ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2018 **Luboš Bouček**

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B 5345

Luboš Bouček

Studijní obor: Zdravotnický záchranář 5345R021

POTÁPĚČSKÉ NEHODY V KONTEXTU PŘEDNEMOCNIČNÍ A NEMOCNIČNÍ NEODKLADNÉ PÉČE

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Eva Pfefferová

PLZEŇ 2018

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny jsem uvedl v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 21.3.2018

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat Mgr. Evě Pfefferové za profesionální a odborné vedení bakalářské práce, poskytování cenných rad, ochotu, vstřícnost a věnovaný čas.

Anotace:

Příjmení a jméno: Bouček Luboš

Katedra: Katedra záchranářství, diagnostických oborů a veřejného zdravotnictví

Název práce: Potápěčské nehody v kontextu přednemocniční a nemocniční neodkladné péče

Vedoucí práce: Mgr. Eva Pfefferová

Počet stran - číslované: 80

Počet stran - nečíslované: 41

Počet příloh: 19

Počet titulů použité literatury: 32

Klíčová slova: přístrojové potápění, potápěčské nehody, přednemocniční neodkladná péče, dekompresní nemoc, hyperbarická komora

Souhrn:

Tématem této bakalářské práce je problematika potápěčských nehod v kontextu přednemocniční a nemocniční neodkladné péče. Zabývá se vybranými nehodami a úrazy, ke kterým může v souvislosti s přístrojovým potápěním v praxi docházet.

Práce je rozdělena na část teoretickou a část praktickou. V teoretické části je krátce rozebrána historie potápění a výstroj používaná současnými rekreačními a technickými potápěči, dále jsou v práci popsány mechanizmy toho, jak potápění s přístrojem ovlivňuje lidské tělo během pobytu pod vodou z fyziologického a anatomického hlediska. Klíčovou částí je pak popis jednotlivých nehod a úrazů, zejména dekompresní nemoci potápěčů a její terapie v kontextu přednemocniční a nemocniční neodkladné péče v našich podmínkách. V praktické části, jejímž úkolem je porovnat znalosti studentů oboru Zdravotnický záchranář o první pomoci v případě potápěčské nehody a její následné terapie, jsou prezentovány výsledky dotazníkového šetření, které proběhlo mezi studenty oboru Zdravotnický záchranář na vysokých školách a univerzitách v České republice a ve Slovenské republice.

Annotation:

Surname and name: Bouček Luboš

Department: Department of Rescue Services, Diagnostic Fields and Public Health

Title of thesis: Diving accidents in the context of Pre-hospital and Hospital emergency care

Consultant: Mgr. Eva Pfefferová

Number of pages - numbered: 80

Number of pages - unnumbered: 41

Number of appendices: 19

Number of literature items used: 32

Keywords: scuba diving, diving accidents, pre-hospital emergency care, decompression illness, hyperbaric chamber

Summary:

The topic of this Bachelor thesis is the issue of Diving accidents in the context of Pre-hospital and Hospital emergency care. It deals with selected accidents and injuries that can be experienced in connection with SCUBA Diving.

The thesis is divided into theoretical part and practical part. In the theoretical part is briefly analyzed the history of diving and equipment used by current recreational and technical divers, and there are described mechanisms of SCUBA Diving effects to the human body during the underwater stay from the physiological and anatomical point of view. The key part is the description of individual accidents and injuries, especially decompression sickness of divers and its therapy in the context of Pre-hospital and Hospital emergency care in our conditions. In the practical part, the aim of which is to compare the knowledge of paramedic students of first aid in the field of diving accident and its follow-up therapy, the results of the questionnaire survey, which were conducted among paramedic students at universities in the Czech Republic and Slovakia.

OBSAH

ÚVOD ... **12**
TEORETICKÁ ČÁST ... **15**
1 Historie potápění ... **16**
2 Potápěčská výstroj ... **21**
2.1 Vybavení pro rekreační potápění ... **21**
2.1.1 Potápěčská maska ... **21**
2.1.2 Potápěčské ploutve ... **22**
2.1.3 Potápěčské obleky ... **23**
2.1.4 Kompenzátor vztlaku ... **24**
2.1.5 Dýchací přístroj (s otevřeným okruhem) ... **25**
2.1.6 Potápěčský počítač ... **26**
2.2 Vybavení pro technické potápění ... **26**
3 Potápění z hlediska fyziologie a anatomie ... **28**
3.1 Změny smyslového vnímání pod vodou ... **28**
3.1.1 Vidění pod vodou ... **28**
3.1.2 Slyšení pod vodou ... **29**
3.1.3 Změny chemických smyslů ... **29**
3.1.4 Změny vnímání polohy a propriorecepce ... **30**
3.1.5 Změny povrchového vnímání teploty a termorecepce ... **30**
3.2 Dýchání plynů v hyperbarickém prostředí ... **31**
3.3 Účinky tlaku na lidský organizmus ... **32**
3.4 Působení stresu při potápění ... **33**
3.4.1 Zdroje stresu ... **33**
3.4.2 Účinky stresu ... **33**
3.5 Zdravotní způsobilost k potápění ... **34**
4 Nehody a úrazy při potápění ... **35**
4.1 Nehody obecné povahy ... **35**
4.1.1 Vyčerpání ... **35**
4.1.2 Podchlazení ... **36**
4.1.3 Přehřátí ... **38**
4.1.4 Syndrom karotického sinu ... **38**
4.2 Nejčastější úrazy a barotraumata ... **39**
4.2.1 Barotraumata ... **39**
4.2.2 Barotraumata jednotlivých orgánových systémů ... **40**
4.3 Nehody spojené s dýchacími plyny a jejich složkami ... **46**

4.3.1 Dusík ... 46
4.3.2 Kyslík ... 47
4.3.3 Oxid uhličitý ... 49
4.3.4 Oxid uhelnatý ... 49
4.3.5 Helium ... 50
4.3.6 Argon ... 51
4.3.7 Ostatní plyny ... 51
4.4 Tonutí ... 52
4.4.1 Patofyziologie tonutí ... 52
4.4.2 Tonutí ve sladké vodě ... 53
4.4.3 Tonutí ve slané vodě ... 53
5 Dekompresní nemoc ... 54
5.1 Základní pojmy a definice ... 54
5.2 Patofyziologie a příčiny vzniku ... 55
5.3 Rizikové faktory ... 57
5.4 Klasifikace dekompresní nemoci ... 58
5.4.1 Dekompresní nemoc I. typu ... 58
5.4.2 Dekompresní nemoc II. typu ... 59
5.5 Terapie ... 60
5.5.1 Diagnostika ... 60
5.5.2 Neodkladné postupy a specifická první pomoc ... 61
5.5.3 Transport ... 63
5.5.4 Barokomory ... 63
5.5.5 Specifika péče o potápěče v barokomoře ... 64
PRAKTICKÁ ČÁST ... 66
6 Formulace problému ... 67
7 Cíle a předpoklady výzkumného šetření ... 67
7.1 CÍLE ... 67
7.2 PŘEDPOKLADY ... 67
8 Metodika výzkumného šetření ... 68
9 Vzorek respondentů ... 69
10 Prezentace a interpretace získaných údajů ... 70
10.1 Základní informace ... 70
10.2 Znalosti studentů o poskytování první pomoci potápěčům ... 72
10.3 Znalosti studentů o dekompresní nemoci ... 77
10.4 Znalosti studentů o možnostech a specifikách terapie dcs ... 82
11 Diskuze ... 86

ZÁVĚR **91**
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ **93**
SEZNAM ZKRATEK **97**
SEZNAM TABULEK **98**
SEZNAM GRAFŮ **99**
SEZNAM PŘÍLOH **100**

ÚVOD

Přístrojové potápění se stává v současné době jednou z velmi oblíbených a vyhledávaných volnočasových aktivit. Nezřídka bývá také zařazováno mezi tzv. extrémní sporty, kterým se v dnešním hektickém a dynamickém světe, věnuje stále více lidí, které láká touha navštěvovat a objevovat svět pod vodní hladinou. Tato romantická představa je však zatížena skutečností, že stále zůstáváme bytostmi od přírody závislými na dýchání atmosférického vzduchu, přizpůsobené k životu na zemi a adaptovanými na prostředí, které nás obklopuje. Coby potápěči se ocitáme pod vodou v jiném světě, ve kterém panují naprosto odlišná pravidla bytí – skrze to nabýváme nových zkušeností a nezvyklých pocitů. Nejen naše tělo ale i mysl jsou v prostředí pod vodní hladinou ovlivněny způsobem, který může mít vliv na jejich základní funkci. Nicméně fyzikální zákony, které platí v tomto světě, jsou podobně aplikovatelné i na pevnině. Vlastnosti vody, jako například tlak, můžeme považovat s určitou úrovní porozumění za předvídatelné a pochopitelné. Stále však platí, že potápění, je činností, která podléhá přísnému dodržování bezpečnostních předpisů a striktně vymezeným pravidlům, jejichž porušení bývá často zaplaceno tou nejvyšší daní. Ze své vlastní zkušenosti mohu říct, že respektování vodního prostředí a jeho zvláštností je důležité v každém okamžiku pobytu pod hladinou.

Míra zdravotního rizika spojená s přístrojovým potápěním zůstává pořád poměrně značná a neměla by být brána na lehkou váhu. Každoročně si tato činnost spojená s velkou mírou dobrodružství vyžádá několik životů potápěčů z řad sportovních, ale i profesionálních potápěčů, při jejich činnosti pod vodní hladinou. V jiných případech, kdy nedochází přímo ke ztrátám na životech, se mohou objevit různé zdravotní komplikace spojené s invaliditou nebo celoživotními následky. K tomu dochází především z důvodu nedostatečného zajištění specializované odborné péče.

Na potápění z hlediska medicíny bychom měli nahlížet interdisciplinárně. Pro pochopení toho, jak se naše tělo chová ve vodním prostředí, se tak dostáváme na pole fyziologie, medicínské fyziky a interního lékařství, přičemž čerpáme i z poznatků dalších oborů jakými jsou např. chirurgie, neurologie, otorhinolaryngologie, oftalmologie apod. Poznání základní fyziologie potápění je nedílnou součástí bezpečnosti potápění a umožňuje nám tak specifikovat a popsat patologické příznaky, které mohou vznikat v souvislosti s potápěčskými nehodami.

I přes skutečnost, že žijeme ve střední Evropě, je u nás záliba ve vodních sportech veliká. Trávení dovolené u vody se tak stává pro mnohé z nás samozřejmostí zejména v letních měsících. Jak již bylo zmíněno výše, s narůstající oblibou potápění jako sportu a volnočasové aktivity vzrůstá v přímé souvislosti i počet potápěčských nehod. Ucelené informace o specifických mechanizmech vzniku nehod a jejich řešení, kdy je nutné poskytnout specializovanou odbornou pomoc, nejsou publikované v žádné ze současných moderních zdrojů urgentní medicíny v České republice. Existuje celá řada patologický stavů, které v souvislosti s potápěním mohou nastat. Pokud nebudeme brát v potaz nehody nejzávažnějšího charakteru, nemá zdravotnický pracovník příliš velkou šanci se s nimi setkat, neboť skupiny potápěčů jsou čím dál více vybaveny moderním technickým vybavením a současně s tím i lepšími znalostmi pro jejich adekvátní řešení. Zpravidla jsou potápěči schopni v případě nutnosti si i samostatně zajistit transport do zdravotnického zařízení vhodného k řešení stavu postiženého.

Potápění je v podvědomí zdravotnických pracovníků nejčastěji spojováno pouze s rizikem vzniku dekompresní nemoci a jejích závažných projevů.

Cílem bakalářské práce je zpracování tématu potápěčských nehod v kontextu přednemocniční a nemocniční neodkladné péče, oslovit touto problematikou zdravotnické pracovníky z prostředí urgentní péče, kteří se mohou ve své profesi s pacientem-potápěčem setkat. Dále si práce klade za cíl vytvořit koncepci specifických kritických stavů související s přístrojovým potápěním a poskytování odborné pomoci v našich geografických podmínkách. Nedílnou součástí je také popis specializované péče o pacienty, kteří prodělali závažnou potápěčskou nehodu.

Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části je problematika potápění popsána především z hlediska fyziologie a patofyziologie v souvislosti s mechanizmem vzniku jednotlivých potápěčských nehod nebo úrazů, se kterými se mohou zdravotničtí pracovníci setkat. V prvních dvou kapitolách je krátce zmíněna historie potápění a popsány jednotlivé pomůcky a vybavení pro sportovní a technické potápění. V další kapitole jsou podrobně popsány faktory působící na lidské tělo ve vodním prostředí – změny smyslového vnímání, dýchání plynů v hyperbarických podmínkách, účinky tlaku na organizmus. V následující kapitole jsou rozebrány jednotlivé úrazy a nehody vznikající při potápění. Tato kapitola je rozdělena na několik podkapitol věnujících se nejčastějším typům úrazů, barotraumat, nehodám

způsobeným nevhodným složením dýchacích plynů, tonutí. Stěžejní část této kapitoly je věnována dekompresní nemoci a její terapii prostřednictví hyperbarické komory.

V praktické části bakalářské práce bylo využito kvantitativního výzkumu. Metodou použitou pro tento výzkum bylo zvoleno vytvoření strukturovaného dotazníku, který byl rozeslán mezi studenty oboru Zdravotnický záchranář na vybraných fakultách.

V bakalářské práci byly shrnuty teoretické poznatky za využití dostupné literatury k dané problematice.

TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE POTÁPĚNÍ

Touha člověka proniknout do světa pod vodní hladinou sahá hluboko do minulosti a současně tak vytváří dějiny vývoje zařízení pomáhajících člověku překlenout bariéry, které určují zákony přírody. Člověk se jako lidský plod vyvíjí v mateřském těle po dobu deseti měsíců v kapalné prostředí – plodové vodě. Když se narodí, jsou jeho plíce fyziologicky naplněny okolním vzduchem a od této chvíle se člověk stává bytostí „odsouzenou“ žít v prostředí jemu přirozeném tedy za Zemských atmosférických podmínek. Pokud se tedy dospělý člověk chce, alespoň na omezenou dobu vrátit do světa pod hladinou, musí k tomu použít jím vynalezené potápěčské prostředky a techniku.

Za jedny z nejstarších dochovaných záznamů o zařízeních umožňujících krátkodobý pobyt pod vodou a z pohledu moderní fyziky bez obtíží funkčních, lze považovat artefakty staré bez mála šest tisíc let. Na dochovaném Asyrském reliéfu na hliněné tabulce (obrázek I. viz Příloha A1), která je dodnes uchována v muzejních sbírkách Velké Británie, můžeme spatřit obraz muže – nejspíše jednoho z prvních starověkých bojových plavců – potápějícího se pod vodou. V rukou svírá oválný zásobník vzduchu, ze kterého ústy dýchá. Takovýto „primitivní dýchací přístroj“ by z hlediska moderní fyziky fungovat mohl. Vrbovský (1998) uvádí, že: *„Za splnění podmínky shodnosti tlaku dýchacího média s tlakem okolí se „kožený akvalung“ nelišil od soudobých dýchacích přístrojů, které ovšem daný problém řeší na podstatně vyšší technické úrovni.“* (Vrbovský, 1998, s. 13)

Potápěčské vybavení nebylo ve svých prvopočátcích nikterak složité ani ekonomicky náročné. Základní cílem bylo dostat se pod hladinu, k čemuž se užívalo toho nejstaršího materiálu – kamenů. Po vykonání určité činnosti se od zátěže potápěč jednoduše odpoutal a vyplul zpět na hladinu. K prvním pokusům o dýchání pod hladinou se využívalo dalšího přírodního materiálu a to dutého rákosového stébla v podobě primitivní dýchací trubice. Za první „zařízení“ na dýchání sestrojené člověkem je považován výše zmíněný kožený vak zhotovený ze zvířecí kůže. Pomocí dřevěné koncovky vyústěné na jedné straně vaku mohl potápěč nadechovat obsah vaku do plic, přičemž druhý konec vaku měl k sobě připnut v oblasti pasu. (Vrbovský, 1998; Dobeš, 2005)

Vzhledem k tehdejší neznalosti fyziologie a anatomie, byly ve starověku zdravotní následky a smrtelné nehody chápány jako jistá oběť bohům za poskytnutou hojnost obživy a darů řek a moří.

V roce 415 př.n.l. došlo k události, kde za pomoci potápěčů z řad řecké armády bylo zničeno opevnění města Syrakusy. K dalšímu využití potápěčské techniky došlo v roce 332 př.n.l., kdy byl sám Alexandr Veliký spuštěn v sudu s utěsněnými průhlednými otvory pod vodu s cílem pozorovat své potápěče, jak odstraňují podvodní zátarasy ponořené u maloasijského přístavního města Tyru. Jakákoliv technika používaná ve starověku byla velmi nedokonalá a neposkytovala tak člověku přílišný časový prostor pro strávení pod hladinou. S velkou pravděpodobností nebyla situace v období středověku o nic lepší, a tudíž snaha o vývoj vylepšené techniky určené pro pobyt ve vodním prostředí končívala tragickou událostí. V období renesance se tehdejší geniální vynálezce Leonardo da Vinci věnoval mimo jiné také návrhům potápěčských zařízení, jak dokládá jeden z jeho mnohých technických nákresů (obrázek II. viz Příloha A1). Jednalo se o návrh potápěčského skafandru s plovákem vznášejícím se na hladině. Nicméně historicky prvním technicky použitelným zařízením pro pobyt člověka pod vodní hladinou na dobu delší než jeden nádech byl potápěčský zvon. (Dobeš, 2005; Novomeský, 2015).

Za předchůdce potápěčských zvonů lze považovat zařízení používané v období antiky. Systém fungoval na principu vzduchové kapsy vytvořené v zespodu otevřeném sudu ponořeném pomocí upoutaného závaží (obrázek III. viz Příloha A2). Tehdejší potápěči se v případě potřeby mohli z toho podvodního rezervoáru nadechnout, déle tak vydržet pod vodou a pokračovat v práci. (Vrbovský, 1998; Dobeš, 2005)

Astronom Edmund Halley (Anglie, 1691) zkonstruoval a také sám provedl zkoušku svého vynálezu (obrázek IV. viz Příloha A2) – jednalo se o dřevěný válec ve tvaru zvonu, který fungoval na principu nádoby obrácené dnem vzhůru, do které byl přiváděn vzduch z dřevěných sudů spouštěných z hladiny. Sám vynálezce a s ním pět dalších dobrovolníků strávili pod hladinou řeky Temže necelé dvě hodiny. Princip i konstrukce byla velmi podobná předchozím zařízením. Zvony byly vytvořeny za použití dřeva s obvodovým kováním, odlity z olova nebo byly jejich stěny olověným pláštěm. To zaručovalo, že zvon byl udržen na dně a posádka z něj mohla vystoupit a vykonávat práci v jeho okolí. Po ukončení činnosti nastoupili potápěči zpět do zvonu a byli spolu s ním vytaženi zpět na hladinu. Za pomoci takového zařízení nebyly na tehdejší dobu

zvláštností ani sestupy do hloubek až dvacet metrů na dobu devadesáti minut. (Novomeský, 2015).

Z dnešního pohledu se jako zásadní nevýhoda tohoto zařízení jeví fakt, že jeho konstrukce podléhá fungování základního fyzikálního zákona označovaného jako Boyle-Mariottův.

Vrbovský (1998) popisuje jeho působení na vnitřní prostředí potápěčského zvonu takto: *„Deset metrů pod hladinou bylo takové zařízení zaplaveno přibližně z poloviny, ve dvacetimetrové hloubce již ze dvou třetin, a pokud se v něm někdo odvážil sestoupit do hloubky čtyřiceti metrů, zůstala nezaplavena pouhá pětina původního objemu u samotného stropu potápěčského zvonu.“* (Vrbovský, 1998, s. 14)

V souvislosti s rozvojem technologií se podařilo v průběhu druhé poloviny 18. století vyvinout vysokotlaké pumpy, kterými bylo možno plynule dodávat vzduch do potápěčských zvonů.

Tohoto mechanizmu využil jeden z nejznámějších vynálezců a konstruktérů v oblasti potápěčské techniky – August Siebe. V roce 1819 představil svůj první prototyp potápěčského skafandru s otevřeným okruhem (obrázek V. viz Příloha A3). Jednalo se o kovovou tepanou přilbu, která byla pomocí šroubů připojena na oblek z pogumované plachtoviny, která však sahala pouze do pasu, kde byla stáhnuta za pomoci koženého řemenu. Nevýhoda takové konstrukce se objevovala v situaci, kdy potápěč ztratil rovnováhu a došlo tak k zalití přilby. Siebemu se za výpomoci technického inženýra George Edwardse podařilo doladit nedostatky skafandru. Došlo k rozšíření obleku na celé tělo, byly přidány krční a rukávové těsnící manžety ze surové gumy, bylo přidáno závaží na podrážky bot a závěsné závaží okolo krku a přilba byla upnuta k obleku pomocí závitu. V roce 1837 přestavil svoji konečnou verzi, jejíž konstrukce si dodnes udržela prakticky stejnou podobu, jakou mají soudobé potápěčské pracovní skafandry. (Novomeský, 2015)

V současné době jsou pracovními potápěči používány přilby (moderní) anatomicky tvarované, vyráběné z pevných plastických hmot s různým přístrojovým osazením, které tak nahradily historické (klasické) těžké kovové přilby.

Jakkoliv sofistikovaný potápěčský oblek s přilbou (skafandr) vnáší do potápění velký pokrok, nedokáže však zcela překonat jednu ze zásadních fyziologických bariér člověka ve světě pod vodou. Máme tím na mysli minimální nebo značně ztíženou

pohyblivost. Nejen obrovská hmotnost samotného vybavení včetně závaží nutného k udržení na dně, ale také vodící lano, přívodná vzduchová hadice a její mechanická pevnost a odolnost proti oděru nebo nechtěnému přerušení, to vše potápěče ve velké míře omezovalo v pohybu pod vodou. S ohledem na zmenšení omezení a docílení volnějšího pohybu byla snaha vyvinout lehčí zařízení, které by bylo vybaveno vlastním zdrojem s dýchacím médiem. (Vrbovský, 1998; Novomeský, 2005)

Částečné nezávislosti na přívodu vzduchu z hladiny bylo docíleno zařízením s názvem *Aerophore* (obrázek VI. viz Příloha A3). Patentováno bylo v roce 1866 jeho vynálezci Benoitem Rouquayrolem a Augustem Denayrouzem. Základem systému *Aerophore* byla celoobličejová maska opatřená skleněným zorníkem a regulátorem, který byl připojen k nádrži se stlačeným vzduchem umístěné na zádech potápěče. Regulátor přiváděl vzduch masky v množství závislém na hloubce, okolním tlaku a potřebě dýchání. Největším nedostatkem tohoto – na svou dobu poměrně vyspělého zařízení – byla malá kapacita nádrže; kvůli tomu se tak *Aerophore* nestal nikdy zcela nezávislým. (Dobeš, 2005)

O pár let později v roce 1878 představuje Henry A. Fleuss svůj nezávislý přístroj s uzavřeným okruhem, se kterým při první zkoušce téhož roku vydržel pod vodou celou jednu hodinu. Vůbec poprvé využil Fleuss jako dýchací médium čistý kyslík, což na jednu stranu vyřešilo otázku vysoké spotřeby stlačeného vzduchu, neboť jeho minutová spotřeba je mnohonásobně vyšší než při použití kyslíku, na druhou stranu však nevzal v potaz jeho toxický vliv na organizmus. Použití čistého kyslíku jako dýchacího plynu pod vodou je z hlediska bezpečnosti omezené pouze do hloubky deseti metrů. Při proniknutí pod tuto hranici se v organizmu vyvolává prudká otrava spojená s velmi rychlým nástupem poruchy vědomí. (Vrbovský, 1998; Dobeš, 2005)

Fleussův princip konstrukce a zpracování O_2 a CO_2 pocházející z konce 19. století je uplatňován dodnes u technicky vyspělých dýchacích přístrojů s uzavřeným okruhem zvaných re-breathery, které jsou používány především pracovními, policejními nebo armádními potápěči.

V oblasti sportovního potápění jsou nejvíce rozšířeny dýchací přístroje s tzv. otevřeným okruhem. V roce 1912 sestrojil M. Fernez nezávislý potápěčský přístroj, jeho základem byla ocelová lahev se stlačeným vzduchem, který proudil skrze redukční ventil opatřený manometrem do náustku. Odtud byl pomocí výdechového ventilu odváděn i vzduch vydechovaný. O dvanáct let později důstojník francouzského

námořnictva Yves Le Prieur přichází se zjednodušením Fernezova přístroje – to spočívalo v přidání ručně ovládaného dávkovače množství vdechovaného vzduchu. Díky tomuto řešení se podařilo lépe využívat vzduchové zásoby a strávit tak pod vodou zhruba patnáct minut v hloubce dvanácti metrů. I tento přístroj však nebyl dokonalý, neboť bylo nutné obsluhovat dávkovač manuálně. (Vrbovský, 1998)

S principem samočinné regulace dodávky vzduchu při nádechu přicházejí roku 1943 inženýr Emile Gagnan a námořní důstojník Jacques-Yves Cousteau. Krátce po skončení druhé světové války se jejich dýchací přístroj označovaný jako *Aqualung* stal revolučním zařízením pro pobyt pod vodou a přispěl obrovským dílem k rozvoji moderního sportovního potápění (obrázek VII. a VIII. viz Příloha A4). V roce 1946 je spuštěna jeho sériová výroba a na trhu se stává úspěšným. (Dobeš, 2005)

„Výraz Akvalung doslova znamená „vodní plíce“ … Obecně je použitelný pro všechny nezávislé potápěčské přístroje vybavené zásobníkem dýchacího média a zařízením regulujícím jeho dodávku v závislosti na okolním tlaku a na potřebách potápěče. Od padesátých let se však tímto termínem prakticky výhradně označuje potápěčský dýchací přístroj na stlačený vzduch.“ (Vrbovský, 1998, s. 17)

Výhody Cousteaova-Gagnanova technického provedení spočívají v nejen jednoduchosti obsluhy a údržby, ale také ve využití dýchacího média – snadno dostupný atmosférický vzduch stlačený pomocí vysokotlakých kompresorů do ocelových tlakových lahví. Z nich je pomocí regulátoru („plicní automatiky“) vzduch přiváděn automaticky v závislosti na okolním tlaku v dané hloubce do plic při nádechu a odváděn do okolí při výdechu, který je doprovázen bublinami tvořícími se v okolí výdechového deflektoru. (Novomeský, 2015)

I přestože princip přístroje zůstává dodnes nedotčen, prochází tak jako veškerá technika stvořená člověkem neustálým rozvojem a modernizací. Pro svoji jednoduchost a komfort při používání se tento přístroj stal nedílnou součástí vybavení mnoha vědců z řad mořských biologů, geologů nebo archeologů po celém světě. Cestu si však k němu našli i lidé, kteří touhu objevovat svět pod hladinou proměnili ve volnočasovou aktivitu, někteří ji dokonce přijali jako životní styl a dali tak vzniknout jednomu z nejrychleji se rozvíjejících sportů na světě – přístrojovému potápění.

2 POTÁPĚČSKÁ VÝSTROJ

Bez pomoci speciální techniky (potápěčské výstroje) není člověk coby biologický tvor schopen pod vodou přežít. K tomu, aby mohl vodní prostředí alespoň navštěvovat, anebo v něm vykonávat nějakou činnost, používá vybavení, které mu primárně zabezpečuje základní parametry přežití a to: možnost pod vodou dýchat, mít adekvátní ochranu proti chladu (termoprotekci) a být schopen se pod vodou pohybovat.

Je třeba si uvědomit, že s narůstající obtížností ponoru se zvyšují také nároky na doplňkové vybavení potápěče. V souvislosti s tím stoupá nejen objemnost a hmotnost ale také nároky na vědomosti a práci se složitějším vybavením.

I základní potápěčské vybavení označované jako ABC (maska a ploutve) ovlivňuje více či méně fyziologické funkce člověka a vytváří tak určitá omezení, která navíc narůstají s rozšiřováním o další součásti výstroje (různé typy obleků, dýchací přístroje). Potápěč musí vzít v úvahu, že i sebelépe fungující vybavení se pro něj může stát zdrojem problémů, které mohou vyústit až k nehodě, při které může hrát i svoji roli některá ze součástek ztrácející svoji funkci.

Pro pochopení souvislostí v dalších částech práce, budou v této kapitole popsány základní části a technické prvky potápěčské výstroje nezbytné pro pobyt pod vodou.

2.1 VYBAVENÍ PRO REKREAČNÍ POTÁPĚNÍ

Potápěčská výstroj se, co se týče techniky a principů na kterých funguje, v posledních letech příliš nemění. V oblasti rekreačního potápění je používána výstroj po celém světě takřka identická, pochopitelně s ohledem na klimatické podmínky dané oblasti. V České republice je vzhledem k podmínkám pro potápění používána spíše výstroj pro technické potápění, ale zejména v letních měsících není výjimkou spatřit potápěče s rekreační (sportovní) výbavou. Základní vybavení je s jistými odlišnostmi pro oba typy potápění stejné.

2.1.1 POTÁPĚČSKÁ MASKA

Potápěčská maska je jedním ze základních prvků potápěčské výstroje (obrázek I. viz Příloha B1). Je využívána rekreačními i technickými potápěči. Své uplatnění

nachází také při profesionálních potápěčských aktivitách (práce policie, armády, hasičských a záchranných sborů). (Novomeský, 2015)

Na trhu existuje v nabídce mnoho modelů různých tvarových profilů a barevných provedení potápěčských masek, nicméně je důležité, aby maska měla technické prvky nezbytné pro její bezpečnou a správnou funkci. Mezi tyto prvky řadíme dle Schnicka (2007): „*bezpečnostní sklo – stabilní rámeček – lícnice – upínací pásek – zabudovaný nosní kompenzátor*.“ (Schnick, 2007, s. 86)

Potápěčská maska umožňuje světelným paprskům průchod skrze zorník a vrstvu vzduchu, kterou vytváří mezi okem a okolním vodním prostředím. Dále poskytuje ochranu nosu pomocí zabudovaného nosního kompenzátoru, díky kterému je tak potápěč schopen regulovat resp. vyrovnávat tlak v masce. (Dvořáková, 2005; Gillam, 2002)

Novomeský (2015) uvádí, že i potápěčská maska může být zdrojem některých problémů z technicko-medicínského hlediska, tak např: *„pocit úzkosti až klaustrofóbia, migrenózné bolesti hlavy, podtlaková barotrauma očných bulbov.“* (Novomeský, 2015, s. 61)

2.1.2 POTÁPĚČSKÉ PLOUTVE

Ploutve jsou další nezbytnou součástí základní potápěčské výstroje. Pomocí nich je potápěč schopen efektivního pohybu v trojdimenzionálním prostoru pod hladinou. Bez nich by byl člověk jen stěží schopen se pohybovat v před, kvůli zvýšenému tlaku a hustotě okolního prostředí jakým je právě voda. (Schnick, 2007)

Stejně jako je tomu v případě potápěčských masek, i v případě ploutví je nabídka široká a každá ploutev je vhodná pro jiný typ ponoru. Základní rozdíl tkví v konstrukci – rozlišujeme ploutve s uzavřenou patou a ploutve otevřené, které se používají v kombinaci s potápěčskými botkami. Pro potápění v našich podmínkách je vhodné (vzhledem k tepelnému komfortu) spíše použití ploutve s otevřenou patou a upínacím pásem v kombinaci s botkami nebo přímo botami suchého potápěčského obleku (obrázek II. viz Příloha B1).

Dle Novomeského (2015) může docházet k následujícím problémům: ploutve jako zdroj stresu vnímaného začátečníky z hlediska zátěže dolních končetin, křeče v lýtkových svalech při použití nevhodných ploutví nebo nedostatečné adaptaci na styl plavání s nimi.

2.1.3 POTÁPĚČSKÉ OBLEKY

Tento typ výstroje bychom mohli rozdělit do několika kategorií, podle toho, jak jsou obleky konstruovány a k čemu jsou využívány. Základní rozdělení je na obleky mokré, polosuché a suché. Společnou funkcí všech typů obleků je ochránit potápěče nejen před chladem a poskytovat mu tepelný komfort během ponoru, ale také před poraněním a odřeninám kůže. V případě použití suchého obleku může být jedním z dalších cílů ochránit potápěče před vlivy znečištěného vodního prostředí. (Dvořáková, 2005)

Mokrý potápěčský oblek je vyráběn z neoprenu, což je v podstatě uměle vyrobený kaučuk, který má ve své struktuře drobné plynové kapsy ve tvaru bublinek, které oblek ve vodě nadlehčují (obrázek III. viz Příloha B2). Během potápění se s narůstající hloubkou působením tlaku bublinky i materiál stlačují a dochází tím k postupné ztrátě vztlaku a do jisté míry i izolačních schopností obleku. (Schnick, 2007)

Princip tělesné tepelné izolace pomocí neoprenového obleku popisuje Novomeský (2015) následovně: *„neoprenový oblek neprilieha na telo potápača celkom ideálne a medzi vnutorný povrch obleku a kožu potápača obyčajne prenikne malé množstvo vody. Mikrovrstvu vody medzi povrchom tela a vnútornou plochou obleku si potápač ohreje vlastným telesným teplom, voda v obleku ďalej neprúdi a plyn v mikrobublinkách neoprenového materiálu izoluje povrch tela potápača od vonkajšej chladnej vody.“* (Novomeský, 2015, s. 62)

Kromě hlavy, rukou a chodidel pokrývá neoprenový oblek celé tělo potápěče. Po zabránění únikům tepla z těchto nechráněných částí se používá kukly, rukavic, ponožek a botek, kdy všechny tyto ochranné prostředky jsou vyrobeny taktéž z neoprenu.

Z hlediska medicínských komplikací, které mohou vznikat v souvislosti s použitím neoprenového obleku Novomeský (2015) uvádí pouze některé dermatologické obtíže např. kontaktní alergické dermatitidy.

Zkušenější rekreační a techničtí potápěči používají během ponorů *oblek suchý* (obrázek IV. viz Příloha B2). Jedná se o sofistikovanější výstrojní prvek, který na rozdíl od mokrého obleku je vodotěsný a mechanicky mnohem odolnější. Tomu aby do tohoto typu obleku vnikala voda je zabráněno těsnícími manžetami v oblasti krku a rukou a speciálním vodotěsným zipem. Oblek je navržen tak, aby uvnitř byl prostor pro termoizolační kombinézy různých gramáží, případně jejich vrstvení, tak aby bylo možné provést ponor i ve velmi chladné vodě.

Princip termoizolace spočívá v inflaci a deflaci vnitřního obejmu plynu v obleku. V závislosti na hloubce je potápěč schopen pomocí ventilů (inflačního a deflačního) vzduch do obleku přidávat nebo ho z něj vypouštět a udržovat tak konstantní vnitřní objem. K doplňování vnitřního objemu je používán buďto Argon z nezávislé talkové nádoby nebo vzduch z prvního stupně tlakové láhve určený jako dýchací médium. (Novomeský, 2015)

Proto, že je suchý oblek technicky mnohem náročnější na ovládání, nese s sebou jeho používání určitá rizika. Novomeský (2015) uvádí tyto: narušení činnosti napouštěcího a vypouštěcího ventilu, syndrom karotického sinu a převrácení potápěče hlavou dolů.

K situaci přetočení hlavou dolu a nohama vzhůru dochází při přelití vzduchu do nohavic a bot obleku. Tento stav, pokud není řešen, se stává velmi nebezpečným z hlediska rizika potápěčských nehod, neboť může dojít k rychlému neovladatelnému vytažení potápěče na hladinu, při kterém hrozí např. přetlakové barotrauma plic s následnou arteriovou plicní embolií nebo v případě rychlého výstupu z velkých hloubek rozvoj dekompresní nemoci. Dalším z možných scénářů je - při poloze hlavou dolů - gastroezofageální reflux nebo zvracení, aspirace žaludečního obsahu a udušení. (Novomeský, 2015)

Z vlastní zkušenosti mohu potvrdit, že bezpečné používání suchého potápěčského obleku vyžaduje dlouhodobý výcvik a zkušenosti.

Stejně jako je tomu u veškeré potápěčské výstroje i obleků existuje na trhu celá řada různých střihů a barevných provedení. V současné době lze pozorovat ve výrobě a nabídce obleků i jistý odraz módních trendů, tak aby výrobci oslovili co nejširší základnu zákazníků-potápěčů.

2.1.4 KOMPENZÁTOR VZTLAKU

Vyrovnání vztlaku patří mezi základní dovednosti, které musí potápěči bezpodmínečně zvládnout, chtějí-li se pod hladinou pohybovat efektivně a hlavně bezpečně.

K tomu jim slouží zařízení umožňující potápěči ovládat jeho vztlak v každé fázi ponoru a dosáhnout tak požadovaného stavu hydrostatické rovnováhy neboli tzv. neutrálního vyvážení. Zařízení pro kontrolu vztlaku se skládá z upínacích popruhů na tělo a tlakovou lahev, vlastního nafukovacího tělesa, napouštěcí a vypouštěcí vrapované

hadice (*inflátoru*) a přívodné nízkotlaké hadice. Zařízení bývají navíc vybavena minimálně jedním přetlakovým výpustným ventilem, který brání přefouknutí a protržení nafukovacího tělesa. V rekreačním potápění bývají využívány kompenzátory označované jako *žaket*, v technickém potápění je dávána přednost zařízením typu *křídlo*, nicméně princip je u obou stejný (obrázek V. a VI. viz Příloha B3). (Gillian, 2002; Novomeský, 2015)

Možné problémy a rizika související s používáním kompenzátorů vztlaku mohou být např. zevní komprese hrudníku a břicha (při nevhodně zvolené velikosti) s následnou restrikcí dýchacích pohybů, alveolární hypoventilací, možnou ztrátou vědomí až utonutím. Při nesprávné manipulaci s inflací může docházet k nekontrolovaným rychlým výstupům na hladinu nebo naopak pád do hloubky – oba případy jsou nebezpečné z hlediska rizika vzniku přetlakového nebo podtlakového barotraumatu. (Novomeský, 2015)

2.1.5 DÝCHACÍ PŘÍSTROJ (S OTEVŘENÝM OKRUHEM)

Ve sféře dnešního rekreačního potápění je používán moderní dýchací přístroj fungující na principu Cousteau-Gagnanova akvalungu. V anglické literatuře bývá tento nezávislý potápěčský dýchací přístroj označován zkratkou SCUBA (Self-Contained Underwater Breathing Apparatus). Blíže bývá specifikován jako *open-circuit* neboli dýchací přístroj s otevřeným okruhem. Jedná se o systém, při kterém je vydechovaný vzduch vypouštěn skrze výdechové deflektory druhého stupně volně do okolí. (Schnick, 2007)

Dýchací přístroj plní svoji základní funkci tím, že k potápěči přivádí dýchatelné médium o tlaku shodném s okolím v závislosti na dané hloubce a spolehlivě odvádí vydechovaný plyn do okolí.

Nezávislý dýchací přístroj je funkční soustavou následujících součástí: Tlaková lahev s dýchacím plynem, dýchací regulátor (plicní automatika) sestávající ze dvou vzájemně propojených stupňů (I. a II. stupeň) pomocí hadic a vysokotlaký manometr (obrázek VII. viz Příloha B4). (Dobeš, 2005)

Podrobný popis technologického řešení a funkce jednotlivých součástí dýchacího přístroje přesahuje rámec bakalářské práce a proto se jím nebudeme dále zabývat.

Mezi nejčastější možná technicko-medicínská rizika řadí Novomeský (2015): exspirační a kašlací laryngální reflex, barotrauma žaludku jako následek nadměrné aerofagie, pocit vysoké respirační rezistence dýchacího regulátoru (zejména u začátečníků může vyústit v anxiozitu až paniku a s ní spojené problémy) a dále pak např. poškození plic z důvodu vdechované směsi kontaminované olejovými spalinami z kompresoru.

2.1.6 POTÁPĚČSKÝ POČÍTAČ

Osobní dekompresní počítač je moderní zařízení, které v souvislosti se stále se rozvíjejícími technologiemi v oblasti výpočetní techniky, dokáže zpracovat a vyhodnotit mnoho dat získaných během ponoru i po jeho ukončení (obrázek VIII. viz Příloha B4). Moderní, ale hlavně bezpečné potápění je bez této technologie dnes už takřka nemyslitelné.

„*Potápěčské počítače prodělaly od šedesátých let velký rozvoj. Zvýšily bezpečnost potápění a změnily způsob jeho výuky. Při tradičním způsobu výuky se učili studenti plánovat sestupy podle depresních tabulek*.“ (Gillian, 2002, s. 44)

Jak již bylo zmíněno, potápěčské počítače jsou schopny monitorovat mnoho důležitých dat (např. dobu a hloubku ponoru, nutnost dekompresních zastávek, kontrolu výstupové rychlosti, aj.) a informovat o nich potápěče během celého ponoru.

„Zaznamenávaná data, která udávají sycení a vysycování, vycházejí z teoretického, pevně naprogramovaného matematického modelu a teoretického stavu tkání, nikoliv ze skutečných údajů potápěče, takže se nesmějí dělat ponory do mezních oblastí.“ (Schnick, 2007, s. 105).

Pro sféru technického potápění existují počítače s funkcemi plánování a vedení ponorů s využitím dýchacích směsí nebo plynů jiných než vzduch.

2.2 VYBAVENÍ PRO TECHNICKÉ POTÁPĚNÍ

Technické potápění překračuje rámec rekreačního potápění a liší se od něho v mnoha rovinách. Na úrovni výstroje se jedná především o používání vysoce sofistikovaného potápěčského vybavení a využívání dalších technických doplňků jako například systému konfigurace dvou spojených tlakových lahví umístěných na zádech

nebo na bocích potápěče a s tím související uspořádání plicních automatik (obrázek IX. a X. viz Příloha B5).

Na technické potápěče jsou kladeny mnohem vyšší nároky jak fyzické tak psychické, neboť při svých ponorech mnohdy dosahují extrémních hloubek nebo se potýkají se zhoršenými podmínkami vodního prostředí.

Za technické potápění považujeme dle Novomeského (2015) následující potápěčské aktivity:

- potápění se stlačeným vzduchem do hloubek 40-60m (deep air diving),
- používání vícekomponentních plynových směsí,
- využívání hyperoxických plynových směsí a samotného kyslíku,
- standardní používání suchého potápěčského obleku plněného Argonem,
- používání oběhových dýchacích okruhů.

Technické potápění není v našich podmínkách nijakou výjimkou, ba naopak. Mnohé potápěčské lokality (vodní nádrže, přírodní stojaté vody, zatopené lomy a doly) dosahují hloubek až několika desítek metrů přičemž viditelnost téměř celoročně dosahuje pouze řádu metrů.

3 POTÁPĚNÍ Z HLEDISKA FYZIOLOGIE A ANATOMIE

3.1 ZMĚNY SMYSLOVÉHO VNÍMÁNÍ POD VODOU

Vodní prostředí ovlivňuje do jisté míry všechny naše lidské smysly. Člověk pociťuje stav podobný beztížnému pohybu ve vesmíru, objekty se zdají být větší, zvuky mnohem lépe slyšitelné. Změněné vnímání je jedním z aspektů pobytu pod vodou a tudíž bychom mu měli porozumět tomu, co tyto změny způsobuje.

3.1.1 VIDĚNÍ POD VODOU

Voda není pro lidský zrak ideálním optickým prostředím. Samotné lidské oko není na vidění pod vodou přizpůsobeno, proto se jeví objekty a jejich okolí neostře a rozmazaně. Prvním negativně působícím jevem je snížená průzračnost vody, která závisí na více příčinách. K tomu, aby byla ostrost alespoň částečně zachována, se používá potápěčská maska. Ta odděluje oko od okolního vodního prostředí pomocí v ní uzavřeného vzduchu a vytváří tak podmínky pro správnou funkci oka. K určitému zkreslení však dochází skrze zorník vyrobený z rovného skla. Na rozhraní prostředí vody a skla dochází k lomu světla a to způsobí změnu vnímání vzdálenosti a rozměru objektu. (Dvořáková, 2005)

Novomeský (2015) popisuje výsledek takto: *„Všetky predmety sa zdajú byť o $^1/_3$ väčšie oproti ich reálnej veľkosti. Nastáva aj fiktivny vzdialenostný posun pozorovaných predmetov pod vodou, kedy sa takéto predely javia pozorovatelovi o $^1/_4$ bližšie oproti ich skutočnéj vzdialenosti.“* (Novomeský, 2015, s. 110-111)

Mezi další fyzikální jevy významně ovlivňující zrakové vnímání člověka pod vodou patří pohlcování světla a vyhasínání barevného spektra. Ve vodě úměrně ubývá slunečního světla pronikajícího z hladiny se zvětšující se hloubkou. Současně s tím také dochází k pohlcování jednotlivých barevných složek spektra. Červená barva (např. krev) se ztrácí jako první a v hloubkách okolo pěti metrů dosahuje její intenzita cca 10 % své původní intenzity, kterou má na hladině. Postupně se vytrácí žlutá, zelená a objekty se postupně s přibývající hloubkou jeví jako modré až tmavě modré. K poklesu kvality a intenzity zrakového vjemu přispívá také rozptyl světelných částic na molekule vody.

Tento fakt může výrazným způsobem ovlivnit resp. limitovat způsobilost potápěče vůbec využít zrakového smyslu. (Dvořáková, 2005; Novomeský, 2015, Bookspan, 1995)

3.1.2 SLYŠENÍ POD VODOU

Voda je velmi dobrý vodič zvuku. Vzhledem k tomu, že je osmsetkrát hustší než vzduch, se zvukové vlny dokážou šířit zhruba čtyřikrát rychleji než na hladině. U sportovních potápěčů bývají vnější zvukovody zaplaveny vodou, a tudíž není možný přenos zvuku prostřednictvím rezonance bubínku a systému středoušních kůstek do vnitřního ucha. V takovém případě je zvuk pod vodou vnímán za pomoci tzv. kostního přenosu signálu. Jedná se o jeden ze základních způsobů zvukového transferu, kdy dochází k rozkmitání lebečních kostí. Tímto mechanizmem dochází k mnohem intenzivnějšímu vnímání zvuků pod hladinou. (Bookspan, 1995; Novomeský, 2015)

Na souši je člověk schopen rozpoznat směr, odkud k němu zvuk přichází, díky tzv. biaurálnímu slyšení. Analyzátor akustiky v mozkové kůře spánkových laloků dokáže vyhodnotit fázový posun dopadu zvukových vln na ušní bubínky, tak že určí, z kterého směru přichází zvuk rychleji. Vzhledem k výše zmíněné rychlosti šíření zvukových vln ve vodním prostředí, není centrální nervový systém schopen tento mechanizmus uplatnit a funkce analyzátoru téměř zcela zaniká. Dochází tak k tomu, že potápěč není schopen spolehlivě určit směr přicházejícího zvuku, což může být velmi nebezpečné v případě, že se nad ním na hladině pohybují rychle jedoucí čluny poháněné lodními šrouby. (Gilliam, 2002)

3.1.3 ZMĚNY CHEMICKÝCH SMYSLŮ

Chemické smysly jakými jsou u člověka čich a chuť mají mimořádně důležitou úlohu z hlediska přežití na souši. Jejich úkolem je informovat organizmus o přítomnosti chemických látek v jeho okolí. Během pobytu člověka pod vodou se však čichové ani chuťové vjemy nijak zásadně nemění.

Pokud rekreační potápěč používá standardní potápěčskou masku, která má malý vnitřní objem, je jeho čichový vjem omezen pouze na tento prostor, ve kterém se ne nachází vzduch vydechovaný jeho nosem. Při použití celoobličejové potápěčské masky může hrát čich roli vzhledem k zachycení pachu případných škodlivých příměsí ve vdechovaném médiu zejména nepříjemných zbytků spalin z kompresorového oleje pronikajícího do stlačeného vzduchu při plnění tlakových lahví. (Novomeský, 2015)

Chuťový smysl je ovlivněn jen v několika málo případech a nikdy není jeho vnímání zcela subjektivní. Například může být narušen při vysokém parciálním tlaku N_2, kdy je chuť vdechovaného vzduchu udávána jako „kovová“. Tento subjektivní fenomén je dáván za vinu toxickému působení dusíku na CNS. (Novomeský, 2015)

3.1.4 ZMĚNY VNÍMÁNÍ POLOHY A PROPRIORECEPCE

U člověka dochází během vývoje k rozvoji schopnosti bez pomocí dalších smyslů určit, v jaké poloze se nachází jeho tělo ale také rozpoznat polohu jednotlivých tělesných částí. Proprioreceptory (polohové senzory) jsou umístěny ve svalech, kloubech a šlachách. Ve vodním prostředí dochází ke značnému narušení obou složek propriorecepce – statické i kinetické. Je důležité si uvědomit, že potápěč se pohybuje v prostoru o třech rozměrech, tedy vpřed/vzad, vlevo/vpravo ale také nahoru a dolů. Pokud dosáhne správného vyvážení, je schopen se přiblížit beztížnému stavu podobně jako je tomu ve vesmíru a pod vodou se volně vznáší. (Schnick, 2007; Hrnčíř 1990)

Novomeský (2015) tento stav označuje spíše jako „*hypogravitačný, pri ktorom sa síce potápač v trojrozmernom priestore voľně vznáša, je však schopný tento stav ovplyvniť, napr. hĺbkou nádychu či výdychu, pridáním záťaže či infláciou nafukovacieho kompenzátora vztlaku.“* (Novomeský, 2015, s. 115)

Tím, že dochází ke stavu snížené gravitace, je narušena přirozená funkce orgánů statické rovnováhy ve vnitřním uchu a následkem toho je významné zkreslení informací o vlastním těle. (Schnick, 2007)

Většina zkušených potápěčů popisuje hypogravitační stav jako komfortní a uvolňující. Nicméně u osob, především z řad začínajících potápěčů, které nejsou na tento stav uvyklé, může dojít k závažné dezorientaci v prostoru, což může být nebezpečné zejména při ponoru v noci nebo se sníženou viditelností.

3.1.5 ZMĚNY POVRCHOVÉHO VNÍMÁNÍ TEPLOTY A TERMORECEPCE

Při pobytu člověka pod vodou dochází také do jisté míry k narušení termoreceptivní (teplotní) citlivosti kůže. Zejména v oblasti rukou dochází u potápěčů vlivem dlouhodobé macerace kůže (procesu promáčení) ke zhoršení taktilní senzitivity a následně zhoršení manuální činnosti. Povrchová kožní citlivost se zhoršuje především působení chladné vody, kdy dochází k postupné výměně tepla mezi kůží a okolím i přes bariéru různých typů obleků. (Novomeský, 2015)

3.2 DÝCHÁNÍ PLYNŮ V HYPERBARICKÉM PROSTŘEDÍ

Na žádný jiný funkční orgánový systém v lidském těle nejsou během pobytu pod vodou kladeny tak vysoké nároky ve smyslu zachování jeho optimální funkce jako na systém dýchací.

Respirační systém potápěče je nucen čelit narůstajícímu hydrostatickému tlaku, změnám hustoty vdechované plynové směsi nebo změnám parciálních tlaků jejích jednotlivých plynných složek. Na kvalitě dýchání potápěče v hyperbarických podmínkách jsou závislé také funkce ostatních pro život důležitých orgánů – kardiovaskulární systém, ledvinný systém, gastrointestinální trakt, apod. Žádné jiné technické zařízení z veškeré potápěčské výstroje nemá tak vysokou míru priority z hlediska zabezpečení životně důležitých procesů jako potápěčský dýchací přístroj. (Novomeský, 2015)

Fyziologický proces dýchání za atmosférických podmínek umožňuje efektivní výměnu plynů mezi vnějším prostředím a plícemi až na úroveň plicních alveolů, kde přestupuje plyn do krve a ve směru opačném je umožněn výstup plynu z krve zpět do prostoru alveol. (Gillian, 2007)

I během potápění reaguje člověk na metabolickou potřebu svého organizmu určitými změnami charakteru a intenzity svého dýchání. Pokud potápěč dýchá klidně a harmonicky a není vystaven zvýšenému fyzickému ani psychickému vypětí je u něj přítomna normoventilace. Pokud je ale působení negativních vlivů nebo náhlou změnou okolních podmínek tento stav změnit, může u něj docházet ke stavům zvýšeného nebo naopak sníženého dýchání.

Novomeský (2015) tyto stavy popisuje následovně. V případě *hyperventilace* se jedná o zvýšenou ventilační aktivitu přesahující aktuální metabolické potřeby organizmu.

Ze svých vlastního pozorování mohu potvrdit, že stav hyperventilace se v praxi vyskytuje poměrně často zejména u začínajících potápěčů. Vystupňovaná frekvence dýchání se zvyšuje v případě nadměrné fyzické zátěže, stavů úzkosti a ve stresových situacích.

Hypoventilaci definuje Novomeský (2015) jako: *„sťažené, námahové dýchánie so zhoršenou ventiláciou pľuc vzniká při potápaní najčastejšie v dôsledku vysokej*

molekulárnej hustoty plynovej zmesi, ktorú potápač dýcha vo veľkej hĺbke (napr. stlačený vzduch v hĺbkach pod 60 m).“ (Novomeský, 2015, s. 120-121)

Dýchání člověka pod vodou, tedy v prostředí hyperbarickém je negativně ovlivněno mnoha faktory. Principiálně ho charakterizují dle Novomeského (2015) tyto: zvýšená respirační rezistence, nárůst turbulentního proudění dýchacího plynu a alveolární hypoventilace různého stupně.

3.3 ÚČINKY TLAKU NA LIDSKÝ ORGANIZMUS

Během pobytu pod vodou působí na potápěče zvýšený (hydrostatický) tlak okolního vodního prostředí. V lidském těle existují různé preformované dutinové anatomické prostory, které následkem fyzikálního působení tlaku resp. jeho změny mění samy svůj vnitřní tlak podle Boyle-Mariottova zákona. (Novomeský, 2015)

Pro potápěče je nevyhnutelné, aby docílil ekvivalentního vyrovnání mezi tlakem vnějšího prostředí a tlakem dutinových systémů ve svém těle. Pokud tak z jakéhokoliv důvodu neučiní, hrozí mu jejich poškození vlivem mechanického účinku tlaku – *barotrauma*. (Hrnčíř, 1990; Novomeský, 2002)

Vyrovnávání tlaku neboli kompenzace je v první řadě zařízeno potápěčským dýchacím zařízením, které automaticky přivádí dýchací směs pod regulovaným tlakem shodným s tlakem okolního prostředí v aktuální hloubce. V některých případech je potápěč sám nucen pomocí voluntárních manévrů vyrovnat tlak v dutinách (paranasální a středoušní dutiny). (Dvořáková, 2005; Bookspan, 1995; Novomeský, 2015)

K mechanickým poškozením dutinových systémů může docházet při všech fázích ponoru, je-li kompenzace tlaku nedostatečná nebo vůbec žádná. Při sestupu – *kompresní fáze* – se veškeré plyny nacházející se v tělesných dutinách stlačují vlivem narůstajícího okolního tlaku. Naopak při výstupu – *dekompresní fáze* - dochází k plynové roztažnosti. Ve *fázi izokompresní*, kdy se potápěč pohybuje v konstantní hloubce a výrazně ji nemění, k poraněním vlivem působení přímého tlaku zpravidla nedochází. (Schnick, 2007)

3.4 PŮSOBENÍ STRESU PŘI POTÁPĚNÍ

3.4.1 ZDROJE STRESU

Stres při potápění je jedním z hlavních faktorů vedoucích ke vzniku potápěčských nehod. Zároveň je přirozenou reakcí člověka spojenou se vznikem mimořádné situace v nezvyklém prostředí, jakým voda pro něj bezpochyby je. Potápěč podléhá pod vodou hned několika stresujícím faktorům. Ocitá se v neznámém prostředí, ve kterém může mít navíc sníženou viditelnost a možnost orientace, má omezenou zásobu vzduchu, jeho tělo podléhá změnám okolního tlaku a tepelným podmínkám a v neposlední řadě je pro něj řešení krizových situací značně omezeno.

Stres může mít svůj počátek v potápěčově chování ještě před tím, než vstoupí do vody. Svoji roli zde mohou sehrát technické komplikace s přípravou vybavení, nervozita nebo emoční vypjetí popř. vztek. Začátečníci mohou čelit strachu ze vstupu do zcela neznámého prostředí, zkušení potápěči se naopak mohou obávat újmy na své prestiži. (Dobeš, 2005)

Typickými zdroji stresu ovlivňující do různé míry všechny potápěče jsou samotné podmínky vodního prostředí. Tím je míněno zejména špatná viditelnost, zhoršená orientace a pohyb ve stísněném prostoru (např. ve vraku nebo pod ledem). K pocitu úzkosti a nepohodlí přispívá velkou měrou fyzická námaha a chlad, které mohou vést k neuváženým úsudkům a fatálním chybám. (Gillian, 2007)

Je třeba si uvědomit, že potápěč je pod vodou zatížen množstvím úkolů, na které je nucen se v daný okamžik soustředit (např. monitorování důležitých hodnot – rychlost výstupu, hloubka, dekompresní zastávky, čas, apod.). Vše s ohledem na určitou časovou tíseň (dalším stresový faktor) odvíjející se od množství vzduchu v lahvi, který mu zbývá pro bezpečný pobyt a návrat na hladinu. (Dobeš, 2005)

3.4.2 ÚČINKY STRESU

U potápěče podléhajícímu stále se zvyšujícímu stresu dochází ke snížené schopnosti adekvátního zhodnocení situace, přičemž se znatelně snižuje citlivost na podněty a signály z okolí. I sebelépe vycvičený a zkušený potápěč se může stát obětí potápěčské nehody způsobené vystupňovaným stavem stresové reakce (panika), tím že u něj dochází k zúžení schopnosti vnímání, analýzy a reakce. (Dobeš, 2005)

3.5 ZDRAVOTNÍ ZPŮSOBILOST K POTÁPĚNÍ

Potápění potažmo pobyt pod hladinou člověka zatěžuje ze stránky fyzické i psychické. Ať už se jedná o začínajícího potápěče nebo aktivního zkušeného potápěče, oba dva musejí prokazovat jistou míru fyzické a psychické způsobilosti. Pokud chce potápěč provozovat tuto aktivitu účelově a bezpečně, měl by projít příslušným výcvikem a být dobře adaptovaný na vodní prostředí.

Základním předpokladem, který je nutný pro jakoukoliv potápěčskou aktivitu, je dobrý zdravotní stav resp. zdravotní způsobilost. Je jasné, že každý potápěč, ať už se jedná o rekreačního nebo profesionálního, musí prokazatelně splňovat způsobilost k přiměřené fyzické adaptaci na prostředí pod vodní hladinou a způsobilost k přiměřené psychické (mentální) adaptaci jako např. zvládání stresu a ovládnutí paniky. (Novomeský, 2015)

Při posouzení zdravotní způsobilosti je vhodné vycházet z všeobecných předpokladů k absolutním nebo relativním omezením pro jakoukoliv lidskou činnost. Novomeský (2015) považuje za *absolutní kontraindikace* potápění v podstatě všechny chorobné stavy, které člověka závažně zdravotně diskvalifikují v jeho běžném způsobu života (chorobné klinické a morfologické změny nebo psychické projevy). Mezi *relativní kontraindikace* řadí autor chorobné změny dočasného charakteru, které jsou léčitelné nebo nepředstavují pro člověka celkové omezení.

V zájmu bezpečného provozování potápění je pro člověka důležité, aby znal svůj zdravotní stav. Navíc většina výcvikových středisek a školících systémů přímo vyžaduje potvrzení o vstupním objektivním vyšetření zdravotního stavu začínajícího potápěče.

Prvotní (iniciální) lékařské vyšetření by mělo podrobné, seriózní, podložené na skutečně provedených dílčích vyšetřeních a důkladném odběru pravdivé anamnézy. Cílem takovéhoto komplexního vyšetření je vyhnout se možnému riziku vzniku ohrožení života nebo poškození zdraví. Anamnéza by mimo otázky cílené primárně na zdravotní stav člověka měla být zaměřena také na psychickou stránku. Lze tak odhalit např. míru psychické tolerance na pobyt pod vodou se všemi jeho možnými komplikacemi – uzavřený prostor, ztížený pohyb, špatná viditelnost, apod. (Berg, 2002; Novomeský, 2015)

U aktivních rekreačních potápěčů jsou některými mezinárodními systémy výcviku doporučovány periodické prohlídky vždy po 12 měsících, nicméně v praxi se tímto opatřením většina potápěčů příliš nezabývá.

4 NEHODY A ÚRAZY PŘI POTÁPĚNÍ

Pobyt člověka pod vodou zůstává i přes používání moderního, sofistikovaného potápěčského vybavení či technologií situací nesoucí s sebou jistá rizika bez ohledu na to, jde-li o potápění rekreační nebo profesionální.

4.1 NEHODY OBECNÉ POVAHY

Krizových situací a nehod s nimi spojených, ke kterým může během potápění dojít je mnoho. Na jejich vzniku se podílí nejen vnější vlivy a okolnosti (např. technická závada na zařízení, klimatické podmínky, viditelnost, apod.), ale ve velké míře také lidský faktor – samotné chování potápěče. Všechny tyto faktory mají na dopad na jeho fyzický i psychický stav.

4.1.1 VYČERPÁNÍ

Na vyčerpání lze nahlížet jako na stav organizmu, kdy nejsme schopni další fyzické a duševní aktivity. K vyčerpání dochází, pokud musíme zvládat situaci, na kterou fyzicky nestačíme. (Piškula, 1985)

V méně závažném případě je přítomna pouhá únava, která však může po delší námaze vyústit v nebezpečný stav, kdy dochází k totálnímu fyzickému vyčerpání organizmu, což může vést až ke ztrátě vědomí a utonutí. (Vrbovský, 1998)

Organizmus reaguje na zvýšení fyzické zátěže zrychlením dechové frekvence a prohloubením dechu tzn., že v souvislosti s tím stoupá i spotřeba dýchacího média a může tak dojít k předčasnému vyčerpání jeho zásob.

K vyčerpání organizmu při potápění ve většině případů vede přeceňování vlastní síly, schopnosti a zkušenosti potápěče nebo naopak podceňování organizace a podmínek ponoru.

Pokud se podaří vyčerpaného potápěče dopravit na loď nebo na břeh je první pomocí odstrojení výstroje a zátěže, vysvlečení z obleku, hydratace a zamezení hypotermie. (Piškula, 1985)

4.1.2 PODCHLAZENÍ

Člověk si v průběhu života zachovává skrze termoregulační mechanizmy vcelku stálou teplotu těla, která tak není přímo úměrná teplotě jeho okolí. I přesto, že moderní věda vyvíjí stále nové technické vybavení sloužící potápěčům k minimalizaci působení chladu vody, je stále hypotermie jedním z faktorů, které omezují dobu pobytu člověka pod vodou. Podchlazení potápěčů zůstává doposud jednou z nejvýznamnějších součástí těžkých ne-li smrtelných nehod. (Novomeský, 2015)

V lidském organizmu je teplo vytvářeno především činností kosterního svalstva. Při svalové činnosti teplota stoupá, a proto může potápěč, je-li navíc vybaven různými typy obleků, čelit chladu déle. Důležitým orgánem, který se podílí na regulaci tepla v organizmu díky intenzivnímu látkovému metabolizmu, jsou játra. K největším tepelným ztrátám dochází skrze povrch kůže mechanizmy: vedením (*kondukcí*), prouděním (*konvekcí*), vyzařováním (*radiací*) a odpařováním (*evaporací*). (Dvořáková, 2005; Dobeš, 2005)

Lidský organizmus při pobytu v chladné vodě omezuje přívod krve do končetin a kůže, aby tak zachoval teplotu pro životně důležité orgány – hovoříme o tzv. centralizaci oběhu. Jinými slovy, pro přežití člověka v chladném prostředí je rozhodující teplota jeho tělesného jádra.

Z vlastní zkušenosti mohu potvrdit, že je pro potápěče vždy pokles teploty velkou zátěží a z toho důvodu by měl být vybaven dostatečnou tepelnou ochranou.

K celkovému prochladnutí nedochází ihned, ale rozvíjí se postupně. Schnick (2007) uvádí, že k podchlazení dochází ve čtyřech fázích: vybuzení – pokles vybuzení – ochrnutí – zdánlivá smrt a smrt.

V první fázi (*vybuzení*) dochází při teplotách 34 – 36 °C tělesného jádra, kdy tělo reaguje na postupující klesání teploty reakcemi, které cíleně zvyšují produkci tepla. Mohou být přítomny symptomy jako např. tachypnoe, tachykardie, bolesti menší intenzity v periferních oblastech končetin (prsty rukou a nohou), svalový tremor a celkové tělesné chvění, což je svalový mechanizmus, kterým se organizmus snaží o produkci tepla. Při přechodu do druhé fáze nastává *pokles vybuzení* a teplota tělesného jádra klesá na rozmezí 30 – 34 °C přičemž se stále snižuje. V této fázi se objevují opačné symptomy, tzn. bradypnoe, bradykardie, apatie, somnolence, redukovaná bdělost, svalová ztuhlost. Při stále se snižující teplotě jádra nastává angiospazmus, jehož cílem je ochránit životně důležité orgány před dalším prochladnutím. Na periferních

částech těla (konečky prstů na nohou a rukou, nos, uši) pak spatřujeme charakteristické promodrání. (Bookspan, 1995; Schnick, 2007; Novomeský 2003).

V třetí a čtvrté fázi, označovaných jako *ochrnutí* a *smrt* (teplota jádra pod hranici 30 – 27 °C) jsou fyziologické funkce jen těžko rozeznatelné. Nastává těžká porucha vědomí až bezvědomí, dechová frekvence je extrémně zpomalena, pulz téměř nehmatný. V tomto případě je značné nebezpečí vzniku fibrilace komor a NZO. (Schnick, 2007)

Na povrchu lidského těla existuje několik anatomicky definovaných lokalit, ze kterých uniká tělesné teplo do okolního prostředí mnohem intenzivněji. Dvěma nejkritičtějšími oblastmi jsou hlava a nitrolební prostor, dále pak oblast slabin a přední plochy stehen. V dutině lební se nachází struktury mozku, mozečku a prodloužené míchy, které jsou uloženy v mozkomíšním moku. Jednou z jeho základních funkcí je ochrana proti prudkým změnám teploty okolního prostředí. Snižování teploty okolí vede k postupnému ochlazování mozku – označovanému jako cerebrální hypotenze – spojenému se snižováním kvality a zpomalování funkce CNS. (Novomeský, 2015)

Z hlediska přežití člověka jako jedince má teplotní ochrana mozku vysokou prioritu. Proto artérie tvořící zásobní síť měkkých obalů lebeční klenby, jako jediné v lidském organizmu nemají schopnost kontrakce. Takováto funkční specificita kožních tepen hlavy je pro potápěče nevýhodná z hlediska velkých ztrát tepla unikajícího do okolí (až 30 % celkových tepelných ztrát). (Novomeský, 2003)

Druhou nejvýznamnější oblastí velkého úniku tepla (až 10% celkových tepelných ztrát) jsou přední plochy stehen a oblast rozkroku. Dolní končetiny jsou zásobovány systémem mohutných tepenných a žilních svazků vystupujících z dutiny břišní a procházejících tříselným kanálem. Z anatomického hlediska probíhají cévy nepříliš hluboko pod kůží, což má za následek zmiňované tepelné ztráty. (Novomeský, 2003)

Hlavní faktory ovlivňující rychlost a hloubku podchlazení bychom mohli shrnout do třech kategorií: tvorba tepla v organizmu, tepelná izolační vrstva a teplota vody.

Dvořáková (2005) uvádí, že: *„při pomalém plavání bez obleku je prochladnutí poměrně rychlé i ve vodě teplé 23 °C. Ve vodě 6 °C teplé bude muž průměrného vzrůstu bezmocný zhruba během 30 minut a zemře za 1 hodinu. Bude-li mít na sobě oděv, tyto časy se přibližně zdvojnásobí.“* (Dvořáková, 2005, s. 15)

Proti tomuto tvrzení nelze nic namítat, nicméně autorka pravděpodobně míní termínem „oděv“ klasický potápěčský neopren, jehož vlastnosti a konstrukce byly

v době publikování této informace zcela na jiné úrovni než dnes. Soudobé neoprenové obleky bývají vybaveny mnohem lepšími izolačními vlastnostmi za použití moderních technologii (např. použití slabé izolační vrstvy titanového prášku mezi vnější vrstvou neoprenu a vnitřní *fleecovou* podšívkou). Z toho důvodu lze předpokládat, že časy se tak mírně prodlužují.

4.1.3 PŘEHŘÁTÍ

Ke stavu přehřátí (hypertermie) může docházet především v teplejších klimatických podmínkách, u nás převážně v letních měsících, za situace, kdy je potápěč plně nastrojen a oblečen v mokrém nebo suchém potápěčském obleku a tráví takto delší dobu před samotným zanořením. V samotném obleku dochází ke zvýšení tělesné teploty a tělo se začíná potit. Skrze membrány obleku se pot vypařuje jen velmi málo a dochází tak přehřívání, které může vyústit až ve vyčerpání horkem nebo k úpalu. (Schnik, 2007)

Vyčerpání horkem signalizuje např. rudý obličej, bolesti hlavy, pocit nauzey a zvracení nebo vlhká zpocená kůže. Oproti tomu při úpalu bývá kůže suchá a horká, postižený je pobledlý, v extrémním případě může docházet ke ztrátám vědomí a křečím. (Roberts, 2011)

4.1.4 SYNDROM KAROTICKÉHO SINU

U potápěčů k tomuto jevu dochází při zvýšené tělesné námaze spojené s přílišným tlakem na karotidy těsným límcem manžety potápěčského obleku nebo krční části kukly.

Při zvýšeném tlaku krční manžety se prostřednictvím nervových reflexních drah zpomaluje srdeční činnost – dochází k bradykardii, a současně s tím klesá krevní tlak – dochází k hypotenzi. (Novomeský, 2015)

Mechanický tlak na arteriální baroreceptory způsobuje omezení dopravy krve k mozku a jeho nedostatečné zásobení okysličenou krví. V takovém případě pak může dojít až k bezvědomí a následnému utonutí. (Schnick, 2007)

4.2 NEJČASTĚJŠÍ ÚRAZY A BAROTRAUMATA

Potápění se stejně jako každé lidská činnost nevyhýbají úrazy s ní spojené. V souvislosti s používáním výstroje a techniky, která umožňuje pobyt pod vodní hladinou, dochází k běžným úrazům jako při práci v dílně nebo domácnosti. Pokud nahlížíme na potápění jako na sport, můžeme tyto úrazy označovat jako „sportovní“, nicméně pořád se jedná o určitý typ potápěčské nehody.

Základní potápěčská výstroj může vážit i desítky kilogramů včetně zátěžových systémů. Součástí výstroje dle některých doporučení bývají řezné nástroje, které si mnozí potápěči berou s sebou pod hladinu pro případ jistoty hned v několika variantách. Potápěči často pohybují v rizikovém terénu plném přírodních nebo technických překážek. Vše výše zmíněné dává tušit, že při neopatrné manipulaci s výstrojí nebo neuváženým pohybem ve svém okolí, může u potápěčů docházet k širokému spektru poranění od zlomenin až po různé typy ran. Smyslem této kapitoly není kompletní taxativní výčet všech typů traumatických poranění. Za zmínku však stojí - v našich podmínkách nepříliš časté - svou podstatou specifické poranění, které není popsáno v žádné ze současných česky psaných publikací o potápění. Jedná se o poranění lodním šroubem motoru člunu nebo lodi, který je v chodu. Vzhledem k vysoké frekvenci otáček listů šroubu dochází při kontaktu s měkkými tkáněmi lidského těla k charakteristickým řezně-sečným a tržným ranám (obrázek I. viz Příloha C1). Velikost a závažnost stavu takovýchto ran se může pohybovat od drobných povrchových ran (obrázek II. viz Příloha C1) až po rány zcela devastující tkáň, způsobující amputační poranění (obrázek III. viz Příloha C2) nebo poranění neslučitelná se životem (obrázek IV. viz Příloha C2).

Samostatnou součástí kategorie úrazů jsou poranění zaviněná působením tlaku – *barotraumata*. Tkáně a orgánové systémy, které bývají nejčastěji postiženy působením tlaku v souvislosti s pobytem pod vodou, jsou: plíce a dutina hrudní, sluchové ústrojí, vedlejší nosní dutiny, zažívací trakt a zuby.

4.2.1 BAROTRAUMATA

Obecně se jako barotraumata označují poškození způsobená tlakovými změnami, k nimž během ponoru dochází v ohraničených pevných nebo pružných tělesných dutinách, které jsou vyplněny vzduchem.

Existují jistá opatření (prevence) jak se těmto poraněním vyhnout nebo alespoň mírnit jejich následky. Potápěč by měl tlak vyrovnávat včasně a tak aby jeho nárůst

nebyl příliš citelný. Nikdy by ho však neměl vyrovnávat násilím nebo jít takzvaně „přes bolest“.

Pokud se tlak vyrovnat nedaří, neměl by potápěč pokračovat v sestupu ani setrvávat v aktuální hloubce, ale naopak vystoupat do nižší hloubky a tlak se pokusit vyrovnat. Pokud se mu ani takto nedaří tlak regulovat, doporučuje se ponor ukončit a pomalu vystoupat na hladinu. Ze zkušeností mohu potvrdit, že pokud se delší dobu nedaří tlak v dutinách vyrovnat, může to být velmi bolestivý a nepříjemný zážitek, který může potápěče limitovat i na několik dalších dnů, během kterých není možné potápění provozovat.

Poškození organizmu přímým účinkem tlaku se rozdělují podle jeho působení na barotraumata způsobená podtlakem a přetlakem.

4.2.2 BAROTRAUMATA JEDNOTLIVÝCH ORGÁNOVÝCH SYSTÉMŮ

Během narůstající hloubky v sestupné fázi ponoru musí potápěč úměrně narůstajícímu hydrostatickému tlaku zajistit také úměrný nárůst tlaku v anatomických dutinách svého těla (dutiny sluchového ústrojí a paranazální dutiny). Pokud takovouto kompenzaci tlaku není z jakéhokoliv důvodu schopen ovládat, dochází k tomu, že v těchto dutinách je tlak nižší než v okolním prostředí. V dutinách tak vzniká relativní podtlak, jehož hodnota se zvyšuje úměrně s nárůstem hloubky. V takovýchto případech hovoříme o barotraumatu z podtlaku. (Novomeský, 2015)

K nejzávažnějším zdravotním obtížím a poškození organizmu dochází ve fázi návratu z hloubky na hladinu. Během výstupu potápěče do menších hloubek (podle Boyle-Mariottova zákona) dochází ke zvětšování objemu plynu obsaženého v dutinových systémech těla. Z anatomicky preformovaných dutin musí plyn volně unikat ven kvůli nebezpečí vzniku relativního přetlaku vůči okolnímu prostředí. Není-li potápěč schopen se pomocí kompenzace tlaku nadměrného objemu plynu zbavit, vzniká tak v jeho anatomických dutinách nebezpečný přetlak. Ten může v extrémním případě svým mechanickým působením na pneumatizované orgánové systémy způsobit porušení jejich struktury a integrity. Takováto poškození organizmu označujeme souhrnně jako přetlaková barotraumata. (Čapková, 2005; Novomeský, 2002)

4.2.2.1 POSTIŽENÍ PARANAZÁLNÍCH DUTIN

Vedlejší dutiny (paranazální) se nacházejí v obličejové části lebky a jsou mezi ně řazeny: čelistní, čelní a dutiny kosti klínové a čichové. Jejich velikost resp. objem se dosti liší (za největší lze považovat kost čelistní s dutinou o objemu cca 15 ml). (Hrnčíř, 1990)

Novomeský (2015) velmi věcně popisuje z hlediska anatomie a potápěčské medicíny vedlejší dutiny jako: *„pneumatizované kavity vyplnené vzduchom, ktoré sú spojene s nosnou dutinou, v ktoré sa u potápača v priebehu ponoru (podľa zmen) dynamicky mení tlak vzduchu alebo iného dýchacieho plynu.“* (Novomeský, 2015, s. 167)

Důsledkem nevyrovnání podtlaku v dutině při sestupu do větší hloubky je překrvení sliznice a její zduření, což bývá doprovázeno různou intenzitou bolesti v oblastech nad kořenem nosu a horní čelisti za orbitou. Může se stávat, že bolest během ponoru náhle zcela odezní, což je důsledkem porušení sliznice vyplnění dutiny hematomem. (Hrnčíř, 1990)

Během výstupu na hladinu může dojít k nezávažné epistaxi, která bývá pro nezkušené potápěče a zdrojem obav, neboť krvácení nebývá odprovázeno bolestí.

4.2.2.2 POSTIŽENÍ ZUBŮ

Jedná se o specifický případ barotraumatu závisející na stavu potápěčova chrupu. Vzniká v malých dutinkách vyplněných vzduchem, které jsou způsobeny zubními kazy, uvolněnými plombami nebo celkovým poškozením zubní korunky. Příčinou problémů bývá také často přítomnost zánětu zubního kořene. Přetlak vznikající při výstupu v dutinkách narušené struktury zubů způsobuje silný pocit tlaku a velkou bolest a může vést až k celkovému poškození celistvosti zubu. (Hrnčíř, 1990; Novotný, 2012)

4.2.2.3 POSTIŽENÍ SLUCHOVÉHO ÚSTROJÍ

Barotrauma může vzniknout na všech úrovních sluchového ústrojí, tedy vnější, střední i vnitřní ucho. K postižení z oblasti vnějšího ucha dochází v případě, je-li zvukovod uzavřen z přičiny mechanické obstrukce. Nejčastějšími případy jsou použití přiléhavé kukly nebo těsné neoprenové čepice. K poškození může dojít i v případě nedostatečné ušní hygieny tzn. je přítomno velké množství ušního mazu, který funguje

jako zátka. Schnick (2007) popisuje mechanizmus vzniku poškození takto: *„při vzrůstajícím vnějším tlaku během sestupu vzniká ve vzduchotěsně uzavřeném prostoru mezi cizím tělesem anebo helmou a bubínkem relativní podtlak. Bubínek se čím dál víc vyklenuje do zvukovodu, až vlivem nadměrného tlaku praskne.“* (Schnick, 2007, s. 34-35)

K perforaci ušního bubínku dochází nejčastěji na úrovni středního ucha. Charakteristickou skupinou potápěčů, které tato nehoda postihuje nejvíce, jsou začátečníci a děti, neboť vzhledem k nedostatečné míře zkušeností nedokážou vyhodnotit vzrůstající tlak pocitově správně. Stává se tak, že u nich ke kompenzaci dochází příliš pozdě a nebo také vůbec.

Z mých praktických zkušeností mohu potvrdit, že proces neadekvátního vyrovnávání, které může vyústit až k perforaci ušního bubínku, je velice bolestivou záležitostí s možnými sluchovými komplikacemi a dlouhodobou léčbou. Dochází i k případům, kdy je poranění bubínku tak rozsáhlé, že vyžaduje plastickou náhradu nebo je funkce sluchu nadobro ztracena.

Samotná perforace nebývá většinou nebezpečná, pokud vyloučíme zavlečení infekce vodou a možný rozvoj otitidy. Nicméně sekundární následky perforace mohou pro potápěče vyústit v mimořádně nebezpečný stav nebo ve fatální nehodu. Novomeský (2015) popisuje komplikace plynoucí z perforace bubínku následovně: *„chladná voda, ktorá preniká cez zvukovod a perforačný defekt (trhlinu) v postihnutom bubienku do priestoru stredoušnej dutiny, výrazne kaloricky irituje vnútorné ucho za príznakov rotačného závratu (vertigo), dezorientácie pod vodou, nauzey, prípadne až vracania do náustku dýchacího prístroja.“* (Novomeský, 2015, s. 175)

Za život ohrožující stav lze tedy podle autorova popisu chápat sekundární utonutí potápěče nebo udušení jeho zvratky.

4.2.2.4 POSTIŽENÍ ZAŽÍVACÍHO TRAKTU

Gastrointestinální trakt (převážně žaludek a pokračující části) může být při pobytu člověka pod vodou také ovlivněn tlakově-objemovými změnami zejména při výstupu, nicméně k přetlakovému barotraumatu takového typu dochází jen velmi zřídka. Břišní stěna dokáže díky své elasticitě přenášet okolní tlak při ponoru na vnitřní orgány

a tím pádem i přítomné plyny, které jsou tak stlačeny na hodnotu okolního tlaku. (Hrnčíř, 1990)

V žaludku se nacházejí plyny z různých zdrojů např. z procesů zpracování a digesce požité potravy. Tyto procesy zůstávají zachovány i během potápění a z hlediska možného ohrožení potápěče jsou nevýznamné, neboť produkují jen malé množství plynu. Dalším málo významným zdrojem nahromaděného plynu v žaludku (*aerofagie*) jsou malé objemy vzduchu spolykané v souvislosti s nadměrnou salivací v dutině ústní při skusu náustku dýchacího regulátoru. (Novomeský, 2015)

Někdy bývá odchod plynů přirozenou cestou ztížen a může tak docházet k mohutnému roztažení střevní stěny. To může navíc komplikovat přílišně utažená výstroj v oblasti břicha. Následkem toho je pak elevace bránice, útlak srdce a plic, což může vést ke zhoršení oběhových a dechových funkcí. (Hrnčíř, 1990)

4.2.2.5 POSTIŽENÍ DÝCHACÍHO SYSTÉMU

Největší zátěži ve srovnání s ostatními orgánovými a tkáňovými systémy je během potápění vystaven systém dýchací. Z hlediska poškození organizmu působením podtlaku je za nejnebezpečnější stav považováno podtlakové barotrauma plic. K tomuto poškození dochází v případě velmi rychlého klesání do hloubky, kdy je potápěč výrazně přetížen velkou hmotností výstroje a nedokáže kompenzovat vztlak.

Z patofyziologického hlediska dle Novomeského (2015) dochází v plicích postiženého ke vzniku mohutného podtlaku už v hloubce okolo 10 metrů, dle jeho vlastního pozorování. Autor také uvádí, že nekontrolovaný pád do hloubky je jedním z nejčastějších příčin smrtelných podtlakových poškození organizmu.

Většina poškození plic však vzniká při dekompresní fázi ponoru, tedy při výstupu. Stejně tak jako podtlakové barotrauma plic je i barotrauma z přetlaku považováno za nejnebezpečnější v kategorii poškození organizmu vlivem přetlaku.

Schnick (2007) uvádí jako příčinu stav, kdy *„se plíce příliš roztáhnou a následně roztrhnou tehdy, když se během výstupu rozpínající se vzduch nevydechne (potápěč úmyslně vzduch zadrží) nebo jej vydechnout nelze (potápěč zadrží vzduch neúmyslně v důsledku paniky).“* (Schnick, 2007, s. 39)

Přílišné roztažení plic (nikoliv ještě jejich perforace) může vést vlivem zvýšeného tlaku na oběhový systém ke komplikacím způsobujícím závrať nebo náhlou

poruchu vědomí. V obou případech je potápěč ohrožen ochabnutím svalstva a tedy i skusu náustku dýchacího regulátoru, jeho vypadnutím z úst a utonutím. (Hrnčíř, 1990)

Vrbovský (1998) dodává, že: *„při rozepjatých plicích postačuje poměrně nevelká hodnota nitroplicního přetlaku k jejich protržení a vmetení vzduchu do krve, pohrudniční štěrbiny či okolí tkání.“* (Vrbovský, 1998, s. 108)

Výčet možných symptomů podle míry roztržení plic dle Schnicka (2007) zahrnuje: bolesti v hrudní krajině, hemoptoe, dýchací obtíže, hmatný podkožní emfyzém v oblasti krku a šíje, cyanotické rty, problémy krevního oběhu až jeho zástavu.

Dále jsou popsány stavy, které mohou nastat jako následek perforace plic buďto samostatně nebo v různých vzájemných kombinacích:

a) *pneumotorax* - po vniknutí vzduchu z perforované plíce do pohrudničního (pleurálního) prostoru dochází u potápěče ke vzniku pneumotoraxu. Plíce kolabují a jejich funkce je z převážné části vyřazena.

„*Pneumotorax se projevuje zrychleným dýcháním, bolestí na hrudi, dráždivým kašlem, dušností, zrychleným nepravidelným tepem a promodráním pokožky. Nápadným příznakem jsou naběhlé krční cévy. Těžší případy vedou k bezvědomí v důsledku selhání dýchacího systému a krevního oběhu.“* (Vrbovský, 1997, s. 109)

b) *mediastinální emfyzém* - v důsledku proniknutí vzduchu do okolních tkání plic se může objevovat emfyzém. V závislosti na místě, kam se plyn v přetlaku šíří a kde se hromadí, rozlišujeme dva typy emfyzému – mediastinální a subkutánní. (Novomeský, 2015)

Proniká-li vzduch z poškozených plic do tukovo-vazivové tkáně středního a předního prostoru mezi plícemi, hovoříme o mediastinálním emfyzému. Míra jeho negativního vlivu na kardiovaskulární systém potápěče je odvislá od množství nahromaděného vzduchu. (Schnick, 2007)

c) *arteriální plynová embolie* - tepenná plynová embolie je považována za vůbec nejzávažnější a život ohrožující stav, který je spojen s potápěním. V podstatě se jedná o blokádu bublinami vzduchu v arteriálním systému krevního oběhu, jinými slovy pokud

je vzduchová bublina dostatečně velká, může způsobit kompletní obstrukci tepny s následným nedostatečným zásobováním okolní tkáně.

Novomeský (2015) uvádí, že při rozsáhlejším přetlakovém poškození plicní tkáně proniká do levé komory srdeční (cestou *venae pulmonale*) záplava plynových bublinek, které jsou každou srdeční systolou vmeteny skrze aortu do velkých tepen hlavy zásobujících mozek. Přirozenou cestou pak bublinky putují do intrakraniálního prostoru, kde mohou končit až v jemných tepnách mozkových obalů, což může zapříčinit ireverzibilní ischémii mozkové tkáně.

To vytváří pro člověka nebezpečný stav, který může během několika minut vést až k trvalému poškození mozku. Symptomy mohou být různého charakteru. Od lehčí formy, kdy postižený potápěč může trpět nauzeou a pociťovat parestezii v končetinách, až po těžké postižení smyslového vnímání, ochrnutí končetin, tonicko-klonické křeče nebo bezvědomí. (Vrbovský 1998)

Podle Novomeského (2015) je charakteristickým klinickým příznakem přetlakového barotraumatu plic s tepennou plynovou embolií náhle vzniklá dušnost po bezprostředním vynoření z vody. Autor dále popisuje stav následovně: *„postihnutý sa nedokáže zhlboka nadýchnuť pre úpornú bolesť hrudníku (možná zámena s akutným infarktom srdcového svalu). Dusivo kašle a v malom množstve vykašliava spečený hlien, v ktorom sa takmer okamžitě zjaví rôzne množstvo spenenej jasno červenej krvi (mechanické poškodenie parenchýmu pľuc s krvácaním). V ťažkých prípadochkrv spontánne vyteká z nosových otvorov a úst postihnutého, který krátko po vynorení (do niekoľkých desiatok sekúnd) stráca vedomie.“* (Novomeský, 2015, s. 193)

Nebezpečí arteriální plynové embolie tkví navíc také v ohrožení kardiovaskulárního systému potápěče, neboť při přetlakovém poškození plic může plyn proniknout do tepenné části krevního oběhu. V tomto případě hrozí embolizace věnčitých tepen srdečního svalu a vznik akutního infarktu, pro nějž jsou typickými symptomy stenokardie s bolestí propagující do horních končetin, krku nebo epigastria, pocení a úzkost. (Vrbovský, 1990)

Dle Schnicka (2007) může z hlediska symptomů často docházet k zaměňování arteriální plicní embolie za dekompresní nemoc. V praxi to ale není pro zachránce podstatné, neboť postupy první pomoci jsou stejné.

4.2.2.6 POSTIŽENÍ ZPŮSOBENÉ POTÁPĚČSKOU MASKOU

Jedná se o specifické barotrauma, které se netýká anatomických dutin v organizmu, ale nastává v důsledku používání potápěčské výstroje – konkrétně potápěčské masky. Důvodem vzniku bývá opomenutí vyrovnání podtlaku v potápěčské masce prostým vydechováním z nosu. Vznik na první pohled vážného poranění očních bulbů popisuje Schnik (2007): *„Při sestupu vzniká ve vzduchem vyplněném prostoru potápěčské masky relativní podtlak a potápěčská maska se přisaje k obličeji.“* (Schnick, 2007, s. 37)

Tento mechanizmus bývá v anglosaské literatuře označován jako fenomén tzv. *mask squeeze* (Edmonds, 2005) a projevuje se prokrvácenými spojivkami, očními víčky a okolí očí (obrázek V. viz Příloha C3).

4.3 NEHODY SPOJENÉ S DÝCHACÍMI PLYNY A JEJICH SLOŽKAMI

Nejvíce používaným plynem pro dýchání člověka pod vodou zůstává i v dnešní moderní době atmosférický vzduch stlačovaný do potápěčských tlakových lahví. V oblasti rekreačního potápění se sice nejedná o nejvhodnější volbu dýchacího média, nicméně stlačený vzduch stále reprezentuje nejjednodušší a ekonomicky nejvýhodnější řešení. Své uplatnění nachází i v profesionální sféře při potápění do menších hloubek (50 m) ze stejného důvodu. (Edmonds, 2005)

V této kapitole budou popsány plyny, které jsou významné z hlediska medicínsko-potápěčské praxe a případné negativní vlivy na organizmus, které jejich dýchání obnáší.

4.3.1 DUSÍK

Fyziologický inertní plyn, který je v atmosféře objemově zastoupen asi 78 %. V potápěčské praxi je dusík významný pro svůj narkotický efekt. Vlivem jeho působení v lidském těle během potápění (tudíž v hyperbarických podmínkách) do větších hloubek se u člověka objevují charakteristické projevy souhrnně označované jako fenomén dusíkové narkózy nebo hloubkového opojení.

V hyperbarickém prostředí dochází k rozpouštění dusíku v tělesných tkáních tzv. saturaci. Schnick (2007) dodává, že *„čím větší je rozdíl mezi parciálním tlakem dusíku*

v tělesných tkáních a ve vdechovaném vzduchu, tím rychleji a více se dusík v těle rozpouští.“ (Schnick, 2007, s. 50)

Narkotický efekt dusíku bývá přirovnáván ke stavu alkoholické ebriety přičemž výskyt různých projevů je individuálně-subjektivně variabilní. (Novomeský, 2015)

Podle Schnicka (2007) lze účinek srovnávat spíše s působením drogy (autor uvádí např. LSD) než alkoholu.

Stav dusíkové narkózy provázejí pocity euforie, letargie, bezstarostnosti a dobré nálady. Velkým nebezpečím je subjektivní vnímání takového stavu, neboť si potápěč většinou působení dusíkového opojení uvědomuje jen těžko nebo vůbec ne a není schopen na sobě změnu chování zpozorovat. S narůstající hloubkou se zvyšuje i míra ovlivnění CNS, která může dojít až do stavu, kdy potápěč nemusí být schopen návratu na hladinu z vlastní vůle nebo není schopen zajistit pomoc svému kolegovi v krizové situaci. (Dobeš, 2005)

Autoři pojednávající o jednotlivých stupních míry dusíkové narkózy se značně rozchází. Například podle Hrnčíře (1990) dochází ke změnám psychomotorické aktivity až v hloubkách 60 m, oproti tomu Dobeš (2005) uvádí jako hloubku prvotních příznaků 30 m. Nutno podotknout, že všichni autoři se alespoň shodují ve faktu, že narkotického působení dusíku je vnímáno velmi individuálně. Taktéž dochází ke společnému tvrzení, že pro průměrně adaptovaného potápěče jsou život ohrožující hloubky pod 100 m.

4.3.2 KYSLÍK

Biogenní vysoce reaktivní prvek tvořící spolu s dusíkem převážnou část naší atmosféry. Představuje důležitý respirační plyn pro živé organizmy.

V krvi člověka se O_2 vyskytuje ve dvou formách: fyzikálně rozpuštěný v krevní plazmě a chemicky vázaný na hemoglobin. (Novomeský, 2015, s. 129)

Situace spojené s koncentrací O_2 můžeme, stejně jako je tomu u CO_2, rozdělit na dva základní stavy – hypoxie a hyperoxie. Jako hypoxie se označuje nedostatečné zásobení tkání kyslíkem. V opačném případě, tedy je-li obsah kyslíku ve tkáních zvýšený, hovoříme o hyperoxii. (Dobeš, 2005; Novomeský, 2015)

Bez ohledu na příčinu mohou oba dva stavy za jistých okolností vyústit v nebezpečnou situaci a vést k potápěčské nehodě s fatálním koncem.

V případě hypoxie, kdy je přísun kyslíku nedostatečný, může potápěč bez předchozího varování a nepozorovaně ztratit vědomí. Během ponoru může v tomto stavu dojít k ochabnutí svalového tonu, což s sebou přináší nebezpečí ztráty druhého stupně dýchací automatiky a následné utonutí. (Schnick, 2007)

K hypoxii související s použitím dýchacího přístroje s otevřeným okruhem, by nemělo v případě jeho optimální funkce, docházet téměř vůbec, neboť přístroj by měl dodávat potápěči dýchací směs o koncentraci kyslíku min. 21 % (v případě použití vzduchu jako dýchacího plynu). (Schnick, 2007)

Z hlediska potápěčské praxe může inhalace kyslíku o vyšším parciálním tlaku působit toxicky. Negativním důsledkem vysoké hodnoty pO_2 je poškození tkání lidského těla, které jsou vystaveny jeho účinkům. (Dobeš, 2005)

Základní patologický obraz akutní intoxikace kyslíkem v souvislosti s hyperoxií popisuje Hrnčíř (1990) následovně: *„dochází k poškození plic (tzv Lorrainův-Smithův efekt), protože plíce jsou nejvíce vystaveny toxickému působení kyslíku, a dále pak CNS (tzv. Paulův-Bertův jev), neboť neurony jsou velmi citlivé na jakékoliv poruchy metabolizmu.“* (Hrnčíř, 1990, s. 29)

Vzhledem k popsané patologii, bychom mohli zjednodušeně říci, že v případě akutní intoxikace kyslíkem dochází u potápěče k poškození dýchacího a nervového systému.

Symptomy rozvíjející se v souvislosti s výše zmíněnými efekty a jevy popisuje také Schnick (2007) jejich výčtem. Zpočátku jsou to pocity tísně a bolesti na hrudi, dušnost, nezvladatelný kašel, pocity závratě, svalové záškuby v obličeji. V konečné fázi nastává neovladatelný křečový záchvat podobný epileptickým stavům. Pokud není zabezpečena potápěči pomoc jeho partnerů, může dojít opět ke ztrátě plicní automatiky a sekundárnímu utonutí. (Dobeš, 2005; Schnick, 2007)

4.3.3 OXID UHLIČITÝ

Plyn bez barvy, chuti i zápachu. V lidském organizmu vzniká jako proces metabolizmu a proto ho tedy nelze pokládat ve své podstatě za toxický. (Novomeský, 2015)

V lidském těle vzniká jako CO_2 spalováním kyslíku v buňkách těla. V nadechovaném vzduchu se vyskytuje v koncentraci 0,03 – 0,04 %. V lidském těle řídí CO_2 v podobě kyseliny uhličité životně důležitou acidobazickou rovnováhu, poté je jako CO_2 vydechován. (Schnick, 2007)

Novomeský (2015) uvádí, že CO_2 mění pH krve a dodává, že při potápění se v praxi mohou projevit dva stavy – hypokapnie jako stav snížené koncentrace CO_2 v krvi. Častěji se lze podle autora setkat se zvýšenou hladinou koncentrace – hyperkapnií. (Novomeský, 2015)

Hyperkapnie vzniká v organizmu v důsledku zvýšení hladiny CO_2 v krvi nebo dýchací směsi z mnoha důvodů. Dobeš (2005) uvádí např. tyto: neadekvátní ventilace plic, zvýšená fyzická námaha bez úměrného zvýšení ventilace plic, znečištěné dýchací médium, porucha nebo nedostatečná funkce dýchacího přístroje.

Hrnčíř (1990) popisuje celou řadu projevů hyperkapnie. Z hlediska rizika vzniku potápěčské nehody jsou významné především závažnější a pokročilé stavy narušení chování a myšlení až úplná ztráta rozumových schopností. Kvantitativní poruchy vědomí se mohou projevovat, v závislosti na parciálním tlaku CO_2 v organizmu, v širokém spektru, od somnolence až po ztrátu vědomí s rozvojem tonických křečí. (Hrnčíř, 1990).

Autor navíc dodává, že *„hyperkapnie zvyšuje narkotické působení dusíku i kyslíkovou toxicitu. U potápěčů s hyperkapnií se také snáze mnohou objevit příznaky dekompresní nemoci.“* (Hrnčíř, 1990, s. 38)

4.3.4 OXID UHELNATÝ

Nevyskytuje se standardně v atmosférickém vzduchu a ani v něm není coby sloučenina za normálních podmínek zastoupen. Vzniká jako vedlejší produkt oxidace uhlíku při nedokonalém spalování organických látek. Oxid uhelnatý je pro lidský organizmus toxický.

Potápěčským nehodám (ve smyslu intoxikace CO) lze předcházet technickými a bezpečnostními opatřeními během plnění tlakových lahví z vysokotlakých kompresorů využívajících k pohonu spalovací motor. Jsou to právě výfukové plyny a spaliny z motoru, které se dostávají do tlakové lahve s dýchacím médiem a obsahují jedovatý oxid uhelnatý.

Podle Hrnčíře (1990) je poškození organizmu při intoxikaci CO v podstatě způsobeno hypoxií tkání. Postiženy jsou v prvé řadě neurony, jejichž citlivost na nedostatek kyslíku je velmi vysoká.

Podle Dobeše (2005) spočívá podstata toxicity CO v tom, že se *„mnohem snadněji (asi 200krát) a pevněji než kyslík váže na hemoglobin v červených krvinkách (vzniká karbonylhemoglobin). Červené krvinky potom nejsou schopny vázat a přenášet kyslík.“* (Dobeš, 2005, s. 47) Dále uvádí, že účinek CO je závislý na hloubce a délce působení, přičemž v obou kategoriích vyšší hodnota znamená závažnější poškození organizmu. Jako příklad autor uvádí, že při parciálním tlaku CO 0,1 kPa je vázáno přibližně 50 % hemoglobinu a při 0,2 kPa dochází ke kritické otravě.

Mezi symptomy otravy řadí Štefan a Mach (2005) bolesti hlavy, závratě, zvracení, poruchy koncentrace, amnézii a zmatenost. V případě, že dojde k bezvědomí, může dojít u potápěče až k sekundárnímu utonutí. (Štefan a Mach, 2005)

Nebezpečí otravy oxidem uhelnatým tkví v jeho špatné rozpoznatelnosti zrakem a čichem – je to plyn bez barvy a zápachu. Potápěče může při nezbytné zkoušce plicní automatiky před ponorem na možnou přítomnost CO v tlakové lahvi upozornit charakteristický zápach výfukových spalin, nikoliv však CO samotného.

4.3.5 HELIUM

Bezbarevný plyn bez chuti a zápachu. Pro své výhodné vlastnosti je používán především v oblasti technického a pracovního potápění.

Novomeský (2015) dává důraz na dvě vlastnosti, díky nimž je možné helium využívat jako složku potápěčských dýchacích směsí – nízký narkotický potenciál a nízká molekulární hustota plynových směsí s héliem. Přidáním hélia do dýchací směsi případně nahrazením dílčího objemu různých směsí (dvoj nebo trojkomponentní směsi) héliem je pak možné vykonávat ponory až do hloubek okolo 300 m. (Novomeský, 2015)

V současné praxi jsou technickými a pracovními potápěči využívány směsi, ve kterých je vždy přítomno helium, pod označením HELIOX, HELIAIR, TRIMIX A TRIOX. Odlišují se od sebe svým chemickým složením a podílovým zastoupením jednotlivých složek. Např. nejběžnější používanou trojnožkovou směs pro hloubkové potápění TRIMIX tvoří kombinace plynů He-O_2-N_2 v různém poměru. (Novomeský, 2015)

Největší nevýhoda helia je jeho obtížná dostupnost a také vysoká cena.

4.3.6 ARGON

Tento plyn je řazen mezi tzv. vzácné plyny a je mnohokrát těžší než vzduch. Tato jeho charakteristická vlastnost v kombinaci s přibližně dvojnásobným narkotickým efektem oproti dusíku ho ale činní nevhodným pro využití v dýchacích směsích. V potápěčské praxi ale nachází uplatnění jako médium se schopností retence tepla. Zejména v oblasti technického potápění v chladných vodách je používán k naplnění vnitřního obejmu suchého (vodotěsného) potápěčského obleku z malé samostatné tlakové lahve. (Novomeský, 2015)

4.3.7 OSTATNÍ PLYNY

Novomeský (2015) se ve své publikaci blíže věnuje několika dalším plynům, které nejsou přímo využívány v potápěčské praxi, ale nacházejí své místo na poli vědecké a experimentální potápěčské medicíny. Mezi výše zmíněné patří např. neon a krypton – z těchto dvou byl experimentálně použit v hyperbarických podmínkách pouze neon a to v kombinaci s kyslíkem (NEOX). Kvůli následným extrémně dlouhým dekompresním profilům není neon vhodný k využití jako součást dýchacích směsí. Jako další, potenciálně vhodný plyn pro hloubkové a dlouhodobé sestupy, zmiňuje autor vodík. Následně vysvětluje, proč ho v praxi nelze využít – na jednu stranu ve směsi s kyslíkem (HYDROX) tvoří extrémně výbušnou směs (už od 4 % O_2) a na druhou stranu prodělané experimenty prokázaly působení narkotického efektu s pozdějšími přetrvávajícími poruchami psychiky u testovaných potápěčů, tudíž byl také vyhodnocen jako nevhodný a experimenty dále nepokračují. (Novomeský, 2015)

4.4 TONUTÍ

Tonutí je nebezpečný stav, který je považován za nejkritičtější při kontaktu člověka s vodou. Při potápění to platí dvojnásob. V pořadí četnosti potápěčských nehod stojí na prvním místě a je tak nejčastější příčinou úmrtí potápěčů.

Utonutí bývá zapříčiněno nejen selháním technického vybavení nebo samotným chybným chováním potápěče, ale také nedostatkem jeho profesionálních znalostí a dovedností nebo v důsledku nezvládnuté stresové reakce na krizovou situaci pod vodou. (Hrnčíř, 1990)

4.4.1 PATOFYZIOLOGIE TONUTÍ

Proces utonutí popisují Štefan a Mach (2005) následovně: *„K utopení dochází vdechnutím vody nebo jiné tekutiny. Vdechováním vniká voda do průdušnice a do průdušek, vzduch v plicích je stlačován, takže vzniká akutní rozedma plic. Dalšími vdechy dochází ke zpěnění vody, která proniká do plicních sklípků a odtud do lymfatických cév a krve.“* (Štefan a Mach, 2005, s. 66)

Samotnému dušení při procesu tonutí předchází často zadržení dechu (apnoe), která může trvat řádově desítky sekund. Potápěč se tak snaží vědomě zabránit vdechnutí vody. Nicméně po krátkém čase nahromaděný oxid uhličitý vlivem podráždění dechového centra spouští dyspnoickou fázi, při které potápěč obvykle začíná vodu vdechovat. (Štefan a Mach, 2005)

Ševčík a spol (2014) uvádí, že nadále „*při postupující hypoxii dochází ke ztrátě vědomí, ústupu laryngospazmu a ve většině případů k aktivnímu vdechnutí obsahu faryngu (vody, zvratků, cizího tělesa) do dýchacích cest (vlhké tonutí). K zástavě oběhu dochází na podkladě hypoxie při pokračující asfyxii.“* (Ševčík, 2014, s. 911)

Při případné resuscitaci, hraje tento fakt důležitou roli, neboť u více než poloviny postižených dochází ke zvracení, což samotnou záchranu značně komplikuje. Stav po tonutí bývá doprovázen několika sekundárními komplikacemi. Ševčík a spol (2014) uvádějí, že: *„u menší části nemocných vede aspirace zvratků, bahna nebo kontaminovaných odpadních vod ke vzniku pneumonie nebo plicních abscesů. Při poškození surfaktantu je u přežívajících nemocných relativně častou komplikací (až v 72%) rozvoj plicního otoku nebo ARDS.“* (Ševčík a spol, 2014, s. 911)

Pro utonulého, který byl vytažen z vody, je charakteristická přítomnost bělavé (někdy narůžovělé), husté, vazké pěny. Při pronikání tekutiny do dýchacích cest je stimulována bronchiální sekrece hlenu, který spolu se zbytky vzduchu vytváří výše popsanou pěnu, která bývá přítomna zejména v oblasti úst a nosu postiženého. (Hrnčíř, 1990)

4.4.2 TONUTÍ VE SLADKÉ VODĚ

Sladká voda je ve srovnání s plazmou hypotonická, rychle přechází do oběhu a dochází k jeho naředění. Následkem vniknutí sladké vody do oběhu je hydremie, hypervolemie, hemolýza a elektrolytová dysbalance (změna koncentrace iontů – Na, Cl, K a plazmatických bílkovin). Typickým znakem pro utonutí ve sladké vodě je poškození surfaktantu, plicní hypertenze a vzniklý nekardiální plicní edém. Smrt nastává z důvodu primární hypoxie za přispění iontových změn, kdy bývá tkáňová hypoxie doprovázena metabolickou acidózou. (Ševčík a spol., 2014)

4.4.3 TONUTÍ VE SLANÉ VODĚ

Ve vztahu k plazmě je slaná voda hypertonická. V tomto ohledu tonutí ohrožuje potápěče více než tonutí ve sladké vodě.

Podle Štefana a Macha (2005) má vdechnutí slané vody odlišný průběh, protože: *„osmotický tlak působí obráceně. Vysoký obsah solí ve vdechované vodě a vysoký osmotický tlak vede velmi rychle ke zmnožení vody v plicích s rychlým úbytkem objemu cirkulující krve. Následkem toho dochází k hemokoncentraci se zvýšením koncentrace elektrolytů v séru, k hypovolemickému šoku a k akutnímu plicnímu edému. Tyto změny jsou závažnější než změny při aspiraci sladké vody a vyhlídky na záchranu života vytaženého z vody jsou menší.“* (Štefan a Mach, 2005, s. 66)

Plicní edém, který vzniká při utonutí ve slané vodě je označován jako *edema aquosum.* (Štefan a Mach, 2005)

5 DEKOMPRESNÍ NEMOC

5.1 ZÁKLADNÍ POJMY A DEFINICE

Vzhledem k problematice této kapitoly je nutné vysvětliv a blíže definovat vybrané základní pojmy vztahující se k následujícímu tématu.

DCI – s touto zkratkou pro označení dekompresní choroby se můžeme setkávat v publikacích o potápění psaných i v našem jazyce. V anglosaské terminologii zastupuje pojmy *Decompression Injury* nebo *Decompression Illness*. Je uváděna jako společné označení pro arteriální (tepennou) plynovou embolii (AGE) a dekompresní nemoc (DCS).

Hájek (2017) uvádí jako hlavní důvod, který vedl pro společné označení skutečnost, že: *„v některých případech je velmi obtížné od sebe tyto dvě jednotky odlišit, respektive vyloučit podíl barotraumatu na vývoji dekompresní choroby. Z hlediska etiologie vzniku dysurické poruchy zdravotního stavu potápěče je ovšem termín DCI značně matoucí.“* (Hájek, 2017, s. 197)

O arteriální plynové embolii (AGE) již bylo pojednáno v předešlých kapitolách, tudíž pro úplnost zbývá definovat pojem dekompresní nemoc.

DCS (z angl. *Decompression Sickness*) neboli dekompresní nemoc potápěčů bývala ve starší medicínské terminologii označována také jako kesonová nemoc. (Novomeský, 2015)

S jednotnou a ustálenou definicí dekompresní nemoci se v literatuře setkat jen stěží. Autoři různých publikací se v konkrétním znění od sebe odlišují, nicméně se všichni v rámci definování opírají o téměř shodný popis patofyziologických procesů vzniku, příznaků a příčiny, které jsou pro dekompresní nemoc charakteristické.

Mezinárodní organizace DAN (Divers Alert Network) popisuje DCS následovně: „*Decompression sickness (DCS, also called the bends or caisson disease) is the result of inadequate decompression following exposure to increased pressure. In some cases, the disease is mild and not an immediate threat.“* (Thalmann, 2004)

Pro srovnání lze uvést např. popis Hájka (2017): *„DCS vzniká po pobytu v prostředí s vysokým tlakem, který způsobí nárůst množství inertního plynu ve tkáních … DCS se ze své podstaty může projevovat v mnoha různých formách. Různé orgány a tělesné*

funkce mohou být ovlivněny volným inertním plynem ve tkáních a oběhu. Výsledkem je komplexní prezentace nemoci, od mírné až po těžkou, pozorované v mnoha případech." (Hájek, 2017, s. 199)

5.2 PATOFYZIOLOGIE A PŘÍČINY VZNIKU

Dekompresní nemoc představuje z pohledu patofyziologie i klinické medicíny výrazně multifaktoriální postižení organizmu. Nelze na ni nahlížet jako na přesně definované onemocnění vznikající za vždy stejných podmínek tzn. vynořování se z velkých hloubek a nedodržování doporučených dekompresních postupů. Zatímco patofyziologický proces vzniku je u všech lidí stejný, výskyt příznaků dekompresní nemoci je velmi individuální. (Novomeský, 2015, s. 207)

V následujícím textu je krátce popsán proces pohybu dusíku – jako inertního plynu – v organizmu během potápění s využitím stlačeného atmosférického vzduchu jako dýchacího média.

Inertní plyn definuje Novomeský (2015) jako: *„neaktivný plyn, který je v rôznom objemovom precente prirodzenou súčasťou atmosférického vzduchu a v respiračných procesoch prenikán do krvi a tkanív jako súčasť vdychovanej plynovej zmesi … nepodieľa sa na metabolických procesoch … organizmus opúšťa v nezmenenej forme taktiež v procese respirirácie."* (Novomeský, 2015, s. 209)

Během sestupu a setrvávání v hloubce (kompresní a izokompresní fáze ponoru) dochází prostřednictví difuze k pronikání dusíku z míst se zvýšeným pN_2 skrze buněčné membrány alveolů do kapilár, kde dochází v krvi k jeho rozpouštění. Krev s vyšší koncetrací pN_2 pak v těle přirozeně proudí tkáněmi s nižší koncentrací pN_2 a nastává tak k absorpci dusíkových molekul do tkání. Tento proces nazýváme tzv. sycením neboli saturací. (Dobeš, 2005; Dvořáková, 2005)

Schnick (2007) dodává, že saturace závisí především na dvou faktorech – tlaku okolního prostředí a délce doby strávené v příslušné hloubce. Autor toto demonstruje následujícími úměrami: *„Čím je při ponoru tlak okolí vyšší, tím větší je rozdíl mezi parciálním tlakem dusíku v dýchací směsi a tělesné tkáni, a tím více dusíku se absorbuje. Čím déle potápěč zůstává v hloubce, tím více dusíku může tělesná tkáň absorbovat. Asi po 50 hodinách by se dosáhlo vyrovnání a potápěčův organizmus by byl zcela nasycen."* (Schnick, 2007, s. 53)

Během návratu k hladině (dekompresní fáze) nastává k opačnému efektu. Dusík absorbovaný tkáněmi se difuzí dostává do krve, kterou je nesen do plic, odkud je eliminován z těla vydechováním. Tento přirozený proces je označován jako vysycování neboli desaturace dusíku. (Schnick, 2007)

Potápěč je DCS nejvíce ohrožen právě při výstupové fázi, kdy je tzv. „nasycen". Při příliš velké rychlosti vynořování dochází k rychlému poklesu okolního tlaku. To způsobí, že dusík se přestává pohybovat v těle volně rozpuštěn a začíná vytvářet nebezpečné bubliny, které mohou zapříčinit mechanickou kompresi tkání nebo embolizovat žilní řečiště. Rozhodujícím faktorem vzniku bublin je opět čas. Má-li být vzniku bublin předejito potřebují tkáně dostatečné množství času, aby mohly dusík desaturovat přirozenou cestou. (Hájek, 2017; Schnick, 2007)

Hájek (2017) ve své publikaci srovnává dva modely, z nichž lze nahlížet na negativní působení bublin v těle. Vznik DCS popisuje podle *modelu kritického objemu* následovně: *„kritérium kritického objemu předpokládá, že vždy, když celkový objem plynné fáze nahromaděné v tkáních překročí kritickou hodnotu, objeví se symptomy DCS. Tímto způsobem vzniká DCS I. typu. Bubliny inertního plynu vznikají in situ ve tkáních nebo v cévním řečišti a směřují do plic. Pokud je však množství bublin v cévním řečišti natolik velké, že dojde k přetížení plicního filtru, vázne plicní perfuze a efektivní výměna plynů v plicích mezi cévami a alveoly. Takto vzniká DCS II. typu (plicní forma).* (Hájek, 2017, s. 198)

U *modelu embolu* demonstruje autor například vznik neurologické formy DCS II. typu.

V souvislosti s výše uvedenými ději se příznaky dekompresní nemoci rozvíjí tehdy, je-li porušen dekompresní režim. To může potápěč zapříčinit hned několika způsoby. V prvé řadě samotným nedodržením rychlosti výstupu a nesplněním předepisovaných dekompresních zastávek. V mnoha případech si potápěči sami přivodí dekompresní nemoc svým nezodpovědným chováním po ukončení ponoru, např. se vystavují nadměrné fyzické námaze v rámci cvičení nebo nedodržují bezpečnostní pravidla týkající se rychlých změn nadmořské výšky. Ta bývají spojena většinou s pobytem v horách nebo nedodržením tzv. No-Fly Timu (zákazu létání) po dobu 12 – 24 hodin od ukončení posledního ponoru. (Gillian, 2002; Vrbovský, 1998, Dvořáková, 2005)

5.3 RIZIKOVÉ FAKTORY

Riziko vzniku dekompresní nemoci může potápěč ovlivnit dodržováním bezpečnostních opatření a vyhýbání se rizikovým faktorům. Mezi nejvýznamnější rizikové faktory a příčiny vzniku DCS patří dehydratace, neboť nemá-li dusík dostatek kapalného prostředí k tomu aby mohl být rozpuštěn, kumuluje se a vytváří bubliny. V potápění může nastat řada situací, kdy člověk ztrácí tekutiny – nadměrné pocení v potápěčském obleku, polyurie způsobená pocitem chladu, zvracení, apod. Nejen z tohoto důvodu by se měl potápěč před ponorem vyhýbat požívání alkoholu, který na něj působí během potápění negativně ve všech rovinách. Po ukončení ponoru již nemusí. (Schnick, 2007)

Dalším faktorem podílejícím se na možném vzniku DCS je vystavování se prudkým změnám teploty – v tomto ohledu je myšleno saunování nebo sprchování se horkou vodou. Obě dvě tyto situace mají stejný účinek jako fyzická námahy, neboť dochází ke zrychlení uvolňování dusíku z tkání, což může opět vést k tvorbě bublin. (Schnick, 2007)

Do kategorie rizikových faktorů bývá zařazována anatomická vývojová vada srdeční přepážky v odborné terminologii označovaná jako perzistentní *foramen ovale* (PFO) (obrázek I. viz Příloha D). Tento defekt bývá spojován mimo jiné s rizikem vzniku mozkové plynové embolie artériového typu. K té může docházet při usilovné kompenzaci tlaku ve středouší Valsalvovými manévry, kdy dochází k přestupu mikrobublinek z venózní krve skrze foramen ovale do arteriálního řečiště, které mohou embolizovat v mozkovém řečišti. (Schnick, 2007; Novomeský, 2015; Hájek, 2017)

Z hlediska potápěčské medicíny tento vrozený defekt septa významný, neboť jak uvádí Novomeský (2015): *„Perzistujúce foramen ovale anatomicky ... sa vyskytuje u 20 – 30 % dospelej populáre a výskyt PFO možno štatisticky predpkoladať v rovnakom percentuálnom zastúpení aj v komunite potápačov (približně u každého štvrtého potápka).* (Novomeský, 2015, s. 231)

5.4 KLASIFIKACE DEKOMPRESNÍ NEMOCI

Doba prvotních známek klinické manifestace dekompresní nemoc opět není v odborné literatuře nijak přesně definována. Různí autoři se od sebe v časech nástupu prvních projevů mírně odlišují.

Pokud vytvoříme z porovnání jednotlivých údajů průměr, pohybujeme se v čase přibližně 15 minut po ukončení ponoru. Nejdéle se příznaky objeví za 24 – 36 hodin. (Hrnčíř, 1990; Gillian, 2007; Dobeš, 2005, Novomeský, 2015)

Jak již bylo uvedeno výše, tkáně a oběh člověka jsou během potápění saturovány inertním plynem, který může ovlivňovat funkci různých orgánů a tělesných funkcí. Dekompresní nemoc se tak může projevovat v mnoha odlišných formách. Podle symptomů a působení na orgánové struktury rozdělujeme DCS na dva typy.

5.4.1 DEKOMPRESNÍ NEMOC I. TYPU

Specifickými příznaky typickými pro DCS I. typu jsou muskuloskeletární bolest, lymfatické nebo charakteristické kožní změny.

Muskuloskeletární forma – je doprovázena silnými bolestmi svalů a kloubů. Postižený potápěč se snaží ulevit si od bolesti charakteristickým nastavením končetin v oblasti velkých kloubních spojení do nepřirozených úhlů. Tento fenomén doprovázející tuto lehčí formu dekompresní nemoci dal za vznik termínu *bends* (z angl. výrazu pro ohyby). V případě závažnějších případů je nutno podstoupit terapeutickou dekompresi v hyperbarické komoře. (Hájek, 2017)

Pro *kožní formu* jsou signifikantní jevy jako mravenčení a pálení kůže různé intenzity, otok, vyrážky a mramorování v podobě ohraničených ploch růžovočervené až rudofialové barvy (obrázek II. viz Příloha D). Nebolestivý edém, který je přítomen u *lymfatické formy* DCS, se vyskytuje jen v ojedinělých případech. Pro obě formy je společné, že většinou nevyžadují rekompresní terapii. (Schnick, 2007; Novomeský, 2015)

Poslední formou dekompresní nemoci I. typu je forma s nespecifickými příznaky – zvýšená únava a slabost. Svými projevy je velmi podobný stavu slabosti při chřipkovém onemocnění, který může být navíc doprovázen nevolností a nechutenstvím. (Hájek, 2017)

Z praktických zkušeností a osobního pozorování mohu potvrdit, že tento typ projevu lehké formy DCS I bývá velmi častý, zejména pak při vysoké intenzitě ponorů (absolvování v průměru 3 ponorů denně v průběhu 1 týdne).

5.4.2 DEKOMPRESNÍ NEMOC II. TYPU

U dekompresní nemoci II. typu bývají nejčastěji přítomny symptomy neurologiké a kardiopulmonální. Svojí podstatou se jedná o závažné poškození organizmu a pro obě formy je společným nezbytným léčebným opatřením rekomprese v hyperbarické komoře. (Hájek, 2017)

Kardipulmonální (plicní) formu DCS II. typu označuje Novomeský (2015) jako velmi pravděpodobně nejnebezpečnější formu DCS. V konečném důsledku dochází v tomto případě k extrémní plicní hypertenzi a zhroucení plicní cirkulace. Klinicky se tento typ manifestuje velmi krátce po vynoření (autor uvádí 1 – 3 minuty) intenzivní stenokardií, což může blízce připomínat stav akutního infarktu myokardu. Postižený potápěč dýchá velmi povrchově a může v malém množství vykašlávat krvavou pěnu. V těžkých případech, kdy není bezprostředně poskytnuta rekompresní léčba, nastává rychlá smrt. Avšak ani zajištění okamžité pomoci nemusí být ve velmi závažných případech účinné. (Novomeský, 2015)

Druhou nebezpečnou formou DCS II. typu je *neurologická forma*. Její symptomy se různí podle toho, které místo bylo postiženo. Dochází tak k široké škále neurologických poruch od nauzey, vertiga, parestezie až po ochrnutí nebo bezvědomí. (Schnick, 2007; Hájek, 2017)

Velmi výstižně popisuje závažnost této formy Novomeský (2015): *„Neurologická forma DCS je klasickým obrazom ťažkého dekompresného poškodenia organizmu potápka, ktoré môže postihnutého usmrtiť alebo zanechať u neho trvalé, obvykle invalidizujúce poruchy zdravotného stavu. Akékoľvek príznaky neurologickej formy DCS II. typu sú vo všeobecnosti klinickou reflexiou lokálnej až generalizovanejhypoxie tkaniva mozgu alebo miechy.“* (Novomeský, 2015, s. 264)

5.5 TERAPIE

Možnosti léčby dekompresních nehod potápěčů se vyvíjeli spolu s medicínským oborem, který používá stlačený vzduch k léčbě různých jiných onemocnění. V rámci moderního lékařství se jedná o samostatnou vědeckou disciplínu a tou je právě hyperbarická medicína. Základní principy moderní efektivní léčby DCS u potápěčů byly ustáleny až v prvních letech dvacátého století v souvislosti s rozvojem pracovního potápění a lékařských poznatků o potápění z hlediska fyziologie a klinické medicíny. Významným milníkem bylo vytvoření prvních dekompresních tabulek pro plánování výstupu potápěčů a v souvislosti s tím i vznik tabulek pro léčbu DCS v hyperbarických komorách. (Barcal, 2000; Kayle, 2009; Dobeš, 2005)

Využití léčebné rekomprese se prokázalo jako principiální léčebný postup nejen u závažných forem a symptomů dekompresní choroby potápěčů, při kterých je využíván dodnes, ale stejně tak je jeho vyžití úspěšné při následků přetlakového barotraumatu plic včetně té nejzávažnější komplikace – tepenné plynové embolie. (Novomeský, 2002, 2015)

V roce 2011 byl vytvořen pracovní skupinou odborníků z různých specializovaných oborů (především hyperbarické a letecké medicíny) pod vedením MUDr. Novotného a MUDr. Pácové dokument *Doporučený postup diagnostiky a léčby potápěčské dekompresní nehody*, který shrnuje v podstatě všechny nutné kroky péče o potápěče po prodělané dekompresní nehodě. Jeho součástí zjednodušený grafický algoritmus postupu (viz Příloha E). Je určen pro urgentní medicínu prvního kontaktu profesionálních záchranářů, lékařský personál následné neodkladné nemocniční péče a laické zachraňující potápěče poskytující specifickou první pomoc. Jednotlivé postupy neodkladné péče a první pomoci potápěči, který prodělal dekompresní nehodu, jsou popsány v jednotlivých oddílech následujícího textu

5.5.1 DIAGNOSTIKA

V rámci prvotního kontaktu s potápěčem, u kterého se rozvíjejí příznaky DCS, je potřebné iniciální klinické zhodnocení jeho stavu a diagnostická klasifikace symptomů do skupiny pro DCS I. nebo II. typu. V první řadě stojí vstupní informace – anamnéza (je-li možné ji vzhledem ke stavu odebrat) doplněná o fyzikální vyšetření včetně neurologického. Užitečné mohou být i informace o profilu ponoru např. maximální

hloubka, čas strávený na dně, nedodržení dekompresních zastávek, apod. (Novomeský, 2015, Hájek, 2017)

Podle Novotného (2012) uvažujeme o potápěčské dekompresní nehodě pokud: *„pacient dýchal pod vodou vzduch nebo jinou dýchací směs z potápěčského přístroje nebo z podvodního rezervoáru (keson, jeskyně) … a je současně přítomen jeden nebo více z následujících příznaků.“* (Novotný, 2012)

V doporučeném postupu jsou příznaky rozděleny do dvou kategorií – mírné a závažné příznaky. Mezi mírné příznaky jsou zařazeny tyto: nápadná únava, svědění kůže, zduření podkožních tkání a mízních uzlin, bolesti břicha, plynatost a průjem. Za závažné (těžké) příznaky objevující se ihned po vynoření nebo v horším případě ještě před ním je považováno široké spektrum následujících: výsev skvrn na kůži (mramorová kůže), změna citlivosti a mravenčení (parestezie), bolesti kloubů a hlavy, dušnost, stenokardie, nauzea a vertigo, extrémní únava a slabost, poruchy sluchu a vízu, nystagmus, šokový stav nebo poruchy vědomí. (Hájek, 2017; Novotný, 2012)

Orientační neurologické vyšetření postiženého potápěče je potřeba provádět každých 15 minut v průběhu nejméně jedné hodiny. (Novomeský, 2015)

V rámci diagnostiky dekompresní nehody v nemocniční péči je, jak bylo zmíněno na V. kongresu Ostravských dnů hyperbarické medicíny v roce 2016, doporučeno vyšetření pro přítomnost zkratové cirkulace (defekty septa síní, perzistentní *foramen ovale*). Pomocí všeobecně dostupných ultrazvukových technik lze detekovat mikrobubliny intra- nebo extra-kardiálně či v systémové cirkulaci. (Pudil, 2016)

5.5.2 NEODKLADNÉ POSTUPY A SPECIFICKÁ PRVNÍ POMOC

Na základě posouzení příznaků postiženého potápěče a okolností nehody by měl profesionální zdravotník (lékař nebo zdravotnický záchranář) na místě, po ustálení typu dekompresní nemoci (I. nebo II. typu), rozhodnout o následovných postupech terapie. Situace, kdy u potápěče došlo k náhlé zástavě oběhu (nejčastěji v důsledku tonutí) se řídí jasně danými pravidly poskytování první pomoci definovanými ERC v Guidelines 2015 ať už na úrovni BLS nebo ALS.

Technická první pomoc (např. vyhledání ztraceného potápěče, doprovázený výstup z hloubky na hladinu, vytažení postiženého z vody, odstrojení výstroje) bývá poskytována buďto přivolanými složkami, ve většině případů spíše ostatními potápěči. (Novomeský, 2015)

Potápěči nebo přihlížející, kteří jsou přítomni v místě nehody, poskytují tzv. **specifickou laickou první pomoc.**

Mezi základní neodkladné opatření patří podání 100 % kyslíku bez ohledu na to, jaké dýchací médium potápěč při ponoru používal. Pokud postižený potápěč dýchá dostatečně spontánně, doporučuje se bez ohledu na stav jeho vědomí podávat O_2 kvalitně těsnící polomaskou za použití dýchací automatiky s módem *demand valve* popř. uzavřeným okruhem s absorbérem oxidu uhličitého. Možné je využití systému s konstantním průtokem 15-25 l/min s rezervoárem – takovýto přístroj představuje např. DAN Oxygen-kit (viz Příloha F), jímž disponují mnozí potápěči školení v poskytování kyslíku při potápěčských nehodách. (Schnick, 2007; Novotný, 2012)

Mezi další opatření patří zajistit dostatečnou ochranu před prochladnutím a přehřátím, polohování potápěče, provedení neurologického vyšetření (viz Příloha G). Pokud je potápěč při vědomí, je doporučeno podat dostatečné množství tekutin bez kofeinu a alkoholu (per os 0,5-1,0 l/hod), je-li přítomna porucha vědomí je podání tekutin per os zakázáno. (Novotný, 2012)

Důraz je kladen na zákaz provádění samostatné rekompresní léčby ve vodě (tzv. mokrá rekomprese). Doporučeno je kontaktování potápěčského lékaře popř. zdravotnického zařízení s barokomorou nebo v případě závažné dekompresní nehody zdravotnické záchranné služby. (Novotný, 2012; Schnick, 2007)

Profesionální **specifická lékařská** (zdravotnická) **první pomoc** se na místě nehody příliš neliší, neboť prioritní je zajištění základních životních funkcí postiženého potápěče a jeho rychlý a šetrný transport do hyperbarické komory.

Pravidla pro podávání kyslíku jsou naprosto stejná, tedy kontinuální podávání 100 % kyslíku (min. 15 l/min) během transportu až do umístění postiženého do barokomory. V případě nepřítomnosti normálního spontánního dýchání je nutné zajištění dýchacích cest a zahájení umělé plicní ventilace (dle platných ERC Guidelines). V rámci dehydratace postiženého je doporučeno intravenózní podávání izotonických balancovaných krystaloidních roztoků (vyjma roztoků glukózy) v objemu 0,5-1,0 l/hod. Pokud je lékařem indikováno, je možné provést zajištění močového katétru nebo punkce hrudníku. (Hájek, 2017; Novotný, 2012)

Pro léčbu potápěčské dekompresní nehody neexistuje specifická medikace, tudíž se medikamentózní terapie řídí zásadami urgentní medicíny. Hájek (2017) dodává, že:

„použití ostatních adjuvantních léčiv (kortikosteroidy, antiagregační látky, antikoagulační látky, lidocain, apod.), v běžné praxi široce používaných, zůstává z hlediska vědeckých důkazů kontroverzní.“ (Hájek, 2017, s. 202)

Zabezpečení tepelných podmínek a ochrana před hypotermií je samozřejmostí.

5.5.3 TRANSPORT

Pokud se u potápěče objeví i mírné symptomy svědčící pro vznik DCS, neměl by tento stav podceňovat a měl by kontaktovat potápěčského lékaře, který rozhodne o případném provedení léčby v barokomoře a také jak rychle by měla být být započata. V takovém případě je potápěč většinou schopen si poskytnout transport sám nebo za pomoci svých kolegů. V rámci laické první pomoci u potápěče není v doporučeném postupu určen žádný specifický typ transportu. Pochopitelně by se během transportu měl vyhýbat vyšším terénním převýšením resp. horským přejezdům. (Novotný, 2012)

V případě závažné dekompresní nehody je doporučován transport co možná nejrychleji a nejšetrněji do nejbližšího místa s barokomorou. Jako řešení takové situace je vhodné použití letecké přepravy (vrtulník, letecká záchranná služba), která má však jisté úskalí. Letová hladina by neměla přesáhnout výšku 300 m od místa ponoru, neboť by vlivem dalšího poklesu atmosférického tlaku mohlo dojít k dalšímu vytváření plynových mikrobublin v těle postiženého a zhoršení symptomatologie DCI. Po dobu celého transportu by se mělo kontinuálně pokračovat v podávání kyslíku o co nejvyšší možné koncentraci. (Novotný, 2012; Schnick, 2007; Novomeský, 2015)

Před transportem by měla být zajištěna potápěčská technika a to především ty součásti vybavení (měřící přístroje – počítač s manometrem, hloubkoměr), které jsou významné pro možné další prošetření ponoru nebo rekonstrukci nehody. (Hájek, 2017)

5.5.4 BAROKOMORY

Přetlaková (hyperbarická) komora je speciální technické zařízení, které je možné hermeticky uzavřít a vytvořit v něm přetlak až několika atmosfér. V potápěčské praxi se používá třech typů přetlakových komor, které se liší ve způsobu terapie a přetlakových režimech. Podobně jako je definován postup při prvním kontaktu s potápěčem postiženým DCS, má i hyperbarická léčba potápěčské nehody svůj algoritmus daný v doporučeném postupu (viz Příloha H).

Dekompresní komora – toto zařízení slouží primárně pro dokončení dekompresní procedury potápěče po jeho okamžitém vynoření zpět na hladinu a ukončení ponoru. Větší část dekompresního režimu resp. dekompresních zastávek je potápěčem absolvována ještě pod vodou. Po vynoření ihned nastupuje do dekompresní komory, kde pod přísnou kontrolou dokončuje celý dekompresní proces. (Novomeský, 2015)

Rekompresní komora – oproti předchozí komoře, kde probíhá dekomprese, je v tomto zařízení používán režim rekomprese. Využívá se při přetlakové léčbě potápěče s takovým druhem poškození organizmu, pro které je takováto terapie indikována např. DCS I. i II. typu, arteriální vzduchová embolie, apod. Prakticky proces funguje tak, že potápěč je v barokomoře znovu uveden do podmínek simulující přetlak v určité hloubce. Přetlak je následně kontrolovaně snižován podle individuálně-léčebných rekompresních tabulek. V největší míře se využívají rekompresní tabulky amerického námořnictva U.S. NAVY nebo britského královského námořnictva ROYAL NAVY (tabulky 1. a 2. viz Příloha I). (Novomeský, 2015; Hájek, 2017)

Hyperbarická komora – primárně se využívá k léčbě klinických stavů a onemocnění, při kterých má význam terapeuticky zvýšené množství kyslíku rozpuštěného v krevní plazmě. V tomto případě je terapie označována jako hyperbarická oxygenoterapie. (Hájek, 2017; Schnick, 2007; Neuman, 2008)

5.5.5 SPECIFIKA PÉČE O POTÁPĚČE V BAROKOMOŘE

Léčebné expozice v barokorách podléhají určitým specifickým pravidlům jak pro ošetřující zdravotnický personál, tak pro samotného pacienta, neboť jsou všichni zúčastnění vystaveni změnám fyziologických podmínek okolního prostředí.

U postiženého potápěče je doporučeným postupem uloženo provést následující nutná opatření:

- neurologické vyšetření,
- oboustranná myringotomie (v případě nespolupráce pacienta a předpokládaných obtíží s aktivním vyrovnáváním tlaku ve středouší),
- katetrizace močového měchýře (při nedostatečné diuréze),
- drenáž hrudníku (při pneumotoraxu),
- RTG nebo CT vyšetření plic (v případě podezření na arteriální plynovou embolii),

- v případě zaintubovaného pacienta vyměnit vzdušný obsah obturačního balonku endotracheální rourky za vodní náplň. (Novotný, 2012; Novomeský, 2015)

Léčebnou expozici v barokomoře lze ukončit v případě, že u postiženého potápěče došlo k úplnému odeznění příznaků nebo nedochází-li k prokazatelnému zlepšování jeho stavu. (Novotný, 2012)

PRAKTICKÁ ČÁST

6 FORMULACE PROBLÉMU

S nárůstem obliby přístrojového potápění jako volnočasové aktivity narůstá i počet potápěčských nehod. Závažné dekompresní nehody jsou specifické svým vznikem mechanizmu a nutností poskytnutí specializované odborné péče, která má svá doporučení a zásady postupu. V povědomí pracovníků a studentů v oblasti zdravotnictví bývá pouze pojem dekompresní nemoc.

7 CÍLE A PŘEDPOKLADY VÝZKUMNÉHO ŠETŘENÍ

7.1 CÍLE

C1: Popsat péči o pacienta s dekompresní chorobou.

C2: Zjistit znalosti studentů oboru Zdravotnický záchranář o poskytování první pomoci u potápěčů v případě potápěčské nehody.

C3: Zjistit znalosti studentů oboru Zdravotnický záchranář o dekompresní chorobě a její terapii.

7.2 PŘEDPOKLADY

P1: Předpokládáme, že studenti oboru Zdravotnický záchranář na FZS ZČU v Plzni mají lepší znalosti v oblasti poskytování první pomoci u potápěčů než studenti oboru Zdravotnický záchranář na SZU v Bratislavě.

P2: Předpokládáme, že studenti 3. ročníků oboru Zdravotnický záchranář na FZS ZČU v Plzni a SZU v Bratislavě dokážou popsat dekompresní nemoc lépe než studenti 2. ročníků těchto oborů.

P3: Předpokládáme, že studenti 3. ročníků oboru Zdravotnický záchranář na FZS ZČU v Plzni a SZU v Bratislavě mají lepší znalosti o zásadách terapie dekompresní nemoci než studenti 2. ročníků těchto oborů.

8 METODIKA VÝZKUMNÉHO ŠETŘENÍ

Praktická část této bakalářské práce je tvořena kvantitativním výzkumným šetřením, které bylo realizováno prostřednictvím anonymních dotazníků v elektronické podobě. Dotazník obsahoval celkem 16 otázek, které byly rozděleny do 4 částí (základní informace, poskytování první pomoci potápěčům, dekompresní nemoc a její terapie, specifika péče o potápěče s DCI). V dotazníku bylo vzhledem k průzkumu využito pouze uzavřených trichotomických nebo polytomických otázek s výběrem jedné alternativy odpovědi. Vyplňování dotazníku probíhalo prostřednictvím internetového serveru www.survio.cz, a to od 17. prosince 2017 do 15. ledna 2018 a celkem získáno 103 dotazníků.

Jako respondenti byli osloveni studenti oboru Zdravotnický záchranář na Fakultě zdravotnických studií Západočeské univerzity v Plzni a Vysoké škole zdravotnické, Fakultě ošetřovatelství a zdravotnických odborných studií Slovenské zdravotnické univerzity v Bratislavě.

Pro vyhodnocení získaných dat byly použity tabulkový procesor Microsoft Excel a textový procesor Microsoft Word.

9 VZOREK RESPONDENTŮ

Sledovaný soubor v rámci výzkumného šetření tvoří jeden vzorek respondentů. Tímto vzorkem byli studenti bakalářského studijního oboru Zdravotnický záchranář ve 2. a 3. ročníku studia na 2 vybraných univerzitách v České republice a ve Slovenské republice.

10 PREZENTACE A INTERPRETACE ZÍSKANÝCH ÚDAJŮ

10.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE

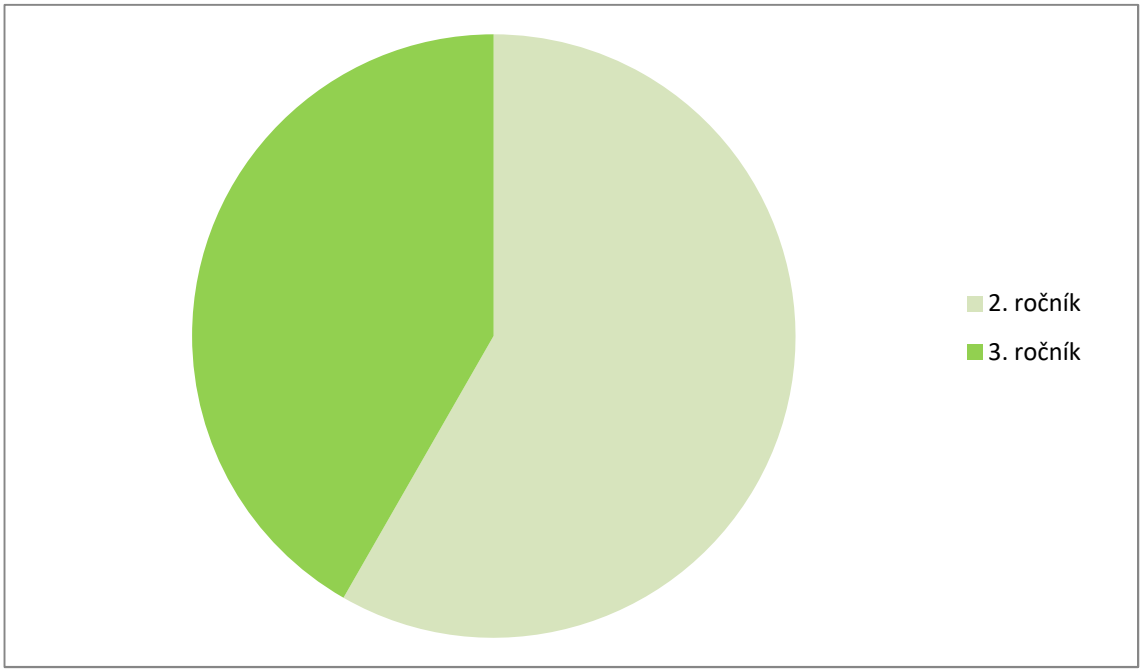
Otázka č. 1: Ve kterém ročníku studujete?

Tabulka 1 Ročník studia

Odpovědi	Absolutní četnost (n)	Relativní četnost (%)
2. ročník	**60**	**58,3 %**
3. ročník	**43**	**41,7 %**

Zdroj: vlastní

Graf 1 Ročník studia



Zdroj: vlastní

V otázce č. 1 byli respondenti dotazováni na ročník, který aktuálně studují. Sledovaný soubor respondentů tvořilo 60 studentů 2. ročníku (58,3 %) a 43 studentů 3. ročníku (41,7 %).

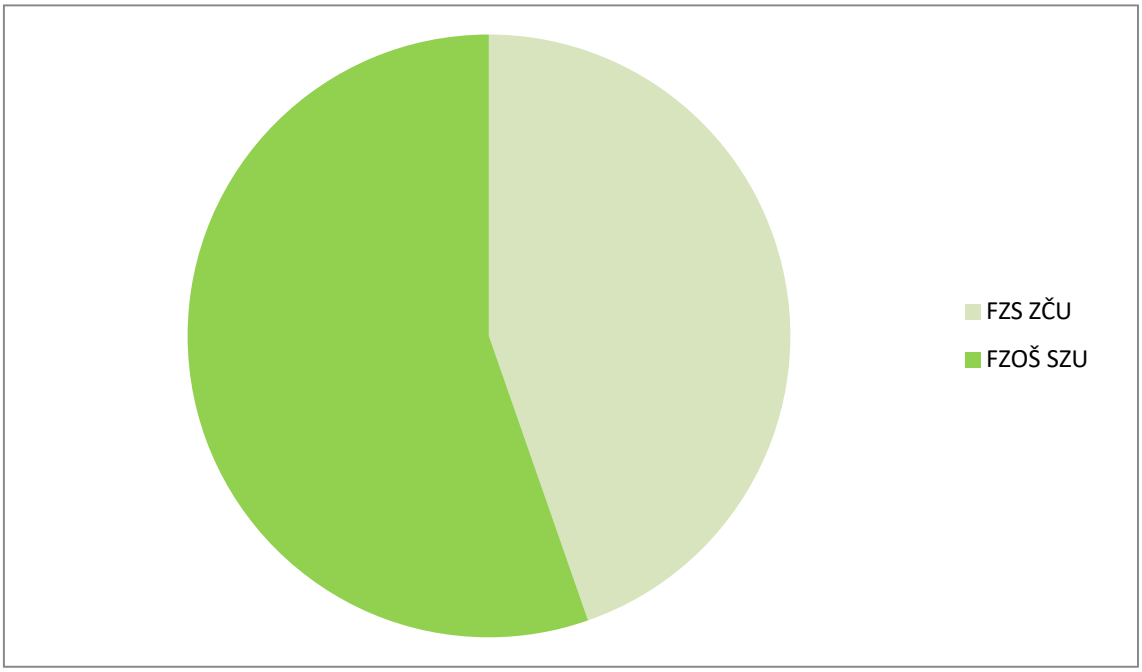
Otázka č. 2: Na které fakultě studujete?

Tabulka 2 Poměr studentů na fakultách

Odpovědi	Absolutní četnost (n)	Relativní četnost (%)
FZS ZČU	**46**	**44,6 %**
FZOŠ SZU	**57**	**55,3 %**

Zdroj: vlastní

Graf 2 Poměr studentů na fakultách



Zdroj: vlastní

V otázce č. 2 měli respondenti označit fakultu, na které v současnosti studují. Z grafu je patrné, že sledovaný soubor tvořilo 46 studentů z FZS ZČU v Plzni (44,6 %). Počet respondentů z FZOŠ SZU V Bratislavě tvořilo 57 studentů (55,3 %).

Z kombinace uvedených dvou grafů lze odvodit, že výzkumného šetření se celkem zúčastnilo 103 studentů v následujícím rozložení: Vzorek respondentů z 2. ročníku FZS ZČU V Plzni tvořilo 28 studentů (27,2 %) a ze 3. ročníku to byl počet 18 studentů (17,5 %). Počet studentů ze 2. ročníku FZOŠ SZU byl tvořen 32 studenty (31,0 %), ze třetího ročníku to byl počet 25 studentů (24,3 %).

10.2 ZNALOSTI STUDENTŮ O POSKYTOVÁNÍ PRVNÍ POMOCI POTÁPĚČŮM

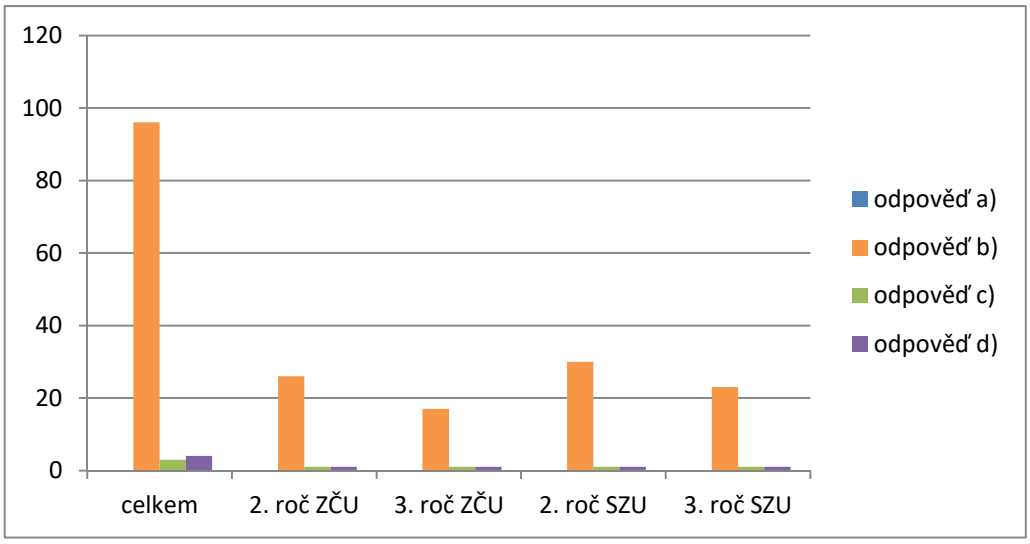
Otázka č. 3: Který ze stavů lze považovat za potápěčskou nehodu?

Tabulka 3 Klasifikace potápěčské nehody

	Celkem (N 103)		FZS ZČU				FZOŠ SZU			
			2. ročník (N 28)		3. ročník (N 18)		2. ročník (N 32)		3. ročník (N 25)	
	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)
a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b	96	93,2	26	92,9	17	94,4	30	93,8	23	92
c	3	2,91	1	3,6	0	0	1	3,1	1	4
d	4	3,9	1	3,6	1	5,6	1	3,1	1	4

Zdroj: vlastní

Graf 3 Klasifikace potápěčské nehody



Zdroj: vlastní

V otázce č. 3 měli respondenti rozhodnout, který z nabízených stavů lze kvalifikovat jako potápěčskou nehodu. Na výběr měli z možností: a) *zlomenina předloktí plně nastrojeného potápěče při vstupování na člun*, b) *barotrauma ušního bubínku z přetlaku*, c) *akutní lumbago v důsledku odstrojování zátěžového systému po ponoru*, d) *vícečetné zlomeniny metatarzálních kůstek chodila po pádu spojených tlakových lahví 2x12l.*

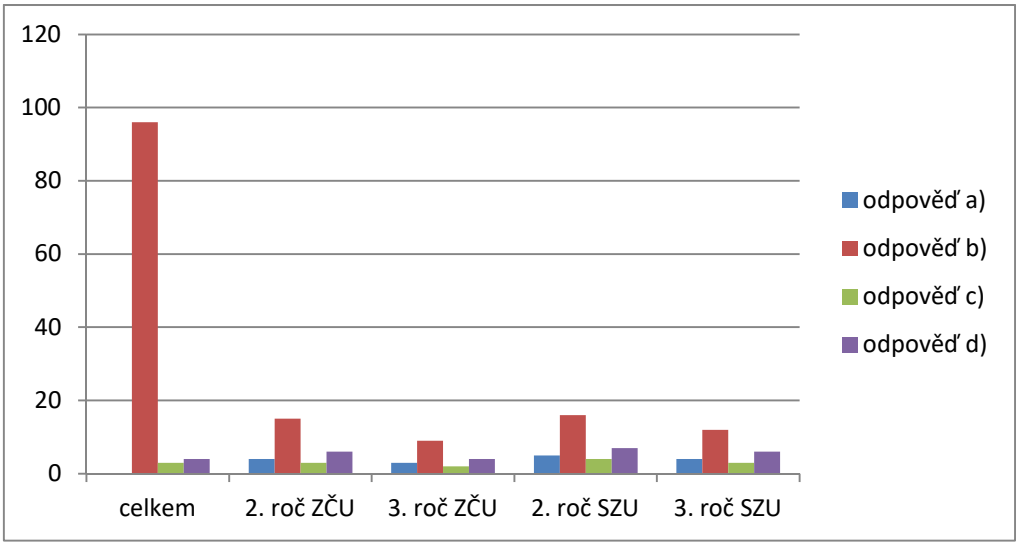
Otázka č. 4: Nejčastější příčinou úmrtí potápěčů je?

Tabulka 4 Nejčastější příčiny úmrtí potápěče

	Celkem (N 103)		FZS ZČU				FZOŠ SZU			
			2. ročník (N 28)		3. ročník (N 18)		2. ročník (N 32)		3. ročník (N 25)	
	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)
a	16	15,5	4	14,2	3	16,7	5	15,6	4	16
b	52	50,5	15	53,6	9	50	16	50	12	48
c	12	11,7	3	10,7	2	11,1	4	12,5	3	12
d	23	22,3	6	21,4	4	22,2	7	21,9	6	24

Zdroj: vlastní

Graf 4 Nejčastější příčiny úmrtí potápěče



Zdroj: vlastní

Na otázku č. 4 měli respondenti odpovědět, o čem se domnívají, že je nejčastější příčinou úmrtí při potápěčské nehodě. Na výběr měli z možností: a) *barotrauma paranasálních dutin*, b) *dekompresní nemoc*, c) *kesonová nemoc*, d) *utonutí*.

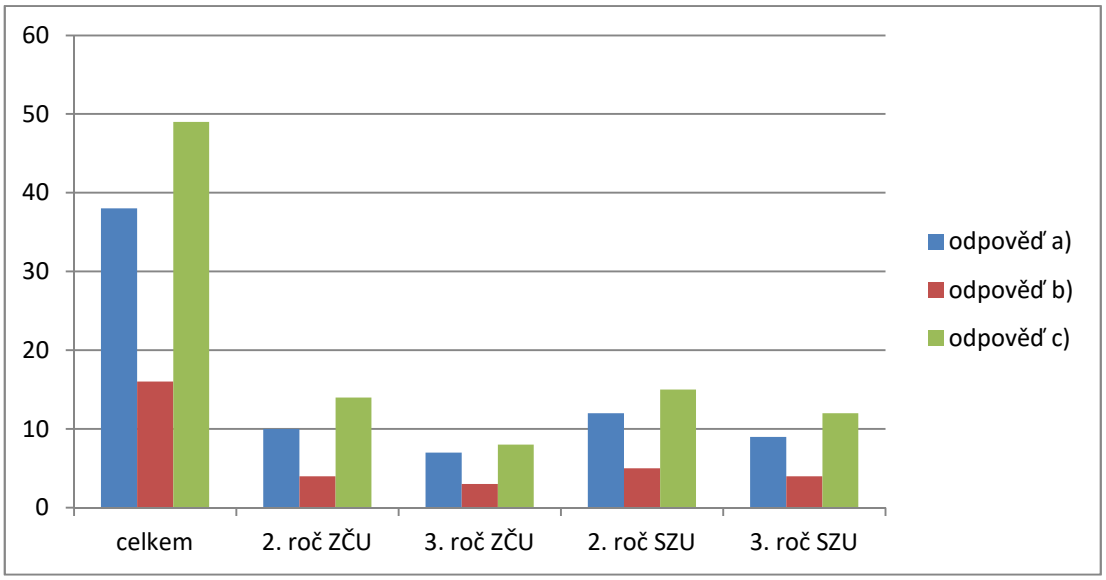
Otázka č. 5: Co zahrnuje technická první pomoc u potápěčské nehody?

Tabulka 5 Technická první pomoc u potápěčské nehody

	Celkem (N 103)		FZS ZČU				FZOŠ SZU			
			2. ročník (N 28)		3. ročník (N 18)		2. ročník (N 32)		3. ročník (N 25)	
	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)
a	38	36,9	10	35,7	7	38,9	12	37,5	9	36
b	16	15,5	4	14,2	3	16,7	5	15,6	4	16
c	49	47,6	14	50	8	44,4	15	46,9	12	48

Zdroj: vlastní

Graf 5 Technická první pomoc u potápěčské nehody



Zdroj: vlastní

Otázka č. 5 byla zaměřena na technickou stránku první pomoci při potápěčské nehodě. Respondenti měli rozhodnout, co do této kategorie spadá z nabízených možností: a) *kontrola správné konfigurace výstroje*, b) *označení místa nehody*, c) *uzavření talkové lahve s dýchacím médiem pomocí ventilu.*

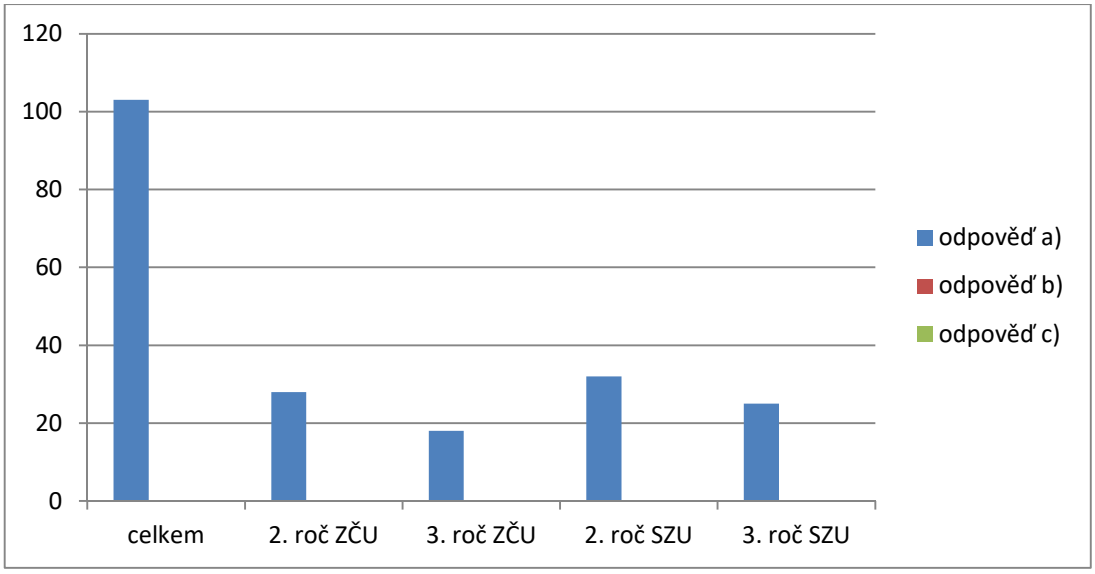
Otázka č. 6: Jaká je zdravotnická první pomoc u potápěče po tonutí vytaženého na břeh, je-li v bezvědomí?

Tabulka 6 První pomoc v případě bezvědomí potápěče

	Celkem (N 103)		FZS ZČU				FZOŠ SZU			
			2. ročník (N 28)		3. ročník (N 18)		2. ročník (N 32)		3. ročník (N 25)	
	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)
a	103	100	28	100	18	100	32	100	25	100
b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zdroj: vlastní

Graf 6 První pomoc v případě bezvědomí potápěče



Zdroj: vlastní

V otázce č. 6 bylo zkoumáno, jak by studenti postupovali v případě potápěče, který byl vytažen na břeh a je v bezvědomí. Nabízené odpovědi: a) *kontrola vědomí – kontrola dýchání – KPR*, b) *kontrola vědomí – kontrola totožnosti – KPR*, c) *kontrola stavu manometru*.

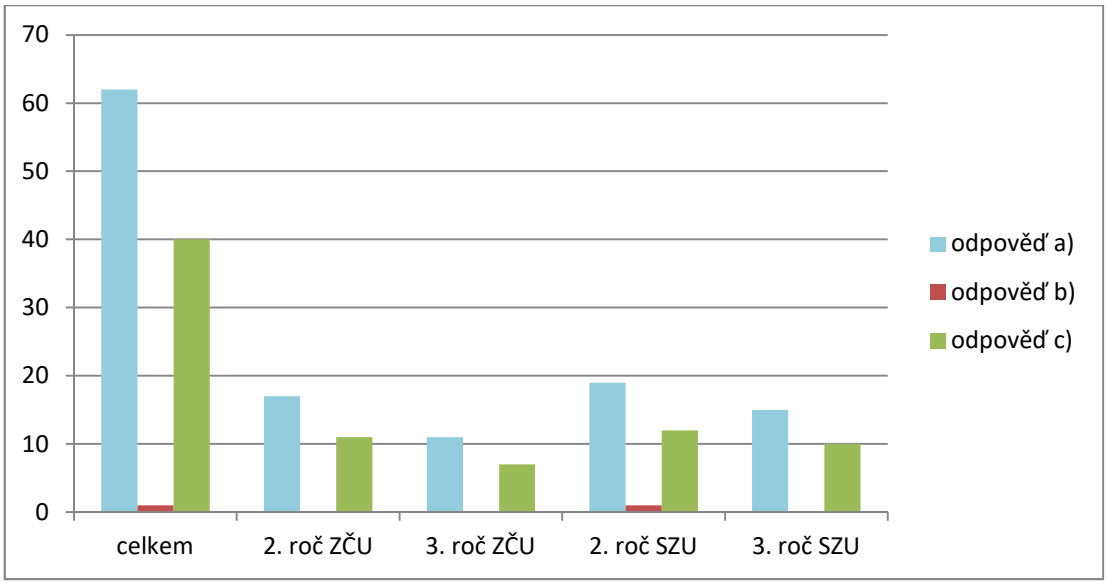
Otázka č. 7: Jaké opatření je součástí specifické první pomoci u DCI (společné pro laickou i profesionální první pomoc)?

Tabulka 7 Specifická první pomoc

	Celkem (N 103)		FZS ZČU				FZOŠ SZU			
			2. ročník (N 28)		3. ročník (N 18)		2. ročník (N 32)		3. ročník (N 25)	
	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)
a	62	60,2	17	94,4	11	61,1	19	59,4	15	60
b	1	1	0	0	0	0	1	3,1	0	0
c	40	38,8	11	39,3	7	38,9	12	37,5	10	40

Zdroj: vlastní

Graf 7 Specifická první pomoc



Zdroj: vlastní

Otázka č. 7 byla zaměřena na specifickou první pomoc poskytovanou v případě dekompresní potápěčské nehody. Respondenti měli označit jaké opatření je v takovémto případě společné pro laickou i profesionální první pomoc. Nabízené možnosti: a) *podání 100 % O_2 bez ohledu na dýchací médium*, b) *přikládání chladivých obkladů na čelo a zátylek*, c) *uvedení do polohy vpolosedě.*

10.3 ZNALOSTI STUDENTŮ O DEKOMPRESNÍ NEMOCI

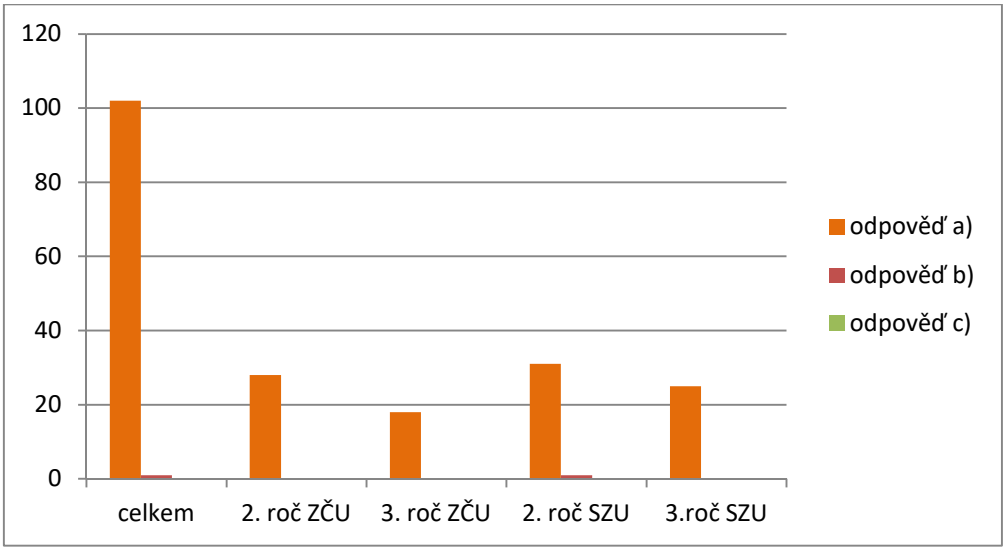
Otázka č. 8: Co je to dekompresní nemoc?

Tabulka 8 Definice dekompresní nemoci

	Celkem (N 103)		FZS ZČU				FZOŠ SZU			
			2. ročník (N 28)		3. ročník (N 18)		2. ročník (N 32)		3. ročník (N 25)	
	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)
a	102	99	28	100	18	100	31	96,9	25	100
b	1	1	0	0	0	0	1	3,1	0	0
c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zdroj: vlastní

Graf 8 Definice dekompresní nemoci



Zdroj: vlastní

V otázce č. 8 bylo zkoumáno, zdali respondenti vědí jak definovat dekompresní nemoc. Na výběr byly možnosti: a) *označení řady příznaků, které postihují osobu vystavenou snížení okolního tlaku*, b) *komplex symptomů vyskytujících se u osob ve velkých výškách*, c) *nepříjemně vnímaný stav, který je klasicky spojen s plavbou na moři*.

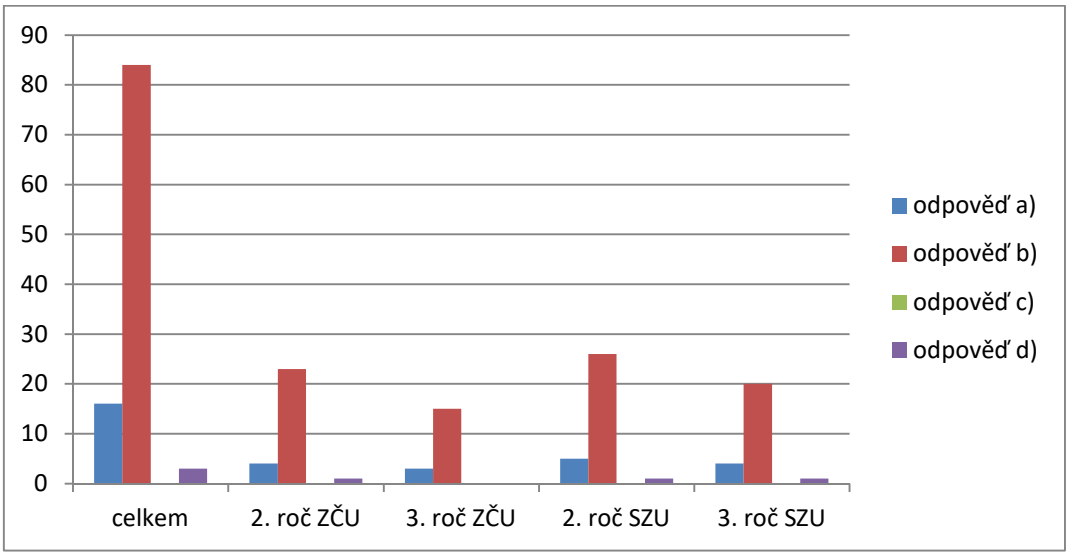
Otázka č. 9: Co nejvíce ohrožuje potápěče při DCI?

Tabulka 9 Největší míra ohrožení při DCI

	Celkem (N 103)		FZS ZČU				FZOŠ SZU			
			2. ročník (N 28)		3. ročník (N 18)		2. ročník (N 32)		3. ročník (N 25)	
	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)
a	16	15,5	4	14,2	3	16,7	5	15,6	4	16
b	84	81,6	23	82,1	15	83	26	81,3	20	80
c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
d	3	2,9	1	3,6	0	0	1	3,1	1	4

Zdroj: vlastní

Graf 9 Největší míra ohrožení při DCI



Zdroj: vlastní

V otázce č. 9 měli respondenti za úkol vybrat, co podle nich nejvíce ohrožuje potápěče, utrpěl-li dekompresní nehodu a rozvinuli se u něj příznaky DCI. Nabízené možnosti: a) *zmatenost a poruchy chování*, b) *vzduchová embolie*, c) *únava a svědění tkání*, d) *zduření podkožních tkání a mízních uzlin*.

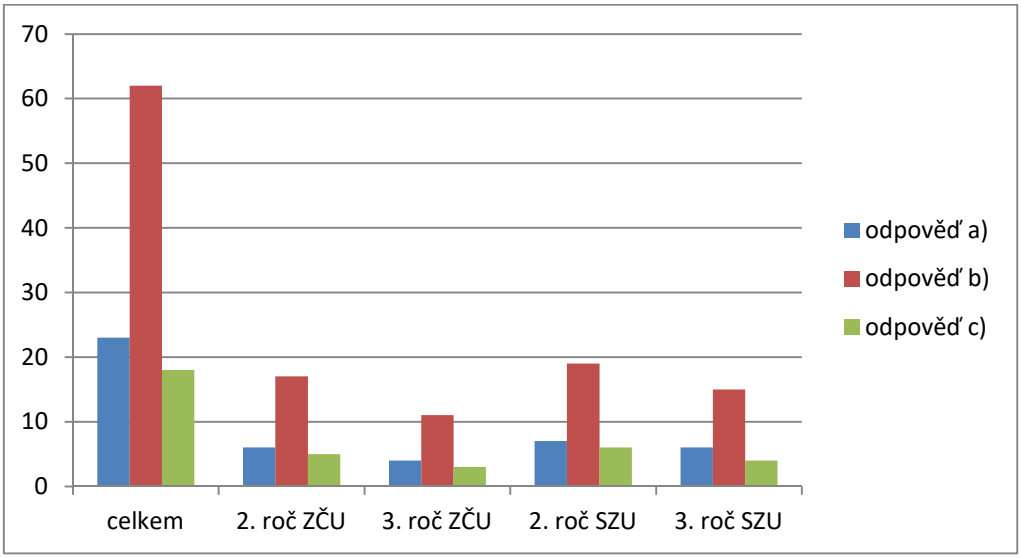
Otázka č. 10: Co patří mezi základní neurologické vyšetření u DCI?

Tabulka 10 Základní neurologické vyšetření u DCI

	Celkem (N 103)		FZS ZČU				FZOŠ SZU			
			2. ročník (N 28)		3. ročník (N 18)		2. ročník (N 32)		3. ročník (N 25)	
	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)
a	23	22,3	6	21,4	4	22,2	7	21,9	6	24
b	62	60,2	17	60,7	11	61,1	19	59,4	15	60
c	18	17,5	5	17,9	3	16,7	6	18,8	4	16

Zdroj: vlastní

Graf 10 Základní neurologické vyšetření u DCI



Zdroj: vlastní

Otázka č. 10 byla zaměřena na provádění základního neurologického vyšetření u potápěče s dekompresním onemocněním. Respondenti měli vybrat, která z nabízených možností je v takovém případě součástí neurologického vyšetření potápěče. Nabízené možnosti: a) *vyšetření na postrotační nystagmus*, b) *vyšetření polykacího reflexu, svalové síly, rovnováhy a koordinace*, c) *vyšetření meningeálního dráždění.*

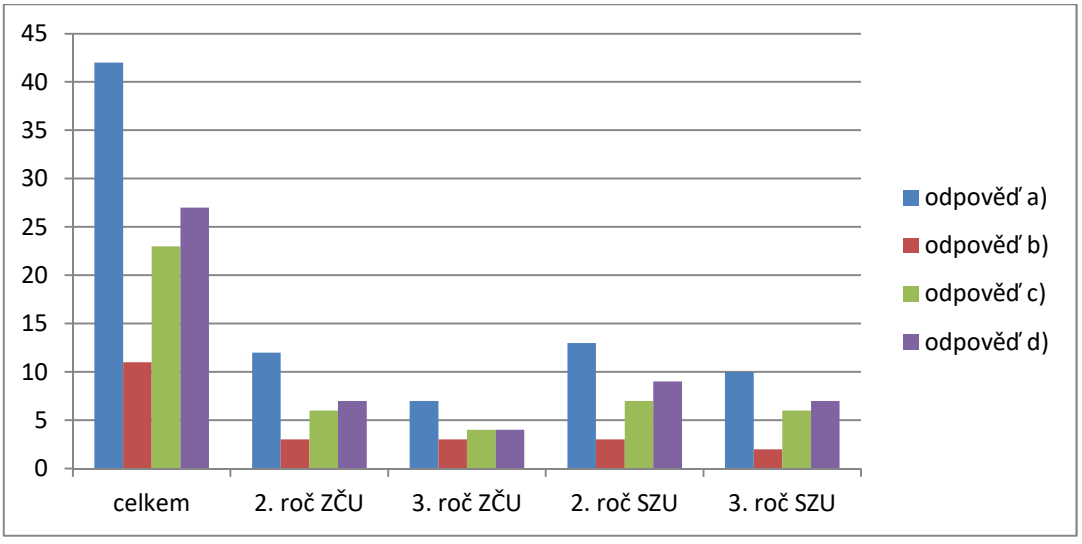
Otázka č. 11: Jaké formy DCS rozlišujeme?

Tabulka 11 Rozdělení forem DCS

	Celkem (N 103)		FZS ZČU				FZOŠ SZU			
			2. ročník (N 28)		3. ročník (N 18)		2. ročník (N 32)		3. ročník (N 25)	
	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)
a	42	40,8	12	42,9	7	38,9	13	40,6	10	40
b	11	10,7	3	10,7	3	16,7	3	9,4	2	8
c	23	22,3	6	21,4	4	22,2	7	21,9	6	24
d	27	26,2	7	25	4	22,2	9	28,1	7	28

Zdroj: vlastní

Graf 11 Rozdělení forem DCS



Zdroj: vlastní

Otázka č. 11 zkoumala, zdali respondenti vědí, jaké je základní rozdělení typů DCS. Na výběr byly tyto možnosti: a) *DCS 1. a 2. typu*, b) *DCS typu A, B, C*, c) *pouze typ DCI*, d) *dekompresní a kesonová nemoc.*

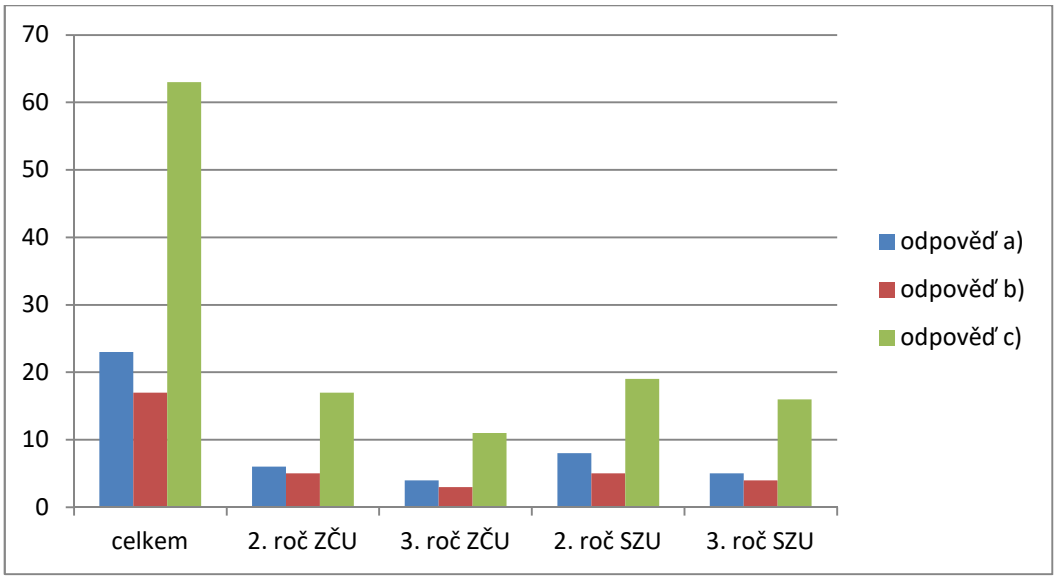
Otázka č. 12: Který z faktorů může prohloubit symptomy DCI?

Tabulka 12 Faktor prohlubující symptomy DCI

	Celkem (N 103)		FZS ZČU				FZOŠ SZU			
			2. ročník (N 28)		3. ročník (N 18)		2. ročník (N 32)		3. ročník (N 25)	
	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)
a	23	22,3	6	21,4	4	22,2	8	25	5	20
b	17	16,5	5	17,9	3	16,7	5	15,6	4	16
c	63	61,2	17	60,7	11	61,1	19	59,4	16	64

Zdroj: vlastní

Graf 12 Faktor prohlubující symptomy DCI



Zdroj: vlastní

V otázce č. 12 bylo zkoumáno, zda respondenti vědí, který z faktorů může prohlubovat symptomy DCI u postiženého potápěče. Nabízené možnosti: a) *podání 100 % kyslíku*, b) *zotavovací poloha*, c) *nešetrný transport.*

10.4 Znalosti studentů o možnostech a specifikách terapie DCS

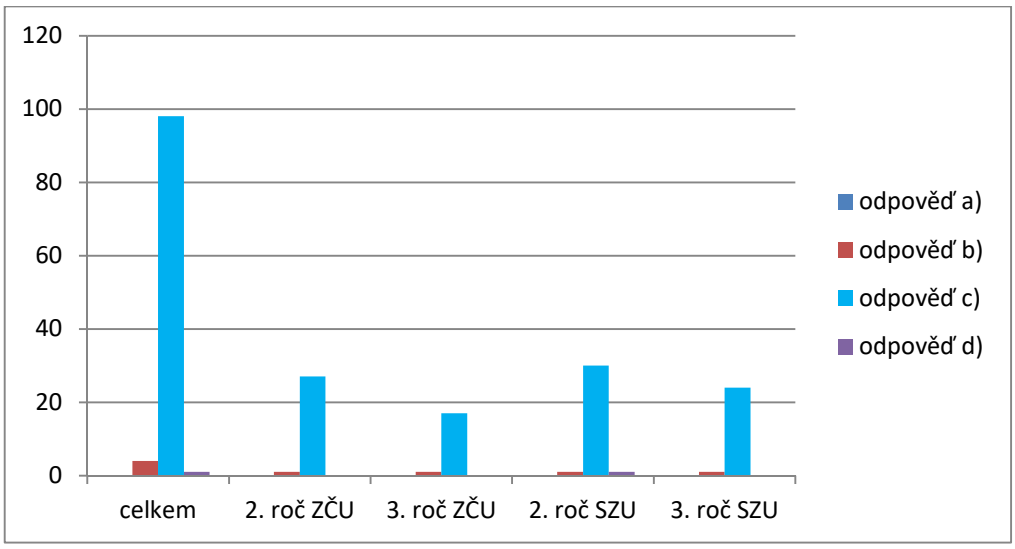
Otázka č. 13: Jaká je terapie DCS?

Tabulka 13 Doporučovaná terapie DCS

	Celkem (N 103)		FZS ZČU				FZOŠ SZU			
			2. ročník (N 28)		3. ročník (N 18)		2. ročník (N 32)		3. ročník (N 25)	
	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)
a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b	4	3,9	1	3,6	1	5,6	1	3,1	1	4
c	98	95,1	27	96,4	17	94,4	30	93,8	24	96
d	1	1	0	0	0	0	1	3,1	0	0

Zdroje: vlastní

Graf 13 Doporučovaná terapie DCS



Zdroj: vlastní

Otázka č. 13 byla zaměřena na možnosti terapie dekompresní nemoci. Respondenti měli určit, která z nabízených možností je doporučována: a) *kontinuální podávání analgezie*, b) *klidový režim*, c) *expozice v barokomoře*, d) *rehabilitace*.

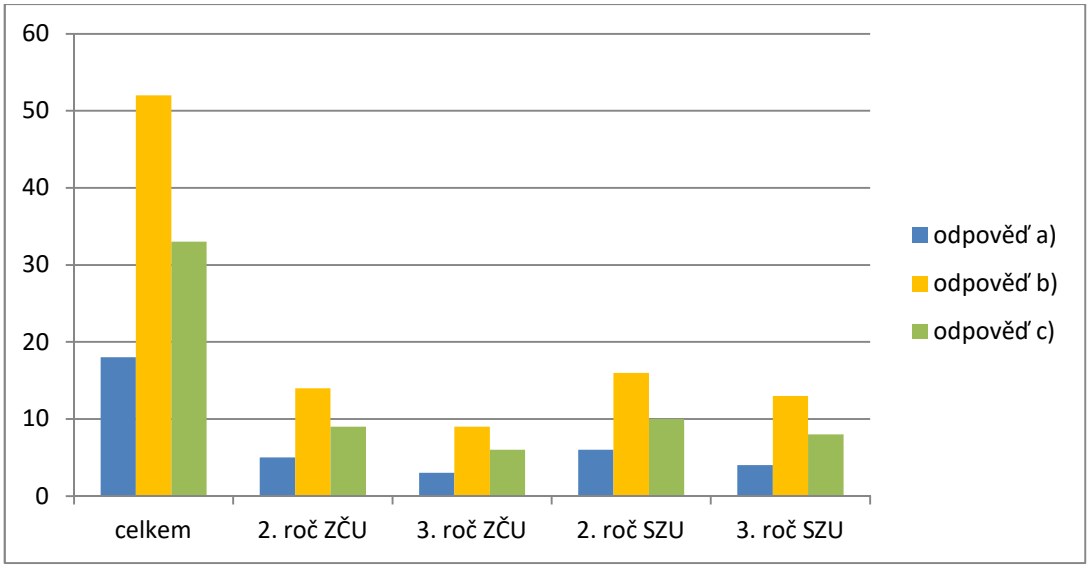
Otázka č. 14: Jaká je doporučovaná hladina letu při transportu vrtulníkem potápěče s prodělanou DCI (s ohledem na nadmořskou výšku místa ponoru)?

Tabulka 14 Doporučovaná letová hladina transportu postiženého s DCI

	Celkem (N 103)		FZS ZČU				FZOŠ SZU			
			2. ročník (N 28)		3. ročník (N 18)		2. ročník (N 32)		3. ročník (N 25)	
	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)
a	18	17,5	5	17,9	3	16,7	6	18,8	4	16
b	52	50,5	14	50	9	50	16	50	13	52
c	33	32	9	32,1	6	33,3	10	31,3	8	32

Zdroj: vlastní

Graf 14 Doporučovaná letová hladina transportu postiženého s DCI



Zdroj: vlastní

V otázce č. 14 bylo úkolem respondentů určit v jaké je omezení pro letovou hladinu při transportu potápěče postiženého DCI. Nabízené možnosti: a) *1000 m*, b) *500 m*, c) *300 m*.

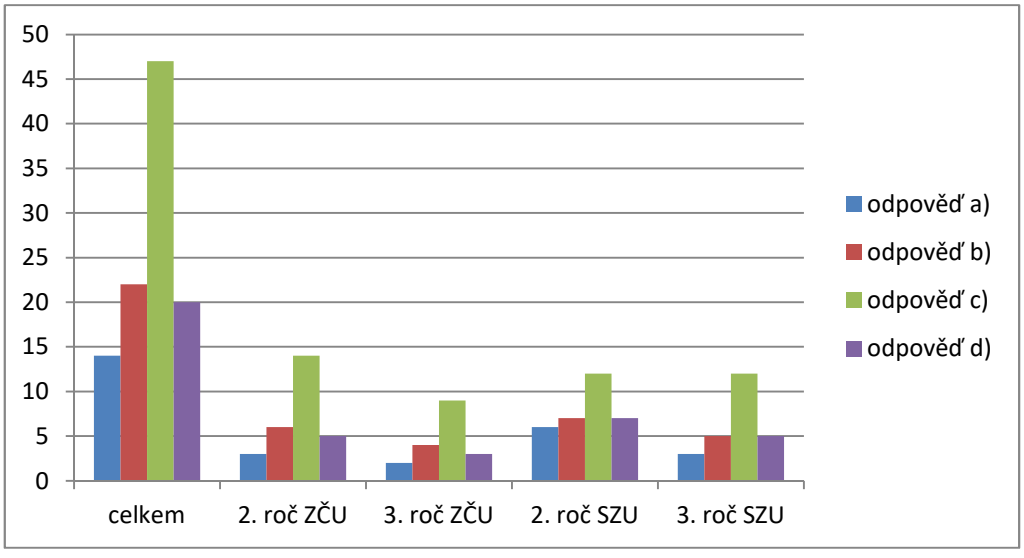
Otázka č. 15: U zaintubovaného pacienta, je před léčbou v barokomoře nutné obturací balonek endotracheální rourky?

Tabulka 15 Opatření u zaintubovaného pacienta v barokomoře

	Celkem (N 103)		FZS ZČU				FZOŠ SZU			
			2. ročník (N 28)		3. ročník (N 18)		2. ročník (N 32)		3. ročník (N 25)	
	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)
a	14	13,6	3	10,7	2	11,1	6	18,8	3	12
b	22	21,4	6	21,4	4	22,2	7	21,9	5	20
c	47	45,6	14	50	9	50	12	37,5	12	48
d	20	19,4	5	17,9	3	16,7	7	21,9	5	20

Zdroj: vlastní

Graf 15 Opatření u zaintubovaného pacienta v barokomoře



Zdroj: vlastní

Otázka č. 15 byla zaměřena na opatření, které je nutné provést u zaintubovaného pacienta před expozicí v barokomoře. Otázka se týkala postupu, co dělat s obturacím balonkem endotracheální rourky. Respondentům byly nabídnuty následující možnosti: a) *zcela vypustit*, b) *vyměnit vzduch za vodní náplň*, c) *snížit tlak o polovinu*, d) *snížit tlak o třetinu*.

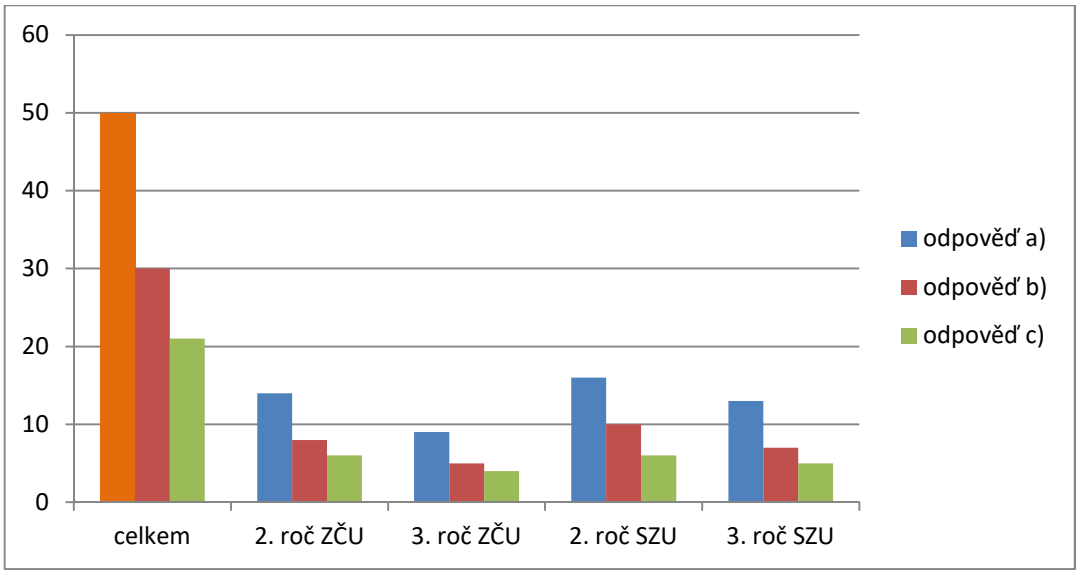
Otázka č. 16: Ukončit hyperbarickou léčbu lze v případě?

Tabulka 16 Ukončení hyperbarické léčby

	Celkem (N 103)		FZS ZČU				FZOŠ SZU			
			2. ročník (N 28)		3. ročník (N 18)		2. ročník (N 32)		3. ročník (N 25)	
	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)	Abs. četn. (n)	Rel. četn. (%)
a	52	50,5	14	50	9	50	16	50	13	52
b	30	29,1	8	28,6	5	27,8	10	31,3	7	28
c	21	20,4	6	21,4	4	22,2	6	18,8	5	20

Zdroj: vlastní

Graf 16 Ukončení hyperbarické léčby



Zdroj: vlastní

V poslední otázce č. 16 byla respondentům položena otázka v souvislosti s ukončením léčby v hyperbarické komoře. Respondenti měli vybrat, kdy lze léčbu ukončit z následujících možností: a) *při odeznění příznaků nebo nedochází-li ke zlepšení stavu*, b) *prodělání expozice delší než 30 minut*, c) *prodělání expozic v celkovém součtu 300 minut*.

11 DISKUZE

V rámci teoretické části bylo dílčím cílem této bakalářské práce na téma „Potápěčské nehody v kontextu přednemocniční a nemocniční neodkladné péče“ zpracovat soubor a popis nejčastějších nehod a úrazů, ke kterým dochází v souvislosti s přístrojovým potápěním. Hlavní **cíl** [**C1]** teoretické části „**Popsat péči o pacienta s dekompresní chorobou**“ byl splněn.

V praktické části bylo cílem výzkumného šetření zjistit míru vědomostí o daném tématu u studentů vyšších ročníků oboru Zdravotnický záchranář v České republice a na Slovensku. V problematice jsme se věnovali především zjišťování znalostí z několika oblastí vztahujících se k tématu, tedy poskytování první pomoci při potápěčské nehodě, dekompresní choroba a možnosti její terapie a specifika neodkladné péče o potápěče. Na základě výzkumného problému byly stanoveny 3 hlavní cíle.

V rámci výzkumného šetření byly vytvořeny 2 vzorky respondentů. První obsahoval studenty 2. a 3. ročníku oboru Zdravotnický záchranář na Fakultě zdravotnických studií Západočeské univerzity v Plzni v České republice, druhý vzorek tvořili studenti 2. a 3. ročníku stejného oboru na Fakultě ošetrovateľstva a zdravotníckych odborných štúdií v Bratislavě ve Slovenské republice. Výzkum probíhal formou anonymních elektronických dotazníků a celkový počet vyplněných dotazníků byl 103 (100 %).

Z celkového počtu 103 respondentů (100 %) bylo 46 studenty (FZS) Fakulty zdravotnických studií ZČU v Plzni (44,6 %) a 57 studenty (FZOŠ) z Fakulty ošetrovateľstva a zdravotníckych odborných štúdií v Bratislavě (55,3 %). Z celkového počtu respondentů z FZS jich aktuálně studovalo ve 2. ročníku 28 (60,9 %) a ve 3. ročníku 18 (39,1 %). Na Slovensku tvořili studenti 2. ročníku počet 32 (56,1 %) a počet 25 (43,9 %) ze 3. ročníku. Tímto procentuálním zastoupením jsme se přiblížili téměř rovnovážnému rozložení respondentů, nikoliv však ideálnímu poměru.

V prvním oddílu zkoumajícím znalosti studentů o poskytování prví pomoci potápěčům byly studentům položeny otázky týkající se technické a zdravotnické první pomoci, postupů a opatření v místě potápěčské nehody. V první otázce **č. 3 „*Který ze stavů lze považovat za potápěčskou nehodu?“*** z tohoto tématické celku uvedla správnou odpověď *barotrauma ušního bubínku z přetlaku* naprostá většina studentů ze 2.

i 3. ročníků obou fakult [FZS: 2. roč. 26 studentů (92,9 %) a 3. roč. 17 studentů (94,4 %), FZOŠ: 2. roč. 30 studentů (93,8 %) a 3. roč. 23 studentů (92 %)]. Na následující otázku **č. 4** ***Nejčastější příčinou úmrtí potápěčů je?*** odpovědělo správně (*utonutí*) pouze 6 studentů 2. roč. (21,4 %) a 4 studenti 3. roč (22,2 %) z FZS, z FZOŠ to byl počet 7 studentů 2 .roč. (21,9 %) a 6 studentů 3. roč. (24 %). Překvapivě nejčastější odpovědí (v zhruba 50% zastoupení na obou fakultách) na tuto otázku byla odpověď *dekompresní nemoc*, což si lze vyložit tak, že právě tento patologický stav je s potápěním ve veřejném povědomí nejvíce spojován. Správná odpověď na otázku **č. 5** ***Co zahrnuje technická první pomoc u potápěčské nehody?*** byla velmi vyrovnaná ve všech ročnících na obou fakultách [FZS: 2. roč. 14 studentů (50 %) a 3. roč. 8 studentů (44,4 %), FZOŠ: 2. roč. 15 studentů (46,9 %) a 3. roč. 12 studentů (48 %)]. Na otázku **č. 6** ***Jaká je zdravotnická první pomoc u potápěče po tonutí vytaženého na břeh, je-li v bezvědomí?*** odpovědělo správně všech 103 dotazovaných studentů, což není překvapující vzhledem k důrazu na výuku KPR a stavů jí vyžadující. V poslední otázce **č. 7** ***Jaké opatření je součástí specifické první pomoci u DCI (společné pro laickou i profesionální první pomoc)?*** tohoto bloku byla správná odpověď označena z FZS 2. roč. 17 studenty (94,4 %) a 3. roč. 11 studenty (61,1 %), z FZOŠ: 2. roč. 19 studenty (59,4 %) a 3. roč. 15 studenty (60 %).

Porovnáním souborů výsledků z jednotlivých otázek byl dán výsledek pro **první předpoklad [P1] „Předpokládáme, že studenti oboru Zdravotnický záchranář na FZS ZČU v Plzni mají lepší znalosti v oblasti poskytování první pomoci u potápěčů než studenti oboru Zdravotnický záchranář na SZU v Bratislavě.“** Vzhledem k poměrovému zastoupení studentů a jen velmi nepatrným rozdílům ve výsledných porovnáních nebyl **Předpoklad [P1]** potvrzen.

Těmito otázkami byl splněn **druhý cíl** [**C2] „Zjistit znalosti studentů oboru Zdravotnický záchranář o poskytování první pomoci u potápěčů v případě potápěčské nehody.“**

Ve druhé tématické části výzkumu zabývající se znalostmi studentů o dekompresní nemoci, byly studentům předloženy otázky o formách dekompresní nemoci a jejích možných komplikacích. Na otázku **č. 8** ***Co je to dekompresní nemoc?*** odpovědělo téměř všech 103 respondentů (výjimkou byl pouze 1 student 2. roč. FZOŠ) správně. Tento výsledek je možné přikládat jednoduchým formulacím nabízených odpovědí. Lze se tedy domnívat, že správnou odpověď mohli respondenti jednoduše

odvodit. Otázku **č. 9** ***Co nejvíce ohrožuje potápěče při DCI?*** zodpovědělo správně z FZS: 2. roč. 23 studentů (82,1 %) a 3. roč. 15 studentů (83 %), FZOŠ: 2. roč. 26 studentů (81,3 %) a 3. roč. 20 studentů (80 %). V následující otázce **č. 10** ***Co patří mezi základní neurologické vyšetření u DCI?*** odpovídala správně většina respondentů v početním zastoupení: FZS: 2. roč. 17 studentů (60,7 %) a 3. roč. 11 studentů (61,1 %), FZOŠ: 2. roč. 19 studentů (59,4 %) a 3. roč. 15 studentů (60 %). Správnou odpověď na otázku **č. 11** ***Jaké formy DCS rozlišujeme?*** vybralo z FZS: 2. roč. 12 studentů (42,9 %) a 3. roč. 7 studentů (38,9 %), FZOŠ: 2. roč. 13 studentů (40,6 %) a 3. roč. 10 studentů (40 %). Zajímavým zjištěním byla četnost jedné ze dvou dalších nejčastějších odpovědí (v průměru 20 %), v ní respondenti považovali za formy DCS *dekompresní* a *kesonovou* nemoc, což je jeden a tentýž pojem. Na poslední otázku **č. 12** ***Který z faktorů může prohloubit symptomy DCI?*** tohoto tematického celku odpovídali studenti správně opět v poměrném zastoupení (cca $^{2}/_{3}$) s nepatrnými rozdíly následovně: FZS: 2. roč. 17 studentů (60,7 %) a 3. roč. 11 studentů (61,1 %), FZOŠ: 2. roč. 19 studentů (59,4 %) a 3. roč. 16 studentů (64 %). Druhá nejčastější odpověď (zotavovací poloha) tvořila v průměru 20 %. Lze se domnívat, že studenti mohli na *uvedení do zotavovací polohy* nahlížet jako na *nešetrný transport* (což byla správná odpověď).

Výsledkem porovnání otázek byl zodpovězen **druhý předpoklad [P2] „Předpokládáme, že studenti 3. ročníků oboru Zdravotnický záchranář na FZS ZČU v Plzni a SZU v Bratislavě dokážou popsat dekompresní nemoc lépe než studenti 2. ročníků těchto oborů.“** Výsledky porovnání jsou si opět velmi blízké, neboť poměr studentů v jednotlivých kategoriích i jejich odpovědi se liší pouze o jednotky procent, což je vzhledem ke srovnání zanedbatelné. **Předpoklad [P2]** tak tedy nebyl potvrzen.

V posledním třetím oddílu zkoumajícím znalosti studentů o možnostech terapie a specifikách péče o potápěče s dekompresní nemocí měli studenti odpovědět na otázky o doporučovaných postupech při transportu postiženého potápěče a jeho následné terapii v hyperbarické komoře. Otázka **č. 13** ***Jaká je terapie DCS?*** byla správně zodpovězena z FZS: 2. roč. 27 studenty (96,4 %) a 3. roč. 17 studenty (94,4 %), FZOŠ: 2. roč. 30 studenty (93,8 %) a 3. roč. 24 studenty (96 %). Zajímavé výsledky přinesla otázka **č. 14** ***Jaká je doporučovaná hladina letu při transportu vrtulníkem potápěče s prodělanou DCI (s ohledem na nadmořskou výšku místa ponoru)?*** Správnou odpověď (*do 300 m*) zvolila pouze v průměru třetina respondentů. Oproti tomu téměř

polovina studentů volila nejčastěji odpověď *do 500 m*. Z toho lze usuzovat, že studenti odpověď na tuto otázku spíše odhadovali bez reálné vědomosti. Podobně tomu bylo i u otázky **č. 15** ***U zaintubovaného pacienta, je před léčbou v barokomoře nutné obturační balonek endotracheální rourky …?***, kdy správně odpovědělo z FZS: 2. roč. 6 studentů (21,4 %) a 3. roč. 4 studenti (22,2 %), FZOŠ: 2. roč. 7 studentů (21,9 %) a 3. roč. 5 studentů (20 %). V průměru polovina respondentů napříč fakultami a ročníky zvolila odpověď *snížit tlak o polovinu* namísto správné odpovědi *vyměnit vzduch za vodní náplň*. Jako v předchozí otázce se lze domnívat, že studenty zvolená odpověď byla založena spíše na náhodném tipu bez předchozího uvážení (např. odvození odpovědi od základního fyzikálního poznatku o stlačitelnosti kapalin a plynů). Poslední otázka celého dotazníkového šetření **č. 16** ***Ukončit hyperbarickou léčbu lze v případě…?*** byla úspěšně zodpovězena v průměru jen polovinou studentů [FZS: 2. roč. 14 studentů (50 %) a 3. roč. 9 studentů (54 %), FZOŠ: 2. roč. 16 studentů (50 %) a 3. roč. 13 studentů (52 %)]. Výsledek lze přikládat záměrnému zařazení dvou odpovědí do výběru (*prodělání expozice delší než 30 minut* a *prodělání expozic v celkovém součtu 300 minut*), které respondenty odchýlili od správné odpovědi *při odeznění příznaků nebo nedochází-li ke zlepšení stavu.*

Vyhodnocením a porovnáním studenty zodpovězených otázek byl dán výsledek pro **třetí předpoklad [P3] „Předpokládáme, že studenti 3. ročníků oboru Zdravotnický záchranář na FZS ZČU v Plzni a SZU v Bratislavě mají lepší znalosti o zásadách terapie dekompresní nemoci než studenti 2. ročníků těchto oborů.“** Jako v předchozích případech se bohužel nepodařilo určit, která ze dvou skupin v předpokladu je na tom lépe se znalostmi o zásadách terapie dekompresní nemoci. Tudíž byl i **třetí předpoklad [P3]** nepotvrzen.

Otázkami položenými ve dvou tematických celcích zabývajících se znalostmi studentů o dekompresní nemoci a o možnostech terapie a specifikacích péče o potápěče v hyperbarické komoře byl splněn i poslední **třetí cíl [C3] „Zjistit znalosti studentů oboru Zdravotnický záchranář o dekompresní chorobě a její terapii.“**

Výsledky výzkumného šetření ze všech třech tematicky zaměřených oddílů ukázaly, že vědomosti studentů o celkové problematice potápěčských nehod v kontextu přednemocniční a nemocniční neodkladné péče jsou s drobnými zanedbatelnými odchylkami stejné napříč jednotlivými fakultami i ročníky. Celkovou úroveň vědomostí studentů bychom mohli ve vztahu ke studovanému oboru kvalifikovat jako průměrnou až středně vysokou. Výsledky výzkumu by bylo v rámci diskuze vhodné porovnat

s jinými autory, bohužel vzhledem k ojedinělosti zpracovávaného tématu nebylo žádné podobné šetření v rámci diplomových prací ani publikované odborné literatury provedeno. Touto prací jsme tak vytvořili základy prostoru pro možné budoucí porovnávání daného tématu.

ZÁVĚR

Počet potápěčských nehod narůstá v souvislosti se stále větší oblibou potápění jako volnočasové aktivity v celosvětovém měřítku a jinak tomu není ani v našich podmínkách. V naší zemi je jejich nepříliš vysoká četnost dána především absencí velkých hlubších vodních ploch. Neznamená to však, že by k nehodám v souvislosti potápěním u nás nedocházelo.

Tato bakalářská práce se věnuje problematice potápěčských nehod, v jejichž souvislosti dochází k poškození zdraví potápěčů. Zaměřuje se především na obecný popis mechanizmů, příčin jejich vzniku a popis symptomů, které je doprovázejí nebo jsou pro ně charakteristické. Podrobněji se zabývá problematikou dekompresní choroby a poskytování specializované péče o takto postiženého potápěče.

Cílem práce je nejen nastínit téma poskytování přednemocniční a nemocniční neodkladné péče, která by měla být poskytována podle odborných doporučení, v případě potápěčské nehody, ale také stát se obecným přehledovým a informačním materiálem o vybraných specifických a kritických stavech poškození zdraví, k nimž může v souvislosti s přístrojovým potápěním v praxi docházet.

V povědomí zdravotnických pracovníků coby skupiny obyvatel, která může mít zkušenost s potápěčskými nehodami skrze péči o postiženého potápěče, bývá pouze pojem dekompresní nemoc a to navíc v ne příliš velké míře. Proto jsme chtěli zjistit, jak jsou na tom s vědomostmi o dané problematice lidé, kteří se na svoji budoucí zdravotnickou profesi teprve připravují s možností, že se během výkonu svého povolání mohou s potápěčskou nehodou setkat přímo v místě jejího vzniku – studenti vysokoškolského oboru Zdravotnický záchranář. Osloveni byli studenti z vyšších ročníků tohoto oboru na Fakultě zdravotnických studií v Plzni a Fakultě ošetrovateľstva a zdravotníckych odborných štúdií v Bratislavě a byl mezi nimi proveden průzkum formou dotazníkového šetření. Bylo zjištěno, že úroveň základních znalostí dané problematiky je lehce nadprůměrná a u studentů jednotlivých fakult se téměř neliší. Vhodným doporučením do budoucna by bylo provést výzkum na všech fakultách nabízející studium v oboru, případně do výzkumného vzorku navíc zahrnout i studenty vyšších ročníků lékařských fakult.

K výběru tématu vedly mé téměř desetileté zkušenosti s potápěním jak na úrovni rekreační tak technické, ale také neveselé okamžiky, kdy jsem se sám stal účastníkem dvou fatálních potápěčských nehod, jedné u potápěče v zahraničí a druhé u mého kolegy v ČR. Smutným faktem je, že se potápěčské nehody ve stále větší míře stávají objektem veřejné senzace než předmětem zájmu vědeckého poznání a prevence z něj plynoucí. I přesto, že rekreační potápění s přístrojem má svá rizika a vyžádá si každoročně několik lidských životů, zůstává ve své podstatě odpočinkovou volnočasovou aktivitou s jistými prvky dobrodružství.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

BARCAL, Rudolf, EMMEROVÁ, Milada a kol. *Hyperbarie a hyperbarická oxygenoterapie*, Plzeň: Vydavatelství Václav Kuna, 2000. ISBN 80-902017-7-6.

BARCAL, Rudolf, EMMEROVÁ, Milada a kol. *Základy hyperbarické medicíny: určeno pro posluchače lékařské fakulty UK v Plzni*. Praha: Karolinum, 1992. ISBN 8070665254.

BARTŮNĚK, Petr, JURÁSKOVÁ, Dana a kol. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče*. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-4343-1.

BERG, Daniel. *Vrakové potápění – speciální příručka*. Jihlava: Ekon, 2002. ISBN 953-98434-6-4.

BOOKSPAN, J. *Diving physiology.* Undersea and Hyperbaric Medical Society, 1995. ISBN neuvedeno.

BOVE, Alfred A. a DAVIS, Jefferson C. *Diving medicine*. 4th ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 2004. ISBN 978-0721694245.

ČAPKOVÁ, Magdalena a VELEMÍNSKÝ, Miloš. *Utonutí a zranění související s vodou*. Praha: Triton, 2005. ISBN 80-7254-715-1.

DOBEŠ, Dušan. *Přístrojové potápění: praktická příručka pro každého potápěče*. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0700-0.

DRÁBKOVÁ, J. *Strany potápěčské: Co nového víme o tonutí* [online]. 2008 [2018-18-1]. Dostupné na: http://www.stranypotapecske.cz/teorie/tonuti.asp?str=200410130040560

DVOŘÁKOVÁ, Zuzana. *Potápění*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-1100-1.

EDMONDS, Carl a kol. *Diving and subaquatic medicine*. 4th ed. England: Hodder Arnold (UK), 2005. ISBN 978-0340806296.

FRANĚK, O. *Záchranná služba, Závažné potápěčské nehody* [online]. 2005 [2018-9-1]. Dostupné na: http://www.zachrannasluzba.cz/odborna/0409_potapecske_nehody.htm

GILLIAM, Bret. *Výcvik přístrojového potápění – Výcvik přístrojového potápění pro 21. století*. Brno: Scuba Diving International, 2002. ISBN neuvedeno.

HÁJEK, Michal. *Hyperbarická medicína*. Praha: Mladá fronta, 2017. ISBN 978-80-204-4235-2.

HAVLÍK, Jiří a BERKOW, Robert. *Merck manual: Kompendium klinické medicíny*. Praha: X-Egem, 1996, ISBN 80-85395-98-3.

HRNČÍŘ, Evžen a ČERNOCH, Otakar. *Zdravotnická problematika potápění: určeno pro posluchače 1. lékařské fakulty*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1990. ISBN neuvedeno.

KAPOUNOVÁ, Gabriela. *Ošetřovatelství v intenzivní péči.* Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1830-9.

KAYLE, Allan. *Safe diving: a medical handbook for scuba divers*. 2nd ed. Cape Town: Struik Lifestyle, 2009. ISBN 978-1770077539.

LIPPMANN, John a BUGG, Stan. *The DAN emergency handbook: a guide to the identification of and first aid for scuba diving injuries*. 7th ed. Ashburton, Vic: Submariner Publications (J.L. Publications), 2010. ISBN 978-0975229057.

MILER, Tomáš. *Prevence, bezpečnost a záchrana u vody: bazény, koupaliště a aquaparky*. Praha: Ondřej Falešník - FALON, 2016. ISBN 978-80-87432-20-4.

NACHTIGAL, Milan. *Použití kyslíku pro první pomoc při potápěčských nehodách. Český svaz potápěčů, 2007.* ISBN neuvedeno.

NEUMAN, Tom S. a THOM, Stephen R. *Physiology and medicine of hyperbaric oxygen therapy*. Philadelphia: Saunders/Elsevier, 2008. ISBN 978-1416034063.

NOVOMESKÝ, František. *Potápačská medicína*, Martin: Osveta, 2015. ISBN 978-80-8063-432-2.

NOVOMESKÝ, F. *Potápění a jeho vliv na lidský organismus* [online]. 2000 [2017-21-11]. Dostupné na: http://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2002/05/04.pdf

NOVOTNÝ, Štěpán a PÁCOVÁ, Hana. Doporučený postup diagnostiky a léčby potápěčské dekompresní nehody *Urgentní medicína: časopis pro neodkladnou lékařskou péči*. České Budějovice: Mediprax, 2012. s. 15-21. ISSN 1212-1924.

NOVOTNÝ, Štěpán a PÁCOVÁ, Hana. *TBM: práce v hyperbarickém prostředí*. Kladno: Kübeck, 2012. ISBN 978-80-260-1358-7.

PIŠKULA, František, ŠTĚTINA, Jiří a PIŠKULA, Michal. *Sportovní potápění*. Praha: Naše vojsko, 1985. Svazarm. ISBN neuvedeno.

PUDIL, Radek. Mikrobubliny v cirkulaci při potápění s přístrojem. *Hyperbarická a potápěčská medicína 2016: Sborník příspěvků z konference V. Ostravské dny hyperbarické medicíny*. Ostrava: Lékařská fakulta, Ostravská univerzita v Ostravě, 2016. ISBN 978-80-7464-817-5.

ROBERTS, Sandra. *První pomoc na palubě*. Praha: IFP Publishing, 2011. ISBN 978-80-87383-07-0.

ROBERTS, Sandra. *First aid afloat*. New York: Wiley, 2011. ISBN 978-0470682074.

SCHINCK, Andrea a SCHINCK, Peter. *Potápění: výstroj, rizika, potápěčské kurzy*. Čestlice: Rebo, 2007. ISBN 978-80-7234-704-9.

ŠEVČÍK, Pavel a kol. *Intenzivní medicína*. Praha: Galén, 2014. ISBN 978-80-7492-066-0.

ŠTEFAN, Jiří a MACH, Jan. *Soudně lékařská a medicínsko-právní problematika v praxi*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0931-7.

THALMANN, E.D. *Decompression Illness: What Is It and What Is The Treatment?* [online]. 2004 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: https://www.diversalertnetwork.org/medical/articles/Decompression_Illness_What_Is_It_and_What_Is_The_Treatment

TRUHLÁŘ, Anatolij a kol. Doporučené postupy pro resuscitaci ERC 2015: Souhrn doporučení. *Urgentní medicína: časopis pro neodkladnou lékařskou péči*. Mediprax CB, 1998, 2015 (mimořádné vydání). ISSN 1212-1924.

VRBOVSKÝ, Vladimír a kol. *Potápění s přístrojem.* Praha: Svaz potápěčů České republiky, 1998. ISBN neuvedeno.

SEZNAM ZKRATEK

ABC	označení základní potápěčské výstroje (maska – ploutve – šnorchl)
AGE	arteriální plynová embolie
ARDS	syndrom akutní dechové tísně
CNS	centrální nerovový systém
DAN	Divers Alert Network
DCI	Dekompresní choroba
DCS	Dekompresní nemoc
LSD	dietylamid kyseliny lysergové
NZO	náhlá zástava oběhu
PFO	perzistentní foramen ovale

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Ročník studia

Tabulka 2 Poměr studentů na fakultách

Tabulka 3 Klasifikace potápěčské nehody

Tabulka 4 Nejčastější příčina úmrtí potápěčů

Tabulka 5 Technická první pomoc u potápěčské nehody

Tabulka 6 První pomoc v případě bezvědomí potápěče

Tabulka 7 Specifická první pomoc

Tabulka 8 Definice dekompresní nemoci

Tabulka 9 Největší míra ohrožení při DCI

Tabulka 10 Základní neurologické vyšetření u DCI

Tabulka 11 Rozdělení forem DCS

Tabulka 12 Faktor prohlubující symptomy DCI

Tabulka 13 Doporučená terapie DCS

Tabulka 14 Doporučená letová hladina transportu postiženého s DCI

Tabulka 15 Opatření u zaintubovaného pacienta v barokomoře

Tabulka 16 Ukončení hyperbarické léčby

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Ročník studia

Graf 2 Poměr studentů na fakultách

Graf 3 Klasifikace potápěčské nehody

Graf 4 Nejčastější příčina úmrtí potápěčů

Graf 5 Technická první pomoc u potápěčské nehody

Graf 6 První pomoc v případě bezvědomí potápěče

Graf 7 Specifická první pomoc

Graf 8 Definice dekompresní nemoci

Graf 9 Největší míra ohrožení při DCI

Graf 10 Základní neurologické vyšetření u DCI

Graf 11 Rozdělení forem DCS

Graf 12 Faktor prohlubující symptomy DCI

Graf 13 Doporučená terapie DCS

Graf 14 Doporučená letová hladina transportu postiženého s DCI

Graf 15 Opatření u zaintubovaného pacienta v barokomoře

Graf 16 Ukončení hyperbarické léčby

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA A1

Obrázek I.: Asyrský reliéf zobrazující bojového plavce

Obrázek II.: Technický nákres potápěčského dýchacího zařízení Leonarda da Vinci

PŘÍLOHA A2

Obrázek III.: Antický systém rezervoáru vzduchu

Obrázek IV.: Potápěčský zvon Edmunda Halleyho (Anglie, 1691)

PŘÍLOHA A3

Obrázek V.: Prototyp potápěčského skafandru Augusta Siebeho (1819)

Obrázek VI.: Zařízení *Aerophore* z roku 1866

PŘÍLOHA A4

Obrázek VII.: Původní potápěčský dýchací přístroj *Aqualung*

Obrázek VIII.: Vynálezce *Aqualungu* Jacques-Yves Cousteau

PŘÍLOHA B1

Obrázek I.: Potápěčská maska

Obrázek II.: Potápěčské ploutve (s otevřenou a uzavřenou patou)

PŘÍLOHA B2

Obrázek III.: Typy mokrých neoprenových potápěčských obleků

Obrázek IV.: Typy suchých potápěčských obleků z různých materiálů

PŘÍLOHA B3

Obrázek V.: Kompenzátor vztlaku typu *žaket*

Obrázek VI.: Kompenzátor vztlaku typu *křídlo*

PŘÍLOHA B4

Obrázek VII.: Potápěčský dýchací regulátor doporučovaný pro rekreační potápění

Obrázek VIII.: Typy moderních potápěčských počítačů a konzolí

PŘÍLOHA B5

Obrázek IX.: Systém dvou propojených tlakových lahví a plicních automatik

Obrázek X.: Potápění s DIR uspořádáním plicních automatik

PŘÍLOHA C1

Obrázek I.: Typické řezno-sečné rány způsobené rotujícím lodním šroubem

Obrázek II.: Povrchové poranění kůže způsobené rotujícím lodním šroubem

PŘÍLOHA C2

Obrázek III.: Subtotální amputační poranění způsobené rotujícím lodním šroubem

Obrázek IV.: Poranění lodním šroubem neslučitelná se životem

PŘÍLOHA C3

Obrázek V.: Fenomén *mask squeeze* s typickým prokrvácením spojivek a měkkých tkání

PŘÍLOHA D

Obrázek I.: Schéma perzistentního *foramen ovale*

Obrázek II.: Kožní forma DCS s charakteristickým mramorováním

PŘÍLOHA E

Doporučený algoritmus postupu na místě potápěčské nehody

PŘÍLOHA F

Přístroj DAN Oxygen Kit s popisem jednotlivých součástí

PŘÍLOHA G

Záznamový list pětiminutového neurologického vyšetření

PŘÍLOHA H

Doporučený algoritmus postupu při hyperbarické léčbě potápěčské nehody

PŘÍLOHA I

Tabulky US NAVY (amerického námořnictva) pro rekompresní léčbu

PŘÍLOHA J

Dotazník pro studenty oboru Zdravotnický záchranář

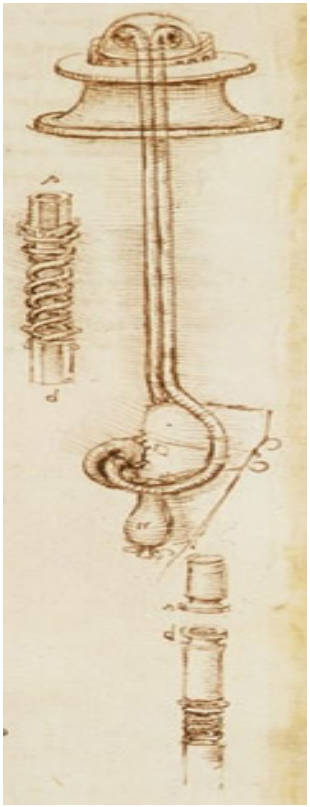
PŘÍLOHA A1

Obrázek I.: Asyrský reliéf zobrazující bojového plavce

Zdroj:

https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%84%D9%81:Assyrian_Dive_Goat_Bagpipe.jpg

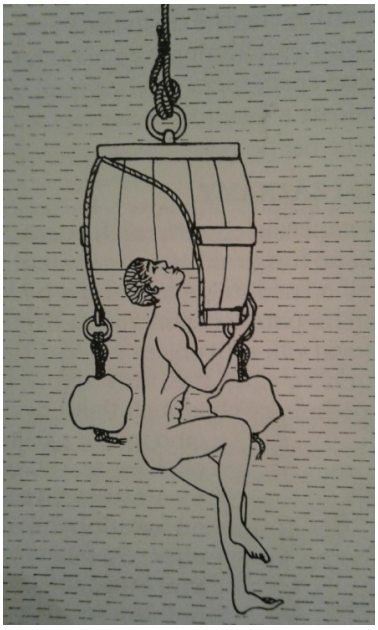
Obrázek II.: Technický nákres potápěčského dýchacího zařízení Leonarda da Vinci



Zdroj: http://www.bl.uk/onlinegallery/features/leonardo/diving.html

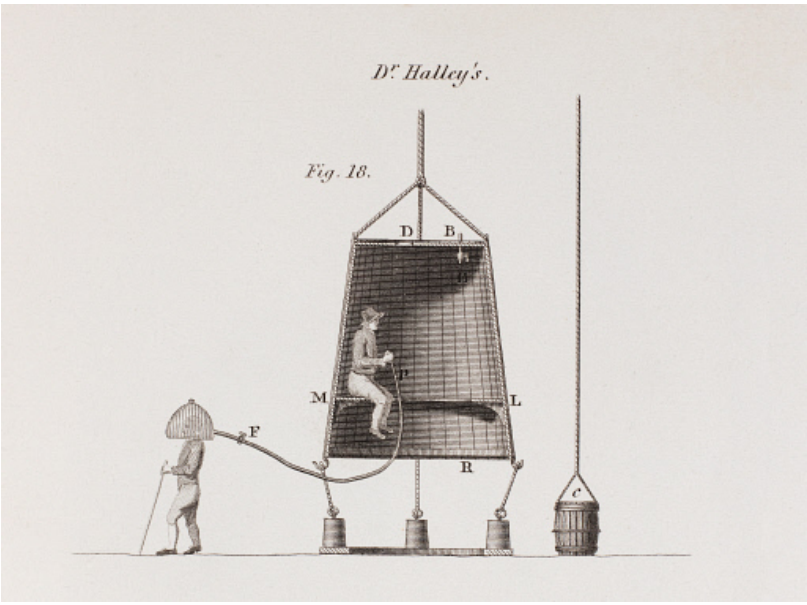
PŘÍLOHA A2

Obrázek III.: Antický systém rezervoáru vzduchu



Zdroj: VRBOVSKÝ, Vladimír a kol. *Potápění s přístrojem.* Praha: Svaz potápěčů České republiky, 1998.

Obrázek IV.: Potápěčský zvon Edmunda Halleyho (Anglie, 1691)



Zdroj: https://halleyslog.files.wordpress.com/2014/06/sspl_10569667_comp.jpg

PŘÍLOHA A3

Obrázek V.: Prototyp potápěčského skafandru Augusta Siebeho (1819)

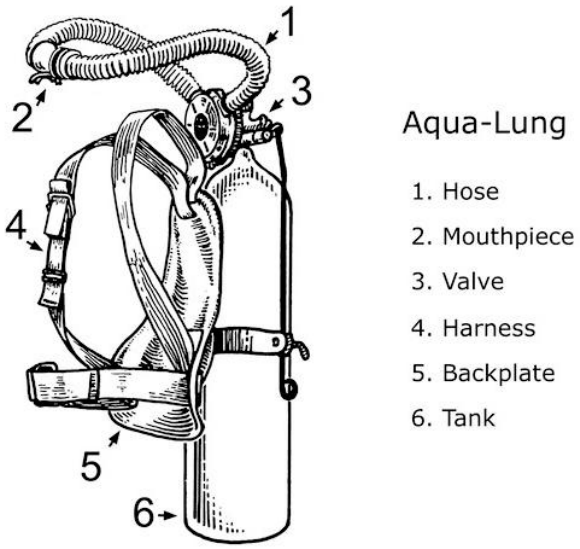
Zdroj: http://thedabbler.co.uk/2015/04/william-walker-cathedral-diver/

Obrázek VI.: Zařízení *Aerophore* z roku 1866

Zdroj: http://www.lakesidepress.com/pulmonary/books/scuba/sectiona.htm

PŘÍLOHA A4

Obrázek VII.: Původní potápěčský dýchací přístroj *Aqualung*včetně popisu jednotlivých částí



Zdroj: http://otlibrary.com/invention-of-the-aqua-lung/

Obrázek VIII.: Vynálezce *Aqualungu* Jacques-Yves Cousteau

Zdroj: http://oceandoctor.org/jacques-cousteau-fidel-castro-and-cubas-undying-passion-for-the-sea/

PŘÍLOHA B1

Obrázek I.: Potápěčská maska

Zdroj: https://www.theadventurejunkies.com/best-scuba-diving-mask/

Obrázek II.: Potápěčské ploutve (s otevřenou a uzavřenou patou)

Zdroj: http://scubatalks.com/dive-equipments/the-best-fins-ever/

PŘÍLOHA B2

Obrázek III.: Typy mokrých neoprenových potápěčských obleků

Zdroj: https://www.scubadiving.com/photos/best-cold-water-wetsuits-staying-warm

Obrázek IV.: Typy suchých potápěčských obleků z různých materiálů

Zdroj: https://ww2.scubapro.com/en-GB/FRA/drysuit-technology/drysuits-technology.aspx

PŘÍLOHA B3

Obrázek V.: Kompenzátor vztlaku typu *žaket*

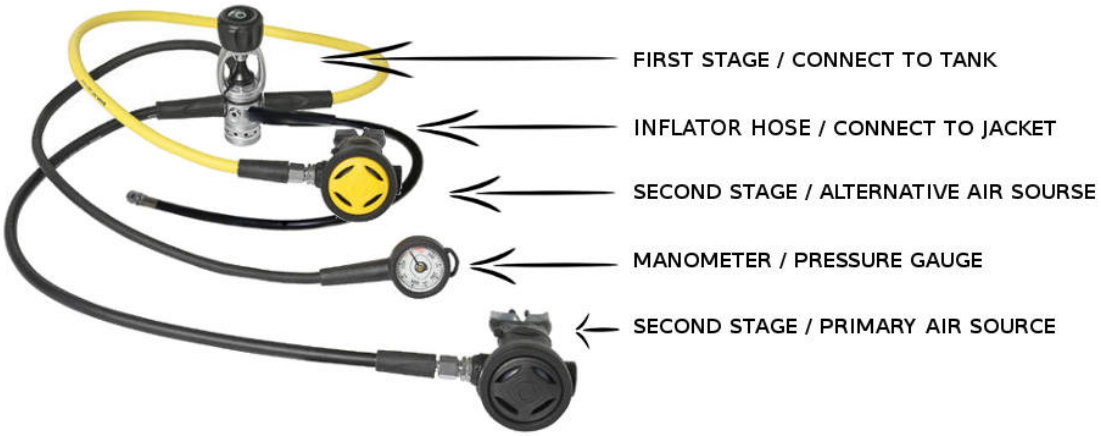
Zdroj: https://oceanicaus.com.au/products/oceanic-atmos/

Obrázek VI.: Kompenzátor vztlaku typu *křídlo*

Zdroj: https://www.bluelabeldiving.com/technical-diving-equipment-requirements/

PŘÍLOHA B4

Obrázek VII.: Potápěčský dýchací regulátor doporučovaný pro rekreační potápění (s popisem jeho částí)



Zdroj: https://www.diveoclock.com/blog/Regulator_rinsing/

Obrázek VIII.: Typy moderních potápěčských počítačů a konzolí

Zdroj: https://www.scubadiving.com/dive-computers-scubalab-gear-review-2016

PŘÍLOHA B5

Obrázek IX.: Systém dvou propojených tlakových lahví a plicních automatik – tzv. DIR konfigurace

Zdroj: http://dir-diver.com/pics/doubles/regs_above_large.jpg

Obrázek X.: Potápění s DIR uspořádáním plicních automatik

Zdroj: vlastní archiv

PŘÍLOHA C1

Obrázek I.: Typické řezno-sečné rány způsobené rotujícím lodním šroubem

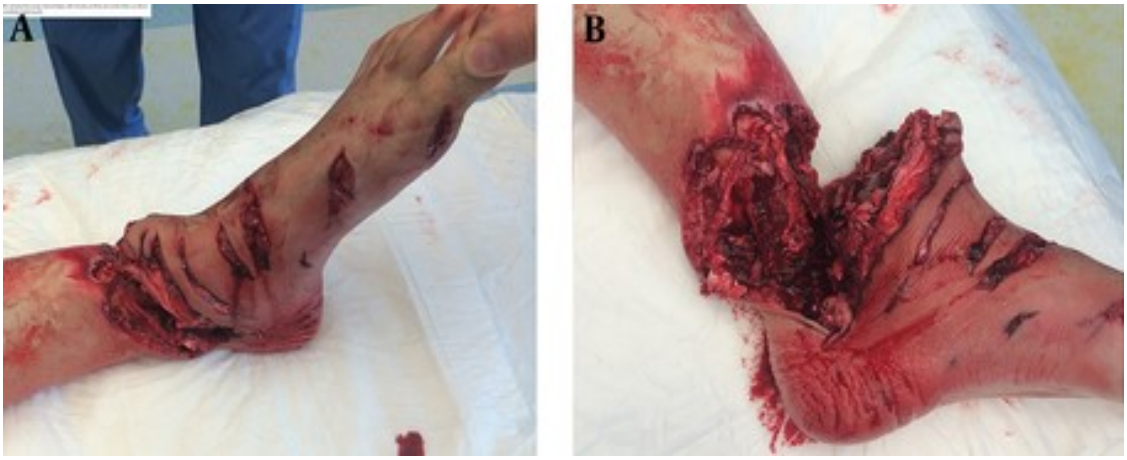
Zdroj: http://seatrekmarineservices.co.uk/wp-content/uploads/2016/04/2013-01-16-09.10.38.jpg

Obrázek II.: Povrchové poranění kůže způsobené rotujícím lodním šroubem

Zdroj: http://whnt.com/2015/07/01/boater-beware-a-cautionary-tale-of-survival/

PŘÍLOHA C2

Obrázek III.: Subtotální amputační poranění způsobené rotujícím lodním šroubem



Zdroj: http://traumamon.com/en/articles/58639.html

Obrázek IV.: Poranění lodním šroubem neslučitelná se životem

Zdroj: http://www.h2oinvestigations.com/images/img04l.jpg

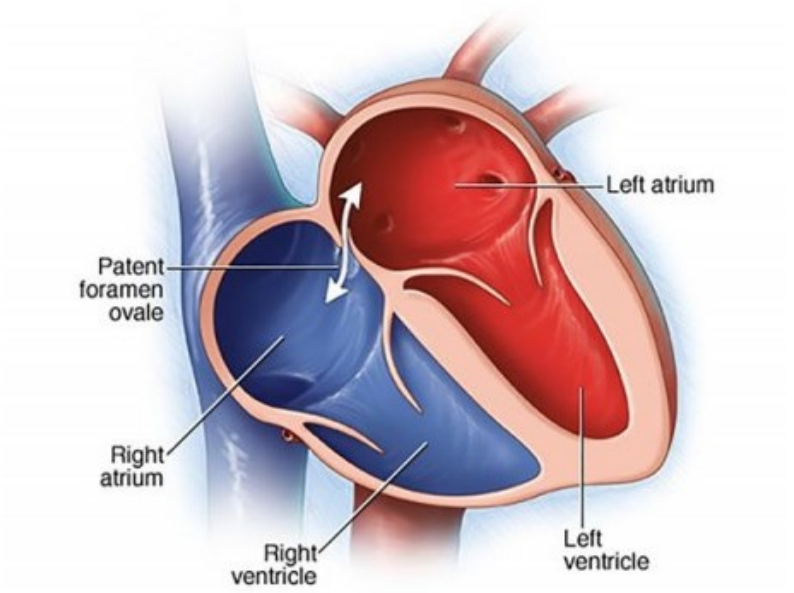
PŘÍLOHA C3

Obrázek V.: Fenomén *mask squeeze* s typickým prokrvácením spojivek a měkkých tkání

Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2a/Mask_Squeeze_-_Barotrauma.jpg

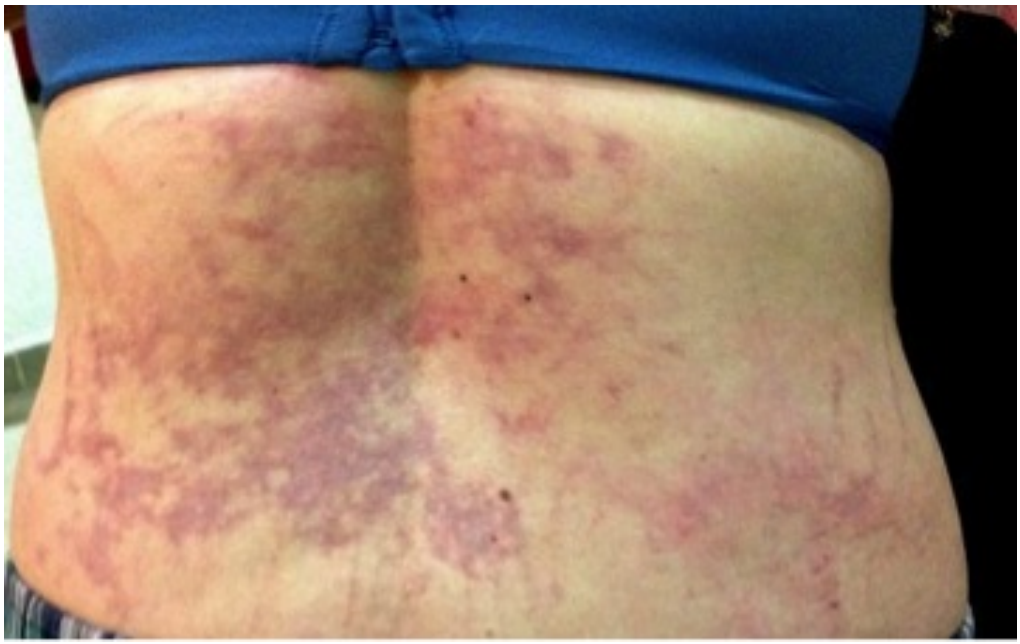
PŘÍLOHA D

Obrázek I.: Schéma perzistentního *foramen ovale*



Zdroj: http://www.thediverclinic.com/mobile/pfo-diving.html/

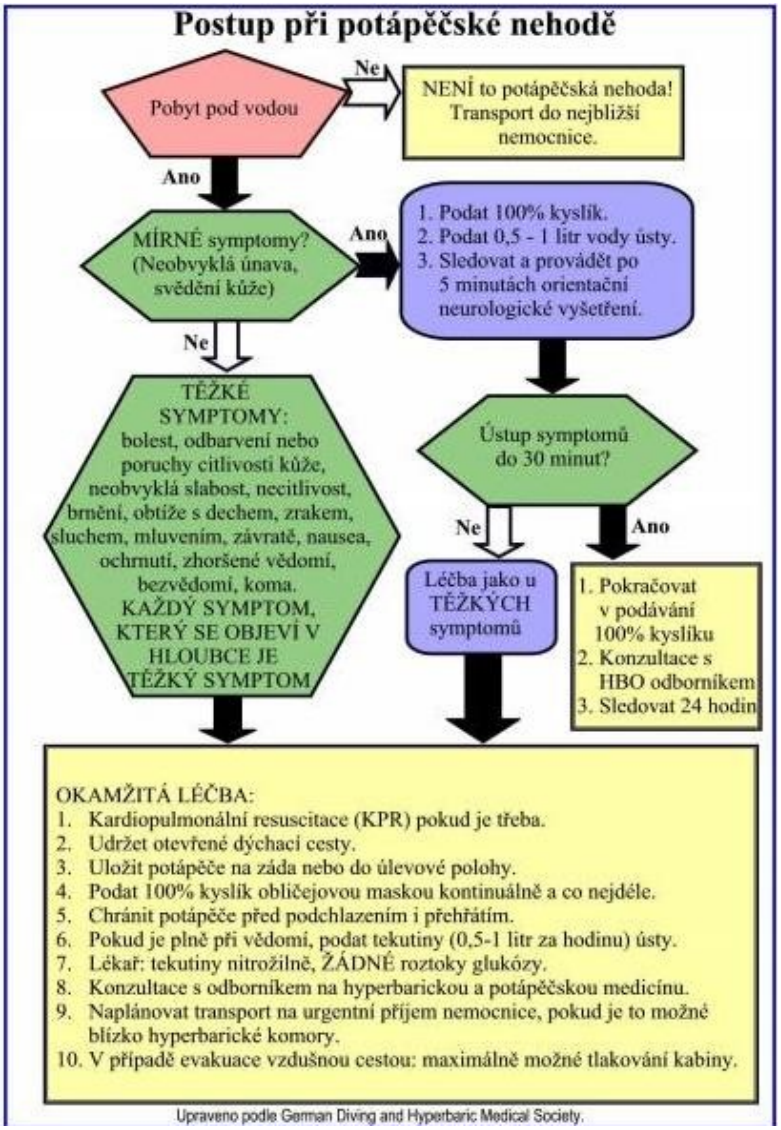
Obrázek II.: Kožní forma DCS s charakteristickým mramorováním



Zdroj: https://www.danintranet.org/media/adimg/9107.jpg

PŘÍLOHA E

Doporučený algoritmus postupu na místě potápěčské nehody



Zdroj: NOVOTNÝ, Štěpán a PÁCOVÁ, Hana. Doporučený postup diagnostiky a léčby potápěčské dekompresní nehody *Urgentní medicína: časopis pro neodkladnou lékařskou péči*. České Budějovice: Mediprax, 2012.

PŘÍLOHA F

Přístroj DAN Oxygen Kit s popisem jednotlivých součástí

Zdroj: http://www.alertdiver.com/262

PŘÍLOHA G

Záznamový list pětiminutového neurologického vyšetření

Pětiminutové neurologické vyšetření

podle DANu přeložil MUDr. Arnošt Růžička, zpracovali Zdeněk Šraier a Tomáš Sládek, www.stranypotapecske.cz

Test slouží pro určení aktuálního stavu potápěče po dekompresní nehodě nebo jiném poškození nervového systému. Výsek by měl být součástí potápěčské lékařské knížky. Výsledky testu předej zdravotnickému personálu, který převezme postiženého.

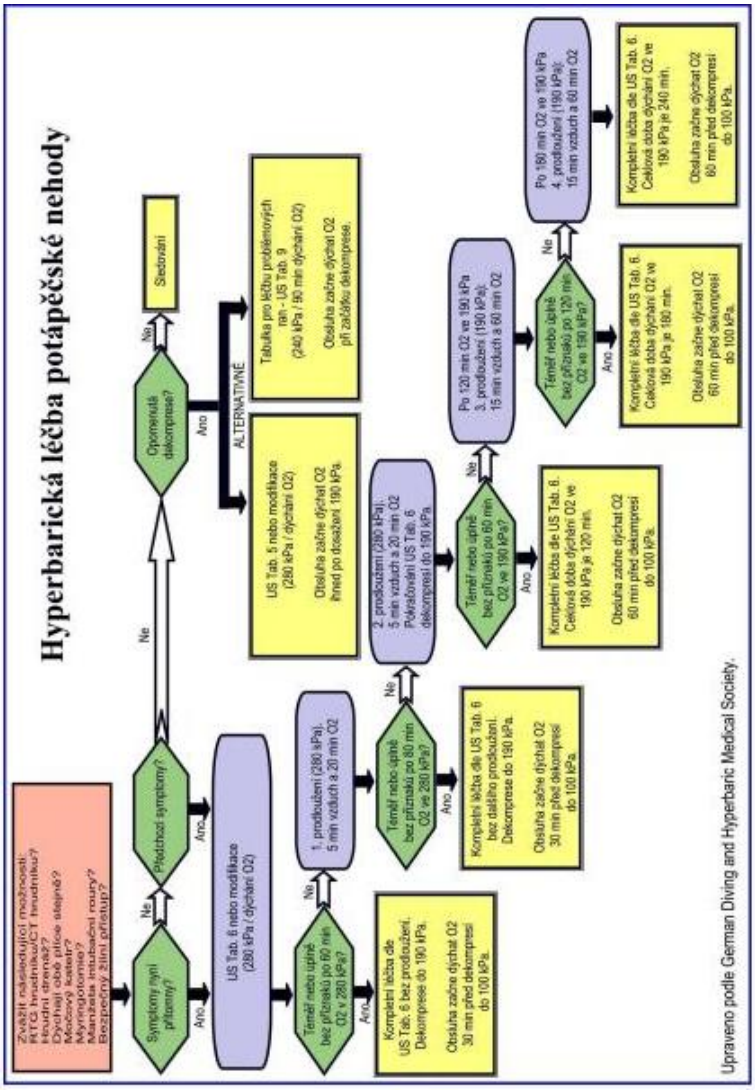
1. Vyšetření | Zaznamenej čas jednotlivých vyšetření, vyšetření opakuj každých 30 až 60 minut | 2. Vyšetření

Ano	Ne		Ano	Ne
		1. Orientace [zvláště důležité vyšetření]		
❑	❑	Zná potápěč své jméno a svůj věk?	❑	❑
❑	❑	Ví potápěč, kde se nachází?	❑	❑
❑	❑	Ví potápěč aktuální čas a datum (reálný odhad vzhledem k situaci)?	❑	❑
Ano	Ne	**2. Oči**	Ano	Ne
❑	❑	Ukaž 2× až 3× rozdílné počty prstů. Spočítá je potápěč správně?	❑	❑
❑	❑	Dokáže potápěč identifikovat vzdálené objekty? (Nenosí brýle?)	❑	❑
❑	❑	Potápěč má hlavu v klidu, případně mu pomoz. Pohybuj vztyčeným ukazovákem asi 50 cm před jeho obličejem, vodorovně i svisle. Jsou oči schopny sledovat prst bez trhavých pohybů?	❑	❑
❑	❑	Jsou zornice (panenky) obou očí stejně velké?	❑	❑
Ano	Ne	**3. Obličej**	Ano	Ne
❑	❑	Potápěč se pokusí zapískat. Stahují se obě strany obličeje stejně (stejné sevření rtů)?	❑	❑
❑	❑	Potápěč stiskne zuby k sobě. Jsou oba žvýkací svaly stejně napjaty?	❑	❑
❑	❑	Potápěče se zavřenýma očima se jemně dotýkej čela a tváře. Je citlivost oboustranně stejná?	❑	❑
Ano	Ne	**4. Sluch**	Ano	Ne
❑	❑	50 cm od ucha tři ukazovák o palec. Vyzkoušej obě uši vícekrát. Během vyšetření musí být ticho (vyzkoušej, jak slyšíš sám).	❑	❑
Ano	Ne	**5. Polykací reflex**	Ano	Ne
❑	❑	Nech potápěče polknout. Pohybuje se ohryzek nahoru a dolů?	❑	❑
Ano	Ne	**6. Jazyk**	Ano	Ne
❑	❑	Nech potápěče vyplázknout jazyk. Sleduj, zda je ve středu, bez toho aby špička se uchylovala napravo nebo nalevo.	❑	❑
Ano	Ne	**7. Svalová síla** [zvláště důležité vyšetření]	Ano	Ne
❑	❑	Zjisti, zda potápěč může oběma rameny hýbat, když na ně shora tlačíš a zda vyvine v obou ramenech stejnou sílu.	❑	❑
❑	❑	Vyzkoušej paže potápěče, zda dokáže dát ruce na prsa, zvednout paže do výše ramen a zároveň otáčet ruce dlaní nahoru a dolů. Obě paže musí vyvinout stejnou sílu.	❑	❑
❑	❑	Vyzkoušej, zda potápěč dokáže v leže zvednout obě dolní končetiny od podložky rovnoměrně a zda je chvíli udrží ve vzduchu.	❑	❑
Ano	Ne	**8. Zjištění citlivosti**	Ano	Ne
❑	❑	Dotýkej se těla potápěče, jako v předchozí části obličeje. Začni postupně od shora dolu na trupu, po obou stranách. Potápěč musí mít během vyšetřování zavřené oči. Potápěč musí posoudit každý dotek a posoudit, zda se doteky na srovnatelných místech neliší.	❑	❑
Ano	Ne	**9. Rovnováha a koordinace** [zvláště důležité vyšetření]	Ano	Ne
❑	❑	Necháš potápěče postavit (s chodidly u sebe), oči zavřené a paže předpažené. Musí být schopen držet rovnováhu (pokud je podlaha či paluba v klidu). Připrav se potápěče zachytit, kdyby ztratil rovnováhu.	❑	❑
❑	❑	Potápěč má ruce předpažené a oči zavřené. Poté se ukazovákem jedné a pak druhé ruky pokusí dotknout špičky svého nosu.	❑	❑
❑	❑	V leže na zádech potápěč patou jedné nohy táhne po holeni druhé nohy od kolena dolu. Zkoušku provede postupně oběma nohama.	❑	❑
		10. Další poznámky a postřehy		

Zdroj: NOVOTNÝ, Štěpán a PÁCOVÁ, Hana. Doporučený postup diagnostiky a léčby potápěčské dekompresní nehody *Urgentní medicína: časopis pro neodkladnou lékařskou péči*. České Budějovice: Mediprax, 2012.

PŘÍLOHA H

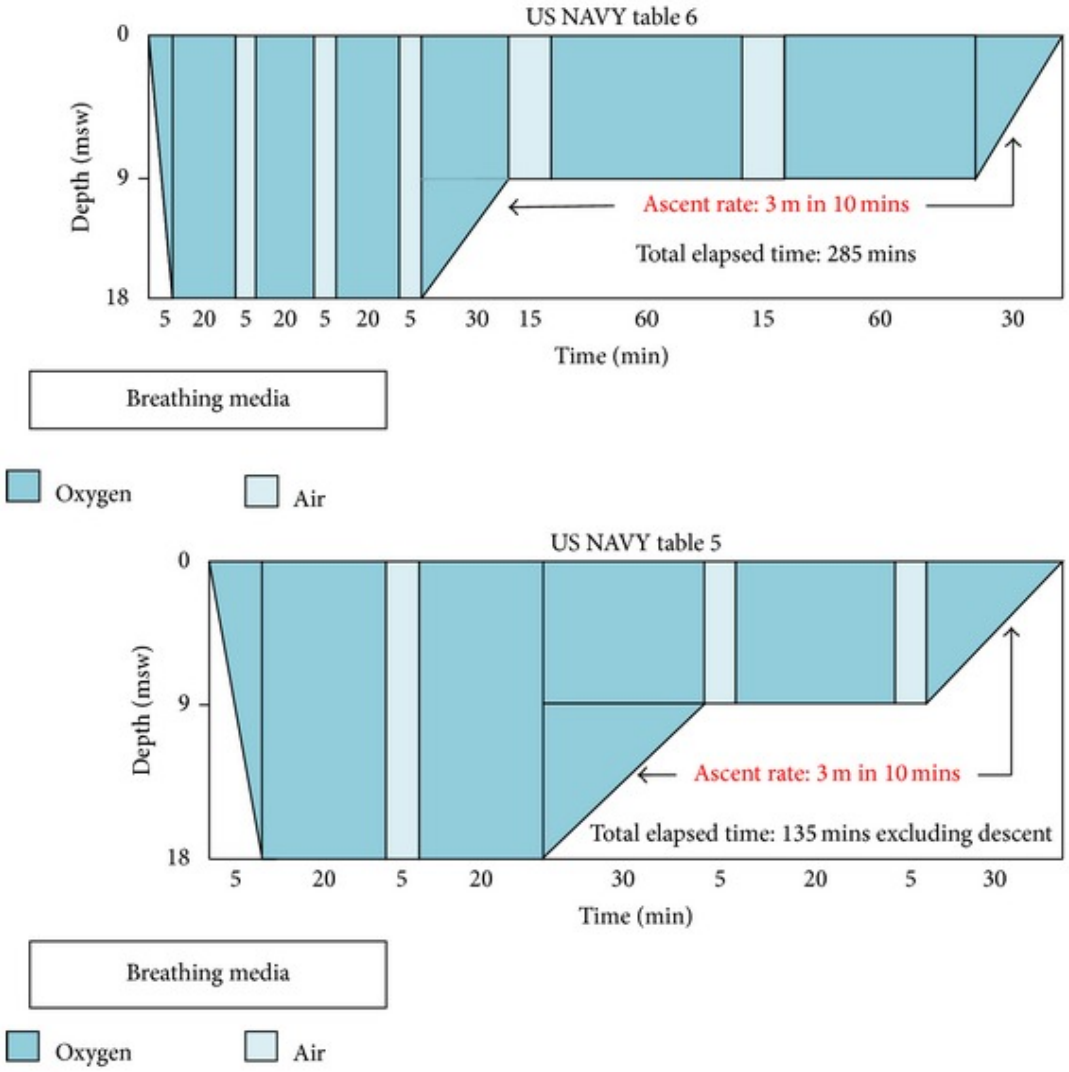
Doporučený algoritmus postupu při hyperbarické léčbě potápěčské nehody



Zdroj: NOVOTNÝ, Štěpán a PÁCOVÁ, Hana. Doporučený postup diagnostiky a léčby potápěčské dekompresní nehody *Urgentní medicína: časopis pro neodkladnou lékařskou péči*. České Budějovice: Mediprax, 2012.

PŘÍLOHA I

Tabulky US NAVY (amerického námořnictva) pro rekompresní léčbu



Zdroj: https://www.researchgate.net/figure/HBOT-US-NAVY-table-6-and-table-5-US-NAVY-table-6-consists-of-a-compression-phase-about-5_fig1_256084050

PŘÍLOHA J

Dotazník pro studenty oboru Zdravotnický záchranář

Vážení respondenti,

jmenuji se Luboš Bouček a jsem studentem 3. ročníku oboru Zdravotnický záchranář na ZČU FZS v Plzni. Prosím Vás o vyplnění anonymního dotazníku, který je součástí mé bakalářské práce na téma „Potápěčské nehody v kontextu přednemocniční a nemocniční neodkladné péče“. Získaná data budou použita pouze pro zpracování této bakalářské práce.

Předem Vám děkuji za spolupráci.

(*zkratkou DCI je v následujících otázkách označována **dekompresní choroba** z angl. *Decompression Illness*, a dále jako DCS **dekompresní nemoc** z angl. *Decompression Sickness*)

1. **Ve kterém ročníku studujete?**
   a) ve 2. ročníku
   b) ve 3. ročníku

2. **Na které fakultě studujete?**
   a) Fakulta zdravotnických studií ZČU v Plzni
   b) Fakulta ošetrovateľstva a zdravotníckych odborných študií SZU v Bratislavě

3. **Který ze stavů lze považovat za potápěčskou nehodu?**
   a) zlomenina předloktí plně nastrojeného potápěče při vstupování na člun
   b) barotrauma ušního bubínku z přetlaku
   c) akutní lumbago v důsledku odstrojování zátěžového systému po ponoru
   d) vícečetné zlomeniny metatarzálních kůstek chodila po pádu spojených tlakových lahví 2x12l

4. **Nejčastější příčinou úmrtí potápěčů je …?**
   a) barotrauma paranasálních dutin
   b) dekompresní nemoc
   c) kesonová nemoc
   d) utonutí

5. **Co zahrnuje technická první pomoc u potápěčské nehody?**
   a) kontrola správné konfigurace výstroje
   b) označení místa nehody
   c) uzavření tlakové lahve s dýchacím médiem pomocí ventilu

6. **Jaká je zdravotnická první pomoc u potápěče po tonutí vytaženého na břeh, je-li v bezvědomí?**
   a) kontrola vědomí → kontrola dýchání → KPR (dle algoritmu specifické situace *tonutí* dle ERC guidelines 2015)
   b) kontrola vědomí → kontrola totožnosti → KPR
   c) kontrola stavu manometru (tlaku dýchacího média v lahvi)

7. **Jaké opatření je součástí specifické první pomoci u DCI (společné pro laickou i profesionální první pomoc)?**
   a) podání 100 % kyslíku bez ohledu na dýchací médium
   b) přikládání chladivých obkladů na čelo a zátylek
   c) uvedení do polohy v polosedě, případný transport vpolosedě

8. **Co je to dekompresní nemoc?**
   a) označení řady příznaků, které postihují osobu vystavenou snížení okolního tlaku
   b) komplex symptomů vyskytujících se u osob ve velkých výškách
   c) nepříjemně vnímaný stav, který je klasicky spojený s plavbou na moři

9. Co nejvíce ohrožuje potápěče při DCI?

a) zmatenost, poruchy chování
b) vzduchová embolie
c) únava a svědění kůže
d) zduření podkožních tkání a mízních uzlin

10. Co patří mezi základní neurologické vyšetření u DCI?

a) vyšetření na postrotační nystagmus
b) vyšetření polykacího reflexu, svalové síly, rovnováhy a koordinace
c) vyšetření meningeálního dráždění

11. Jaké formy DCS rozlišujeme?

a) DCS 1. a 2. typu (podle symptomů)
b) DCS typu A, B, C
c) existuje pouze označení DCI, tzn. dekompresní nemoc.
d) dekompresní a kesonová nemoc

12. Který z faktorů může prohloubit symptomy DCI?

a) podání 100 % kyslíku
b) zotavovací poloha
c) nešetrný transport

13. Jaká je terapie DCS?

a) kontinuální podávání analgezie
b) klidový režim
c) expozice v přetlakové (hyperbarické) komoře
d) rehabilitace

14. Jaká je doporučovaná hladina letu při transportu vrtulníkem potápěče s prodělanou DCI (s ohledem na nadmořskou výšku místa ponoru)?

a) do 1000 m
b) do 500 m
c) do 300 m

15. U zaintubovaného pacienta, je před léčbou v barokomoře nutné obturační balonek endotracheální rourky …?

a) zcela vypustit
b) vyměnit vzduch za vodní náplň
c) snížit tlak o polovinu
d) snížit tlak o třetinu

16. Ukončit hyperbarickou léčbu lze v případě …?

a) při odeznění příznaků nebo nedochází-li ke zlepšování stavu
b) prodělání expozice delší než 30 minut
c) prodělání expozic v celkovém součtu 300 minut