

OBSAH

PŘEDMLUVA	13
SEZNAM ZKRATEK	16
1. HISTORIE PRONIKÁNÍ ČLOVĚKA POD VODNÍ HLADINU	19
1.1. První experimenty	21
1.2. Potápěčský skafandr	22
1.3. Potápěčský dýchací přístroj	23
1.3.1. Potápěčský dýchací přístroj s otevřeným dýchacím okruhem	23
1.3.2. Potápěčský dýchací přístroj s uzavřeným dýchacím okruhem	27
1.4. Potápěči v boji	28
1.5. Pevný (normobarický) potápěčský skafandr	30
1.6. Hlubkové potápění	31
1.7. Dlouhodobé pobyty člověka pod vodou	32
1.8. Dýchání kapaliny	33
2. POTÁPĚNÍ V APNOE	37
2.1. Potápění v apnoe do malých hloubek	40
2.1.1. Posthyperventilační hypoxická synkopa	40
2.2. Potápění v apnoe do středních hloubek	42
2.2.1. Syndrom taravana	42
2.3. Potápění v apnoe do velkých hloubek	44
2.3.1. Fyziologické aspekty hlubkového nádechového potápění	43
2.3.1.1. Předponorové respirační manévry	46
2.3.1.2. Zadržení dechu (voluntární apnoe)	47
2.3.1.3. Kompenzace tlaku v paranazálních a středoušních dutinách	48
2.3.1.4. Potápěcí reflex (<i>diving response</i>)	48
2.3.1.5. Kompresce hrudníku	49
2.3.1.6. Vztlkové fáze hlubkového nádechového ponoru	50
2.3.2. Patofyziologické aspekty hlubkového nádechového potápění	51
2.3.2.1. Hypoxická synkopa při vynořování	51
2.3.2.2. Ziráta motorické kontroly u nádechového potápění	51
2.3.2.3. Dusíková narkóza u nádechového potápění	51
2.3.2.4. Dekompresní nemoc u hlubkového nádechového potápění	52
2.4. Hlubkové potápění mořských savců	53
3. TECHNICKO-MEDICÍNSKÉ ASPEKTY SOUDOBYCH SMĚRŮ A TECHNOLOGIÍ POTÁPĚNÍ	57
3.1. Potápění jako volnočasová aktivita	59
3.1.1. Rekreační potápění s dýchacím přístrojem	60
3.1.1.1. Potápěčská maska	60
3.1.1.2. Potápěčské ploutve	61
3.1.1.3. Potápěčský neoprénový (mokrý) oblek	62
3.1.1.4. Potápěčský vodotěsný (suchý) oblek	62
3.1.1.5. Dýchací přístroj s otevřeným dýchacím okruhem	64
3.1.1.6. Nafukovací kompenzátor vztlaku	67

3.1.1.7 Záléžové systémy	68
3.1.1.8. Osobní dekompresní počítač	68
3.1.2. Technické potápění	69
3.1.2.1. Technické potápění s otevřeným dýchacím okruhem	70
3.1.2.2. Technické potápění s oběhovými dýchacími přístroji	73
3.1.2.3. Oběhové dýchací přístroje s polouzavřeným dýchacím okruhem	74
3.1.2.4. Oběhové dýchací přístroje s uzavřeným dýchacím okruhem	75
3.2. Potápění jako profese	78
3.2.1. Komerční (pracovní) potápění	78
3.2.1.1. Saturační potápění	80
3.2.2. Potápění v poštovních, hasičských a záchranných sborech	82
3.2.3. Potápění v ozbrojených silách	84
4. ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNÍ POJMY V POTÁPĚČSKÉ MEDICINĚ	89
4.1. Kapaliny a plyny	91
4.2. Voda	92
4.2.1. Voda v lidském těle	93
4.3. Tlak	94
4.3.1. Atmosférický tlak	94
4.3.2. Hydrostatický tlak	94
4.3.3. Celkový (absolutní) tlak	95
4.4. Archimédův zákon	96
4.5. Stavová rovnice plynů v potápěčské praxi	97
4.5.1. Izotermický děj (Boyleho–Mariottův zákon)	98
4.5.2. Izochorický děj (Charlesův zákon)	99
4.5.3. Izobarický děj (Gay-Lussacův zákon)	100
4.5.4. Adiabatický (izentropický) děj	100
4.5.5. Škrčení plynů	101
4.6. Daltonův zákon	102
4.7. Henryho zákon	103
4.8. Fickův zákon	104
5. ZMĚNY SMYSLOVÉHO VNÍMÁNÍ POD VODOU	107
5.1. Změny zrakového vnímání	109
5.1.1. Korekce refrakčních vad oka při potápění	111
5.2. Změny sluchového vnímání	111
5.3. Změny chemických smyslů	113
5.3.1. Čich	113
5.3.2. Chut	113
5.4. Změny somatických smyslů	114
5.4.1. Exteroceptivní citlivost	114
5.4.2. Proprioceptivní citlivost, vnímání polohy	115
6. DÝCHÁNÍ PLYNŮ V HYPERBARICKÝCH PODMÍNKÁCH	117
6.1. Zvláštnosti dýchání pod vodou	119
6.2. Dusík	124
6.2.1. Dusík v potápěčské praxi	125
6.2.1.1. Narkotický efekt dusíku	125
6.2.1.2. Dusík jako inertní plyn v saturačních procesech	129
6.3. Kyslík	129
6.3.1. Chemicky vázaný kyslík v krvi	129
6.3.2. Fyzikálně rozpuštěný kyslík v krvi	131
6.3.3. Kyslík v potápěčské praxi	131
6.3.4. Hypoxie	133
6.3.4.1. Hypoxická hypoxie	133
6.3.4.2. Anemická hypoxie	133
6.3.4.3. Histotoxická hypoxie	134
6.3.4.4. Stagnační hypoxie	134
6.3.4.5. Příznaky hypoxie pod vodou	134
6.3.5. Hyperoxie	135

6.3.5.1. Akutní intoxikace kyslíkem (neurologická forma kyslíkové toxicity)	135
6.3.5.2. Patofyziologie akutní intoxikace kyslíkem	137
6.3.5.3. Efekt odnětí kyslíku (<i>off-effect</i>)	139
6.3.5.4. Chronická intoxikace kyslíkem (pulmonální forma kyslíkové toxicity)	140
6.3.5.5. Patomorfologické změny plicní tkáně	142
6.3.5.6. Hyperoxií indukovaná myopie	143
6.3.5.7. Jiné oftalmologické poruchy	143
6.3.5.8. Středoušní kyslíkový absorpční syndrom (SKAS, kyslíkové ucho, oxygen ear) ..	143
6.3.5.9. Faktory modifikující toxický efekt kyslíku	145
6.3.5.10. Kyslík v procesech koroze	145
6.4. Argon	146
6.4.1. Argon v potápěčské praxi	146
6.5. Oxid uhličitý	147
6.5.1. Oxid uhličitý v potápěčské praxi	147
6.5.1.1. Hypokapnie	147
6.5.1.2. Hyperkapnie	148
6.5.1.3. Akutní hyperkapnie	149
6.5.1.4. Chronická hyperkapnie	149
6.5.1.5. Prevence vzniku hyperkapnie v potápěčské praxi	150
6.6. Neon	151
6.6.1. Neon v potápěčské praxi	151
6.7. Helium	152
6.7.1. Helium v potápěčské praxi	152
6.7.2. Nervový syndrom vysokého tlaku	153
6.8. Krypton	154
6.9. Vodík	154
6.9.1. Vodík v potápěčské praxi	155
6.10. Příměsi a nečistoty ve vdechovaném vzduchu	155
6.10.1. Oxid uhelnatý	155
6.10.1.1. Oxid uhelnatý v potápěčské praxi	155
6.10.1.2. Patofyziologie intoxikace oxidem uhelnatým při potápění	156
6.10.1.3. Klinické příznaky intoxikace oxidem uhelnatým u potápěče	157
6.10.2. Další kontaminanty vdechovaného vzduchu	157
7. POŠKOZENÍ ORGANIZMU PŘÍMÝM ÚČINKEM TLAKU	163
7.1. Působení tlaku na dutinnové systémy těla	165
7.2. Barotrauma způsobená podtlakem	166
7.2.1. Vedlejší nosní (paranasální) dutiny	167
7.2.1.1. Podtlakové barotrauma vedlejších nosních dutin	167
7.2.1.2. Technika kompenzace tlaku ve vedlejších nosních dutinách	168
7.2.2. Sluchový systém	168
7.2.2.1. Podtlakové barotrauma vnějšího zvukovodu	170
7.2.2.2. Podtlakové barotrauma středoušní dutiny	172
7.2.2.3. Technika kompenzace tlaku ve středoušních dutinách	176
7.2.2.4. Podtlakové barotrauma vnitřního ucha	177
7.2.3. Dýchací systém	178
7.2.3.1. Podtlakové barotrauma dolních dýchacích cest	180
7.2.3.2. Podtlakové barotrauma plic	180
7.2.4. Trávicí systém	181
7.2.4.1. Působení podtlaku na žaludek	181
7.2.4.2. Působení podtlaku na střevní trakt	182
7.2.5. Podtlakové barotrauma způsobené potápěčskou maskou	182
7.2.6. Podtlakové barotrauma způsobené vodotěsným (suchým) potápěčským oblekem ..	183
7.3. Barotrauma způsobená přetlakem	184
7.3.1. Přetlakové barotrauma vedlejších nosních dutin	184
7.3.2. Přetlakové barotrauma středoušních dutin	185
7.3.3. Alternobarické vertigo	185
7.3.4. Přetlakové barotrauma vnitřního ucha	187
7.3.5. Poškození dýchacích cest přetlakem	187
7.3.6. Přetlakové barotrauma plic	187

7.3.6.1. Arteriální plynová embolie	191
7.3.6.2. Pneumotorax	194
7.3.6.3. Mediastinální a subkutánní emfyzém	195
7.3.7. Přetlakové barotrauma žaludku	196
7.3.8. Přetlakové barotrauma střevního traktu	197
7.3.9. Přetlakové barotrauma zubů	197
7.3.10. Pneumorefalus	198
7.4. Působení tlaku na solidní tkáň	198
8. DEKOMPRESNÍ NEMOC POTÁPĚČŮ	203
8.1. Historické poznámky	205
8.2. Dekompresní stres	207
8.3. Saturace – nasycování organismu inertními plyny	209
8.3.1. Faktor tlaku	210
8.3.2. Faktor času	211
8.3.3. Faktor kapilarizace	211
8.3.4. Faktor absorpce	213
8.3.5. Poločasy syčení	213
8.3.6. Kompartment v kinetice inertních plynů	215
8.4. Desaturace – eliminace inertních plynů z organismu	217
8.4.1. Reverzní saturace	219
8.5. Vznik plynových bublin v organismu	220
8.5.1. Mikronukleace	221
8.5.2. Kavítace	223
8.5.3. Tribonukleace	224
8.5.4. Izobarická kontraktace	224
8.6. Distribuce plynových bublin v organismu	225
8.6.1. Autochtovní plynové bubliny	225
8.6.2. Heterochtonní plynové bubliny	226
8.6.2.1. Plynové bubliny v krevním oběhu	226
8.6.2.2. Plynové bubliny v lymfatických cévách	227
8.6.3. Plíce a jejich význam v desaturačním procesu	227
8.6.4. Otevřené <i>foramen ovale</i> a jeho význam v desaturačním procesu	229
8.7. Systémové reakce organismu na přítomnost plynových bublin	233
8.8. Dekompresní strategie	236
8.8.1. Hodnoty maximálního tolerovaného přesycení	237
8.8.2. Vrozené nedosycení, kyslíkové okénko	238
8.8.3. Reziduální inertní plyny v organismu	239
8.9. Dekompresní procedury	240
8.9.1. Matematické kalkulace dekompressionních algoritmů	241
8.9.2. Dekompresní tabulky a dekompressionní kalkulátory	242
8.9.3. Osobní dekompressionní počítače	245
8.9.4. Umělé plynové směsi v dekompressionních procedurách	247
8.9.5. Biologická dekomprese	248
8.10. Praktická realizace dekompressionních procedur	249
8.11. Patofyziologie dekompressionní nemoci potápěčů	251
8.11.1. Predispoziční faktory vzniku dekompressionní nemoci	251
8.11.1.1. Primární predispoziční faktory vzniku dekompressionní nemoci	252
8.11.1.2. Sekundární predispoziční faktory vzniku dekompressionní nemoci	255
8.11.2. Příčiny vzniku dekompressionní nemoci v potápěčské praxi	257
8.11.2.1. Chyba v dekompressionní teorii	257
8.11.2.2. Chyba v dekompressionní praxi	258
8.11.2.3. Individuální odpověď organismu na dekompressionní režim	259
8.12. Klasifikace a symptomatologie dekompressionní nemoci potápěčů	260
8.12.1. Dekompressionní nemoc I. typu	260
8.12.1.1. Kožní forma dekompressionní nemoci	260
8.12.1.2. Muskuloskeletální forma dekompressionní nemoci	261
8.12.1.3. Lymfatická forma dekompressionní nemoci	262
8.12.1.4. Kardiální forma dekompressionní nemoci	262
8.12.1.5. Únavová forma dekompressionní nemoci	262

8.12.2. Dekompresní nemoc II. typu	263
8.12.2.1. Kardiopulmonální forma dekompresní nemoci	263
8.12.2.2. Neurologická forma dekompresní nemoci	264
8.12.2.3. Méně časté formy a projevy dekompresní nemoci	266
8.12.2.4. Manifestace klinických příznaků dekompresní nemoci potápěče	267
8.13. Terapie dekompresní nemoci potápěčů	267
8.13.1. Neodkladné postupy na místě	270
8.13.1.1. Anamnéza	270
8.13.1.2. Lékařská vyšetření a nálezy	271
8.13.1.3. Alternativy dalšího vývoje akutní formy dekompresní nemoci	273
8.13.2. Transport k barokomoře	274
8.13.3. Přetlakové komory	274
8.13.4. Biofyzikální principy rekompresní terapie potápěčů	276
8.13.5. Alternativy způsobu rekompresní léčby potápěčů	277
8.13.5.1. Adjuvantní léčba	280
8.13.5.2. Použití perfluorokarbonů v rekompresní terapii	280
8.13.5.3. Zdravotní péče po ukončení rekompresní léčby	281
8.13.6. Rekompresní léčba ve vodě	281
9. POZDNÍ ZDRAVOTNÍ NÁSLEDKY POTÁPĚNÍ	289
9.1. Pozdní následky fyzické zátěže při potápění	292
9.1.1. Degenerativní změny váhonosných kloubů	292
9.1.2. Degenerativní změny páteře	293
9.1.3. Dysfunkce temporomandibulárního kloubu	294
9.2. Pozdní následky environmentální zátěže při potápění	296
9.2.1. Superficiální infekce kůže	296
9.2.2. Záněty vnějšího zvukovodu	297
9.2.3. Záněty středouší	298
9.2.4. Chronické sinusitidy	298
9.2.5. Gastroenteritidy	298
9.3. Pozdní následky saturační zátěže při potápění	299
9.3.1. Dysbarická osteonekróza	300
9.3.1.1. Etiologie a patogenese dysbarické osteonekrózy	300
9.3.1.2. Patomorfologie dysbarické osteonekrózy	302
9.3.1.3. Klinické příznaky dysbarické osteonekrózy	302
9.3.1.4. Klasifikace dysbarické osteonekrózy	303
9.3.1.5. Diagnostika dysbarické osteonekrózy	304
9.3.1.6. Možnosti terapie dysbarické osteonekrózy	304
9.3.1.7. Prevence vzniku dysbarické osteonekrózy	305
9.4. Jiné pozdní poruchy zdraví u potápěčů	306
9.4.1. Subklinický neuropatologický deficit	306
9.4.2. Neuropsychické poruchy	306
9.4.3. Behaviorální poruchy	307
9.4.4. Respirační změny	307
9.4.5. Oftalmologické změny	307
9.4.6. Otorinolaryngologické změny	308
10. TERMOREGULACE A ZMĚNY TĚLESNÉ TEPLoty PŘI POTÁPĚNÍ	313
10.1. Základy termiky pro potápěčskou praxi	315
10.2. Fyziologie termoregulace	316
10.2.1. Fyziologické termoregulační mechanismy	316
10.2.1.1. Centrální termoregulační systém	317
10.2.1.2. Centrální termoreceptory	317
10.2.1.3. Periferní termoreceptory	317
10.3. Regulace a korekce výkyvů tělesné teploty	318
10.3.1. Chemická termoregulace	318
10.3.2. Fyzikální termoregulace	319
10.3.2.1. Radiace	319
10.3.2.2. Kondukce	320
10.3.2.3. Konvekce	320

10.3.2.4. Evaporace	320
10.3.3. Tělesné jádro a povrch těla	321
10.3.4. Anatomické oblasti kritického úniku tepla z tělesného povrchu	322
10.3.4.1. Hlava a nitrolebeční prostor	322
10.3.4.2. Oblast slabín a přední plochy stehen	323
10.3.4.3. Oblast podpažních jamek	323
10.3.4.4. Oblast zápěstí a rukou	323
10.3.4.5. Oblast kotníků a chodidel	324
10.4. Hypotermie v potápěčské praxi	325
10.4.1. Imerzní hypotermie	325
10.4.1.1. Stadia hypotermie podle doby ponoření	325
10.4.1.2. Postimerzní kolaps	327
10.4.1.3. Individuální variabilita chladové tolerance a odpovědi	328
10.4.1.4. Hypotermie u potápějících se žen	328
10.4.2. Respirační hypotermie	329
10.4.3. Komplikace hypotermie	330
10.4.4. Prevence hypotermie při potápění	330
10.4.5. Terapie hypotermie potápěče	332
10.4.5.1. Pasivní ohřívání	334
10.4.5.2. Aktivní vnější ohřívání	334
10.4.5.3. Aktivní vnitřní ohřívání	334
10.5. Hypertermie v potápěčské praxi	335
10.5.1. Akutní hypertermie	336
10.5.2. Subakutní (latentní) hypertermie	336
10.5.3. Prevence hypertermie v potápěčské praxi	336
10.5.4. Terapie hypertermie potápěče	337
11. ZDRAVOTNÍ ZPŮSOBILOST K POTÁPĚNÍ	339
11.1. Chronologie lékařských prohlídek potápěčů	342
11.1.1. Vstupní lékařské vyšetření	342
11.1.2. Anamnéza potápěče	342
11.1.3. Periodické hodnocení zdravotní způsobilosti potápěče	343
11.1.4. Periodické hloubkové lékařské vyšetření komerčního potápěče	343
11.1.5. Posouzení zdravotní způsobilosti potápěče po nemoci, úraze, dekompresní nemoci nebo nehodě při potápění – mimořádná lékařská prohlídka	343
11.2. Seznam absolutních a relativních zdravotních kontraindikací pro potápění	344
11.2.1. Nemoci oběhové soustavy	344
11.2.2. Nemoci dýchací soustavy	345
11.2.3. Otorinolaryngologická onemocnění	345
11.2.4. Nemoci a poruchy zraku	346
11.2.5. Nemoci centrálního a periferního nervového systému	346
11.2.6. Duševní poruchy a psychiatrická onemocnění	347
11.2.7. Nemoci pohybového aparátu	347
11.2.8. Nemoci gastrointestinálního systému	348
11.2.9. Endokrinní a metabolická onemocnění	348
11.2.10. Nemoci krve a krevetvorných orgánů	348
11.2.11. Urogenitální onemocnění	348
11.3. Pozměňování údajů při lékařských vyšetřeních potápěčů	349
11.3.1. Disimulace	349
11.3.2. Simulace	349
11.3.3. Agravace	350
12. POTÁPĚNÍ DĚTÍ, ADOLESCENTŮ A STARŠÍCH OSOB	353
12.1. Potápění dětí a adolescentů	355
12.1.1. Věk	356
12.1.2. Psychika a intelekt	357
12.1.3. Muskuloskeletální systém	359
12.1.4. Kardiovaskulární systém	359
12.1.5. Respirační systém	359
12.1.6. Kompenzace tlaku ve středoušních dutinách	360

12.1.7. Termoregulace	361
12.1.8. Dekompresní nemoc u potápějících se dětí a adolescentů	361
12. 2. Potápění osob ve vyšším věku	363
12.2.1. Psychika a intelekt	364
12.2.2. Muskuloskeletální systém	364
12.2.3. Kardiovaskulární systém	365
12.2.4. Respirační systém	366
12.2.5. Termoregulace	366
12.2.6. Dekompresní nemoc u potápěčů vyššího věku	366
13. POTÁPĚNÍ ŽEN	369
13.1. Mortologické a funkční zvláštnosti ženského organismu	371
13.2. Vybrané medicínské aspekty posouzení způsobilosti ženy pro potápění	372
13.2.1. Věk	372
13.2.2. Somatický habitus	373
13.2.3. Organické změny venózního systému	373
13.2.4. Urogenitální onemocnění	374
13.2.5. Menstruace	374
13.2.6. Antikoncepce	375
13.2.7. Gravidita	375
13.2.8. Prsní implantáty, mastektomie	377
13.2.9. Liposukce	378
14. FORENZNÍ ASPEKTY NEHOD PŘI POTÁPĚNÍ	381
14.1. Definice a souvislosti potápěčské nehody	383
14.1.1. Poškozený subjekt nehody při potápění	384
14.1.2. Časové rozmezí vzniku a rozvoje nehody při potápění	384
14.2. Faktory přežití člověka pod vodou	385
14.2.1. Lidské faktory potápěčské nehody	385
14.2.2. Technické faktory potápěčské nehody	386
14.2.3. Environmentální faktory potápěčské nehody	386
14.2.4. Nebezpečné jednání potápěče	386
14.2.5. Chyba potápěče	386
14.2.6. Hrubé selhání potápěče	387
14.3. Fáze ponoru a možné příčiny nehody potápěče	388
14.3.1. Kompresní fáze ponoru	388
14.3.2. Izokompresní fáze ponoru	388
14.3.3. Dekompresní fáze ponoru	389
14.4. Sociální a ekonomický dopad potápěčských nehod	389
14.4.1. Lehké potápěčské nehody	389
14.4.2. Těžké potápěčské nehody	390
14.4.3. Smrtelné potápěčské nehody	390
14.5. Metodika a organizace vyšetřování smrtelných nehod potápěčů	390
14.5.1. Problémové okruhy při vyšetřování smrtelné potápěčské nehody	391
14.6. Expertizní úkony při vyšetřování smrtelné nehody potápěče	396
14.6.1. Soudnělékařské expertizní postupy	396
14.6.1.1. Zevní ohledání	396
14.6.1.2. Neinvasivní vyšetření mrtvého těla před pitvou	399
14.6.1.3. Speciální pitvění postupy	399
14.6.1.4. Fenomén postmortální desaturace	404
14.6.1.5. Fenomén putrefaktivní dekomprese	404
14.6.1.6. Mikroskopická (histologická) vyšetření	405
14.6.1.7. Chemicko-toxikologická vyšetření	408
14.6.2. Technické expertizní postupy	409
14.7. Expertizní výstupy – znalecké posudky	412