

UNIVERZITA PARDUBICE  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2025

Simona Toušová

Univerzita Pardubice  
Fakulta zdravotnických studií

Komparace poskytování přednemocniční péče u dekompresních nehod

Bakalářská práce

Univerzita Pardubice  
Fakulta zdravotnických studií  
Akademický rok: 2022/2023

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Simona Toušová**  
Osobní číslo: **Z21183**  
Studijní program: **B0913P360008 Zdravotnické záchranářství**  
Téma práce: **Komparace poskytování přednemocniční péče u dekompressioních nehod**  
Téma práce anglicky: **Comparison of pre-hospital care provision in decompression accidents**  
Zadávající katedra: **Katedra klinických oborů**

## Zásady pro vypracování

1. Studium literatury, sběr informací a popis současného stavu řešené problematiky.
2. Stanovení cílů a metodiky práce.
3. Příprava a realizace výzkumného šetření dle stanovené metodiky.
4. Analýza a interpretace získaných dat.
5. Zhodnocení výsledků práce.

Rozsah pracovní zprávy: **35 stran**  
Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

BRUBAKK, Alf a Tom NEUMAN, 2003. Bennett and Elliotts' Physiology and Medicine of Diving. 5th edition. United States: Saunders. ISBN 978-0-7020-2571-6.  
HÁJEK, Michal, 2017. *Hyperbarická medicína*. Praha: Mladá fronta, Aeskulap. ISBN 978-80-204-4235-2.  
JÜTTNER, B.; WÖLFEL, C.; LIEDTKE, H.; MEYNE, K.; WERR, H. et al. 2015. Diagnosis and treatment of diving accidents. Online. *The Anaesthetist*. vol. 64, no. 6, pp. 463-468. [cit. 2024-03-05]. ISSN 0003-2417. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00101-015-0033-7>.  
MITCHELL, Simon J, 2019. DCS or DCI? The difference and why it matters. *Diving and Hyperbaric Medicine Journal* [online]. 49(3), 152-153 [cit. 2022-12-18]. ISSN 22091491. Dostupné z: doi:10.28920/dhm49.3.152-153.  
NOVOMESKÝ, František 2002. *Potápění a jeho vliv na lidský organismus*. Solen.cz: *Interní medicína pro praxi* [online]. (5), 220-225 [cit. 2022-12-18]. Dostupné z: <https://www.internimedica.cz/pdfs/int/2002/05/04.pdf>.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Jan Pospíchal, Ph.D.**  
Katedra klinických oborů

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2022**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2025**

L.S.  
**doc. RNDr. ThLic. Karel Sládek, Ph.D., MBA** v.r.  
děkan

**Mgr. Zuzana Červenková, Ph.D.** v.r.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 6. března 2025

## PROHLÁŠENÍ AUTORA

Prohlašuji:

Práci s názvem Komparace poskytování přednemocniční péče u dekompresní nehod jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše. Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 30. 04. 2025

Simona Toušová v. r.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu práce Mgr. Janu Pospíchalovi Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce, cenné rady a trpělivost, která byla z jeho strany vynaložena.

## **ANOTACE**

Tato práce je vytvořena za účelem čtenáři přiblížit, jak dekompresní nehodu rozpoznat, na co je potřeba dbát v prvních minutách nehody, jak poskytnout adekvátní přednemocniční péči, zároveň přednemocniční péči analyzuje a porovnává s péčí poskytovanou v České republice a v zahraničí, práce také obsahuje literární přehled nejnovějších diagnostických a léčebných trendů na poli potápěčské medicíny.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Dekompresní nehoda, barotrauma, přednemocniční péče, potápění, urgentní medicína, hyperbarická oxygenace, vzduchová embolie, utonutí

## **TITLE**

Comparison of the providing of pre-hospital care in decompression accidents

## **ANNOTATION**

This work is created to inform the reader, how to recognize a decompression accident, what needs to be taken care of in the first minutes of an accident, how to provide adequate pre-hospital care and at the same time it analyzes and compares pre-hospital care with the care provided in the Czech Republic and abroad. The work also contains a literature review of the latest diagnostic and treatment trends in the field of diving medicine.

## **KEYWORDS**

Decompression accident, barotrauma, pre-hospital care, diving, emergency medicine, hyperbaric oxygenation, air embolism, drowning

# OBSAH

Úvod.....	11
1 Cíle práce .....	12
1.1 Cíl práce.....	12
2 Metodika práce .....	13
2.1 Vyhledávání odborných publikací .....	13
2.2 Booleovské operátory .....	14
2.3 Popis odborných publikací a jejich stručné shrnutí .....	19
2.3.1 Studie č. 1 .....	20
2.3.2 Studie č. 2 .....	22
2.3.3 Studie č. 3 .....	23
2.3.4 Studie č. 4 .....	25
3 Stať.....	27
3.1 Definice dekompresních nehod .....	27
3.1.1 Dekompresní nemoc .....	27
3.1.2 Arteriální plynová embolie .....	28
3.1.3 Plynové bubliny v CNS .....	28
3.2 Příčiny vzniku dekompresních nehod.....	28
3.2.1 Nedodržení dekompresních postupů.....	29
3.2.2 Překročení bezpečného expozičního času.....	29
3.2.3 Fyzická kondice a individuální faktory .....	30
3.2.4 Vliv studené vody a fyzické námahy .....	30
3.2.5 Použití nevhodné dýchací směsi .....	30
3.3 Fyzikální zákony.....	31
3.4 Důsledky pro lidský organismus.....	32
3.4.1 Barotrauma.....	32
3.4.1.1 Barotrauma plic.....	33

3.4.1.2	Barotrauma lebečních dutin .....	33
3.4.1.3	Barotrauma středoušní dutiny .....	33
3.4.2	Tenzní pneumotorax .....	34
3.4.3	Dusíková narkóza .....	35
3.4.4	Mechanické poranění .....	35
3.5	Přednemocniční péče .....	36
3.5.1	Neurologické vyšetření .....	37
3.5.2	Anamnéza .....	38
3.5.3	Transport .....	39
3.5.4	Hyperbarická oxygenoterapie .....	40
3.6	Komparace poskytování PNP v České republice a USA .....	41
3.7	Komparace poskytování PNP v České republice a Velké Británii .....	41
3.8	Komparace poskytování PNP v České republice a Německu .....	42
3.9	Komparace poskytování PNP v České republice a Švýcarsku .....	43
4	Závěr .....	44
4.1	Podkapitola závěru .....	45
5	Použitá literatura .....	47
5.1	Primární zdroje .....	47
5.2	Sekundární zdroje .....	47
5.3	Odborné články .....	48
5.4	Internetové zdroje .....	50
5.5	Ostatní .....	50
6	Přílohy .....	51

## SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Tabulka 1 Klíčová slova PCC v anglickém jazyce.....	13
Tabulka 2 Vyhledávací strategie pro databázi PubMed .....	14
Tabulka 3 Vyhledávací strategie pro databázi Scopus .....	15
Tabulka 4 Vyhledávací strategie pro databázi Medvik .....	16
Tabulka 5 Vyřazovací a zařazovací kritéria .....	17
Tabulka 6 Přehled zahrnutých studií .....	19
Tabulka 7 Hodnocení kvality zařazené studie Fichtner et al. 2021 .....	21
Tabulka 8 Hodnocení kvality zařazené studie Hubbard et al. 2018 .....	23
Tabulka 9 Hodnocení kvality zařazené studie Steffensmeier et al. 2017 .....	24
Tabulka 10 Hodnocení kvality zařazené studie Sadler et al. 2024 .....	26
Obrázek 1 Vývojový digram zahrnutých studií.....	18
Obrázek 2 Eftedal Brubakkova škála.....	20

## SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

AGE	arteriální plynová embolie
CNS	centrální nervová soustava
CT	výpočetní tomografie
ČR	Česká republika
DAN	Divers Alert Network
DCI	dekompresní poranění
DCS	dekompresní nemoc
EC	vyřazovací kritéria
EKG	elektrokardiogram
EMS	emergency medical services
HBO	hyperbarická oxygenoterapie
HEMS	vrtulníková záchranná lékařská služba
IC	zařazovací kritéria
JB	Joanna Briggs Institute
K	konstanta
kPa	kilopascal
LZS	letecká záchranná služba
m	metr
O <sub>2</sub>	kyslík
P	tlak
PCC	populace, koncept, kontext
PNP	přednemocniční péče
Rega	švýcarská letecká ambulance
RNLI	Royal National Lifeboat Institution
RTG	rentgenové vyšetření
USA	Spojené státy americké
V	objem
VGE	venózní plynová embolie
ZZ	zdravotnický záchranář
ZZS	zdravotnická záchranná služba

## ÚVOD

Potápění patří mezi stále populárnější sportovní, rekreační i profesionální aktivity. Jedná se o činnost spojenou s objevováním podvodního světa, která s sebou přináší určitá zdravotní rizika, mezi která patří dekompresní nehody. Tyto stavy jsou důsledkem změn okolního tlaku a mohou vést k širokému spektru klinických projevů, od mírných neurologických příznaků až po život ohrožující komplikace (Novomeský, 2013, 220-221 s.). Správná a včasná přednemocniční péče je v těchto případech zásadní pro minimalizaci dlouhodobých následků a zajištění co nejlepší prognózy postiženého potápěče.

Přístupy k poskytování přednemocniční péče při dekompresních nehodách se mohou v různých zemích lišit v závislosti na úrovni zdravotnického systému, dostupnosti specializovaných zařízení a organizaci záchranných složek. Zatímco některé státy disponují rozsáhlou sítí hyperbarických center a specializovanými týmy pro potápěčské nehody, jinde se záchranné služby spoléhají především na základní opatření a transport pacienta na dlouhé vzdálenosti k adekvátní léčbě. Česká republika, přestože nemá mořské pobřeží, se s případy dekompresních nehod setkává zejména v souvislosti s potápěním v lomech, jezerech či během zahraničních potápěčských aktivit občanů.

Tato bakalářská práce si klade za cíl provést komparativní analýzu přístupů k přednemocniční péči při dekompresních nehodách v různých zemích a porovnat je se současnou praxí v České republice. Práce je koncipována jako literární přehled, který čerpá z dostupných odborných zdrojů, studií a směrnic věnujících se této problematice. Současně reflektuje nejnovější trendy v oblasti potápěčské medicíny, včetně inovací v diagnostických a terapeutických postupech.

Výsledky této práce mohou přispět k hlubšímu porozumění současným postupům při zvládnutí dekompresních nehod a identifikovat oblasti, ve kterých by mohlo dojít ke zlepšení přístupu k potápěčům v nouzi. Zároveň může práce sloužit jako podklad pro další výzkum či praktická doporučení v oblasti přednemocniční péče a záchrany potápěčů v České republice.

# **1 CÍLE PRÁCE**

## **1.1 Cíl práce**

Bakalářská práce se komplexně zabývá problematikou dekompresních nehod z potápění. Teoretická část má tři hlavní cíle.

- 1) Shrnout obecné poznatky o dekompresních nehodách.
- 2) Shrnout doporučené postupy pro diagnostiku a následnou léčbu dekompresních nehod v České republice a porovnat ji se zahraničními standardy.
- 3) Pomocí literárního přehledu určit nejnovější diagnostické a terapeutické trendy na poli potápěčské medicíny.

## 2 METODIKA PRÁCE

Pro metodiku práce bylo využito vyhledávacího postupu JBI (Joanna Briggs Institute) - systematického přístupu ke zpracování literatury z důvodu dostatečně širokého spektra řešení pro vyhledání, vyhodnocení a aplikaci nových poznatků ve zdravotnictví.

Nejvhodnější typ rešeršní otázky pro potřeby této bakalářské práce je background rešeršní otázka s pomocí akronymu PCC:

- P (Population) – zúčastněný, populace
- C (Concept) – výzkumný fenomén
- C (Context) – kontext

Pro vyhledávání odborných studií byly použity rešeršní otázky:

- Jaké jsou nejčastější chyby při potápění a jak jim předcházet?
- Jaké jsou typy dekompresních nehod a které se vyskytují nejčastěji?

### 2.1 Vyhledávání odborných publikací

Dle akronymu PCC byla stanovena klíčová slova v anglickém jazyce (viz Tabulka 1). Ta byla dále použita při vyhledávání článků ve vybraných zahraničních vědeckých databázích, které obsahují odborné články. Zahrnuty byly články v anglickém a českém jazyce od roku 2014 a výše.

Tabulka 1 Klíčová slova PCC v anglickém jazyce

PCC	KEYWORDS
Population	diver, scuba diver
Concept	decompression accident, kesson disease, decompression sickness, arterial gas embolism
Context	pre-hospital care, emergency medicine

## 2.2 Booleovské operátory

Databáze PubMed, Scopus a Medvik, které nabízí odborné publikace byly vybrány pro vyhledávání odborných studií po určení klíčových slov. Pomocí booleovských operátorů AND, OR a NOT byla jednotlivá klíčová slova kombinována mezi sebou při zadávání do vyhledávacího pole (viz Tabulka 2). Jedná se o pokročilou vyhledávací strategii, kde AND znamená vyhledávání všech termínů společně. Operátor OR nalezne alespoň jedno z použitých klíčových slov. Při použití operátoru NOT dojde k vyloučení nežádoucích termínů (Marečková, Klugarová., 2015, 24 s.).

Tabulka 2 Vyhledávací strategie pro databázi PubMed

Number	Field	Keywords	Number of results
1	Population	diver	12895
2		scuba diver	1151
3		diving	13165
4		1 OR 2 OR 3	<b>22389</b>
5	Concept	decompression accident	1513
6		kesson disease	122
7		decompression sickness	4349
8		arterial gas embolism	3084
9		5 OR 6 OR 7 OR 8	<b>8382</b>
10	Context	pre-hospital care	4634
11		emergency medicine	303715
12		10 OR 11	<b>306465</b>
13		4 AND 9 AND 12	<b>110</b>

Tabulka 3 Vyhledávací strategie pro databázi Scopus

Number	Field	Keywords	Number of results
1	Population	diver	163322
2		scuba diver	7883
3		diving	88250
4		1 OR 2 OR 3	<b>168455</b>
5	Concept	decompression accident	8109
6		kesson disease	5111
7		decompression sickness	9296
8		arterial gas embolism	10310
9		5 OR 6 OR 7 OR 8	<b>746</b>
10	Context	pre-hospital care	31359
11		emergency medicine	1717985
12		10 OR 11	<b>30576</b>
13		4 AND 9 AND 12	<b>19</b>

V databázi PubMed bylo nalezeno 110 relevantních výsledků dle vyhledávací strategie, databáze Scopus poskytla 19 výsledků a databáze Medvik, do níž bylo nutné zadávat klíčová slova v českém jazyce, poskytla nulový počet publikací (viz Tabulka 4)

Tabulka 4 Vyhledávací strategie pro databázi Medvik

Číslo	Okruh	Klíčová slova	Počet výsledků
1	Populace	potápěč	4
2		potápění	238
3		1 OR 2	<b>239</b>
4	Koncept	dekompresní nehoda	1
5		kessonova nemoc	0
6		dekompresní nemoc	104
7		arteriální plynová embolie	3
8		4 OR 5 OR 6 OR 7	<b>106</b>
9	Kontext	přednemocniční péče	3087
10		urgentní medicína	3201
11		9 OR 10	<b>5161</b>
12		3 AND 8 AND 11	<b>0</b>

Po vyhledání všech odborných publikací na dané téma je nutné zvolit vyřazovací kritéria (dále jako „EC“) a zařazovací kritéria (dále jako „IC“), ta jsou nastavena na základě rešeršní otázky a stanovených cílů, (viz Tabulka 3). Tato kritéria byla nápomocná při třídění nalezených studií. EC vylučují podle nastavených kritérií studie, které nejsou relevantní a nebyly po vyhledávání v práci použity. IC naopak umožňují najít vhodné studie, které jsou v práci použity.

**Tabulka 5 Vyřazovací a zařazovací kritéria**

Criterion number	Criterion	EC= Exclusion Criteria	IC= Inclusion Criteria
1	Populace	Pacient bez diagnostikované dekompresní nemoci	Pacientovi je diagnostikována dokompresní nemoc
2	Kontext	Publikace není v českém nebo anglickém jazyce	Publikace je v českém nebo anglickém jazyce
3	Kontext	Publikace nepopisuje vliv dekomprese na lidský organismus	Publikace popisuje vliv dokomprese na lidský organismus
4	Metodologie	Nedostatečně popsaná metodika práce	Dostatečně popsaná metodika práce
5	Téma	Obsah publikace není relevantní pro výzkumnou otázku	Obsah publikace je relevantní pro výzkumnou otázku..

Pro potřeby literární rešerše byla nejprve vyhledána relevantní odborná literatura v odborných databázích: PubMed, Scopus, Medvik, a to pomocí předem definovaných klíčových slov, která reflektovala téma práce. Na základě těchto klíčových slov bylo celkem nalezeno 129 výsledků.

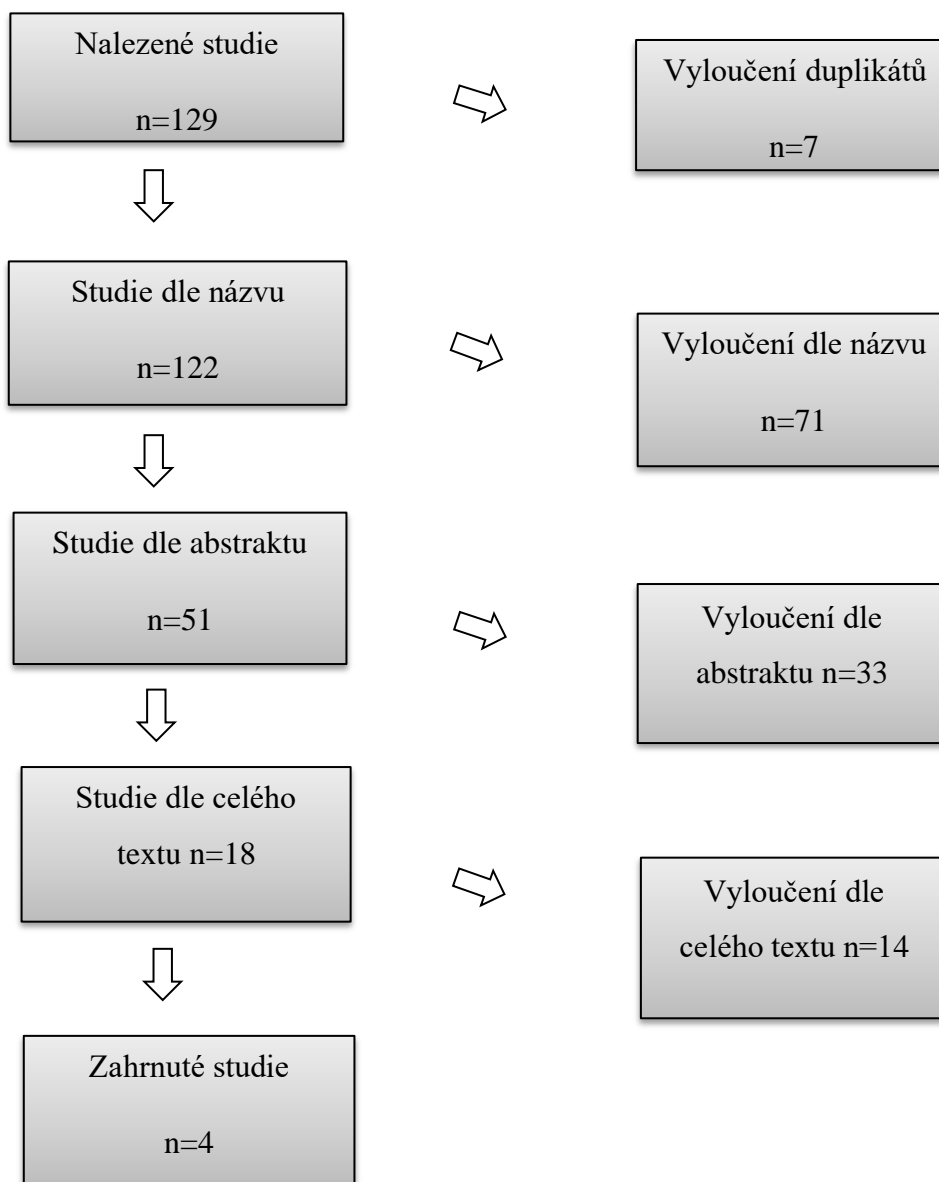
Tento počáteční soubor dokumentů bylo nutné dále systematicky zúžit, aby bylo možné získat pouze publikace splňující předem stanovená kritéria relevance a kvality. Prvním krokem bylo odstranění duplikovaných záznamů, kterých bylo celkem 7.

V další fázi proběhlo třídění podle názvů jednotlivých publikací. Tento krok sloužil k rychlé identifikaci záznamů, jejichž téma bylo zjevně irelevantní, tedy neodpovídalo zvolenému výzkumnému záměru. Na základě názvu bylo z celkového souboru vyřazeno 71 studií.

Následně byly zbývající publikace posouzeny na základě připojeného abstraktu. Tento krok umožnil detailnější pohled na obsah jednotlivých studií a jejich případný přínos pro rešeršní část práce. Na základě analýzy abstraktů bylo vyřazeno dalších 33 publikací, které nesplňovaly obsahová nebo metodologická kritéria.

Zbývající články byly následně přečteny v plném znění, aby bylo možné provést finální selekci. V této poslední fázi bylo vyřazeno ještě 14 studií, a to především z důvodu nedostatečné kvality metodologie a nepřesného tematického zaměření.

Po aplikaci všech fází výběrové strategie zůstaly čtyři odborné publikace, které byly shledány jako nejvíce relevantní a kvalitní z hlediska obsahu a metodologie. Tyto čtyři publikace tvoří jádro literární rešerše této práce. Vývojový diagram jejich výběru je znázorněn v Obrázku 1, zatímco základní informace jsou uvedeny v Tabulce č. 6



**Obrázek 1** Vývojový digram zahrnutých studií

**Tabulka 6 Přehled zahrnutých studií**

	<b>Název</b>	<b>Autor</b>	<b>Typ studie</b>
<b>1.</b>	Estimating Inert Gas Bubbling from Simple SCUBA Diving Parameters	Fichtner et al.	Prospektivní observační kohortová studie
<b>2.</b>	Decompression illness and other injuries in a recreational dive charter operation	HUBBARD, Marion; DAVIS, F Michael; MALCOLM, Kate a MITCHELL, Simon J	Retrospektivní observační kohortová studie
<b>3.</b>	Specialist advice may improve patient selection for decompression therapy following diving accidents: a retrospective observational study	STEFFENSMEIER, Daniel; ALBRECHT, Roland; WENDLING, Jürg; MELLIGER, Roger; SPAHN, Donat R. et al.	Retrospektivní observační kohortová studie
<b>4.</b>	Medical examination of divers after COVID-19 infection: a prospective, observational study using published (original and revised) guidelines for evaluation	SADLER, Charlotte; LUSSIER, Anna; GROVER, Ian; VAN HOESEN, Karen a LINDHOLM, Peter	Retrospektivní observační kohortová studie

### **2.3 Popis odborných publikací a jejich stručné shrnutí**

Tato kapitola je věnována podrobnému shrnutí metodologických přístupů, hlavních výsledků a klíčových závěrů vybraných odborných studií, které byly zařazeny do literární rešerše. Všechny analyzované studie spadají do kategorie kohortových studií, což znamená, že pracovaly se skupinami jedinců sdílejících určité společné charakteristiky, a zaměřily se na sledování výskytu specifických jevů, v tomto případě komplikací spojených s dekompresní nemocí. Hlavním cílem těchto studií bylo identifikovat rizikové faktory, které mohou ovlivnit pravděpodobnost vzniku dekompresních obtíží v rámci různých scénářů potápění.

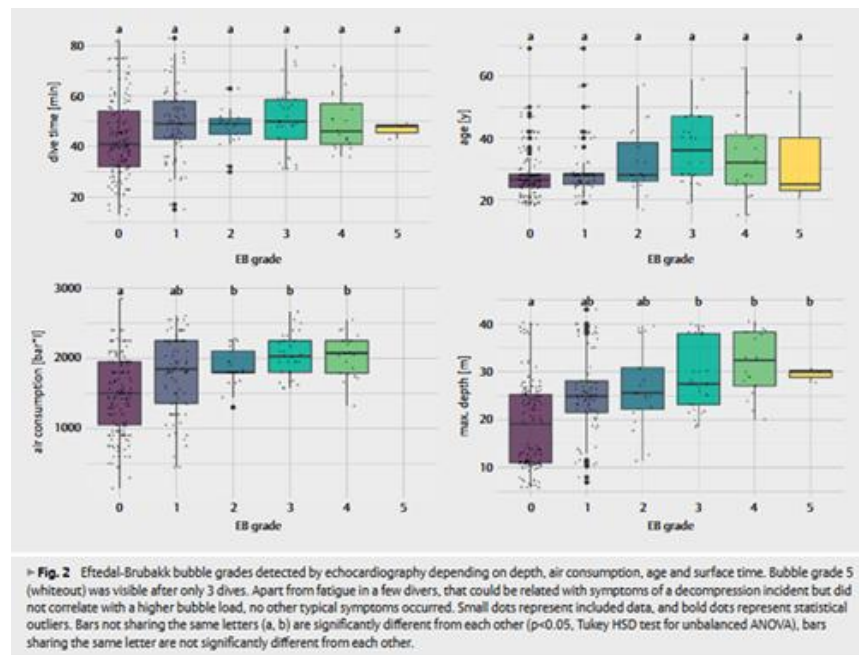
### 2.3.1 Studie č. 1

#### Estimating Inert Gas Bubbling from Simple SCUBA Diving Parameters

Studie Fichtner et al. (2021) byla navržena jako observační kohortová studie, která se zaměřila na detekci bublin inertního plynu u potápěčů po ponoru.

Metodologie:

Použita byla standardizovaná echokardiografie k zaznamenání bublin pomocí ultrazvuku, prováděná 40 minut po ponoru. Potápěči byli vyšetřováni v leže na zádech pomocí ultrazvukového přístroje GE Logic s multifrekvenční sondou. Viditelné bubliny byly hodnoceny pomocí Eftedal-Brubakkovy škály, která je určena pro vizuální echokardiografické hodnocení. Pro analýzu dat byly použity lineární smíšené efektové modely, které zohledňovaly opakovaná měření u některých potápěčů.



Obrázek 2 Eftedal-Brubakkova škála

Výsledky:

Studie zjistila, že 47 % potápěčů mělo po ponoru detekovatelné bubliny. Byly identifikovány významné korelace mezi stupni bublin a několika parametry ponoru, jako je maximální hloubka, spotřeba vzduchu, věk a doba ponoru.

Závěr:

Studie dospěla k závěru, že monitorování individuálních potápěčských profilů a parametrů může pomoci snížit riziko dekompresních incidentů. Prediktivní model může být užitečný pro posouzení dekompresního stresu a prevenci nehod. Studie zdůrazňuje důležitost personalizovaného přístupu k bezpečnosti potápění a navrhuje, že ultrazvukové vyšetření po ponoru může poskytnout cenné informace o individuálním dekompresním stresu, což může vést k přijetí vhodných opatření, jako je prodloužení povrchových intervalů nebo zvýšení příjmu kyslíku a tekutin.

Tabulka 7 Hodnocení kvality zařazené studie Fichtner et al. 2021

	kritéria	ano	ne	nejasné	komentář
1.	Je studie založena na náhodném, nebo pseudonáhodném vzorku?	•			Do studie je zařazeno 41 potápěčů různého věku, pohlaví a tělesných charakteristik
2.	Jsou kritéria pro zahrnutí do výzkumu jasně definována?	•			
3.	Jsou zavádějící faktory identifikované a jsou stanovené strategie, jak s nimi naložit?	•			
4.	Jsou výsledky hodnoceny za použití objektivních kritérií?	•			
5.	Jestliže je provedeno srovnání, je tu dostatečný popis skupin?		•		Studie neuvádí detailní popis srovnávacích skupin, protože se jedná o observační studii s různými ponory a potápěči, nikoliv o randomizovanou kontrolovanou studii
6.	Je sledování participantů prováděno dostatečně dlouhou dobu?			•	Sledování bylo provedeno opakovaně u jednotlivých potápěčů během více ponorů, ale konkrétní délka sledování jednotlivých participantů není detailně uvedena
7.	Jsou výstupy participantů, kteří nedokončili, popsány a zahrnuti do analýzy?		•		Všichni zúčastnění dokončili ponor

### 2.3.2 Studie č. 2

#### **Decompression illness and other injuries in a recreational dive charter operation**

Studie je zaměřena na analýzu případů dekompresní nemoci a dalších zranění, ke kterým došlo během rekreačního potápění.

Metodologie:

Výzkumníci shromáždili data z různých rekreačních ponorů, aby identifikovali frekvenci a typy zranění, které se vyskytly. Použili retrospektivní přístup k analýze záznamů o incidentech a zraněních, které byly hlášeny během určitého časového období. Data byla získána z lékařských záznamů, hlášení o nehodách a dotazníků vyplněných účastníky potápění. Výzkumníci se zaměřili na identifikaci faktorů, které přispěly k těmto incidentům, včetně environmentálních podmínek, zkušeností potápěčů a dodržování bezpečnostních protokolů.

Výsledky:

Výsledky studie ukázaly, že dekompresní nemoc byla jedním z nejčastějších zranění, které se vyskytly během rekreačního potápění. Bylo zjištěno, že většina případů dekompresní nemoci byla spojena s rychlým výstupem na hladinu nebo nedodržením doporučených dekompresních zastávek. Kromě toho byly identifikovány i další typy zranění, jako jsou úrazy způsobené mořskými živočichy, například popáleniny od medúz a mechanická zranění, jako jsou řezné rány a pohmožděniny. Studie také zjistila, že většina incidentů byla způsobena lidskou chybou nebo nedodržením bezpečnostních protokolů, což naznačuje potřebu lepšího školení a povědomí mezi potápěči.

Závěr:

Studie dospěla k závěru, že je nezbytné zlepšit bezpečnostní opatření a školení pro potápěče, aby se snížilo riziko dekompresní nemoci a dalších zranění. Doporučuje se také zvýšit povědomí o rizicích spojených s rekreačním potápěním a posílit dodržování bezpečnostních protokolů během ponorů. Výzkumníci navrhují zavedení přísnějších kontrolních mechanismů a pravidelných školení pro potápěče i posádky, které poskytují zážitkové ponory pro turisty. Důraz je kladen na význam prevence a včasné reakce na potenciální nebezpečí, což by mohlo výrazně snížit počet incidentů a zlepšit celkovou bezpečnost rekreačního potápění.

Tabulka 8 Hodnocení kvality zařazené studie Hubbard et al. 2018

	kritéria	ano	ne	nejasné	komentář
1.	Je studie založena na náhodném, nebo pseudonáhodném vzorku?		•		Ne, zahrnuje všechny účastníky dekompresních nehod v daném časovém období
2.	Jsou kritéria pro zahrnutí do výzkumu jasně definována?	•			
3.	Jsou zavádějící faktory identifikované a jsou stanovené strategie, jak s nimi naložit?			•	Zavádějící faktory jsou částečně identifikovány, ale strategie pro jejich eliminaci nejsou detailně rozpracovány
4.	Jsou výsledky hodnoceny za použití objektivních kritérií?	•			
5.	Jestliže je provedeno srovnání, je tu dostatečný popis skupin?	•			
6.	Je sledování participantů prováděno dostatečně dlouhou dobu?	•			
7.	Jsou výstupy participantů, kteří nedokončili, popsány a zahrnuti do analýzy?		•		Informace o účastnících, kteří studii nedokončili, nejsou detailně popsány ani zahrnuti do analýzy

### 2.3.3 Studie č. 3

#### Specialist advice may improve patient selection for decompression therapy following diving accidents: a retrospective observational study

Studie zkoumá roli vrtulníkové záchranné lékařské služby (HEMS) při zvládnání potápěčských nehod ve Švýcarsku se zaměřením na spolupráci mezi švýcarskou leteckou ambulancí (Rega) a Divers Alert Network (DAN). Zdůrazňuje vzácnost takových misí a důležitost odborného poradenství DAN pro zajištění efektivní přepravy a léčby pacientů, zejména při identifikaci dekompresních poranění a optimalizaci využití terapie hyperbarickým kyslíkem (HBO).

Metodologie:

Studie byla retrospektivní observační a zahrnovala všechny pacienty, kteří byli léčeni švýcarskou leteckou záchrannou službou Rega a byli klasifikováni jako oběti potápěčských nehod v letech 2005 až 2014. Data byla sbírána z databáze Rega a zahrnovala informace o vitálních funkcích pacientů, provedených lékařských procedurách a podezření na dekompresní poranění (DCI). Byla také analyzována spolupráce mezi Rega a DAN.

Výsledky:

Během desetiletého období bylo Rega ošetřeno 116 pacientů s potápěčskými nehodami. Průměrný věk pacientů byl 40 let a 82 % z nich byli muži. Spolupráce mezi Rega a DAN umožnila lepší výběr pacientů pro hyperbarickou kyslíkovou terapii (HBO) a zkrácení doby letu k HBO zařízením.

Závěr:

Mise HEMS pro potápěčské nehody ve Švýcarsku jsou vzácné, ale logisticky, technicky a medicínsky náročné. Spolupráce mezi DAN a Rega umožňuje bezpečný výběr pacientů a následné snížení doby letu a nákladů. Mezinárodní spolupráce umožňuje evakuaci k HBO zařízením pro akutní rekombinaci terapie do 30 minut v případech, kdy by pozemní doprava nebyla možná v tomto časovém rámci. Studie ukazuje, že efektivní spolupráce a koordinace mezi záchrannými službami a specializovanými organizacemi může významně zlepšit výsledky léčby pacientů s potápěčskými nehodami.

Tabulka 9 Hodnocení kvality zařazené studie Steffensmeier et al. 2017

	kritéria	ano	ne	nejasně	komentář
1.	Je studie založena na náhodném, nebo pseudonáhodném vzorku?		•		Jde o kompletní soubor dostupných případů v daném období
2.	Jsou kritéria pro zahrnutí do výzkumu jasně definována?	•			
3.	Jsou zavádějící faktory identifikované a jsou stanovené strategie, jak s nimi naložit?	•			
4.	Jsou výsledky hodnoceny za použití objektivních kritérií?	•			
5.	Jestliže je provedeno srovnání, je tu dostatečný popis skupin?	•			Je popsána epidemiologie pacientů a charakteristiky zásahů, včetně věku, pohlaví, hloubky a délky ponoru, což umožňuje dostatečné porovnání
6.	Je sledování participantů prováděno dostatečně dlouhou dobu?	•			
7.	Jsou výstupy participantů, kteří nedokončili, popsány a zahrnuti do analýzy?	•			Výstupy pacientů, kteří nedokončili léčbu jsou popsány a zahrnuti do analýzy + zemřeli (13)

#### 2.3.4 Studie č. 4

##### **Medical examination of divers after COVID-19 infection: a prospective, observational study using published (original and revised) guidelines for evaluation**

Studie se zaměřuje na potápěče, kteří se zotavili z COVID-19, a kategorizuje je na základě závažnosti jejich příznaků a dopadu na jejich potápěčské schopnosti. Zdůrazňuje důležitost důkladných vyšetření, aby byl zajištěn bezpečný návrat k potápění.

Metodologie:

Účastníci byli zařazováni od ledna 2021 do června 2023. Do studie byli zahrnuti všichni potápěči starší 18 let, kteří navštívili potápěčskou kliniku a v historii prodělali COVID-19. Diagnóza COVID-19 byla potvrzena pozitivním testováním, buď doma, nebo v nemocničním či klinickém prostředí. Pozitivní test na protilátky COVID-19 mohl být také použit k potvrzení diagnózy. Potápěči, kteří se dostavili na pohotovost s potápěčskou nouzovou situací a měli historii COVID-19, byli také způsobilí. Většina potápěčů byla hodnocena osobně na klinice nebo na pohotovosti; ti, kteří nemohli fyzicky navštívit kliniku kvůli geografickým omezením, byli hodnoceni prostřednictvím telemedicíny.

Výsledky:

Do studie bylo zařazeno 112 potápěčů: 59 komerčních, 30 vědeckých, 20 rekreačních, dva neznámí (nezdokumentováno v záznamu) a jeden vojenský. Demografické údaje zahrnovaly 56 mužů a 56 žen s věkovým rozmezím 19–68 let, průměrným věkem 38 let a mediánem 35 let. Sto potápěčů (89,3 %) bylo schváleno k návratu k potápění bez omezení, čtyři (3,6 %) se nemohli vrátit k potápění, čtyři (3,6 %) se mohli vrátit k potápění s omezeními a čtyři (3,6 %) nedokončili doporučené testování.

Závěr:

Studie prokázala, že většina potápěčů, kteří prodělali COVID-19, se mohla vrátit k potápění bez omezení. Pokyny pro hodnocení byly považovány za snadno použitelné a implementovatelné různými lékaři na klinice, což naznačuje jejich praktičnost a srozumitelnost. Testování nebylo považováno za příliš náročné a bylo možné jej provést u téměř všech subjektů, zahrnovalo několik kroků a vyšetření. Byla provedena spirometrie a rentgen hrudníku, pokud byl rentgen abnormální, bylo doporučeno provést CT hrudníku. Dále bylo provedeno EKG a echokardiogram.

Tabulka 10 Hodnocení kvality zařazené studie Sadler et al. 2024

	kritéria	ano	ne	nejasné	komentář
1.	Je studie založena na náhodném, nebo pseudonáhodném vzorku?		•		Všichni potápěči s historií COVID-19, kteří navštívili danou kliniku v daném období
2.	Jsou kritéria pro zahrnutí do výzkumu jasně definována?	•			Zahrnutí byli potápěči starší 18 let s potvrzenou diagnózou COVID-19 (testem nebo protilátkami bez očkování)
3.	Jsou zavádějící faktory identifikované a jsou stanovené strategie, jak s nimi naložit?			•	Studie nezmiňuje explicitně identifikaci a řízení zavádějících faktorů, ale využívá standardizované pokyny a opakované testování, což může minimalizovat jejich vliv
4.	Jsou výsledky hodnoceny za použití objektivních kritérií?	•			Výsledky jsou hodnoceny podle objektivních kritérií zahrnujících spirometrii, zobrazovací metody, EKG, echokardiogram a test tolerance cvičení s měřením saturace kyslíkem
5.	Jestliže je provedeno srovnání, je tu dostatečný popis skupin?	•			Popis skupin je dostatečný – 112 potápěčů různých typů (komerční, vědecké, rekreační, vojenské), s uvedením pohlaví, věku a dalších demografických údajů
6.	Je sledování participantů prováděno dostatečně dlouhou dobu?	•			Od ledna 2021 do června 2023
7.	Jsou výstupy participantů, kteří nedokončili, popsány a zahrnuty do analýzy?	•			Čtyři potápěči (3,6 %) nedokončili doporučené testování; jejich výsledky jsou zaznamenány a zahrnuty do analýzy jako samostatná kategorie

## 3 STAŤ

Stať bakalářské práce se zabývá komplexním popsáním dekompresních nehod, které mohou vzniknout při porušení rovnováhy mezi okolním tlakem a tlakem rozpuštěných plynů v lidském těle. Mezi hlavní příčiny jejich vzniku patří především nedodržení dekompresních postupů, překročení expozičních časů nebo fyzická zátěž v nevhodných podmínkách, jako je studená voda. Významnou roli hraje také celkový zdravotní stav potápěče a použití správné dýchací směsi (Franěk, 2021).

Vysvětlení fyzikálních zákonitostí, které se na tyto stavy vztahují, je nezbytné pro pochopení mechanismu vzniku a závažnosti těchto poranění. Následky dekompresních nehod mohou být vážné, od mírných neurologických příznaků až po život ohrožující stavy jako jsou plynové embolie či barotraumata (Novomeský, 2013, 207 s.). Klíčovou roli v ovlivnění prognózy sehrává rychlé rozpoznání příznaků a adekvátní přednemocniční péče.

Přestože základní principy poskytování péče jsou podobné, v jednotlivých státech existují rozdíly v dostupnosti specializovaných zařízení, školení personálu a legislativním rámci. Porovnání českého systému s přístupem v zemích jako USA, Velká Británie, Německo nebo Švýcarsko může poskytnout cenné poznatky pro zefektivnění domácí praxe a zlepšení výsledků péče o pacienty.

### 3.1 Definice dekompresních nehod

Dekompresní nehody představují zdravotní komplikace vznikající při nekontrolovaném uvolňování rozpuštěných plynů v těle potápěče, nejčastěji dusíku, v důsledku příliš rychlého výstupu na hladinu (Brubakk, Neuman, 2003, 419-420 s.). Tento proces, může vést k tvorbě plynových bublin v krvi a tkáních, což způsobuje různé klinické projevy, od mírné bolesti kloubů až po závažné neurologické poruchy či selhání životně důležitých funkcí. Riziko dekompresní nehody závisí na faktorech, jako jsou hloubka a délka ponoru, rychlost výstupu či individuální fyziologické predispozice potápěče (Brubakk, Neuman, 2003, 421-422 s.).

#### 3.1.1 Dekompresní nemoc

Dekompresní nemoc je způsobena uvolňováním rozpuštěného dusíku v těle při příliš rychlém výstupu z hloubky, což vede k tvorbě dusíkových bublin v tkáních a krevních oběhu. Tyto bubliny mohou blokovat krevní cévy. Existují dva typy DCS – typ 1 (mírnější forma), která postihuje kůži, lymfatický systém a kůži. Typ DCS 2 (závažnější forma) ovlivňuje centrální nervový systém, srdce a dýchání. Riziko DCS se zvyšuje s delší dobou strávenou v hloubce, vyššími tlaky a opakovanými ponory (Bralow, 2018.).

### **3.1.2 Arteriální plynová embolie**

Arteriální plynová embolie nastává, když se bubliny plynu dostanou do arteriálního oběhu a blokují přívod krve do životně důležitých orgánů. Nejčastěji k ní dochází v důsledku barotraumatů plic při nekontrolovaném výstupu, kdy se v plicních alveolech vytvoří trhliny a plyny proniknou do krevního řečiště. Vzduchová embolie může způsobit závažné neurologické příznaky – ztráta vědomí, paralýza, zmatenost a vyústit až v srdeční zástavu (Mitchell, 2019, 152-153 s.)

Venózní plynová embolie se liší od arteriální plynové embolie tím, že se bubliny plynu hromadí v žilním systému, obvykle je to stav bez okamžitých život ohrožujících následků. Tyto bubliny se mohou zachytit v plicích, kde jsou odstraněny dýcháním, ovšem pokud jich se příliš mnoho, mohou způsobit plicní hypertenzi, mikroinfarkty nebo selhání pravého srdce (Fichtner et al., 2021).

Tento stav bývá často asymptomatický, ale v závažných případech může vést k dýchacím obtížím, bolesti na hrudi nebo srdeční arytmií. Riziko venózní plynové embolie se zvyšuje při provádění hlubokých ponorů, opakovaných ponorů nebo při použití směsí plynů s vysokým podílem inertních plynů (Fichtner et al., 2021)

### **3.1.3 Plynové bubliny v CNS**

Přítomnost plynových bublin v centrálním nervovém systému je extrémně nebezpečná, protože může způsobit ischemii a narušení normální funkce mozku a míchy. Pokud se bubliny dostanou do mozkových cév, mohou vést k příznakům podobné cévní mozkové příhodě – poruchy vidění, nekoordinovanost, slabost končetin nebo změny v mentálním stavu. V případě, že se bubliny usadí v míše, mohou způsobit paralýzu nebo sensorické poruchy (Fichtner et al., 2021).

## **3.2 Příčiny vzniku dekompresních nehod**

Nejčastější faktory přispívající ke vzniku dekompresní nehody souvisejí hlavně s charakteristikami samotného ponoru, zdravotním stavem potápěče a jeho jednáním během i po ponoru. Klíčovým vlivem je zejména hloubka a délka trvání ponoru, protože určují množství inertního plynu, které se vstřebá do tělesných tkání. Čím delší a hlubší ponor je, tím více inertního plynu tělo absorbuje, což následně zvyšuje pravděpodobnost tvorby bublin při výstupu (Hubbard et al., 2018). Pokud nejsou dekompresní postupy správně provedeny nebo neberou v potaz tyto parametry, může dojít k nadměrnému uvolnění bublin do krevního oběhu a následným zdravotním potížím (Fichtner et al. 2021).

Dalším významným rizikem je fyzická aktivita během ponoru nebo těsně po jeho ukončení. Pohyb totiž zvyšuje krevní oběh a může mechanicky podpořit uvolňování bublin z tkání do krve. Z tohoto důvodu se doporučuje po ponoru omezit fyzickou zátěž, aby se snížila pravděpodobnost dekompresních komplikací. Také individuální zdravotní stav potápěče, jako je věk, fyzická kondice nebo přítomnost chronických onemocnění, hraje důležitou roli při schopnosti těla vyloučit inertní plyny a vyrovnat se s případnou tvorbou bublin (Hubbard et al. 2018)

Dalšími faktory, které ovlivňují míru rizika, jsou spotřeba vzduchu během ponoru a délka pauzy mezi jednotlivými ponory. Vyšší spotřeba vzduchu často naznačuje větší fyzickou námahu nebo stres, což může opět zvýšit riziko tvorby bublin (Fichtner et al. 2021). Krátké intervaly mezi ponory zase nedávají tělu dostatek času na odbourání absorbovaného inertního plynu, což vede ke zvýšené kumulaci bublin při opakovaných sestupech. I když moderní potápěčské počítače nabízejí výpočty týkající se nasycení tkání a bezpečnostní limity, nejsou schopny zcela předvídat riziko dekompresních nehod, protože tvorba bublin je u každého jednotlivce odlišná (Fichtner et al., 2021).

### **3.2.1 Nedodržení dekompresních postupů**

Jedním z nejzásadnějších faktorů vedoucích k dekompresní nehodě je nedostatečné dodržování předepsaných dekompresních protokolů. Potápěči, kteří vystoupají na hladinu příliš rychle nebo zanedbají bezpečnostní zastávky, riskují, že se v jejich těle vytvoří dusíkové bubliny, jak bylo popsáno v předešlé kapitole. K těmto situacím často dochází při neplánovaných výstupech způsobených panikou, technickými poruchami nebo podceněním času stráveného v hloubce (Hubbard et al., 2018). Prevence spočívá důsledném plánování ponoru, dodržování bezpečnostních zastávek a používání spolehlivých přístrojů, které pomáhají monitorovat výstupový profil potápěče (Franěk, 2021).

### **3.2.2 Překročení bezpečného expozičního času**

Délka pobytu pod vodou hraje klíčovou roli v tom, jak velké množství inertního plynu se rozpustí v tělesných tkáních. Pokud potápěč zůstane v určité hloubce příliš dlouho, jeho tělo absorbuje větší množství dusíku nebo jiného inertního plynu, což zvyšuje riziko vzniku dekompresních komplikací. Překročení limitů, které stanovují dekompresní tabulky, může znamenat nutnost delšího a komplikovanějšího výstupu s více dekompresními zastávkami (Hampson, Moon, 2020, 292-294 s.)

### **3.2.3 Fyzická kondice a individuální faktory**

Každý jedinec reaguje na dekompresi odlišně v závislosti na svém zdravotním stavu, fyzické kondici a životním stylu. Faktory jako dehydratace, obezita, špatná cirkulace krve nebo únava, mohou ovlivnit schopnost těla efektivně eliminovat inertní plyny. Například dehydratovaný organismus má snížený objem krevní plazmy, což zpomaluje transport rozpuštěných plynů do plic a zvyšuje riziko vzniku bublin (Hubbard et al. 2018). Kouření a některé chronické zdravotní potíže, jako kardiovaskulární onemocnění nebo diabetes mellitus, mohou rovněž negativně ovlivnit proces dekomprese (Novomeský, 2013, 344-347 s.).

### **3.2.4 Vliv studené vody a fyzické námahy**

Chladné prostředí a fyzická námaha mohou mít také během ponoru zásadní dopad na distribuci rozpuštěného plynu v těle. Studená voda způsobuje vazokonstrikci, což zpomaluje průtok krve a může vést k nerovnoměrnému vylučování inertních plynů z tkání při výstupu (Brubakk, Neuman, 2003, 122-127 s.). Pokud potápěč během ponoru vykonává nadměrnou fyzickou aktivitu, jeho metabolismus se zrychlí a absorpce plynů se zvýší. To následně opět znamená zvýšení rizika pro vznik bublin při dekompresi.

### **3.2.5 Použití nevhodné dýchací směsi**

Druh plynu, který potápěč během ponoru dýchá, má přímý vliv na pravděpodobnost vzniku dekompresních nehod. Použití vzduchu může ve velkých hloubkách vést k nadměrné akumulaci dusíku v těle, zatímco směsi s vyšším obsahem kyslíku (např. nitrox) snižují dusíkovou expozici, ale vyžadují pečlivé řízení parciálního tlaku kyslíku. Při hlubokých ponorech se používají helioxové nebo trimixové směsi, které snižují riziko dusíkové narkózy, ale zároveň vyžadují přesně naplánovanou dekompresi (Franěk, 2021).

Chyby ve výpočtu optimální směsi nebo nesprávná manipulace s plynem mohou vést k nebezpečným situacím, včetně toxických účinků kyslíku nebo DCS (Hardin, Moon, 2022, 1255-1258 s.). Mělo by být důsledně dodržováno postupů pro správný výběr a kontrolu dýchací směsi a řídit se osvědčenými dekompresními strategiemi pro daný typ ponoru.

### 3.3 Fyzikální zákony

Boyleův, Daltonův a Henryho zákon představují základní fyzikální principy, které vysvětlují chování plynů při změnách tlaku a jsou klíčové pro pochopení fyziologických procesů a rizik spojených s potápěním.

Boyleův zákon popisuje vztah mezi tlakem a objemem plynu při konstantní teplotě. Podle tohoto zákona je objem plynu nepřímo úměrný tlaku, což znamená, že při zvýšení tlaku se objem plynu zmenšuje a naopak. Matematicky je tento vztah vyjádřen rovnicí  $PV = K$ , kde  $P$  je tlak,  $V$  objem a  $K$  konstanta (Edmonds et al., 2015, 14 s.) Tento princip je zásadní pro pochopení, jak se mění objem vzduchu v plicích a dalších tělesných dutinách během sestupu a výstupu pod vodou. Při sestupu, kdy tlak roste, dochází ke stlačení plynů, což může vést k jejich menšímu objemu, zatímco při výstupu, kdy tlak klesá, plyny expandují. Tyto změny objemu mohou způsobit barotrauma, tedy poškození tkání v důsledku tlakového rozdílu, nebo vznik vzduchových embolií, pokud se plyny uvolní do krevního oběhu ve formě bublin (Edmonds et al., 2015, 17 s.).

Daltonův zákon se zabývá tlakem směsi plynů a říká, že celkový tlak směsi je roven součtu parciálních tlaků jednotlivých plynů, přičemž každý plyn působí, jako by byl sám přítomen. To znamená, že i když koncentrace jednotlivých plynů ve směsi zůstává stejná, jejich parciální tlaky se mění s celkovým tlakem prostředí bublin (Edmonds et al., 2015, 20 s.). Při potápění, kdy se zvyšuje okolní tlak, roste i parciální tlak inertních plynů, jako je dusík, což má přímý vliv na jejich rozpouštění v tělních tekutinách a tkáních. Tento zákon vysvětluje, proč se při dýchání stlačeného vzduchu pod vodou zvyšuje množství rozpuštěných plynů v organismu, i když jejich procentuální zastoupení ve směsi zůstává konstantní (Hájek, 2017, 28-33 s.).

Henryho zákon pak popisuje vztah mezi parciálním tlakem plynu nad kapalinou a množstvím tohoto plynu rozpuštěného v kapalině při konstantní teplotě. Podle tohoto zákona je množství plynu rozpuštěného v kapalině přímo úměrné jeho parciálnímu tlaku. V kontextu potápění to znamená, že při sestupu do větší hloubky, kde je vyšší tlak, se více inertního plynu, zejména dusíku, rozpouští v tělních tekutinách a tkáních. Při výstupu naopak tlak klesá a rozpuštěný plyn může vytvářet bubliny, které jsou příčinou dekompresní nemoci. Rychlost a rozsah tohoto procesu závisí také na rozpustnosti plynu v různých typech tkání – například dusík je pětikrát rozpustnější v tucích než ve vodě, což ovlivňuje saturaci a desaturaci různých tkání (Edmonds et al., 2015, 21 s.). Henryho zákon tak vysvětluje základní mechanismus vzniku dekompresní nemoci a je klíčový pro plánování bezpečných dekompresních postupů. (Hájek, 2017, 34-39 s.)

### **3.4 Důsledky pro lidský organismus**

Dekomprese při potápění může mít vážné následky na lidský organismus, přičemž hlavním rizikem je vznik dekompresní nemoci, která byla popsána v předešlých kapitolách. Dalším život ohrožujícím stavem, který se může při ponoru vyskytnout je barotrauma tělesných dutin, tenzní pneumotorax, dále dusíková narkóza, mechanické poranění potápěče a další.

#### **3.4.1 Barotrauma**

V lidském těle existuje několik orgánových systémů, které přirozeně obsahují plyn – například plíce, žaludek, střeva, střední ucho nebo vedlejší nosní dutiny. Při pobytu ve zvýšeném tlaku, jaký panuje pod vodní hladinou, se u potápěče aktivují různé adaptační mechanismy. Pokud tyto mechanismy selžou, může dojít k vážnému ohrožení zdraví či života. Při sestupu do větší hloubky dochází ke zvyšování okolního hydrostatického tlaku, a je proto nezbytné, aby se tento nárůst průběžně vyrovnával zejména v tělních dutinách, které již za běžného (normobarického) tlaku obsahují vzduch nebo jiný plyn (Novomeský, 2013, 171-173 s.).

Pod vodou potápěč dýchá vzduch nebo jiný plyn, vždy pod tlakem odpovídajícím aktuálnímu tlaku okolní vody. To mu umožňuje dýchací přístroj, který tlak automaticky vyrovnává. Za předpokladu, že potápěč normálně dýchá a nezadržuje dech, dochází ke kompenzaci tlaku v plicích automaticky. Při sestupu je však nutné vědomě vyrovnávat tlak v dutinách, jako jsou střední ucho či lebeční dutiny, a to často pomocí manévrů jako je Valsalvův nebo Frenzelův (Steffensmeier et al., 2017).

Nejčastější formou poranění je protržení bubínku do dutiny středního ucha, ke kterému dochází při rychlém sestupu bez dostatečného vyrovnání tlaku. Hlavní příčinou bývá neprůchodnost Eustachovy trubice, například kvůli hlenové zátce nebo otoku sliznice v oblasti nosohltanu. (Novomeský, 2013, 170-173 s.).

Jiným typem barotraumatů může být krvácení do vedlejších nosních dutin. Pokud potápěč nevyrovná tlak v masce, může dojít k silnému krvácení spojivek, deformaci oční koule a zrakovým potížím (Edmonds, 2015, 92-95 s.). Nejrizikovější situací je tzv. nekontrolovaný pád potápěče do hloubky. K tomu dochází, pokud je potápěč nesprávně vyvážený a není schopen zastavit rychlé klesání. V takovém případě není schopen účinně dýchat, a v plicích se vytváří výrazný podtlak. Už při pádu do hloubky okolo 20 metrů může tento podtlak způsobit vážné komplikace, například přestup krevní plazmy z kapilár do plicních sklípků, což vede k podtlakovému edému plic (Novomeský, 2013, 180-181 s.). Bez okamžitého zásahu a vynoření na hladinu může takový pád skončit tragicky.

### **3.4.1.1 Barotrauma plic**

Hlavní projevy přetlakového barotraumatu plic zahrnují bolest na hrudi a dusivý kašel, často doprovázený vykašláváním zpěněné krve (Novomeský, 2013, 180-181 s.). Pokud dojde k poškození plicní stěny přetlakem, může vzduch proniknout skrz trhliny v poplicnici do prostoru mezi poplicnicí a pohrudnicí, což vede ke kolapsu postižené plíce a rozvoji pneumotoraxu (Edmonds, 2015, 113-115 s.).

V případě proniknutí vzduchu z plic do hrudní dutiny může vzniknout plicní emfyzém. Tento stav může mít dvě formy – středohrudní emfyzém, kdy vzduchové bubliny utlačují srdce, plíce a velké cévy ve středohrudí, nebo podkožní emfyzém, při němž se vzduch šíří do podkoží v oblasti krku (Edmonds, 2015, 113-115 s.).

Středohrudní emfyzém se projevuje pálivou bolestí za hrudní kostí, dýchacími obtížemi a promodráním pokožky. Při podkožním emfyzému potápeč pocítuje pálivou bolest v krku a při pohybu hlavou může vnímat charakteristické praskání (Edmonds, 2015, 113-115 s.).

### **3.4.1.2 Barotrauma lebečních dutin**

Pokud si potápeč včas nevyrovná tlak v masce přidechnutím nosem, může vzniklý podtlak vyvolat bolest a krvácení do lebečních dutin (Novomeský, 2013, 170 s.).

Za normálních okolností dochází k automatickému vyrovnání tlaku v těchto dutinách díky propojení kanálků s dýchacími cestami. Pokud však potápeč trpí infekcí horních dýchacích cest, mohou být tyto kanálky ucpany hlenem. To při zanoření a nárůstu okolního tlaku vede k bolestem za lebeční kostí a poškození sliznice dutin, což se může projevit krvácením z nosu nebo úst. Proto se nedoporučuje potápět se při nachlazení, a to ani při použití nosních kapek (Bourolias, 2011, 159-161 s.).

### **3.4.1.3 Barotrauma středoušní dutiny**

Mezi nejčastější podtlaková barotraumata patří poškození ušního bubínku, ke kterému dochází při rychlém sestupu do hloubky, pokud nedojde k dostatečnému vyrovnání tlaku ve středním uchu (Novomeský, 2013, 170-173 s.). Vzniklý tlakový rozdíl způsobuje bolestivé vyklenutí bubínku, které může vést až k jeho prasknutí. Pokud se bubínek protrhne, voda vnikne do středního ucha, což může narušit rovnovážné ústrojí a způsobit ztrátu orientace potápečce (Edmonds, 2015, 113-115 s.).

Záněty horních cest dýchacích představují nejčastější příčinu podtlakového barotraumatu bubínku i středního ucha (Edmonds, 2015, 113-115 s.). Otok tkání ve středním uchu zvyšuje riziko krvácení a případného prasknutí při změně tlaku. Pokud se potápěč snaží tlak násilně vyrovnat, může dojít ke zvýšení tlakového rozdílu mezi středním a vnitřním uchem, což může vést k poškození vnitřního ucha a úniku perilymfy (Nord et al. 2019).

### **3.4.2 Tenzní pneumotorax**

Tenzní pneumotorax je závažný a život ohrožující stav, který vzniká v důsledku nahromadění vzduchu v pleurální dutině pod tlakem, což vede k postupnému kolapsu postižené plíce a posunu mediastinálních struktur na opačnou stranu hrudníku. Tento stav je často způsoben rupturou viscerální pleury, která může nastat například při potápění v důsledku přexpanze plic (Šeblová, Knor, 2013, 162-164 s.). Podle Boyleova zákona se objem plynu v plicích při výstupu z hloubky zvětšuje, a pokud dojde k protržení plicní tkáně, vzduch uniká do pleurální dutiny (Edmonds et al. 2015, 14 s.). Pokud však vzduch nemůže unikat ven, tlak v pleurální dutině roste a vzniká tenzní pneumotorax. Tento tlak stlačuje plíci, posouvá mediastinum a může komprimovat velké žíly, což vede ke snížení návratu krve do srdce a následnému kardiovaskulárnímu kolapsu (Edmonds et al. 2015, 113 s.)

Klinicky se tenzní pneumotorax projevuje dušností, bolestí na hrudi, jednostranným snížením dechových zvuků a hyperrezonancí při poklepání na postižené straně. V přibližně čtvrtině případů může být přítomen subkutánní emfyzém. Dalšími příznaky jsou posun průdušnice na opačnou stranu, zvýšená naplně krčních žil a cyanóza, což jsou známky závažného narušení dýchání a oběhu. Diagnóza je většinou klinická, potvrzená rentgenovým snímkem hrudníku, který ukazuje kolaps plíce a posun mediastina (Šeblová, Knor, 2013, 162-164 s.).

Léčba tenzního pneumotoraxu je naléhavá a spočívá v okamžité dekompresi hrudníku zavedením velké jehly do druhého mezižeberního prostoru v medioklavikulární čáře na postižené straně. Tento zákrok umožní únik vzduchu a snížení tlaku v pleurální dutině. Následně je nutné zavést hrudní drenáž, obvykle ve čtvrtém mezižeberním prostoru v mediální axilární čáře, aby se zajistilo trvalé odvětrání pleurální dutiny a reexpanze plíce (Šeblová, Knor, 2013, 162-164 s.). Bez rychlé a adekvátní léčby může tenzní pneumotorax vést k rychlému zhoršení stavu a smrti.

### **3.4.3 Dusíková narkóza**

Dusíková narkóza, označovaná také jako „hloubková opilost“ či „Martini efekt“, je stav, který se objevuje při potápění do větších hloubek v důsledku zvýšené koncentrace dusíku v tělesných tkáních. Nejčastěji k ní dochází při sestupu pod 30 metrů, přičemž s rostoucí hloubkou se její účinky zintenzivňují. (Novomeský, 2013, 125-127 s.) Dusík za normálního tlaku nepůsobí na organismus, avšak při vyšším tlaku začne ovlivňovat CNS podobně jako anestetika, což vede ke změnám vnímání a ke zpomalení reakcí (Novomeský, 2013, 125-127 s.).

Mezi příznaky dusíkové narkózy patří euforie, zhoršení koordinace pohybů, snížená pozornost, zmatenost a v některých případech dokonce halucinace. Potápěč může podcenit rizika a přeceňovat své schopnosti, což zvyšuje pravděpodobnost chyb a nebezpečných situací. V krajních případech může dojít k panickému chování či ztrátě vědomí. (Novomeský, 2013, 51-

Protože dusíková narkóza není způsobena nedostatkem kyslíku, nelze ji léčit jinak než kontrolovaným výstupem do menší hloubky, kde její příznaky rychle odezní. Riziku lze předejít omezením hloubky ponorů, pozvolným sestupem a při hlubokých ponorech použitím speciálních dýchacích směsí s nižším obsahem dusíku, například helioxu (směsi helia a kyslíku) (Brubakk, Neuman, 2003, 530-535 s.).

Samotná dusíková narkóza sice není smrtelná, ale její dopady na vnímání a rozhodování mohou vést k nebezpečným situacím. Potápěč může například ztratit orientaci, nekontrolovaně pokračovat do větší hloubky nebo nezvládnout řešení krizových situací, což může mít fatální následky (Nord et al., 2019).

Podrobná symptomatologie narkotického účinku dusíku vzhledem k hloubce ponoru je znázorněna v příloze D.

### **3.4.4 Mechanické poranění**

Během ponoru může potápěč narazit na ostré kameny, skály nebo ponořené větve, které mohou způsobit drobná poranění kůže, odřeniny či řezné rány. Kromě přírodních překážek se v některých zatopených lomech nebo přehradách mohou nacházet nebezpečné předměty, jako jsou kusy kovu, rozbité sklo nebo zbytky stavebních materiálů, které zvyšují riziko poranění.

Při neopatrném pohybu či špatném odhadu vzdálenosti může dojít k pohmoždění, podvrtnutí nebo v horších případech ke zlomeninám. Při vstupu nebo výstupu z vody pak hrozí uklouznutí na bahnitém dně nebo kluzkých kamenech (Franěk, 2021).

Aby se minimalizovalo riziko mechanických poranění, je důležité používat odpovídající výstroj včetně rukavic a ochranného obleku. Potápěči by si měli před vstupem do vody zjistit informace o dané lokalitě a možných překážkách (Brubakk, Neuman, 2003, 184-187 s.).

### **3.5 Přednemocniční péče**

Na základě informací získaných operátorem zdravotnického operačního střediska se rozhoduje o vyslání vhodné záchranné jednotky. Může být vyslána pozemní posádka ZZS, která je složena buď ze záchranáře a řidiče nebo dvou záchranářů. V případě potřeby lze na místo povolat i lékařskou výjezdovou skupinu nebo leteckou záchrannou službu (Šeblová, Knor, 2013, 26-34 s.)

Po příjezdu na místo události provádí záchranář nejprve kontrolu okolního prostředí, aby zajistil vlastní bezpečnost. Následně přistupuje k postiženému a zjišťuje jeho polohu a reakci na oslovení. Pokud je přístup k pacientovi časově náročnější, je vhodné získat prvotní anamnestické údaje od jeho kolegů potápěčů.

Vyšetření probíhá dle algoritmu ABCDE. Prvním krokem je zajištění průchodnosti dýchacích cest, adekvátní ventilace a oxygenace a stabilizace krevního oběhu.

V rámci hodnocení dýchacích cest (A) se kontroluje, zda u pacienta v bezvědomí je nutné provést záklon hlavy, odstranit tekutiny nebo cizí těleso z dýchacích cest. U tonoucích se může v dutině ústní objevit písek nebo bahno, které je nutné odsát (Šeblová, Knor, 2013, 120-125 s.)

V dalším kroku (B) se sleduje přítomnost spontánního dýchání, jeho frekvence a úsilí, které pacient na dýchání vynakládá. Záchranář provádí fyzikální vyšetření hrudníku – pohmatem, poklepem, poslechem a vizuálním posouzením. Důležité je vyloučení pneumotoraxu, což zahrnuje kontrolu postavení trachey, symetrii hrudníku, stav krčních žil a přítomnost cyanózy. Spontánně dýchajícímu potápěči se podává vysoce koncentrovaný kyslík. Pokud dojde k rozvoji pneumotoraxu, je nutné provést jeho dekompresi punkcí. V případě lékařské výjezdové posádky lze zajistit dýchací cesty intubací a napojit pacienta na umělou plicní ventilaci, přičemž je nutné dbát na správné nastavení dechových objemů, zejména při léčbě plicního barotraumatu (Šeblová, Knor, 2013, 162-164 s.)

Další část vyšetření (C) zahrnuje kontrolu srdeční činnosti – měření pulsu, krevního tlaku a kapilárního návratu, stejně jako připojení pacienta k monitoru EKG. Při podezření na akutní koronární syndrom se provádí dvanácti svodové EKG, v ostatních případech postačuje základní EKG křivka ze čtyř svodů. Důležitým opatřením je také zajištění intravenózního nebo

intraoseálního vstupu pro podávání léků a tekutin a zastavení případného krvácení (Šeblová, Knor, 2013, 80-85 s.)

Hodnocení stavu vědomí a neurologických funkcí (D) přichází na řadu až po stabilizaci základních životních funkcí. Součástí této fáze je i měření hladiny krevního cukru, protože u potápěčů může vlivem vyčerpání dojít k hypoglykémii, a to i u jedinců bez diagnostikovaného diabetu. V některých případech lze také zvažovat intoxikaci, například alkoholem požitým před ponorem, další informace ohledně neurologického vyšetření poraněného potápěče jsou v nadcházející kapitole. (Šeblová, Knor, 2013, 94-98 s.)

Poslední fáze vyšetření (E) se zaměřuje na celkové posouzení zdravotního stavu – kontroluje se tělesná teplota, aby se zabránilo hypotermii, hodnotí se přítomnost zranění či kožních změn. (Šeblová, Knor, 2013, 102-103 s.). Dále se doplňuje podrobná anamnéza, která kromě údajů o potápění zahrnuje i osobní, farmakologickou a alergickou anamnézu, (viz. kapitola 3.5.2.)

### **3.5.1 Neurologické vyšetření**

Neurologické vyšetření je klíčovým prvkem při posuzování stavu potápěče s podezřením na dekompresní nehodu, zejména pokud se objevují neurologické symptomy. Tyto příznaky mohou být velmi variabilní. Vyšetření by mělo být systematické a mělo by zahrnovat základní orientaci v čase, místě a osobě, dále zhodnocení mozečkových funkcí (např. test prst-nos, rychlé střídání pohybů), test síly a senzitivity v končetinách, zhodnocení reflexů a také vyšetření hlavových nervů. Důležité je sledovat i známky míšní léze, jako jsou segmentální poruchy citlivosti, paraparézy nebo sfinkterové poruchy (Novomeský, 2016, 264-267 s.)

Neurologický stav potápěče může být zpočátku mírný, avšak během krátké doby se může rychle zhoršit, proto je nezbytné pravidelné opakování vyšetření a přesná dokumentace všech zjištěných změn. Toto umožňuje sledovat dynamiku onemocnění a rozhodnout o indikaci hyperbarické oxygenoterapie, která je v případě neurologické formy dekompresní nemoci časově velmi důležitá (Hájek, 2017, 60-61 s.)

V rámci diferenciální diagnostiky je třeba zvažovat i další možné příčiny neurologických potíží, které se mohou objevit po ponoru. Mezi ně patří například cévní mozková příhoda (zejména u predisponovaných osob), metabolické poruchy (např. hypoglykémie), intoxikace dusíkem či oxidem uhelnatým, epileptický záchvat, nebo cévní insuficience způsobená dehydratací či kardiovaskulárními chorobami. Rovněž je třeba odlišit neuropsychiatrické reakce, jako jsou panické ataky, které se mohou u potápěčů rovněž projevit dezorientací či somatickými symptomy (Novomeský, 2016, 264-267 s.)

Správné neurologické vyšetření v terénu i v nemocničním zařízení je proto zásadní nejen pro určení diagnózy, ale i pro správné terapeutické rozhodnutí. V ideálním případě je vhodné využít standardizovaný neurologický protokol pro hodnocení potápěčských nehod (viz. příloha B).

### **3.5.2 Anamnéza**

Pokud je potápěč při vědomí, orientovaný a schopen efektivní komunikace, je klíčové co nejdříve získat podrobné informace související s jeho posledním ponorem. Tyto údaje mohou výrazně ovlivnit rozhodování o dalším postupu, zejména pokud se zvažuje převoz do hyperbarické komory. Je důležité zjistit například maximální dosaženou hloubku, dobu ponoru, rychlost výstupu, použitý dýchací plyn a zda byly při výstupu dodrženy bezpečnostní zastávky. V situacích, kdy není možné získat informace přímo od pacienta, například v důsledku jeho zhoršeného zdravotního stavu nebo poruchy vědomí, je nezbytné obrátit se na jeho kolegy potápěče nebo jiné svědky události, kteří mohou poskytnout důležité informace. Takové informace často zahrnují nejen technické parametry ponoru, ale i popis chování potápěče po vynoření, který může signalizovat počínající symptomy dekompresní nemoci. Tyto údaje hrají zásadní roli při stanovení diagnózy, určení závažnosti stavu a při plánování specifické léčby, včetně volby vhodného režimu hyperbarické oxygenoterapie (Hájek, 2017, 196 s.).

#### **Subjektivní popis průběhu ponoru:**

- Účel ponoru (rekreační, výcvikový, pracovní apod.).
- Maximální dosažená hloubka a celková doba strávená pod vodou.
- Informace o tom, zda se jednalo o první ponor daného dne, nebo o opakovaný sestup, včetně časového odstupu mezi jednotlivými ponory.
- Fyzická a psychická kondice potápěče před vstupem do vody (např. únava, stres, nedostatečný spánek).
- Fáze ponoru, ve které došlo k potížím (sestup, pobyt v hloubce, výstup, dekompresní zastávky).
- Okolnosti nebo faktory, které mohly předcházet vzniku problémů.
- Informace o dodržení dekompresního postupu a použití příslušného dekompresního algoritmu.
- Typ použité dýchací směsi (např. vzduch, nitrox, trimix).
- Požití alkoholu, léků nebo jiných látek, které by mohly ovlivnit vnímání a tělesné funkce během ponoru (Franěk, 2021)

### **Subjektivní popis zdravotních obtíží:**

- Celkový zdravotní stav – například výskyt slabosti, únavy, pocitu na omdlení, nevolnosti či nadměrného pocení.
- Schopnost orientace v čase, prostoru, osobách a událostech.
- Charakter a lokalizace bolesti – je třeba zjistit, kde bolest vzniká a jak se mění v čase.
- Subjektivní hodnocení dýchacích funkcí – například pocit dušnosti či ztíženého dýchání.
- Posouzení oběhového systému – výskyt bušení srdce, bolestí za hrudní kostí, návalů horka nebo zimy a dalších obtíží.
- Funkce močového ústrojí – například potíže s močením, pocit tlaku v podbřišku nebo příznaky inkontinence.
- Stav trávicího systému – výskyt bolestí břicha, nevolnosti či zvracení.
- Neurologické symptomy – např. závratě, bolesti hlavy, poruchy zraku, řeči, sluchu či známky paréz (Franěk, 2021).

Shromáždění těchto informací je nezbytné pro posouzení závažnosti stavu a výběr vhodného terapeutického postupu. Při podezření na dekompresní nemoc či jiné potápěčské komplikace hraje jejich správná interpretace zásadní roli při rozhodování o dalším postupu v rámci přednemocniční i nemocniční péče (Hájek, 2017, 196 s.)

### **3.5.3 Transport**

Ve většině případů je postižený potápěč schopen alespoň částečné spolupráce a může být s pomocí svých kolegů dopraven do zařízení s hyperbarickou komorou. Pro přepravu by měla být zvolena nejrychlejší a zároveň nejšetrnější možná varianta. Zcela zásadní je během transportu vyhýbat se jakémukoliv terénnímu převýšení, zejména horským oblastem, které by mohly zhoršit stav pacienta v důsledku změny okolního tlaku (Steffensmeier et al., 2017).

U pacientů se závažnějším klinickým průběhem, jako je výrazná neurologická symptomatika nebo známky poruchy vědomí, je indikována co nejrychlejší přeprava do nejbližšího zdravotnického zařízení disponujícího hyperbarickou komorou. V případě život ohrožujících stavů je možné využít leteckou záchrannou službu (LZS). Je však důležité dbát na specifika letecké přepravy potápěče, let by měl být veden v co nejnižší letové hladině, ideálně nepřesahující 300 metrů nad místem ponoru, aby se minimalizovalo riziko další dekomprese (Steffensmeier et al., 2017).

Rychlost a dostupnost léčby zde hrají klíčovou roli, seznam léčebných center hyperbarické oxygenoterapie je znázorněn v příloze C.

### 3.5.4 Hyperbarická oxygenoterapie

Hyperbarická komora představuje specializované zařízení, které slouží k léčbě celé řady klinických stavů prostřednictvím tzv. hyperbarické oxygenoterapie. Tato metoda je založena na principu zvýšení parciálního tlaku kyslíku vdechovaného pacientem, čímž dochází k větší saturaci kyslíkem v krevní plazmě. Tento efekt má pozitivní vliv na hojení tkání a celkové zlepšení okysličení organismu (Hájek, 2017, 195-196 s.)

Dekompresní komora slouží k bezpečnému dokončení dekompresního procesu, který potápěč začal pod vodou. V praxi potápěč provede většinu nutných dekompresních zastávek přímo během výstupu na hladinu, přičemž poslední fáze dekomprese je dokončena již mimo vodní prostředí – právě v dekompresní komoře. Tento postup je zvláště důležitý pro hlubší ponory, kdy je nutné minimalizovat riziko vzniku dekompresní nemoci (Hájek, 2017, 196-198 s.)

Existuje i alternativní scénář, kdy je potápěč z větší hloubky vyzvednut dříve a následně přemístěn přímo do dekompresní komory, ve které proběhne kompletní dekompresní procedura pod kontrolovanými podmínkami. Tento způsob umožňuje přesnější řízení tlaku a dekompresního profilu a je využíván zejména při technickém potápění nebo profesionálních operacích (Hájek, 2017, 200-205 s.)

Rekompresní komora je zařízení určené k urgentní léčbě potápěčů, u nichž došlo ke zdravotním komplikacím způsobeným působením přetlaku. Nejčastěji se jedná o případy arteriální plynové embolie (AGE), dekompresní nemoci I. a II. typu (DCS), případně intoxikace oxidem uhelnatým během ponoru (Hájek, 2017, 205-208 s.)

Samotná rekompresa je terapeutický proces, během kterého je pacient znovu vystaven zvýšenému tlaku v barokomoře a následně dochází k jeho postupnému a řízenému snižování podle přesně stanovených léčebných protokolů a tabulek. Nedílnou součástí této léčby je také inhalace čistého kyslíku, která podporuje odstranění inertních plynů z organismu a zlepšuje celkový stav pacienta (Hájek, 2017, 206-212 s.).

### **3.6 Komparace poskytování PNP v České republice a USA**

V České republice je systém přednemocniční péče o pacienty s dekompresní nemocí relativně jednotný a koordinovaný díky centralizovanému zdravotnickému systému. Zdravotnická záchranná služba zajišťuje první pomoc, podání kyslíku a transport pacienta do nejbližšího zdravotnického zařízení s hyperbarickou komorou. Náklady na léčbu jsou plně hrazeny z veřejného zdravotního pojištění, což znamená, že potápěči, kteří utrpí dekompresní nehodu, nemusí řešit finanční stránku péče a mají zajištěný přístup k nezbytné terapii

Ve Spojených státech amerických je přednemocniční péče rozdělena mezi různé poskytovatele (Emergency Medical Services – EMS), což může vést k rozdílům v dostupnosti a kvalitě péče v jednotlivých regionech. Ačkoli v USA existuje velký počet hyperbarických center, pouze menší část z nich je skutečně určena k léčbě akutních potápěčských nehod. Mnohá zařízení se specializují spíše na léčbu chronických ran, otrav oxidem uhelnatým či jiných stavů, které jsou z hlediska pojišťoven výnosnější. Tento faktor může způsobit prodlevy v poskytnutí adekvátní léčby dekompresní nemoci, zejména pokud se potápěč nachází ve vzdálenější oblasti bez snadného přístupu ke specializovanému zařízení (Hampson, Moon, 2020).

Dalším rozdílem je financování zdravotní péče. Zatímco v České republice léčbu dekompresní nemoci hradí veřejné zdravotní pojištění, ve Spojených státech závisí úhrada na individuálním zdravotním pojištění pacienta. Některé pojišťovny odmítají hradit náklady na léčbu dekompresní nemoci, pokud byla nehoda spojena s rekreačním potápěním, jelikož se jedná o rizikovou aktivitu. V takovém případě musí pacient uhradit léčbu sám, což může představovat značnou finanční zátěž, jelikož cena léčby v hyperbarické komoře může dosahovat několika tisíc dolarů za jeden léčebný cyklus (Estrada et al., 2017)

### **3.7 Komparace poskytování PNP v České republice a Velké Británii**

V České republice je péče o dekompresní nehody součástí běžného fungování zdravotnické záchranné služby, která postupuje dle obecných směrnic pro urgentní medicínu. V případě podezření na dekompresní nemoc je prioritou podání 100% kyslíku, stabilizace pacienta a transport do nejbližší nemocnice se specializovaným pracovištěm, které disponuje hyperbarickou komorou. V závislosti na závažnosti příznaků se rozhoduje o způsobu transportu, při těžkých stavech se může využít letecká záchranná služba. Vzhledem k vnitrozemské geografii České republiky jsou dekompresní nehody relativně vzácné a většina případů je spojena s potápěním v zatopených lomech či jeskyních (Hájek, 2015, 2-7 s.)

Naopak Velká Británie, jako ostrovní země s rozsáhlými pobřežními oblastmi a rozvinutou potápěčskou komunitou, má podrobnější a specializovanější přednemocniční postupy. Primární roli zde často hraje pobřežní záchranná služba a RNLI (Royal National Lifeboat Institution), které v případě potřeby koordinují evakuaci potápěčů na pevninu. Vzhledem k větší dostupnosti hyperbarických komor je zde transport směřován přímo do specializovaných center, kde mohou být pacienti rychle ošetřeni hyperbarickou kyslíkovou terapií (DCI Help line, 2024)

Základní principy přednemocniční péče – tedy podání kyslíku, stabilizace pacienta a transport do specializovaného zařízení jsou podobné. Rozdíl je především v organizaci záchranných složek, dostupnosti hyperbarických center a častějším zapojení pobřežní záchranné služby ve Velké Británii. Významným faktorem je také častější výskyt dekompresních nehod v britských vodách, což vede k větší praxi tamějších záchranných složek s touto problematikou (Hájek, 2015, 2-7 s.)

### **3.8 Komparace poskytování PNP v České republice a Německu**

Německo má oproti České republice hustší síť hyperbarických center, avšak jejich rozmístění se liší podle spolkových zemí. Některé oblasti s vyšší koncentrací potápěčů mají dobře dostupná hyperbarická zařízení, zatímco ve vnitrozemských oblastech může být transport delší. Celkově však mají němečtí pacienti přístup k více hyperbarickým komorám než v České republice (Hájek, 2015, 2-7 s.).

Záchranné složky v obou zemích jsou vyškoleny v poskytování první pomoci při dekompresních nehodách. Standardním postupem je podání stoprocentního kyslíku prostřednictvím obličejové masky nebo přetlakového ventilu, což pomáhá snížit množství dusíku v krvi a zmírnit příznaky (Hájek, 2015, 2-7 s.).

V České republice je podávání kyslíku a stabilizace pacienta standardizovaným postupem ZZS, přičemž výbava sanitních vozidel obsahuje základní resuscitační pomůcky a zařízení pro monitorování pacienta. V Německu mohou být sanitní vozy vybaveny pokročilejšími technologiemi. (Hájek, 2015, 2-7 s.), (Jüttner et al., 2015).

V Německu je zdravotní péče rovněž kryta veřejným zdravotním pojištěním, přičemž hyperbarická léčba je standardně hrazena. Nicméně v některých případech, zejména u rekreačních potápěčů, může být nutné doložit, že léčba je nezbytná pro zdravotní stav pacienta, což může vést k administrativním prodlevám. U soukromého zdravotního pojištění se podmínky úhrady liší podle konkrétní pojistné smlouvy (Jüttner et al., 2015)

V České republice může být transport pacienta do hyperbarické komory rychlý díky menší rozloze země a relativně dobrému pokrytí specializovanými zařízeními. Letecká záchranná služba může urychlit transport v případech, kdy je nutné pacienta dostat k léčbě co nejdříve (Hájek, 2015, 2-7 s.).

V Německu závisí rychlost transportu na lokalitě. Ve velkých městech a přímořských oblastech je dostupnost péče vysoká, ale v některých vnitrozemských regionech může být transport komplikovanější a delší. Na druhou stranu díky většímu počtu hyperbarických center má Německo výhodu v širší dostupnosti specializované péče (Jüttner et al., 2015).

### **3.9 Komparace poskytování PNP v České republice a Švýcarsku**

Švýcarsko má systém, který je více decentralizovaný, což může v některých oblastech znamenat delší dobu transportu k hyperbarickým centrům, zejména v případě nehod v odlehlých regionech nebo horských oblastech. Na druhou stranu, švýcarský systém vysoce oceňuje specializaci a má pokročilou úroveň hyperbarické medicíny, s širokým využitím moderní technologie a vysoce kvalifikovanými odborníky na místě. V některých oblastech, zejména v turistických regionech nebo v blízkosti velkých jezer, je péče velmi rychlá a efektivní. Je však třeba vzít v úvahu i vysoké náklady na zdravotní péči, které mohou v některých případech znamenat, že pacienti musí nést část nákladů, pokud nejsou plně kryté zdravotním pojištěním (Steffensmeier et al., 2017)

Oba systémy mají silný důraz na prevenci komplikací a správné řízení dekompresní nemoci, což je kladně ovlivněno i moderními metodami, jako je podávání kyslíku na místě nehody a přítomnost specialistů na hyperbarickou medicínu. Důležitou výhodou jak v České republice, tak ve Švýcarsku je rychlý přístup k odborníkům a komorám, což zajišťuje efektivní léčbu pacientů a minimalizaci dlouhodobých následků dekompresní nemoci (Hájek, 2015, 2-7 s.).

Česká republika i Švýcarsko, mají vysoce efektivní systémy přednemocniční péče pro dekompresní nehody, přičemž každá země má svou specifickou organizaci a přístup k zajištění péče. Česká republika se vyznačuje centralizovaným systémem a dostupností specializovaných center, zatímco Švýcarsko poskytuje vysoce kvalifikovanou, technologicky vyspělou péči, která je však ovlivněna decentralizovaností a možnými vyššími náklady na zdravotní péči.

## 4 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zaměřila na problematiku dekompresních nehod a jejich následků z pohledu zdravotnického záchranáře. Zvláštní pozornost byla věnována fyziologickým mechanismům, které jsou spouštěny při vystavení lidského organismu změnám tlaku během pobytu pod vodní hladinou. Tyto změny mají přímý dopad na různé tělesné systémy a mohou vést k celé řadě patologických stavů. Analýza odborné literatury ukázala, že mezi nejčastěji se vyskytující potápěčské komplikace patří barotrauma, dekompresní nemoc, arteriální vzduchová embolie a tenzní pneumotorax. Tyto stavy představují potenciálně život ohrožující situace, protože mohou vyvolat vážné poškození kardiovaskulárního a nervového systému.

Zásadní úlohu v porozumění těchto stavů hrají fyzikální zákony, které popisují chování plynů při změnách okolního tlaku. Mezi nejdůležitější patří Boyleův zákon, vysvětlující vztah mezi tlakem a objemem plynu, Daltonův zákon popisující parciální tlaky jednotlivých složek plyné směsi, a Henryho zákon, který objasňuje rozpustnost plynů v kapalinách. Tyto zákony tvoří teoretický základ pro pochopení toho, jak dochází k narušení rovnováhy v těle potápěče při sestupu a výstupu z hloubky. Znalost těchto principů je klíčová nejen pro prevenci úrazů, ale i pro jejich včasné rozpoznání a adekvátní přednemocniční a lékařské řešení.

V případě dekompresní nemoci a arteriální vzduchové embolie je zásadní okamžitá přednemocniční péče. Terapie spočívá především v podání 100% kyslíku, který napomáhá snížení objemu bublin a urychluje odstraňování inertních plynů z tělesných tkání. Nejúčinnější metodou léčby zůstává hyperbarická oxygenoterapie, která nejenže napomáhá reabsorpci plynů, ale zároveň podporuje okysličení ischemických oblastí. Včasná aplikace těchto metod může významně ovlivnit průběh onemocnění a zlepšit dlouhodobou prognózu pacienta. Nezbytným prvkem péče o postiženého potápěče je rovněž rychlý transport do specializovaného zdravotnického zařízení, které disponuje hyperbarickou komorou a zkušeným personálem.

## 4.1 Podkapitola závěru

Na základě provedené analýzy odporných studií lze konstatovat, že potápěčské úrazy, zejména dekompresní nemoc, představují závažný zdravotní problém v oblasti rekreačního potápění. Tato práce poukázala na skutečnost, že mnohé z těchto incidentů vznikají v důsledku nedodržení základních bezpečnostních opatření, jako jsou předepsané dekompresní zastávky, kontrolovaná rychlost výstupu nebo obecné postupy nouzového chování pod vodou. Kromě dekompresní nemoci se potápěči mohou setkat i s dalšími zraněními, včetně fyzikálních, chemických či biologických poškození, která vyplývají ze samotného prostředí pod hladinou.

Z analýzy dostupných zdrojů vyplývá, že lidský faktor je stále jedním z hlavních činitelů přispívajících ke vzniku nehod při potápění. Nedostatečné vzdělání, chybějící praxe, špatné vyhodnocení situace nebo podcenění rizik mohou vést k závažným důsledkům. Proto je důležité věnovat pozornost nejen kvalitnímu výcviku samotných potápěčů, ale také zajištění dostatečně informovaného a kompetentního doprovodného personálu, který je schopen včas a správně reagovat v krizových situacích.

Důraz na prevenci je v oblasti rekreačního potápění naprosto zásadní. Efektivní prevence zahrnuje pravidelné školení, osvětu, využívání moderní techniky (např. potápěčských počítačů), ale i budování bezpečnostního povědomí a zodpovědného přístupu ze strany samotných potápěčů. Zavedení systematických kontrolních mechanismů a důsledné dodržování provozních standardů může významně přispět ke snížení výskytu úrazů.

Celkově lze říci, že bezpečnost v potápění závisí na kombinaci znalostí, technické připravenosti a zodpovědného chování. Pokud budou tyto faktory v praxi uplatňovány důsledně a s ohledem na specifika daného prostředí, je možné výrazně snížit míru rizika a zajistit, aby potápění zůstalo bezpečnou a atraktivní volnočasovou aktivitou.

Výsledky studie Fichtner et al. 2021 významně přispívají k hlubšímu porozumění faktorům ovlivňujícím dekompresní stres při potápění. Autoři prokázali, že tvorba inertních bublin v těle po ponoru – klíčový ukazatel dekompresního zatížení – úzce souvisí s parametry ponoru, jako jsou maximální dosažená hloubka, délka pobytu pod hladinou, spotřeba vzduchu a věk potápěče. Tyto faktory hrají zásadní roli v odhadu rizika vzniku dekompresní nemoci. Zajímavým zjištěním bylo, že pohlaví potápěče se jako významný prediktor neprokázalo.

Na základě těchto poznatků vytvořili autoři jednoduchý prediktivní model, který umožňuje na základě uvedených parametrů poměrně přesně odhadnout pravděpodobnost tvorby bublin. Tento nástroj může mít praktické využití při plánování bezpečných ponorů a individualizaci

přístupu k potápěčům. Ačkoliv existují určité individuální rozdíly v citlivosti k dekompresní nemoci, jejich vliv se podle výsledků studie jeví jako méně podstatný ve srovnání s faktory spojenými s profilem ponoru.

Tato zjištění potvrzují důležitost důsledného sledování a vyhodnocování fyziologických i technických aspektů ponoru. Zároveň poukazují na nutnost dalšího výzkumu zaměřeného na zdokonalení metod detekce a monitorace dekompresního stresu. V širším kontextu tak studie přispívá nejen k lepšímu pochopení mechanismů vzniku dekompresní nemoci, ale i k rozvoji efektivních preventivních opatření pro zvýšení bezpečnosti potápění.

V rámci urgentní péče byla pozornost věnována švýcarské letecké záchranné službě Rega, která díky úzké spolupráci s odbornou organizací Divers Alert Network (DAN) a využívání telemedicíny zajišťuje rychlý a efektivní transport pacientů k hyperbarické léčbě. Tato organizovaná forma integrované péče přispívá ke snížení počtu zbytečných transportů a k optimalizaci léčebného procesu, čímž zvyšuje šance na úplné zotavení pacientů s dekompresním poraněním.

Současně práce upozorňuje na důležitost pečlivého lékařského hodnocení potápěčů po prodělaném onemocnění COVID-19. Přestože většina vyšetřených jedinců byla schopna se bezpečně vrátit k potápění, je nezbytné individuálně posuzovat případné přetrvávající komplikace, zejména kardiopulmonálního charakteru. Tento aspekt potvrzuje význam personalizovaného přístupu v potápěčské medicíně a ukazuje na potřebu dalšího výzkumu v této oblasti.

## 5 POUŽITÁ LITERATURA

### 5.1 Primární zdroje

BRUBAKK, Alf O. a NEUMAN, Tom S. (ed.). *Bennett and Elliotts' physiology and medicine of diving*. 5th ed. Edinburg: Saunders, 2003. ISBN 9780702025716

EDMONDS, C., MCKENZIE, B., THOMAS, R., PENNEFATHER, J. *Diving Medicine for Scuba Divers*. 5. vyd. South Pacific Underwater Medicine Society, 2015. ISBN 978-0-646-94000-5

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

MAREČKOVÁ, Jana a Jitka KLUGAROVÁ, 2015. *Evidence-based health care: zdravotnictví založené na vědeckých důkazech*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 93 s. ISBN 978-80-244-4784-1

NOVOMESKÝ, František. *Potápěčská medicína*. Martin: Osveta, 2013. ISBN 978-80-8063-397-4

PAZDERA, Jindřich. *Základy ústní a čelistní traumatologie*. 2. vydání. Učebnice. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. ISBN 978-80-244-5149-7

ŠEBLOVÁ, Jana a KNOR, Jiří. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře*. 2., doplněné a aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0596-0

### 5.2 Sekundární zdroje

OBORNÁ, Veronika. *Rizika související s potápěním na volné vodě a jejich prevence*. Online, Bakalářská práce, vedoucí Mgr. Pavel Schwarz. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2022. Dostupné z: [https://theses.cz/id/qd46tw/BP\\_Veronika\\_Oborna\\_ZSF\\_2.pdf](https://theses.cz/id/qd46tw/BP_Veronika_Oborna_ZSF_2.pdf). [cit. 2025-02-11]

SELLNEROVÁ, Kateřina. *Vzduchová embolie - kazuistiky*. Online, Bakalářská práce, vedoucí MUDr. Tomáš Hyánek. Kladno: ČVUT, 2022. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/105360/FBMI-BP-2022-Sellnerova-Katerina-prace.pdf?sequence=-1&isAllowed=y#page=12&zoom=100,129,585>. [cit. 2025-02-11]

ZEITHAML, Jaroslav. *Vliv narkotického působení dusíku při vyšších parciálních tlacích na intelekt potápěčů*. Online, Diplomová práce, vedoucí Mgr. David Vondrášek. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2014. Dostupné z: [https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/70558/DPTX\\_2012\\_2\\_11510\\_0\\_392\\_706\\_0\\_140206.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/70558/DPTX_2012_2_11510_0_392_706_0_140206.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [cit. 2025-03-01]

### 5.3 Odborné články

BOUROLIAS, C., GKOTSIS, A., 2011. Sphenoid sinus barotrauma after free diving. *American Journal of Otolaryngology* [online]. 32(2), 159-161 [cit. 2025-03-03]. DOI: 10.1016/j.amjoto.2009.10.005. ISSN 01960709. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0196070909002506>

BRALOW, Leah Marion a PIEHL, 2018. Barotrauma and Arterial Gas Embolism: A Diving Emergencies Simulation Case for Emergency Medicine Residents. Online. *MedEdPORTAL*. ISSN 2374-8265. Dostupné z: [https://doi.org/10.15766/mep\\_2374-8265.10788](https://doi.org/10.15766/mep_2374-8265.10788). [cit. 2025-03-05].

ESTRADA, Julie; MEURER, David; DE BOER, Kevin a HUESGEN, Karl. Severe Decompression Illness: Case Report, Prehospital Recognition, and Regional Transport Considerations. Online. *Case Reports in Emergency Medicine*. 2017, roč. 2017, s. 1-4. ISSN 2090-648X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/2017/7203085>. [cit. 2025-02-24]

FICHTNER, Andreas; BRUNNER, Benedikt; POHL, Thomas; GRAB, Thomas; FIEBACK, Tobias et al., 2021. Estimating Inert Gas Bubbling from Simple SCUBA Diving Parameters. Online. *International Journal of Sports Medicine*. roč. 42, č. 09, s. 840-846. ISSN 0172-4622. Dostupné z: <https://doi.org/10.1055/a-1342-8030>. [cit. 2025-03-05].

HAMPSON, Neil B a MOON, Richard E. Arterial gas embolism breathing compressed air in 1.2 metres of water. Online. *Diving and Hyperbaric Medicine Journal*. 2020, roč. 50, č. 3, s. 292-294. ISSN 22091491. Dostupné z: <https://doi.org/10.28920/dhm50.3.292-294>. [cit. 2025-03-07]

HÁJEK, Michal et al. Hyperbarická medicína v České republice – aktuální pohled. Online. *Pracovní lékařství*. 2015, roč. 2, č. 67, s. 9. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/287223463\\_Hyperbaric\\_medicine\\_in\\_the\\_Czech\\_Republic\\_-\\_Actual\\_view](https://www.researchgate.net/publication/287223463_Hyperbaric_medicine_in_the_Czech_Republic_-_Actual_view). [cit. 2025-02-22]

HARDIN, C. Corey; MITCHELL, Simon J.; BENNETT, Michael H. a MOON, Richard E. Decompression Sickness and Arterial Gas Embolism. Online. *New England Journal of Medicine*. 2022, roč. 386, č. 13, s. 1254-1264. ISSN 0028-4793. Dostupné z: <https://doi.org/10.1056/NEJMra2116554>. [cit. 2025-03-07]

HUBBARD, Marion; DAVIS, F Michael; MALCOLM, Kate a MITCHELL, Simon J., 2018. Decompression illness and other injuries in a recreational dive charter operation. Online. *Diving and Hyperbaric Medicine Journal*, roč. 48, č. 4, s. 218-223. ISSN 18333516. Dostupné z: <https://doi.org/10.28920/dhm48.4.218-223>. [cit. 2025-03-05].

JÜTTNER, B.; WÖLFEL, C.; LIEDTKE, H.; MEYNE, K.; WERR, H. et al. 2015. Diagnosis and treatment of diving accidents. Online. *The Anaesthetist*. vol. 64, no. 6, pp. 463-468. [cit. 2024-03-05]. ISSN 0003-2417. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00101-015-0033-7>.

MITCHELL, Simon J. DCS or DCI? The difference and why it matters. Online. *Diving and Hyperbaric Medicine Journal*. 2019, roč. 49, č. 3, s. 152-153. ISSN 22091491. Dostupné z: <https://doi.org/10.28920/dhm49.3.152-153>. [cit. 2025-02-24]

NORD, D., RACZNIAK, G., CHIMIÁK, J., Scuba Diving: Decompression Illness & Other Dive-Related Injuries. [online]. Centers for Disease Control and Prevention. June 24, 2019 [cit. 2025-03-03]. Dostupné z: <https://wwwnc.cdc.gov/travel/yellowbook/2020/noninfectious-health-risks/scuba-diving-decompression-illness-and-other-dive-related-injuries>

NOVOMESKÝ, F., 2016. Rekreační potápění a jeho medicínské aspekty. Očkování a cestovní medicína[online]. 7(2), 15-20 [cit. 2025-03-03]. ISSN 1804-493X. Dostupné z: <https://odbornost.avenier.cz/cz/magazine-viewer?n=6109#>

SADLER, Charlotte; LUSSIER, Anna; GROVER, Ian; VAN HOESEN, Karen a LINDHOLM, Peter, 2024. Medical examination of divers after COVID-19 infection: a prospective, observational study using published (original and revised) guidelines for evaluation. Online. *Diving and Hyperbaric Medicine Journal*. roč. 54, č. 3, s. 176-183. ISSN 22091491. Dostupné z: <https://doi.org/10.28920/dhm54.3.176-183>. [cit. 2025-03-05]

STEFFENSMEIER, Daniel; ALBRECHT, Roland; WENDLING, Jürg; MELLIGER, Roger; SPAHN, Donat R. et al., 2017. Specialist advice may improve patient selection for decompression therapy following diving accidents: a retrospective observational study. Online. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. roč. 25, č. 1. ISSN 1757-7241. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s13049-017-0447-0>. [cit. 2025-03-05].

#### **5.4 Internetové zdroje**

BSAC. *DCI helpline - National decompression illness helpline*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.bsac.com/safety/dci-helpline-national-decompression-illness-helpline/>. [cit. 2025-02-24].

FRANĚK, Ondřej, 2021. Závažné potápěčské nehody a jak se v nich neutopit: Nezávislý web o zdravotnické záchranné službě. *Www.zachrannaslužba.cz* [online]. Praha: WorldPress, 2021 [cit. 2021-6-7]. Dostupné z: <https://zachrannaslužba.cz/zavazne-potapecske-nehody-a-jak-se-v-nich-neutopit/>

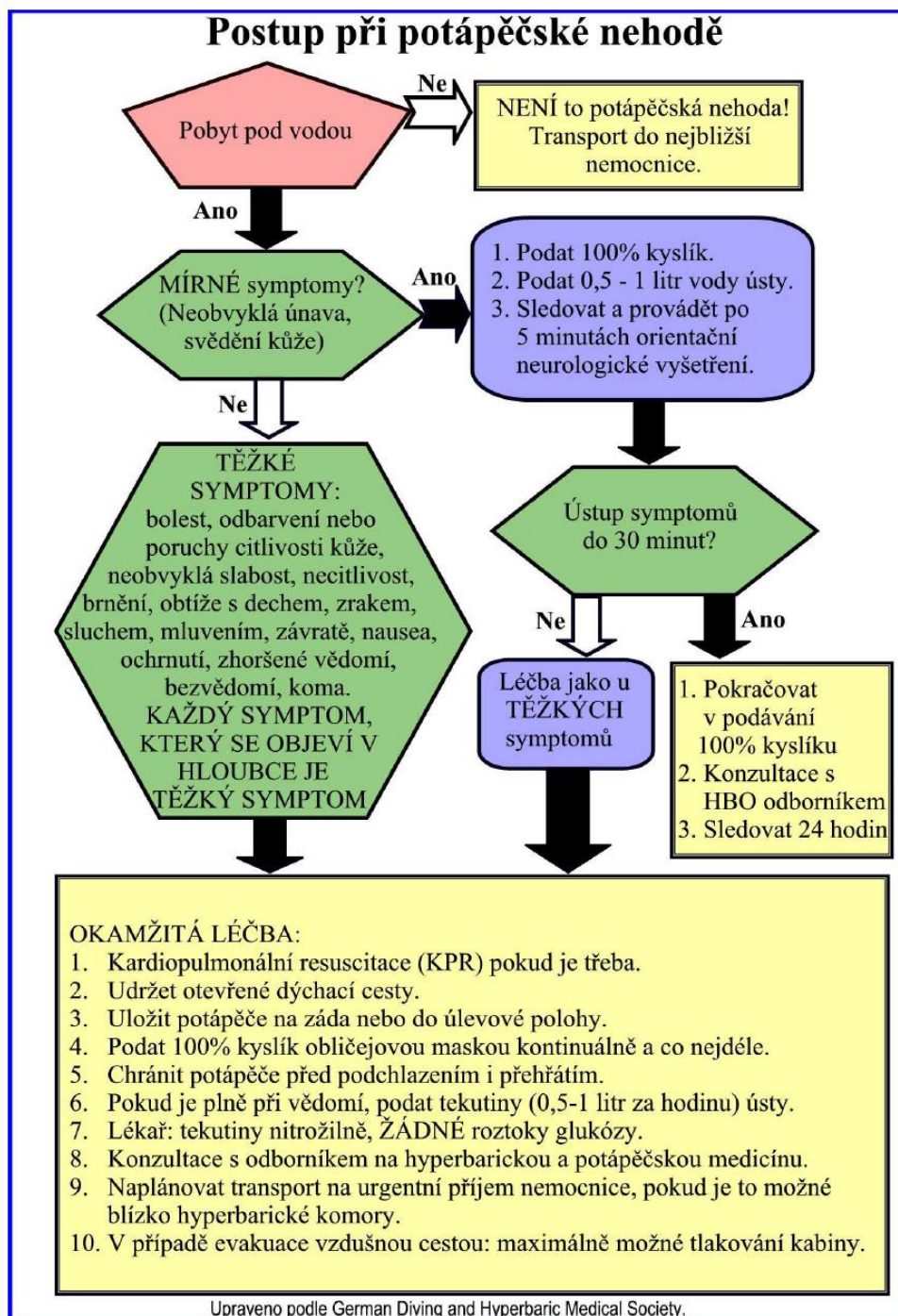
#### **5.5 Ostatní**

HAVLOVÁ, Andrea. *Faktory ovlivňující vstup absolventů do zaměstnání – literární přehled*. Pardubice, 2023, 56 s. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice, Fakulta zdravotnických studií. Vedoucí práce Mgr. Jan Pospíchal, Ph.D.

VEJRYCHOVÁ, Šárka. *Kvalita života u pacientů se stabilní anginou pectoris po invazivní léčbě – literární přehled*. Online, Bakalářská práce, vedoucí Mgr. Jan Pospíchal, Ph.D. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2024. Dostupné z: <https://dk.upce.cz/server/api/core/bitstreams/107908ec-923b-486c-b616-ad6825383b6c/content>. [cit. 2025-03-11].

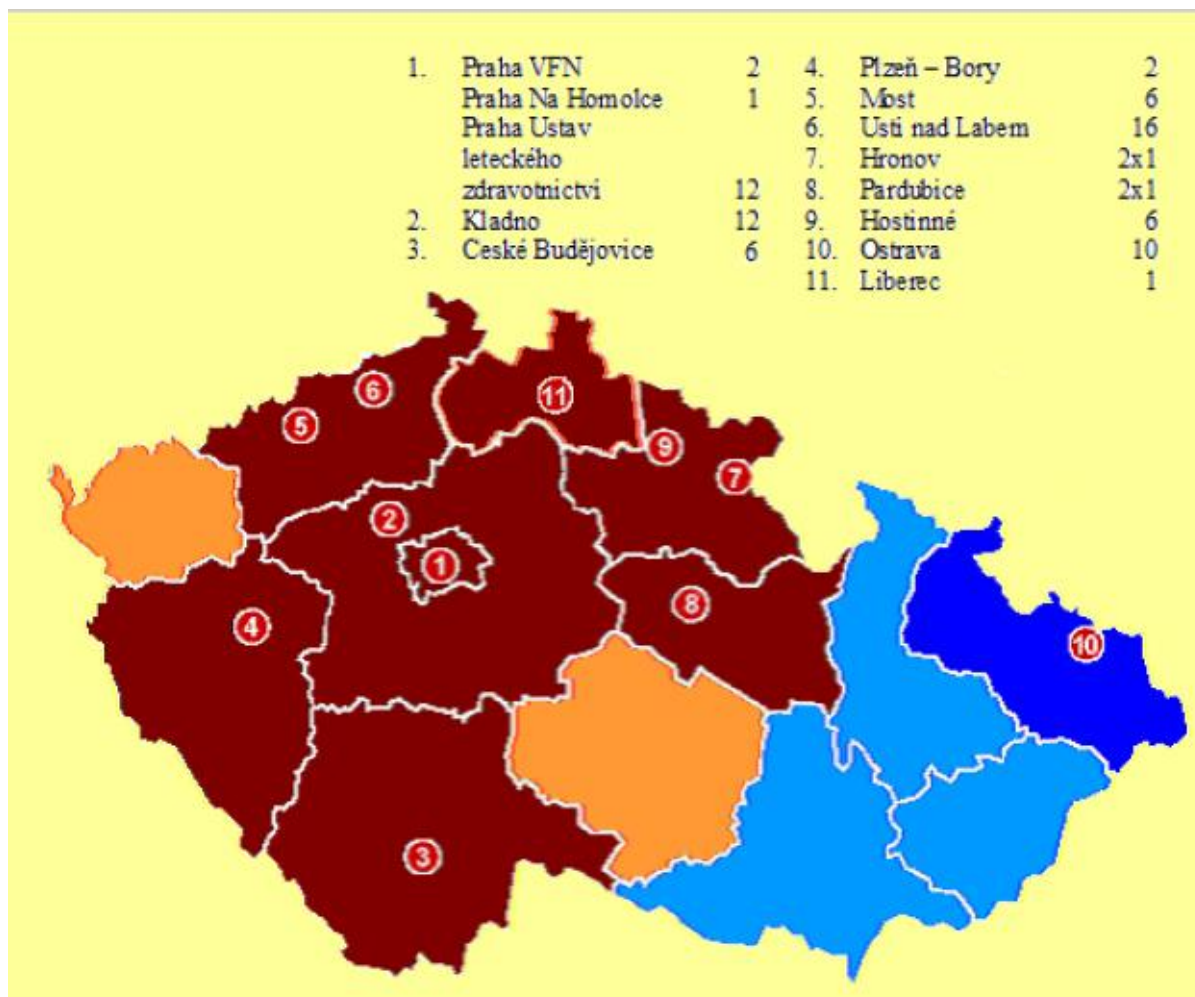
## 6 PŘÍLOHY

Příloha A Postup při potápěčské nehodě (ČSHLM, 2011)



1. Vyšetření		Zaznamenej čas jednotlivých vyšetření, vyšetření opakuj každých 30 až 60 minut	2. Vyšetření	
<input type="text"/>			<input type="text"/>	
Ano	Ne	<b>1. Orientace</b> [zvláště důležité vyšetření]	Ano	Ne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zná potápěč své jméno a svůj věk?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ví potápěč, kde se nachází?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ví potápěč aktuální čas a datum (reálný odhad vzhledem k situaci)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ano	Ne	<b>2. Oči</b>	Ano	Ne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ukaž 2× až 3× rozdílné počty prstů. Spočítá je potápěč správně?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dokáže potápěč identifikovat vzdálené objekty? (Nenosí brýle?)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	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?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Jsou zornice (panenky) obou očí stejně velké?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ano	Ne	<b>3. Obličej</b>	Ano	Ne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Potápěč se pokusí zapískat. Stahují se obě strany obličeje stejně (stejně sevření rtů)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Potápěč stiskne zuby k sobě. Jsou oba žvýkací svaly stejně napjaty?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Potápěče se zavřenýma očima se jemně dotýkej čela a tváře. Je citlivost oboustranně stejná?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ano	Ne	<b>4. Sluch</b>	Ano	Ne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50 cm od ucha tři ukazovák o palec. Vyzkoušej obě uši vícekrát. Během vyšetření musí být ticho (vyzkoušej, jak slyšíš sám).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ano	Ne	<b>5. Polykací reflex</b>	Ano	Ne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nech potápěče polknout. Pohybuje se ohryzek nahoru a dolů?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ano	Ne	<b>6. Jazyk</b>	Ano	Ne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nech potápěče vypláznout jazyk. Sleduj, zda je ve středu, bez toho aby špička se uchýlovala napravo nebo nalevo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ano	Ne	<b>7. Svalová síla</b> [zvláště důležité vyšetření]	Ano	Ne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zjistí, zda potápěč může oběma rameny hýbat, když na ně shora tlačíš a zda vyvine v obou ramenech stejnou sílu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	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.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vyzkoušej, zda potápěč dokáže v leže zvednout obě dolní končetiny od podložky rovnoměrně a zda je chvíli udrží ve vzduchu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ano	Ne	<b>8. Zjištění citlivosti</b>	Ano	Ne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	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.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ano	Ne	<b>9. Rovnováha a koordinace</b> [zvláště důležité vyšetření]	Ano	Ne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	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.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Potápěč má ruce předpažené a oči zavřené. Poté se ukazovákem jedné a pak druhé ruky pokusí dotknout špičky svého nosu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	V leže na zádech potápěč patou jedné nohy táhne po holeni druhé nohy od kolena dolu. Zkoušku provede postupně oběma nohama.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>10. Další poznámky a postřehy</b>				

Příloha C – Přehled léčebných center hyperbarické oxygenoterapie na území ČR (ČSHLM, 2022)



Příloha D – Symptomatologie narkotického efektu dusíku ve stlačeném vzduchu dýchaném v různých hloubkových pásmech (Novomeský, 2013, 127 s.)

Hloubka	Klinické příznaky
30 m	Mírná euforie, diskrétně opožděná odpověď na vizuální i akustické stimuly. Logický úsudek a okamžitá paměť jsou postiženy méně než motorická koordinace
40 m	Zvýšená sebedůvěra při snížené kritičnosti. Stav připomínající alkoholickou ebrietu. Povznesená nálada, bezdůvodné exploze smíchu. Utkvělé myšlení, chyby v racionálním úsudku. Prodloužená reakční doba na zrakové nebo sluchové podněty. Už evidentní poruchy motorické koordinace u jemnějších pohybů
50 m	Výrazné poruchy a chyby v úsudku, chyby v matematických výpočtech. Spavost, jindy zvýšená hovornost, hluchý verbální projev. Závažnější poruchy sensorické percepce (momentové „flash“ halucinace, obvykle vizuální). Výraznější poruchy motorické koordinace, krátkodobé poruchy posturální stability
60 m	Celkový útlum s výrazným prodloužením reakční doby, exploze nekontrovaného smíchu, někdy až hysterického. Významně narušená motorická koordinace (neharmonické, trhavé pohyby končetin), zapominání naučených úkonů, lhostejnost k osobní situaci (vypadnutí náustku dýchacího přístroje z úst bez adekvátní reakce apod.). Zpomalené dýchání
70 m	Těžké narušení intelektuální výkonnosti. Spavost, malátnost, apatie, nezájem o situaci, závažné narušení schopnosti koncentrace i na jednoduché úkoly. Možné agresivní chování vůči okolí. Někdy vertigo bez nauzey
80–120 m	Značné časové opoždění reakcí na zrakové, sluchové i taktilní stimuly. Rozpad schopnosti praktické aktivity a úsudku. Výpadky paměti, mentální abnormality. Zmatenost, někdy záchvaty zuřivosti. Totální ztráta intelektuálních kapacit. Někdy ataky těžkých halucinací (jako při halucinogenních drogách). Těžké zrakové poruchy až náhlá ztráta zraku (reverzibilní). Zpomalení motorické aktivity, pasivní vznášení se ve vodě (stupor), obnubilace až pomalá ztráta vědomí (potápěč v hloubce „usne“). Jindy náhlá ztráta vědomí ( <i>deep-water black out</i> ), sekundární utonutí