

**Vysoká škola zdravotnická, o.p.s.
Praha 5**

**HYPOTERMIE A OMRZLINY
VE VYSOKOHORSKÉM PROSTŘEDÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PETR NYČ

Praha 2013

VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o.p.s. PRAHA 5

**HYPOTERMIE A OMRZLINY
VE VYSOKOHORSKÉM PROSTŘEDÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PETR NYČ

Stupeň kvalifikace: bakalář

Komise pro studijní obor: Zdravotnický záchranář

Vedoucí práce: MUDr. Kristina Höschlová

Praha 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité zdroje literatury jsem uvedl v seznamu použité literatury.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své bakalářské práce ke studijním účelům.

V Praze dne:

podpis

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval MUDr. Kristině Höschlové za odbornou pomoc během vypracování mé diplomové práce, vstřícný přístup při konzultacích a cenné rady a připomínky.

Abstrakt

NYČ, Petr. *Hypotermie a omrzliny ve vysokohorském prostředí*. Vysoká škola zdravotnická, o.p.s. Stupeň kvalifikace: Bakalář (Bc.). Vedoucí práce: MUDr. Kristina Höschlová, Praha 2013. 60 s.

Práce je tematicky zaměřena na stavy omrzlin a hypotermie ve vysokohorském prostředí. V první části je popsáno samotné prostředí vysokých hor, zvýrazněny jsou zejména rozdíly oproti normálním podmínkám, ve kterých žije většina obyvatel naší planety. První část zevrubně popisuje reakce organismu na toto nehostinné prostředí. Detailně se zaměřuje na hypotermii a omrzliny, zejména pak na jejich projevy, patofyziologii a první pomoc s případnou další terapií. Druhá část této práce prezentuje několik příkladů, kdy měli jedinci zkušenost s těmito zdravotními problémy, popisuje jejich reakce a postupy při záchranně a ošetření. Vyhodnocení vhodné léčby omrzlin v návaznosti na prezentované kasuistiky je pak popsáno v diskuzi stejně tak jako v závěru samotném.

Klíčová slova:

Hypotermie. Omrzliny. Terapie. Vysoká nadmořská výška.

Abstract

NYČ, Petr. *Hypothermia and frostbite in high altitude environment*. Medical Collage, o.p.s. Degree of qualification: Bachelor (Bc.). Tutor: MUDr. Kristina Höschlová, Prague 2013. 60 p.

The following work is focused on the occurrence of hypothermia and frostbite in high altitude environments. The report opens to a definition of 'High Mountain Environments' prior to an in depth discussion of the affects it has on human life. Specifically emphasized, are the differences between high altitude environments and the average conditions in which the majority of life on this planet thrive. The first segment of this work details typical symptoms experienced, immediate first aid and long-term therapeutic alternatives. The second portion of this work presents experiential cases in which the stories of victims suffering from hypothermia and frostbite are analyzed. Symptoms, adverse reactions, first aid procedures and therapeutic treatments are then discussed in relation to each of the aforementioned cases. Reflecting extensive research and presented casuistry, an evaluation of optimal treatments is then provided. To conclude, all findings and deductions are summarized.

Key words:

Hypothermia. Frostbite. Therapy. High Altitude.

Seznam zkratek

ARDS	acute respiratory distress syndrome (syndrom akutní respirační tísně)
BE	base exces (přebytek bázi)
DIC	disseminated intravascular coagulation (diseminovaná intravaskulární koagulace)
ECC	extracorporeal circulation (extrakorporální cirkulace)
ECMO	extracorporeal membrane oxygenation (extrakorporální membránová oxygenace)
PNP	přednemocniční péče
EKG	elektrokardiograf
i.v.	intravenózně – aplikace do žíly
KPR	kardiopulmonální resuscitace
m.n.m.	metr nad mořem
p.o.	per os - aplikace ústy
P_{atm}	atmosférický tlak
pCO₂	parciální tlak kyslíčnicku uhličitého
pO₂	parciální tlak kyslíku
r – tPA	recombinant tissue plasminogen activator (rekombinantní tkáňový aktivátor plazminogenu)
s.c.	subcutánně – aplikace pod kůži
SaO₂	saturace krve kyslíkem

Seznam použitých odborných výrazů

adheze	přilnavost
adrenalin	katecholamin
alveoly	plicní sklípky
analog	obdobá
antiarytmika	látky využívané k léčbě srdečních arytmií
apnoe	bezdeší
apnoe	zástava dechu
apnoická pauza	krátkodobá zástava dechu
areflexie	nepřítomnost reflexů
arteria carotis	krkavice, karotida, největší krční tepna
aseptický	zbavený choroboplodných zárodků
asfyxie	dušení z nedostatku vzduchu
asystolie	stav, při němž na srdci vymizí jakákoli elektrická a
mechanická	činnost
bradykardie	zpomalená srdeční akce
bronchospasmus	křeč svalstva průdušek s následným zúžením jejich průsvitu
cerebrovaskulární	cévně - mozkový
cytokin	menší signální protein, účastní se významně imunitní odpovědi
defibrilace	elektrický výboj k léčbě závažné poruchy srdečního rytmu
denaturace	znehodnocení látek
diseminovaná intravaskulární koagulace	vznik mnohočetných krevních sraženin v cévách, s vážnými následky pro celý organismus
distální	okrajový
dysartrie	porucha řeči
edém	otok
enzym	bílkovina řídící biochemické procesy v těle
epitympanické měření	měření centrální teploty v zevním zvukovodu

erythrocyt	červená krvinka
erythropoetin	látka tvořená zejména v ledvinách, která řídí tvorbu červených krvinek v kostní dřeni
excise	operativní odnětí, vyříznutí
extracelulární	vně buňky
extrasystola	srdeční stah, který přichází mimo pravidelný srdeční rytmus
extravaskulární prostor	mimo cévní prostor
fibrilace	porucha srdečního rytmu
fibrinogen	bílkovina krevní plasmy důležitá pro krevní srážení
glomerulární filtrace	tvorba prvotní moči z protékající krve v glomerulech ledviny
glykémie	hladina cukru v krvi
hematokrit	poměr mezi objemem červených krvinek a plné krve
hematologie	nauka o krvi
hemoglobin	krevní barvivo
hemokoncentrace	zahuštění krve, které vzniká v důsledku ztráty tekutiny vody z těla a cév
hyperémie	překrvení
hyperglykémie	vzrůst hladiny cukru v těla nad normální hodnoty
hyperpnoe	prohloubené dýchání
hyperventilace	zrychlené a prohloubené dýchání
hypotalamus	spodní část mozku
hypotenze	snížení krevního tlaku
hypoventilace	snížená dechová frekvence
hypovolémie	snížení tělních tekutin
hypoxická hypoxie	nedostatečné zásobení organismu kyslíkem z důvodu nedostatečného okysličení krve
intersticiium	vmezeřená tkán orgánů, tvoří jakousi “ kostru” orgánů
intracelulární	nitrobuněčný
intubace	zajištění průchodnosti dýchacích cest zavedením trubice do oblasti průdušnice

inzulin	hormon slinivky břišní, který snižuje hladinu cukru v krevním oběhu
ischémie	nedostatečné prokrvení tkáně
kardiovaskulární	týkající srdce a cév
katecholaminy	hormony produkované buňkami dřeně nadledviny
koagulační kaskáda	proces srážení krve
koagulopatie	porucha srážlivosti krve
leukocyt	bílá krvinka
mediální	střední
metabolismus	látková přeměna v živých tkáních
metakarpus	záprstí
metatarsus	nárt
mikrocirkulace	oběh tekutiny (krve, tkáňové tekutiny, lymfy) na úrovni jednotlivých tkání, nezbytný pro správnou výživu buněk
mydriáza	rozšíření zornic
myoglobin	svalová bílkovina
nekróza	odumření tkáně nebo orgánu v živém organismu
neuromuskulární	týkající se nervů a svalů
noradrenalin	jeden z katecholaminů
normotenze	normální tělesný tlak
normotermie	normální tělesná teplota
oligurie	snížené vylučování moči
oxygenace	okysličení
oxyhemoglobinová vazba	vazba mezi kyslíkem a hemoglobinem
pankreas	slinivka břišní
patofyziologie	souhrn mechanismů vedoucích od primární příčiny k vzniku a projevu nemoci
permeabilita	schopnost membrán propouštět tekutiny, propustnost
polyurie	zvýšené vylučování moči
prostacyklin	látka rozšiřující cévy, která brání adhezi krevních destiček
proximální	bližší ke středu

rektální	související s konečníkem
renální	ledvinový
repolarizace	obnovení napětí polarizace na buněčné membráně, k němuž dochází po předchozím podráždění buňky
sekvestrace	uvolnění, odloučení odumřelé tkáně (sekvestru) od živé
sputum	vykašlávaný sekret, hlen, slina, chrchel
tachykardie	zrychlená srdeční akce
tachypnoe	zvýšená dechová frekvence
termogeneze	zvyšování produkce tepla v těle teplokrevných živočichů vystavených chladu
trombocyt	krevní destička
trombocytopenie	snížené množství trombocytů (krevních destiček)
tromboplastin	enzym způsobující přeměnu protrombinu na trombin, důležitý pro srážení krve
trombóza	je děj, při kterém dochází ke sražení krve za vzniku trombu
tubulární buňka	buňka ledvin
vasokonstrikce	zúžení cév
vazodilatátor	látka rozšiřující cévy
viskozita	odpor tekutiny ke smykové deformaci, vazkost, přilnavost

Seznam Obrázků, Grafů a Tabulek

Obrázky

Obrázek 1 Rozložení povrchové teploty člověka v teplém a chladném prostředí...	24
Obrázek 2 Tělesné jádro člověka v červeném.....	24
Obrázek 3 Osbornova vlna J na EKG.....	26
Obrázek 4 Umístění termovaků na těle postiženého.....	32
Obrázek 5 Palec 1. den po omrznutí.....	39
Obrázek 6 Vznik puchýře 3. den po omrznutí.....	40
Obrázek 7 Bílo šedý palec.....	40
Obrázek 8 Začínající černání palce.....	41
Obrázek 9 Zastavení další progresse postupného černání palce.....	42
Obrázek 10 Téměř zahojený omrzlý palec.....	42
Obrázek 11 Omrzlé nohy 1. den po sestupu do základního tábora.....	44
Obrázek 12 Omrzlé prsty 5. den po omrznutí, Praha.....	45
Obrázek 13 Chirurgická úprava puchýřů, 9. Den po omrznutí.....	45
Obrázek 14 Chirurgická úprava puchýřů, 9. Den po omrznutí.....	46
Obrázek 15 Viditelná nekróza 25. den po omrznutí.....	46
Obrázek 16 Stav obou končetin 27. Den po omrznutí.....	47
Obrázek 17 Scintigrafie obou dolních končetin.....	47
Obrázek 18 Po chirurgické úpravě 90. den po omrznutí.....	48
Obrázek 19 Po chirurgické úpravě 157. den po omrznutí.....	48
Obrázek 20 Puchýře 2. den po omrznutí.....	49
Obrázek 21 Stav pravé dolní končetiny s viditelnou nekrózou tkáně 17. den po omrznutí.....	50
Obrázek 22 Stav pravé dolní končetiny 43. den po omrznutí.....	51
Obrázek 23 Stav pravé dolní končetiny 115. den po omrznutí.....	51

Grafy

Graf 1 Demonstrace After – drop syndromu po 40 minutovém pobytu ve vodě o 1.5°C při následném použití Hiblerova zábalu.....	33
--	----

Tabulky

Tabulka 1 Porovnávací tabulka Wind-chill efektu, kde T_{air} (°C) = aktuální teplota vzduchu v °C, V_{10} (km/h) = rychlost větru ve výšce 10 m.n.m. v km/h.....	19
---	----

Obsah

Úvod	16
1 Teoretická část	17
1.1 Prostředí vysokých hor	17
1.1.1 Vysoká nadmořská výška.....	17
1.1.2 Atmosférický tlak a kyslík	18
1.1.3 Teplota.....	19
1.1.4 Vlhkost vzduchu	20
1.2 Vysokohorské prostředí a lidský organismus.....	21
1.2.1 Termoregulace organismu.....	21
1.2.2 Adaptace na vysokou nadmořskou výšku	23
1.3 Hypotermie.....	25
1.3.1 Patofyziologie.....	26
1.3.2 Terapie v PNP.....	29
1.4 Omrzliny	35
1.4.1 Patofyziologie.....	35
1.4.2 Terapie omrzlin.....	36
1.5 Vliv vysoké nadmořské výšky ve spojení s hypotermií a omrzlinami	39
2 Praktická část	40
2.1 Kazuistiky	40
2.1.1 Kazuistika 1	40
2.1.2 Kazuistika 2	44
2.1.3 Kazuistika 3.....	50
2.1.4 Kazuistika 4.....	52
2.1.5 Kazuistika 5.....	54

3 Diskuze	56
Závěr	58
Použitá literatura	59

Úvod

V dnešní době již není problémem našetřit pár desítek tisíc korun a vydat se na druhý konec světa vylézt třeba na Mt. Everest. Stačí k tomu vlastně jen nebýt z chudé rodiny nebo si najít sponzory. Již dlouhou dobu je minulostí, že by se do tohoto vysokohorského prostředí vydávali jen profesionální lezci nebo místní lidé znalí tamních poměrů. Turistický ruch jen vzkvétá, spolu s ekonomikou těchto oblastí, které nabízejí snad i nespílitelné, jen aby uspokojily poptávku po skvělém dobrodružství stále vzrůstajícímu počtu turistů.

V extrémních podmínkách, přes sebelepší výbavu, ale snadno vznikne situace, po které již každý turista tolik netouží, protože ho může stát, když ne celý život, tak třeba několik prstů. Samozřejmě je to riziko, které podstupují všichni a i ti připravení a trénovaní jsou ne vždy schopni vypořádat se s nástrahami tohoto krásného byť nehostinného prostředí.

To je jeden z důvodů proč jsem si vybral toto téma. Prostředí vysokých hor oplývá nejednou nástrahou a někdy stačí relativně málo a z nádherného výletu se stává boj o přežití. Mezi tyto nástrahy patří zejména vysokohorská nemoc, která umí překvapit nejednoho zkušeného horolezce. My se však budeme zabývat více dalšími významnými aspekty tohoto prostředí a to zejména aspekty teplotními. Hypotermie a omrzliny jsou tedy stěžejním tématem celé práce. Snahou je osvětlení mechanismů, kterými tyto potíže vznikají, jaký mají průběh, jak jim lze předcházet a jak je lze léčit.

Druhá polovina mé práce je věnována praktickým zkušenostem spojeným s konkrétními jedinci, kteří prodělali různé stupně postižení omrzlinami či celkové podchlazení.

Chtěl bych tedy podrobně nastínit tuto problematiku se snahou ukázat současné optimální přístupy jak v oblasti první pomoci, tak i následné strategie specializované léčby omrzlin a hypotermie.

1 Teoretická část

1.1 Prostředí vysokých hor

1.1.1 Vysoká nadmořská výška

Nadmořská výška, jak již sám název napovídá, je svislá vzdálenost od jakéhokoliv místa na zemi k hladině obvykle nejbližšího moře. Udává se v metrech nad mořem či ve stopách nad mořem v angloamerické měrné soustavě.

Se stoupající nadmořskou výškou se mění ráz krajiny - od pro život ideálních podmínek s četnou vegetací, po království trvalého ledu a sněhu, kde vegetace pomalu mizí stejně jako vhodné podmínky k životu. Hraniční výškou je zhruba 5200 metrů nad mořem (dále jen m.n.m.). Nad touto hranicí dnes nikdo trvale nežije a ani v historii nemáme žádné důkazy se domnívat, že by někdo trvale či dočasně osídlil prostředí nad touto kótou. Nejvýše položená místa na světě obývají jihoameričtí indiáni a obyvatelé Tibetu. Tibetští lovci pravděpodobně dosahovali až šestitisícových výšek při svých loveckých výpravách za jaky a sněžnými levharty, stejně jako tamní obchodníci při překonávání vysokohorských průsmyků mezi Nepálem, Bhútánem, Indií a Tibetem. Nicméně nikdy v takovýchto výškách nezůstali trvale. Je tedy zjevné, že člověk může přežít v těchto výškách jen velmi těžko a jen po velmi krátkou dobu. Jinak řečeno, člověk je schopen trvalé adaptace pouze na výšky menší 5200m.n.m. (SALE, a další, 2011)

Nadmořskou výšku dělíme na následující výškové zóny: Nízké výšky (0 – 150m.n.m.), střední výšky (1500 – 2500m.n.m.), vysoké výšky (2500 – 3500m.n.m.), velmi vysoké výšky (3500 – 5500m.n.m.) a extrémní výšky (nad 5500m.n.m.). (POLLARD, et al., 1998)

1.1.2 Atmosférický tlak a kyslík

Atmosférický tlak, nebo také barometrický tlak (dále jen P_{atm}) je úzce spjat s problémy, kterým vysokohorští turisté a horolezci čelí. P_{atm} na hladině moře je 760 torrů, když horolezec stoupá P_{atm} se zmenšuje, jelikož se zmenšuje celková komprese vzduchu atmosférou. S každou stovkou výškových metrů se sníží P_{atm} asi o 9 torrů. P_{atm} na vrcholu Everestu je tedy ve srovnání s hladinou moře logicky menší zhruba 250 torrů. Problémy ve vysokých výškách nejsou tedy způsobeny nízkou koncentrací kyslíku ve vzduchu, ta je konstantní v celé atmosféře, nýbrž nízkou koncentrací vzduchu samotného, zaviněnou nízkým P_{atm} . (SALE, a další, 2011)

Zemská atmosféra obsahuje přibližně 21% kyslíku bez ohledu na nadmořskou výšku. Ovšem s řidnoucím vzduchem klesá i parciální tlak kyslíku (dále jen p_{O_2}). Například na úrovni moře je p_{O_2} zhruba 159 torr což je přímo úměrné 21% z celkového P_{atm} na hladině moře jež se rovná 760 torr. Z tohoto důvodu tedy můžeme vidět, že p_{O_2} ve vysokých nadmořských výškách se bude přímo úměrně zmenšovat spolu s tlakem atmosférickým. p_{O_2} na vrcholu Everestu je zhruba 48 torr, tedy zhruba o 70% méně kyslíku než na úrovni moře. (HÖSCHLOVÁ, 2009)

Další faktor, který ovlivňuje tlak vzduchu je zeměpisná poloha pohoří a teplota vzduchu. Nejstudenější vzduchová oblast naší atmosféry je překvapivě nad rovníkem a nikoliv na pólech. Je to způsobeno masou studeného vzduchu ve vyšší atmosféře, která pod sebou stlačuje teplý vzduch, jelikož masa studeného vzduchu má tendenci klesat. Tudiž pohoří blíže k rovníku bude mít větší P_{atm} ve stejné výšce než pohoří blíže k pólům. Například teoretická pozice Everestu na pólu a Everestu na rovníku by za stejné teploty vytvořila rozdíl asi 50 torrů. Z čehož vyplývá, že pokud by byl Everest posunut více na sever, bylo by o mnoho těžší jeho vrcholu dosáhnout, díky řidnoucímu vzduchu směrem k severu. (SALE, a další, 2011)

1.1.3 Teplota

S rostoucí nadmořskou výškou se mění i teplota vzduchu. Průměrně se sníží teplota o 0.65°C na 100 výškových metrů. Tento vztah však velmi záleží na ročním období a povětrnostních podmínkách dané oblasti. (LIENERT, 2009) Teplota vzduchu také ovlivňuje P_{atm} , čím tepleji tím P_{atm} stoupá. Přes zimu se tedy z velehor stávají daleko těžší cíle a to ne jen kvůli množství sněhu. Například Everest byl již mnohokrát zdolán před a po monzunu, ale je zaznamenán jen jeden zimní výstup bez podpůrného kyslíku a to šerpou Ang Rita v prosinci 1987, za velmi krásného slunečného dne. (SALE, a další, 2011)

Dalším faktorem ovlivňujícím teplotu prostředí je proudění vzduchu, nazývané též vítr. Vítr vzniká důsledkem dvou jevů. První z nich je proudění mezi rozdílnými izobary (místa v atmosféře se stejnou hodnotou tlaku), kdy se vzduch pohybuje mezi zónami s nízkým tlakem, tedy tlakovou níží a vysokým tlakem, tedy tlakovou výší. Druhým jevem je pohyb vzduchu mezi rozdílnými teplotními koeficienty, kdy se mezi sebou převalují teplý a studený vzduch. Pokud se pak tyto vzdušné proudy dostanou před překážku, například v podobě horského sedla, které pro proudící vzduch znamená jeho zhuštění, aby mohl projít skrz. Hovoříme o takzvaném „dýzovém efektu“, kdy rychlost větru několikanásobně narůstá. (LIENERT, 2009)

Tento nárůst společně s již tak studeným prostředím může způsobit velké potíže pro turisty či horolezce, protože zde dochází k takzvanému „wind-chill efektu“ kdy je pocitová teplota člověka daleko nižší než teplota pravá. Nicméně důsledky tohoto efektu jsou více než reálné. Jedná se o jednoduchý princip, kdy je mezi tělem a oblečením člověka vytvářeno jisté mikroklima, které jedince chrání před mrazem. Silný vítr v kombinaci se nízkou teplotou však toto mikroklima rozptýlí, čímž dochází k daleko větším tělesným tepelným ztrátám, jak můžeme vidět v tabulce č.1. (KUBALOVÁ, 2010)

Tabulka 1 – Porovnávací tabulka Wind-chill efektu, kde $T_{\text{air}} (^{\circ}\text{C})$ = aktuální teplota vzduchu v $^{\circ}\text{C}$, V_{10} (km/h) = rychlost větru ve výšce 10 m.n.m. v km/h

Riziko omrznutí												
Nízké riziko omrznutí pro většinu lidí												
Vzrůstající riziko omrznutí pro většinu lidí 30 minut po začátku působení												
Vysoké riziko pro většinu lidí mezi 5 až 10 minutami po začátku působení												
Vysoké riziko pro většinu lidí mezi 2 až 5 minutami po začátku působení												
Vysoké riziko pro většinu lidí do 2 minut po začátku působení												
Wind Chill (pocitová teplota) - od +5 do -20$^{\circ}\text{C}$												
$T_{\text{air}} (^{\circ}\text{C})$ V_{10} (km/h)	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
5	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
10	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
15	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66
20	1	-5	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68
25	1	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64	-70
30	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65	-72
35	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
40	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
45	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75
50	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69	-76
55	-2	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77
60	-2	-9	-16	-23	-30	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78
65	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
70	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-80
75	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80
80	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81

Zdroj: <http://www.alpy4000.cz/rady-tipy-metodika-windchill.php>

1.1.4 Vlhkost vzduchu

Vyjadřuje množství vodních par, které jsou pohlceny v ovzduší. Toto množství je závislé na teplotě vzduchu, kdy obecně platí, že teplejší vzduch je schopen absorbovat více vodních par než vzduch studený. Je tedy jasné, že se rostoucí výškou a tudíž klesající teplotou bude klesat i vlhkost vzduchu. (KAMLER, 2005)

1.2 Vysokohorské prostředí a lidský organismus

Člověk je poměrně úspěšně adaptován na prostředí v okolí hladiny moře, kde je dostatek vlhkosti, tepla a kyslíku. Do mrazivých oblastí velehor se vydáváme jen s tlustou vrstvou ošacení či dokonce s podpůrným kyslíkem. Jsou však lidé, kteří v těchto nehostinných místech reagují daleko lépe. Například etnická skupina Šerpů, žijící v dnešním Nepálu/Tibetu se téměř dokonale uzpůsobila k životu v tamních podmínkách. A to jak na vysokou nadmořskou výšku, tak na chladné podnebí. *„Nosičovi nohy nebyli zmrzlé. S ohromením jsem dokonce zjistil, že jsou na dotek teplejší než konečky mých prstů... Asi deset hodin chodil nosič s mokřýma nohama v teplotách pod bodem mrazu a ve sněhové vánici. Přesto však byly jeho nohy teplé. Došlo mi, že Šerpa využívá primitivního, leč pečlivě uzpůsobeného reflexu k záchraně končetin, nazývaného „lovecký reflex“. Snímž se setkáváme u teplotekrevných živočichů.“* (KAMLER, 2005 str. 193) Tento reflex způsobuje jakýsi kompromis mezi celkovým ochlazováním těla a záchranou končetiny před chladem. Končetina vystavená mrazu přerušovaně rozpíná a stahuje cévy, tak aby byl zachován jistý průtok krve končetinou a zároveň tělo neztratilo moc tepla. Adaptace na vysokou nadmořskou výšku spočívá u těchto jedinců ve zvýšené citlivosti organismu na nízký obsah kyslíku, zvýšené dechové frekvenci i během spánku a produkcí téměř dvojnásobku oxidu dusnatého (vazodilatátor) v plicích, než je běžné u zbytku populace, což je činní téměř imunní k vysokohorskému plicnímu edému¹. (KAMLER, 2005)

1.2.1 Termoregulace organismu

Normální tělesná teplota člověka se pohybuje v rozmezí $37 \pm 1^\circ \text{C}$. Centrum regulace tělesné teploty se nachází v zadním hypotalamu v mezimozku, kde je teplota regulována mechanismem zpětné vazby. Zadní hypotalamus spouští obranné mechanismy organismu proti chladu či zvýšené teplotě až poté, co o tomto stavu dostane informaci z centrálních termoreceptorů, které se nacházejí v míše, předním hypotalamu a podél velkých cév nebo tento impuls dostane z periferních termoreceptorů, které se nacházejí v kůži. (KUBALOVÁ, 2010)

¹ Závažná forma nemoci z výšky, která může pro pacienta bez adekvátní léčby způsobit i smrt. Může se vyskytovat ve výšce nad 2500 m.n.m.

Teplu je v lidském organismu přirozeně vytvářeno jako produkt metabolických dějů a jako důsledek svalové činnosti. Zvyšováním metabolických dějů v průběhu pohybu tedy zvyšujeme nejen spotřebu energie, ale i produkci tepla. (MOUREK, 2012)

V klidu se většina tepla tvoří ve všech metabolicky aktivních orgánech, zejména pak v játrech. Pokud je vyvíjena svalová zátěž, je většina tepla, až 70% naopak tvořena v pracujících svalech. (ZEMAN, 2006)

Teplu odchází povrchem těla různými způsoby:

1. **Kondukcí (vedením):** Jedná se o proces, kdy teplejší těleso předává teplu chladnějšímu tělesu. Velikost tepelné ztráty roste s teplotním rozdílem, dobou kontaktu a velikostí kontaktní plochy.
2. **Radiací (sáláním):** Tělo nepřetržitě vyzařuje teplu ve formě elektromagnetického záření. (MOUREK, 2012)
3. **Evaporací (odpařováním):** Jedná se o odpařování vodních par z kůže, ale také vydechování těchto par plicemi. Množství takto odvedeného tepla roste při hyperventilaci a pobytu na v suchém prostředí jako ve vysokých nadmořských výškách. Například při střední zátěži v 5500 m.n.m je ztráta tekutin až 200 ml/hod.
4. **Konvekcí (prouděním):** Tento způsob ztráty tepla mění již jednou ohřáté vrstvy vzduchu v okolí těla za chladnější, čímž se ztrácí teplu. Rychlost vedení tepla je zvětšena vlhkostí (voda má 26x větší vodivost nežli vzduch) a prouděním vzduchu (wind-chill efekt). (KUBALOVÁ, a další, 2007)

Lidský organismus se před ztrátou tepla chrání dvěma různými způsoby. Pokusí se zvětšit izolační schopnosti povrchu těla a zvýší tělesnou produkci tepla tedy termogenezi. Mezi první izolační schopnosti patří vasokonstrikce na periferii. Tělo se takto pokouší centralizovat oběh a udržet teplu v životně důležitých orgánech. Pokud je člověk vystaven chladu po dostatečně dlouhou dobu, začnou se u něho spouštět adaptační mechanismy, které zvětšují vrstvu podkožního tuku, který pak zvyšuje izolační schopnost těla. Jedním z posledních mechanismů je pak samotné chování jedince vystavenému chladu. Člověk instinktivně redukuje povrch těla vystavený mrazu schoulením se do klubíčka.

Druhý způsob vypořádání se s chladem, tedy termogeneze je zajištěna svalovou činností a třesem, ale také metabolickým zvýšením produkce tepla neboli netřesovou

termogenezí. Svalová činnost a třes sice zvyšují tvorbu tepla, ale také způsobují zvýšené prokrvení periferie, což v důsledku snižuje izolační schopnost těla. (ZEMAN, 2006)

Navíc je tento způsob dosti energeticky nevýhodný. Chladový třes způsobuje vzestup srdeční a dechové frekvence, kdy je pro ohřátí těla o 0.6 celsia nutno zvýšit spotřebu kyslíku o 360%. (KUBALOVÁ, 2010)

Oproti tomu netřesová termogeneze je termogeneticky daleko výhodnější. Je zajištěna vyplavením katecholaminů, zejména pak noradrenalinu. Tento proces probíhá zejména v hnědé tukové tkáni, která byla prokázána pouze u novorozenců. U dospělých osob se předpokládá, že podobné děje probíhají v bílé tukové tkáni či v kosterním svalstvu. Jsou prokázány i jisté další specifické adaptační procesy člověka na chlad, například Eskymáci mají o 30-40 % větší netřesový metabolismus než běžný zbytek populace. Jedna z posledních metabolických předpokladů pro vypořádání se s chladem je normoglykémie, nízká hladina glukózy totiž negativně ovlivňuje tělesnou teplotu. (ZEMAN, 2006)

1.2.2 Adaptace na vysokou nadmořskou výšku

Pokud by byl lidský organismus vystaven prudké a rychlé změně nadmořské výšky jako se tomu může stát při náhlé ztrátě tlaku v letadle, člověk by pravděpodobně ztratil vědomí během několika desítek sekund a během několika následujících minut by následovala smrt. (SALE, a další, 2011)

Lidský organismus ale dostává šanci na přizpůsobení se, dáme-li mu trochu času, aby zaktivoval příslušné adaptační mechanismy. Počátek těchto procesů začíná okolo 2400 m.n.m., kdy jsou zaznamenány první známky změn v organismu. (SLAVÍKOVÁ, 1997)

Kompenzační mechanismy organismu mají svoje omezení a tím je přibližná hranice 7000 m.n.m. Prostředí nad touto hranicí se nazývá „zóna smrti“ a většina kompenzačních mechanismů zde selhává. Jen část horolezců jsou schopna nad touto výškou operovat bez podpurného kyslíku. (HÖSCHLOVÁ, 2009)

Plicní ventilace

Jedna z prvních ochranných mechanismů organismu na zvýšení nadmořské výšky je zvýšená minutová plicní ventilace jako reakce na hypoxickou hypoxii. Ta je způsobena nižším pO_2 v ovzduší, tedy i v plicích, kde se skrze membránu mezi plicními

sklípky a kapilárami dostává kyslík do krve difusí. Jelikož difuze se probíhá na pasivní bázi, je plně závislá na rozdílu tlaku mezi oběma prostředími. Pokles tlaku tím pádem způsobuje pomalejší pronikání kyslíku do krve. V závislosti na nižším pO_2 tak klesá saturace krve kyslíkem (dále jen SaO_2), která se většinou nemění do výšky 3000m n.m. V grafu č. 1 je tento vztah znázorněn. První kompenzační mechanismus se tedy snaží dohnat kyslíkový deficit v těle zvýšením plicní ventilace na 80 – 120 l/min. Což je téměř až 10 násobek normálního dýchání v klidu. (SLAVÍKOVÁ, 1997)

Srdeční objem

Dalším kompenzačním mechanismem je zvýšení srdečního minutového objemu až do objemu 20 l/min, což odpovídá frekvenci asi 170 – 220 tepů/min. Srdce začne více pumpovat ihned po příchodu do vysoké nadmořské výšky, aby se rychleji absorboval a rozváděl přítomný kyslík. (KUBALOVÁ, 2007)

Afinita hemoglobinu k O_2

Ve vysokých a velmi vysokých výškách do 5300 m.n.m. se v organismu odehrává řada reakcí na molekulární úrovni. Jedna z nich je snížená afinita hemoglobinu k O_2 což má za následek snadnější dostupnost kyslíku ve tkáních. Tento proces však způsobuje i zmenšení afinity hemoglobinu k O_2 v plicích což znesnadňuje hemoglobinu vázat kyslík zejména při nízkém alveolárním pO_2 . Proto je tato reakce poměrně sporná zvláště u extrémních výšek, kdy jsou hodnoty pO_2 velmi nízké a je spíše žádoucí navázat maximální množství kyslíku v plicích. (SLAVÍKOVÁ, 1997)

Produkce erytrocytů

Dále je důležité zmínit zvýšenou tvorbu erytrocytů. Zvýšením plicní ventilace díky poklesu pO_2 je zaktivován erythropoetin v ledvinách, který zvyšuje produkci červených krvinek. Množství erytrocytů začíná stoupat po 2-3 dnech a stoupá až o 65% po celou dobu pobytu ve výškách. Množství krve se zvýší celkově až o 20 – 30%. (KUBALOVÁ, 2007)

Změny na buněčné úrovni

Tělo má v záloze ještě jeden mechanismus, kterým si pomáhá v nehostinném prostředí vysokých hor. Je známo, že svaly potřebují velké množství kyslíku pro pohyb a v případě nouze se také stávají jeho dobrým zdrojem. Obsahují totiž protein myoglobin, který na sebe stejně tak jako hemoglobin také váže kyslík. Velké množství myoglobinu mají savci, kteří se potápějí do velkých hloubek, kde čerpají z myoglobinu

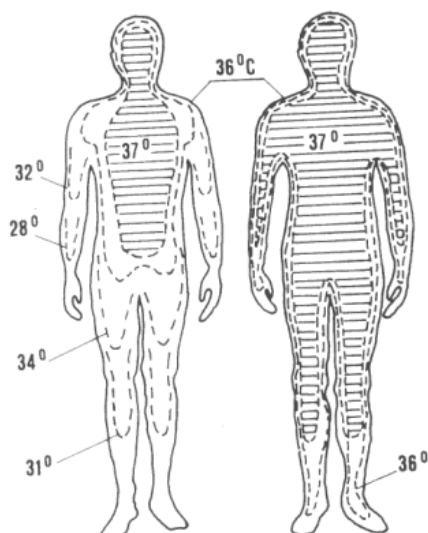
rezervní kyslík. Člověk tolik myoglobinu ve svalech nemá, ale jeho koncentrace v těle rapidně stoupá ve vysokých nadmořských výškách. Tímto způsobem se zajišťuje určitá rezerva při nedostatku kyslíku.

Zvýšené močení

Díky hlubšímu dýchání jakožto reakce na nedostatek kyslíku v ovzduší se z krve vyplavuje větší množství CO_2 , což má za následek větší zásaditost krve. Pro vyrovnaní rovnováhy začnou pak ledviny vyměšovat větší množství uhličitů, čímž vrací krvi její kyselost, ale zároveň způsobuje větší ztráty tekutin a dehydrataci. (KAMLER, 2005)

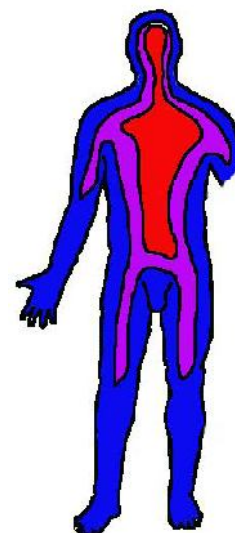
1.3 Hypotermie

Hypotermii definujeme jako stav, kdy dojde k poklesu tělesného jádra pod 35 celsia. Tělesné jádro člověka obsahuje hlavu společně s orgány hrudníku a břicha jak můžeme vidět na obrázku č. 2. V tělesném jádře se tedy nacházejí životně důležité orgány a systémy, kde se tělo snaží udržet si svou optimální teplotu. Jak je vidět na obrázku č. 1., při ochlazení prostředí se tělesná teplota různých částí těla výrazně změní oproti normálu. Reakce těla na hypotermii se dramaticky mění společně s klesající teplotou. (KUBALOVÁ, 2010)



Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/2650-vnitri-prostredi-budov-a-tepelna-pohoda-cloveka>

Obrázek 1 - Rozložení povrchové teploty člověka v teplém a chladném prostředí



Zdroj: KUBALOVÁ, 2010, str.1

Obrázek 2 – Tělesné jádro člověka v červeném

Rozlišujeme tyto čtyři základní stadia hypotermie:

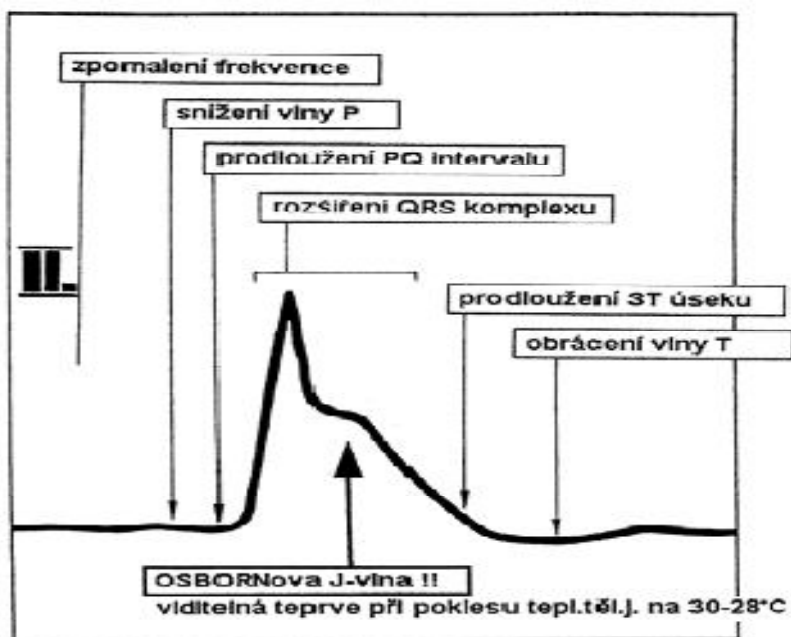
1. Mírná hypotermie: člověk je při vědomí, převládá svalový třes, hyperpnoe, tachykardie. Spotřeba kyslíku vzrůstá až o 300%. Centrální teplota jádra je od 32 do 35°C.
2. Střední hypotermie: člověk je spavý, apatický „*přestává si často uvědomovat pocit zimy, paradoxně se může objevit i pocit tepla. Má ztuhlý obličej, svalový třes již nepřítomen. Je přítomna svalová ztuhlost, objevuje se bradykardie a poruchy srdečního rytmu – od prodloužení QT až po komorové extrasystoly a fibrilaci síní, dýchání je nepravidelné, zpomaluje se, spotřeba kyslíku klesá na 50 % normální hodnoty.*“ (KUBALOVÁ, a další, 2007 str. 15) Centrální teplota jádra je od 28 do 32°C.
3. Těžká hypotermie: lidský metabolismus již tento stav nemůže zvrátit vlastní silou, jelikož pod teplotu jádra 29 °C, hypotalamus již není schopen regulace tělesné teploty. Člověk se nachází v bezvědomí, je přítomna mydriáza se zachovanou fotoreakcí, patrné mělké dýchání s apnoickými pauzami, dále hypotenze a špatně hmatný pulz. Na EKG pravděpodobně Osbornova J – vlna s hrozcí fibrilací komor a celkové zástavy oběhu. Centrální teplota jádra je pod 28°C.
4. Těžká hypotermie s asystolií: bezvědomí, nehmatný pulz, areflexie, apnoe. Na EKG prokazatelná asystolie nebo fibrilace komor. Centrální teplota jádra je pod 28°C. (KUBALOVÁ, a další, 2007) (BRUGGER, 2012)

1.3.1 Patofyziologie

Kardiovaskulární změny

Hypotermie zásadně ovlivňuje i převodní systém srdeční. Prvními projevy je vzestup srdeční frekvence, kde se mohou vyskytovat komorové tachykardie a fibrilace síní. Jak teplota dále klesá, začíná se prodlužovat i interval QT a klesá tepová frekvence. Takzvaná Osbornova vlna J se začíná objevovat při teplotě jádra pod 30°C. Větší pokles teploty způsobuje stále se snižující tělesné funkce v závěru s asystolií nebo komorovou fibrilací. (KUBALOVÁ, a další, 2007)

Příčinou Osbornovi vlny J a prodlouženého QT na EKG křivce je zpožděná repolarizace draslíkových kanálků společně s opožděnou inaktivací sodíkových a kalciových kanálků. Prodloužený interval QT může přetrvávat hodiny až dny po opětném zahřátí pacienta. Při extrémních teplotách jádra okolo 20°C může srdeční frekvence klesnout až na 10/min. (MALLET, 2002)



Zdroj: KUBALOVÁ, 2007, str. 16

Obrázek 3 – Osbornova vlna J na EKG

Hematologie

Hematologické změny se projevují zvýšenou viskozitou krve, zvýšením fibrinogenu a hematokritu. Hematokrit se zvyšuje o 2 % na každý 1°C snížené teploty. Změny jsou zaznamenány také ve zvýšené permeabilitě, kdy dochází k úniku plazmy do extravaskulárního prostoru a ke zvýšení hemokoncentrace. Trombocytopenie je dalším jevem, ke kterému dochází, zejména díky sekvestraci trombocytů v játrech a ve slezině ve spojení s diseminovanou intravaskulární koagulací. Diseminovaná intravaskulární koagulace nastává díky přítomnosti tromboplastinu v cévách. Tromboplastin se do cév dostane z ischemické tkáně a spustí koagulační kaskádu. Způsobí tak zvýšené riziko trombózy. Chlad také omezuje enzymové reakce koagulační kaskády, což může vyústit v koagulopatii. (MALLET, 2002)

Neuromuskulární efekt

Prvotními projevy jsou zmatenost, apatie, narušený úsudek – člověk se může začít svlékat, jelikož má pocit tepla. Porucha řeči – dysartrie, progresivní ztráta vědomí až kóma, ztuhlost těla. Ke ztrátě vědomí dochází při teplotě jádra okolo 30°C. K poruše cerebrovaskulární autoregulace dochází při teplotě jádra 25°C. Mozkový metabolismus se snižuje o 6-7 % na každý 1°C snížené teploty. Avšak díky snížení metabolických nároků při hypotermii roste ischemická tolerance mozku, která je například při teplotě jádra okolo 20°C desetkrát větší než při teplotě normální. Tento jev je dnes často využíván jako řízená hypotermie v po resuscitační péči. (MALLET, 2002)

Respirační potíže

Mírná hypotermie se projevuje tachypnoí následovanou sníženým minutovým objemem a redukovanou spotřebou kyslíku. Může se projevit bronchospasmus. Při hluboké hypotermii se omezuje spotřeba kyslíku a produkce CO₂ na 50%. Dochází k progresivní hypoventilaci a apnoei. Je zde i zvýšené riziko plicního edému. Oxyhemoglobinová vazba se disociuje, což způsobuje poruchu dodávání kyslíku tkáním a jejich následnou hypoxii. Tento stav je však redukován sníženou spotřebou kyslíku díky snížení metabolismu. (MALLET, 2002)

Renální potíže

Při mírné hypotermii dochází ke zvýšenému močení díky zvýšenému renálnímu tlaku krve v důsledku vazokonstrikce. U středně těžké hypotermie se snižuje glomerulární filtrace společně se srdečním výdejem, který snižuje průtok krve ledvinami na 50 % při teplotě jádra 27 – 30°C. Z polyurie, která při mírnější hypotermii může způsobit hypovolémii, tak stav pomalu přechází k oligurii. U pacientů s těžkou hypotermií, kteří byli přijati na jednotku intenzivní péče bylo ve 40 % zjištěno renální selhání díky ischemii a nekróze tubulárních buněk. Tato ischemie byla zaznamenána až při postupném zahřívání pacientů, kdy již nejsou pod protekčními účinky hypotermie. Jedním ze způsobů jak předejít pre-renálnímu selhání by tedy mohlo být opatrné hrazení tekutin. Dalším přidruženým problémem může být i hyperglykémie, která nastává z důsledku snížené produkce inzulínu pankreatem. Hyperglykémie může kromě jiného, pozitivně přispět k hypovolémii. (MALLET, 2002)

1.3.2 Terapie v PNP

Pro zahájení odpovídající terapie je nutné klinicky vyšetřit pacienta a správně stanovit jeho teplotu. Přesná teplota jádra se dá změřit v jícnu, to však může provokovat fibrilaci komor a v terénu je tento způsob obtížně proveditelný. Teplota rektální odpovídá také teplotě tělesného jádra, avšak reakce teploty v rektu je mírně opožděná od skutečné teploty jádra. Nejideálnějším neinvazivním měřením se zdá být měření v zevním zvukovodu, tedy epitympanicky. Tento způsob měření dobře stanoví teplotu při prvním a druhém stadiu hypotermie, může však zkreslovat výsledky při těžších formách hypotermie a také v případě, že samotné okolí je velmi chladné. K dalšímu zkreslení může dojít i při zástavě dechu, nebo pokud má pacient sníh v zevním zvukovodu. Měření teploty na končetinách se nedoporučuje, neboť se může velmi lišit od teploty centrální. Správné stanovení teploty nám může pomoci při diferenciální diagnostice, kdy například u podchlazeného pacienta v bezvědomí s teplotou nad 32°C, můžeme předpokládat, že se nebude jednat o bezvědomí z hypotermie. (KUBALOVÁ, a další, 2007)

První pomoc vzhledem k různým stadiím hypotermie

1. Mírná hypotermie: pacient při vědomí, komunikuje, je přítomen třes, teplota 35 - 32°C.

PNP: výměna mokrého oblečení za suché, pokrývka hlavy, dodáváme teplé a sladké tekutiny, sledování životních funkcí, klid. Měření teploty jádra epitympanicky. Dohled na pacienta do zahřátí na normální teplotu (z důvodu after-drop syndromu). Transport do zdravotnického zařízení s jednotkou intenzivní péče.

Zdravotnické zařízení: aktivní vnější zahřívání, sledování životních funkcí.

2. Střední hypotermie: pacient somnolentní, upadá do bezvědomí, již bez tělesného třesu teplota 32 - 28°C.

PNP: imobilizace pacienta, kompletní izolace od chladného prostředí, aktivní zevní ohřev tělesného jádra, podání kyslíku, měření EKG a teploty jádra epitympanicky nebo v jícnu. Pokud může bezpečně polykat, vhodné podat teplé a sladké tekutiny. Monitorace životních funkcí, šetrný transport do nemocnice s pokročilými prostředky vnějšího a vnitřního ohřevu.

Dispozice zdravotnického zařízení: pokročilé prostředky vnějšího a vnitřního zahřívání.

3. Těžká hypotermie: pacient v bezvědomí, jsou zachovány životní funkce, teplota pod 28°C.

PNP: imobilizace pacienta, kompletní izolace od chladného prostředí, aktivní zevní ohřev, podání kyslíku, měření EKG teploty jádra epitympanicky nebo v jícnu. Poloha na boku, případně intubace. (BRUGGER, 2012)

- Pokud jsou zachovány obranné reflexy: zajistíme i.v. vstup, zvažujeme intubaci.
- Pokud nejsou zachovány obranné reflexy: i.v. vstup, intubace, ventilujeme ohřátým kyslíkem.

Transport do zdravotnického zařízení s pokročilými prostředky vnějšího a vnitřního ohřevu, manipulace s pacientem jen v nejnútnejším rozsahu. (KUBALOVÁ, a další, 2007)

Dispozice zdravotnického zařízení: pokročilé prostředky vnějšího a vnitřního zahřívání.

4. Těžká hypotermie s asystolií: pacient bez známek vitálních funkcí, srdeční zástava. Teplota pod 28°C

PNP: snažíme se najít známky po vitálních funkcích po dobu jedné minuty. Zahájíme kardiopulmonální resuscitaci (dále jen KPR), za současného ohřevu. Defibrilace, maximálně 3 výboje. Při teplotě pod 30°C neaplikuje žádné léky. Šetrný transport do nemocničního zařízení s mimotělní možností ohřevu pacienta.

Dispozice zdravotnického zařízení: extrakorporální ohřev ECMO² nebo ECC³.

Kritickým stadiem hypotermie je přechod z mírné hypotermie do středně těžké hypotermie. Zde nastává zlomový bod, kdy se pacient přestává třást a pomalu upadá do bezvědomí. Při těžších hypotermiích je také nutno uvažovat o zavedení různých invazivních vstupů jako nazogastrická sonda, endotracheální kanyla, centrální žilní katétr. Při zavádění těchto pomůcek je zvýšené riziko arytmií. Mělo by se tedy zodpovědně zvážit, zda jsou tyto vstupy skutečně nezbytné a zda naopak nepředstavují pro pacienta nadměrné riziko. (HÖSCHLOVÁ, a další, 2009)

KPR při hypotermii

Poměry a frekvence při resuscitaci jsou stejné jako u normotermie. Indikací pro zahájení je asystolie nebo fibrilace komor. V případě těžké hypotermie pozor na pomalý, téměř nedetekovatelný rytmus. Při tomto stavu nezahajujeme KPR, jelikož můžeme vyvolat fibrilaci komor. Při nedostupnosti EKG se po dobu jedné minuty měří pulz na arterii carotis, až při nepřítomnosti pulzu zahajujeme KPR. Nepodáváme žádná antiarytmika, jejich podání není efektivní díky zpomalenému metabolismu, většina arytmií se po ohřátí upraví sama. Jediným případným lékem může být adrenalin, který se podává pouze při asystolii a v daleko delších intervalech než při normální teplotě. Není však tolik účinný díky snížení senzitivity katecholaminových receptorů a předchozí vazokonstrikci. Defibrilaci provádíme při fibrilaci komor jako u normotermických pacientů, ale maximálně aplikujeme 3 výboje. Defibrilace je za těchto podmínek většinou bez pozitivního efektu a pouze by traumatizovala myokard. (KUBALOVÁ, a další, 2007)

² Přístroj zajišťující extrakorporální membránovou oxygenaci.

³ Přístroj zajišťující extrakorporální krevní cirkulaci.

KPR se nezahajuje při nestlačitelném hrudníku, přidruženém zranění neslučitelným se životem, nevyléčitelné chorobě, nebo pokud hypotermii předcházela asfyxie. Dále pak pokud je hodnota kalia nad 8 mmol/l, u dětí pak nad 12 mmol/l. (BRUGGER, 2012)

Důležitým pravidlem je: **„Nikdo podchlazený není mrtvý, doku není ohřátý na normální teplotu a mrtvý.“** (KUBALOVÁ, a další, 2007 str. 18)

Ohřev pacienta

Pacient by měl být co nejrychleji izolován od chladného prostředí, vypodložen izolační vrstvou a zabalen do aluminiové folie a dek. Zásadní je nezapomenout chránit i hlavu.

Metodu ohřevu můžeme rozdělit na ohřev vnější, což jsou neinvazivní způsoby ohřevu, mezi které patří metody centrálního ohřívání, Hiblerův zábal nebo “Warm touch“ deka, kterou proudí teplý vzduch.

Metoda centrálního ohřívání: Do podpaží a třísel, na břicho a hrudník jsou vloženy speciální termobalíčky, plastové lahve nebo camel – vaky s ohřátou vodou. Postiženého následně zabalíme do aluminiové folie a dek. (KUBALOVÁ, 2010)

Hiblerův zábal: Tento zábal poskytuje teplo pacientovi pomocí horké vody. Pacienta položíme na záda, můžeme mu nechat vrchní vrstvu prádla i když je mokrá, protože ho stejně budeme polívat. Na postiženého následně dáváme další vrstvy, které poléváme horkou vodou, která by neměla přesáhnout 60°C. *„Pro představu, 55°C je teplota, kterou ještě vydržíme, když strčíme ruku do vany.“* (SIEGER str. 1) Mokrou vrstvu ručníků nebo prostěradel zabalíme do folie či igelitu, kvůli odpařování vody a zabalíme do dek či spacáku. Vodu bychom neměli nechat vychladnout pod 37°C.



Zdroj: KUBALOVÁ, 2007, str.17, fotografii pořídil Martin Honzík.

Obrázek 4 - Umístění termovaků na těle postiženého

Jak u Hiblerova zábalu a klasické metody centrálního ohřevu tak u všech typů těžší hypotermie zahříváme jen tělesné jádro, nikoli celé tělo s končetinami. Při ohřevu studených končetin, kde je teplota daleko nižší by obnovený průtok krve mohl způsobit reperfuční syndrom, kdy jednak studená krev z končetin může způsobit další ochlazení jádra a současně dochází ke změně jejich vlastností díky vyplavení toxických metabolitů. (SIEGER)

Druhým typem ohřevu je ohřev vnitřní pomocí teplých i.v. infúzí, kdy aplikujeme infúze o teplotě 38 – 40°C. Pacienta můžeme ohřát i aplikací teplého zvlhčeného kyslíku. (KUBALOVÁ, a další, 2007)

Další formy vnitřního ohřevu jsou potom výplachy tělních vnitřních dutin, dialýza či peritoneální dialýza. V extrémních případech pak napojení na mimotělní oběhy ECC nebo ECMO. (HÖSCHLOVÁ, 2013)

After – drop syndrom

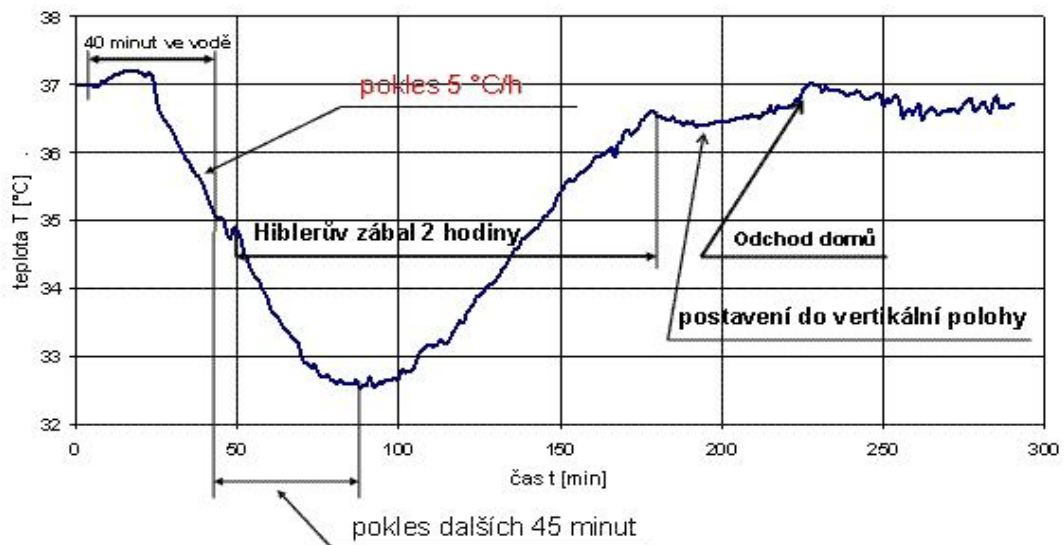
Neboli syndrom následného poklesu tělesné teploty je proces, při kterém u zachráněného jedince i po dokonalé izolaci od okolního prostředí stále klesá tělesná teplota. Tento pokles může být v rozmezí 0.6 – 6°C. Záleží na teplotě v jaké se postižený nacházel. Důvod tohoto propadu teploty je v opětovné vasodilataci na periférii, kdy se společně s jádrem ohřívá i tělesný obal a dochází k proudění studené krve k srdci. Tento proces nelze zcela ovlivnit, je však nutné s ním počítat a dále

pacienta monitorovat, jelikož může dojít k zástavě oběhu či fibrilaci komor. (KUBALOVÁ, 2010)

Ze stejného důvodu se i velmi opatrně manipuluje s postiženým pacientem, „Při pohybu (pasivním i aktivním) se zvyšuje cirkulace, prokrvuje se periferie, vasodilatace v pracujícím svalu ruší chladovou vazokonstrikci, výsledkem je další pokles tělesné teploty“ (KUBALOVÁ, a další, 2007 str. 17) I pouhé ohnutí ruky, může způsobit pokles teploty v jádře o několik stupňů. (KUBALOVÁ, a další, 2007)

Graf 1 - Demonstrace After – drop syndromu po 40 minutovém pobytu ve vodě o 1.5°C při následném použití Hiblerova zábalu

Průběh tělesné teploty při použití Hiblerova zábalu



Zdroj: SIEGER, L.

1.4 Omrzliny

Omrzliny vznikají lokálním působením chladu na kůži. K omrznutí jsou nejnáchylnější takzvané výčnělky neboli akra našeho těla jako prsty, nos, brada nebo uši. Omrzliny mohou nastat jako jeden z následků probíhající hypotermie, avšak ta nemusí nutně vzniku omrzlin předcházet. (ZEMAN, 2006)

Rozsah postižení u omrzlin dělíme na základě úrovně rozšíření poškození podle Emmanuela Cauchyho.⁴

1. Stupeň: poškození distálních článků které zahrnuje pouze měkké tkáně, zachovaná citlivost, riziko amputace okolo 1%.
2. Stupeň: poškození distálně – mediálních článků, ztráta citlivosti, tvorba bílých puchýřů, riziko amputace měkké tkáně 31%.
3. Stupeň: poškození mediálně – proximálních článků, ztráta citlivosti, tvorba krvavých puchýřů, riziko amputace kostní tkáně 67%.
4. Stupeň: poškození metatarsu až metakarpu, ztráta citlivosti, tvorba krvavých puchýřů, riziko amputace kostní tkáně 100%, zároveň vysoké riziko sepse. (HÖSCHLOVÁ, 2012)

1.4.1 Patofyziologie

Lidský organismus se skládá ze 60% z vody. Pokud se tedy tělo dostane do mrazivého prostředí, reaguje podobně jako voda, dříve či později začne mrznout. Stejný princip se děje i při tvorbě omrzlin. Jak je již popsáno výše, jedna z prvních reakcí organismu na chladné prostředí je vazokonstrikce na periférii, což sníží průtok krve tkáněmi stejně jako jejich oxygenaci. (KAMLER, 2005)

Dále se pak tvorba omrzlin může rozdělit na následující fáze:

První fáze spočívá v samotném omrznutí, při teplotě kůže pod -0.52°C (bod tuhnutí krevní plazmy), vzniká extracelulární krystalizace, která zvyšuje osmolaritu. Samotné buňky přežívají i při teplotě pod -15°C , ale zvýšená osmolarita působí dehydrataci buněk, ze kterých se díky pasivní difuzi voda dostává skrze buněčnou membránu z buněk ven. K smrti buněk tedy dochází buď mechanickým poškozením buněčné membrány extracelulárními krystaly ledu, nebo právě dehydratací buňky díky

⁴ Francouzský lékař, který je specialistou na horskou medicínu.

zvýšené osmolaritě. V buňce tak dochází k nárůstu intracelulární koncentrace iontů, intracelulární krystalizaci, denaturaci bílkovin a k poškození buněčných membrán s následkem nekrózy tělesné tkáně. Počátek intracelulární krystalizace je ovlivněn zejména typem buňky, k nejrychleji poškozeným tkáním patří cévní endotel, periferní nervové tkáně a kostní dřev.

Další fází je ohřev s progresivní nekrózou. Toto stadium je nejbohatší na klinické projevy omrzlin. Vnikají puchýře, otok a nekróza. Vše začíná zahřáním tkáně, které vymezí hlavní části poškození jejich zšednutím, cyanózou a necitlivostí na dotek. Tento stav přetrvává okolo 12 – 24 hodin před vznikem puchýřů. Kromě povrchových omrzlin, jsou puchýře vyplněny tkáňovým mokem případně s příměsí krve, pokud jsou omrzliny vážnější. Arteriální vasokonstrikce ustupuje hyperémii, která usnadní cestu tekutiny z cév do intersticia. Zvyšuje se viskozita krve se sníženou mikrocirkulací, dochází k aktivaci a adhezi leukocytů, které migrují do intersticia, kde uvolňují cytosiny a volné radikály. Aktivace kyseliny arachidonové v krevních destičkách způsobuje uvolňování tromboxanu A_2 , který spustí koagulační kaskádu a navodí tak vytváření mikrotrombů ve tkáni. Tento proces ischemické – reperfuze během několika hodin kompletně zastaví tkáňovou mikrocirkulaci. Tam, kde není smrt buněk způsobena přímo samotným chladem, pak nastává degenerativní poškození cév a nervů. Poslední fází je definitivní poškození. Jedná se o fázi pomalou, která trvá zhruba od 15 do 21 dní. Zachráněná tkán se pomalu léčí a revitalizuje, zatím co tkáň trvale poškozená se pomalu ubírá směrem mumifikaci. Rozdíl je patrný likvidační rýhou, která jasně odděluje zdravou část od poškozené. (CAUCHY, a další, 2003)

1.4.2 Terapie omrzlin

Terapie omrzlin je dlouhodobý proces trvající i několik měsíců. Naprosto nezbytné je ale začít ošetřovat co nejrychleji jak okolnosti a podmínky dovolí, aby se co nejvíce předešlo konečným následkům. (KUBALOVÁ, a další, 2007)

Nejdříve je nutné zabránit dalšímu prochlazení, vyměnit oblečení za suché, odsunout pacienta ze studeného prostředí, podat horké nápoje. Pokud se pacient jeví jako hypotermický, postupujeme dle pravidel první pomoci při hypotermii. Je důležité si uvědomit, že pokud je zde riziko, že by člověk mohl po rozmrazení opětovně omrznout, je lepší nechat postižené části zamrzlé. Při opětném omrznutí by následné poškození bylo daleko horší. (ŘÍHOVÁ, 2007)

Základní léčbou omrzlin je ohřátí postižených částí těla na jejich normální teplotu. Tento proces provádíme máčením postižených partií v teplé vodě s desinfekcí o teplotě 40 - 42°C po dobu jedné hodiny. Základními léčivy, které jsou lehko dostupné jsou acylpyrin 250 mg a ibuprofen 400 mg. Následuje elevace končetin a vzdušné obvazy.

Terapii omrzlin můžeme rozdělit dle jejich závažnosti:

1. Stupeň: při úspěšné léčbě se po ohřátí vrací omrzlým částem těla jejich růžová barva a citlivost. Do 10 dní by mělo dojít k plnému uzdravení bez následků. Podáme acylpyrin 250 mg/den, případně ibuprofen 400 mg.
2. Stupeň: poslední články prstů zůstávají necitlivé a modré. K zotavení pacienta dochází zhruba do jednoho měsíce, je zde velmi nízké procento nutnosti amputace. Postačí ambulantní ošetření, acylpyrin 250 mg/den, ibuprofen 400 mg. Aseptická excise puchýřů 2 – 5 den po omrznutí. Hydrokoloidní krytí, sterilní obvaz.
3. Stupeň: 2 – 3 články prstů zůstávají necitlivé a modré. Je nutná hospitalizace v nemocnici. Excise puchýřů stejně jako u druhého stupně 2 – 5 den. Acylpyrin 250 mg/den, ibuprofen, iloprost (alprostadil) do 48 hodin, po 3 – 5 dní. Antibiotika (např. betalaktámová), fraxiparine. Scintigrafie⁵ již 48 hodin po omrznutí určí konečnou prognózu.
4. Stupeň: prsty až záprstí zůstávají necitlivé a modré. Je zde stejný proces terapie jako u stupně předešlého, jen s jistotou amputace. (HÖSCHLOVÁ, 2012)

Dle studie provedené v letech 1996 – 2008 ve francouzských alpách Emmanuelem Cauchym bylo potvrzeno, že nejlepší variantou pro léčbu omrzlin je analog prostacyklinu Iloprost. Podání tohoto léku postiženým jedincům bezprostředně po záchraně společně s acylpyrinem po dobu 8 dní mělo velmi příznivé účinky. I přes těžké omrzliny 3 – 4 stupně nebylo nutné, aby někdo z členů této léčené skupiny podstoupil amputaci. V dalších dvou léčených skupinách, kde byl obdobně podáván buflomedil nebo iloprost společně s r-tPA, dopadly výsledky o mnoho hůře.

⁵ Scintigrafie je lékařská zobrazovací metoda z oboru nukleární medicíny. Pro zobrazení orgánů využívá detekce gama záření.

Iloprost se tak jeví jako slibná volba pro léčbu omrzlin. Má však své nedostatky a tím je zejména komplikovaný způsob podání. Nejlepší prognóza je spojená s podáním do 48 hodin od omrznutí, což je pro většinu návštěvníků vysokohorského prostředí velmi krátká doba vzhledem k nedostupnosti těchto končin. Způsob podání je v kontinuální infuzi, což znemožňuje podání tohoto léku v terénu. (CAUCHY, 2011)

Verzí iloprostu dostupnou v České Republice je jeho alternativa alprostadil, měl by být podáván v množství 40 ug 2x denně po dobu 2 hodin v kontinuální infuzi. (HÖSCHLOVÁ, 2012)

Podpůrná terapie

Celkově u podpůrné terapie můžeme podat látky na podporu organismu jako vitamín C, zinek, aloe vera. Koupele v měsíčku, šalvěji, máčení v borové vodě, hyperbarická oxygenoterapie. Jako alternativní pomoc lze zvolit akupunkturu nebo moxování⁶. (ŘÍHOVÁ, 2007)

Predispozice a prevence u vzniku omrzlin

Stejně jako u většiny onemocnění a úrazů i omrzlinám se dá více či méně předejít uvědomělým chováním. Jeden ze základních faktorů ne jen jak neomrznout, ale i v těchto podmínkách přežít je dostatek energie a tekutin. Při nedostatku energie, vyčerpání a dehydrataci je organismus daleko náchylnější ke vzniku omrzlin. Dalším prvkem je dobré a vhodné vybavení. Vodě a větru odolné oblečení, dostatečně volné a pohodlné boty, menší číslo bot nebo jen nerozchozená obuv, mohou ke vzniku omrzlin významně přispět, a to díky útisku cirkulace. Stejně tak se mohou ve svých důsledcích negativně uplatnit zdánlivě banální záležitosti jako příliš utažený řemínek hodinek, stáhlý sedák, prstýnky a podobně.

Pohyb ve vysokých nadmořských výškách je také jeden z faktorů, které mohou ovlivnit omrznutí díky hypoxii organismu. Také lidé s onemocněním, které má špatný vliv na prokrvení končetin budou náchylnější ke vzniku omrzlin. Jedná se zejména o cukrovku, aterosklerózu či některá další onemocnění cév. Obecně jsou k omrzlinám daleko náchylnější muži než ženy a to dokonce desetinásobně. (KUBALOVÁ, a další, 2007)

⁶ Moxování je působení tepla a kouře z léčivých bylin na akupunkturální body pomocí tzv. "doutníků" nebo "cigaret."

1.5 Vliv vysoké nadmořské výšky ve spojení s hypotermií a omrzlinami

Ve vysoké nadmořské výšce se nachází zcela specifické prostředí, jak je již popsáno výše. Vnímavost člověka k rozvoji omrzlin a hypotermie se tak v těchto místech velmi zvyšuje díky jistým faktorům, které mají kumulativní vliv na organismus člověka. Jedním z těchto faktorů je snižující se teplota s rostoucí nadmořskou výškou společně se silným prouděním větru. Dále pak vlhkost, která je mimo jiné dána trvalou přítomností sněhu a ledovců. Vlhkost oděvu pak zapříčiňuje rychlejší odvod tepla z těla.

Dehydratace je jedním z dalších častých projevů pobytu ve vysoké nadmořské výšce. Dýchací cesty musí studený suchý vzduch ohřát a zvlhčit, aby byl přijatelný pro plíce. To způsobuje velké ztráty tekutin z těla, které se zvyšují i díky hyperventilaci. Ztráty tekutin negativně ovlivňuje i zvýšená diuréza. Tento jev vzniká díky prohloubenému dýchání v těchto výškách, které navozuje změnu pH krve na zásadité hodnoty, čímž se aktivuje zvýšené vyměšování tekutin ledvinami.

Nízký atmosférický tlak má také svůj podíl na zvýšeném rozvoji těchto zdravotních problémů. Zvýšením produkce erytrocytů díky poklesu pO_2 se zvýší krevní hematokrit až o 65%. Společně s dehydratací tak vzrůstá hemokonzentrace a riziko tromboembolie. Tyto jevy pak společně negativně ovlivňují průtok krve a okysličení tkání, což nepřímo vede ke zvýšenému riziku hypotermie a vzniku omrzlin stejně tak jako jiných onemocnění. Vznikají otoky končetin, útisk tkáně oděvem, snížená cirkulace.

V poslední řadě má vysoká nadmořská výška vliv i na různé pochody v mozku, což může zapříčinit neadekvátní chování, které nereflektuje realitu. Jsou známy případy, kdy si člověk sundá rukavice v mrazivém počasí, nebo odmítá dále pokračovat a zůstává sedět na místě. Ke vzniku omrzlin a hypotermie tak může přispět i banalita jako ztráta oděvu, díky zhoršené koordinaci v důsledku otoku mozku při vysokohorské nemoci. (KUBALOVÁ, 2007)

2 Praktická část

Praktická část je zaměřena zejména na terapii omrzlin. V první části je uvedeno několik kazuistik jedinců, kteří prodělali ve vysokohorském prostředí zkušenosti s omrzlinami nebo hypotermií. Jedná se především o horolezce. Je popsáno, jaké způsoby ošetření byly použity a jaké to mělo finální důsledky na hojení, či případné komplikace. Bude tedy možno do jisté míry posoudit a určit, jaký by mohl být optimální způsob primární léčby a terapie vzhledem k postižení a prostředí.

2.1 Kazuistiky

2.1.1 Kazuistika 1.

Anamnéza

K omrznutí došlo 10. 4. 2012 na Kamčatce. Teplota -25°C , silný vítr, chůze na sněhu a ledu v mačkách v tvrdých skialpinistických botách.



Zdroj: <http://mountainski.cz/314/skialpinisticke-omrzliny-z-kamcatky-a-practicke-zkusenosti-s-nimi>, 2012

Obrázek 5 – Palec 1. den po omrznutí.

Katamnéza

1. den po omrznutí: Pacient subjektivní bolest v prstech u nohou, parestezie. Na místě aplikace acylpyrinu 300 mg per os.

3. den po omrznutí: vznik velkého puchýře na palci na pravé dolní končetině.



Zdroj: ŘÍHOVÁ, 2012, str. 12

Obrázek 6 – Vznik puchýře 3. den po omrznutí

8. den po omrznutí: Palec bílo šedý, barva jako mramor.



Zdroj: <http://mountainski.cz/314/skialpinisticke-omrzliny-z-kamcatky-a-practicke-zkusenosti-s-nimi>, 2012

Obrázek 7 – Bílo šedý palec

12. den po omrznutí: Aplikace wobenzym (3x10), acylpyrin, na palci velký puchýř.

20. den po omrznutí: Sestřižení puchýře ve Fakultní nemocnici Královské Vinohrady.
Doporučeny koupele, desinfekce betadinem.

Léky: trental, vitaminy, zinek, selen, koupele v měsíčku, šalvěji, heřmánku.

27. den po omrznutí: Začíná silné černání, jasný defekt na palci, část palce sama odpadla.



Zdroj: <http://mountainski.cz/314/skialpinisticke-omrzliny-z-kamcatky-a-prakticke-zkusenosti-s-nimi>, 2012

Obrázek 8 – Začínající černání palce

36. den po omrznutí: Proces černání se zastavil, dochází k obratu.



Zdroj: <http://mountainski.cz/314/skialpinisticke-omrzliny-z-kamcatky-a-practicke-zkusenosti-s-nimi>, 2012

Obrázek 9 – Zastavení další progresu postupného černání palce

94. den po omrznutí: Palec téměř zhojený



Zdroj: <http://mountainski.cz/314/skialpinisticke-omrzliny-z-kamcatky-a-practicke-zkusenosti-s-nimi>, 2012

Obrázek 10 – Téměř zahojený omrzlý palec

Shrnutí

Doba od omrznutí k plnému zahojení: 170 dní.

Použité léky: acylpyrin, wobenzym, trental, vitaminy, zinek, selen

Terapie: Sestřížení puchýřů, desinfekce betadin, koupele v měsíčku, šalvěji a heřmánku.

Nedošlo k násilnému odstranění nekrózy, tkán se odloučila sama.

Výsledek: Prst zhojen, již normálně prokrvený, pacient pokračuje ve sportu. (ŘÍHOVÁ, 2012)

2.1.2 Kazuistika 2

Anamnéza

K omrznutí došlo při lezení na vrchol Annapurny (8091m.n.m.) v Nepálu 6. 5. 2012. Pacient měl dlouholeté zkušenosti s vysokohorským lezením, pravděpodobným důvodem omrznutí byl dlouhý pobyt v extrémních teplotách, vlhko, útlak bot, dehydratace. Jedinec se v té době nacházel již po delší dobu ve vysoké nadmořské výšce.

Katamnéza

0 den po omrznutí: sestup do pátého výškového tábora (7100 m.n.m.)

Léčba: Acylpyrin 500 mg p.o., ibuprofen 400 mg p.o., aseptická teplá koupel, betadine a jelonet krytí, sterilní obvaz.

1 den po omrznutí: sestup do základního tábora (4019m.n.m.), sestup v již jednou rozmražených nohách - vyvíjen další nežádoucí tlak na omrzliny.

Léčba: Acylpyrin 500 mg p.o., ibuprofen 400 mg p.o., pentoxifyllin 400 mg p.o., aseptická teplá koupel, betadine a jelonet krytí, sterilní obvaz.



Zdroj: Höschlová, K., fotografii pořídil Jaroš/Höschlová, 2012

Obrázek 11 – omrzlé nohy 1. den po sestupu do základního tábora

2 den po omrznutí: přesun letecky do Kathmandu (1600m.n.m.). Začínají se tvořit puchýře na všech prstech u nohou. Barva puchýřů bělavá až do červena. Provedena punkce puchýřů.

Léčba: acylpyrin 500 mg p.o. ibuprofen 400 mg p.o., pentoxifyllin 400 mg p.o.

Antibiotika – amoxicilin/klavulanát 1g 2x denně. Aseptická teplá koupel, betadine krytí, sterilní obvaz – vzdušné polštáře⁷.

5 den po omrznutí: Návrat zpět do České Republiky, puchýře mramorová, bělavá barva, splasklé po punkci.

⁷ Speciální typ sterilního krytí, kdy je snaha o co nejmenší vyvíjení tlaku na postiženou končetinu.



Zdroj: Höschlová, K., fotografii pořídil Jaroš/Höschlová, 2012

Obrázek 12 – Omrzlé prsty 5. den po omrznutí, Praha

8. den po omrznutí: Prsty začínají postupně získávat černou nekrotickou barvu

Léčba: pentoxifyllin 200 mg 2x denně i.v., Antibiotika – amoxicilin/klavulanát 1g 2x denně i.v., alprostadil 20 ug 2x denně i.v., wobenzym 3 x 10 tbl. a 200 mg, fraxiparine 0,4 ml s.c. Chirurgické ošetření puchýřů, betadine krytí, sterilní obvaz – vzdušné polštáře.



Zdroj: Höschlová, K., fotografii pořídil Jaroš/Höschlová, 2012

Obrázek 13 – Chirurgická úprava puchýřů, 9. Den po omrznutí



Zdroj: Höschlová, K., fotografii pořídil Jaroš/Höschlová, 2012

Obrázek 14 – Chirurgická úprava puchýřů, 9. Den po omrznutí

11 – 18. den po omrznutí: hospitalizace ve Fakultní nemocnici v Motole na chirurgickém oddělení. Chirurgická úprava nekrotických ložisek.

Léčba: pentoxifyllin 200 mg 2x denně i.v., antibiotika – klindamycin 600 mg 3x denně i.v., alprostadil 20 ug 3x denně i.v., wobenzym 3x 10 tbl. a 200 mg, fraxiparine 0,4 ml s.c., betadine krytí, sterilní obvaz.



Zdroj: Höschlová, K., fotografii pořídil Jaroš/Höschlová, 2012

Obrázek 15 – Viditelná nekróza 25. den po omrznutí

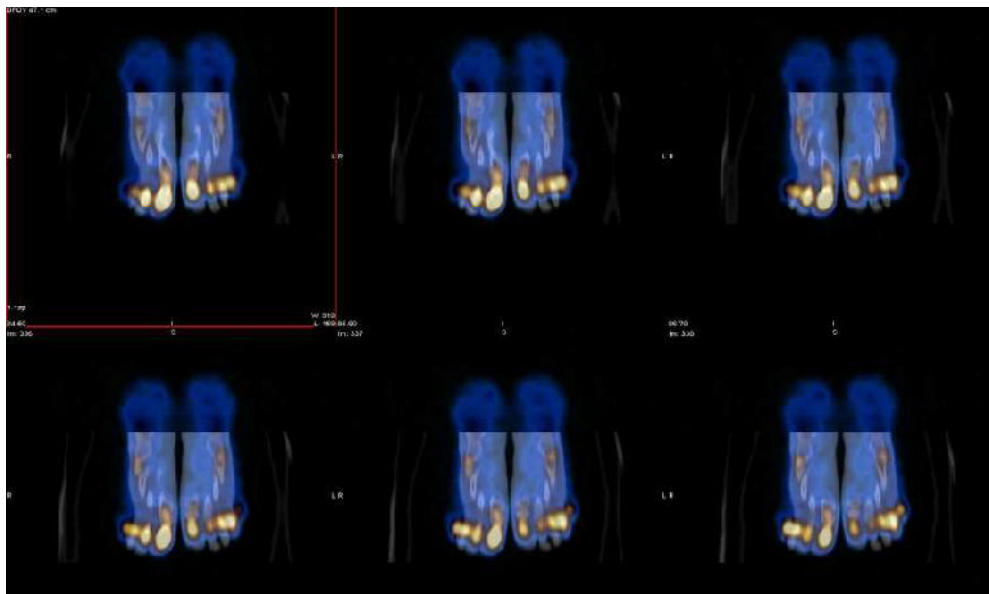
11 – 32 den po omrznutí: Hyperbarická oxygenoterapie



Zdroj: Höschlová, K., fotografii pořídil Jaroš/Höschlová, 2012

Obrázek 16 – Stav obou končetin 27. den po omrznutí

38 den po omrznutí: scintigrafie – zjištěny defekty akumulace ve všech distálních článcích 1. -3. prstů vlevo a 5. prstu vlevo. Také pak ve 2.- 3. prstech vpravo.



Zdroj: Höschlová, K., fotografii pořídil Jaroš/Höschlová, 2012

Obrázek 17 – Scintigrafie obou dolních končetin

80 den po omrznutí: chirurgická úprava 2. a 3. prstu.



Zdroj: Höschlová, K., fotografii pořídil Jaroš/Höschlová, 2012

Obrázek 18 – Po chirurgické úpravě 90. den po omrznutí

157 den po omrznutí: další chirurgické úpravy.



Zdroj: Höschlová, K., fotografii pořídil Jaroš/Höschlová, 2012

Obrázek 19 – Po chirurgické úpravě 157. den po omrznutí

Shrnutí

Pacient již více jak 11 měsíců stále v procesu chirurgických úprav a hojení ran. Použité léky: acylpyrin, ibuprofen, pentoxifyllin, Antibiotika – amoxicilin/klavulanát, ampicilin, klindamycin, alprostadil, wobenzym, fraxiparine.

Terapie: Včasné rozmražení aseptickou koupelí, ale s následným sestupem v těsných botách, krytí betadinem a jelonetem, sterilní obvazy, vzdušné polštáře. Následná punkce puchýřů, chirurgická úprava puchýřů nakonec chirurgická úprava samotných prstů.

Výsledek: Amputace článků 4 prstů na levé noze a 2 článků prstů na pravé noze. Pacient po 5 operacích, rána již téměř zhojená, začíná opět pomalu aktivně sportovat. (HÖSCHLOVÁ, 2012)

2.1.3 Kazuistika 3

Anamnéza

Pacient 32 let, omrzl při výstupu na horu Pumori (7161m.n.m.) v Nepálu 1.11.2011. Výstup byl delší, než se předpokládalo, okolo 18 hodin.



Zdroj: ŘÍHOVÁ, 2012, str. 3

Obrázek 20 – Puchýře 2. den po omrznutí

Katamnéza

V Kathmandu léčen pentomerem, ibuprofenem, ATB, ichtoxylem, nifedipinem. Pouze převazy a propichování puchýřů.

Ve Fakultní nemocnici Královské Vinohrady několik dní po omrznutí odstranění nehtů na pravé dolní končetině. Braunovidon mast. Pacient podepsal revers, dále léčen pouze ambulantně.



Zdroj: ŘÍHOVÁ, 2012, str. 5

Obrázek 21 – Stav pravé dolní končetiny s viditelnou nekrózou tkáně 17. den po omrznutí.

Léčba: wobenzym, acylpyrin, trental, vitaminy A, B, C, aloe vera , zinek, rakytník. Aplikace Xe-Dermy na čistou spodinu rány.

Alternativní postupy: Pacient docházel 1x týdně na akupunkturu, nejprve jehly do všech drah, pak na postiženou končetinu. Doma prováděl moxování 1x denně. Pil čínské bylinky (Síla opravdového bojovníka).

Výsledek: Proces se osvědčil. Samovolné odloučení nekróz 29. 2. 2012. Tedy pouze 4 měsíce od omrznutí. (ŘÍHOVÁ, 2012)



Zdroj: ŘÍHOVÁ, 2012, str. 5

Obrázek 22 – Stav pravé dolní končetiny 43. den po omrznutí



Zdroj: ŘÍHOVÁ, 2012, str. 5

Obrázek 23 – Stav pravé dolní končetiny 115. den po omrznutí

2.1.4 Kasuistika 4

Anamnéza

Popis situace: V roce 1999 lyžuje 29letá lyžařka v oblasti severního Norska se svými dvěma přáteli, po neoznačených cestách. Na cestě dolů z kopce, kudy již mnohokrát jela, ztrácí kontrolu nad svými lyžemi a padá na ledovou krustu vytvořenou nad vodopádem. Silou přední části těla proráží ledovou krustu a zasekne v díře. Její hlava a torzo těla jsou ponořené do ledové vody, které proudí přímo z tajících ledovců, zatímco její nohy ční ven z díry. Její dva kolegové jsou téměř ihned na místě a snaží se jí z díry vytáhnout, bezúspěšně. Lyžařka si pod ledem nachází vzduchu kapsu, takže může dýchat, ale jen velmi omezeně.

Katamnéza

Průběh zásahu záchranné služby a následné nemocniční péče:

18:20

Lyžařka se dostává do ledového proudu pod ledem.

18:27

Záchranná služba přijímá tísňové volání od lyžařčiných kolegů, jsou vyslány 2 záchranné týmy. Je přivolána záchranná helikoptéra typu Sea King⁸. Helikoptéra se však nejprve musí vrátit z mise, kdy měla transportovat nemocného chlapce.

19:00

Lyžařka upadá do bezvědomí

19:20

K místu neštěstí doráží po zemi 2 týmy. Jeden z vrcholu hory sjíždí na místo neštěstí na lyžích, druhý tým jde ze spodu hory pěšky. Záchranný tým, který sjel z vrcholu hory, se snaží lyžařku dostat ven za pomoci lan, neúspěšně. Pokoušejí se také rozbít led, pod kterým je lyžařka uvězněna, ale mají pouze rovné lopaty na sníh, které led nejsou schopné rozrazit.

19:30

Na místo neštěstí doráží záchranný tým ze spodku hory, vybaven lopatou se špicí, která konečně proráží led.

19:40

Lyžařka je vyproštěna, v mrazivém, ledovém proudu strávila 80 minut.

Je v bezvědomí, zástava cirkulačního oběhu, nedýchá. Pacientka zaintubována, ventilovaná kyslíkem. Zahájena KPR, ve které se pokračuje po celou dobu během transportu. Několik pokusů o defibrilaci, bezúspěšně.

21:10

Letecky převezena do nemocnice.

Stav: popelavě šedá, ledová, kompletně rozšířené zornice, teplota 13.7°C

Laboratorní vyšetření:

- pH: 6.65
- pO₂: 8 kPa
- pCO₂: 0.9 kPa
- BE: -27
- K⁺: 4.3

21:40

Napojena na mimotělní oběh ECC.

⁸ Americký dvoumotorový víceúčelový vrtulník určený k plnění různých úkolů na moři

22:10

Znovuobnovení srdeční akce.

00:50

Tělesná teplota 36.4°C

Následný terapeutický proces: Pacientka 5 dní na ECMO. Dohromady strávila 35 dní na plicním ventilátoru. Z komatu se probírá po 10 dnech. Je ochrnutá od krku dolů, ARDS, mnohočetné orgánové selhání, DIC. Po několika měsících se hybnost pomalu vrací, v roce 2009 již jen drobný neurologický deficit na periférii.

Shrnutí

Pacientka se díky ledovému proudu velmi rychle dostala do hluboké hypotermie. Jedná se zatím o nejhlubší hypotermický stav, který byl zaznamenán s úspěšnou záchranou. Rychlý přechod do hypotermie pravděpodobně přispěl k úspěšné záchraně.

Pacientka celkově resuscitována 120 minut, do nemocnice se dostává 170 minut po pádu. Na ECC celkem 179 minut. Znovu obnovení spontánní ventilace za 235 minut od zástavy. (MADS, a další, 2000)

2.1.5 Kazuistika 5

Anamnéza

Výstup na horu Cho-Oyu (8201 m.n.m.) v Tibetu 17. 5. 2006. Horolezec 46 let. Během výstupu bez vážnějších zdravotních problémů, kromě mírných halucinací díky pomalu se rozvíjející vysokohorské nemoci. Během dvoudenního sestupu začne horolezec pociťovat mírnou bolest na prstech u nohou a ztrácí v nich citlivost. Ve výšce 5700 m.n.m. postihne pacienta náhlá slabost, porucha hybnosti a silná bolest obou dolních končetin. S pomocí přátel je transportován do základního tábora, kde je jeho stav diagnostikován jako omrzliny dolních končetin.

Katamnéza

1. den po omrznutí: Pacient rehydratován. Sterilní krytí dolních končetin
Aplikace Heparinu 5000 jednotek s.c. a 12 hodin.

6. den po omrznutí: Pacient převezen do České republiky, kde byl přijat na chirurgické oddělení. Stav stále léčen jako omrzliny dolních končetin. Aplikace vasodilatačních infuzí s alprostadilem a Višněvského blokady.

Pacient navštívil 20 krát hyperbarickou oxygenoterapii, kde po dobu 90 minut dýchal kyslík v koncentraci 99.5%.

Zjištěna vysoká laboratorní hodnota hemoglobinu 195 g/l. Nadále také přetrvávají klaudikační bolesti dolních končetin.

13. den po omrznutí: Pacient podroben magneticko – rezonančnímu angiografickému vyšetření dolních končetin s výsledkem oboustranných uzávěrů arteria iliaca interna, arteria femoralis profunda a arteria poplitea.

14. den po omrznutí: Pacient podstoupil lokální trombolýzu, kdy se podařilo úspěšně zprůchodnit všechny uzavřené tepny dolních končetin.

Další terapie: Pacient přeložen zpět na chirurgii, kde se nadále prováděla léčba lokálních nekrotů na dolních končetinách. Nadále dostával pacient infuze s alprostadilem a byl podroben několika terapiím v hyperbarické komoře. Po 3 měsících kompletně uzdraven. Nutná amputace dvou distálních článků na obou nohách. Kromě zvýšené viskozity krve nebyl zjištěn jiný možný zdroj embolizace do tepen dolních končetin.

Shrnutí

Na tomto příkladu je velmi dobře vidět, že lidé se sklonem k trombózám budou více náchylní na omrzliny, zejména pak ve vysokohorském prostředí, kde k tomu podmínky přímo vybízejí. Důvodem byla v tomto případě vysoká hladina hemoglobinu v krvi společně s dehydratací, což následně vedlo ke vzniku hyperviskozního syndromu, díky kterému se přerušilo tepenné zásobení některých částí nohou. (NÁHLÍK, 2009)

3 Diskuze

Z několika uvedených příkladů je patrné, že při ošetření omrzlin panují stále poměrně velké rozdíly v léčbě, zejména pak v léčbě chirurgické. Takřka každý případ z našich kazuistik byl léčen do jisté míry odlišně, možná i díky omezeným zkušenostem v této vysoce specifické problematice. Dle výzkumu dr. Cauchyho je lékem výrazně zlepšujícím prognózu Iloprost. Nicméně jak již bylo zmíněno, jeho aplikace je velmi ztížená především způsobem podání, což často znemožní časnou léčbu. Obzvláště pak ve vysokohorském prostředí, kde návrat z vrcholu hory do civilizovaného prostředí může trvat i několik dní. Jeho podání v tomto prostředí je tedy velmi vzácná záležitost, pomineme-li samozřejmě alpské a podobné oblasti, kde jsou podmínky pro záchranu výrazně příznivější.

Cauchy je také zastáncem poměrně časně amputace a to zhruba po 45 - 60 dnech od omrznutí. Dnes díky scintigrafii lze poměrně rychle stanovit prognózu omrzlé tkáně a to již po 48 hodinách. Jeví se tedy otázka, proč s případnou amputací čekat. Odpověď by mohl usnadnit i zdravotní profil omrznutého jedince, jeho celková kondice, je-li například aktivním sportovcem či nikoliv. Při odložené amputaci, kdy je nutné mnohdy čekat i několik měsíců dokud nekrotická tkáň neodpadne sama, se samozřejmě handicap a celkové strádání prodlužuje, což může přinášet nejen úbytek fyzických sil, ale i psychické problémy. Zachová se tak ale šance, že konečná ztráta tkáně bude menšího rozsahu. Na druhou stranu časná amputace dovolí, aby se jedinec začal zotavovat daleko rychleji, s tím, že ztráta tkáně po chirurgické intervenci může být rozsáhlejší ve srovnání s konzervativním přístupem. Nastává tak další otázka, zda méně znamená více, protože při amputaci větší části může být obtížnější opětovné zapojení do sportovních aktivit. Není tak proto jasně definované, které z variant je obecně lepší či pro postiženého výhodnější.

Dalším, do jisté míry sporným bodem, je význam podpůrné terapie jako je moxování nebo akupunktura, aplikace bylinných přípravků apod. V tomto ohledu chybí rovněž dostatek zkušeností či dokonce studií, které by dávaly jednoznačnou odpověď případně doporučení. Jistě vždy hodně záleží na přístupu a dovednosti konkrétního lékaře či zvyklostech pracoviště, kde je pacient ošetřován.

Lze konstatovat, že i u procesu omrzlin, které nepředstavují přímé ohrožení, je velmi důležitá rychlost a kvalita poskytnuté pomoci a případný transport do zdravotnického zařízení. Uváděný sestup z hory v těsných botách u již jednou

rozmrznutých končetin způsobuje další komplikace, které by při šetrném transportu nenastaly. Zmást může i vzhled samotné omrzliny, která jak je patrné na několika kazuistikách, nemusí vypadat zpočátku zdánlivě nijak závažně. Matoucí může být právě fakt, že povrch omrzlých částí těla většinou neodpovídá stavu uvnitř a tak není možné bez zobrazovacích metod určit předem, jaké je optimální léčebné řešení či další prognóza. Nezbyvá tedy než se chovat co nejopatrněji a omrzlinám maximální měrou předcházet, především volbou správné výbavy, dostatečnou přípravou, ověřenou kondicí a také nepodceňováním horského prostředí. Pokud se člověk do takovýchto končin vydá, měl by být seznámen se všemi alternativami včetně extrémně špatných povětrnostních podmínek a být co nejlépe připraven jak teoreticky tak prakticky.

Závěr

V práci byla zevrubně popsána problematika hypotermie a omrzlin, které se mohou vyskytnout zejména ve vysokohorském prostředí. Mechanismy vzniku a jejich trvání se zásadně promítají do jejich rozsahu a závažnosti postižení. Prognóza se logicky odvíjí od včasnosti a kvality prvního ošetření stejně jako od další strategie mnohdy dlouhodobého léčebného procesu. V poslední kapitole teoretické části jsou sumarizovány vlivy vysoké nadmořské výšky a hypotermie s omrzlinami na lidský organismus.

Druhá část práce, zaměřené především prakticky, nabízí několik kazuistik, které demonstrují, jak v těchto nehostinných podmínkách reagovali jednak samotní postižení, jejich zachránci a jak probíhalo další, vesměs specializované ošetření. Cílem, bylo naskytnout pokud možno komplexní pohled na tuto problematiku, která se v poslední době stává stále aktuálnější. V konečné diskuzi bylo naznačeno několik možných variant, jak k omrzlinám přistupovat. Vycházeli jsme ze získaných kazuistik, které nám poskytly cenné informace ohledně samotné léčby.

Na závěr lze tedy konstatovat, že přes velké technologické pokroky ve výstroji a výbavě lidí pohybujících se v extrémních podmínkách vysokohorského prostředí, je problematika omrzlin a podchlazení stále velmi aktuální. To co stále hraje zásadní úlohu, kromě zevních, mnohdy nepředvídatelných podmínek, je zkušenost a uvážlivost konkrétního jedince. Ukazuje se, že pokud se již výše popsané závažné komplikace vyskytnou, současná medicína zatím postrádá zcela jednotný přístup k jejich řešení a to zejména v rámci následné specializované léčby.

Použitá literatura

- BRUGGER, H. 2012. *Avalanche Update 2012*. La Gemmi: 4ème Congrès International de Médecine de Montagne, 2012.
- CAUCHY, E. a MARSIGNY, B. 2003. Gelures des extrémités. Mise à jour et prise en charge. *Revue médicale suisse*. [Online] 2003. <http://revue.medhyg.ch/>.
- CAUCHY, Emmanuel. 2011. *A Controlled Trial of a Prostacyclin and rt-PA in the Treatment of Severe Frostbite*. Chamonix: The New England Journal of Medecin, 2011.
- HÖSCHLOVÁ, K. a BRUGGER, H. 2009. 2. *Mezinárodní symposium o hypotermii*. Zermatt: Ženeva, University Hospital , 2009.
- HÖSCHLOVÁ, K. 2012. Český Horolezecký Svaz. [Online] 2009. <http://www.horosvaz.cz/>. 2012. *Omrzliny*. 2012.
- HÖSCHLOVÁ, K. 2012. Český Horolezecký Svaz. [Online] 2009. <http://www.horosvaz.cz/>. 2012. *Omrzliny Radka Jaroše*. místo neznámé : Pelikánův seminář 27. 10. 2012, 2012.
- HÖSCHLOVÁ, K. 2013. Březen 2013, ústní sdělení.
- KAMLER, K. 2005. *DOKTOR V EXTRÉMNÍCH PODMÍNKÁCH*. Praha: Brána, s.r.o., 2005. 80-7243-252-4.
- KUBALOVÁ, J. a ŘÍHOVÁ, J. 2007. Omrzliny – první opatření a léčba v terénu. *Český horolezecký svaz*. [Online] 2007. <http://www.horosvaz.cz/res/data/036/008005.pdf>.
- KUBALOVÁ, J. 2007. Altitude Illness - Nemoc z výšky - prevence a její léčba. Měsíčník Urgentní Medicína, Časopis pro neodkladnou lékařskou péči. 2007, Sv. III.
- KUBALOVÁ, J. 2010. Podchlazení - Hypotermie. *Český horolezecký svaz*. [Online] Červen 2010. Citace: 5. Březen 2013. <http://www.horosvaz.cz/res/data/006/004208.pdf>.
- KUBALOVÁ, J. TUČEK, D. a HONZÍK, M.. 2007. Hypotermie v přednemocniční péči. *Urgentní Medicína*. Leden 2007.
- LIENERT, R. 2009. Meteorologie pro instruktory horolezectví ČHS. *Český horolezecký svaz*. [Online] 2009. Citace: 5. Březen 2013 <http://www.horosvaz.cz/res/data/004/003910.pdf>.
- MADS, G. a další. 2000. *Resuscitation from accidental hypothermia of 13·7°C with circulatory arrest*. Tromsø: The Lancet, 2000.

- MALLET, M. L. 2002. Pathophysiology of accidental hypothermia. *QJM: An International Journal of Medicine*. 2002.
- MOUREK, J. 2012. *Fyziologie - Učebnice pro studenty zdravotnických oborů – 2, doplněné vydání*. Praha: Grada Publishing a.s., 2012. str. 222. 8024739186.
- NÁHLÍK, I. 2009. *Omrzliny dolních končetin versus následek hyperviskózního syndromu po dlouhodobém pobytu v extrémních výškách*. Děčín: Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Čechoslovaca, 2009.
- POLLARD, J. A. and MURDOCH, R. D. 1998. *The High Altitude Medicine Handbook*. Delhi: Book Faith India, 1998. 81-7303-128-2.
- ŘÍHOVÁ, J. 2007. Bulletin Lékařské komise a Společnosti horské medicíny. *Český horolezecký svaz*. [Online] 2007. <http://www.horosvaz.cz/metodika-medicina/lekarska-komise/>.
- ŘÍHOVÁ, J. 2012. *Léčba omrzlin a nové poznatky*. [Pelikánův seminář 27. 10. 2012] Praha : Ústav tělovýchovného lékařství VFN, 2012.
- SALE, R. a RODWAY, G.. 2011. *EVEREST - Dějiny dobývání Himaláje*. Praha: Baronet a.s., 2011. 978-80-7384-472-1.
- SIEGER, L. *Hiblerův zábal v praxi*. Praha: ČVUT - FEL, katedra fyziky.
- SLAVÍKOVÁ, J. 1997. *Fyziologie dýchání*. Praha: Ústav fyziologie Lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Plzni, 1997. 80 7066-658-7.
- ZEMAN, V. 2006. *Adaptace na chlad u člověka*. Praha: Galén, 2006. 80-7262-331-1.