

OBSAH

PREDHOVOR	13
ZOZNAM SKRATIEK	16
1. HISTÓRIA PRENIKANIA ČLOVEKA POD HLADINU VODY	19
1.1. Prvé experimenty	21
1.2. Potápačský skafander	22
1.3. Potápačský dýchací prístroj	23
1.3.1. Potápačský dýchací prístroj s otvoreným dýchacím okruhom	23
1.3.2. Potápačský dýchací prístroj s uzatvoreným dýchacím okruhom	27
1.4. Potápači v boji	28
1.5. Pevný (normobarický) potápačský skafander	30
1.6. Hĺbkové potápanie	31
1.7. Dlhodobé pobyty človeka pod vodou	32
1.8. Dýchanie kvapaliny	33
2. POTÁPANIE V APNOE	37
2.1. Potápanie v apnoe do malých hĺbok.....	40
2.1.1. Posthyperventilačná hypoxická synkopa	40
2.2. Potápanie v apnoe do stredných hĺbok	42
2.2.1. Syndróm taravana	42
2.3. Potápanie v apnoe do veľkých hĺbok	44
2.3.1. Fyziologické aspekty hĺbkového nádychového potápania	46
2.3.1.1. Predponorové respiračné manévry	46
2.3.1.2. Zadržanie dychu (voluntárne apnoe)	47
2.3.1.3. Kompenzácia tlaku v paranazálnych a stredoušných dutinách	48
2.3.1.4. Ponárací reflex (<i>diving response</i>)	48
2.3.1.5. Kompresia hrudníka	49
2.3.1.6. Vztlakové fázy hĺbkového nádychového ponoru	50
2.3.2. Patofyziologické aspekty hĺbkového nádychového potápania	51
2.3.2.1. Hypoxická synkopa pri vynáraní	51
2.3.2.2. Strata motorickej kontroly pri nádychovom potápaní	51
2.3.2.3. Dusíková narkóza pri nádychovom potápaní	51
2.3.2.4. Dekompresná choroba pri hĺbkovom nádychovom potápaní	52
2.4. Hĺbkové potápanie morských cicavcov	53
3. TECHNICKO-MEDICÍNSKE ASPEKTY SÚDOBÝCH SMEROV A TECHNOLÓGIÍ POTÁPANIA	57
3.1. Potápanie ako voľnočasová aktivita	59
3.1.1. Rekreačné potápanie s dýchacím prístrojom	60
3.1.1.1. Potápačská maska	60
3.1.1.2. Potápačské plutvy	61
3.1.1.3. Potápačský neoprénový (mokrý) oblek	62
3.1.1.4. Potápačský vodotesný (suchý) oblek	62
3.1.1.5. Dýchací prístroj s otvoreným dýchacím okruhom	64
3.1.1.6. Nafukovací kompenzátor vztlatku	67

3.1.1.7. Záťažové systémy	68
3.1.1.8. Osobný dekompresný počítač	68
3.1.2. Technické potápanie	69
3.1.2.1. Technické potápanie s otvoreným dýchacím okruhom	70
3.1.2.2. Technické potápanie s obehovými dýchacími prístrojmi	73
3.1.2.3. Obehové dýchacie prístroje s polouzatvoreným dýchacím okruhom	74
3.1.2.4. Obehové dýchacie prístroje s uzatvoreným dýchacím okruhom	75
3.2. Potápanie ako profesia	78
3.2.1. Komerčné (pracovné) potápanie	78
3.2.1.1. Saturačné potápanie	80
3.2.2. Potápanie v policajných, hasičských a záchranných zboroch	82
3.2.3. Potápanie v ozbrojených silách	84
4. ZÁKLADNÉ FYZIKÁLNE POJMY V POTÁPAČSKEJ MEDICÍNE	89
4.1. Kvapaliny a plyny	91
4.2. Voda	92
4.2.1. Voda v ľudskom tele	93
4.3. Tlak	94
4.3.1. Atmosférický tlak	94
4.3.2. Hydrostatický tlak	94
4.3.3. Celkový (absolútny) tlak	95
4.4. Archimedov zákon	96
4.5. Stavová rovnica plynov v potápačskej praxi	97
4.5.1. Izotermický dej (Boyleho–Mariottov zákon)	98
4.5.2. Izochorický dej (Charlesov zákon)	99
4.5.3. Izobarický dej (Gay-Lussacov zákon)	100
4.5.4. Adiabatický (izoentropický) dej	100
4.5.5. Skrtenie plynov	101
4.6. Daltonov zákon	102
4.7. Henryho zákon	103
4.8. Fickov zákon	104
5. ZMENY ZMYSLOVÉHO VNÍMANIA POD VODOU	107
5.1. Zmeny zrakového vnímania	109
5.1.1. Korekcia refrakčných chýb oka pri potápaní	111
5.2. Zmeny sluchového vnímania	111
5.3. Zmeny chemických zmyslov	113
5.3.1. Čuch	113
5.3.2. Chuť	113
5.4. Zmeny somatických zmyslov	114
5.4.1. Exteroceptívna citlivosť	114
5.4.2. Proprioceptívna citlivosť, vnímanie polohy	115
6. DÝCHANIE PLYNOV V HYPERBARICKÝCH PODMIENKACH	117
6.1. Osobitosti dýchania pod vodou	119
6.2. Dusík	124
6.2.1. Dusík v potápačskej praxi	125
6.2.1.1. Narkotický efekt dusíka	125
6.2.1.2. Dusík ako inertný plyn v saturačných procesoch	129
6.3. Kyslík	129
6.3.1. Chemicky viazaný kyslík v krvi	129
6.3.2. Fyzikálne rozpustený kyslík v krvi	131
6.3.3. Kyslík v potápačskej praxi	131
6.3.4. Hypoxia	133
6.3.4.1. Hypoxická hypoxia	133
6.3.4.2. Anemická hypoxia	133
6.3.4.3. Histotoxická hypoxia	134
6.3.4.4. Stagnačná hypoxia	134
6.3.4.5. Príznaky hypoxie pod vodou	134
6.3.5. Hyperoxia	135

6.3.5.1. Akútna intoxikácia kyslíkom (neurologická forma kyslíkovej toxickosti)	135
6.3.5.2. Patofyziológia akútnej intoxikácie kyslíkom	137
6.3.5.3. Efekt odňatia kyslíka	139
6.3.5.4. Chronická intoxikácia kyslíkom (pulmonálna forma kyslíkovej toxickosti)	140
6.3.5.5. Patomorfologické zmeny pľúcneho tkaniva	142
6.3.5.6. Myopia indukovaná hyperoxiou	143
6.3.5.7. Iné oftalmologické poruchy	143
6.3.5.8. Stredoušný kyslíkový absorpčný syndróm (SKAS, kyslíkové ucho, <i>oxygen ear</i>)	143
6.3.5.9. Faktory modifikujúce toxický efekt kyslíka	145
6.3.5.10. Kyslík v korozívnych procesoch	145
6.4. Argón	146
6.4.1. Argón v potápačskej praxi	146
6.5. Oxid uhličitý	147
6.5.1. Oxid uhličitý v potápačskej praxi	147
6.5.1.1. Hypokapnia	147
6.5.1.2. Hyperkapnia	148
6.5.1.3. Akútna hyperkapnia	149
6.5.1.4. Chronická hyperkapnia	149
6.5.1.5. Prevencia vzniku hyperkapnie v potápačskej praxi	150
6.6. Neón	151
6.6.1. Neón v potápačskej praxi	151
6.7. Hélium	152
6.7.1. Hélium v potápačskej praxi	152
6.7.2. Nervový syndróm vysokého tlaku	153
6.8. Kryptón	154
6.9. Vodík	154
6.9.1. Vodík v potápačskej praxi	155
6.10. Primesi a nečistoty vo vdychovanom vzduchu	155
6.10.1. Oxid uhoľnatý	155
6.10.1.1. Oxid uhoľnatý v potápačskej praxi	155
6.10.1.2. Patofyziológia intoxikácie oxidom uhoľnatým pri potápaní	156
6.10.1.3. Klinické príznaky intoxikácie oxidom uhoľnatým u potápača	157
6.10.2. Iné kontaminanty vdychovaného vzduchu	157
7. POŠKODENIE ORGANIZMU PRIAMYM ÚČINKOM TLAKU	163
7.1. Pôsobenie tlaku na dutinové systémy tela	165
7.2. Barotraumy spôsobené podtlakom	166
7.2.1. Prinosové (paranasálne) dutiny	167
7.2.1.1. Podtlaková barotrauma prinosových dutín	167
7.2.1.2. Technika kompenzácie tlaku v prinosových dutinách	168
7.2.2. Sluchový systém	168
7.2.2.1. Podtlaková barotrauma vonkajšieho zvukovodu	170
7.2.2.2. Podtlaková barotrauma stredoušnej dutiny	172
7.2.2.3. Technika kompenzácie tlaku v stredoušných dutinách	176
7.2.2.4. Podtlaková barotrauma vnútorného ucha	177
7.2.3. Dýchací systém	178
7.2.3.1. Podtlaková barotrauma dolných dýchacích ciest	180
7.2.3.2. Podtlaková barotrauma pľúc	180
7.2.4. Tráviaci systém	181
7.2.4.1. Pôsobenie podtlaku na žalúdok	181
7.2.4.2. Pôsobenie podtlaku na črevný systém	182
7.2.5. Podtlaková barotrauma spôsobená potápačskou maskou	182
7.2.6. Podtlaková barotrauma spôsobená vodotesným (suchým) potápačským oblekom	183
7.3. Barotraumy spôsobené pretlakom	184
7.3.1. Pretlaková barotrauma prinosových dutín	184
7.3.2. Pretlaková barotrauma stredoušných dutín	185
7.3.3. Alternobarické vertigo	185
7.3.4. Pretlaková barotrauma vnútorného ucha	187
7.3.5. Poškodenie dýchacích ciest pretlakom	187
7.3.6. Pretlaková barotrauma pľúc	187

7.3.6.1. Artérová plynová embólia	191
7.8.6.2. Pneumotorax	194
7.8.6.3. Mediastinálny a subkutánný emfyzém	195
7.3.7. Pretlaková barotrauma žalúdka	196
7.3.8. Pretlaková barotrauma črevného systému	197
7.3.9. Pretlaková barotrauma zubov	197
7.3.10. Pneumoencefalus	198
7.4. Pôsobenie tlaku na solídne telesá	198
8. DEKOMPRESNÁ CHOROBA POTÁPAČOV	203
8.1. Historické poznámky	205
8.2. Dekompresný stres	207
8.3. Saturácia – nasycovanie organizmu inertnými plynmi	209
8.3.1. Faktor tlaku	210
8.3.2. Faktor času	211
8.3.3. Faktor kapilarizácie	211
8.3.4. Faktor absorpcie	213
8.3.5. Polčasy syténia	213
8.3.6. Kompartment v kinetike inertných plynov	215
8.4. Desaturácia – eliminácia inertných plynov z organizmu	217
8.4.1. Reverzná saturácia	219
8.5. Vznik plynových bublín v organizme	220
8.5.1. Mikronukleácia	221
8.5.2. Kavitácia	223
8.5.3. Tribonukleácia	224
8.5.4. Izobarická kontradifúzia	224
8.6. Distribúcia plynových bublín v organizme	225
8.6.1. Autochtónne plynové bubliny	225
8.6.2. Heterochtónne plynové bubliny	226
8.6.2.1. Plynové bubliny v krvnom obehú	226
8.6.2.2. Plynové bubliny v lymfatických cievach	227
8.6.3. Pľúca a ich význam v desaturačnom procese	227
8.6.4. Otvorené <i>foramen ovale</i> a jeho význam v desaturačnom procese	229
8.7. Systémové reakcie organizmu na prítomnosť plynových bublín	233
8.8. Dekompresné stratégie	236
8.8.1. Hodnoty maximálneho tolerovaného prestýtenia	237
8.8.2. Vrodené nedosýtenie, kyslíkové okienko	238
8.8.3. Reziduálne inertné plyny v organizme	239
8.9. Dekompresné procedúry	240
8.9.1. Matematické kalkulácie dekompresných algoritmov	241
8.9.2. Dekompresné tabuľky a dekompresné kalkulátory	242
8.9.3. Osobné dekompresné počítače	245
8.9.4. Umelé plynové zmesi v dekompresných procedúrach	247
8.9.5. Biologická dekompresia	248
8.10. Praktická realizácia dekompresných procedúr	249
8.11. Patofyziológia dekompresnej choroby potápačov	251
8.11.1. Predispozičné faktory vzniku dekompresnej choroby	251
8.11.1.1. Primárne predispozičné faktory vzniku dekompresnej choroby	252
8.11.1.2. Sekundárne predispozičné faktory vzniku dekompresnej choroby	255
8.11.2. Príčiny vzniku dekompresnej choroby v potápačskej praxi	257
8.11.2.1. Chyba v dekompresnej teórii	257
8.11.2.2. Chyba v dekompresnej praxi	258
8.11.2.3. Individuálna odpoveď organizmu na dekompresný režim	259
8.12. Klasifikácia a symptomatológia dekompresnej choroby potápačov	260
8.12.1. Dekompresná choroba I. typu	260
8.12.1.1. Kožná forma dekompresnej choroby	260
8.12.1.2. Muskuloskeletálna forma dekompresnej choroby	261
8.12.1.3. Lymfatická forma dekompresnej choroby	262
8.12.1.4. Kardiálna forma dekompresnej choroby	262
8.12.1.5. Únavová forma dekompresnej choroby	262

8.12.2. Dekompresná choroba II. typu	263
8.12.2.1. Kardiopulmonálna forma dekompresnej choroby	263
8.12.2.2. Neurologická forma dekompresnej choroby	264
8.12.2.3. Menej časté formy a prejavy dekompresnej choroby	266
8.12.2.4. Manifestácia klinických príznakov dekompresnej choroby potápača	267
8.13. Terapia dekompresnej choroby potápačov	267
8.13.1. Neodkladné postupy na mieste	270
8.13.1.1. Anamnéza	270
8.13.1.2. Lekárske vyšetrenia a nálezy	271
8.13.1.3. Alternatívy ďalšieho vývoja akútnej formy dekompresnej choroby	273
8.13.2. Transport k barokomore	274
8.13.3. Pretlakové komory	274
8.13.4. Biofyzikálne princípy rekompresnej terapie potápačov	276
8.13.5. Alternatívy spôsobu rekompresnej liečby potápačov	277
8.13.5.1. Adjuvantná liečba	280
8.13.5.2. Použitie perfluorokarbónov v rekompresnej terapii	280
8.13.5.3. Zdravotná starostlivosť po ukončení rekompresnej liečby	281
8.13.6. Rekompresná liečba vo vode	281
9. NESKORÉ ZDRAVOTNÉ NÁSLEDKY POTÁPANIA	289
9.1. Neskoré následky fyzickej záťaže pri potápaní	292
9.1.1. Degeneratívne zmeny váhonosných kĺbov	292
9.1.2. Degeneratívne zmeny chrčtice	293
9.1.3. Dysfunkcia temporomandibulárneho kĺbu	294
9.2. Neskoré následky environmentálnej záťaže pri potápaní	296
9.2.1. Superficiálne infekcie kože	296
9.2.2. Zápal vonkajšieho zvukovodu	297
9.2.3. Zápal stredoušia	298
9.2.4. Chronické sínusitídy	298
9.2.5. Gastroenteritídy	298
9.3. Neskoré následky saturačnej záťaže pri potápaní	299
9.3.1. Dysbarická osteonekróza	300
9.3.1.1. Etiológia a patogenéza dysbarickej osteonekrózy	300
9.3.1.2. Patomorfológia dysbarickej osteonekrózy	302
9.3.1.3. Klinické príznaky dysbarickej osteonekrózy	302
9.3.1.4. Klasifikácia dysbarickej osteonekrózy	303
9.3.1.5. Diagnostika dysbarickej osteonekrózy	304
9.3.1.6. Možnosti terapie dysbarickej osteonekrózy	304
9.3.1.7. Prevencia vzniku dysbarickej osteonekrózy	305
9.4. Iné neskoré poruchy zdravia u potápačov	306
9.4.1. Subklinický neuropatologický deficit	306
9.4.2. Neuropsychické poruchy	306
9.4.3. Behaviorálne poruchy	307
9.4.4. Respiračné zmeny	307
9.4.5. Oftalmologické zmeny	307
9.4.6. Otorinolaryngologické zmeny	308
10. TERMOREGULÁCIA A ZMENY TELESNEJ TEPLoty PRI POTÁPANÍ	313
10.1. Základy termiky pre potápačskú prax	315
10.2. Fyziológia termoregulácie	316
10.2.1. Fyziologické termoregulačné mechanizmy	316
10.2.1.1. Centrálny termoregulačný systém	317
10.2.1.2. Centrálné termoreceptory	317
10.2.1.3. Periférne termoreceptory	317
10.3. Regulácia a korekcia výkyvov telesnej teploty	318
10.3.1. Chemická termoregulácia	318
10.3.2. Fyzikálna termoregulácia	319
10.3.2.1. Radiácia	319
10.3.2.2. Kondukcia	320
10.3.2.3. Konvekcia	320

10.3.2.4. Evaporácia	320
10.3.3. Telesné jadro a povrch tela	321
10.3.4. Anatomické oblasti kritického úniku tepla z telesného povrchu	322
10.3.4.1. Hlava a vnútroľbkový priestor	322
10.3.4.2. Slabinová oblasť a predné plochy stehien	323
10.3.4.3. Oblasť podpazušových jamiek	323
10.3.4.4. Oblasť zápästí a rúk	323
10.3.4.5. Oblasť členkov a chodidiel	324
10.4. Hypotermia v potápačskej praxi	325
10.4.1. Imerzná hypotermia	325
10.4.1.1. Štádiá hypotermie podľa doby ponorenia	325
10.4.1.2. Postimerzný kolaps	327
10.4.1.3. Individuálna variabilita chladovej tolerancie a odpovede	328
10.4.1.4. Hypotermia u potápajúcich sa žien	328
10.4.2. Respiračná hypotermia	329
10.4.3. Komplikácie hypotermie	330
10.4.4. Prevencia hypotermie pri potápaní	330
10.4.5. Terapia hypotermie potápača	332
10.4.5.1. Pasívne ohrievanie	334
10.4.5.2. Aktívne vonkajšie ohrievanie	334
10.4.5.3. Aktívne vnútorné ohrievanie	334
10.5. Hypotermia v potápačskej praxi	335
10.5.1. Akútna hypertermia	336
10.5.2. Subakútna (latentná) hypertermia	336
10.5.3. Prevencia hypertermie v potápačskej praxi	336
10.5.4. Terapia hypertermie potápača	337
11. ZDRAVOTNÁ SPÔSOBILOSŤ NA POTÁPANIE	339
11.1. Chronológia lekárskeho prehliadok potápačov	342
11.1.1. Vstupné lekárske vyšetrenie	342
11.1.2. Anamnéza potápača	342
11.1.3. Periodické hodnotenie zdravotnej spôsobilosti potápača	343
11.1.4. Periodické hĺbkové lekárske vyšetrenie komerčného potápača	343
11.1.5. Posúdenie zdravotnej spôsobilosti potápača po ochorení, úraze, dekompresnej chorobe alebo nehode pri potápaní – mimoriadna lekárska prehliadka	343
11.2. Zoznam absolútnych a relatívnych zdravotných kontraindikácií na potápanie	344
11.2.1. Choroby obehovej sústavy	344
11.2.2. Choroby dýchacej sústavy	345
11.2.3. Otorinolaryngologické ochorenia	345
11.2.4. Choroby a poruchy zraku	346
11.2.5. Choroby centrálného a periférneho nervového systému	347
11.2.6. Duševné poruchy a psychiatrické ochorenia	347
11.2.7. Choroby pohybového systému	347
11.2.8. Choroby gastrointestinálneho systému	348
11.2.9. Endokrinné a metabolické ochorenia	348
11.2.10. Choroby krvi a krvotvorných orgánov	348
11.2.11. Urogenitálne ochorenia	348
11.3. Pozmeňovanie údajov pri lekárskeho vyšetreniach potápačov	349
11.3.1. Disimulácia	349
11.3.2. Simulácia	349
11.3.3. Agravácia	350
12. POTÁPANIE DETÍ, ADOLESCENTOV A STARŠÍCH OSÔB	353
12.1. Potápanie detí a adolescentov	355
12.1.1. Vek	356
12.1.2. Psychika a intelekt	357
12.1.3. Muskuloskeletálny systém	359
12.1.4. Kardiovaskulárny systém	359
12.1.5. Respiračný systém	359
12.1.6. Kompenzácia tlaku v stredoušných dutinách	360

12.1.7. Termoregulácia	361
12.1.8. Dekompresná choroba u potápajúcich sa detí a adolescentov	361
12.2. Potápanie osôb vo vyššom veku	363
12.2.1. Psychika a intelekt	364
12.2.2. Muskuloskeletálny systém	364
12.2.3. Kardiovaskulárny systém	365
12.2.4. Respiračný systém	366
12.2.5. Termoregulácia	366
12.2.6. Dekompresná choroba u potápačov vyššieho veku	366
13. POTÁPANIE ŽIEN	369
13.1. Morfológické a funkčné osobitosti ženského organizmu	371
13.2. Vybrané medicínske aspekty posúdenia spôsobilosti ženy na potápanie	372
13.2.1. Vek	372
13.2.2. Somatický habitus	373
13.2.3. Organické zmeny venózneho systému	373
13.2.4. Urogenitálne ochorenia	374
13.2.5. Menštruácia	374
13.2.6. Antikon cepcia	375
13.2.7. Gravidita	375
13.2.8. Prsné implantáty, mastektómia	377
13.2.9. Liposukcia	378
14. FORENZNÉ ASPEKTY NEHÔD PRI POTÁPANÍ	381
14.1. Definícia a súvislosti potápačskej nehody	383
14.1.1. Poškodený subjekt nehody pri potápaní	384
14.1.2. Časový diapazón vzniku a rozvoja nehody pri potápaní	384
14.2. Faktory prežitia človeka pod vodou	385
14.2.1. Ľudské faktory potápačskej nehody	385
14.2.2. Technické faktory potápačskej nehody	386
14.2.3. Environmentálne faktory potápačskej nehody	386
14.2.4. Nebezpečné konanie potápača	386
14.2.5. Chyba potápača	386
14.2.6. Hrubé zlyhanie potápača	387
14.3. Fázy ponoru a možné príčiny nehody potápača	388
14.3.1. Kompresná fáza ponoru	388
14.3.2. Izokompresná fáza ponoru	388
14.3.3. Dekompresná fáza ponoru	389
14.4. Sociálny a ekonomický dopad potápačských nehôd	389
14.4.1. Ľahké potápačské nehody	389
14.4.2. Ťažké potápačské nehody	390
14.4.3. Smrteľné potápačské nehody	390
14.5. Metodika a organizácia vyšetrovania smrteľných nehôd potápačov	390
14.5.1. Problémové okruhy pri vyšetrovaní smrteľnej potápačskej nehody	391
14.6. Expertízne úkony pri vyšetrovaní smrteľnej nehody potápača	396
14.6.1. Súdnolekárske expertízne postupy	396
14.6.1.1. Vonkajšia obhliadka	396
14.6.1.2. Neinvazívne vyšetrovania mŕtveho pred pitvou	399
14.6.1.3. Špeciálne pitevné postupy	399
14.6.1.4. Fenomén postmortálnej desaturácie	404
14.6.1.5. Fenomén putrefaktívnej dekompresie	404
14.6.1.6. Mikroskopické (histologické) vyšetrovania	405
14.6.1.7. Chemicko-toxikologické vyšetrovania	408
14.6.2. Technické expertízne postupy	409
14.7. Expertízne výstupy – znalecké posudky	412