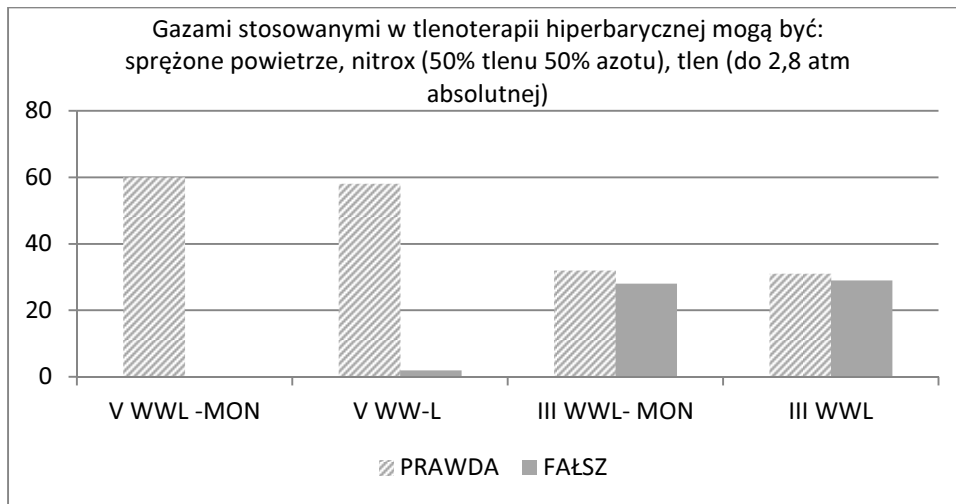
prawidłowych odpowiedzi. Minimalnie mniej poprawnych odpowiedzi (55) uzyskali „cywilni” studenci tego roku. Wśród studentów III roku poprawność oscylowała ok. 50% - nie zależnie od grupy. Badani nie zależnie od roku studiów, nie widzieli, że przy podwyższonym ciśnieniu, i w atmosferze bogatej w tlen, energia potrzebna do wywołania zapłonu jest niższa niż w warunkach normalnych. Liczba prawidłowych odpowiedzi w każdej grupie nie przekraczała 25.

Dzięki odpowiednim możliwościom technicznym, pacjenci z objawami niewydolności oddechowej nie zostają pozbawieni możliwości korzystania z tlenoterapii hiperbarycznej. Istnieje kilka typów respiratorów, które są wykorzystywane w komorach hiperbarycznych [12]. Zaskakujące jest, że znaczna część studentów V roku nie potrafiła wskazać w ankiecie właściwej odpowiedzi (ryc. 2).



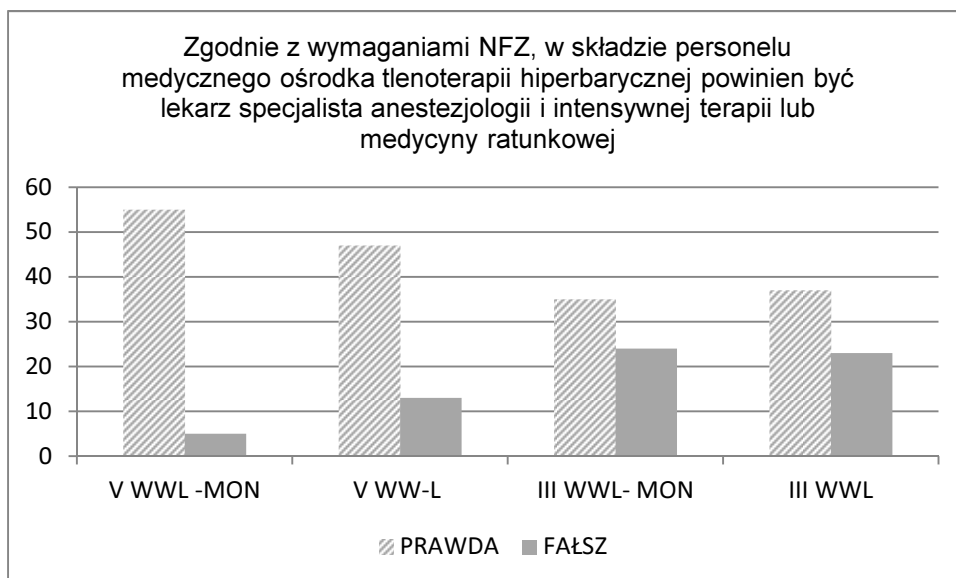
Rys. 2 Wiedza studentów w zakresie stosowania tlenoterapii hiperbarycznej wśród pacjentów niestabilnych oddechowo.

Badanym studentom trudno było wskazać inne gazy, oprócz tlenu, stosowane w tlenoterapii hiperbarycznej. Jedynie studenci V roku, studiujący w ramach limitu MON nie mieli żadnych wątpliwości z wskazaniem właściwych odpowiedzi (ryc. 3). Może to wynikać ze zwiększonej ilości godzin dydaktycznych przeznaczonych na omawianą tematykę.



Rys. 3 Gazy stosowane w tlenoterapii hiperbarycznej w opinii ankietowanych.

Podobnie przedstawia się wiedza dotycząca przepisów prawno-organizacyjnych w zakresie tlenoterapii hiperbarycznej. Znacząca część studentów trzeciego roku nie wiedziała, iż tlenoterapia hiperbaryczna należy do świadczeń odrębnie kontraktowanych przez NFZ. Również nie byli świadomi wymagań NFZ dotyczących składu personelu medycznego ośrodka tlenoterapii hiperbarycznej (rys. 4) [6].



Rys. 4 Wiedza ankietowanych dotycząca składu personelu medycznego ośrodka tlenoterapii hiperbarycznej.

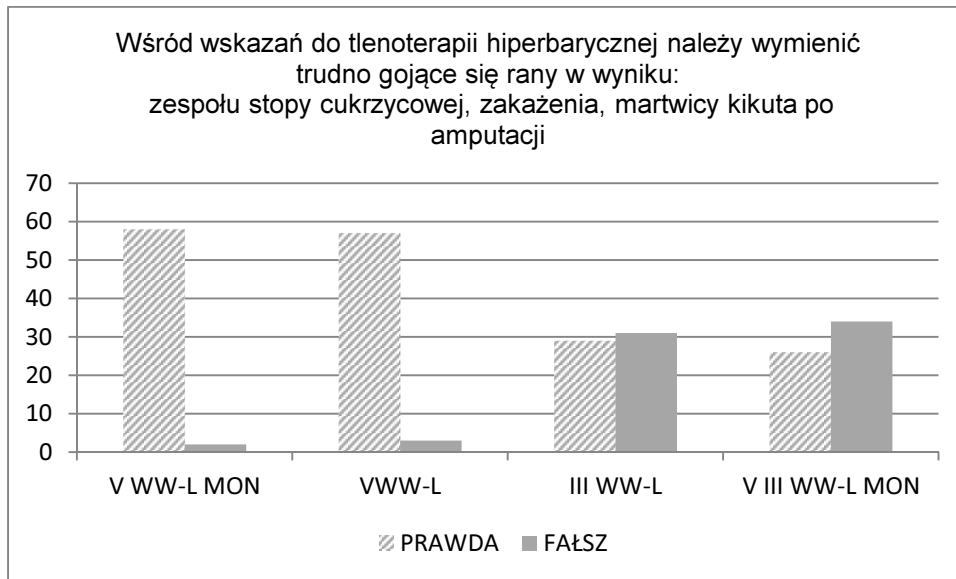
Tlen hiperbaryczny działając na organizm ludzki, w zależności od zastosowanych parametrów fizycznych, wykazuje zarówno pozytywne jak i niekorzystne efekty. Korzyści dotyczą między innymi zmian w zakresie funkcjonowania układu krążenia, układu oddechowego, procesów związanych z gojeniem się przewlekłych ran. Zwiększenie utlenowania tkanek powoduje przyspieszenie proliferacji fibroblastów, przyspieszenie regeneracji niedokrwiionych fragmentów skóry. Ponadto, przyspieszenie procesu ziarninowania i naskórkowania ran oraz nasilenie procesu angiogenezy, a także poprawę ukrwienia tętniczego i żylnego tkanek [13,14].

Zdecydowana większość (63,75%) studentów, zarówno III jak i V roku studiów potrafiła wymienić korzyści wynikające z działania podwyższonego ciśnienia parcjalnego tlenu. Ankietowani wskazywali na poprawę gojenia się ran w obszarach hipoksji, a także na zmniejszenie obrzęku w tkankach oparzonych.

Gojenie ran stanowi złożony a zarazem dynamiczny proces. Wyróżnić można trzy okresy: wysiękowego zapalenia (około 4 dni od powstania rany), okres ziarniny (4-ty do 7-go dnia gojenia) oraz czas kształtowania się blizny. Całość niepowikłanego procesu gojenia rany trwa zazwyczaj około trzech tygodni od momentu jej powstania.

Wśród czynników zewnętrznych, istotnie wpływających na proces gojenia można wyróżnić sposób pielęgnacji rany. Wykazano istotną rolę bakterii beztlenowych w rozwoju zakażenia ran [16,17]. W warunkach podwyższonego ciśnienia tlen wywiera na bakterie beztlenowe działanie toksyczne. Przy zastosowaniu ciśnienia rzędu 2-3 ata obserwowano istotne zmniejszenie wzrostu beztlenowców [3,18]. Już w latach 60 ub. wieku, badania Winter i wsp. wykazały, że założenie na rany opatrunków przenikalnych dla tlenu znacznie przyspiesza procesy naprawcze w porównaniu do ran opatrywanych w standardowy sposób [19].

Dlatego też, między innymi, wśród wskazań do tlenoterapii hiperbarycznej wymienić należy trudno gojące się rany w wyniku zespołu stopy cukrzycowej, a także zakażenia oraz martwicę kikuta po amputacji. Niestety, znaczna liczba studentów III roku jeszcze o tym nie wie (rys. 5).



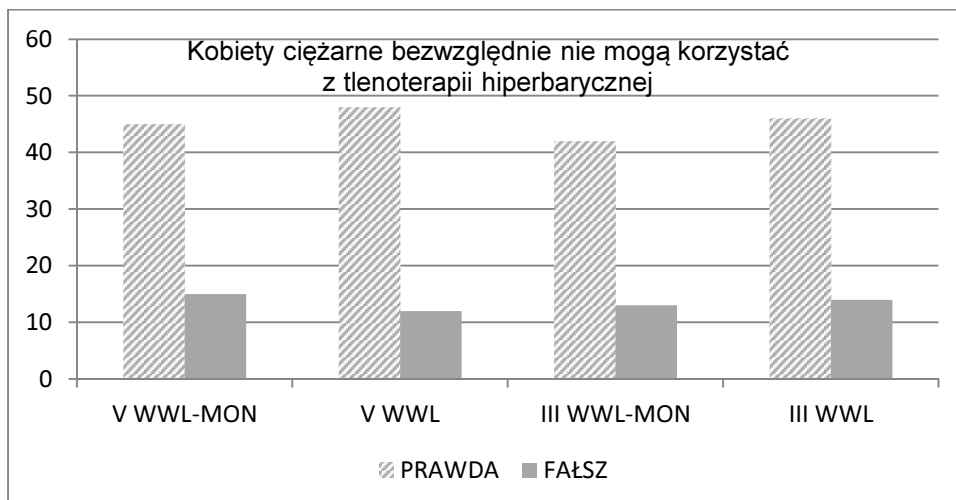
Rys. 5 Znajomość stosowania tlenoterapii hiperbarycznej w wybranych schorzeniach.

Wzrastające zainteresowanie podwodnym światem, zwiększenie dostępności szkół nurkowych jak i szybki rozwój techniki nurkowej wiążą się, niestety, z rosnącą liczbą chorób i wypadków nurkowych. Choroba dekompresyjna (DSC) wywołwana jest desaturacją, czyli nagłym powstaniem w organizmie pęcherzyków gazu rozpuszczonych w tkankach podczas nurkowania. Połowa przypadków choroby dekompresyjnej ujawnia się 30 min po wynurzeniu, 90% - do 3 godzin, 99% - do 12 godzin, 100% - do 36 godzin [20]. DSC traktuje się jako stan nagłego zagrożenia życia. Do wypadku dochodzi zazwyczaj podczas zbyt szybkiego spadku ciśnienia (np. przy błędnym wynurzeniu). Jedyną skuteczną metodą leczenia choroby dekompresyjnej jest umieszczenie chorego w komorze hiperbarycznej i poddaniu rekompresji [3,21].

Hiperbaryczna terapia tlenowa wykorzystywana jest również jako podstawowa metoda leczenia zatrucia tlenkiem węgla [8,21,22]. Do zatrucia dochodzi najczęściej podczas pożaru i przebywaniu w zadymionym pomieszczeniu czy też w wyniku nieszczelności i braku sprawnej instalacji gazowej, a także nieszczelności przewodów wentylacyjnych. Średni czas półtrwania HbCO we krwi oddychając tlenem atmosferycznym, wynosi 5-6 godzin. Tlenoterapia 100% tlenem skraca okres półtrwania HbCO do 30-90 min. Natomiast tlenoterapia hiperbaryczna, przy oddychaniu 100% tlenem pod ciśnieniem 2,5 ATA, skraca ten czas do 15-20 min [22].

Przy zatruciu tlenkiem węgla u ciężarnych, bez względu na okres ciąży, hiperbaryczna terapia tlenowa przy poziomie HbCO większym niż 10% powinna stanowić leczenie z wyboru. Stężenie karboksyhemoglobiny u płodu jest o 20-30% większe niż u matki, a hemoglobina płodowa wykazuje większe powinowactwo do CO. Dlatego istotnym jest użycie tlenoterapii hiperbarycznej a nie tylko tlenoterapii biernej, która tylko redukuje HbCO u matki pozostawiając krew płodu wysyconą tlenkiem węgla [3,23,24].

W badaniach własnych, prawie wszyscy ankietowani (234 osoby) wiedzieli, że właściwym postępowaniem leczniczym w chorobie dekompresyjnej czy zatruciu tlenkiem węgla jest tlenoterapia hiperbaryczna. Niestety, 13-15 osób z każdej badanej grupy nie potrafiło wskazać czy kobiety ciężarne można poddać tlenoterapii hiperbarycznej w przypadku zatrucia CO (rys. 6).



Rys. 6 Znajomość postępowania w zatruciu tlenkiem węgla w opinii ankietowanych.

Innym wskazaniem do leczenia tlenoterapią hiperbaryczną jest nagła głuchota [25]. Do jej wystąpienia dochodzi najczęściej pomiędzy 30 a 50 rokiem życia, a częstotliwość występowania szacuje się na 5–20 przypadków na 100 000 ludności. HBO powoduje znaczący wzrost ciśnienia parcjalnego tlenu w tkankach, w tym przypadku w ślimaku, który jest bardzo wrażliwy na niedotlenienie. Komórki czuciowe ucha wewnętrznego uzależnione są od wychwytu tlenu z endolimfy drogą dyfuzji gdyż nie są bezpośrednio zaopatrywane w tlen drogą naczyniową. Zatem zwiększenie ciśnienia parcjalnego tlenu w endolimfie pod wpływem hiperbarii tlenowej może prowadzić do kompensacji niedoboru tlenu w tych komórkach [3,26,27]. Niestety, ponad 30 % badanych studentów V roku i aż 55% III roku nie wiedziało, że wskazaniem do leczenia tlenem hiperbarycznym są nagła głuchota oraz głuchota po urazie akustycznym.

Jednym z przeciwwskazań względnych do HBO jest zapalenie zatok obocznych nosa. Niestety, mniej niż połowa (n=28) ankietowanych studentów III roku i tylko 60% V roku potrafiło wskazać tę odpowiedź. Najwięcej prawidłowych odpowiedzi (n=38) uzyskano wśród stypendystów MON z V roku studiów. Uraz ciśnieniowy zatok przynosowych, głównie zatok czołowych, prawie zawsze wiąże się z ostrą infekcją błony śluzowej górnych dróg oddechowych. W stanach nagłych możliwe jest zastosowanie tlenoterapii hiperbarycznej z uwzględnieniem, że każde sprężenie musi być poprzedzone dokładną anemizacją błony śluzowej nosa i ujścia gardłowego trąbek słuchowych, a kompresja i dekompresja — prowadzone bardzo wolno [5,27,28].

Badani mieli także trudności z określeniem czy HBO jest zalecana przy stanach zapalnych kości i szpiku kostnego. Jedynie 20% wszystkich ankietowanych udzieliło prawidłowych odpowiedzi. Podobnie kształtowała się wiedza badanych w zakresie stosowania tlenoterapii hiperbarycznej w popromiennym uszkodzeniu tkanek i narządów. Zaskakującym jest, że większość ankietowanych studentów zarówno III jak i V roku (odpowiednio 75 % i 70%) uznała, że osoby z rozrusznikami serca mogą bez przeszkód korzystać z HBO.

## WNIOSKI

Wiedza studentów dotycząca tlenoterapii hiperbarycznej jest zróżnicowana i uzależniona od ilości godzin zajęć dydaktycznych przeznaczonych na tę tematykę. Duży wpływ mają także program studiów, a także indywidualne zainteresowania medycyną hiperbaryczną.

Istotnym jest zapoznanie studentów medycyny z podstawami fizycznymi tlenoterapii hiperbarycznej, badaniami naukowymi oraz doświadczeniami klinicznymi, poprzez zwiększenie ilości godzin dydaktycznych tematycznie związanych przedmiotów, tak aby zdobytą wiedzę mogli lepiej wykorzystać w swojej przyszłej pracy.

## BIBLIOGRAFIA

- Jain KK: Textbook of hyperbaric medicine. Wyd. 4. Hogrefe & Huber Publishers, Göttingen 2004;
- Mathieu D: Handbook on hyperbaric medicine. Springer, Dordrecht 2006;
- Sieroń A., Cieślak G., Kawecki M. (red.). Zarys medycyny hiperbarycznej. II wydanie. α-medica press, Bielsko-Biała 2007;
- Boerema I, Meyne N, Brummelkamp W et al.: Life without blood: a study of the influence of high atmospheric pressure and hypothermia on dilution of the blood. *J Cardiovasc Surg* 1960; 1: 133-146;
- Mathieu D, Marroni A, Kot J Tenth European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine: recommendations for accepted and nonaccepted clinical indications and practice of hyperbaric oxygen treatment. *Diving Hyperb Med*, 2017, 47(1): 24-32. PMID: 28357821;
- Zarządzenie Prezesa Narodowego Funduszu Zdrowia Nr 88/2013/DSOZ z dnia 18 grudnia 2013 r. w sprawie określenia warunków zawierania i realizacji umów w rodzaju: świadczenia zdrowotne kontraktowane odrębnie;
- Narozny W, Siebert J: Możliwości i ograniczenia stosowania hiperbarii tlenowej w medycynie. *Forum Med Rodz* 2007; 1(4): 368-375;
- Abramovich A, Shupak A, Ramon Y et al.: Hyperbaric oxygen for carbon monoxide poisoning. *Harefuah* 1997; 132: 21-24;
- Cianci P, Lueders H, Lee H et al.: Adjunctive hyperbaric oxygen reduced the need for surgery in 40-80% burns. *J Hyperb Med* 1988; 3: 97-171;
- National Fire Protection Association. Manual on fire hazards in oxygen enriched atmospheres. NFPA 53-94. Boston 1994;
- National Fire Protection Association. Standards for Health Care Facilities. NFPA 99, Ch.19. Hyperbaric facilities. Boston 1996;
- Barach P.: Management of the critically ill patient in the hyperbaric chamber. *Int. Anesthesiol. Clin.*, 2000, 38, (1), 153-166;
- Thackham J.A., McElwain D.L., Long R.J.: The use of hyperbaric oxygen therapy to treat chronic wounds: A review. *Wound Repair Regen.* 2008; 16(3): 321-30;
- Knefel G., Kawecki M., Szymańska B., Nowak M., Glik J., et al.: Hiperbaryczna terapia tlenowa jako uzupełnienie chirurgicznego leczenia zespołu stopy cukrzycowej. *Inż Biomed.* 2008; 14(1): 47-50;
- Olszański R., Konarski M., Siermontowski P.: Leczenie tlenoterapią hiperbaryczną (HBOT) jako opcja terapeutyczna dla chorych na atopowe zapalenie skóry (AZS) – doświadczenia własne i przegląd piśmiennictwa. *Polish Hyperbaric Research*, 2017, 3(60), 27-36. DOI: 10.1515/phr-2017-00012;
- Gaździk T.: Zakażenia w ortopedii. Wydawnictwo Urban & Partner, Wrocław 2005, 155-156;
- Hunter S, Langemo DK, Anderson J, Hanson D, Thompson P: Hyperbaric oxygen therapy for chronic wounds. *Adv Skin Wound Care* 2010; 23(3): 116-9;
- Mandell G.L.: Bactericidal activity of aerobic and anaerobic polymorphonuclear neutrophils. *Infect. Immun.* 1974, 9, (2), 337-341;
- Winter G.D.: A note on wound healing under dressing with special reference to perforated-film dressing. *J. Invest. Dermatol.* 1965,45,(4), 299-302;
- Olszański R.: Choroby i wypadki nurkowe. *Medical Tribune*, 2006, 11, 22-23;
- Wróblewski P., Nowak M., Jagodziński L.: Stany nagłe i ratownictwo z zastosowaniem terapii hiperbarycznej. W: Sieroń A., Cieślak G., Kawecki M. (red.). Zarys medycyny hiperbarycznej. II wydanie. α-medica press, Bielsko-Biała 2007;
- Guzman J: Carbon monoxide poisoning. *Crit Care Clin* 2012; 28: 537-548;
- Elkharat D., Raphael J.C., Korach J.M., et al.: Acute carbon monoxide intoxication and hyperbaric oxygen on pregnancy. *Intensive Care Med.* 1991, 17 (5), 289-292;
- Norkool D, Kirkpatrick J: Treatment of acute carbon monoxide poisoning with hyperbaric oxygen. A review of 115 cases. *Ann. Emerg Med* 1985; 14: 1168-1171;
- Silvermann R.K., Montano J.: Hyperbaric oxygen treatment during pregnancy in acute carbon monoxide poisoning. A case report. *J. Reprod. Med.* 1997, 42, (5), 309-311;
- Jadczak M, Rapiejko P, Kantor I et al.: Ocena wyników leczenia nagłej głuchoty idiopatycznej z zastosowaniem terapii tlenem hiperbarycznym. *Otolaryngol Pol* 2007; 61: 887-891;
- Narozny W: Hiperbaria tlenowa w patologii ucha wewnętrznego – fakty i mity. *Otolaryngol Pol* 2006; 5: 153-161;
- Plafki C., Peters P., Almeling M., Welslau W., Busch R.: Complications and side effects of hyperbaric oxygen therapy. *Aviat Space Environ Med.* 2000; 71(2): 119-24. Zatoki.

**dr n. med. Gabriela Henrykowska**  
Zakład Epidemiologii i Zdrowia Publicznego,  
Uniwersytet Medyczny w Łodzi  
gabriela.henrykowska@umed.lodz.pl