

# XI KONFERENCJA POLSKIEGO TOWARZYSTWA MEDYCyny I TECHNIKI HIPERBARYCZNEJ

LIDZBARK WARMIŃSKI  
12 – 13 GRUDNIA 2009 ROK

W dniach 12 i 13 grudnia 2009 roku po raz jedenasty odbyła się Konferencja Naukowa Polskiego Towarzystwa Medycyny i Techniki Hiperbarycznej (PTMiTH). Tym razem konferencję zorganizowano w Lidzbarku Warmińskim.

W czasie inauguracji konferencji *Prezes PTMiTH dr med. Piotr Siermontowski* wręczył nagrody i wyróżnienia przyznawane corocznie przez Towarzystwo.



Fot. 1. Prezes PTMiTH dr P. Siermontowski podczas inauguracji XI Konferencji Towarzystwa w Lidzbarku Warmińskim

W bieżącym roku nagrodę za rozwój płetwonurkowania sportowego w Polsce otrzymał Polski Związek Płetwonurkowania. Natomiast Państwowa Straż Pożarna otrzymała nagrodę za zasługi w zakresie ratownictwa wodno-nurkowego. Nagrody w imieniu tych instytucji odebrali: **Prezes PZPn Robert Nowicz** i **Komendant Wojewódzki PSP w Olsztynie bryg. mgr inż. Jan Słupski** (Fot. 2 i Fot. 3). Oprócz nagród Towarzystwa wręczono też nagrody czasopisma *Polish Hyperbaric Research* (PHR) za działalność publikacyjną w roku 2009. Nagrody z rąk redaktora naczelnego PHR *dr. inż. Adama Olejnika* odebrali pracownicy Polskiego Rejestru Statków **Pani Dagmara Rogowska** i **Dariusz Chmielewski** (Fot. 4). Autorów uhonorowano za publikację pt.: „30 – lecie istnienia zespołu nurków Polskiego Rejestru Statków”. Wykład inauguracyjny na temat **ROZWOJU TECHNIKI ZDALNIE STEROWANYCH POJAZDÓW GŁĘBINOWYCH** wygłosił **dr inż. Adam Olejnik**.

Podczas konferencji wygłoszono 30 referatów merytorycznych zgrupowanych w sześciu sesjach tematycznych. W bieżącym roku dominowała głównie tematyka medyczna: medycyna nurkowa, leczenie hiperbaryczne, psychologia sytuacji

ekstremalnych. Oddzielne sesje poświęcono bezpieczeństwu nurkowania i nurkowaniu w Ministerstwie Spraw Wewnętrznych i Administracji.



Fot. 2. Prezes Polskiego Związku Płetwonurkowania Robert Nowicz (z lewej) odbiera nagrodę PTMiTH 2009 za rozwój płetwonurkowania sportowego w Polsce.



Fot. 3. Komendant Wojewódzkiej Państwowej Straży Pożarnej w Olsztynie bryg. Jan Słupski (z lewej) odbiera nagrodę PTMiTH 2009 za zasługi w zakresie ratownictwa wodno-nurkowego.

Dużym zainteresowaniem uczestników konferencji cieszył się referat **kmdr rez. dr. inż. Stanisława Skrzyńskiego** na temat wykorzystania technologii nurkowań saturowanych i głębokich w Polsce w latach 2000 – 2009 oraz **kmdr rez. prof. dr. hab. med. Kazimierza Dęgi** na temat działalności Zakładu Medycyny Morskiej i Tropikalnej Wojskowego Instytutu Medycznego. Żywiolową dyskusję wywołał referat wygłoszony przez **dr n. med. Dariusza Józwiaka** na temat reakcji vaso-wagalnej po treningowej ekspozycji powietrznej. Na temat leczenia zatruc tlenkiem węgla w warunkach hiperbarycznych referat wygłosił **dr med. Jacek Piechocki**. Natomiast **prof. dr. hab. n. med. Romuald Olszański** wygłosił referat na temat oceny parametrów homeostazy w nurkowaniach trimiksowych i powietrznych. Z kolei w drugim dniu Konferencji **dr n. med. Ignacy Baumberg** przedstawił uczestnikom konferencji obecną sytuację służb ratownictwa medycznego, a **dr n. med. Beata Janas** omówiła stan obecny i ewentualne propozycje naprawy systemu kwalifikacji zdrowotnej nurków MSWiA. Wywołana oboma tymi referatami dyskusja znacznie przedłużyła planowany czas trwania sesji, a co za tym idzie całej Konferencji.



Fot. 4. Pani Dagmara Rogowska odbiera nagrodę PHR za działalność publikacyjną w roku 2009.

Podczas pierwszego dnia konferencji w czasie jednej z przerw uczestnicy zwiedzili zamek w Lidzbarku Warmińskim. Na zakończenie dnia odbyło się spotkanie towarzyskie, gdzie członkowie Towarzystwa i uczestnicy konferencji w luźnej atmosferze wymieniali swoje poglądy i doświadczenia. W tym przypadku bardzo przydatny był wcześniej wygłoszony przez **mgr inż. Dorotę Kaczerską** referat na temat wpływu sposobu odżywiania na zdrowie nurka. Konferencja tradycyjnie zakończyła się zebraniem członków Towarzystwa, na którym przedstawiono sprawozdanie z działalności zarządu w roku 2009.

## POLSKI ZWIĄZEK PŁETWONURKOWANIA



Polski Związek Płetwonurkowania jest stowarzyszeniem kultury fizycznej. Związek działa w zakresie płetwonurkowego sportu wyczynowego i rekreacji zgodnie z Ustawą o kulturze fizycznej. Został powołany w dniu 4 grudnia 1993 roku w Gdyni z inicjatywy działaczy zajmujących się działalnością sportową w Komisji Działalności Podwodnej Polskiego Towarzystwa Turystyczno

Krajoznawczego oraz w Lidze Obrony Kraju (początkowo jako Polski Związek Płetwonurkowania Sportowego). Powstanie Związku poprzedziła wieloletnia działalność dużej grupy entuzjastów wyczynowego nurkowania swobodnego w takich dyscyplinach sportowych jak: pływanie w płetwach, orientacja podwodna i łowiectwo podwodne. Organizatorem założycielskiego Walnego Zjazdu był Wojskowy Klub Sportowy „Flota” w Gdyni. Na zjeździe przyjęto, że ze względu na rangę jaką ma spełniać Związek, będzie on stowarzyszeniem kultury fizycznej. W czerwcu 1996 roku Polski Związek Płetwonurkowania Sportowego został członkiem Komitetu Sportowego CMAS-Confederation Mondiale des Activites Subaquatiques (Światowej Federacji Działalności Podwodnej). W styczniu 2001 roku uczyniono krok w kierunku usamodzielnienia Związku i przygotowania go do działalności szkoleniowej w dziedzinie rekreacji. Działalność ta jest podstawą do wychowania przyszłych zawodników i instruktorów. Na Walnym Nadzwyczajnym Zjeździe Delegatów PZPnS zmieniono Statut oraz nazwę Związku na Polski Związek Płetwonurkowania.

Związkiem kierowali w latach 1994-2002 Jędrzej Czajkowski, w kadencji 2002-2006 Leszek Siudut, który pełnił funkcję Prezesa do kwietnia 2009. Obecnie funkcję tę pełni Robert Nowicz.

Wyrazem uznania dla osiągnięć sportowych i organizacyjnych było powierzenie Związkowi, przez władze Światowej Federacji Działalności Podwodnej (CMAS) organizacji zawodów sportowych najwyższej rangi:

- Mistrzostw Świata w Orientacji Podwodnej w roku 1994 w miejscowości Czarlino nad jeziorem Wdzydze,
- Mistrzostw Świata w Pływaniu Długodystansowym-Gdańsk 1997 r.,
- Mistrzostw Europy Juniorów w pływaniu w płetwach-Dębica 2002 r.
- Mistrzostw Świata Juniorów w pływaniu w płetwach (Ostrowiec Świętokrzyski 2005 r.),
- Finał Pucharu Świata w pływaniu w płetwach (Ostrowiec Świętokrzyski 2006 r.),
- Mistrzostw Europy Juniorów w pływaniu w płetwach (Ostrowiec Świętokrzyski 2007 r.),

- Pierwszej Rundy Pucharu Świata w pływaniu w płetwach (Gorzów Wielkopolski 2008 r.),
- Pierwszej Rundy Pucharu Świata w pływaniu długodystansowym (Jastarnia 2008 r.).

Ponadto planowana jest organizacja następujących przedsięwzięć:

- Rundy Pucharu Świata w pływaniu w płetwach w roku 2011,
- Mistrzostw Świata lub Europy w pływaniu w płetwach w roku 2012.

Oprócz typowej działalności sportowej związek nadzoruje i prowadzi ranking Pucharu Świata w pływaniu w płetwach od czasu jego powstania w roku 2006 do chwili obecnej (strona internetowa [www.cmasworldcup.org](http://www.cmasworldcup.org)). Zawodnicy zrzeszeni w Związku, szczególnie juniorzy wielokrotnie sięgali po najwyższe trofea. Byli to m.in. Ela Krakowiak, Wojtek Dorożyński, Kasia Truszczyńska, Mateusz Szurmiej, Wojtek Majewski i obecnie najlepsza zawodniczka, mistrzyni Europy 2009 Sandra Rogalska z klubu Neptun Gdańsk. Pod koniec roku 2009 Związek zakończył budowę krytej pływalni w Kościerzynie. Obiekt został zaprojektowany specjalnie pod kątem działalności sportowej i rekreacyjnej związanej z nurkowaniem. Podstawowa niecka basenu sportowego o wymiarach 25 x 16 metrów spełnia najnowsze wymagania FINA (Światowa Federacja Pływacka) i CMAS. Wyposażona jest w najlepszej klasy urządzenia do pomiaru czasów zawodników. Natomiast do szkolenia płetwonurków rekreacyjnych zaprojektowano w wydzielonym segmencie obiektu basen nurkowy o głębokości 4,85 metra z pomieszczeniem instruktorów, salą wykładową, magazynem sprzętu i zapleczem technicznym. Dostęp do wszystkich elementów kompleksu basenowego możliwy jest także dla osób niepełnosprawnych co umożliwi planowane w najbliższej przyszłości szkolenia płetwonurków wg programów IDA lub HSA. O przyszłości Związku zadecyduje najbliższe Walne Zgromadzenie Delegatów planowane na koniec marca 2010 r.

Opracowanie redakcja PHR na podstawie materiałów nadesłanych przez PZPn

Poniżej przedstawiamy streszczenia wybranych referatów wygłoszonych podczas XI Konferencji Naukowej Polskiego Towarzystwa Medycyny i Techniki Hiperbarycznej w Lidzbarku Warmińskim.

**Adam Olejnik**

#### **ROZWÓJ I STAN OBECNY TECHNIKI ZDALNIE STEROWNYCH POJAZDÓW GŁĘBINOWYCH**

Aktualnie zdalnie sterowane pojazdy głębinowe (ROV – z j. ang: remotely operated vehicle) to najczęściej eksploatowane obiekty oceanotechniczne. Jest to również najprężniej rozwijający się dział technologii prac podwodnych. Dziś nie wiele osób wyobraża sobie wykonywanie pracy pod wodą bez ich zastosowania. Ale czy wszyscy zdają sobie sprawę, że historia ich rozwoju sięga drugiej połowy XIX wieku? I jakie czynniki miały wpływ na ich powstanie oraz rozwój? W referacie zostanie zaprezentowana wielowątkowa historia zdalnie sterowanych pojazdów głębinowych oraz aktualny stan tej techniki. Wydzielone zostaną okresy rozwojowe pojazdów w których dokonano charakterystyki technicznej, wskazane zostaną wynalazki, które bezpośrednio przyczyniły się do ich powstania i rozwoju.

Ignacy Baumberg

**PRAKTYCZNE ASPEKTY ZABEZPIECZENIA MEDYCZNEGO DZIAŁAŃ Z ZAKRESU  
RATOWNICTWA WODNEGO W PAŃSTWOWEJ STRAŻY POŻARNEJ**

Autor przedstawił elementy rzeczywistych zdarzeń/wypadków nurkowych wymagających ratowniczych działań medycznych jako przykłady stosowanych sposobów myślenia i działania w takich zdarzeniach. Cytując aktualne przepisy dotyczące bezpieczeństwa służby strażaków wskazuje na konieczność wypracowania precyzyjnych zasad zabezpieczenia medycznego działań nurkowych oraz przygotowania do działań nurkowych we współpracy z jednostkami ochrony zdrowia.

Hubert Białasiewicz, Maciej Konarski, Romuald Olszański

**OCENA BEZPIECZEŃSTWA NURKOWAŃ PRZY ZASTOSOWANIU BADANIA METODĄ  
DOPPLERA.**

W ostatnich latach wzrasta liczba osób nurkujących rekreacyjnie, zarówno w Polsce, jak i w cieplejszych akwenach, rośnie też w związku z tym ilość wypadków nurkowych, jak i odległych następstw nurkowania. Bezpieczeństwo stosowanych tabel dekompresyjnych było zagadnieniem stale obecnym w pracach patofizjologów nurkowania. Przy stosowaniu najpopularniejszych tabel US Navy aż w 3,9% przypadków występuje choroba dekompresyjna. Jeszcze większe zastrzeżenia zdają się budzić tzw. komputery nurkowe, bezgraniczne zaufanie tym urządzeniom i „wyłączanie myślenia” jest częstą przyczyną wypadków nurkowych. Weryfikacja obecnie stosowanych tabel nurkowych polegała na stwierdzaniu braku objawów tzw. „bends”, jednak dłuższe obserwacje nurków pozwalają stwierdzić odległe następstwa nurkowania pod postacią dyskretnych zmian neurologicznych, jak również jałowej martwicy kości. Nasuwa się więc pytanie, czy można stratyfikować ryzyko wystąpienia choroby dekompresyjnej bardziej czułymi badaniami? Już 150 lat temu zauważono związek pomiędzy występowaniem choroby dekompresyjnej a pojawieniem się pęcherzyków gazowych w ciele nurka. Jednakże dopiero zastosowanie ultradźwięków do wykrywania pęcherzyków gazowych we krwi żyłnej dało narzędzie, przy pomocy którego można było badać ryzyko wystąpienia choroby dekompresyjnej.

Bogumił Filipek, Zdzisław Kobos, Romuald Olszański, Piotr Siermontowski, Robert Koktycz

**PRÓBA OCENY SPRAWNOŚCI PSYCHICZNEJ NURKÓW PODCZAS SYMULOWANYCH  
EKSPOZYCJI POWIETRZNYCH ZA POMOCĄ TESTÓW ARYTMETYCZNYCH.**

Nurkowie doświadczalni, wykonujący symulowane nurkowania powietrzne do nadciśnienia odpowiadającego głębokości 30 i 60 m. byli poddawani badaniom psychologicznym poprzez rozwiązywanie prostego testu arytmetycznego. Badanie polegało na sumowaniu ciągów po 5 cyfr. Mierzono czas wykonania testu, oraz ilość popełnionych błędów. Testy były rozwiązywane przed wejściem do komory, podczas ekspozycji (w zależności od czasu trwania raz, lub wielokrotnie) i po zakończeniu ekspozycji.

Wyniki poddano analizie statystycznej określając wpływ hiperbarii, a konkretnie narkozy azotowej na prawidłowość wykonywania testów.

Dominik Graczyk, Zbigniew Jethon, Andrzej Magiera

### **BADANIE WPŁYWU NURKOWANIA NA RÓWNOWAGĘ AUTONOMICZNĄ PARAPLEGIKÓW Z WYKORZYSTANIEM ANALIZY SPEKTRALNEJ ZMIENNOŚCI RYTMU ZATOKOWEGO SERCA (HRV)**

Nurkowanie cieszy się coraz większym zainteresowaniem osób niepełnosprawnych. Podwodne środowisko „zerowej grawitacji” pozwala osobom z różnymi rodzajami niepełnosprawności na swobodne poruszanie się w toni wodnej. Nurkowanie poprzez ruch oddziałuje również rehabilitacyjnie.

Środowisko wodne powoduje m.in. aktywację autonomicznego układu nerwowego (AUN). Po nurkowaniu następuje rozluźnienie i spadek pobudzenia. Nie jest pewne czy równoległe z tymi procesami zmienia się równowaga w układzie autonomicznym.

Analiza zmienności rytmu zatokowego serca (heart rate variability – HRV) jest nieinwazyjną metodą oceny wpływu AUN na czynność serca, jej parametry określają współdziałanie współczulnego (SNS) i przywspółczulnego (PNS) układu nerwowego w zakresie regulacji częstości pobudzenia węzła zatokowego. Jedną z najczęściej stosowanych metod oceny HRV jest analiza spektralna.

Badania płetwonurków niepełnosprawnych wykonywane są sporadycznie. Przyczyną tego może być niewielka liczebność takich grup.

Celem pracy jest zbadanie jaki wpływ na AUN osób po uszkodzeniu rdzenia kręgowego (URK) wywiera nurkowanie rekreacyjne i zadaniowe oraz określenie różnic pomiędzy płetwonurkami po URK i pełnosprawnymi.

Zbadano 19 płetwonurków płci męskiej z niepełnym URK na poziomie Th-6 – L-1 oraz jako grupę kontrolną 19 płetwonurków zdrowych. Badanie obejmowało dwa 20-minutowe nurkowania powietrzne w skafandrze mokrym na głębokość 6 m: rekreacyjne i zadaniowe, podczas którego wykonywano ćwiczenia pod wodą.

Analizy HRV dokonano w oparciu o uproszczony zapis elektrokardiograficzny z rejestratora tętna sport-tester Polar Vantage. Każde badanie miało 3 fazy: 10 minut siedząc w spoczynku bezpośrednio przed nurkowaniem, nurkowanie oraz 10 minut bezpośrednio po nurkowaniu. Analizowano zmianę wartości parametrów pomiędzy poszczególnymi fazami badania.

Obydwa rodzaje nurkowania u osób z URK powodują nieznaczny wzrost aktywności części współczulnej, inaczej niż u pełnosprawnych. Zmiany nie są istotne statystycznie. U osób z URK obydwa rodzaje nurkowania powodują większe pobudzenie SNS niż u osób pełnosprawnych. Wzrasta również pobudzenie emocjonalne. Pomimo wzrostu pobudzenia SNS należy nurkowanie polecać osobom niepełnosprawnym ze względu na korzyści związane z rehabilitacją społeczną.

Dorota Kaczerska, Piotr Siermontowski, Romuald Olszański

### **WPŁYW SPOSOBU ODŻYWIANIA NA ZDROWIE NURKA**

Odmienne warunki środowiska wodnego mają znaczący wpływ na zdrowie nurka. Nurkowanie wymaga odpowiedniego przygotowania technicznego, jak i dobrego stanu zdrowia. Stan zdrowia jest uwarunkowany między innymi prawidłowym sposobem odżywiania, a to ma wpływ na bezpieczeństwo nurkowania. Spożywanie nieodpowiednich pokarmów w okresie zwiększonej aktywności nurkowej może powodować wiele problemów zdrowotnych, takich jak uraz ciśnieniowy jelita grubego, znaczne zmniejszenie bariery antyoksydacyjnej czy też wystąpienie stresu dekompresyjnego. Zsumowanie tych czynników może doprowadzić w efekcie do

chorób i wypadków nurkowych. Dlatego tak ważne jest, aby każdy nurkujący znał zasady prawidłowego odżywiania.

**Zdzisław Kobos, Romuald Olszański**

#### **PROFILAKTYKA ZDROWIA (PSYCHICZNEGO) W SYTUACJACH TRUDNYCH**

Realizacji zadań zawodowych oraz wykonywanie wielu profesji jest możliwe tylko w przypadku dysponowania bardzo dobrym stanem zdrowia, który oceniają specjaliści. Aby jednak posiadać i utrzymać określony standard w tym zakresie, należy prowadzić określone procedury profilaktyczne.

Ważnym czynnikiem w tym zakresie są działania w zakresie kształtowania takich zachowań, które zabezpieczają dobre samopoczucie i zdrowie, oraz radzenie sobie z problemami życia codziennego i zawodowego. Najczęściej w przypadku kryzysów psychospołecznych są to działania w formie pomocy psychologicznej, która obejmuje: psychoterapie, interwencje kryzysową, rehabilitację psychologiczną, psychoprofilaktykę, promocję zdrowia, poradnictwo psychologiczne. Wspomniane oddziaływania mają na celu zwrócić uwagę na czynniki warunkujące zdrowie oraz kontrolę nad zasobami w tym zakresie oraz zaznajomienie z metodami copingowymi.

**Maciej Konarski, Romuald Olszański, Ryszard Kłós**

#### **ZMIANY WYBRANYCH PARAMETRÓW HEMATOLOGICZNYCH I SKŁADOWYCH DOPEŁNIACZA PO EKSPOZYCJACH POWIETRZNYCH NA GŁĘBOKOŚCI RÓWNOWAŻNEJ 60 M H<sub>2</sub>O**

Celem pracy była ocena wpływu powietrznych ekspozycji hiperbarycznych na wybrane parametry hematologiczne i składowe dopełniacza krwi nurków. Badania przeprowadzono w warunkach symulowanych w komorze dekompresyjnej, podczas ekspozycji na głębokość równoważną 60mH<sub>2</sub>O.

W porównaniu do wartości wyjściowych, bezpośrednio po powietrznej ekspozycji hiperbarycznej stwierdzono statystycznie znamienne wzrost ilości leukocytów, któremu towarzyszył wzrost wartości odsetkowej limfocytów, spadek odsetka granulocytów, znamienne wzrost poziomu C3c, C4 oraz obniżenie poziomu czynnika Hagemana. Oznaczenia parametrów badanych powtórzono po 24 godzinach, stwierdzając statystycznie znamienne zmniejszenie liczby krwinek płytkowych, utrzymującą się limfocytozę względną oraz podwyższenie poziomu C3c i C4.

Uzyskane wyniki badań potwierdzają, że powietrzne ekspozycje hiperbaryczne na głębokości przekraczające ogólnie przyjęte standardy bezpieczeństwa wywierają wpływ zarówno na układ hemostazy, jak i inne, obecne w osoczu krwi nurków układy, np. układ dopełniacza. Zastosowanie niektórych z prezentowanych w pracy oznaczeń może być przydatne w kompleksowej ocenie zagrożenia chorobą dekompresyjną oraz ocenie przydatności stosowanego systemu dekompresji.

**Maciej Konarski, Piotr Siermontowski, Stanisław Poleszak**

#### **ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA Z DNIA 17 WRZEŚNIA 2007 R. W SPRAWIE WARUNKÓW ZDROWOTNYCH WYKONYWANIA PRAC PODWODNYCH – CZY BĘDZIE NOWELIZACJA ?**

Zapisy funkcjonującego od 2 lat rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie warunków zdrowotnych wykonywania prac podwodnych w sposób istotny zmieniły realia sektora usług podwodnych w Polsce. Pomimo niezaprzeczalnego wpływu uregulowań na poprawę bezpieczeństwa wykonywania prac podwodnych i zawodu

nurka, równolegle nie sposób nie dostrzec niedoskonałości niektórych zapisów rozporządzenia, na co w ostatnich kilkunastu miesiącach zwracało uwagę zarówno środowisko nurkowe, jak i zainteresowane ciała instytucjonalne.

W dniu 10.11.2009 r. z inicjatywy Ministerstwa Infrastruktury doszło do roboczego spotkania w Ministerstwie Zdrowia podmiotów odpowiedzialnych za obecny kształt rozporządzenia z przedstawicielami gremiów, zainteresowanych zmianami rozwiązań ustawowych.

W prezentacji przedstawiono przebieg spotkania, poruszane wątki oraz wpływające z nich konkluzje – być może będące przyczynkiem do szeroko oczekiwanej nowelizacji rozporządzenia.

Mariusz Kozakiewicz, Kornelia Kędziora-Kornatowska, Romuald Olszański, Dorota Kaczerska, Jolanta Czuczajko, Karolina Szewczyk-Golec, Zbigniew Dąbrowiecki, Józef Kędziora

#### **WPŁYW POWIETRZNYCH EKSPOZYCJI HIPERBARYCZNYCH NA LICZEBNOŚĆ LEUKOCYTÓW W GRUPIE KOBIEI I MĘŻCZYZN**

Dotychczas pojawiło się wiele sprzecznych doniesień dotyczących wpływu środowiska hiperbarycznego na system immunologiczny. Praca przedstawia wpływ warunków ciśnieniowych panujących na głębokości 30 i 60 metrów na liczebność leukocytów. W badaniu wzięło udział 70 mężczyzn i 25 kobiet. Zaobserwowano istotny statystycznie wzrost liczebności krwinek białych, po obu ekspozycjach hiperbarycznych. W przypadku ekspozycji 30 m p.p.m. znamienne statystycznie wzrost zaobserwowano w frakcji neutrofilii. Po ekspozycji 60 m p.p.m. znamienne statystycznie wzrost liczebności, wystąpił w frakcji limfocytów oraz neutrofilii. Zmiany występowały zarówno w przypadku kobiet jak i mężczyzn. Wzrost liczebności komórek pozostawał w granicach normy. Liczba pozostałych frakcji leukocytów tj. monocytów, eozynofili i bazofili nie uległa zmianie w wyniku przeprowadzonych ekspozycji.

Powyższe rezultaty dowodzą, że środowisko hiperbaryczne nie jest neutralne dla układu immunologicznego. Potrzebna jest bardziej dokładna analiza, która pozwoli ustalić jaki wpływ ma częstość i czas ekspozycji na modyfikację funkcji systemu immunologicznego oraz jaki jest mechanizm tego procesu. Dokładne określenie granicy kiedy efekt wywołany przez ekspozycję hiperbaryczną będzie korzystny a kiedy będzie przyczyniał się do powstawania stanów patologicznych, wydaje się kluczowy w wykorzystaniu pełnego potencjału terapii hiperbarycznej. Dokładniejsze zbadanie tego zagadnienia może przyczynić się do odpowiedzi na pytanie, jaką rolę w aktywacji systemu immunologicznego odgrywają mikrourazy tkanek oraz mikropęcherzyki gazu tworzące się podczas dekompresji.

Mariusz Kozakiewicz, Kornelia Kędziora-Kornatowska, Romuald Olszański, Piotr Siermontowski, Jolanta Czuczajko, Karolina Szewczyk-Golec, Zbigniew Dąbrowiecki, Józef Kędziora

#### **WSTĘPNA ANALIZA OSOCZOWEGO STĘŻENIA MELATONINY U OSÓB PODDANYCH EKSPOZYCJI HIPERBARYCZNEJ.**

Z prowadzonych badań własnych wynika, że podczas ekspozycji hiperbarycznych dochodzi do generowania RFT, co pociąga za sobą narastanie w komórkach stresu oksydacyjnego. Świadczy o tym podwyższone stężenie związków powszechnie uważanych za markery stresu oksydacyjnego. Porównując organizmy osób, które posiadają długi staż w nurkowaniu z grupą osób nigdy nie nurkującą można stwierdzić, że aktywność enzymów antyoksydacyjnych w grupie nurków jest znacznie niższa.

Prowadzone w ostatnich latach badania nad melatoniną udowadniają, że oprócz udziału w regulacji cyklu okołodobowego, obserwuje się także bardzo sine własności antyoksydacyjne tego związku. Melatonina jest hormonem rozpuszczalnym zarówno w

środowisku hydrofobowym jak i hydrofilowym, dzięki czemu z łatwością przenika do wszystkich kompartmentów komórkowych. Biorąc pod uwagę właściwości antyoksydacyjne znacznie przewyższa działaniem antyoksydacyjnym najważniejsze związki antyoksydacyjne, zarówno hydrofilowe (glutation) i hydrofobowe ( $\alpha$ -tokoferol). Kolejną cechą melatoniny, w aspekcie antyoksydacyjnych właściwości, jest zaobserwowany wpływ na wzrost aktywności głównych enzymów antyoksydacyjnych (dysmutaza ponadtlenkowa, katalaza). Ze względu na plejotropowe właściwości może być bardzo dobrym kandydatem na związek, który wspomagać będzie osłabiony mechanizm antyoksydacyjny osób narażonych na negatywne skutki przebywania w hiperbarii.

W badaniach przeprowadzonych w grupie 20 ochotników stwierdzono obniżenie osocznego stężenia melatoniny po ekspozycjach 30 i 60 metrowych. Zaobserwowano także znacznie obniżone stężenie hormonu, w porównaniu do grupy kontrolnej, którą stanowiły osoby nigdy nie narażone na przebywanie w warunkach hiperbarycznych. Powyższe obserwacje skłaniają do rozważenia melatoniny, jako potencjalnego suplementu dla osób narażonych na częste i długotrwałe przebywanie w środowisku hiperbarycznym.

Jarosław Krzyżak

### **MILOWE KROKI W TEORII DEKOMPRESJI**

Postęp technologiczny w XIX w. umożliwił człowiekowi pracę w warunkach podwyższonego ciśnienia oraz nurkowanie. Postępom techniki na tym polu nie dorównywał jednak odpowiedni postęp medycyny. Na wielkich budowach hydrotechnicznych często umierali ludzie z nieznanymi przyczynami. W 1882 r. podczas prac kesonowych przy budowie tunelu pod rzeką Hudson w Nowym Yorku śmiertelność

z powodu choroby ciśnieniowej wyniosła aż 25%, a większość pracowników stawała się kalekami. Wprowadzenie komór ciśnieniowych do zabezpieczenia prac kesonowych

i nurkowych, dekompresja ciągła P. Berta i pierwsze próby leczenia rekompresją dramatycznie zmniejszyły śmiertelność z powodu choroby ciśnieniowej do około 1,5-2,0%.

Przełomowym momentem w rozwoju teorii dekompresji było przedstawienie w 1908 r. przez J.S. Haldane'a hipotezy współczynnika krytycznej supersaturacji. Jako pierwszy stworzył on naukowe podstawy teorii dekompresji. W oparciu o założenia Haldane'a powstały tabele dekompresyjne ustalające sposoby wynurzania z głębokości 64 m, chociaż autor określił granicę bezpiecznych powietrznych operacji nurkowych na 50 m. Tabele dekompresyjne oparte na powyższych zasadach zlikwidowały ryzyko śmierci oraz miały wyeliminować ciężkie przypadki choroby ciśnieniowej i zmniejszyły do minimum liczbę przypadków lekkich.

Okres międzywojenny XX wieku był czasem doskonalenia koncepcji Haldane'a oraz poszukiwań nowych rozwiązań. Prace badawcze realizowane były głównie w USA, Wielkiej Brytanii i Francji. Jednak dopiero w latach 50. pojawiła się nowa koncepcja, która zdominowała rozwój teorii dekompresji na kolejne dziesiątki lat. Teoria wskaźników M. D. Workmana doczekała się wielu zwolenników, naśladowców i kontynuatorów. Jako pierwsza znalazła zastosowanie w pierwszych komputerach nurkowych. Jednak do połowy lat 60. wszystkie modele dekompresyjne uwzględniały eliminację z organizmów gaz obojętnej tylko w fazie rozpuszczonej. W tym okresie znaczącą rolę odegrały prace szwajcarskiego naukowca A. Buhlmana, który w swoich wyliczeniach dekompresji uwzględniał największą liczbę hipotetycznych tkanek.

Przełomowym osiągnięciem w rozwoju teorii dekompresji była australijska koncepcja B. Hillsa z 1965 r. uwzględniająca eliminację z organizmu gazów obojętnych w fazie wolnej i rozpuszczonej. Zapoczątkowało to powstawanie tzw. pęcherzykowych modeli dekompresji. Po opracowaniu w latach 70. teorii powstawania i wzrostu pęcherzyków gazowych przez J. Kunkle i D. Younta, w 1979 r. D. Yount prezentuje model zmiennej przepuszczalności pęcherzyków, tzw. VPM, który następnie w 1990 r. zostaje zmodyfikowany przez B. Wienke i zaprezentowany jako model pęcherzykowy zredukowanych gradientów, tzw. RGBM.

Nawiązaniem do koncepcji B. Wienke jest zmodyfikowanie algorytmu dekompresji opartej na wskaźnikach M poprzez koncepcję Gradient Factor opracowaną w 1998 r. przez E. Bakera. Ma ona na celu zmniejszenie ryzyka DCS poprzez zminimalizowanie powstawania mikropęcherzyków gazowych.

Na przestrzeni blisko półtora wieku badań nad dekompresją pojawiły się również liczne odkrycia i koncepcje ułatwiające zrozumienie trudnych zagadnień nasycania i denaturacji organizmów z gazów obojętnych jak: koncepcja jąder gazowych, pęcherzyków niemych, okienka tlenowego, naturalnego nienasycenia, przystanków bezpieczeństwa, głębokich przystanków dekompresyjnych i wiele innych.

Romuald Olszański, Piotr Siermontowski, Zbigniew Baj

#### OCENA PARAMETRÓW HEMOSTAZY W NURKOWANIACH POWIETRZNYCH I TRIMIKSOWYCH

Istotny wkład w poprawę bezpieczeństwa nurkowań przyniosło stosowanie sztucznych mieszanin oddechowych. Badaniem objęto 30 zdrowych mężczyzn w wieku 18-40 lat (średnio 29 lat). Celem badania była ocena aktywacji płytek krwi oraz wybranych parametrów fibrynolizy u nurków poddanych ekspozycji powietrznej i trimiksowej ( $O_2$  – 18,5% ,  $N_2$  - 44%, He – 37,5%) w komorze hiperbarycznej odpowiadającym nurkowaniu na 60 m (0.7Mpa) z pobytem pod tym ciśnieniem przez okres 35 min (plateau). Następnie stosowano dekompresję stopniowaną zgodnie z tabelami Marynarki Wojennej. Całkowity czas dekompresji wynosił dla obu typów nurkowań 3 godziny i 7 min.

Wykonano:

- sześć symulowanych ekspozycji powietrznych odpowiadających nurkowaniu na głębokość 60 m.
- sześć symulowanych ekspozycji trimiksowych odpowiadających nurkowaniu na głębokość 60 m.

Oceniano odsetek płytek krwi wykazujących obecność cząsteczki PADGEM oraz wartość jej ekspresji rozpoznawanej przez przeciwciała CD62P. Badano odsetek płytek i ekspresję powierzchniowej glikoproteiny GP Ib, rozpoznawanej przez CD42b. Oceniano również odsetek mikroplatełek i agregatów płytkowych w pełnej krwi.

Wyniki: Stwierdzono że w grupie nurkowań powietrznych po dekompresji liczba płytek spadła znacząco z  $204400 \pm 57400/\text{mm}^3$  do  $149800 \pm 39100/\text{mm}^3$ . W grupie nurkowań trimiksowych nie stwierdzono istotnych zmian liczby płytek.

Ekspresja GPIIb/IIIa u nurków w grupie nurkowań powietrznych wzrosła znacząco z wartości  $78 \pm 9$  do  $92 \pm 14$  a w grupie II nieznacznie obniżyła się z  $72.3 \pm 13$  do  $69.4 \pm 11.2$

Odsetek krwinek wykazujących obecność PADGEM w grupie pierwszej wzrosła dwukrotnie z  $2.1 \pm 0.9$  do  $4.4 \pm 2.3$  a w grupie drugiej wzrost był mniejszy: z wyjściowej  $1.8 \pm 0.67$  do  $3.0 \pm 0.9$ .

Odsetek mikroplatełek w grupie nurkowań powietrznych wynosił  $3.6 \pm 1.6\%$  a po nurkowaniu zwiększył się znacząco do  $7.1 \pm 1.4\%$ . Wzrost odsetka mikroplatełek u

nurków w grupie nurków trimiksowych był również znamieny lecz niższy niż obserwowany u nurków oddychających powietrzem: wzrost z  $1.9 \pm 0.8\%$  do  $4.7 \pm 2.5\%$ .

Odsetek płytek tworzących agregaty u nurków grupy nurków powietrznych wynosił  $6.1 \pm 3.3\%$  i po nurkowaniu zwiększył się znamiennie do wartości  $8.9 \pm 3.4\%$ , zaś w grupie trimiksu wzrost odsetka agregatów nie był znamieny: od wartości  $5.8 \pm 3.7\%$  do  $7.5 \pm 2.7\%$ .

Oddychanie powietrzem wykazuje silniejszą aktywację płytek wyrażoną wzrostem ekspresji składowej receptora dla fibrynogenu (CD61), większego wzrostu odsetka płytek wykazujących obecność cząsteczki PADGEM, oraz wzrostu odsetka mikroplatek i agregatów płytkowych. Wzrost odsetka mikroplatek jest ciekawym parametrem aktywacji układu płytek krwi. Wzrost ilości agregatów należy wiązać z obserwowanym równolegle wzrostem ekspresji składowej dla receptora dla fibrynogenu. Agregacja płytek zachodzi poprzez łączenie aktywnego receptora dla fibrynogenu na aktywowanych płytkach z cząsteczkami fibrynogenu. W efekcie przeprowadzonych ekspozycji hiperbarycznych stwierdzono wzrost aktywności fibrynolitycznej krwi wyrażony istotnym statystycznie wzrostem stężenia kompleksu PAP oraz spadkiem stężenia  $\alpha_2$ -AP w surowicy. Zmianom tym towarzyszyło istotne statystycznie obniżenie stężenia i aktywności PAI-1 oraz wzrost aktywności cz. XII przy jednoczesnym braku wpływu nurkowania na aktywność i stężenie t-PA.

#### WNIOSKI

1. Ekspozycje hiperbaryczne odpowiadające nurkowaniem na głębokość 60 m z zastosowaniem powietrza powodują aktywację układu fibrynolizy u zdrowych osób.
2. Układ fibrynolizy jest aktywowany u nurków najprawdopodobniej poprzez aktywację czynników kontaktu.
3. W patomechanizmie aktywacji fibrynolizy u nurków istotną rolę odgrywa obniżenie się stężenia i aktywności inhibitora tkankowego aktywatora plazminogenu.



Fot. 6. Obrady XI Konferencji Naukowej PTMiTH w Lidzbarku Warmińskim



Fot. 7. Uczestnicy XI Konferencji PTMiTH podczas wycieczki na zamek w Lidzbarku Warmińskim.