

Učebnice Fyziologie ASEBS, Bernaciková Martina

Obsah

Úvod

1. Fyziologie a patofyziologie člověka v extrémních podmínkách
 - 1.1. Termoregulace
 - 1.1.1. Teplo (reakce a adaptace)
 - 1.1.2. Chlad (reakce a adaptace)
 - 1.1.3. Termografie
 - 1.2. Pobyť ve vysokohorském prostředí
 - 1.2.1. Vysokohorské prostředí
 - 1.2.2. Reakce organismu na vysokohorské prostředí
 - 1.2.3. Adaptace (aklimatizace)
 - 1.2.4. Akutní horská nemoc
 - 1.2.5. Oční problematika ve vysokohorském prostředí
 - 1.3. Pobyť ve vodním prostředí - potápění
 - 1.3.1. Vodní prostředí
 - 1.3.2. Freediving – volné potápění
 - 1.3.3. Scubadiving – hloubkové potápění
 - 1.3.4. Dekompresní nemoc
 - 1.4. Gravitační přetížení – fyziologie létání
 - 1.4.1. Atmosféra
 - 1.4.2. Gravitační přetížení
 - 1.4.3. Stav beztlíže
 - 1.4.4. Hluk při létání
 - 1.5. Hladovění a dehydratace
 - 1.5.1. Hladovění
 - 1.5.2. Dehydratace
 - 1.6. Stres a únava
 - 1.6.1. Fyziologie stresu
 - 1.6.2. Příznaky a diagnostika stresu
 - 1.6.3. Rizika a následky stresu
 - 1.6.4. Fyziologie únavy
2. Základní poznatky ze soudního lékařství
 - 2.1. Koncepce soudního lékařství
 - 2.2. Základní pojmy ze soudního lékařství
 - 2.3. Kriminalistická biologie a antropologie
 - 2.4. Dušení
 - 2.4.1. Věšení
 - 2.4.2. Škrčení
 - 2.4.3. Rdoušení
 - 2.4.4. Ucpání nosu a úst
 - 2.4.5. Vdechnutí cizích těles
 - 2.5. Topení
 - 2.5.1. Topení ve sladké vodě
 - 2.5.2. Topení ve slané vodě
 - 2.5.3. Suché topení
 - 2.5.4. Prohlídka utonulého

3. Limitující faktory zátěže
4. Fyziologie úpolových disciplín
 - 4.1. Aikido
 - 4.2. Box
 - 4.3. Judo
 - 4.4. Karate
 - 4.5. Šerm
 - 4.6. Zápas
5. Fyziologie technických činností
 - 5.1. Horolezectví
 - 5.2. Potápění
 - 5.3. Střelba
6. Zátěžové testy
 - 6.1. Principy zatěžování
 - 6.2. Indikace a kontraindikace zátěžových testů
 - 6.3. Terénní zátěžové testy
 - 6.4. Laboratorní zátěžové testy
 - 6.5. Testová baterie pro bezpečnostní složky

Úvod

Tato internetová učebnice je určena především studentům navazujícího magisterského oboru: Aplikace speciální edukace bezpečnostních složek, který je vyučován na Fakultě sportovních studií Masarykovy Univerzity v Brně. Tento studijní materiál navazuje na znalosti frekventantů z fyziologie z bakalářského studia. Přináší aktuální poznatky z oblasti zátěžové fyziologie a je zaměřen především na oblasti, které studenti mohou využít pro svoji praxi u bezpečnostních složek. Obsahem jednotlivých kapitol je fyziologie a patofyziologie člověka v extrémních podmínkách, základní poznatky ze soudního lékařství, fyziologie úpolových sportů a technických činností a zátěžové testy.

1. Fyziologie a patofyziologie člověka v extrémních podmínkách

V této kapitole se budeme zabývat poznatky z fyziologie a patofyziologie člověka v extrémních podmínkách, resp. podíváme se na to jak člověk reaguje na extrémní podmínky vnějšího prostředí se kterými se může během výkonu svého povolání dobrovolně a nebo i náhodně setkat.

Nejprve se podíváme na to jak tělo dokáže odolávat extrémním teplotám, ať už vysokým či nízkým. Jak se člověk snaží přizpůsobit nízkém atmosférickému tlaku ve vysokých nadmořských výškách. K čemu v našem těle dochází, když se ponoříme do hluboké vody a nebo naopak chceme překonávat gravitační sílu a stoupat ke hvězdám.

Zkusíme si vysvětlit jak člověk je schopen dlouho snášet hladovění a dehydrataci. A v poslední kapitole se podíváme na to jak je lidský organismus schopen snášet stresové situace a vypořádat se s únavou.

1.1. Termoregulace

Lidské tělo si za normálních podmínek udržuje konstantní teplotu 35,8-37°C. Pro svlečeného člověka v klidových podmínkách je ideální teplota vzduchu 28°C. Během zatížení větší intenzitou a v extrémních zevních podmínkách tělesná teplota stoupá.

Termoregulace je schopnost organismu udržovat stálou optimální tělesnou teplotu. Na teplotě těla závisí všechny biochemické pochody ke kterým v našem organismu dochází.

Metabolické pochody se zrychlují nebo zpomalují podle toho, jestli se teplota zvyšuje, nebo snižuje. (Rokyta a kol. 2000)

Termoregulace nastupuje až po přestoupení hranic tělesné pohody. Centrálním orgánem, který reguluje tělesnou teplotu a funguje jako termostat, je hypotalamus. Na kůži pak máme uloženy povrchové termoreceptory (tepelné senzory), které jsou propojeny s termoreceptory v hypotalamu, které snižují nebo zvyšují teplotu organismu prostřednictvím reflexů. Pro zaregistrování chladu má člověk 250 tisíc termoreceptorů a pro teplo 30 tisíc.

Teplota slupky a jádra

Teplota těla kolísá v závislosti na aktivitě a stavu organismu, na teplotě, vlhkosti a proudění vzduchu v okolí a na oblečení.

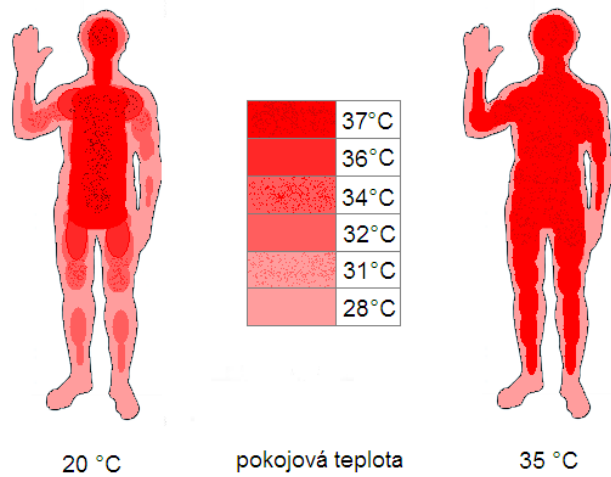
Lidské tělo se z pohledu termoregulace skládá ze dvou úzce propojených složek: tepelného jádra a tepelné slupky.

Jádro tvoří všechny orgány s vysokou látkovou přeměnou, tzn. vnitřní orgány krajiny hrudní, břišní, lebeční a proximálněji nejhloběji uložených částí končetin. Jádro je hlavním producentem tepla při bazálním metabolismu (asi 70%) a jeho teplota se pohybuje mezi 35,0 – 37,3°C.

Tepelná slupka je povrchovou vrstvou a bývá různě široká dle tělesného typu. Slupku tvoří kůže, podkoží, tuková vrstva v podkoží a končetiny. Slupka má nestálou teplotu, která se mění vlivem okolí a je nižší oproti jádru.

U zdravého jedince je ideální hodnota rozdílu teploty mezi slupkou a jádrem 4°C. Kůže má tedy teplotu okolo 33°C. (Jandová, 2009)

Teplotní zóny jsou znázorněny na následujícím obrázku (obr. č.1).



Obr. č. 1. Teplotní zóny těla.

Kolísání tělesné teploty

Normální tělesná teplota u člověka během dne kolísá v rozmezí o 0,5-0,7°C. Nejnižší teplota je ve spánku a přes den okolo šesté hodiny ráno, nejvyšší je na večer. Teplota stoupá při tělesném zatížení, teplo je produkováno svalovou činností – zvýšení metabolismu. Zvýšení teploty ovlivňuje také sekrece některých hormonů (progesteron, růstový hormon, testosteron, adrenalin a noradrenalin).

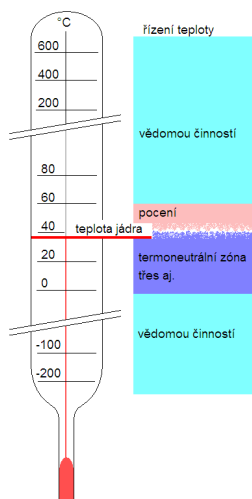
Tvorba a výdej tepla

Lidský organismus se snaží svoji teplotu udržovat neustále v rovnováze (homeostáza). Dosahuje toho, tvorbou či výdejem tepla, podle toho v jakém teplotním prostředí se nachází a nebo zda je zrovna vykonávána fyzická aktivita ap.

Teplo se v organismu tvoří při svalové práci, zpracovávání potravy a při všech životně důležitých pochodech, které se podílejí na bazálním metabolismu. Organismus vydává teplo vyzařováním, vedením a vypařováním vody v dýchacích cestách a z povrchu kůže. Malé množství tepla odchází z těla také s močí a se stolicí. (Ganong, 2005)

Teplota prostředí a termoregulace

Termoneutrální zóna = teplota okolí při niž není potřeba k udržování žádoucí teploty těla termoregulačních mechanismů (je nižší než teplota těla kvůli bazálnímu metabolismu) – obr. č. 2.



Obr. č. 2. Teplota prostředí a termoregulace.

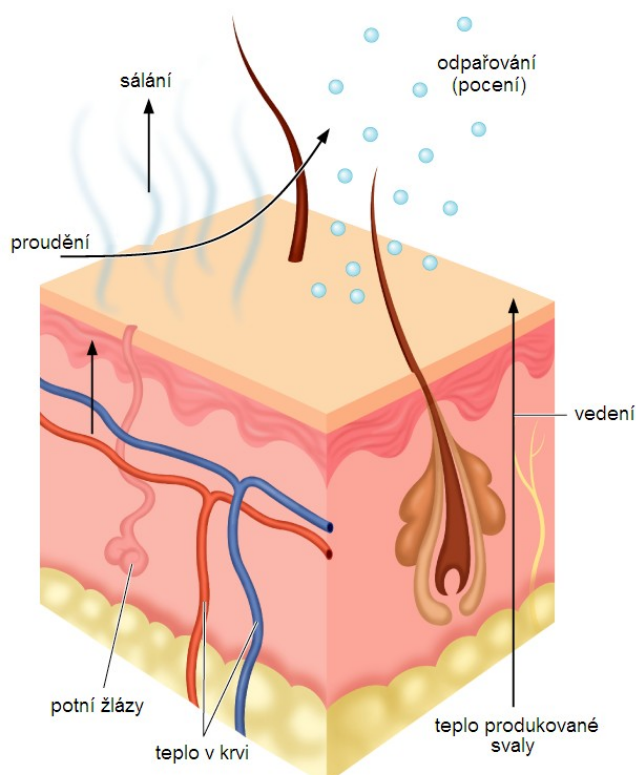
Termoregulační chování

Termoregulační chování je u člověka nejúčinnějším mechanismem, který zabraňuje ztrátám tepla (oblékání, ukrytí se v závětví nebo v místnostech, topení). Požití alkoholu zvýší sice momentální pocit tepla, protože způsobí vazodilataci cév, ale je však nebezpečné napít se alkoholu před odchodem do chladného prostředí. Vazodilatace totiž urychluje ztráty tepla a může dojít k podchlazení organismu a ke zmrznutí.

1.1.1. Teplo (reakce a adaptace)

Tvorba tepla probíhá hlavně v jádře, a to především v játrech a svalech. Při zátěži se teplo vytváří až ze 70% ve svalech a 30% v ostatních orgánech.

Následující obrázek (obr. č. 3) seznamuje se základními mechanismy výdeje tepla.



Obr. č. 3. Mechanismy výdeje tepla.

Mechanismy aktivované teplem dle Ganonga (2005):

Zvýšení výdeje tepla:

- kožní vazodilatací
- pocením
- intenzivnějším dýcháním

Snížení výdeje tepla:

- nechutenstvím

- apatií a nečinností

Pocení – evaporace

Pocení je neúčinnějším mechanismem výdeje tepla během fyzického zatížení, potom se ztrácí z těla až 80% tepla. Zatímco v klidu je to okolo 10%. Jedná se o jediný způsob výdeje tepla, jestliže teplota okolí je vyšší než teplota těla. Pocením se odpařuje pot vyloučený na kůži, kde odebírá z povrchu kůže určité množství tepla. Tento mechanismus je během fyzického zatížení spouštěn adrenalinem, v klidu jsou potní žlázy inervovány sympatickými cholinergními nervovými vlákny. Ochladí se krev v podkoží a proudí do hlubších tkání. Tento způsob výdeje tepla je závislý na vlhkosti vzduchu v prostředí, kde se nacházíme. Pot se rychleji odpařuje v suchém vzduchu než ve vlhkém vzduchu téže teploty. V tropických pralesích s 90% vlhkostí se už pot neodpařuje. Ve vlhkém prostředí pot stéká po kůži a ochlazování není příliš účinné – důležitý význam má výběr vhodného oděvu, který by neměl bránit odpařování potu!!! (Rokyta a kol. 2000, Hampl)

Pot je produktem potních žláz, tvoří se filtrací plazmy. Potních žláz máme okolo 2,5 milionu, asi 200 na 1mm² na dlani a 10-20 na 1mm² na trupu. Pot tvoří z největší části voda a dále obsahuje ionty (Na⁺, K⁺ a Cl⁻), kyselinu mléčnou a močovinu. Při vydatném pocení pot obsahuje významně více sodíku a chloridů (u trénovaných jsou ztráty těchto minerálů menší). Při velké zátěži v horku může tělo ztrácet až 1 litr potu za hod na 1m² tělesného povrchu. Pokud nejsou ztráty tekutin adekvátně nahrazeny, může dojít k dehydrataci organismu až k ohrožení základních životních funkcí.

Evaporací se z těla ztrácí voda a ionty (denní ztráta soli je asi 15-30g). Po 1-6 týdnech pobytu v horkém prostředí se zvyšuje sekrece potu na 2-3 litry za hodinu, což může zvýšit odvod tepla až 10x. Vlivem adaptace organismu na teplo se sice zvýší ztráty vody, ale působením aldosteronu se naopak sníží ztráty soli na 3-5g na den.

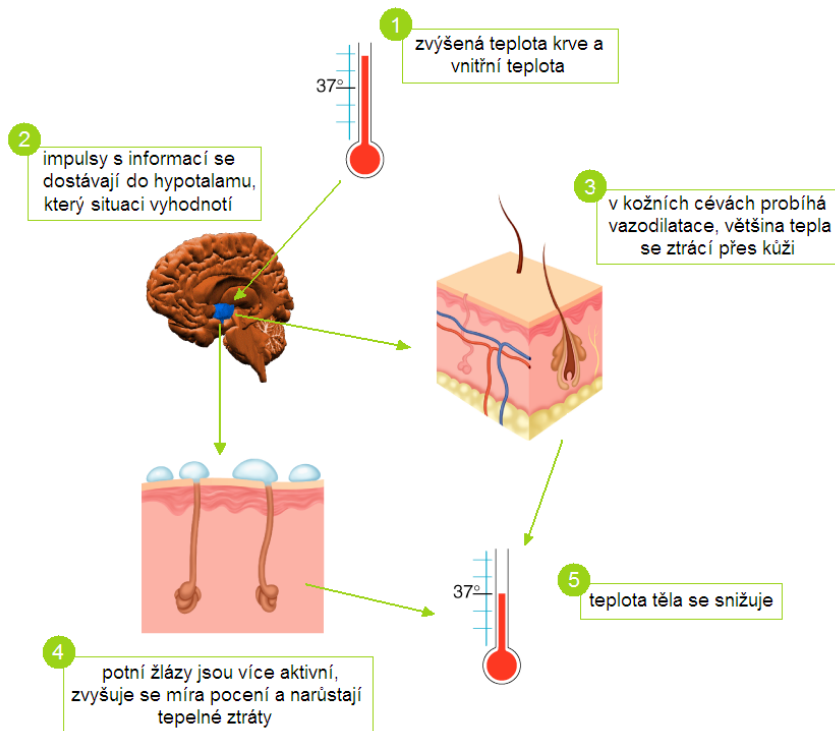
Horečka

Horečka je fyziologická reakce organismu na změněné nastavení centra pro regulaci teploty v hypotalamu. Vlivem poškození mozku nebo vlivem vnitřních či bakteriálních projevů začne termoregulační centrum rozeznávat normální teplotu jako příliš nízkou a zapojí mechanismy vedoucí k jejímu zvýšení. Nemocný cítí chlad a začne se třást (zimnice). Po vyrovnání teplot zvýšená teplota má příznivý vliv na imunitní děje: urychluje migraci buněk, zrychluje jejich dělení a tvorbu protilátek. Horečka by se neměla potlačovat, pokud není příliš vysoká, netrvá dlouho a nevyčerpává nemocného. Vysoká horečka pak totiž už ohrožuje pacienta vyčerpáním energetických zdrojů, dehydratací a horečka nad 42°C už i denaturací bílkovin v těle.

Hypertermie (přehřátí organismu)

K přehřátí organismu může dojít při velké zátěži organismu pohybovou aktivitou nebo těžkou prací v horkém počasí, ale také na koncertech apod. Jedná se o stav organismu, kdy mechanismy zajišťující termoregulaci nezvládají situaci nebo z nějakého důvodu nefungují. Hypotalamus se začne přehřívát a tím ztrácí schopnost regulovat teplotu. K příznakům hypertermie patří zástava pocení, horká a suchá kůže, tachykardie a tachypnoe, zmatenost, malátnost a bezvědomí. Přehřátí více hrozí osobám vyššího věku nebo lidem

s kardiovaskulárním onemocněním. Pozor také na obézní jedince (mají ztížený odvod tepla kvůli větší izolaci způsobené tukovou tkání) a děti.



Obr. č. 4. Hypertermie.

Reakce kardiovaskulárního systému na teplo

V horku je více namáhán kardiovaskulární systém, kvůli transportu tepla ze svalů do povrchových oblastí těla. Dochází tudíž ke zvýšení minutového objemu srdce (Q), většího prokrvení kůže a podkoží, které je kompenzováno snížením prokrvení v jiných oblastech (trávicí a vylučovací systém). Zvyšuje se srdeční frekvence (SF) ve srovnání se zátěží v chladném prostředí.

Prevence přehřátí

K prevenci přehřátí patří snížení intenzity zatížení. Důležité jsou pauzy během výkonu ve stínu. Pokud to jde tak v teplém prostředí vykonávat fyzickou zátěž v ranních a večerních hodinách, kdy je méně teplo. Důležitá je volba vhodného oblečení pro vykonávání práce v horkém prostředí. Vhodný je vzdušný lehký oděv, který odvádí snáze pot z povrchu kůže.

Poškození organismu při zátěži v horku

Vlivem vysoké teploty na organismus vznikají křeče ve svalech, což je způsobeno ztrátou tekutin a minerálů. Vyčerpáním z horka dochází k poklesu výkonnosti, zpomalení tempa, žízní, zhoršení koordinace pohybů a pocitu únavy. Příznaky přehřátí jsou dále dušnost, závratě, nauzea, zvracení, mdloby, hypotenze, tachykardie. U neaklimatizovaných osob nebo u lidí, kteří jsou ve špatné fyzické kondici, může nastat tento stav již při tělesné teplotě 39°C .



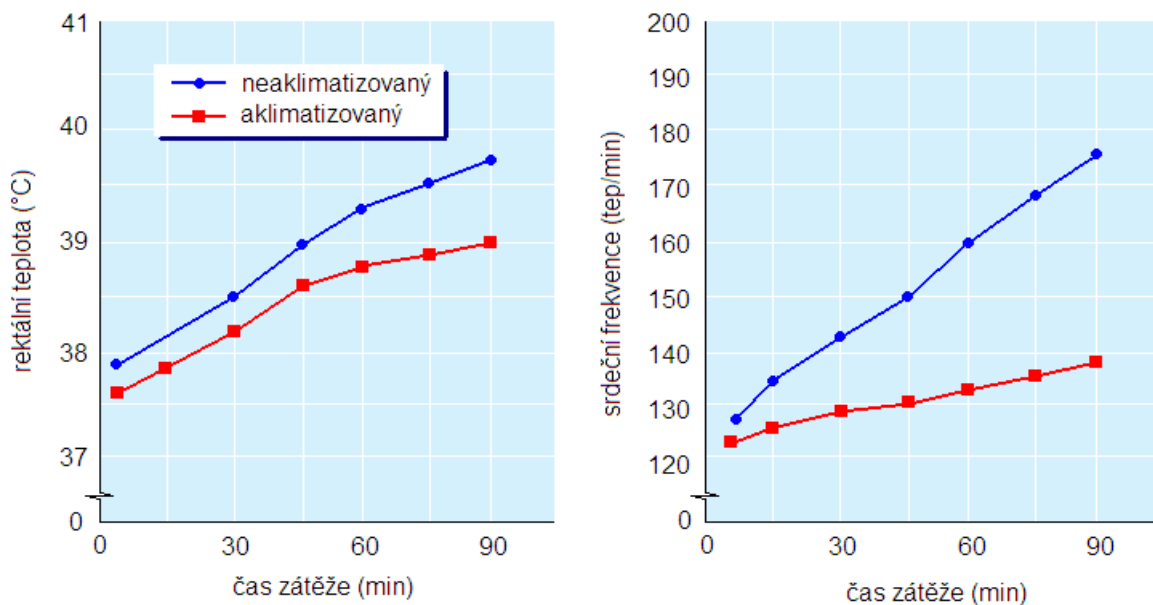
Obr. č. 5. Varovné signály přehřátí.

První pomoc

- klid v chladném prostředí
- pokud je postižený při vědomí podáváme chladné nápoje s minerály
- při ztrátě vědomí okamžitě voláme 155 a postupujeme jako při první pomoci v bezvědomí

Adaptace na teplo

Opakovaná zátěž v horku působí zlepšení schopnosti organismu odvádět teplo z těla a snižuje nebezpečí vyčerpání z horka a selhání termoregulace. Adaptace spočívá v přizpůsobení pocení a krevního oběhu. Aklimatizované osoby se při zátěži začínají potit dříve, čímž se snižuje kožní teplota. Větší tepelné ztráty v horku umožňují adaptovaným osobám přesunout více krve k pracujícím svalům. Adaptovaní k horku mají při stejné fyzické zátěži nižší tělesnou teplotu a nižší srdeční frekvenci (SF) než neaklimatizovaní (obr. č. 6, tab. č.1).



Obr. č. 6. Aklimatizace na teplo: a) teplota při zátěži, b) srdeční frekvence při zátěži (upraveno dle Willmore-Costill, 2008)

Tab. č. 1. Adaptace fyziologických funkcí (upraveno dle Máček, Radvanský, 2011)

95% adaptace fyziologických funkcí															
adaptace	dny aklimatizace														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
↓SF			█												
↑objem plazmy			█												
↓Tr				█											
↓RPE				█											
↓Na ⁺ , Cl ⁻ v potu					█										
↑rychlost pocení							█								
↓Na ⁺ , Cl ⁻ v moči				█											

1.1.2. Chlad (reakce a adaptace)

Mezi chladové stresory řadíme studenou vodu a vzduch.

Mechanismy aktivované chladem dle Ganonga (2005):

Zvýšení produkce tepla:

- svalovým třesem
- hladem
- zvýšením volní aktivity
- zvýšením sekrece noradrenalinu a adrenalinu

Snížení ztrát tepla:

- kožní vazokonstrikcí

- stočením se do klubíčka
- zježnění chlupů (piloerekce) – obr. č. 7



Obr. č. 7. Husí kůže.

Třes

Třes je hlavním mechanismem obrany proti chladu. Třes je způsoben nesynchronizovanými rytmickými záškuby svalů, které nevedou ke změně polohy. Tato vznikající svalová aktivita je pravděpodobně důsledkem reflexního mechanismu svalového vřetenka. Třes zvyšuje produkci tepla v organismu až trojnásobně. Zároveň s tím se snižuje prokrvení kůže, zatímco svaly jsou více prokrveny.

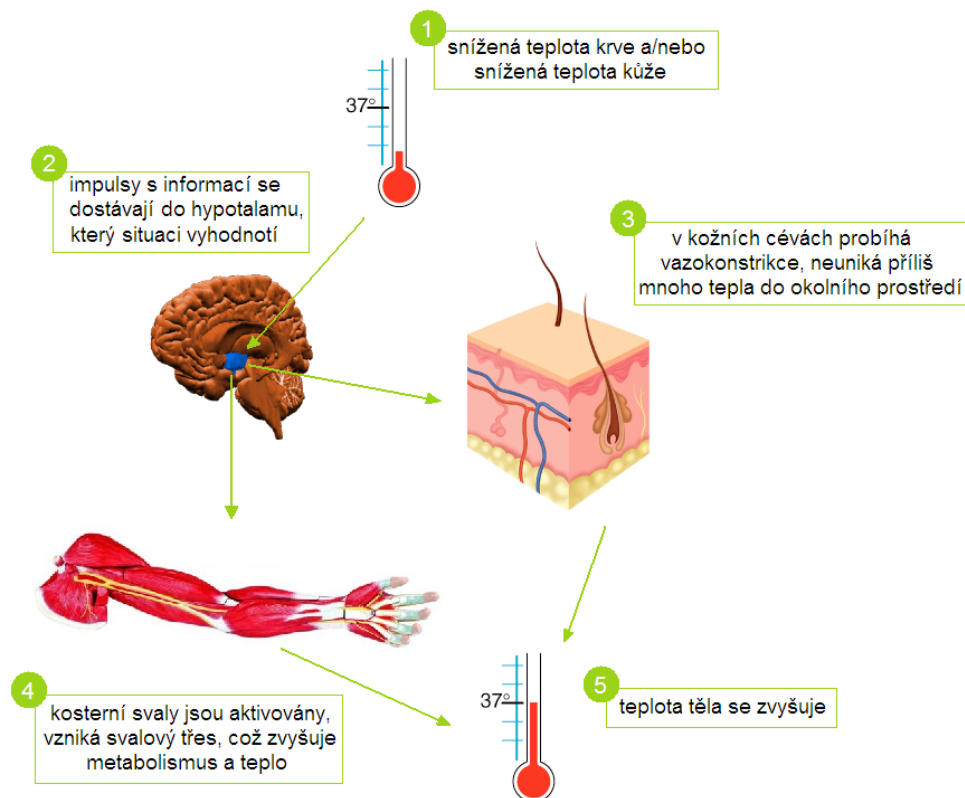
Netřesová termogeneze

Za netřesovou termogenezi je zodpovědný účinek adrenalinu a noradrenalinu ze sympatiku v hnědé tukové tkáni (u novorozenců) a snad i bílé tukové tkáni a částečně v kosterních svalech (u dospělých). Tímto mechanismem dochází k produkci tepla asi dvojnásobně. Tyroxin také zvyšuje tvorbu tepla a to o 50% ve všech orgánech. Ale tento způsob tvorby tepla se aktivuje až po několika týdnech v chladném prostředí.

Hypotermie (podchlazení)

K podchlazení organismu dochází jakmile teplota jádra klesne pod 35°C. V první fázi tělo reaguje na hypotermii snahou zastavit pokles teploty třesem, vazokonstrikcí cév a zrychlením srdeční frekvence (SF). Jakmile se teplota jádra nachází okolo 30°C upadá postižený do bezvědomí. Se snižováním teploty se snižuje bazální metabolismus, při teplotě těla 28°C je

bazální metabolismus přibližně na polovině normální hodnoty. Řízená hypotermie je využívána při operacích srdce a mozku.



Obr. č. 8. Hypotermie.

Adaptace na chlad

Mezinárodní komise pro termální fyziologii rozdělila chladové adaptace do 4 skupin (Zeman In Máček, Radvanský 2011):

- genetická (jedinci žijící v chladnějším podnebí z pohledu evoluce, jsou schopni spát v chladu méně oblečení a přikryti než stredoevropané)
- aklimatizace (získané modifikace v reakci na komplex zevních faktorů, jako jsou sezónní a klimatické změny)
- aklimace (získané modifikace v reakci na jediný faktor prostředí (např. chladu))
- habitace (přivykání) – zmenšení reakcí nebo citlivosti po opakovaném chladovém podnětu

Otužování

Otužování je činnost, jejímž výsledkem má být schopnost organismu správně a pohotově reagovat na klimatické výkyvy zevního prostředí. Mezi běžné prostředky otužování řadíme mytí a sprchování studenou vodou, sanování, nepřetápění obydlí a nenošení příliš teplého oblečení. Nejúčinnější je otužování vodou. (Zeman In Máček, Radvanský 2011)

Tato metoda slouží taktéž k posílení imunitního systému, pomáhá při prevenci nachlazení, běžných nemocí, ale i zánětů dýchacích cest.

Otužování vodou

Obvykle se začíná s omýváním obličeje, předloktí, horní poloviny těla a nohou studenou vodou nejlépe ráno. Začínáme s teplotou vody, která je člověku příjemná a postupem ji snižujeme. Když si tělo zvykne na omývání, můžeme přejít ke sprchování studenou vodou. Ze začátku se stačí sprchovat 10s, v dalších dnech čas prodlužujeme. Vždy musí následovat rychlé osušení a masáž kůže ručníkem až do obnovení pocitu tepelné pohody. Sprchování teplou vodou naopak ruší účinek otužování, proto by po teplé sprše měla ještě následovat opláchnutí studenou vodou. (Máček, Radvanský 2011)

1.1.3. Termografie (Novotný, 2010)

Termografie (termovize) je diagnostická metoda, kterou se zobrazuje a měří teplota kůže člověka. Jedná se o bezkontaktního měření teploty, které nezasahuje do organismu. Tělo vydává infračervené záření, které jsme schopni pomocí termovize pozorovat.

Termografie je využívána v medicíně, může pomoci při zjišťování fáze zánětu (hojení) určitého poškození. Samotné termovizní vyšetření však nestanoví přesnou diagnózu. Tu je možno stanovit především na základě anamnézy, klinického vyšetření (pohled, pohmat, poklep, poslech, manévry atd.). Pro přesnější určení, která tkáň nebo část orgánu je poškozena slouží sonografie, rentgen, magnetická rezonance aj. Pro zobrazení teplotních změn podkožních částí těla (svaly, šlachy, šlachové pochvy, vazy, úpony, kloubní pouzdra, burzy, kosti, uzliny, cévy a jiné vnitřní orgány), je nutné před vyšetřením vyšetřovanou část těla obnažit na 15 minut.

Termografie může pomoci sportovcům (**profesionálním, výkonnostním a rekreačním**) i nespportovcům

- v diagnostice poškození těla z přetížení,
- při sledování hojení po úraze, rozhodování o léčbě, rehabilitaci a opětovném zatížení v tréninku a soutěži,

Může pomoci odpovědět na otázky: Nezatěžovat nebo zatěžovat? Chladit nebo prohřívát? Dávat protizánětlivé nebo prohřívací léky? Masírovat?...

- v prevenci poškození z přetížení.
- Teplé ložisko může být obrazem právě probíhajícího zatížení svalů (větší prokrvení a intenzivnější metabolismus) nebo akutního zánětu (hojení) částí pohybového aparátu z přetížení.
- Studené ložisko může být obrazem zhojení jizvou, menšího prokrvení po poškození z přetížení nebo po úraze.

Dále je termovize využívána v oděvním průmyslu pro tvorbu nových materiálů využívaných pro termo oblečení.

Literatura:

GANONG, Viliam F. Přehled lékařské fyziologie. Praha: Galen, 2005. 890 s. ISBN: 80-7262-3111-7.

HAMPL, Václav. *Fyziologie extrémních stavů* [online]. Praha: Karlova Univerzita, [cit. 2011-11-18]. Dostupné z WWW: <http://fyziologie.lf2.cuni.cz/hampl/teach_mat/extremy/index.htm>.

JANDOVÁ, Dobroslava. *Balneologie*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2009. 424 s. ISBN: 978-80-247-2820-9.

MÁČEK–RADVANSKÝ, Jiří. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galen, 2011. ISBN: 978-80-7262-695-3

NOVOTNÝ, Jan. *Termografie* [online]. Brno: Fakulta sportovních studií MU, 2010 [cit.2011-12-03]. Dostupné z WWW : <<http://www.fsps.muni.cz/pages/termografie.php>>

ROKYTA a kol. *Fyziologie pro bakalářské obory*, 2000

WILMORE, Jack H.; COSTILL, David L.; KENNEY, W. Larry. *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign (USA) : Human Kinetics, 2008, 574 s. ISBN-13 978-0-7360-5583-3.

ZEMAN, Václav. Tělesná aktivita v chladu. In MÁČEK–RADVANSKÝ, Jiří. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galen, 2011. s. 89-97. ISBN: 978-80-7262-695-3.

1.2. Pobyt ve vysokohorském prostředí

Reakční a adaptační změny v organismu nastávají také při pobytu či výkonu ve vysokohorském prostředí. Jiné podmínky prostředí mají vliv na změny probíhající v našem organismu.

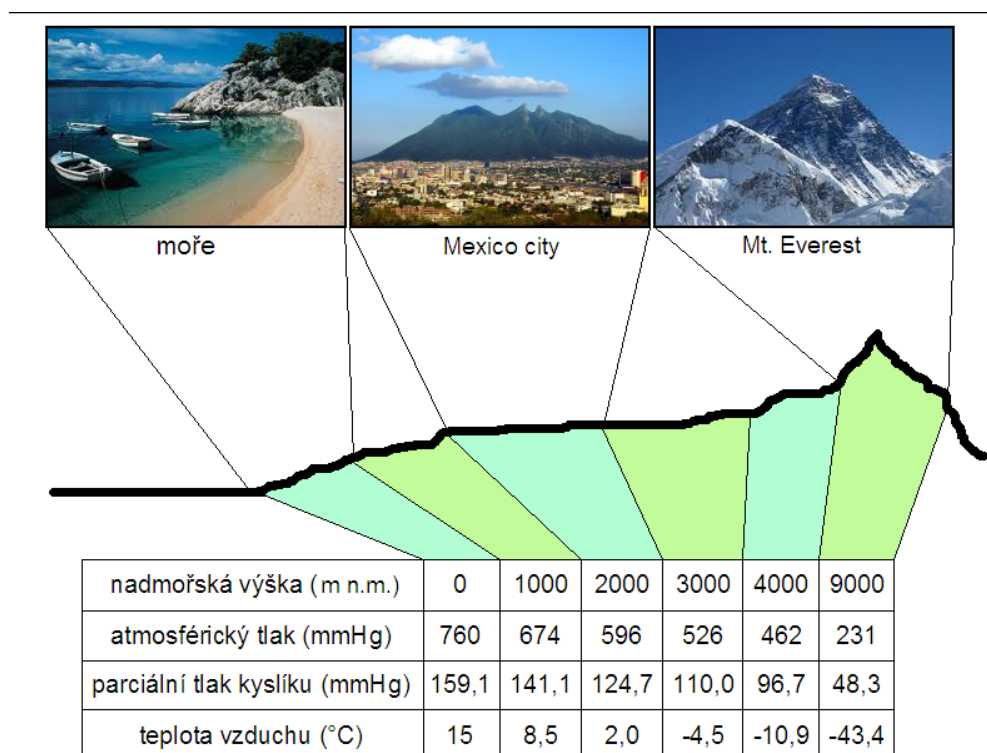
Ve vysokohorském prostředí se mohou objevit vojáci vykonávající svou misi v odlehlých místech, především na východě.

1.2.1. Vysokohorské prostředí

Na úvod by jsme měli definovat vysokohorské prostředí. Vysokohorské prostředí dělíme dle nadmořské výšky na 3 zóny (Rotman, 2011):

1. střední výška 1500-2500 m.n.m.
2. velká výška 2500-5300 m.n.m.
3. extrémní výška nad 5300 m.n.m.

Ve vysokohorském prostředí atmosférický tlak se stoupající nadmořskou výškou klesá. Stejně tak klesá i parciální tlak kyslíku (PO_2). Se zvyšující se nadmořskou výškou klesá teplota vzduchu o $1^\circ C$ každých 150m výšky, nezávisle na zeměpisné šířce, ta však výrazně ovlivňuje sezónní a denní kolísání teploty (rozdíl na slunci a ve stínu, vítr) – obr. č. 9.



Obr. č. 9. Vnější podmínky při různé nadmořské výšce. (upraveno dle Wilmore-Costill, 2008)

Horský studený vzduch má snížený tlak vodních par, absolutní vlhkost je ve vysokých nadmořských výškách extrémně nízká. Kombinace nízké relativní vlhkosti může být subjektivně velmi nepříjemná. Vzduch je tedy sušší a řidší. Naopak se zvyšuje intenzita

slunečního záření, zejména jeho UV složka. Intenzita UV záření se zvyšuje asi o 20-30% na 1000m, tyto účinky jsou značně zvýšeny odrazem od sněhu. Také stoupá intenzita kosmického záření (tvorba kyslíkových radikálů, jejich množství se zvyšuje se stoupajícím tlakem kyslíku). Ve vyšších výškách je nepatrně nižší gravitace a proudění vzduchu.

Nízký parciální tlak kyslíku nepříznivě ovlivňuje přechod kyslíku z alveol do kapilár malého krevního oběhu (difuzí) i transport kyslíku ke tkáním. Tím pádem dochází k nedostatku kyslíku ve tkáních – hypoxii. (Jančík a kol., 2007). Tím vysokohorské prostředí způsobuje menší afinitu hemoglobinu (Hb) ke kyslíku, což ovlivňuje fyzický výkon.

V kabině dopravních letadel normálně bývá tlak odpovídající nadmořské výšce 1800-2500 m, což může být problém pro pacienty s chronickým srdečním nebo respiračním selháváním (Hampel).

1.2.2. Reakce organismu na vysokohorské prostředí

Ve výšce do 2500 m.n.m. se neobjevuje významnější pokles dodávky kyslíku tkáním. S mírnějšími příznaky akutní horské nemoci se můžeme setkat u 15% příchozích do této výšky. (Máčková, 2011)

Hypoxické podmínky vysokohorského prostředí ovlivňují fyziologické reakce organismu. Významně je narušen difuzní gradient, který podmiňuje výměnu kyslíku mezi krví a tkáněmi. Je snížena saturace (nasyčení) hemoglobinu kyslíkem. Organismus se snaží tyto negativní vlivy odvrátit aktivací regulačních mechanismů a přísun kyslíku zvýšit. Dochází k hyperventilaci v klidu i při zátěži, hlubší (zvýšení dechového objemu - DO) rychlejší dýchání (zvýšení dechové frekvence - DF). Z oběhových parametrů se zvyšuje srdeční frekvence (SF) i minutový objem srdce (Q). Znasobuje se otevření kapilár cév, což zabraňuje akutní hypoxii. Postupně se snižuje objem krevní plazmy, což následně způsobuje zvýšení koncentrace erytrocytů, což dovoluje větší přenos kyslíku a tím částečně kompenzuje sníženou dodávku kyslíku. (Jančík a kol., 2007)

Pokles tělesné výkonnosti zřejmě souvisí se snížením VO_{2max} , která klesá lineárně s přibýváním výšky, asi o 10% na 100m. (Máčková 2011, dle Wilmore, Costill)

1.2.3. Adaptace (aklimatizace)

Adaptací organismu na vysokohorské prostředí rozumíme přizpůsobování se organismu tomuto prostředí z pohledu dlouhodobějšího. Jedná se o komplexní proces trvající několik týdnů. Rychlost adaptace je závislá na výšce. Postupně se zvyšuje kapacita transportního systému pro kyslík. Dochází k většímu vyplavování erythropoetinu (EPO), což zvyšuje tvorbu erytrocytů v kostní dřeni. Díky tomu také stoupá množství hemoglobinu, který přenáší v těle kyslík. V organismu se zvyšuje počet mitochondrií, myoglobin a aktivita enzymů. Zlepšuje se prokrvení tkání cévami (vaskularizace). (Jančík a kol., dle Havlíčková 2004)

Adaptace svalů:

Změny ve svalech se mohou objevit po 4-6 týdnech chronické hypoxie (viz. tabulka). Klesá počet rychlých i pomalých svalových vláken asi o 11-25%. Dochází ke snížení enzymatické

aktivity zbylých svalových vláken. Zároveň s tím dochází k vaskularizaci svalů (zvýšení hustoty kapilár). (Máčková, 2011)

Tab. č. 2. Změny ve svalové struktuře a metabolické potenciál během 4-6ti týdení chronické hypoxie. Legenda: ↓ = pokles, ↑ = zvýšení (upraveno dle Wilmore-Costill, 2008)

charakteristika svalu	změna	procento změny
objem svalů	↓	12
plocha rychlých svalových vláken	↓	20 - 25
plocha pomalých svalových vláken	↓	20
hustota kapilár	↑	15
citrátová syntéza	↓	20
fosforylace	↓	30

Novější studie nepotvrzují významné zlepšení výkonnosti v nížině po vysokohorském tréninku. Podmínky ve střední a vyšší poloze vedou často k dehydrataci a úbytku svalové hmoty.

Nynější studie doporučují pro zvýšení celkové výkonnosti trénink v nižší poloze s pobytem ve střední výšce (pro zvýšení počtu erytrocytů).

Aklimatizace

Pro aklimatizaci je potřebná doba individuálně odlišná. Závisí na několika faktorech, jako je rychlost výstupu, Dosažená absolutní výška, překonaný relativní výškový rozdíl a především aktuální zdravotní stav jedince.

Výškové zóny (Rotman, 2011):

- střední výška 1500-2500 m.n.m.
- velká výška 2500-5300 m.n.m.
- extrémní výška nad 5300 m.n.m.

Střední výška 1500-2500 m.n.m.

Saturace arteriální krve kyslíkem (SaO_2) přesahuje 90% a nedochází k omezení okysličení tkání. V prvních dnech pobytu se zvyšuje klidová ventilace.

Velká výška 2500-5300 m.n.m.

2500 m.n.m. je prahovou výškou pro vznik aklimatizačních pochodů. SaO_2 klesá výrazně pod 90%. V této výšce lze dosáhnout úplné a dlouhodobé aklimatizace. Nejvýše položené trvale obývané místo na zemi je hornické městečko La Rinconada v Peru (5100 m.n.m.).

Extrémní výška nad 5300 m.n.m.

Těmto výškám se už nelze přizpůsobit, při delším pobytu dochází k chátrání organismu. Oxygeneaci zajišťuje jen výrazná hyperventilace. Od 6000 m je inhibována anaerobní glykolýza a tvorba La. Saturace O_2 na vrcholu Everestu se pohybuje okolo 50%.

Průběh aklimatizace

Aklimatizace probíhá po etapách. O aklimatizaci na danou výšku svědčí návrat klidové srdeční frekvence naměřené ráno po probuzení k výchozím individuálním hodnotám. Doba potřebná pro aklimatizaci se liší individuálně a závisí na několika faktorech: rychlosti výstupu, dosažené absolutní výšce, překonanému relativnímu výškovému rozdílu a zdravotním stavu jedince.

Orientačně platí na výšku:

3000 m je třeba se aklimatizovat 2-3 dny

4000 m je třeba se aklimatizovat 3-6 dní

5000 m je třeba se aklimatizovat 2-3 týdny

Výškám nad 5500 m se již přizpůsobit nelze (nad touto hranicí dochází i při maximálním fyzickém šetření k zhoršování zdravotního stavu a ke snížení výkonnosti). Adaptační mechanismy umožní organismu v této výšce přežít jen několik málo dní.

Adaptace na hypoxii zahrnuje změny transportu kyslíku do tkání a změny jeho utilizace v buňkách.

Akomodace, tj. počáteční odpověď, u netrénovaného nastupuje za několik sekund až hodin. Aklimatizace a aklimace, změny které se projevují za několik dní až měsíců pobytu v hypoxickém prostředí (fenotypické adaptace, které jsou po návratu do normoxických podmínek reverzibilní).

Adaptace genotypické u organismů, které žijí ve změněném prostředí po celé generace prahovou výškou, od které se již každý člověk musí hypoxii přizpůsobovat, a ve které vznikají výškou způsobené poruchy, je 3000-3500 m.

Fáze aklimatizace

1. Latentní fáze – trvá prvních 6 hodin po příchodu do výšky, bez příznaků akutní horské nemoci (AHN)
2. Aklimatace – období získávání aklimatizace s velkým rizikem aklimatizačních poruch resp. AHN
3. Aklimatizace – období trvající 2-3 týdny, během kterých je člověk optimálně přizpůsoben výšce a je schopen největších fyzických výkonů
4. Fáze degradace (výškové deteriorace) se zhoršením fyzických a psychických funkcí

Obecná pravidla aklimatizace

1. Přespávat v co nejnižší nadmořské výšce, vystupovat po etapách a vždy přespat v nižší než dosažené výšce.
2. Na každých 500m překonané výšky mají připadnout dvě přenocování ve stejné výšce, v průběhu jednoho týdne nepřespávat v táboře výše než o 1000m.
3. Spát s mírně vyvýšenou horní polovinou těla, průběh aklimatizace neurychlí žádný lék.



Obr. č. 10. Příklad výškových táborů (ilustrační obrázek)

1.2.4. Akutní horská nemoc (AHN)

S akutní horskou nemocí (AHN) se setkáváme ve vysokohorském prostředí. Můžeme ji chápat jako selhání organismu přizpůsobení se vyšším výškám. U neaklimatizovaného jedince se projevují příznaky AHN. Od AHN je třeba odlišit fyziologické změny, se kterými se ve vyšších výškách běžně setkáváme a jsou přirozenými reakcemi organismu na toto prostředí (hyperventilace, tachykardie, noční periodické dýchání).

Mezi příznaky mírné formy AHN řadíme bolest hlavy společně s jedním z dalších příznaků jako je porucha zažívání (nechutenství, nevolnost, zvracení) nebo únava a slabost, případně závratě, pocit na omdlení a v neposlední řadě porucha spánku. Těžké formy dělíme na: mozkovou (výškový otok mozku) a plicní (výškový otok plic). Při otoku mozku se setkáváme s ataxií (porucha koordinace pohybu) a psychickými změnami. Při otoku plic se objevují nejméně dva z těchto symptomů: extrémní únava a slabost, klidová dušnost, kašel, tlak na hrudníku a nejméně 2 z těchto příznaků: chrůpky alespoň v jednom plicním poli, centrální cyanóza, zrychlené dýchání, tachykardie.

Terapie

Nejúčinnějším lékem pro všechny formy AHN je kyslík. Kromě tlakových lahví s kyslíkem jsou pak využívány přenosné přetlakové komory. Z léků je využíván nifedipin, dexamethason, ibuprofen, acetazolamid, morfin, sedativa a další. O vhodných lécích může rozhodnout pouze odborný lékař. (Rotman, 2011)

1.2.5. Oční problematika ve vysokohorském prostředí

V extrémních vysokohorských podmínkách jsou oční onemocnění a poruchy zraku velmi závažné a mohou mít tragické následky. V následujících řádkách ve zkratce uvádíme nejčastější oční onemocnění a jejich možné komplikace ve vysokohorském prostředí.

Syndrom suchého oka

Jedná se o jedno z nejčastějších očních onemocnění, jehož příčiny jsou různé. Ve vysokohorském prostředí se syndrom zpravidla zhoršuje a ovlivňuje zrak.

Projevy:

- pálení očí
- pocit cizího tělesa
- rozmazané vidění

Nedostatečné zvlhčování oka vede k poškození rohovky. K léčení se využívají tzv. „umělé slzy“. K prevenci nám slouží speciální ochranné brýle, které chrání oko před větrem, UV zářením a vysoušením.

Refrakční vady

Jedná se o běžné oční vady: dalekozrakost, krátkozrakost a astigmatismus. Při kterých bývá snižené, nepřesné a zamlžené vidění. Tyto vady jsou kompenzovány brýlemi, kontaktními čočkami, případně operací. Ve vysokohorském prostředí při nošení brýlí hrozí riziko zamlžování při námaze v chladu, vlhka a sněžení. Lze využít kontaktní čočky, avšak v horských podmínkách je péče o čočky komplikována hygienickými podmínkami a nízkými teplotami s mrznutím roztoku. Vhodné jsou pak čočky na jedno použití. Nové materiály z kterých jsou čočky vyrobeny chrání i před UV zářením, bezpečnější je však používání ochranných brýlí. Jednorázové čočky v krajních situacích lze ponechat na očích až jeden týden. Při používání kontaktních čoček je ale nutné mít s sebou i optické brýle. Při pocitu suchých očí je nutné čočky zvlhčit roztokem. Používání kontaktních čoček v horách musí horolezec pečlivě zvážit po konzultaci se svým očním lékařem.

Šedý zákal

Bylo zjištěno, že pobyt ve výšce s expozicí UV záření existující oční problém nezhorší. Je ale nutné nosit brýle jako ochranu před „sněžnou slepotou“.

Sněžná slepota

Sněžná slepota je stav, kdy postižený není schopen pro bolest vůbec otevřít oči a je tedy prakticky slepý. Bolest může být v závislosti na míře poškození oční rohovky tak intenzivní, že víčka jsou křečovitě stažena a mnohdy je problém i jejich pasivní rozevření ve snaze aplikovat kapky či mast. Tento bolestivý a nepříjemný stav však naštěstí sám odezní.

Sněžná slepota je velmi častá v zimním období,

Příznaky se dostavují po 4 až 12 hodinách od začátku expozice nechráněné nebo nedokonale chráněné oční rohovky ultrafialovému záření (UVB záření vlnové délky 280-320 nm).

Příznaky se obvykle projevují v nočních hodinách.

Příznaky:

- pocit cizího tělesa v očích
- předchozí pocit přechází do velmi bolestivého křečového stahu očních víček s výrazným zarudnutím a slzením
- bolest a křeč se zhoršuje při každém sebemenším pohybu víček a dopadu světla

- bolest je tak intenzivní, že může způsobit psychické příznaky a znemožňuje otevřít oči (odtud označení „slepota“)

Ke vzniku poškození očí postačí na jaře např. čtyřhodinová túra po ledovci bez brýlí.

Po 6-8 hod se obnovují odumřelé buňky poškozené rohovky a stav odezní zpravidla do 24 až 48 hodin, zcela bez následku. Po těžkém poškození rohovky mohou bolesti hlavy a plachost na světlo přetrvávat týdny až měsíce.

První pomoc:

- nerozevírat víčka
- léky proti bolesti
- studené obklady či koupele obličeje v chladné vodě
- na 8-10 hodin krýt oči obvázané

Nejlepší prevencí je opět používání brýlí se 100% nepropustností pro UVB záření, chránící oči ze všech stran, dostatečně pevné a nárazuvzdorné. Prostupnost pro viditelné světlo má být 10%, nejvýše 25%. Lidé pohybující se v horském prostředí mají používat brýle chránící i proti UVA záření, aby se snížilo riziko šedého zákalu.

Krvácení do sítnice ve extrémních nadmořských výškách postihuje naprostou většinu příchozích. Nad 4000 m.n.m. se udává výskyt 50-90%.

Literatura:

HAMPL, Václav. *Fyziologie extrémních stavů* [online]. Praha: Karlova Univerzita, [cit. 2011-11-18]. Dostupné z WWW:

<http://fyziologie.lf2.cuni.cz/hامل/teach_mat/extremy/index.htm>.

JANČÍK, Jiří; ZÁVODNÁ, Eva; NOVOTNÁ, Martina. *Fyziologie tělesné zátěže* [online]. Brno : Masarykova Univerzita, 2007 [cit. 2011-11-18]. Dostupné z WWW:

<<https://is.muni.cz/auth/do/1499/el/estud/fsps/js07/fyziio/texty/index.html>>.

MÁČKOVÁ, Jiřina. Pohybová aktivita a sport ve vysokohorském prostředí. In MÁČEK–RADVANSKÝ, Jiří. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galen, 2011. s. 98-100. ISBN: 978-80-7262-695-3.

MADER, Th. H. – TABIN, G. Going to high altitude with preexisting ocular conditions. *High Alt. Med. Biol.* 4: 419-430, 2003.

ROTMAN, Ivan. Fyziologické a zdravotní aspekty pohybové aktivity v extrémních výškách. In MÁČEK–RADVANSKÝ, Jiří. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galen, 2011. s. 101-109. ISBN: 978-80-7262-695-3.

WILMORE, Jack H.; COSTILL, David L.; KENNEY, W. Larry. *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign (USA) : Human Kinetics, 2008, 574 s. ISBN-13 978-0-7360-5583-3.

1.3. Pobyt ve vodním prostředí - potápění

Potápění je definováno jako pohyb člověka pod vodní hladinou. Člověka jako suchozemského tvora omezuje pod vodou nedostatek příjmu kyslíku. I když je kyslík i ve vodě, lidé nemají ústrojí přizpůsobené k tomu, aby kyslík z vody byli schopni zachytit a přijmout.

Během výkonu povolání se některé z bezpečnostních složek můžou dostat i pod vodní hladinu. Jedná se především o policejní potápěče.

Při potápění je znalost fyziologických principů a jejich dodržování velmi důležité.

Nerespektování fyziologických principů může vést k nehodám, při kterých hrozí poškození zdraví, často i s následkem smrti. (Hamar, Lipková, 1998)

Při potápění běžně lze dosáhnout hloubky 10-15m, výjimečně i 30m. Sportovní potápěči se však potápí do hloubek daleko vyšších, až 100m. Hloubka sestupu je limitována délkou bezdeší. Proto potápěči používají dýchací přístroje a při potápění do větších hloubek potápěčské obleky a skafandry. (Bartůňková, 1993 In Havlíčková)

1.3.1. Vodní prostředí

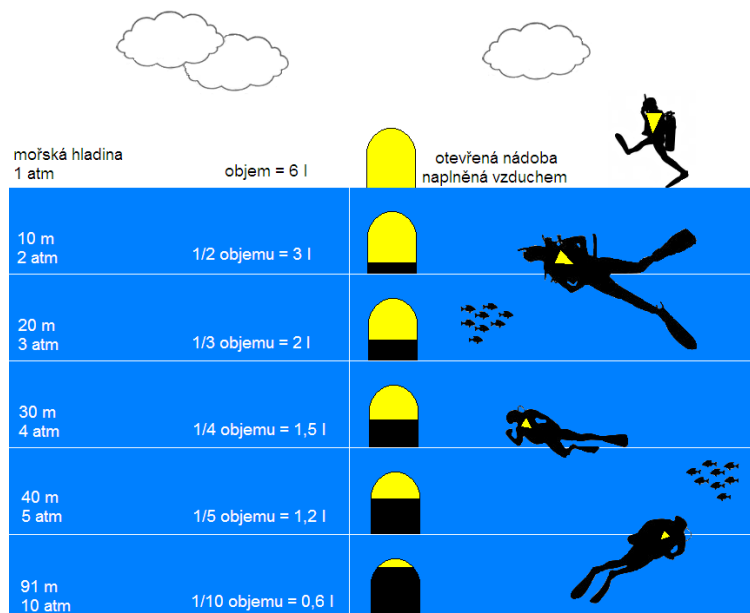
Protože je voda nestlačitelná, její tlak na povrch těla potápěče stoupá úměrně s hloubkou. Aktuální hydrostatický tlak v libovolné hloubce je výsledkem působení dvou sil, váhy sloupce vody a váhy sloupce vzduchu nad hladinou. Tlak vytvářený mořskou vodou je přibližně o 3% vyšší.

V hloubce 10m je tělo potápěče vystaveno tlaku dvou atmosfér. Tlak v hloubce 20m potom představuje tři atmosféry, v 30m čtyři atd.

Protože tkáň organismu se skládají především také z vody, jsou tedy v podstatě nestlačitelné. V důsledku toho nejsou citlivé na zvýšení zevního tlaku při potápění. Na druhou stranu lidský organismus, ale také obsahuje dutiny, které jsou vyplněné vzduchem. Jsou to plíce, dýchací cesty, vedlejší nosní dutiny a dutina středního ucha. Během potápění je objem a tlak v těchto prostorech vlivem zevního tlaku značně ovlivněný.

Při potápění je potřeba zabezpečit, aby se tlak v těchto dutinách mohl plynule přizpůsobit vnějšímu tlaku vody. V opačném případě mohou prudké změny tlaku a objemu plynu v uzavřených vnitřních prostorech vést k mechanickému přetížení tkání v jejich stěnách a okolí. V lehčích případech se tento stav projevuje nepříjemnými pocity až bolestmi, v závažnějších případech pak může vést k poškození tkání, které může končit i smrtí. (Hamar, Lipková, 1998).

Následující obrázek (obr. č. 11) ukazuje jak se s hloubkou mění objem plic.

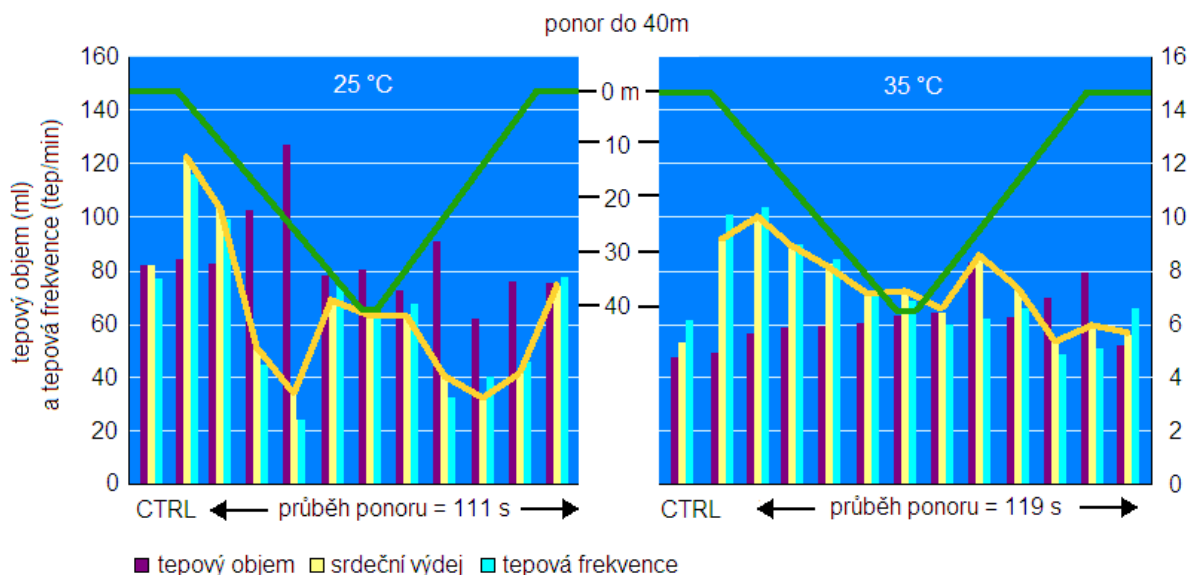


Obr. č. 11. Změny objem plynu pod vodou (upraveno dle McArdle a kol., 2006).

Tlak v každém vzduchem vyplněném prostoru těla musí sledovat změny okolního tlaku, jinak na stěně tohoto prostoru vznikne destruktivní tlakový gradient. Většina tělesných dutin nemá problém vyměňovat vzduch s okolím (např. střední ucho Eustachvou trubicí). Potápěči do velkých hloubek používají speciální směsi, kde je doplněním inertního plynu (obvykle helia) parciální tlak kyslíku snížen). Aby plíce nekolabovaly, musí vdechovaná směs přicházet pod zvýšeným tlakem. Zvýšený tlak zvyšuje hustotu plynu, proto ve 4 atm je třeba 2x větší práce dýchacích svalů na pohyb vzduchu dýchacími cestami. To může vést k zadržení CO₂ (stejně jako zadržování dechu kvůli ušetření kyslíku) a potencionálně až k bezvědomí. Vysoký parciální tlak kyslíku (PO₂): např. v 40m 5atm je PO₂ při dýchání 21% kyslíku podobně jako má 100% kyslíku při 1 atm. Tvorba kyslíkových volných radikálů prudce roste a nabourává buněčnou obranu, což zátěž několikanásobně zhoršuje.

Diving reflex

Diving reflex je přirozenou reakcí organismu (kardiovaskulárního systému) na podráždění chladových receptorů. Při podráždění receptorů v kůži obličej se snižuje venózní návrat krve a podráždění bloudivého nervu (nervus vagus) pak tlumí tvorbu vzruchu v sinusovém uzlu. K tomuto jevu dochází po prudkém ochlazení povrchu těla, zvláště obličej se zdržením dechu (apnoe). Při ponoření do vody může dojít ke snížení srdeční frekvence o 10 - 40%, srdce tepe pomaleji a organismus spotřebuje méně kyslíku. Při zadržení dechu na suchu také klesá SF a to asi o 5 až 7%, po ponoření obličej do vody se SF sníží okamžitě až o 20% .



Obr. č. 12. Změny srdeční ferkvence (SF) a systolického objemu (Q_s) při potápění se do 40m hloubky, graf vlevo – teplota vody 25°C, graf vpravo – teplota vody 35°C (upraveno dle Ferrigno, 1997).

Snorkeling - sportovní šnorchlování

Při tomto druhu potápění se dýchá přes trubicu ve tvaru J, která umožňuje potapěči dýchat bez toho aniž by musel vytáhnout tvář z vody.

Díku tomu může potápěč mít neustálou orientaci pod vodou.

Využíváno především rekreačními potápěči. Při hlubším potopení se horní otvor vlivem hydrostatického tlaku vody automaticky uzavře. (Hamar, Lipková, 1998)

Další druhy potápění pospisujeme podrobně v následujících kapitolách.

1.3.2. Freediving – volné potápění na nádech

Při freedivingu se potápěči potápějí bez dýchacích přístrojů na jeden nádech. Jedná se o potápění se zadržením dechu, tedy jen na zásobu vzduchu v plicích, kterou má potápěč z nadýchnutí se nad vodní hladinou.

Tom Sietas dokázal pokořit rekord v délce pod hladinou. Vydržel neuvěřitelných 9 minut 15 sekund, stalo se v městě Hamburku v severním Německu (gamepark.cz).

Ze vzduchu, který se dostává do plic při hlubokém nádechu, je průměrný člověk schopen využít přibližně 600 – 700 ml kyslíku. Zároveň s tím se do plic vylučuje o něco menší množství CO₂. Výsledkem je pokles parciálního tlaku kyslíku a vzestup parciálního tlaku oxidu uhličitého. Tyto změny dráždí dýchací centrum a vedou k nucenému přerušení zadrženého dechu.

Při tomto typu potápění hrozí ztráta vědomí v okamžiku, kdy se potápěč snaží prodloužit zadržení dechu nad únosnou hranici. Příčinou bývá buď kritické snížení parciálního tlaku kyslíku, anebo zvýšení parciálního tlaku oxidu uhličitého. Nebezpečná je také hyperventilace před samotným ponorem, kterou si snaží potápěč udělat větší zásoby kyslíku. Souvisí totiž s poklesem parciálního tlaku oxidu uhličitého.

Riziko potápění se zadržením dechu spočívá také v extrémním nárůstem vnějšího hydrostatického tlaku při ponořování se do větších hloubek. Zde platí pravidlo, že jakmile je objem v plicích a dýchacích cestách stlačen na hodnoty okolo 1 až 1,5l (hodnoty objemu reziduálního vzduchu), dosáhne deformace tkání takový stupeň, že může dojít k nevratnému poškození dýchacího systému.

Kritická hloubka pro potápění je 30m. Při překročení této hloubky poklesne objem vzduchu v dýchacích cestách a v plicích pod hodnotu reziduálního objemu, což může vést k poškození tkání v plicích, případně hrudní stěny v podobě zlomenin žeber. V závažných případech je krev doslova vtlačena z plicních kapilár do alveol, tak že postižený se „udusí ve vlastní krvi“. Při potápění na jeden nádech hrozí více rizik. Při ucpaní Eustachovy trubice se nemůže tlak ve středoušní dutině dostatečně rychle vyrovnat s tlakem v dýchacích cestách. Výsledkem je, že tlak vody bude tlačit blánu v bubínku dovnitř. Při potápění do větších hloubek může tak velké tlakové působení způsobit roztržení této blány. (Hamar, Lipková, 1998).

1.3.3. Scuba diving – potápění s dýchacím přístrojem

SCUBA = z anglického: self-contained underwater breathing apparatus. Potápění s dýchacím přístrojem.

Vnější hydrostatický tlak v hloubce větší než 1m přesahuje hodnoty, které dokáží dýchací svaly většiny normálních jedinců překonat, a vdechnout tak do plic vzduch na úrovni atmosférického tlaku. Aby byly tyto vnější síly vykompenzované, vzduch, který se má dostat do plic, musí být dodáváný kyslík na úrovni vnějšího tlaku vody v aktuální hloubce.

V praxi se využívají dva typy dýchacích přístrojů:

- dýchací přístroje s otevřeným okruhem
- dýchací přístroje s uzavřeným okruhem (Hamar, Lipková, 1998)

Potápění s dýchacím přístrojem s otevřeným okruhem

Zásoba vzduchu pro potápění je uložena v hliníkové láhvi, která dokáže při tlaku 200 atmosfér přijmout 1-2tis. litrů vzduchu. Láhev o tomto objemu dokáže pojmout tolik vzduchu, který při potopení stačí na 0,5 až 1 hod v průměrné hloubce. Stlačený vzduch proudí přes regulační ventil, který redukuje tlak v láhvi na úroveň okolního hydrostatického tlaku v příslušné hloubce. U dýchacích přístrojů s otevřeným okruhem je vydechovaný vzduch vydechován do okolní vody. Nevýhodou těchto přístrojů je neúčinnost při koncentraci kyslíku okolo 16%.

Potápění s dýchacím přístrojem s uzavřeným okruhem

Tento typ dýchacího přístroje využívá stlačený kyslík, který se redukčním ventilem dostává do dýchacího vaku. Ten současně působí jako tlakový regulátor. Kyslík se tedy i při tomto systému dostává do plic pod tlakem, který je stejný jako hydrostatický tlak okolního prostředí. Vydechovaný vzduch prochází přes filtr, který obsahuje hydroxid draselný. Tato látka je schopná absorbovat a vázat oxid uhličitý. Tento „očistěný“ vydechovaný vzduch se vrací zpět do dýchacího vaku. Z talkové láhve se do dýchacího vaku dostává poze množství kyslíku, které bylo spotřebované. S tímto přístrojem je potápeč schopen vydržet pod vodní hladinou i několik hodin. (Hamar, Lipková, 1998)

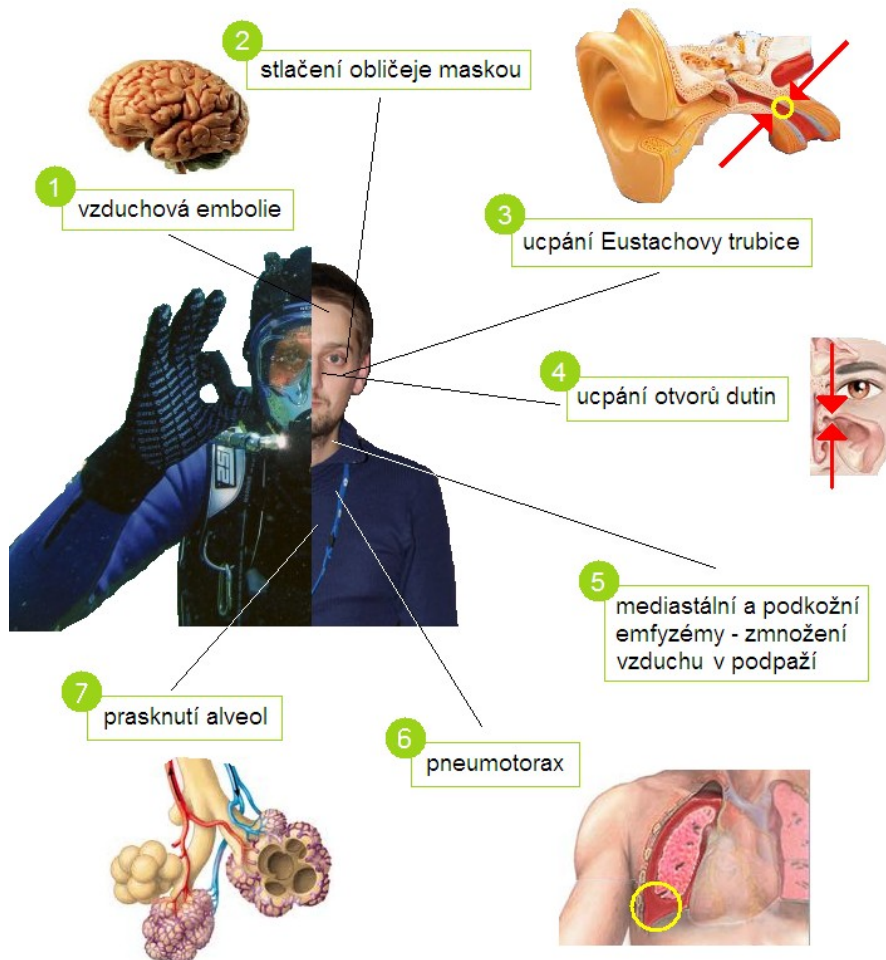
Přístrojové potápění přineslo i řadu problému souvisejících s dýchacími plyny. Při potápění s kyslíkovou bombou může vzniknout „opojení dusíkem“. Proto je dusík nahrazován jinými inertními plyny. (Bartůňková, 1993 In Havlíčková)

Do bomb se používá trimix, neon – to jsou sloučeniny helia, kyslíku a dusíku. Helium má nižší hustotu než dusík, je tedy umožněna menší dechová práce potápeče a tím pádem dochází k menšímu zadržování oxidu uhličitého. Tento plyn zvyšuje hlas, takže někdy se můžeme setkat s problémy při komunikaci. Protože má i menší rozpustnost, mívá menší narkotické účinky a projevy dekompresní nemoci jsou méně časté. Naopak má vyšší tepelnou vodivost, což může mít za následek větší riziko podchlazení.

1.3.4. Zdravotní rizika při potápění

Zdravotní problémy spojené s potápěním mají různou závažnost. Jako nejčastější se uvádí postižení uší a vedlejších dutin nosních. Z nich se nejčastěji setkáváme s barotraumatem středouší, které se však většinou upravuje spontánně bez vážnějších následků. Méně časté, ale o to závažnější je barotrauma a zejména dekompresní postižení vnitřního ucha, které může mít trvalé následky. (Fajstavr 2011 In Máček, Radvanský)

Obrázek (obr. č. 13) níže znázorňuje možná poškození organismu při potápění. Níže v textu jsou uvedeny i další možná rizika a poškození.



Obr. č. 13. Možná poškození organismu při potápění.

Dekompresní nemoc

Dekompresní nemoc neboli tzv. Kesonova nemoc vzniká expanzí plynů v dutinách a tvorbou bublin především v tukové tkáni. (Fajstavr 2011 In Máček, Radvanský)

Při vynořování se tvoří bublinky v krvi a tkáních supersaturovaných plynem rozpuštěným během expozice vysokému tlaku (analogie s otevřením šampusu).

Příznaky:

- bolesti svalů, kloubů, v horších případech paralýza, kolaps, bezvědomí; dyspnea, plicní edém
- až po delší expozici (několik hodin), protože dusíku při jeho špatné rozpustnosti to trvá dlouho, než saturuje tělesné tekutiny a zejména málo vaskularizovaný tuk (v němž se ho díky vyšší rozpustnosti rozpouští nejvíc)
- pohyb to zhoršuje (jako zatřesení šampusem)
- He mnohem lepší než N_2 , protože se mnohem hůř rozpouští

Léčba: rekompresa a velmi pomalá dekomprese v hyperbarické komoře, lze zrychlit hyperbarickým O_2
nedodává se žádný další N_2
zvýšený gradient N_2 mezi bublinkami a okolím

zvýšená difuze O₂ do ucpaných oblast

Prevence:

- pomalé vynořování
- při delším období hlubších ponorů někdy potápěči i na povrchu žijí v přetlakových nádržích

Vysokotlakový nervový syndrom (HPNS)

- vzniká pod hladinou 130 m
- hyperexcitace nervů tlakem
- třes rukou nausea, závratě
- horší při rychlejším ponořování
- omezují to tlumivé účinky N₂

Barotrauma

Barotrauma vzniká změnou objemu plynu tam, kde se nevyrovná tlak s okolím:

- nosní dutiny
- zubní kazy
- střední ucho (při ucpání Eustachovy trubice)
- střevní plyny
- alveoly (pokud se při vynořování nevydechuje)

Hypoxie

- nedostatek O₂ ve tkáních neboli hypoxie je stav, při němž tkáně nedostávají popřípadě neodebírají dostatečné množství O₂
- může vzniknout z různých důvodů, vyvolaných příčinami na cestě, kudy se dopravuje O₂ do tkání

Zejména to může být:

- zástava nebo omezení ventilace plic
- nedostatek O₂ v dýchací směsi
- nemoci plic, které zabraňují difúzi kyslíku z plicních sklípků do krve
- stav krve, zabraňující přírodnímu přenosu O₂ (např. otrava CO, nedostatek červených krvinek)
- poruchy krevního oběhu
- otravy zabraňující buňkám přírodně využívat O₂, který dostávají

Toxicita (otrava oxidem uhličitým)

Přebytek CO₂ ve tkáních, neboli hyperkapnie, může při potápění nastat buď v důsledku zvýšené hladiny CO₂ v těle nebo v dýchací směsi, a to z následujících příčin:

- nedostatečná ventilace plic
- zvýšená tvorba CO₂ při práci (usilovné plavání apod.)
- špatná funkce pohlcovače CO₂ u přístroje s uzavřeným nebo polouzavřeným okruhem
- znečištění dýchací směsi CO₂

Hyperventilace

Při hyperventilaci je výdej kysličníku uhličitého z těla vyšší než jeho tvorba, jeho celkové množství v těle se snižuje. Při potápění se s tímto stavem setkáváme v několika různých

situacích. Volní hyperventilaci provádějí často nedostatečně informovaní potápěči jako prostředek k prodloužení doby ponoru při potápění na nádech. Hyperventilace emoční se často vyskytuje při pobytu pod vodou u začátečníků (stres z vodního prostředí). Důsledkem hyperventilace je ve všech případech snížení množství kyslíčnicku uhličitého v alveolách, v krvi a při delším trvání i ve tkáních. Fyziologickým důsledkem poklesu hladiny CO₂ je oslabení činnosti dechových center. Již po 2-3 minutové hyperventilaci vymizí na určitou dobu podněty k dýchání a člověk ztrácí potřebu dýchat. Před dosažením normální hladiny CO₂ působí jako dechový podnět nedostatek kyslíku, tento se však uplatňuje až při jeho značném úbytku. Nezřídka se stává, že takový ponor končí bezvědomím z nedostatku kyslíku.

Základní pravidla pro potápění

Není dovoleno potápět se:

- kardiakům
- alergikům, jejichž alergie ovlivňuje dýchání

Potápěč by před ponorem neměl zatěžovat trávicí systém, tzn. nejíst 2 hod před ponorem.

1.3.5. Policejní potápění

Rozvoj kriminality v blízkosti vodních ploch a pod vodní hladinou měl za následek rozvoj kvalifikované speciální policejní jednotky – policejní potápěči. Kriminalisté prošetřují trestné činy spojené s trestnou činností na vodní hladině a potřebují zajišťovat stopy nejen na vodní hladině, ale i pod vodou.

Policejní potápění je odvětví profesionálního potápění prováděné policejními jednotkami. Policejní potápěči jsou buď u policie zaměstnaní na celý úvazek anebo to jsou dobrovolníci. Mezi úkoly prováděné policejními potápěči patří především záchranné potápění a vyhledávání obětí.

Technické potápění v našich zeměpisných šířkách je na hony vzdálené představě pohodového šnorhlování mezi korálovými útesy a hejny rybek, jen tak v plavkách a s ploutvemi na nohách. Policejní potápěči jsou zvyklí spíše na kalnou vodu s teplotou okolo 5°C, kdy na sobě mají oblečený speciální svrchní oblek, pod kterým mají oblečeno co se dá, jen aby nezmrzli.

Každý rok policejní potápěči musí projít přísnou zdravotní prohlídkou a absolvovat kurz s následným přezkoušením. Rozdělují se do čtyř kvalifikačních stupňů podle toho, jaké mají zkušenosti a do jaké hloubky jsou oprávněni se potápět:

- Potápěči kvalifikačního stupně P4 jsou zařazeni na odboru speciálních potápěčských činností a výcviku Policejního prezidia ČR. Zbylé tři skupiny potápěčů slouží na poříčním oddělení.
- Do kvalifikačního stupně P3 jsou zařazeni potápěči, kteří se mohou potápět až do hloubky 40 metrů s možností použití dýchací směsi NITROX do 40 % kyslíku. Jsou to ti nejzkušenější policisté s nejlepší praxí. Mohou vést například náročné pátrací akce, musí být schopni rychle a správně se rozhodovat. Při jejich činnosti totiž velmi často záleží jen na minutách.
- Potápěči kvalifikačního stupně P2 jsou oprávněni se potápět do 40 metrů.
- Potápěči kvalifikačního stupně P1 jsou oprávněni se potápět do 20 metrů.

Potápěči slouží především jako servis pro ostatní útvary Policie ČR, ponejvíce však Službu kriminální policie a vyšetřování. Poříční oddělení je totiž jako jediný útvar oprávněn zajišťovat místo činu a sbírat důkazy pod vodní hladinou tak, aby byly použitelné pro trestní řízení. Jeho členové mají přesné instrukce, jak postupovat v konkrétních případech, jak

zacházet s tělem utonulého, apod. Prošli si i odborným školením na záchranu života pod zamrzlou hladinou (policie.cz).

Policejní potápěči pod vodou nehledají mušle, ale rozkládající se utopence, vraky aut nebo zbraně. Pod hladinou je šero, zima a potápěči mají pocit naprostého soukromí. V kalné vodě se může ze tmy vynořit kdykoli cokoli, což přispívá k intenzitě „zážitku“.

Vybavení potápěčů policie ČR patří:

- suchý oblek
- maska
- jacket
- křídla
- automatika (láhev)
- hloubkoměr
- motorové čluny
- kompresory
- mobilní dekompresní komory

V republice se kvalifikací policejních potápěčů zabývá Výcvikové středisko potápěčů Policie ČR a to od roku 1999. Také byla postupně zpracována celková koncepce potápěčské činnosti v Policii ČR. (Pácl, 2007)

Kvalifikace policejních potápěčů je dána jednak služebním zařazením, ale také rozsahem jejich teoretické a praktické přípravy, specializací a zkušeností v práci pod vodní hladinou.

Charakteristika kvalifikačního stupně:

- vydefinovat povolenou hloubku ponoru
- stupeň samostatnosti
- vedení potápěčské akce

Podle kvalifikace se dělí potápěči u Policie ČR:

- potápěč kvalifikačního stupně A nad 36 metrů – hloubkař OSPČV PP ČR,
- potápěč kvalifikačního stupně A do 36 metrů,
- potápěč kvalifikačního stupně B,
- potápěč kvalifikačního stupně C,
- potápěč bez kvalifikace – uchazeč. (Pácl, 2007)

Charakteristika prostředí pod vodní hladinou

- špatná viditelnost, noc, členitý terén a proud pod vodní hladinou (s tímto problémem se policejní potápěči setkávají v 95% své práce)
- uzavřený prostor při pátrání pod ledem, v jeskyních, starých dolech a studnách
- nejistota z velké hloubky, sloupce vody
- nejistota z neznámého prostředí
- práce v zamořeném prostředí (vytahování sudů s neznámým obsahem, dopravních prostředků po havárii, výskyt viru ptačí chřipky, aj.). (Pácl, 2007)

Literatura:

BARTUŇKOVÁ, Staša. Vliv zevního prostředí na výkonnost. In. HAVLÍČKOVÁ a kol. *Fyziologie tělesné zátěže I. Obecná část*. Praha: Karolinum, 1993. s. 158-164. ISBN: 80-7184-875-1.

FAJSTAVR, Jaroslav. ORL problematika při potápění. In MÁČEK–RADVANSKÝ, Jiří. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galen, 2011. s. 110-113. ISBN: 978-80-7262-695-3.

FERRIGNO, M. Cardiovascular changes during deep breath-hold dives in a pressure chamber. *J Appl Physiol* 1997, 83, 1282.

HAMAR, Dušan – LIPKOVÁ, Jana. *Fyziológia telesných cvičení*. Bratislava: Univerzita Komenského Bratislava, 1998. 174 s. ISBN: 80-223-1283-50.

McAARDLE, Viliam D.-KATCH, Frank I.-KATCH, Victor L. *Exercise Physiology. Energy, Nutrition & Human Performance*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2006. 1068 s. ISBN: 978-0-7817-4990-9.

PÁCL, Marek. *Specifika výcviku potapěčů Policie ČR a vyhledávání předmětů a utonulých osob pod vodní hladinou*. Diplomová práce. Benro: Masarykova univerzita, 2007.

policie.cz. Poříční oddělení – od historie po současnost. [online] Policie České republiky – KŘP hlavního města Prahy. [cit. 2011-12-12]. Dostupné na WWW:

<<http://www.policie.cz/clanek/poricni-oddeleni-od-historie-po-soucastnost-244540.aspx>>.

gamepark.cz. Moderní potápění. [online] [cit. 2011-12-12]. Dostupné na WWW:

<http://www.gamepark.cz/moderni_potapeni_56309.htm>.

1.4. Gravitační přetížení – fyziologie létání

V následující kapitole se podíváme na to jaké účinky má pracovní prostředí letců a kosmonautů na jejich organismy. Nejprve si zopakujeme základní charakteristiku atmosféry a její složení. Následně se podíváme na gravitační přetížení se kterých se při letech setkáváme. Také na to jak se organismus chová v beztlížném stavu, kterému jsou vystaveni kosmonauti při letech do vesmíru.

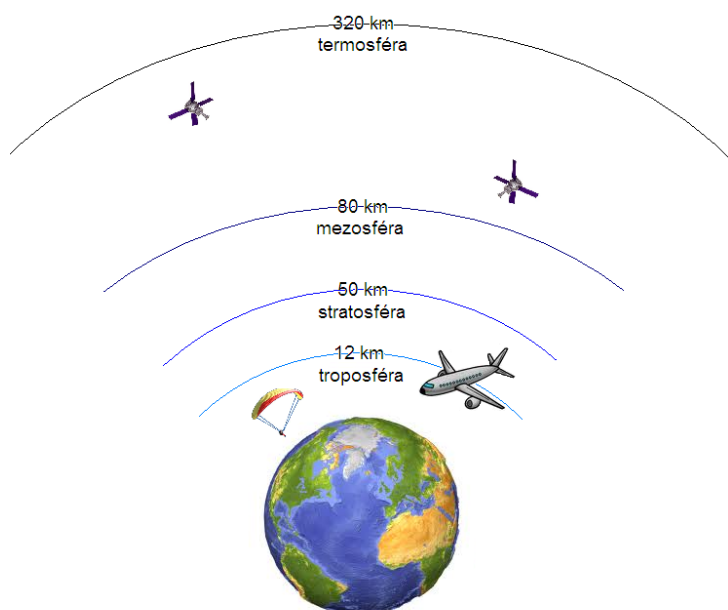
1.4.1. Atmosféra

Letec vykonává svoji pracovní činnost v širším slova smyslu v zemské atmosféře. Složení plynů v zemské atmosféře je uvedeno v následující tabulce (tab. č. 3):

Tab. č. 3. Složení plynů v atmosféře (upraveno dle Šulc, 1980).

plyn	zkratka plynu	objem v atmosféře (%)
dusík	N ₂	78,08
kyslík	O ₂	20,94
argon	Ar	0,93
oxid uhličitý	CO ₂	0,04
neon	Ne	0,00182
helium	He	0,00052
krypton	Kr	0,00014
vodík	H ₂	0,00005
xenon	Xe	0,000009
ozón	O ₃	0,0 - 0,000007
oxid siřičitý	SO ₂	0,0 - 0,000100

Atmosféru dělíme na 5 základních vrstev (obr. č. 14): troposféra, stratosféra, mezoféra, termosféra a exosféra. S narůstající výškou se vlastnosti a tím i biologické účinky atmosféry radikálně mění. Exosféra se považuje za poslední stálou vrstvu Země, jedná se o okrajovou vrstvu zemské atmosféry. Její horní hranice je ve výšce 20 – 35 tisíc nad zemským povrchem.



Obr. č. 14. Vrstvy atmosféry.

Ve vysokých výškách se tlak kyslíku v alveolárním vzduchu snižuje rychleji než atmosférický tlak. Na tyto změny musí organismus začít reagovat.

Změny tlaku na organismus při létání

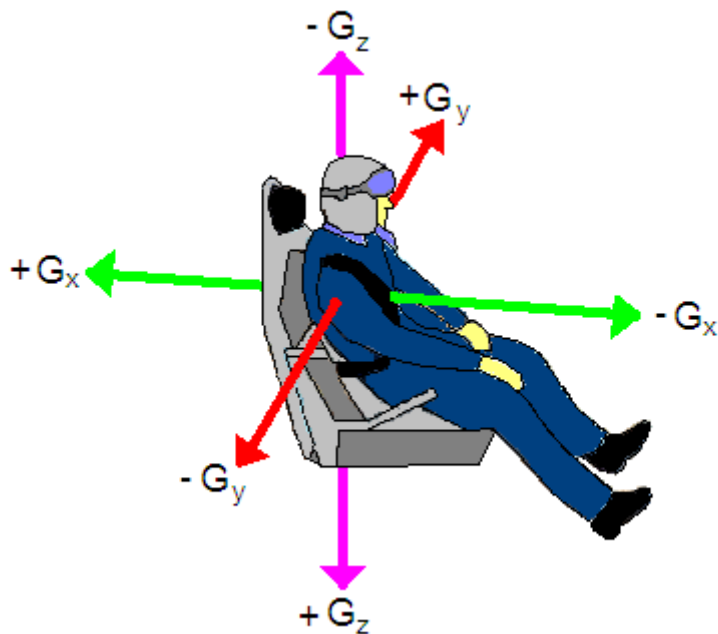
„Každý let je spojen se změnami barometrického tlaku: při stoupaní nastává jeho pokles a při snižování výšky opět vzestup. Důsledky mechanických změn při rozpínání a opětovném stlačování plynů v dutině při rychle se měnícím barometrickém tlaku s nadsnadnějším projevem ve středním uchu. Po zahájení výstupu se ve středoušní dutině vytváří relativní přetlak oproti okolí. Expandující vzduch vyklene bubínek, což je subjektivně pocíťováno jako tlak v uších. Pokud dotyčný jedinec neotevře Eustachovu trubici některým z dále popsaných manévřů, unikne po dosažení přetlaku 1,5 kPa vzduchu z dutiny bubínkové spontánně. Při sestupu je situace rozdílná. Ke spontánnímu vyrovnání tlaků nedochází, neboť účinnost již zmíněného ventilového mechanismu faryngálního ústí Eustachovy trubice je ještě stupňována zvyšováním barometrického tlaku v nosohltanu: ve středouši zůstává naopak podtlak.“ (Šulc, 1980).

1.4.2. Gravitační přetížení

Gravitační přetížení nebývá součástí našich životů, setkáváme se s ním minimálně, při bouračkách, pádech z výšky a v letectví. Žijeme v prostředí tížení zemskou gravitací o gravitačním zrychlení 1 G. V letectví může být gravitační přetížení 3-8x překonáno (3-8 G). G = násobek normálního gravitačního přetížení.

Typy přetížení:

- pozitivní: příčné (boční) – od jednoho ramene k druhému, podélné (předozadní) – od čela dozadu za záda, svislé (od hlavy k nohám)
- negativní: příčné (boční), podélné (zadopřední) – od zad k čelu, svislé – od nohou k hlavě



Obr. č.15. Typy zrychlení během přetížení.

Pozitivní přetížení chápeme ve směru od hlavy k nohám, negativní opačně. Tzv. pozitivní podélné G: vydrží člověk v sedě 4 G asi 40-50 sec, 15-20 G asi 1 sec (ve stoje méně). Při 2 G má člověk pocit těžkých končetin, které se i hůře ovládají. Při 3-4 G se nedaří udržet vzpřímenou polohu, udržet otevřené oči je taktéž namáhavé, stejně jako dýchání. Při 4-6 G nastává blackout (zatemnění) za několik vteřin. Při přetížení 20 G už obvykle dochází k fraktuře obratlů.

Při +5G je tlak v žilách nohou 450 mmHg, to je hodně - dilatuje, drasticky brzdí žilní návrat, proto tlak krve klesá k ~20 mmHg (přechodně, pak to částečně upraví baroreceptory), odkrývá se mozek a sítnice- zšednutí zorného pole až ztráta vidění ("black-out").

Trochu pomáhá anti-G oblek (tlačí vodou na nohy a břicho) - ale nezabrání posunu srdce a bránice směrem k břichu.

Trénink: komprese břicha předklonem a stahem břišních svalů; zvýšení nitrohručního tlaku

Pozitivní příčné G: největší tolerance G je vleže (10-17 G až 3 min). Nejvíce namáháno dýchání, hypoventilace. Negativní G (hlavně při letecké akrobacii) - snáší se hůř než pozitivní. Vysoké tlaky v mozkových cévách. Nával krve do sítnice, zčervenání zorného pole rychle následované ztrátou vidění ("red-out"). Otok obličeje, nebezpečí krvácení do mozku.

Obor, ve kterém letečtí lékaři spolupracují s konstruktéry na tom, aby kokpity vyhovovaly potřebám lidského těla se nazývá Letecká ergonomie.

Účinky kladného $+G_z$ přetížení:

- Poruchy vidění – nedokrevnosti oční sítnice nám zašedne viděný obraz a zúží se zorné pole („gray out“). Přibližně při +4,5G v relaxované poloze a bez pomůcek dochází ke ztrátě vidění („black out“).
- Zhoršená pohyblivost končetin, především těch co řídí letoun. Podepřená ruka může vykonávat pohyby při +8G, za použití ochranných manévrů a anti-G oděvu až +18G.

- Po „black outu“ obvykle následuje bezvědomí. Používáme pro něj zkratku G-LOC (G induced Loss of Consciousness = ztráta vědomí vyvolaná přetížením). Pokud je přetížení ale hodně vysoké, k „black outu“ nedojde a pilot rovnou upadá do bezvědomí. Z bezvědomí se pilot probírá asi až po 15s po ukončení přetížení. Dalších 15s je dezorientovaný a není schopen řídit letoun. Pilot si vůbec tuto situaci nemusí pamatovat.

Účinky přetížení jsou nepříjemné a umocňuje je alkohol, hyperventilace, hypoxie, přehřátí, a únava.

Zatímco před účinky negativního přetížení $-G_z$ nemáme možnost se bránit, proti pozitivnímu přetížení $+G_z$ máme řadu účinných opatření:

- Vyloučit přehřátí, dehydrataci, alkohol, hlad, let s prázdným žaludkem, hyperventilaci, hypoxii a únavu.
- Svalové napínací manévry – zatnutí svalů dolních končetin a břišních svalů tak, aby vypuzovaly krev směrem k hlavě. Může dojít ke zvýšení tolerance až o 2 G.
- Tzv. manévry M-1: usilovný výdech proti uzavřeným hlasivkám – něco jako „hekání“. Tím se zvýší tlak hrudníku a krev je hnána k mozku. tento manévr je potřeba provádět 3-4s a přerušovat ho krátkým nádechem, aby se krev nemohla vracet k srdci. Společně se svalovými napínacími manévry zvyšuje toleranci k přetížení o 4G.
- Pohybová aktivita (aerobní i anaerobní trénink) prokazatelně zvyšují toleranci k přetížení. Ale extrémní přetrénovanost naopak zhoršuje tuto toleranci.

Další metody jsou přístupné jen profesionálům:

- Anti-G oděv – v okamžiku kdy přístroj zjistí pozitivní přetížení, nafukují se polštáře na dolních končetinách a břiše. To začíná stlačovat cévy dolní poloviny těla s účinkem podobným, jako u svalových napínacích manévrů. Správně prováděné napínací manévry společně s anti-G oděvem zvyšují toleranci pilota o +8G na 30s.
- Trénink na centrifuze při kterém se nacvičují účinky svalových napínacích manévrů.

(Melechovský, 2008)

Fyziologické aspekty standardního přetížení

Standardní přetížení je vlastně reakce organismu, kterými odpovídá na účinky zrychlení v pásmu, omezeném z jedné strany oblastí nárazových akcelerací a z druhé strany oblastí vysokého dlouhotrvajícího přetížení. Fyziologické účinky lineárního zrychlení při startu, zapnutí forsáže, brzdění letounu apod. nebývají pro krátkodobost svého působení vesměs příliš významné. Při manévrování s letounem bývá organismus letce vystaven nejčastěji přetížení podélnému.

Přetížení ve směru hlava – pánev (+G), klade vysoké nároky především na krevní oběh. Krev v tepnách nad úrovní srdce je tlačena proti směru svého toku, zatímco arteriální krev pod obloukem aorty teče v původním směru, avšak větší rychlostí. V žilním oběhu je tomu naopak. Krev se hromadí v dolní polovině těla. Srdce zaujímá vertikální polohu. Následkem nedostatečného plnění pravého srdce se snižuje systolický a minutový objem srdce. Klesá vitální kapacita plic. Odkrvení hlavového konce oběhového systému je provázeno typickým postižením zrakových funkcí a při dalším zvyšování intenzity gravitační zátěže až ztrátou vědomí. Následkem podráždění baroreceptorů se reflexně zvyšuje srdeční frekvence. Po překročení hranice individuální tolerance k přetížení nastává ztráta vědomí. Jejím podkladem je akutní anemie mozkové tkáně. Hrozící kolaps se ohlašuje relativní tachykardií.

Hodnoty základních fyziologických parametrů během bojového manévrování při různém přetížení uvádíme v následující tabulce:

Tab. č. 4. Průměrné hodnoty srdeční frekvence (SF), dechové frekvence (DF), dechového objemu (DO) a minutové ventilace (V_E) naměřené během bojového manévrování při různé velikosti přetížení (upraveno dle Šulc, 1980).

+G _z	SF	DF	DO	V_E
	[tepy·min ⁻¹]	[dechy·min ⁻¹]	[ml]	[l·min ⁻¹]
1	94	19	900	13,8
3	101	25	845	15,3
5	130	31	725	17,5
7	138	31	655	18,0

Nárazové přetížení

Za nárazové přetížení považujeme všechna přetížení, při kterých násobek zemské přitažlivosti se v době kratší než 1s zvýší více než 10x. Pokud rychlost letu přesáhne 500 km/hod, není pilot fyzicky schopen překonat sílu vstřícného proudu vzduchu a opustit letoun, aniž by se střetl s kýlovou a stabilizační plochou draku. Proto jsou všechny letouny s proudovým pohonem vybaveny katapultujícími křesly, popřípadě jinými systémy.

Při nárazovém přetížení může přírůstek zrychlení ve zlomku sekundy dosáhnout několika set, tisíc, ale i milionů $g \cdot s^{-1}$.

Při otevření padáku je taktéž pilot vystaven nárazovému přetížení. Síla nárazu závisí na rychlosti pádu v okamžiku rozevírání vrchlíku. Při neregulovaném otevírání padáku může při rychlosti 400 km/hod dosáhnout nárazové zrychlení hodnoty 10,4 g.

S nárazovým přetížením se v neposlední řadě setkáváme při doskoku na zem. Jeho velikost závisí na rychlosti klesání pilota a to je opět nejčastěji modifikována rychlostí větru. Čím je kinetická energie pilota v okamžiku dotyku se zemí vyšší, tím je také větší pravděpodobnost vzniku poranění (nejčastěji distorzí a zlomenin) - Šulc, 1980.

1.4.3. Stav beztlíže

Beztlížnému stavu jsou vystaveni kosmonauti při letech do vesmírů, případně při pobytu na vesmírné stanici.

Gravitační zrychlení je ve vesmíru několikanásobně menší než na povrchu Země. Například na povrchu měsíce je gravitační zrychlení šestkrát menší než Zemi.

Hlavní vlivy působící na organismus při vesmírném letu:

- přetížení při startu a návratu
- stav beztlíže
- radiace (ta ale třeba při letech Appolo byla menší než při RTG vyšetřeních; při delších letech to bývá horší)

Tři hlavní problémy vznikající v beztlížném stavu:

- vnímání gravitace
- přesun vody
- kosti a svaly

Stav beztlíže – vnímání gravitace

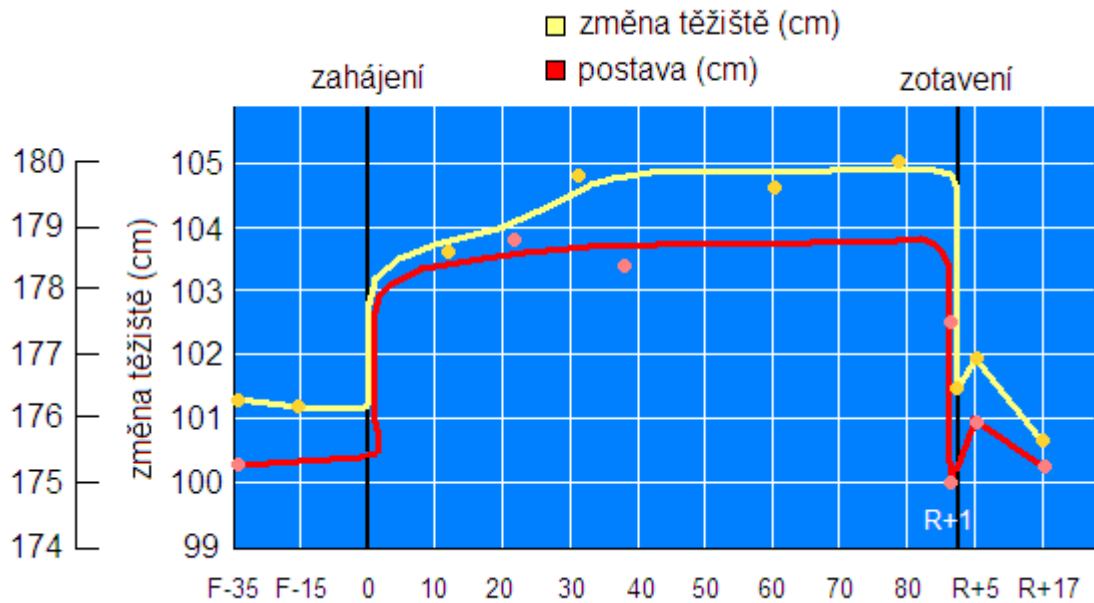
- gravitace se nepocítuje jako volný pád - k tomu pocitu asi patří i vizuální podněty a vnímání proudu vzduchu kolem padajícího
- syndrom adaptace na vesmír - forma mořské nemoci z nesouladu mezi vizuálním, taktilními a gravitačními vjemy:
 - začíná po hodině až dvou dnech letu, může přetrvávat až 4 dny
 - asi u 50% astronautů
 - nechutenství, pocení, nevolnost, závrať, bolest hlavy, poruchy soustředění, nausea, zvracení
 - odeznívá spontánně

Stav beztlíže – přesun vody

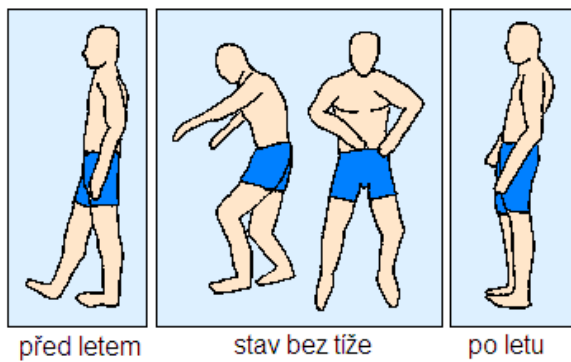
- voda se přesunuje zdola nahoru (hlava, hrudník)
- každá noha ztrácí asi litr tekutiny - 10% objemu - během prvního dne
- napomáhá tomu zvětšení objemu hrudníku v důsledku ztráty jeho váhy
- otok obličeje, nosní kongesce (ucpaný nos), "rýma" po celou dobu beztlíže
- větší objem krve v hrudníku zvyšuje tepový objem a srdeční výdej, ten ale posléze klesá protože neaktivní svaly ho méně potřebují
- objem plasmy tím rychle klesá o 10-20% a zůstává tak po celou dobu beztlíže
- normalizuje se poměrně rychle po návratu, nejdříve ale bývá ortostatická intolerance (pokles tepového objemu ve stoje, protože snížený objem krve se přesunuje do nohou)
- dehydratace tkání
- zvláštní forma anémie (objem erytrocytů klesá o 15% za 2 týdny, i když po 2 měsících se může téměř normalizovat):
 - dehydratace vede nejdříve k relativnímu nadbytku erytrocytů, to zastaví erythropoézu
 - krvinky jsou dokonce ne zcela jasným způsobem odbourávány
 - hematokrit po návratu nejdříve dále klesá (protože se normalizuje objem plasmy), pak se během několika týdnů normalizuje
- snížený objem krve - menší nároky na srdce - zmenšuje se velikost a výkonnost srdce
- normalizace během pár týdnů po návratu
- tyto změny se omezují cvičením a zvýšeným příjmem vody

Stav beztlíže – kosti a svaly

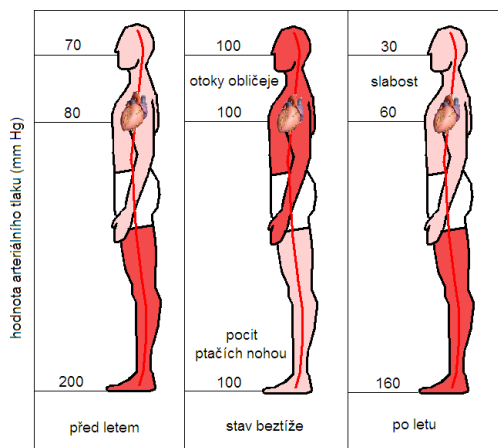
- kosmonauti "povyrostou", protože na páteř nic netlačí směrem dolů
- ztráta asi 1-1.5 % kostní hmoty (a kalcia) za měsíc po celou dobu letu, cvičení to nezastaví, jen trochu zpomalí, zastavuje se až asi měsíc po návratu, neví se zatím, jestli je zcela reverzibilní
- osteolýza (zánik kostní tkáně) zvyšuje Ca^{2+} v plazmě, to zvyšuje riziko ledvinových kamenů
- svaly atrofují
- vlastnosti pomalých svalových vláken se mění a tyto typy svalových vláken začínají mít více vlastností jako rychlá svalová vlákna (na podporu váhy těla), ubývá myosinu, proteosyntéza klesá (přímý vliv beztlíže - i jednotlivé svalové buňky v kultuře
- ve svalech ubývá cév a nervových zakončení



Obr. č. 16. Změna těžiště během beztížného stavu (upraveno dle McArdle a kol., 2007).



Obr. č. 17. Změna těžiště během beztížného stavu (upraveno dle McArdle a kol., 2007).



Obr. č. 18. Přesun vody v těle během beztížného stavu. (Upraveno dle McArdle a kol., 2007)

1.4.4. Hluk při létání

Hluk je jedním z nejdůležitějších škodlivých faktorů, které při výkonu letecké profese působí na výkonnost a zdravotní stav příslušníků létajícího personálu.

K hlavním zdrojům leteckého hluku patří:

- pohonná jednotka letadla
- turbulence mezní vrstvy vzduchu, obtékající pohybující se letadlo
- palubní radiostanice
- klimatizační jednotka

Hluk v pilotních kabinách prodeových letounů je asi okolo 95-108 dB. Ve vrtulnicích asi 84-105dB. Tato hodnota záleží na typu letounu.

Za letu se setkáváme také s tzv. Aerodynamickým hlukem, který vzniká v důsledku turbulencí mezní vrstvy vzduchu obtékající pohybující se letadlo.

Patofyziologické a psychologické účinky leteckého hluku, letecký hluk:

- maskuje řeč a další akustické signály
- přispívá k rozvoji únavy
- může vyprovokovat vznik zvláštního druhu prostorové iluze
- při nadměrné intenzitě a při dlouhodobé expozici vyvolává změny v Cortiho orgánu

Literatura

MELECHOVSKÝ, David. Přetížení [online] Aeroweb, 2008 [cit. 2011-11-18]. Dostupné z WWW: <<http://www.aeroweb.cz/clanek.asp?ID=1241&kategorie=3>>.

McAARDLE, Viliam D.-KATCH, Frank I.-KATCH, Victor L. Exercise Physiology. Energy, Nutrition & Human Performance. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2006. 1068 s. ISBN: 978-0-7817-4990-9.

ŠULC, Jiří. *Letecká fyziologie*. Praha: Naše vojsko, 1980. 284 s. ISBN: 28-035-80.

1.5. Hladovění a dehydratace

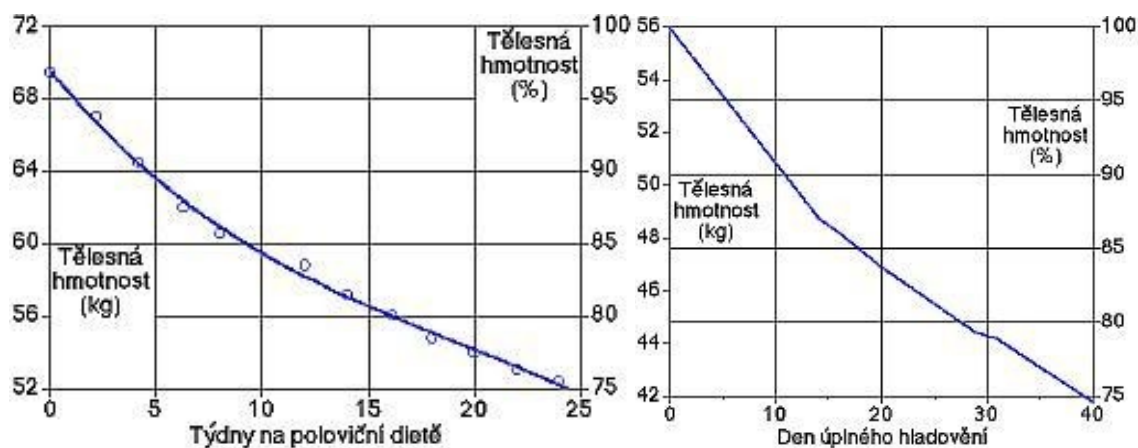
Hladovění a dehydratace organismu po delší dobu vedou ke smrti. V extrémních podmínkách může člověk dehydratovat rychle, přehřát se a zemřít už za několik hodin. Při zátěži v horách přežije člověk bez jídla jen několik dní (asi 3-5).

Důležitou prevencí selhání organismu je tedy dodržovat pitný režim, pravidelně jíst.

Pohybovou aktivitu v extrémních podmínkách je potřeba vhodně naplánovat, aby organismus ušetřil co nejvíce energie a nedošlo k rychlému vyčerpání.

1.5.1. Hladovění

V dnešní době se s hladověním v našich podmínkách často nesetkáváme. Většina populace má možnost doplňovat energetické zásoby ze základních živin. S hladověním se v našich podmínkách spíše setkáváme při týrání, onemocnění a nebo při dobrovolném hladovění. Jinde na světě hrozí hladovění ve válkách, lidé nemají možnost si obstarat potravu. Nedostatek potravin je taktéž ve „třetím světě“, kde na následky hladu umírá spousta lidí, především dětí.



Obr. č. 19. Ztráta hmotnosti během hladovění. (Hampl, 2011)

Člověk přežije úplný hlad 17-74 dní, délka závisí na teplotě prostředí, kde se nachází. Ženy bývají odolnější, mají větší zásoby tuku (74 dní je rekord). Při hladovění dochází ke snižování aktivity, apatie. Taktéž se dochází ke snížení celkového metabolismu (změna aktivních orgánů, např. jater, snížením tyroxinu). Energie je během hladovění čerpána převážně z tuků, ale nikdy nezmizí tuk úplně všechno.

Počáteční úbytek váhy je vysoký (až 50%), je to dáno úbytkem vody v důsledku ztráty elektrolytů vyvažujícím ztrátu proteinů. Objevují se projevy nedostatku vitamínů. Postupně dochází ke zpomalení srdeční činnosti v klidu (bradykardie), třeba až na 37 tepů/min). Mění se také hodnota krevního tlaku, nastává obvykle hypotenze (systol. tlak se sníží třeba až na 95 mmHg). Celkový srdeční výdej se snižuje až o 45%! Snižuje se aktivita hypofýzy (pseudohypofysektomie) a tím pádem i závislých endokrinních žláz, začíná se vyplavovat méně tyroxinu, který v těle váže jod a ovlivňuje metabolismus v buňkách. Postupně se snižuje tělesná teplota (0,5-10°C) a zvyšuje citlivost na chlad. (Hampl, 2011)

Někteří odborníci uvádějí, že člověk bez jídla přibližně 60 dní, ale velmi záleží na tom, v jaké tělesné kondici byl před hladověním, kolik tělesného tuku má a jaký je jeho metabolismus. Obecně se uvádí, že žádný člověk nemůže přežít ztrátu více než 40% své tělesné hmotnosti. Nejdelší dobu bez jídla přežil jistý Charles Robert McNabb, který hladověl ve vězení 123 dní. Tento Američan nejspíš pil pouze vodu a občas si dal kávu.

Pro lidský organismus začíná být půst nebezpečný už po 3-5 dnech, kdy tělo spotřebuje zásoby sacharidů ve formě glykogenu. Poté začíná metabolismus primárně energii čerpat z lipidů, resp. volné mastné kyseliny a glycerol. Při nadměrném spalování tuků začíná člověk vydechovat aceton. Jakmile objem ketonů v těle stoupne, nastane ketoacidóza a ketokoma, které mohou být příčinou smrti.

Průběh hladovění vypadá asi následovně. Na začátku je člověk podrážděný, pak upadá do letargie a fyzicky slábne. Je zmatený, cítí se unavený a vyčerpaný. Společně s tím slábne i jeho imunitní systém a stává se náchylnějším k nemocem. Často se k hladovění přidává průjem. Časem se dostaví halucinace, svalové křeče a srdce začíná tepat nepravidelně. Tyto signály naznačují blížící se selhání životně důležitých orgánů a následnou smrt (iDNES, 2008).

Jak dlouho může člověk žít bez jídla závisí na mnoha faktorech (survivaltopics.com):

- počáteční zdravotní stav (fyzicky zdraví mají výhodu)
- množství svalů v těle
- množství tělesného tuku (každé kilo tuku obsahuje asi 3,6 kcal, což je asi 15 kJ)
- bazální metabolismus
- objem vykonané práce
- teplota prostředí (v teple tělo vydá více energie)
- hydratace

Tab. č. 4. Příklady přežití různých studií a skupin lidí, kteří přežili bez jídla (upraveno dle survivaltopics.com).

experimenty lékařů	Lékaři běžně citují, že člověk přežije 4 - 6 týdnů bez jídla.
10 politických vězňů v Irsku	Žili 46 až 73 dnů než podleli nedostatkem potravy.
12 hladovějících demonstrantů	Dva přišli o jazyk, jeden přišel o nohy, sedm šlo na dialýzu ledvin.
mnoho válečných zajatců	Žili 28 až 42 bez jídla.
světové války, koncentrační tábory	Jen s 300-600 cal/den, tisíce dokázalo přežít déle než několik měsíců.
nevléčitelně nemocných pacientů	Žilo 10 dní až 3 týdny bez jídla v závislosti na počátečním zdraví.
obézní	mohou přežít od 3 týdnů až do 25 týdnů a více bez jídla v závislosti na počátečním zdraví a množství tuku
Mahátma Gándhí	Přežil 3 týdny v jeho 70ti letech.

1.5.2. Dehydratace

Dehydratace nastává při nadměrném úbytku tekutin, hlavně mimobuněčných. Dehydratace může být životu nebezpečná a je příčinou smrti u mnoha nemocí, zejména silných průjemových onemocnění (cholera, tyfus). Ve vysokých teplotách je důležité dodržovat pitný režim hlavně u dětí a starších lidí.

Normální množství tělesné vody kolísá mezi 60 a 70 % tělesné hmotnosti dle věku a pohlaví. Snížení nastává v důsledku nevyváženosti příjmu a výdajů vody, například nedostatečným příjmem kvalitní vody, nebo přílišným výdajem vody, který není patřičně vyvážen příjmem - například při velmi silných průjmech, zvracení nebo namáhavých fyzických výkonech doprovázených silným pocením.

Příznaky dehydratace:

- suchá sliznice dásní a jazyku
- suchá kůže po celém těle
- pocit žízně
- celková nevolnost
- svalová slabost
- může se objevit i zvýšená teplota
- v nejzávažnějších případech dochází k bezvědomí

Doporučení pro aktivitu při vysokých teplotách:

- omezit tělesnou zátěž a nepobývat na přímém slunci v poledních a odpoledních hodinách
- zvýšit konzumaci neslazených nealkoholických nápojů bez kofeinu, přednostně neperlivých, které je vhodné kombinovat s minerálními vodami
- používat ochranné prostředky: krémy s vysokým UV, sluneční brýle, pokrývku hlavy
- při použití klimatizace udržovat teplotní rozdíl mezi venkovním a klimatizovaným prostředím maximálně kolem 5°C

Typy dehydratace:

Hypertonická

Stav, kdy se snižuje objem mimobuněčné i vnitrobuněčné tekutiny. Jeho příčinou je malý přísun tekutin při jejich nedostatku. Dochází k tomu při extrémních teplotních podmínkách a velkém energetickém výdeji bez adekvátní náhrady tekutin. Dále mohou takto trpět lidé, kteří nemohou přijímat tekutiny z různých patologických příčin.

Příčiny:

- ztráty hypotonické tekutiny při horečkách, průjmech, cukrovce
- některá ledvinová onemocnění.

Izotonická

Je izolovaná ztráta mimobuněčné tekutiny. Vnitrobuněčná tekutina se nemění.

Příčiny:

- ztráty tekutin z trávicího ústrojí (zvracení, průjem atd.)
- krvácivé stavy
- velké pocení
- rozsáhlé popáleniny
- použití saluretických diuretik
- některá ledvinová onemocnění
- rychlá tvorba výpotků.

Projevy: únava, apatie, poruchy vědomí až bezvědomí, zvýšená akce srdeční, pokles krevního tlaku, rozvoj šoku.

Hypotonická

Snížení objemu mimobuněčné tekutiny a zvýšený objem buněk, tedy zvýšený objem vnitrobuněčné tekutiny.

Příčiny:

- ztráty soli (při některých ledvinových onemocněních, nedostatečnosti nadledvin, poruchách centrální nervové soustavy, vysokých dávkách diuretik, dlouhodobé neslané dietě)
- hrazení větších ztrát tekutin pouze vodou (při zvracení, průjmech, sportovních výkonech, práci v horku)

Projevy: pokles krevního tlaku, ortostatické poruchy, poruchy plnění žil, studená cyanotická (namodralá) kůže, což signalizuje nebezpečí rozvoje šoku, snížený tonus tkání.

Léčba dehydratace:

- zvýšit příjem tekutin, což bývá v mnoha případech dostačující
- nejvhodnější tekutinou je ta, která dehydratovanému chutná
- rozhodující je množství tekutiny - nelze očekávat, že výrazné příznaky ustoupí s jedním napitím
- velké množství tekutin může naopak vyvolat zvracení
- tekutiny je nutno podávat po malých dávkách delší dobu
- těžká dehydratace se řeší více dnů

Na počátku je zcela dostačující voda, iontové nápoje je vhodnější naředit.

V případech intenzivní ztráty tekutin zvracením a průjmem nestačí pít stále čistou vodu, vhodný je bujón, ovocné džusy. Lze použít jednoduchý dehydratační roztok.

Těžká dehydratace snižuje příjem tekutin trávicím traktem, většinou je tedy nutné nitrožilní podání.

Nejdůležitější je tedy vypít dostatečné množství tekutin, což u dospělého člověka představuje 2 - 3 litry denně (Regenermelová, 2010).

Tab. č. 6. Ztráta tělesných tekutin během dehydratace (upraveno dle Škorpil, 2008).

dehydratace	kg tělesných tekutin (80kg osoba)	efekt
1%	0,8	výšená tělesná teplota
3%	2,4	zhoršená výkonnost
5%	4,0	křeče, třes, nevolnost, rychlý tep, 20 - 30% zhoršení výkonu
6 - 10%	4,8 - 8	problémy trávení, vyčerpání, závratě, bolesti hlavy, sucho v ústech, únava
nad 10%	nad 8	úpal, halucinace, žádný pot a moč, nateklý jazyk, vysoká tělesná teplota, vratká chůze

Délku přežití člověka bez vody ovlivňuje několik faktorů. V extrémních případech může nastat smrt velice rychle, např. dítě v rozpáleném autě nebo tvrdě trénující sportovec se může rychle přehřát a umřít už za několik hodin. Dospělý člověk ve standardních podmínkách naopak může přežít týden i víc s žádným nebo velmi omezeným přísunem tekutin.

Pro lidský život je nezbytné, aby příjem a výdej tekutin byl v rovnováze. Tekutiny dostáváme do těla pitím a stravou. Z těla je ztrácíme pocením, močí a v malém množství i stolicí. Ke ztrátě vody z těla dochází i vydechováním (iDNES, 2008).

Tab. č. 7. Přibližné odhady toho jak dlouho může člověk přežít bez vody nebo s malým množstvím vody (upraveno dle survivaltopics.com).

max. denní teploty	počet dnů ve stínu					
	bez vody	1 litr	2 litry	4 litry	10 litrů	20 litrů
49°C	2 dny	2	2	2,5	3	4,5
43°C	3	3	3,5	4	5	7
38°C	5	5,5	6	7	9,5	13,5
32°C	7	8	9	10,5	15	23
27°C	9	10	11	13	19	29
21°C	10	11	12	14	20,5	32
16°C	10	11	12	14	21	32
10°C	10	11	12	14,5	21	32

Literatura

HAMPL, Václav. *Fyziologie extrémních stavů* [online]. Praha: Karlova Univerzita, [cit. 2011-11-18]. Dostupné z WWW:

<http://fyziologie.lf2.cuni.cz/hampl/teach_mat/extremy/index.htm>.

REGENERMELOVÁ, Lucie. Nebezpečí dehydratace. [online]. zdrave.cz 2010 [cit.2011-12-12]. Dostupné na WWW:< <http://voda-a-hydratace.zdrave.cz/pozor-na-dehydrataci/>>.

ŠKORPIL, Miloš. Pitný režim: Dehydratace [online] behej.com, 2008 [cit.2011-12-12].

Dostupné na WWW:< <http://www.behej.com/clanek/1652-pitny-rezim-dehydratace>>.

survivaltopics.com. How Long Can You Survive Without Food. [online]. [cit. 2011-12-12]. Dostupné na WWW: <<http://www.survivaltopics.com/survival/how-long-can-you-live-without-food/>>.

survivaltopics.com. How Long Can You Survive Without Water. [online]. [cit. 2011-12-12]. Dostupné na WWW: <<http://www.survivaltopics.com/survival/how-long-can-you-survive-without-water/>>.

iDNES.cz. Extrém: Co všechno přežije člověk. [online] OnaDnes.cz 2008 [2011-12-12].

Dostupné na WWW: <http://ona.idnes.cz/zdravi.aspx?c=A080811_112334_zdravi_bad>.

1.6. Stres a únava

Stresu a únavě jsou bezpečnostní složky vystaveni nejen během vykonávání svých povolání, ale také v běžném životě.

Náše životy jsou velmi variabilní a v jejich průběhu se setkáváme s řadou situací, které vyžadují neustálou adaptaci. Jakmile se naše schopnosti adaptace přestanou zvyšovat nebo je problémů v našem životě mnoho, přerůstají v emoce, které se rychle mění v stres (Blahutková a kol., 2010).

Stres se obecně definuje jako stav organismu, který nastane reakcí na fyzickou či psychickou výrazně působící zátěž. Při stresu se uplatňují obranné mechanismy, které umožňují přežití organismu vystavovanému nebezpečí.

Druhy stresu:

Eustres – pozitivní zátěž, která v přiměřené míře stimuluje jedince k vyšším anebo lepším výkonům.

Distres – nadměrná zátěž, která může organismus poškodit a vyvolat onemocnění a v nejhorším případě i smrt jedince.

Oba druhy stresu spolu bezprostředně souvisí. Vědci také prokázali, že délka a intenzita prožívaného stresu bezprostředně působí na zdraví a na kvalitu života a patří k rizikovým proměnným.

Blahutková a kol. (2010) uvádí: „Lidé, kteří žijí v silně stresových podmínkách jsou velice náchylní k rozvoji úzkosti a deprese, se kterými stres přímo souvisí. Každodenní stresy mají svoje příčiny a podněty. Dělí se na:

- vztahové stresory (vzájemné vztahy mezi lidmi)
- pracovní a výkonové stresory (souvisejí s výkonem povolání)
- stresory související s životním stylem (souvisejí s neuspokojováním v rámci volnočasových aktivit)
- nemoci, handicap (zdravotní obtíže či závislosti).“

Stres podle Černého (2006) také vyjádřit následující rovnicí:

$$\text{STRES} = \text{STRESOR} + \text{STRESOVÁ REAKCE}$$

STRES = reakce organismu na negativní životní události

STRESOR = podnět, který spouští stresovou reakci; může jím být jakákoliv změna uvnitř i vně organismu

STRESOVÁ REAKCE = reakce, ve které se snižuje subjektivní schopnost kontroly

1.6.1. Fyziologie stresu

Jak už jsme uvedli výše stres je přirozenou reakcí organismu na zátěž. Počátek stresu označujeme jako napětí.

Centrální nervový systém, který vyhodnocuje zátěž, má za cíl tuto zátěž zvládnout. Reaguje tedy na zátěž tím, že v těle spouští určité reakce, které umožňují aktivovat rezervy pro útek nebo boj.

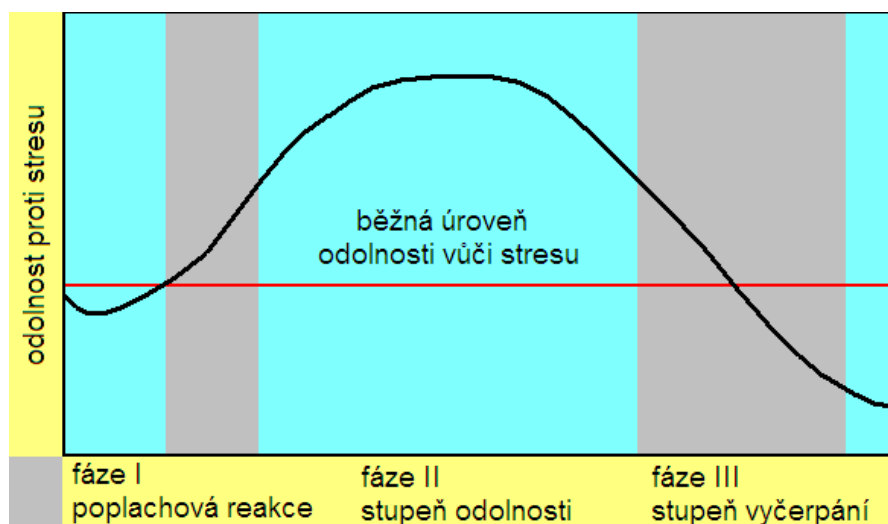
Stresová odpověď aktivuje tzv. sympatoadrenální osu. Nervový systém stimuluje činnost sympatiku, ten zvyšuje funkci jednotlivých orgánů. Důležitým přenašečem nervových vzruchů (neuromediátorem) je noradrenalin. V případě stresové situace hormonální systém aktivuje činnost nadledvin, odkud se do krve vyplavuje adrenalin (z dřeně) a glukokortikoidy (z kůry). Ty hrají důležitou roli v regulaci metabolismu. Adrenalin a glukokortikoidy řadíme mezi tzv. stresové hormony.

Zvýšená činnost sympatiku a stresových hormonů ovlivňují činnost většiny orgánů. V okamžiku, kdy je třeba organismus připravit na útěk nebo boj, je potřeba přivést do svalů energii pro zvýšený výkon. V této situaci se svaly více prokrvují a naopak menší prokrvení je např. v trávicím systému. Při stresu se také zvyšují parametry transportního systému. Zvyšuje se srdeční frekvence (SF), systolický objem srdce (Qs), minutový objem srdce (Q) a krevní tlak (TK) – zvyšování těchto oběhových parametrů umožňuje vyšší prokrvení potřebných tkání a přísun potřebné energie. Zvyšují se tudíž i parametry dýchacího systému, který umožňuje přísun kyslíku do plic. Jedná se o zvýšení dechové frekvence (DF), dechového objemu (DO) a minutové ventilace (V_E).

Po skončení stresové situace je pro organismus nezbytný dostatečný odpočinek k dočerpání energetických zásob a regeneraci svalů.

Stupně fyziologické reakce na stres (adaptační syndrom) – obr. č. 20:

1. Spuštění poplachové reakce u člověka, který se dostane do stresového šoku. Začínají pracovat obranné mechanismy a organismus se pokouší tento stres zvládnout.
2. Postupem času se člověk na stres pomalu začíná adaptovat. Stres se pro něj stává přirozenou situací, šok ustupuje a obranné mechanismy jedince pracují úspěšně.
3. Dostaví se fáze vyčerpání, během které adaptivní reakce selhává a tělo se dostává do krize. Což může vést k těžkým zdravotním onemocněním a ke smrti organismu.



Obr. č. 20. Stupně (fáze) fyziologické reakce na stres.

Stresové faktory:

- Fyzikální faktory: extrémně nízká nebo vysoká teplota, nadměrný hluk, prudké světlo.
- Psychické faktory: zodpovědnost, pracovní povinnosti, frustrace.
- Sociální faktory: osobní vztahy, životní styl (kouření, alkohol, nedostatek spánku ad.).
- Traumatické faktory: určité události (úmrtí, únos, znásilnění, válka, chronické onemocnění).

Dlouhodobé působení stresu na náš organismus může vyvolat civilizační onemocnění. Dlouhodobé zvýšené uvolňování glukózy je jedním z faktorů vzniku cukrovky druhého typu (diabetes mellitus). Často zvýšený krevní tlak je zas jednou z příčin trvale zvýšeného krevního tlaku, tzv. hypertenze. Stres také může být faktorem rozvoje ischemické choroby srdeční, jejímž projevem je infarkt myokardu. Zvyšuje se také riziko astmatu.

Stres se dá zvládat jedině snahou o odstranění jeho příčin. Potravinové doplňky, případně určité léky mohou pomoci zvládat některé z průvodních obtíží jako jsou depresivní nebo úzkostné stavy ap.

Stresové faktory u vojáků během II. světové války (Driskell, Salas 2009):

- nadměrný hluk
- kouř
- otřesy země
- trosky, sutiny

V oblasti vojenství se v odborné literatuře (Driskell, Salas 2009) můžeme setkat s pojmem „Bojový stres“ z angl. „Combat stress“. Jedná se vlastně o reakci organismu na bojové situace – tzv. únava z boje. Tento stres vzniká kombinací několika stresorů:

- nebezpečí, hrozba
- envirometnální faktory (hluk, teplo, chlad)
- stísnění, izolace
- únava
- nedostatek spánku
- nejistota
- nedostatečná kontrola
- časový tlak

1.6.2. Příznaky a diagnostika stresu

U osob vystavených stresovým situacím se setkáváme základními negativními emocemi, jako jsou strach, úzkost a napětí. Dále se mohou objevit i další negativní příznaky včetně fyziologických reakcí organismu uvedených výše. Člověk se může stát agresivním nebo naopak apatickým. V tomto stavu není osoba schopna vnímat pokyny nadřízeného, rozhovory a není schopna se soustředit na vykonávání žádné činnosti a začíná dělat často chyby. Někdy negativní emoce přerostou ve vztek. (Praško, 2002)

Při stresu dochází k:

- narušení soustředěnosti
- únavě, vyčerpání
- lekavosti, podrážděnosti

- střevním obtížím (zácpa, průjem)
- problémům s močením
- bolestem hlavy
- pocitům nevyspání
- pocitům nezvládnání určitých situací
- pocitům deprese, bezmoci
- sebelítosti
- strachu o sebe, své blízké ap.
- odmítání potravy

Stres lze diagnostikovat podle chování lidí. Nejvíce známé jsou tyto projevy:

- zabezpečovací chování – ubezpečování se, že je vše v pořádku
- vyhýbavé chování – vyhýbání se situacím, ze kterých má člověk strach
- odkládání nepříjemné činnosti – to vede k hromadění nesplněných úkolů a přispívá k pocitu nezvládnání
- únik z nepříjemné situace
- vyhledávání pomoci – stresovaní lidé se u rodiny nebo přátel ujišťují, že je vše v pořádku
- hádavost, vyčítání, obviňování druhých – stresovaní lidé se hádají, zvyšují hlas, vybuchují na své nejbližší
- perfekcionismus v chování – člověk se stává citlivějším a špatně snáší kritiku, proto se snaží dosahovat co nejlepších výsledků, ulpívá na detailech a snaží se dělat vše co nejlépe; to ho velmi vyčerpává
- neurotické projevy v chování – klepání nohou, přešlapávání, okusování nehtů, hraní si s předměty, s vlasy ap.

Stresovaní lidé se potom projevují těmito symptomy:

- vysoká úroveň tělesného a psychického vypětí
- nepřiměřené obavy a přehnané starosti
- selektivní výběr faktů, zejména negativních
- přecitlivělost a katastrofické scénáře
- vyhýbavé chování a neustálé zabezpečování se

1.6.3. Rizika a následky stresu

Pokud se člověk opakovaně vystavuje stresovým situacím, má to negativní vliv na jeho zdraví. Dochází k opotřebování celého organismu, především je zatěžován kardiovaskulární systém. Následkem toho často vznikají kardiovaskulární problémy se kterými se bohužel v poslední době často setkáváme u stále mladších generací. Vznikající morfologické a funkční změny v našem těle mají negativní dopad na naše zdraví.

Vybrané zdravotní problémy:

- kardiologické onemocnění (infarkt myokardu)
- ukládání metabolit v arteriích (vyvolání mozkové trombózy)
- žaludční potíže (žaludeční vředy)
- neplodnost
- porucha imunitního systému
- únava

Únavou se zabýváme v následující kapitole.

1.6.4. Fyziologie únavy

Únava se objevuje u lidí, kteří často trpí stresem. Únava je vlastně fyziologickým procesem, který nastává po tělesném nebo psychickém zatížení. Tento stav signalizuje vyčerpání fyzického i psychického potenciálů pro činnost a upozorňuje na nutnost odpočinku nebo na změnu činnosti.

Únava je tedy obranným a ochranným mechanismem organismu. Chrání naše tělo před možným poškozením z přetížení. Příčinou svalové únavy je pokles tvorby (resyntézy) makroergních fosfátů (ATP) při kritickém poklesu energetických rezerv nebo nahromadění metabolitů. Únava může mít charakter celkový, místní, fyzický, psychický a formu akutní nebo chronickou.

Z pohledu konkrétních metabolických změn ve svalech pak ještě rozeznáváme únavu rychle nastupující, tzv. anaerobní a únavu pomalu nastupující, tzv. aerobní.

Akutní únavou rozumíme zpravidla stávající, běžnou únavu, která je přímým důsledkem probíhající činnosti. Únava chronická vzniká dlouhodobým přetěžováním, kdy se kumulují zbytky únavy, které nebyly odstraněny posledním odpočinkem.

Často se také setkáváme s únavou patologickou, která již přesahuje fyziologické meze – mluvíme o tzv. únavovém syndromu (CFS = chronic fatigue syndrome) ve sportovní problematice pak o tzv. syndromu přetrénování (OS=overtraing syndrome).

Syndrom přetrénování lze charakterizovat především poklesem výkonnosti a současně poruchami a to jak v regulaci fyziologických funkcí, tak i psychické oblasti.

Plně vyvinuté přetrénování není příliš časté, od tohoto stavu je nutné odlišit krátkodobé přetížení a přepětí. Chronický stav přetrénování provází vedle opakovaného nebo trvalého nadměrného zvyšování intenzity tréninkové zátěže i nedostatečné zotavení.

Pojem přetížení (overload) znamená plánované, systematické, progresivní zvyšování zátěže tak, aby rostla celková výkonnost. Přepětí (overroaching) představuje opakované akutní přetížení, ale bez přiměřeného zotavení, takže se překročí adaptační schopnosti jedince. Tento stav pak vyvolává pokles výkonnosti trvající až několik dní či týdnů. Syndrom přetrénování (overtraining) trvá více týdnů až měsíců. Stejnou dobu vyžaduje restituce předchozího stavu.

Hypotézy o vzniku syndromu přetrénování (Máček a kol., 2003):

- poškození svalových vláken kyslíkovými radikály
- poškození fosfolipidů
- porucha zásobování sacharidy
- zvýšení oxidace aminokyselin s rozvětveným řetězcem (BCAA)
- porucha metabolismu glutaminu
- porucha bílkovinného metabolismu
- chronický deficit železa (především u žen)

Projevy syndromu přetrénování v klidu (Máček a kol., 2003):

- pokles klidové srdeční frekvence
- pokles variabilty srdeční frekvence
- zvýšená hladina kreatinkinázy
- zvýšená hladina urey
- pokles poměru mezi testosteronem a kortizolem
- pokles hladiny kortizolu v klidu

- imunologické změny

Projevy přetrénování při zátěžovém vyšetření (Máček a kol., 2003):

- snížená výsledná hodnota $VO_2\max$
- zhoršení koordinace při běhu na páse
- nižší vzestup krevního laktátu při maximální i submaximální zátěži
- mírný ale nepravidelný pokles SFmax
- pokles hodnot výměny plynů (poměru respirační výměny=R)

V následující tabulce (tab. č. 8) uvádíme vybrané příznaky syndromu přetrénování.

Tab. č. 8. Nejčastější příznaky syndromu přetrénování (upraveno dle Máček a kol., 2003).

Legenda: ↓ = pokles, ↑ = zvýšení, ↔ = beze změn.

příznak	změna	použitelnost
speciální výkonnost	↓	pravidelně přítomný
nálada	↓	pravidelně přítomný, ale možno předstírat
subjektivní potíže (těžké nohy, nespavost, nechutenství)	↑	velmi často přítomný
SF v klidu	↓↔	je-li zvýšená, jiná příčina (infekce)
$VO_2\max$	↓	často
La při max zátěži	↓	typická změna

Léčení syndromu přetrénování

Především omezení tréninkové zátěže nebo její úplné krátkodobé přerušování. Dlouhodobý úplný klid není však na místě, neboť inaktivita naopak může působit jako stres. Doporučují se některé z forem aktivního odpočinku, nejlépe aktivity s dostatečnou emociální náplní. K zotavení organismu patří také odstranění všech stresových zdrojů jako nespavost. Dále odstranění sociálních stresorů, vhodná je změna prostředí.

Protože je často syndrom přetrénování spojen s depresí lze pokusně zkusit léčení příslušnými antidepressivními preparáty, pouze však na doporučení lékaře.

Prevence:

- tréninkový deník (intenzita a objem tréninku)
- optimální složení potravy, dostatek vitamínů, minerálů a výživových doplňků
- dodržovat pitný režim
- vyvarovat se zbytečných stresových situací
- pravidelný denní režim s dostatkem spánku

Spánek

K urychlení zotavování lze využít regeneračních prostředků. Mezi nejúčinnější regenerační prostředky řadíme spánek

V dospělosti je optimální délka spánku 8 hod., při zvýšeném zatížení se délka může prodloužit. Ideální je také odpočinek několik hodin přes den.

Studie (Driskell, Salas 2009): ukázaly, že vojáci jsou po 48-72 hodin bez úplného spánku neschopni další vojenské činnosti.

Pokud vojáci nespí okolo 3h za den jsou schopni bojovat několik dní, ale ne více jak týden. Pokud spí 4 a více hodin za den, bojovou činnost jsou schopni vykonávat i dva týdny.

Odborníci se už řadu let zabývají otázkou: „Jak dlouho člověk vydrží bez spánku?“ Kvůli tomu bylo uskutečněno již několik experimentů. Rekord zatím drží sedmnáctiletý středoškolák Randy Gardner, který v roce 1965 vydržel naspat 264 hod (asi 11 dní). Průměrná pokusná osoba pak při těchto experimentech vydržela bez spánku 8-10 dnů. Šlo o osoby které neměli žádné závažné tělesné, neurologické či psychické problémy.

Při těchto experimentech testované osoby ztrácely koncentraci, motivaci a docházelo ke zhoršování vnímání. Po 1 až 2 noci normálního spánku se všichni sledovaní vrátili na původní úroveň mentálních schopností.

Problém je v tom, jak definovat stav, kdy je člověk vzhůru. S postupující spánkovou deprivací totiž dochází ke změnám vědomí, mikrospánku, spánkovým návalům a ztrátě motorických funkcí. Je tedy otázka, zda je člověk vzhůru, pokud má otevřené oči, nebo dokud je schopný vnímat.

Literatura:

BARTUŇKOVÁ, Staša. Stres a jeho mechanismy. Praha: Karolinum, 2010. 137 s. ISBN: 978-80-246-1874-6.

BLAHUTKOVÁ, Marie – MATĚJKOVÁ, Eva – BRŮŽKOVÁ, Lucie. Psychologie zdraví. Brno: Masarykova Univerzita, 2010. 128 s. ISBN: 978-80-210-5417-2.

ČERNÝ, Jiří. Diplomová práce. Strategie zvládnání stresu u manažerů ve vztahu k jejich osobnostnímu typu. Brno: FF, 2006.

DRISKELL, James E. – SALAS, Eduardo. Stress and human performance. New Jersey: Psychology Press, 2009. 314 s. ISBN: 0-8058-1182-6.

MÁČEK, M. – MÁČKOVÁ, J. - RADVANSKÝ, J. Syndrom přetrénování. Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca 12, 1, 2003: 1-13.

PRAŠKO, Ján. Jak se zbavit napětí, stresu a úzkosti. Praha:Grada, 2002. 204 s. ISBN: 978-80-247-0185-1.

2. Základní poznatky ze soudního lékařství

Soudní lékařství je samostatným interdisciplinárním vědním oborem, který se zabývá vzájemným vztahem mezi lékařskými a právními vědami. Základním prostředkem tohoto oboru je pitva, seznámení s problematikou náhlé a násilné smrti, interpretace morfologických nálezů včetně využití spektra laboratorních vyšetřovacích metod a poznatků. Rozbory příčin smrti jsou důležité nejen pro samotné zdravotnictví, ale i pro potřeby orgánů činných v trestním řízení (policie, soudy, státní zastupitelství), případně pro řízení občanskoprávní či pro potřeby správních a administrativních úřadů. Takto zjištěné informace o zdravotním stavu populace totiž napomáhají nejen zdravotnické prevenci (zlepšení kvality léčebné péče, kvalifikované hodnocení správnosti postupů při poskytování zdravotní péče apod.), ale i prevenci negativních společenských jevů, prevenci dopravních a pracovních úrazů, alkoholové či drogové závislosti apod. Neméně důležitým úkolem tohoto oboru je seznámení s aplikací právních norem na oblast zdravotnictví a s klasifikací a hodnocením i odškodňováním různých forem poškození zdraví. Do současné doby je právní normou k zmíněné problematice Vyhláška Ministerstva zdravotnictví ČR č.19/1988 Sb., o postupu při úmrtí a pohřbívání a Zákon o pohřbívání č.256/2001. V přípravě je zákon o zdravotní péči, navazující z hlediska výkonu soudnělékařské činnosti na obdobné principy v ostatních evropských zemích.

2.1. Koncepce soudního lékařství

Do soudního lékařství, dle Boušky (1999) se zahrnuje:

a) Zdravotnická činnost:

- pitvy na soudnělékařském oddělení či v ústavu
- laboratorní zpracování a vyšetřování tkání, zejména histologická, histochemická, imunohistochemická vyšetření
- chemickotoxikologická vyšetření tkání zemřelých osob
- vyšetřování krve a jiných biologických materiálů ze živých osob na přítomnost etanolu a jiných toxických látek
- vyšetřování stop biologického původu, které byly zjištěny v souvislosti s úmrtím, prováděné metodami sérohematologie a forenzní molekulární biologie
- antropologická vyšetření a identifikace kosterních pozůstatků
- pitvy exhumovaných osob
- prohlídky živých osob při posuzování úrazů, při sebepoškozování a při podezření z aplikace psychotropních a omamných látek
- konziliární činnost pro lékaře provádějící prohlídku zemřelého nebo ošetřující zraněného, zejména při podezření, že k úmrtí či zranění došlo v souvislosti se spácháním trestného činu
- účast při jednáních znaleckých komisí projednávajících lékařská pochybení a poskytování podkladů pro medicínskoprávní hodnocení projednávaných případů

b) Vědecko-výzkumná činnost:

- provádí se jako aplikovaný interdisciplinární výzkum zejména v zařízeních fakultních
- zaměřuje se v souladu s trendy v ostatních rozvinutých zemích na problematiku zlepšení diagnostiky v oblasti tanatologie (vědní obor zabývající se umíráním a smrtí), forenzní toxikologie, sérologie a molekulární biologie

c) Výuka:

- pregraduální výuku zajišťují lékařské fakulty v ústavech soudního lékařství
- postgraduální výuku zabezpečuje Institut pro vzdělávání ve zdravotnictví

2.2. Základní pojmy ze soudního lékařství

Základní pojmy poškození života (dle Dvořáka a kol., 1999):

SMRT – smrt člověka je dána smrtí jeho mozku; konstatovat smrt člověka může pouze lékař. Smrt může být přirozená nebo násilná.

SMRT PŘIROZENÁ – je smrt nenásilná, z vnitřních – chorobných příčin:

- SMRT NÁHLÁ – podle WHO (World Health Organisation): nastává nejpozději do 6 hod od začátku symptomů, přičemž předchází zdravotní stav nesvědčící o nějakých potížích
- SMRT OKAMŽITÁ – úmrtí během několika sekund, resp. desítek sekund
- SMRT NEOČEKÁVANÁ – je smrtí přirozenou, kdy se již určitým způsobem alterovaný zdravotní stav neočekávaně zhoršil natolik, že došlo k úmrtí
- SMRT OČEKÁVANÁ – je smrtí přirozenou, a to v důsledku prognosticky beznadějného onemocnění

SMRT NÁSILNÁ – v protikladu ke smrti přirozené; smrt podmíněná vnějšími nepřirozenými vlivy (např. fyzikální, chemické)

- může, ale také nemusí být způsobena trestným činem
- při každé násilné smrti musí být rozhodnuto, zda jde o náhodu, sebevraždu nebo smrt způsobenou jednáním jiné osoby (vraždu, těžkou újmu na zdraví s následkem smrti, ublížení na zdraví s následkem smrti)
- rozhodnutí přísluší policii ČR, lékař pouze poskytuje zdravotnické podklady

SMRT ZDÁNlivÁ – mylný dojem, že jde již o mrtvou osobu; osoba je v hlubokém bezvědomí

Základní pojmy poškození zdraví:

NEMOC (CHOROBA)

- je objektivně zjištělná porucha zdraví
- nemoc, kterou člověk vnímá, se většinou označuje jako ONEMOCNĚNÍ

ÚRAZ

- je jakákoliv porucha zdraví (resp. života – smrtelný úraz), která nastala nezávisle na vůli poškozené osoby, krátkodobým, náhlým a násilným působením vnějších vlivů
- k úrazu vede úrazový děj

PORANĚNÍ

- je z traumatologického hlediska chápáno jako objektivně zjištělná porucha zdraví, která vznikla v důsledku úrazu
- úraz je příčinou poranění

POŠKOZENÍ

- jako termín používaný v traumatologii vyjadřuje stav, kdy po opakovaných neléčených nebo nesprávně léčených mikrotraumatech dojde po určité době k takovým subjektivním potížím, které začnou omezovat fyzickou výkonnost
- tato porucha zdraví na rozdíl od poranění nevznikla náhle, ale až za delší dobu

Výtah z vyhlášky Ministerstva zdravotnictví ČSR č. 19/1988 Sb., o postupu úmrtí a o pohřebnictví:

§ 1: OZNÁMENÍ ÚMRTÍ

- úmrtí a nález těla zemřelého musí být oznámený lékaři; v případě, že existuje podezření na trestný čin (i sebevražda) je nutno informovat i policii
- oznamovací povinnost má každý

§ 2: PROHLÍDKA MRTVÉHO

- účelem prohlídky mrtvého je zjistit úmrtí a jeho příčiny
- v zařízeních a prostorech ozbrojených sil provádí prohlídku vojenský lékař
- pokud lékař zemřelého ošetřoval nebo je s ním v příbuzenském vztahu, provádí prohlídku jiný lékař

§ 3: POVINNOSTI PROHLÍŽEJÍCÍHO LÉKAŘE

- pokud lékař rozhodne, že pitva se provádět nebude, vyplní „List o prohlídce mrtvého“ a odešle jej na matriku
- pokud lékař rozhodne, že pitva se provádět bude, vyplní „List o prohlídce mrtvého“ a odešle jej na příslušné pracoviště k pitvě s tělem zemřelého
- prohlížející lékař zjistí, že existuje podezření na trestný čin, jedná se o sebevraždu, úmrtí v dopravním prostředku, jedná se o zemřelého neznámé totožnosti ihned to hlásí policii

§ 4: DRUHY PITEV

- k určení základní nemoci, komplikací, příčiny úmrtí a ověření diagnózy a léčebného postupu u osob zemřelých ve zdravotnických zařízeních (patologicko-anatomická p.)
- ke zjištění příčin úmrtí a objasnění dalších okolností a mechanismů úmrtí u osob zemřelých náhlým neočekávaným, nebo násilným úmrtím včetně sebevraždy (pitva zdravotní)
- pro vědecko-výzkumné a výukové účely (pitva anatomická)
- při podezření, že úmrtí bylo způsobeno trestným činem (pitva soudní)

Povinné pitvy patologické:

- děti do 15 let věku
- ženy v souvislosti s těhotenstvím
- dále použitelné implantované předměty (např. kardiostimulátory)
- pokud byl z těla odňat orgán pro transplantaci

Povinné pitvy zdravotní:

- náhlá úmrtí, při kterých nebylo možné zjistit příčinu
- úrazy a sebevraždy
- průmyslové otravy + pracovní úrazy
- zemřelí vězni

- zemřelí v souvislosti s nesprávnou léčbou

Pitva soudní:

- při podezření, že úmrtí bylo způsobeno trestným činem, nařizuje a hradí pitvu orgán činný v trestním řízení

§ 5: ÚHRADA PŘEPRAVY

- pokud o pitvě rozhodne prohlízející lékař, hradí přepravu zdravotnické zařízení, v jehož obvodu byla mrtvola nalezena nebo kde došlo k úmrtí
- pokud se jedná o pitvu výukovou, hradí tyto výdaje přijímací zařízení
- výdaje spojené s přepravou k pitvě soudní hradí orgán činný v trestním řízení

§ 6

- pitva může být provedena nejdříve 2 hod po úmrtí
- pitvu lze provádět pouze na ústavech anatomie, patologie, soudního lékařství
- pitvajícím lékařem sepsá protokol o pitvě a vyplní zadní stranu „Listu o prohlídce mrtvého“ a pošle tento na matriku příslušného úřadu podle místa úmrtí
- pokud při pitvě vznikne podezření, že k úmrtí došlo v souvislosti s trestným činem, pitva se okamžitě přerušuje a informuje se policie

§ 8

- pro účely diagnostiky a výzkumu lze odnímat tkáně a orgány takovým způsobem, který neohroží jiného člověka
- výjimečně lze orgány odnímat před uplynutím 2 hod po smrti – pokud to vyžaduje povaha orgánu a účel jeho použití
- odnímat orgány lze jen za podmínky, že nebude zmařen účel pitvy, zejména v případě, kdy prohlízející lékař má podezření na trestný čin
- zákaz odnávání orgánů: zemřelým s tím za života písemně vyslovil nesouhlas, při podezření na přenosnou nemoc, u zemřelých vězňů

Mrtvola a pitva

1. Smrt, stanovení smrti

Smrt je dle Berana a Lysenkové (1999) definována „nezvratnou zástavou srdeční činnosti, k níž se návazně pojí nezvratná zástava dýchání a nezvratný zánik všech funkcí mozku“.

Důkaz smrti (Beran, Lysenková, 1999):

- nejisté známky smrti: bledost kůže, pokles tělesné teploty zvláště končetin, areflexie (vymizení reflexů), nepoznatelné dýchání, nehmatný puls, neslyšitelná srdeční činnost
- jisté známky smrti: posmrtné skvrny, posmrtná ztuhlost a hnilobné změny. Vyčkávání na tyto klasické známky však je zbytečné, jestliže se podaří smrt prokázat jiným způsobem (EKG, jednoznačné zjištění mozkové smrti – angiografie (zobrazení cévního řečiště) mozkových tepen)

2. Posmrtné změny

Lze dělit dle podstaty vzniku na:

- fyzikální – chladnutí, posmrtné skvrny, zasychání, difúze plynů a tekutin
- chemické – posmrtná ztuhlost, posmrtné srážení krve, fermentativní autolýza, pozdní změny – hnilobný rozklad

3. Určení doby smrti

- velmi obtížné
- Henssgeho nomogram – teplota těla, teplota okolí a hmotnost mrtvoly, koeficient podle množství vrstev oblečení na těle
- rozsah, uložení a vytlačení posmrtných skvrn, rozsah vyznačené posmrtné ztuhlosti, chladnutí těla
- hnilobný rozklad – vývojová stadia hmyzu (afinita hmyzu k určitým rozkladovým produktům)
- podle stupně natrávení, či přítomnosti tráveniny v žaludku, náplň močového měchýře

4. Zasychání kůže a sliznic

- odpařování a pokles tekutin do nejnižších částí těla
- zasychání rohovky, zasychání rtů

5. Chladnutí těla

- pokles tělesné teploty o 1 °C/hod. u lehce oblečených mrtvol přiměřené výživy a v místnosti s teplotou asi 18 °C
- závisí na okolní teplotě a prostředí

6. Posmrtné skvrny, hypostázy

- po smrti klesá krev na nejnižše uložená místa těla
- první mrtvolné skvrny jsou patrné již za 20 – 30 min. po smrti, plně vytvořené jsou za cca 6 hodin
- při manipulaci s tělem do 6 hodin se původní mrtvolné skvrny zcela vytratí a vytvoří se nové na nejnižších částech těla
- při manipulaci s tělem mezi 6-12 hodinami původní skvrny zůstanou zachované a vytvoří se nové na místě dle gravitace
- po cca 12 hodinách při manipulaci s tělem jsou mrtvolné skvrny neměnné
- posmrtné skvrny se nevytvářejí v místě styku těla s podložkou
- barva posmrtných skvrn může částečně informovat o příčině smrti; u náhlých úmrtích je zpravidla červenofialová, při otravě oxidem uhelnatým (otrava kouřovými plyny) třešňově červená

7. Posmrtná ztuhlost

- vzniká z důsledku posmrtné kontrakce příčně pruhované i hladké svaloviny
- vzniká za cca 30 min. po smrti; celé tělo je ztuhlé za 6-8 hodin
- nastupuje směrem od hlavy dolů a ve stejném směru se za 2-3 dny rozvolňuje

Druhy smrti:

- a) Biologická smrt: odumření gangliových buněk CNS, mozková smrt pro transplantaci.
- b) Zdánlivá smrt: po úrazu bleskem či elektrickým proudem, po tonutí.
- c) Klinická smrt: zástava dýchání a krevního oběhu, trvá 5-6 min., organismus může být za určitých podmínek oživen.

Soudní lékař pomáhá zodpovědět následující otázky (Drábek, 2011):

- Jaká byla přibližná doba smrti?
- Jde o smrt z chorobných příčin nebo násilnou smrt?
- Mohla si poranění osoba způsobit sama?
- Je možné usmrcení druhou osobou?
- Byly rány způsobeny osobě živé nebo mrtvé?
- Jaký byl mechanismus vzniku poranění?
- Jaký mohl být motiv zločinu?

Skeletalizace = přeměna těla na kostru. V našem středním pásmu dochází ke skeletalizaci zhruba za 2 roky. V tropech dojde k tomuto procesu daleko rychleji, za 3 týdny (Drábek, 2011).

Příčiny smrti:

- nehoda, vražda, přirozená smrt, sebevražda, nemoc z povolání, zanedbání lékařské péče, mrtvě narozené dítě, potrat
- nejčastější: koma, synkopa, asfyxie (dušení způsobené nedostatkem vzduchu)
- méně časté: udušení, utopení, rána nožem, střelná rána, výbuch, embolie, otrava

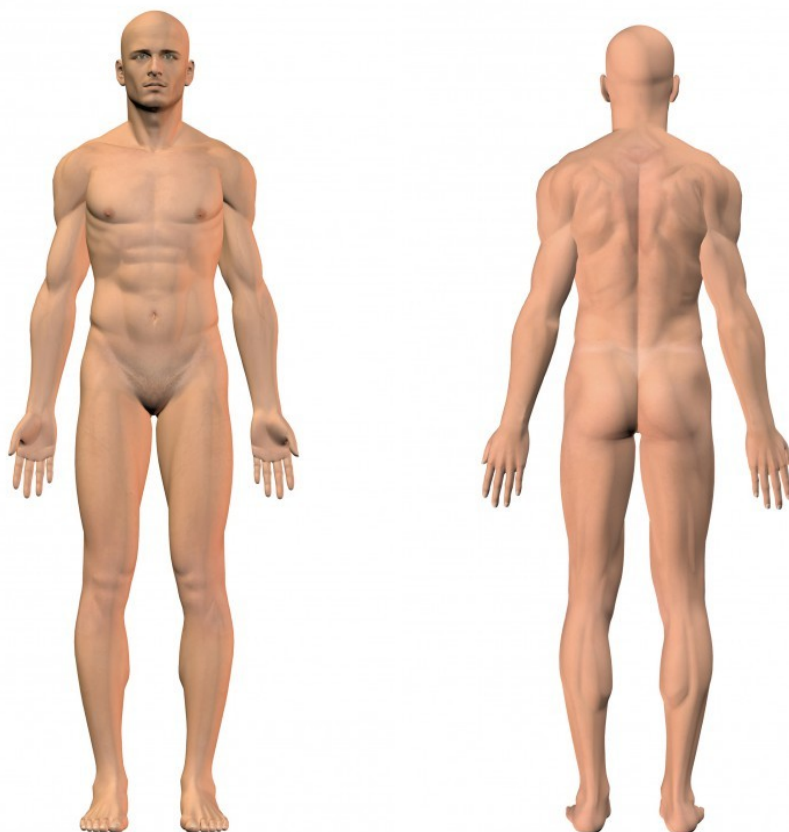
Pitva (Drábek, 2011)

Pitva = makroskopické a histologické vyšetření tkání zemřelého.

Pitva se provádí nejdříve 2 hod po stanovení smrti lékařem (odejmutí orgánu pro transplantaci možno dříve).

Vnější pitevní ohledání:

- etnikum, pohlaví, věk
- výška, váha
- barva kůže, stopy na kůži (jizvy, popáleniny, tetování)
- stupeň posmrtné ztuhlosti
- stav vnějších genitálií a konečníku
- nedávná poranění (průstřel apod.)



Obr. č. 21. Diagram těla pro označení poranění (ilustrativní obrázek).

Vnitřní pitevní ohledání:

- řez od hrtanu mimo pupek k ohanbí
- u uškrcení řez ve tvaru Y (od uší, nad hrudníkem spojení linií)
- všechny vnitřní orgány (játra, ledviny, moč, krev a žaludeční obsah pro toxikologii; mozek, plíce, srdce pro známky choroby)
- po prozkoumání se tělo opět sešije

Pitevní protokol obsahuje:

- osobní data zemřelé osoby
- popis oblečení
- popis cenností
- zevní popis těla
- pitva hlavy
- pitva hrudi a břicha
- pitva krčních a nitrohručních orgánů
- pitva břišních orgánů
- pitva zad a končetin
- laboratorně diagnostická dokumentace
- zdravotnická dokumentace
- fotodokumentace

Identifikace lidských těl:

- výška, váha, barva očí, barva vlasů, pigmentace kůže, tvář
- věk (opotřebenost zubů, kornatění tepen)
- kostní choroby
- jizvy, tetování, mateřská znaménka, piercing, amputace, implantáty
- RTG čelisti
- otisky prstů
- DNA
- srovnání zubů (forenzní odontologie)
- superprojekce

2.3. Kriminologická biologie a antropologie, Biometrie a identita člověka

Kriminologická biologie a antropologie

Kriminologická (forenzní) biologie je aplikovanou biologickou vědou, která slouží kriminologické praxi vyhledáváním, zajišťováním, zkoumáním a vyhodnocováním biologických stop lidského, zvířecího a rostlinného původu. Hlavním úkolem forenzní biologie je identifikace osob, která se buď uskuteční na úrovni určení skupinové příslušnosti nebo na úrovni individuální identifikace. (Šťourač, 2004)

Kriminologická (forenzní) antropologie je aplikací biologické antropologie v kriminologii. Náplní forenzní antropologie je především identifikace biologického materiálu, zejména rozpoznání lidských ostatků. V rámci lidských ostatků se pak zabývá identifikací jednotlivce. Rozhodující hranice mezi působením soudního lékařství a forenzní antropologie při ohledávání ostatků je obvykle přítomnost zbytků měkkých tkání na nalezených ostatcích – pokud jsou ještě zbytky tkání přítomny, jde o záležitost soudního lékařství, pokud jde již jen o kosterní pozůstatky, jde o záležitost forenzní antropologie.

Objektem forenzní biologie je především biologický materiál lidského původu, např. krev, sliny, pot, ejakulát, moč, stolice, zvratky, vlasy a chlupy, tkáně, kosti, kostra ap.

Metody forenzní biologie a antropologie (Šťourač, 2004):

- digitalizovaná superprojekce (program BLUESKULL) – identifikace osoby pomocí ostatků na podkladě kostry, resp. lebky
- plastická rekonstrukce (Gerasimova metoda)
- srovnání zubů
- zkoumání ručního písma (písmoznalectví x grafologie)

Forenzní odorologie je obor, který se zabývá identifikací osob na základě jejich pachu. Hlavním cílem forenzní odorologie je zjištění původce určitého pachu a jeho detailní identifikace. Nejčastěji je zkoumán tělesný pach člověka, jehož zdrojem je dech, pot či jiné výměšky. Látky, které jsou součástí tělesného pachu, jsou vylučovány nepřetržitě a jejich složení je individuální. Na konkrétní charakteristiku tělesného pachu mají vliv nemoci léky, užívání alkoholu, kouření, jídlo, používání kosmetiky ap.

Biometrie a identita člověka

„Biometrická identifikace/verifikace je využití jedinečných, měřitelných, fyzikálních nebo fyziologických znaků (tzv. markantů) nebo projevů člověka k jednoznačnému zjištění (identifikace) nebo ověření (verifikace) jeho identity.“ Rak a kol., 2008

Pro účely identifikace osob je využíváno anatomických či fyziologických charakteristik, které jsou pro každého člověka jedinečné a časově neměnné. Kriminalistická identifikace (především identifikace mrtvých osob) využívá také poznatky z oboru lékařství a antropologie, které jsou založeny na vývoji zdravotního stavu, léčení nebo poškození lidského organismu (jizvy apod.).

Metody policejně-soudní identifikace patří k nejnáročnějším a nejspolehlivějším. Tyto metody jsou využívány bezpečnostními složkami, popřípadě dalšími orgány v trestním řízení.

Mezi nejčastěji používané metody patří:

- daktyloskopie (identifikace na základě otisků prstů, dlaní, chodidel)
- analýza DNA
- fonetická analýza lidského hlasu

Mezi méně používané metody patří:

- lokomoce (typické rysy lidské chůze)
- tvar vnějšího ucha
- topografie žil zápěstí
- pach lidského těla
- obsah soli v lidském těle

Stále významnější místo mezi biometrickými metodami získává identifikace osoby pomocí analýzy DNA. Genetickým profilem rozumíme záznam konkrétních forem vybraných variabilních míst v genomu určitého jedince. Genetické profily mohou být převedeny na alfanumerický kód, což je umožňuje uchovávat a srovnávat v databázových systémech.

Standardním softwarem pro správu a porovnávání genetických profilů se stává systém CODIS (Combined DNA Index System) používaný především v USA. V evropských státech se systém využívá v České Republice, Belgii, Dánsku, Estonsku, Finsku, Itálii, Nizozemí, Norsku, Portugalsku, Švédsku a Švýcarsku. Dále se bude rozšiřovat do Chorvatska, Irska, Maďarska, Polska, Portugalska, Řecka a Slovenska. Velká Británie, Německo a Rakousko využívá svých vlastních databází. (Rak a kol., 2008)

2.4. Dušení

V následující kapitole bylo čerpáno převážně z materiálu Štefana a kol. (2009).

K dušení dochází z nedostatku kyslíku nebo nahromaděním oxidu uhličitého v krvi. Při počátečním stádiu dušení rozeznáváme dvě formy nedostatku kyslíku: asfyktické a neasfyktické formy. Asfyktické formy nedostatku kyslíku jsou vyvolány zabráněním dýchání mechanicky jako např. ucpaním dýchacích cest, aspirací, utopením aj. Neasfyktické formy nedostatku kyslíku (tzv. hypoxie a anoxie) jsou způsobeny poruchou výměny plynů v organismu. Hypoxie je stav organismu, kdy v tkáních je nedostatek

kyslíku. Anoxie pak stav při kterém ve tkáních už není vůbec žádný kyslík. Příčinou těchto forem může být nízký parciální tlak kyslíku ve vdechovaném vzduchu např. ve větších výškách, vdechováním kouřových plynů, poklesu krevního tlaku např. při vykrvácení. Při asfyktické formě nedostatku kyslíku způsobené zabráněním dýchání je omezen nejen přívod kyslíku, ale také vydechování oxidu uhličitého, který se v krvi hromadí. Oxid uhličitý následně dráždí dýchací centrum, zvyšuje se: dechová frekvence (DF), srdeční frekvence (SF) a krevní tlak (TK). Subjektivně vzniká pocit nedostatku dechu, dyspnoe (dušnost) a úzkost před udušením. Při neasfyktické formě nedostatku kyslíku je omezeno vnitřní tkáňové dýchání. Při těchto stavech chybí subjektivní nepříjemné pocity. Častá je za to euforie.

V dalším průběhu po upadnutí do bezvědomí jsou příznaky obou forem shodné. Podrážděním vagového centra naopak klesá DF i SF. Zvýšený krevní tlak zůstává nebo se tlak ještě zvyšuje podrážděním vasomotorického centra (centrum v prodloužené míše řídící činnost cév) a vyplavením adrenalinu, dochází ke křečím, k odchodu stolice a moče a někdy k erekci s ejakulací. Toto stádium nakonec přechází do stadia ochrnutí center, v tomto okamžiku už klesá krevní tlak. Dochází ke krátkodobé zástavě dechu a přechodné zástavě srdeční činnosti, k ochabnutí svalstva, zornice se rozšiřují, mizí citlivost a reflexy. Po tzv. preterminální apnoické pauze ještě následují terminální lapavé dechy (vyhasínání dýchacích orgánů), namáhavé a přerušované, po nichž nastává již trvalá zástava. Průběh celého dušení trvá asi 5-10 min, někdy i méně. Při úplném uzavření dýchacích cest dochází k dyspnoii (dušnosti) během půl minuty. Po 1-2 min k bezvědomí a ke křečím. Srdeční činnost může být ještě až čtvrt hodiny zachována. Ireversibilní (nezvratné) změny v mozku nastávají po 8-10 minutách. Za 4-5 min trvání asfyxie (dušení) dochází k insuficienci (selhání) srdce, které již není schopno spontánně dostatečně rychle zabezpečit zvýšení arteriálního tlaku nad kritické hodnoty nutné k dostatečnému krevnímu zásobení mozku. U kojenců a všech osob, které jsou podchlazeny, např. při topení ve studené vodě, může být doba znovuoživení s úplnou obnovou všech funkcí mnohem delší, třeba i za 30-45 minut.
(Štefan a kol., 2009)

2.4.1. Oběšení

Oběšení je vyvoláno tlakem škrtidla, které je utaženo kolem krku pasivně hmotností celého nebo části těla. Poněvadž ke stlačení a uzávěru krčních cév stačí relativně malá síla (asi 3,5 kp), k oběšení může dojít i vsedě, v kleče nebo vleže.

Při oběšení se na smrti podílí ischemie mozku, uzavřením dýchacích cest smáčknutím a podrážděním n. vagus, n. laryngicus a sinus caroticus. Po utažení škrtidla dochází takřka okamžitě k bezvědomí.

K uzávěru dýchacích cest dochází tlakem pod úhly dolní čelisti probíhajícího škrtidla, které vytlačí kořen jazyka dozadu a nahoru proti měkkému patru a nosohltanu.

Oběšení je u nás a ve většině zemí nejčastějším způsobem sebevraždy. Smrt oběšením je bezbolestná pro okamžité bezvědomí.

2.4.2. Škrčení

Škrčení vzniká smáčknutím krku škrtidlem nebo jiným předmětem. Ke smáčknutí krku dochází aktivním působením jiné nebo vzácně i vlastní síly. Škrtidlem mohou být předměty, které se nosí na krku nebo které sklouznou z hlavy jako např. vázanka, šála, šátek aj.

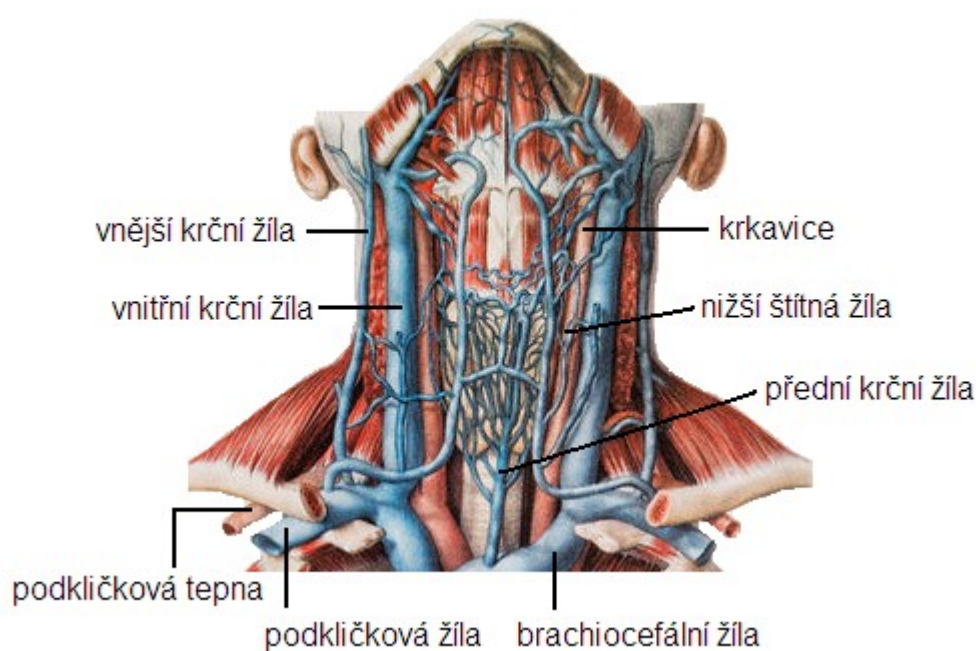
Mechanismus dušení je stejný jako při věšení, smrt však obvykle nastupuje pomaleji. Při škrcení nebývá tlak působící na krk tak pravidelný jako při věšení a jeho intenzita může kolísat jako např. u bránící se osoby.

Vražda uškrcením je nejčastější. Současně se nacházejí i jiná poranění a na krku často známky rdoušení.

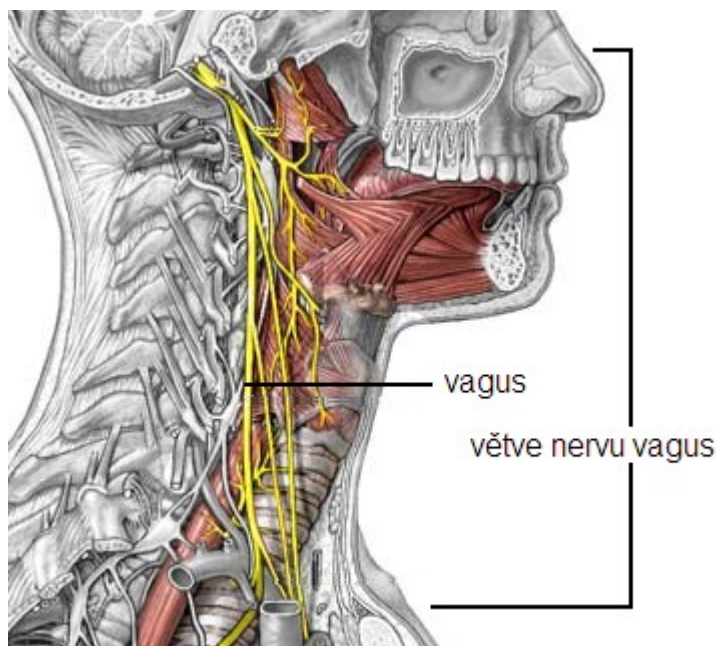
Škrcení v úpolových sportech

Škrcení je součástí technik chvatů v některých úkolových sportech (např. judo).

Při škrcení jde o stlačení různých orgánů, umístěných v přední polovině krku: hrtanu, krčních tepen a bloudivého nervu. K bezvědomí při nasazení škrcení nastane náhlým snížením hladiny kyslíku v mozku (Šíma-Krákora, 1944).



Obr. č. 22. Cévy v oblasti krku.



Obr. č. 23. Nervus vagus v oblasti krku.

Subjektivní a objektivní příznaky při nasazení škrcení

Subjektivní pocit při nasazení škrcení je podstatně jiný, je-li maximum tlaku na hrtanu nebo na krčních tepnách. Při chvatu, který způsobí velkou deformaci hrtanu, vznikne velmi nepříjemný pocit a škrcený se vzdává okamžitě. Časové rozmezí mezi vzdáním se a předpokládanou ztrátou vědomí je velké.

Je-li maximum vnitřního tlaku na krčních cévách, nepříjemný pocit není příliš silný, v popředí stojí pocit slabosti, tlaku v hlavě a závratí, škrcený se vzdává až těsně před ztrátou vědomí.

Při chvatu nasazeném špatně, kdy úsilí škrtícího jde převážně naprázdno, takže vnitřní tlak v krku je nepatrný, se škrcený brání dlouhou dobu, subjektivně necítí žádné zvláštní obtíže, až najednou má pocit dušnosti, nucení k polykání slin, tlaku v hlavě a závratí.

Tab. č. 9. Průběh škrcení a jeho příznaky (upraveno dle Šíma-Krákora, 1944).

Čas (s)	Tlak na tepny	Tlak na hrtan	Špatně nasazený chvat
0,5	pocit slabosti, tlak v hlavě	nepříjemný pocit	- - -
1,0	malátnost, závrať, tuhnutí končetin	STOP!	- - -
1,5	STOP!		pocit dušnosti
2,0	předpokládaná ztráta vědomí		nucení k polykání slin
3,0			tlak v hlavě
4,0		předpokládaná ztráta vědomí	závrať
5,5			STOP!
7,5			předpokládaná ztráta vědomí

Objektivní příznaky v případě, že je chvat správně nasazen a že se škrcený vzdá před ztrátou vědomí, nebývají žádné. Celý tento akt se odehraje tak rychle, že ani zkušený rozhodčí nepozoruje nápadné změny na obličeji škrceného.

Ve skutečnosti se však podaří nasadit škrcení tak rychle, aniž se soupeř brání, jen málokdy. Ve většině případů se škrcený snaží zablokovat paže soupeře, brání se přitažením brady na prsa, nebo se snaží pohybem těla z chvatu uniknout. V takovém případě nejde o náhlý jednorázový tlak na krk, ale o tlak přerušovaný nebo o tlak slabý. Objektivně posoudit do jaké míry je borec uškrcen, je dosti těžké. Rudnutí obličej a nabíhání žil na krku je způsobeno námahou v neobvyklé poloze a není samo o sobě známkou blížícího se bezvědomí. Rozhodčí musí pozorovat oči škrceného a sledovat jeho pohyby. Blížící se ztráta vědomí se projeví zakalením očí, obrácením očí v sloup a náhlým ochabnutím nebo ztrnutím celého těla. V takovém případě musí rozhodčí rychle a rázně nařídit přerušování chvatu a přiznat bod borci, který chvat nasadil.

Praktické nebezpečí chvatů ze skupiny škrcení

Technika chvatů ze skupiny škrcení je propracována takovým způsobem, že je téměř vyloučeno zhmoždění chrupavek hrtanových nebo jazylky. Při tréninku nejde o nějaké natrénování odolnosti proti tlaku na krk. Trénink směřuje k tomu, aby se borec dovedl tlaku vyhnout, nikoliv, aby dovedl tlak snášet.

Vzdá-li se škrcený před ztrátou vědomí, nezpůsobí chvat žádné trvalé následky a borec může ihned pokračovat v boji. Chronické nervové nebo srdeční poruchy jako následek opakovaného nasazovaného škrcení nebyly u zápasníků nikdy pozorovány. Praktické nebezpečí chvatů ze skupiny škrcení není nijak vážné, ale vzhledem k tomu, že jde o zásah do těla, je nutno na teoreticky možné nebezpečí upozornit a cvičící vést od začátku tréninku k tomu, aby se vzdávali včas.

2.4.3. Rdoušení

Dušení rdoušením vzniká smáčknutím krku rukou nebo oběma rukama. Již malý tlak na krk může uzavřít hlasivkovou štěrbinu. Poněvadž krční tepny nebývají obvykle úplně uzavřeny, vědomí zůstává zpočátku zachováno a oběť se brání. U pachatele se mohou najít škrábance, pokousání apod. Osoby, které rdoušení přežily, si stěžují na polykající potíže, vykašlávání krve, chraptí a mají překrvený hrtan.

Při prudkém uchopení za krk může vést k okamžité reflektorické zástavě srdce a ke smrti podrážděním n. vagu a karotického sinu.

Vraždy zardoušením postihují téměř výhradně ženy zvláště při vraždách z vlnosti, dále novorozence a kojence. K nahodilému usmrcení může dojít reflexním mechanismem při náhlém uchopení za krk, např. ze žertu.

2.4.4. Ucpání nosu a úst

Při ucpání nosu a úst dochází k zabránění výměny vzduchu mezi ovzduším a plícemi. Ucpání vzniká rukou nebo nějakým předmětem jako např. textilií, polštářem, papírem, igelitovým sáčkem, tlakem úst a nosu na podložku apod. Nejčastěji jde o náhody u opilých, epileptiků nebo bezvědomých osob při pádu obličejem na nějakou podložku. Může dojít i k zalehnutí kojence spící matkou. K vraždám dochází zejména u novorozenců dětí buď překrytím nosu a úst rukou, nějakou textilií nebo ucpáním úst a nosohltanu hluboko zasunutými prsty případně roubíkem.

2.4.5. Vdechnutí cizích těles

K udušení vdechnutím cizích těles dochází při vdechnutí tekutin nebo větších a drobných těles. Při vdechnutí tekutého obsahu jde většinou o krev nebo žaludeční obsah. Větší tělesa jako části potravy, zubní protézy, u dětí různé drobné hračky jako kuličky, korálky, mince apod. zůstávají vklíněna v hrtanu nebo v její větvi pro dolní lalok, častěji v pravé plíci.

Pokud není zcela uzavřen průsvit, v důsledku dráždění sliznice vzniká její otok a smrt může nastat i později po několika hodinách, když se průsvit uzavře úplně. K udušení vdechnutím cizích těles dochází nejčastěji nahodile, často u dětí ale i u dospělých zvláště při poruchách polykání. Bývá to při hltavém jídle, při odvracení pozornosti, úleku, smíchu, při kašli, mluvení při jídle apod.

2.5. Utopení

Utopení je dušení, které nastává uzavřením dýchacích cest vodou nebo jinou tekutinou (např. bahno). Úplné ponoření těla do tekutiny není nezbytné, stačí, jsou-li ponořena jen ústa a nos. Smrt při utopení nenastává vždy stejným mechanismem.

K utopení (ke smrti při koupání) může dojít v podstatě ze 4 důvodů (Tesař, 1985, Hirt, 2008, Štefan a kol. 2009):

1. mechanismus - Vlastní utopení

Voda vniká vdechem do průdušnice a průdušek a vzduch je v plicích stlačován tak, že vzniká akutní rozedma plic

Od počátku topení ke smrti uplyne obvykle asi za 5 min., někdy i více. K záchraně je však nutné, aby tonoucí byl vytažen v prvních 3-4 min. Ojediněle bylo popsáno záchránění až po 20min.

2. mechanismus – Reflektorická smrt (suché topení)

Jedná se o tzv. laryngeální šok (uzavření hlasivkové štěrbiny), kdy voda vnikající do hltanu a hrtanu vyvolá křeč hlasivek a uzávěr dýchacích cest. Dochází tak k vdechnutí jen malého množství vody. Některé chorobné změny jako sklerosa (ztvrdnutí stěn tepen) mírného stupně a thymolymfatický stav (abnormálně velký brzlík) zvyšují dispozici pro tento mechanismus. Významným faktorem může být i chladová alergie.

Při reflektorické smrti voda do plic nevniká a příčinou smrti v těchto případech je šok.

3. mechanismus - Náhlá smrt ve vodě

S náhlou smrtí při koupání se nejčastěji setkáváme u osob, které mají nějakou srdeční vadu nebo pokročilé kornatění tepen, zejména tepen srdečních. Tito lidé jsou podstatně citlivější na teplotní změny. Náhlý přechod z teplého prostředí ovzduší (kolem 30°C) do chladné vody (4-10°C) může vyvolat srdeční selhání. Málokdy bývá příčinou úmrtí mozkové krvácení nebo epileptický záchvat.

4. mechanismus - Smrt ve vodě z úrazových příčin

Ke smrti ve vodě může dojít i z příčin úrazových. Nejčastěji to bývá náraz hlavy při skoku do vody na předmět pod vodou (kameny), méně často dochází k úrazům při vodních pracích (pád z výše na součásti stavby mostů pod vodou), zcela výjimečně může dojít k zasažení lodí (lodním šroubem).

2.5.1. Prohlídka utonulého

Při zevní a vnitřní prohlídce utopeného kromě celkových známek dušení pro diagnózu utopení je velmi důležitý nález značného vzedmutí plic. Plíce někdy zcela překrývají i osrdečník a na řezu jsou bledé a suché. Teprve při zatlačení vytéká z průdušek malé množství tekutiny. Dále důležitým nálezem je nález pěny u úst a nosu, který je charakteristický pro utonutí a vzniká promíšením vdechované tekutiny se vzduchem a hlenem. V žaludku i v horních částech střev bývá spolykaná voda. U utopených, kteří byli vytaženi z vody až za delší dobu, však voda může vniknout do žaludku i po smrti.

Poznání smrti utopením může být velmi obtížné a často nemožné především u osob vytažených z vody až za dlouhou dobu v pokročilém hnilobném stavu.

Z laboratorních metod má největší význam průkaz rozsivek vyskytujících se v přírodních vodách. Poněvadž osoby ležící ve vodě mohou cizí hmoty a rozsivky vniknout i po smrti, může průkaz rozsivek s velmi vysokou pravděpodobností svědčit pro utopení jen tehdy, jsou-li prokázány v orgánech velkého oběhu (např. játra).

Rozvoj posmrtných změn, ze kterých by bylo možno usuzovat, jak dlouho tělo leželo ve vodě, závisí především na teplotě vody. Nejnápadnější je macerace kůže.

Určení doby pobytu těla ve vodě

Macerace kůže začíná již za několik hodin na bříškách prstů na ruce, pokračuje do dlaně a na hřbet ruky. Podobné změny nastupují o něco později i na nohou.

V létě asi za 24 hod, v zimě za 2-4 dny je již celá ruka bílá a nabobtnalá. Za 3-4 týdny se pokožka celého těla odlučuje v cárech, na rukou a na nohou ji lze stáhnout vcelku v podobě rukavic včetně nehtů.

V hluboké vodě, kde je teplota asi 4°C nebo v zimě, probíhá macerace a hniloba velmi pomalu. V zimě i za několik měsíců může být tělo zcela zachovalé jen s nepatrnými hnilobnými skvrnami. Naproti tomu v mělčinách zvláště v létě dochází k velmi rychlému rozvoji hnilobných změn a tělo se může z vody vynořit již za několik málo dní. V létě za 1-2 měsíce mohou být již známky začínajícího zmýdelnění na tvářích.

Určení doby pobytu ve vodě – hnilobné změny

Hnilobné změny ve vodě nastupují pomaleji. Nejdůležitějším faktorem je teplota vody. Se stoupajícím stupněm hniloby (asi za 7-14 dní) se počíná vytvářet hnilobný plyn, který počne tělo převracet a nadlehčovat, takže tělo pak plave břichem vzhůru. Po vynesení těla na břeh se rychlost rozvoje hnilobných změn rapidně zvýší a již během několika hodin se může jeho vzhled kompletně změnit. Proto je třeba po vytažení těla z vody provést zevní prohlídku a pitvu co nejrychleji.

Příčiny utopení

Velmi časté je nahodilé utopení, nejčastěji v létě při koupání. Příčinou bývá nezkušenost, tělesné vyčerpání, chorobný stav, opilost. K utopení v koupelně ve vaně dochází nejčastěji u osob s nemocným srdcem, opilých a unavených, kteří ve vaně usnou, případně otravou CO.

Od udušení utopením je třeba odlišit smrt ve vodě z vnitřních příčin. Příčinou bývá větší náhlá oběhová slabost nebo bezvědomí centrálního původu.

Smrt ve vodě může také nastat následkem úrazu.

Při skoku po hlavě do mělké vody a narazením na dno může dojít k poranění hlavy, krční páteře a míchy.

U utopených se velmi často nachází různá zranění, která mohla vzniknout po smrti zvláště při rychlém proudu vody třením těla o dno a nárazem na kameny nebo kořeny stromů.

Rozsáhlá zranění charakteru sečných nebo řezných ran vznikají např. od lodních šroubů a ledových ker. Další zranění mohou být způsobena i vodními živočichy.

Literatura:

BERAN, Michal – LYSENKOVÁ, Alena. Smrt. In *Soudní lékařství*. Praha, Grada, 1999.

BOUŠKA, Ivan. Koncepce soudního lékařství. In *Soudní lékařství*. Praha, Grada, 1999.

DRÁBEK, Jiří. Mrtvola a pitva. Znalectví [online]. Lékařská fakulta Univerzity Palackého Olomouc, 2011 [cit. 30.6.2011]. Dostupné z WWW:

<http://www.dnabased.com/Forezní_chemie/extdoc/11_Pitva_znalec.pdf>.

DVOŘÁK, Miroslav – KUBIŠTA, Pavel – LOYKA, Svatopluk – VOREL, František, jun. Základní pojmy v soudnělékařské praxi. In *Soudní lékařství*. Praha, Grada, 1999.

HIRT, M. Soudní lékařství. Učební text pro studium na PrF MU, 2008.

RAK, Roman – MATYÁŠ, Václav – Říha, Zdeněk a kol. Biometrie a identita člověka ve forenzních a komerčních aplikacích. Praha: Grada, 2008. 664 s. ISBN: 978-80-247-2365-5.

ŠÍMA, František – KRÁKORA, Bedřich. Džiu-džitsu. Praha: Nakladatel Jaroslav Tožička, 1944.

ŠTEFAN, Jiří – HLADÍK, Jiří – ADÁMEK, Tomáš. Soudní lékařství a zdravotnicko-právní otázky [online]. Lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Praze, 2009 [cit. 30.6.2011].

Dostupné z WWW:

<www.lf3.cuni.cz/miranda2/...lf3.../soudni/.../Skripta-soudni-lekarstvi.pdf>.

ŠŤOURAČ, Petr. Kriminologická biologie a antropologie. Prezentace ppt [online]. Právnická fakulta Univerzity Karlovy v Praze, 2004 [cit. 30.6.2011]. Dostupné z:

<<http://www.prf.cuni.cz/documents/docFile.php?id=759>>.

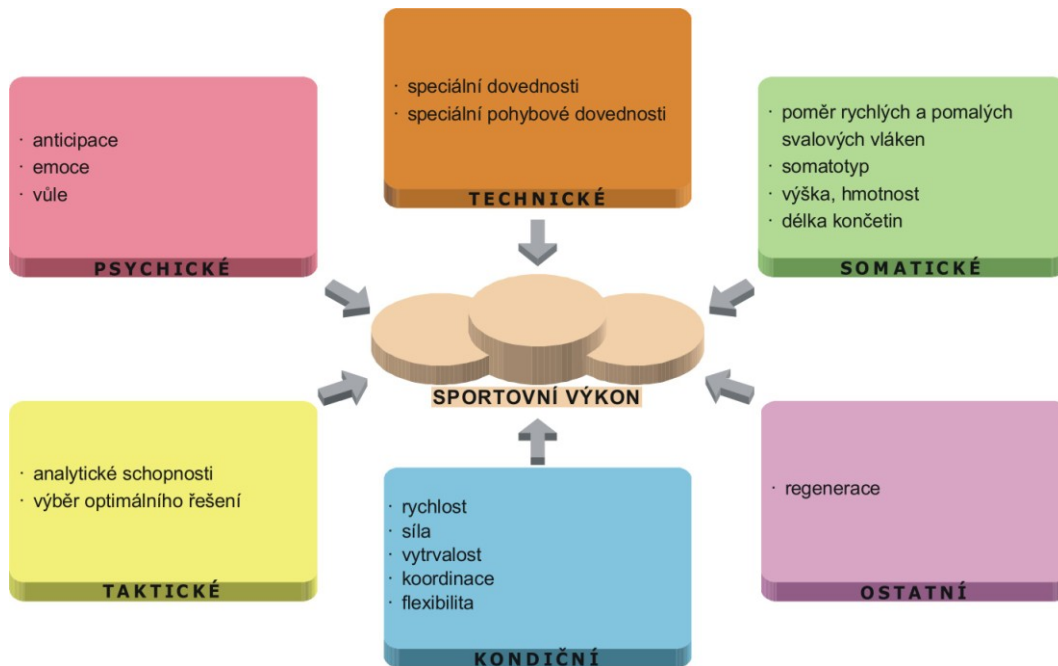
TESAŘ, Jaromír. Soudní lékařství. Praha: Avicenum, 1985.

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví ČSR č. 19/1988 Sb., o postupu úmrtí a o pohřbívání. Zákon 256/2001 Sb. o pohřbívání.

3. Limitující faktory zátěže

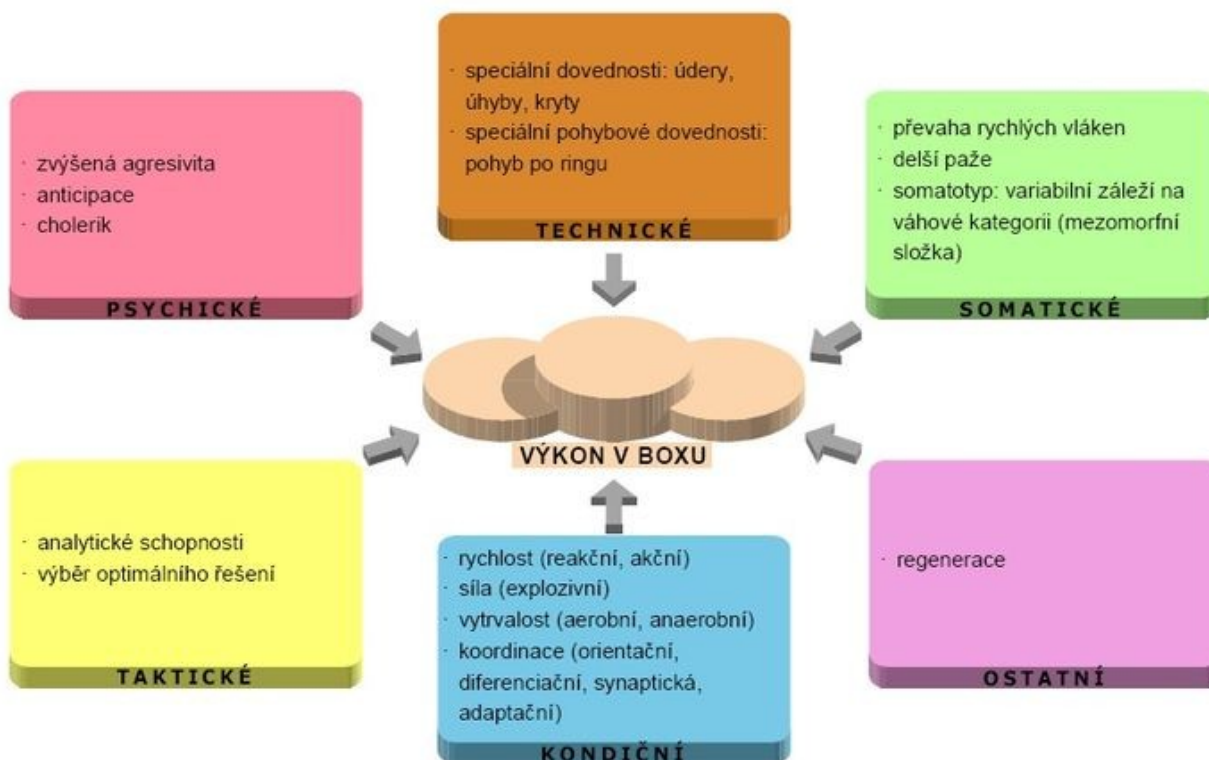
Sportovní výkony a technické činnosti u bezpečnostních složek jsou limitovány řadou faktorů, tzv. endogenních (vnitřní faktory) a exogenních (vnější faktory). Tyto faktory se vzájemně prolínají a ovlivňují.

V následujícím schématu je obecný přehled faktorů, které určitým způsobem pohybový výkon ovlivňují.



Obr. č. 24. Limitující faktory pohybového výkonu.

Pro naše potřeby jsme si schéma upravili a v následujících kapitolách týkajících se jednotlivých úpolových disciplína a technických činností, přinášíme schémata zjednodušené s aplikací k dané pohybové aktivitě. Na následujícím schématu jako příklad uvádíme faktory ovlivňující výkon v boxu.



Obr. č. 25. Faktory ovlivňující výkon v boxu

Z fyziologického hlediska jsou především důležité somatické a kondiční faktory. Somatické faktory jsou dány geneticky. Kondiční tréninkem lze do určité míry rozvíjet. Tyto dvě velké skupiny faktorů spolu velice úzce souvisí a vzájemně se ovlivňují. Vzájemný poměr faktorů ovlivňující pohybový výkon se liší dle sportovní disciplíny. V technických činnostech u bezpečnostních složek nemalý podíl na výkonu mají především faktory psychické a technické.

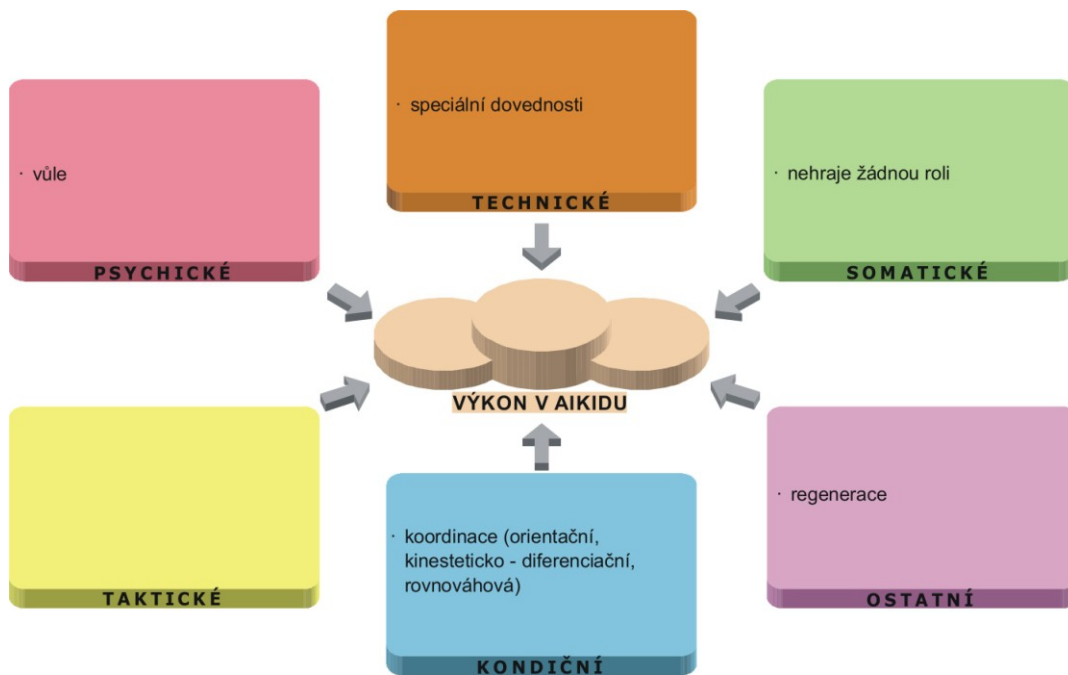
4. Fyziologie úpolových disciplín

4.1. Aikido

4.1.1 Charakteristika aikida

Aikido je jedním z nejmladších japonských bojových umění. Je založeno především na myšlence neagresivity, rozvíjí cvičícího jedince po fyzické i psychické stránce. Aikido je velice rozmanité, má asi 3000 technik. (Kohlíková, 1996 In Heller)

Z pohledu rozvoje úpolových dovedností je aikido zaměřeno především na dokonalou techniku vychýlení a kontroly partnerova pohybu s využitím technik páčení a hodů. (Vít-Reguli, 2010)



Obr. č. 26. Faktory ovlivňující „výkon! v aikidu.

4.1.2 Metabolická charakteristika výkonu

Většina základních technik aikido je vedena v aerobním a jen výjimečně krátkodobě anaerobním laktátovém typu metabolického krytí.

4.1.3 Zdravotní rizika v aikido

V aikidu je úrazovost velice nízká. Úrazy jsou způsobeny především nezvládnutím techniky pohybu. Mezi bolestivé techniky patří ohýbání kloubů.

Literatura:

KOHLÍKOVÁ, Eva. Asijská bojová umění – Aikido. In Heller a kol. *Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část – 3. díl*. Praha: Karolinum, 1996. s. 4-5. ISBN: 80-7184-225-7.

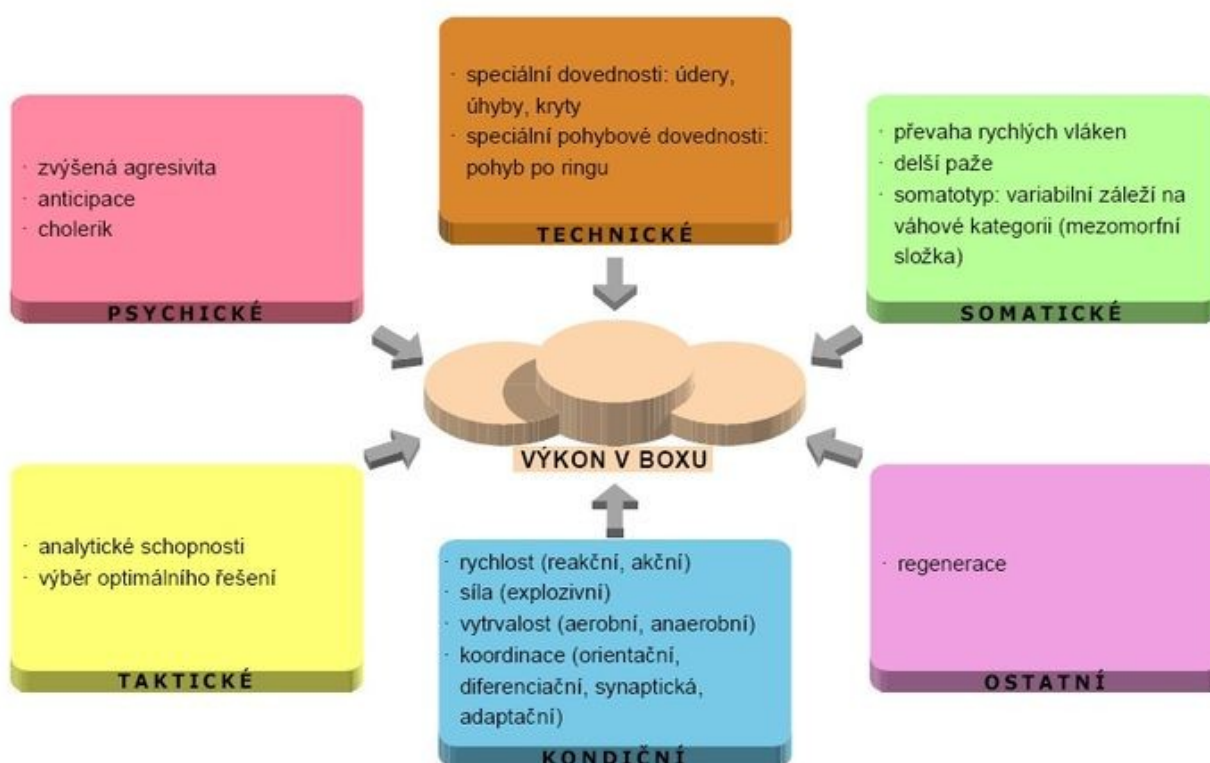
VÍT, M. – REGULI, Z. a kol. *Základy úpolových sportů pro tělesnou výchovu. Elportál*, Brno: Masarykova univerzita. ISSN 1802-128X. 2010

4.2. Box

4.2.1 Charakteristika boxu

Box je individuální bojový sport, při němž se dva soupeři snaží zasáhnout svého protivníka pěstmi, musí při tom zůstat ve vyhrazeném čtvercovém prostoru obklopeném provazy (tzv. ringu). Cílem sportovního výkonu je zvítězit nad soupeřem pomocí úderů, úhybů a krytů povolenými pravidly AIBA.

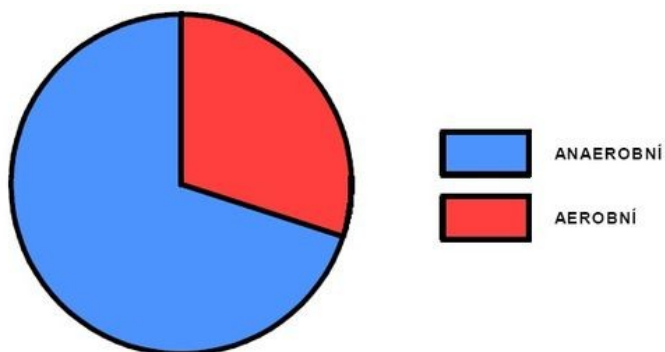
Acyklické pohyby jsou prováděny při vysoké intenzitě zatížení. Nejdůležitějšími pohybovými schopnostmi pro výkon jsou reakční rychlost, výbušná síla a koordinace. Box vyžaduje přesnost pohybů, zejména paží, dobrou koordinační schopnost dolních končetin a celkovou souhru celého těla, hlavně horních a dolních končetin.



Obr. č. 27. Faktory sportovního výkonu – box

4.2.2 Metabolická charakteristika výkonu

V boxu se jedná o intervalový typ zátěže se střídáním intenzity. Tato intenzita je submaximální až maximální. Výkon v boxu trvá podle počtu kol, 1 kolo má délku 2 minuty. Energie je kryta z ATP a CP, dále také z glykogenu. Jedná se o resyntézu ATP především anaerobní cestou. Podílí se na tom ATP-CP systém a dále anaerobní glykolýza, při které se obnovuje ATP z glykogenu. Část výkonu je pak kryta oxidativní fosforylací, do které jako zdroj energie opět vstupuje glykogen.



Obr. č. 28. Podíl aerobního a anaerobního krytí během sprinterského výkonu (upraveno dle Sharkey, 1986).

Energetický výdej při tréninku dosahuje 1740% z nál. BM. Při zápasu je energetický výdej až 5000 kJ/h.

4.2.3 Funkční charakteristika výkonu

V následující tabulce uvádíme přehled některých vybraných fyziologických parametrů během výkonu.

Tab. č. 10. Fyziologické parametry během sportovního výkonu (upraveno dle Vránová 1995*, Smith 1998**).

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR			MUŽI
VO ₂	příjem kyslíku	[% z maxima]	80
		[ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹]	
SF	srdeční frekvence	[% z maxima]	
		[tepy·min ⁻¹]	až 204* 165-186
La	koncentrace laktátu po výkonu	[mmol·l ⁻¹]	až 10** 16*

V moči po zápase u boxerů můžeme najít bílkoviny a erytrocyty.

4.2.4 Specifické adaptace organismu na zátěž

Vlivem anaerobního tréninku se ve svalech zvyšují energetické zásoby ATP, CP a glykogenu. Dochází také celkově ke zvýšení anaerobní a aerobní kapacity. Zvýšení aerobní kapacity (adaptace na vytrvalostní trénink) je nezbytné především pro rychlou regeneraci energetických zdrojů. Boxerským tréninkem se zlepšují také funkce smyslových analyzátorů. Jedná se především o adaptaci zrakového analyzátoru, zlepšuje se periferní vidění, odhad vzdálenosti a prostorová orientace. Dále dochází k adaptaci vestibulárního systému. Naopak se snižuje taktilní cití a bolestivá citlivost.

Z morfologických změn je především patrná hypertrofie rychlých svalových vláken, svaly se

zvětšují na objemu díky tréninku dynamické síly.
U boxerů se také setkáváme se zvýšenou srážlivostí krve.

4.2.5 Charakteristika sportovce

V následující tabulce uvádíme přehled funkční charakteristiky sportovce, respektive výběr fyziologických parametrů při testu do maxima u boxerů.

Tab. č. 11. Maximální hodnoty fyziologických parametrů při testu do maxima (upraveno dle Vránová 1995*, Grasgruber-Cacek 2008**).

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR			MUŽI
$\dot{V}O_2\text{max}$	maximální příjem kyslíku	[ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹]	60** 54,5*
SFmax	maximální srdeční frekvence	[tepy·min ⁻¹]	200 186*
Lamax	maximální koncentrace laktátu	[mmol·l ⁻¹]	16 10,8*
DFmax	maximální dechová frekvence	[dechy·min ⁻¹]	80
$\dot{V}_E\text{max}$	maximální ventilace	[l·min ⁻¹]	126*
Pmax	maximální výkon na bicyklovém ergometru	[W]	296*
		[W·kg ⁻¹]	
W170	výkon při SF 170 tepů za minutu	[W·kg ⁻¹]	208*
ANP	úroveň anaerobního prahu	[% z SFmax]	
		[% z $\dot{V}O_2\text{max}$]	80

U boxerů obvykle převažují rychlá svalová vlákna.



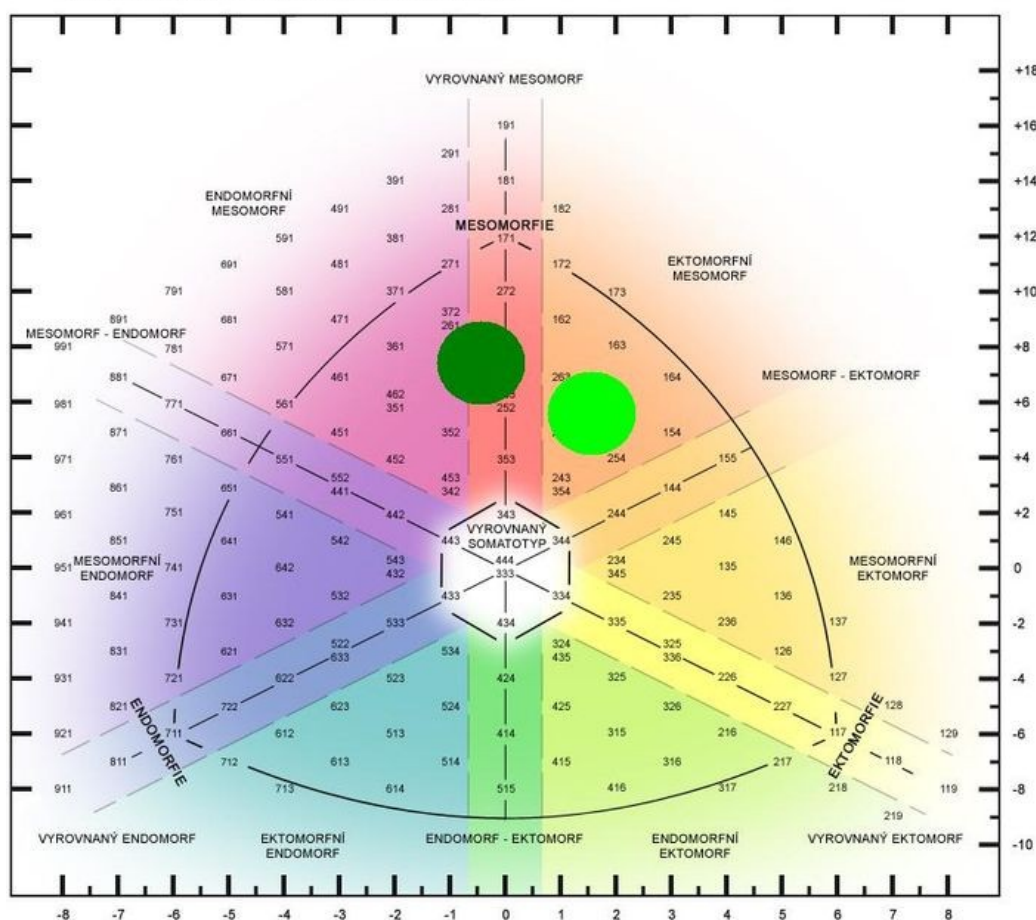
Obr. č. 29. Podíl rychlých a pomalých vláken ve svalech u boxerů.

V následující tabulce uvádíme přehled základních parametrů somatické charakteristiky boxerů. Na obr. je pak somatograf průměrných boxerů těžkých a lehkých vah.

Tab. č. 12. Somatická charakteristika (upraveno dle Grasgruber-Cacek 2008**).

SOMATICKÝ PARAMETR		MUŽI TĚŽKÁ VÁHA	MUŽI LEHKÁ VÁHA
Tělesná výška	[cm]	185**	170**
Hmotnost	[kg]	91**	60**
Procento tuku	[%]		4,8**
Somatotyp		2,5-6-2**	1,5-5-3**

X = EKTOMORFIE - ENDOMORFIE
Y = 2 x MESOMORFIE - (ENDOMORFIE + EKTOMORFIE)



Obr. č. 30. Somatograf boxerů (tmavě zelená-těžká váha muži, světle zelená-lehká váha muži).

4.2.6 Zdravotní rizika v boxu

V boxu je úrazovost vysoká, před boxem je jen ragby.

Mezi nejčastější akutní poranění patří: krvácivá poranění nosu, úst, tržné rány, poranění zubů

a dolní čelisti, distorze palce, fraktury metakarpálních kostí (Benetova zlomenina), ořesy mozku, srdeční šok- údery na srdeční krajinu, vazovagální synkopy cerebrální krvácení (Korbelář 1997).

Mezi chronická řadíme: encefalopathii mozku (změnami charakteru osobnosti, poruchami koordinace, rovnováhy, řeči, poruchami intelektu), křečové stavy (Korbelář 1997).

Literatura:

GRASGRUBER, Pavel – CACEK, Jan. Sportovní geny. Brno: Computer Presss, a.s., 2008. 480 s. ISBN: 978-80-251-1873-3.

KORBELÁŘ, Petr. Poranění typická pro jednotlivé sporty. In Pohybový systém a zátěž. Ed. Kučera, Dylevský. Praha: Grada, 1997, s. 195-217. ISBN: 80-7169-258-1.

VRÁNOVÁ, Jana, Úpolové sporty: Box. In Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část – 2. díl. Praha: FTVS UK, Karolinum, 1993. s. 146-154. ISBN: 80-7184-039-4.

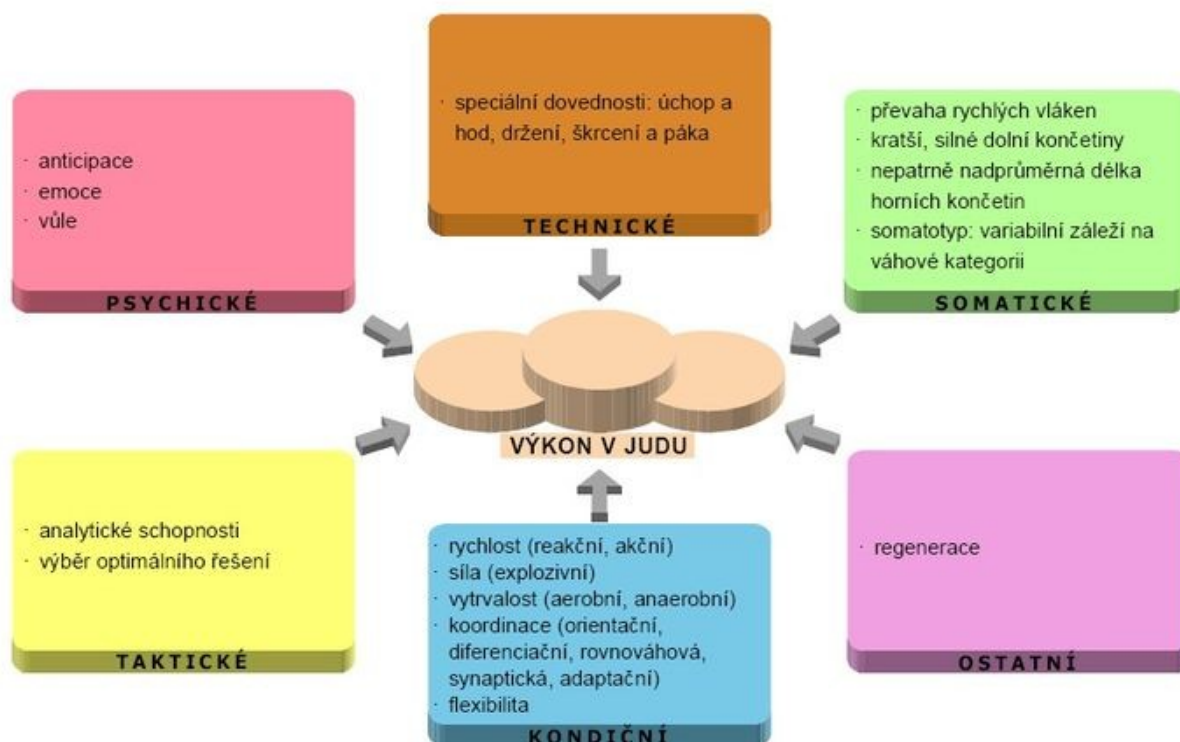
SHARKEY, Brian J. Coaches guide to sport fysiology. Champaign, Human Kinetics, 1986. 100s.

SMITH, Marcus S. Sport specific ergometry and the physiological demands of amatér boxing. Doctoral Thesis, University College Chichester, England, 1998.

4.3. Judo

4.3.1 Charakteristika juda

Judo je individuálním úpolovým sportem, jehož zakladatelem byl Jigoro Kano, který kompletoval techniky do jediného celku s názvem Judo (v překladu Jemná cesta). Cílem sportovního výkonu je pak překonání soupeře dle pravidel juda. Pro výkon jsou především nezbytné koordinační schopnosti judisty. Intenzita zatížení je kolísavá.

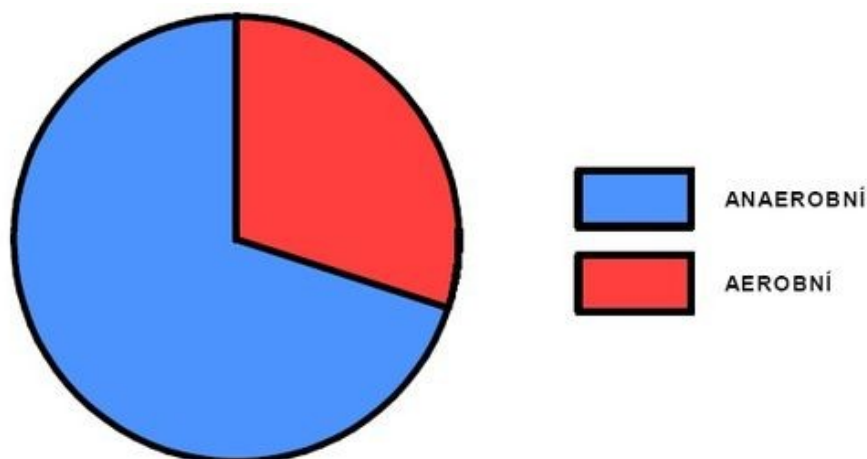


Obr. č. 31. Faktory sportovního výkonu – judo.

4.3.2 Metabolická charakteristika výkonu

V judu se jedná o intervalový typ zátěže se střídáním intenzity. Intenzita kolísá od střední až po maximální. Výkon trvá do 5min u mužů a do 4min u žen. Obvykle se jedná až o 30s aktivity s krátkými „pauzy“, které mohou trvat až 10s.

Energie je kryta z ATP a CP, dále také z glykogenu. Jedná se o resyntézu ATP především anaerobní cestou. Podílí se na tom ATP-CP systém a dále anaerobní glykolýza, při které se obnovuje ATP z glykogenu. Část výkonu je pak kryta oxidativní fosforylací, do které jako zdroj energie opět vstupuje glykogen.



Obr. č. 32. Podíl aerobního a anaerobního krytí během výkonu v judo (upraveno dle Sharkey, 1986).

4.3.3 Funkční charakteristika výkonu

V následující tabulce uvádíme přehled některých vybraných fyziologických parametrů během výkonu.

Tab. č. 13. Hodnoty fyziologických parametrů během sportovního výkonu (upraveno dle Havlíčková 1993*, Degoutte 2003**).

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR			MUŽI	ŽENY
VO ₂	příjem kyslíku	[% z maxima]	84*	88*
		[ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹]		
La	koncentrace laktátu po výkonu	[mmol·l ⁻¹]	až 13*	12,3**

4.3.4 Specifické adaptace organismu na zátěž

Vlivem anaerobního tréninku se ve svalech zvyšují energetické zásoby ATP, CP a glykogenu.

Dochází také celkově ke zvýšení anaerobní a aerobní kapacity. Zvýšení aerobní kapacity

(adaptace na vytrvalostní trénink) je nezbytné především pro rychlou regeneraci energetických zdrojů. Tréninkem judistů se zlepšují také funkce smyslových analyzátorů. Jedná se především o adaptaci zrakového analyzátoru, zlepšuje se periferní vidění, odhad vzdálenosti a prostorová orientace. Dále dochází k adaptaci vestibulárního systému. Naopak se snižuje taktilní cití a bolestivá citlivost. Z morfologických změn je především patrná hypertrofie rychlých svalových vláken, svaly se zvětšují na objemu díky tréninku dynamické síly.

4.3.5 Charakteristika sportovce

V následující tabulce uvádíme přehled funkční charakteristiky sportovce, respektive výběr fyziologických parametrů při testu do maxima u judistů.

Tab. č. 14. Maximální hodnoty fyziologických parametrů při testu do maxima (upraveno dle Havlíčková 1993*, Harrison 2007**, Sacripanti 2010***, Borkowski 2001****, Hosni 2007*****).

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR			MUŽI	ŽENY
VO ₂ max	maximální příjem kyslíku	[ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹]	57*,60** 57***,55,6**** 55,4*****	52*,50** 50***,49,9**** 45,9*****
SFmax	maximální srdeční frekvence	[tepy·min ⁻¹]	180-190* 174-191**	

V následující tabulce uvádíme přehled základních parametrů somatické charakteristiky judistů a judistek. Na obr. je pak somatograf průměrných judistů a judistek (lehké a těžké váhy).

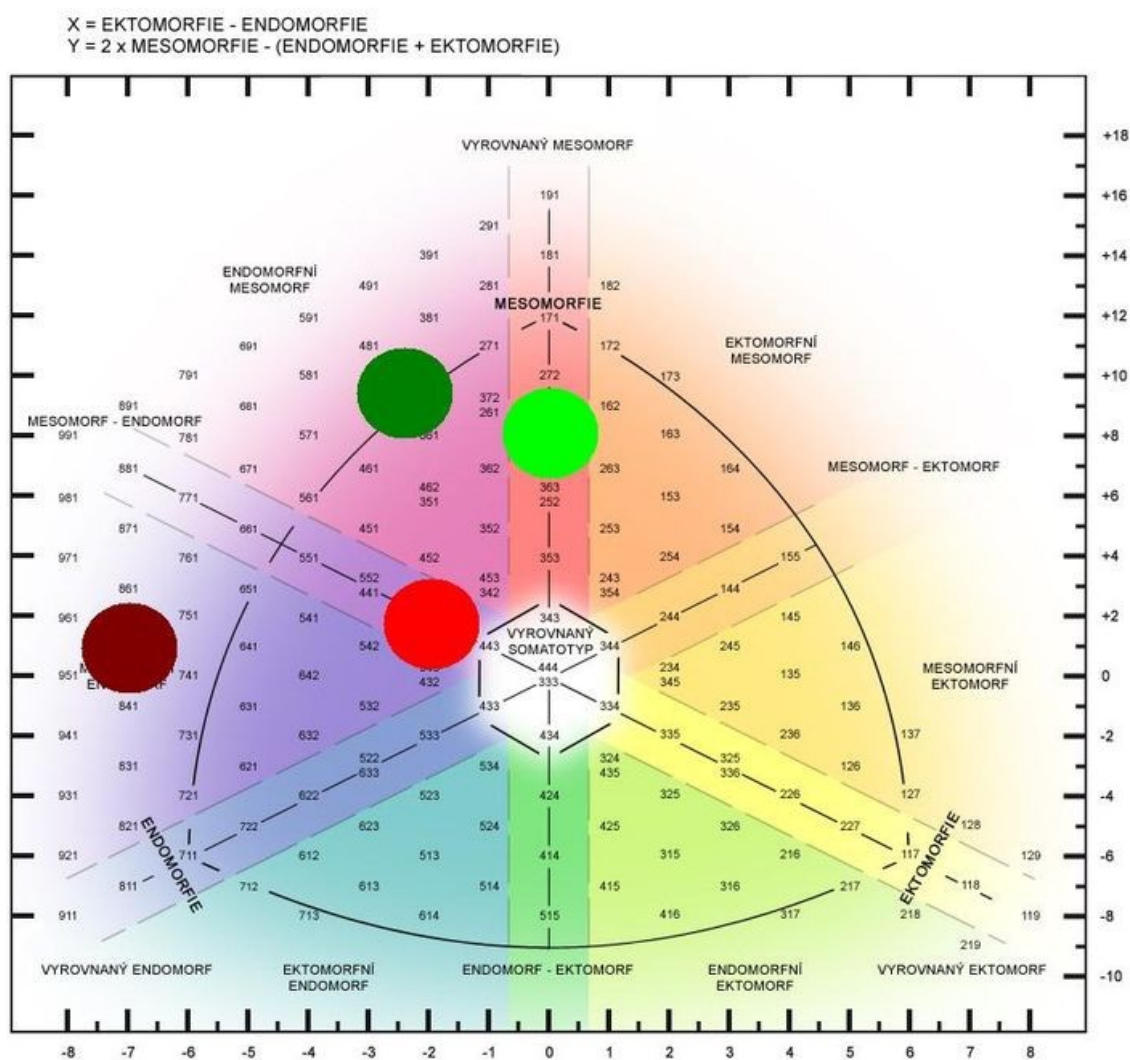
Tab. č. 15. Somatická charakteristika - muži (upraveno dle Harrison 2007*, Grasgruber-Cacek 2008**, Malá 2008***, Kinkorová 2009****).

SOMATICKÝ PARAMETR		MUŽI TĚŽKÁ VÁHA	MUŽI LEHKÁ VÁHA
Tělesná výška	[cm]	187**	165**
Hmotnost	[kg]	do 100**	do 60**
Procento tuku	[%]	3-16*, 10,7*** 11,6****	
Somatotyp		3,5-7-1	2-6-2

Tab. č. 16. Somatická charakteristika - žen (upraveno dle Harrison 2007*, Grasgruber-Cacek 2008**, Malá 2008***, Kinkorová 2009****).

SOMATICKÝ PARAMETR		ŽENY TĚŽKÁ VÁHA	ŽENY LEHKÁ VÁHA
Tělesná výška	[cm]	175,5**	155,9**
Hmotnost	[kg]	nad 78**	do 48**
Procento tuku	[%]	17* 16,6****	
Somatotyp		8-5-1	4-4-2

Souhrnně lze judisty charakterizovat jako endomezomorfní typy. Mezi bojovými sporty patří ale k nejrobustnějším.



Obr. č. 33. Somatograf judistů (tmavě zelená-těžká váha muži, světle zelená-lehká váha muži, tmavě červená-těžká váha ženy, světle červená-lehká váha ženy).

4.3.6 Zdravotní rizika v judu

Dochází k vysokému opotřebením kloubů z důvodu neustálých pádů. Největší nároky jsou kladeny na pohyblivost v kloubu kyčelním a páteře. U začátečníků velmi často dochází k frakturám klíčních kostí, předloktí a prstů na horních i dolních končetinách. Velmi často dochází k poškození menisků a vazivových poživ především u kloubu loketního, kolenního a hlezenního. Často dochází ke spáleninám od kimon či tatami. Nástupy a techniky hodů prováděné jednostranně mají za následek přetěžování dominantní strany trupu. Škrčení (ztráta vědomí z krátkodobé hypoxie mozku).

K nejčastějším akutním poraněním v boxu patří: zhmoždění bérce, zlomeniny krční páteře, poranění a. karotis.

K chronickým poraněním řadíme: bolestivé palce nohou (poškození kloubních a vazivových struktur), svalové dysbalance z důvodu asymetrického přetěžování, poškození menisků kolenního kloubu.

Literatura:

BORKOWSKI, L. - FAFF, J. - STARCZEWSKA-CZAPOWSKA, J. (2001) Evaluation of the aerobic and anaerobic fitness in judoists from the Polish national team. *Biology of Sports* 18, 107-117.

DEGOUTTE, F. - JOUANEL, P. - FILAIRE, E. Energy demands during a judo match and recovery. *Br. Sports Med.*, 37, 245-249, 2003.

HARRISON, Andy – MOODY, JEREMY A. – THOMPSON, Kevin G. Judo. In *Sport and Exercise Physiology Testing. Guidelines, volume one*. London: Routledge, 2007. s. 272-280.

HAVLÍČKOVÁ, Ladislava a kol. *Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část – 1. díl*. Praha: FTVS UK, Karolinum, 1993. 238 s. ISBN: 80-7066-816-6.

KINKOROVÁ, Ivana – COUFALOVÁ, Klára. Antropometrické parametry a jejich využití v judu. In *Česká kinantropologie*, 2009, Vol. 13, č. 2, s. 100-107. ISSN: 1211-9261.

SACRIPANTI, Attilio. *Advances in Judo Biomechanics Research*. VDM Verlag Dr. Muller. Saarbrücken, Germany. 2010. 356s. ISBN: 978-3-639-10547.6.

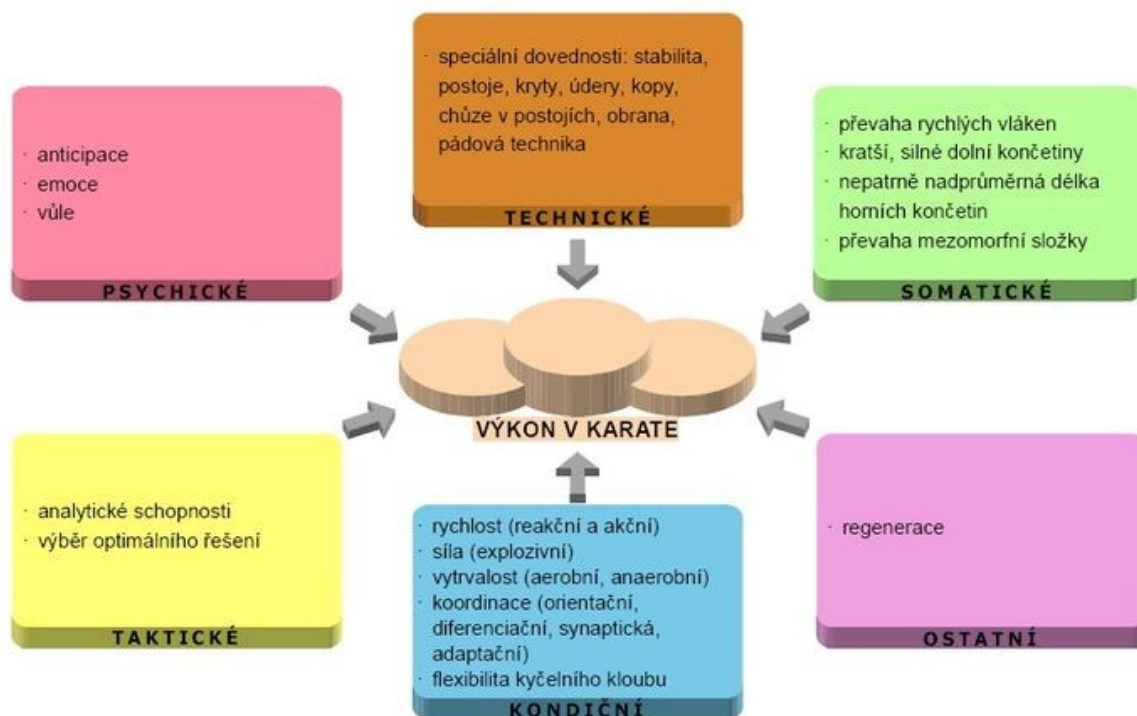
MALÁ, Lucie – BUNC, Václav – MALÝ, Tomáš, ZEMANOVÁ, Lenka. Aktuálně telesné zloženie vrcholových seniorských judistov. In *Česká kinantropologie*, 2008, Vol. 12, č. 3, s. 85-93. ISSN 1211-9261.

SHARKEY, Brian J. *Coaches guide to sport physiology*. Champaign, Human Kinetics, 1986. 100s.

4.4. Karate

4.4.1 Charakteristika karate

Karate je individuálním úpolovým sportem, moderní karate je odvozeno z čínských bojových technik. Cílem sportovního výkonu je imaginární boj s několika soupeři (kata) nebo překonat soupeře tělesnou taktickou a technickou převahou (kumite). Intenzita zatížení je kolísavá. V současnosti existuje více než 70 stylů karate.



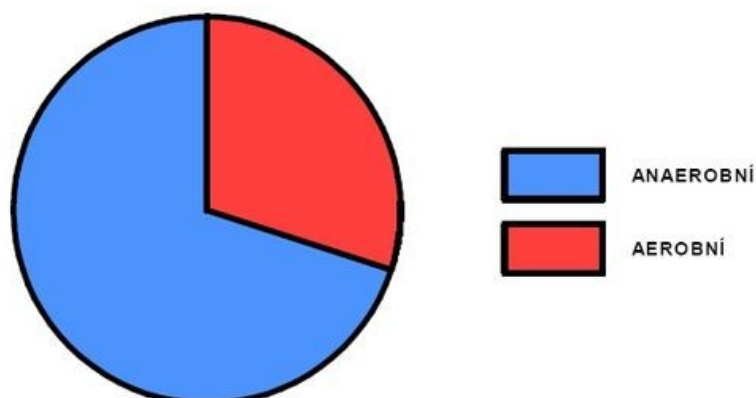
Obr. č. 34. Faktory sportovního výkonu – karate.

4.4.2 Metabolická charakteristika výkonu - kumite

V karate se jedná o intervalový typ zátěže se střídáním intenzity. Intenzita se pohybuje od střední až po maximální.

Výkonu v karate trvá do 3min u mužů a do 2min u žen. Obvykle 3-5s se jedná o intenzivní aktivitu a 15-20s méně intenzivní aktivitu.

Energie je kryta z ATP a CP, dále také z glykogenu. Jedná se o resyntézu ATP především anaerobní cestou. Podílí se na tom ATP-CP systém a dále anaerobní glykolýza, při které se obnovuje ATP z glykogenu. Část výkonu je pak kryta oxidativní fosforylací, do které jako zdroj energie opět vstupuje glykogen.



Obr. č. 35. Podíl aerobního a anaerobního krytí během sprinterského výkonu (upraveno dle Sharkey, 1986).

4.4.3 Funkční charakteristika výkonu

V následující tabulce uvádíme přehled některých vybraných fyziologických parametrů během výkonu.

Tab. č. 17. Hodnoty fyziologických parametrů během sportovního výkonu (upraveno dle Kohlíková 1996*, Hrubý 2005**).

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR			MUŽI
VO ₂	příjem kyslíku	[% z maxima]	76,7*
		[ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹]	
SF	srdeční frekvence	[% z maxima]	
		[tepy·min ⁻¹]	160-190**
La	koncentrace laktátu po výkonu	[mmol·l ⁻¹]	5 - 7*
			10,9**

4.4.4 Specifické adaptace organismu na zátěž

Vlivem anaerobního tréninku se ve svalech zvyšují energetické zásoby ATP, CP a glykogenu.

Dochází také celkově ke zvýšení anaerobní a aerobní kapacity. Zvýšení aerobní kapacity (adaptace na vytrvalostní trénink) je nezbytné především pro rychlou regeneraci energetických zdrojů. Boxerským tréninkem se zlepšují také funkce smyslových analyzátorů. Jedná se především o adaptaci zrakového analyzátoru, zlepšuje se periferní vidění, odhad vzdálenosti a prostorová orientace. Dále dochází k adaptaci vestibulárního systému. Naopak se snižuje taktilní cití a bolestivá citlivost.

Z morfologických změn je především patrná hypertrofie rychlých svalových vláken, svaly se zvětšují na objemu díky tréninku dynamické síly.

4.4.5 Charakteristika sportovce

V následující tabulce uvádíme přehled funkční charakteristiky sportovce, respektive výběr fyziologických parametrů při testu do maxima u karatistů.

Tab. č. 18. Maximální hodnoty fyziologických parametrů při testu do maxima (upraveno dle Kohlíková 1996*, Grasgruber-Cacek 2008**).

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR			MUŽI
VO ₂ max	maximální příjem kyslíku	[ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹]	45-58* 57**
SFmax	maximální srdeční frekvence	[tepy·min ⁻¹]	187 -201*
Lamax	maximální koncentrace laktátu	[mmol·l ⁻¹]	11,4*

V následující tabulce uvádíme přehled základních parametrů somatické charakteristiky karatistů.

Tab. č. 19. Somatická charakteristika (upraveno dle Grasgruber, Cacek 2008**, Kohlíková 1996*, Pieter, Mercedes 2009***).

SOMATICKÝ PARAMETR		MUŽI JAPONCI	MUŽI	ŽENY
Tělesná výška	[cm]	172**	180*, 170***	161***
Hmotnost	[kg]	66**	76,9*, 64*** 72,4**	56***
Procento tuku	[%]	10,7**	11,2*	
Somatotyp			2,1-3,5-3,1** 2,4-4,7-2,6***	3,0-3,7-2,5***

Kumite – vhodný ektomorfní typ – vyšší postavy s delšími končetinami – dle váhových kategorií.

Kata – vhodný mezomorfní typ- menší, střední postava a nižší a střední hmotnost.

4.4.6 Zdravotní rizika v karate

Karate je náročné na zvládnutí techniky, ale k větším úrazům nedochází (více u začátečníků), specificky je zatěžovaná noha karatisty (laterálními údery a odrazy ve výskocích).

Mezi nejčastější akutní poranění patří: distorze hlezenního kloubu – dochází k instabilitě kotníku, metatarzo – falangeální kontuze, únavové zlomeniny metatarzů.

Do chronický poranění patří: svalové dysbalance – bederní hyperlordóza, degenerativní změny (halux rigidus).

Literatura:

GRASGRUBER, Pavel – CACEK, Jan. Sportovní geny. Brno: Computer Presss, a.s., 2008. 480 s. ISBN: 978-80-251-1873-3.

KOHLÍKOVÁ, Eva. Asijská bojová umění – Karate. In Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část – 3. díl. Heller a kol. (ed). Praha: FTVS UK, Karolinum, 1996. s. 6-13. ISBN: 80-7184-225-7.

PIETER, W. – BERCEDES, L.T. Somatotypes of national elite combatitive sport athletes. *Brazilian Journal of Biomotoricity*, 2009, v. 3, n. 1. s. 21-30.

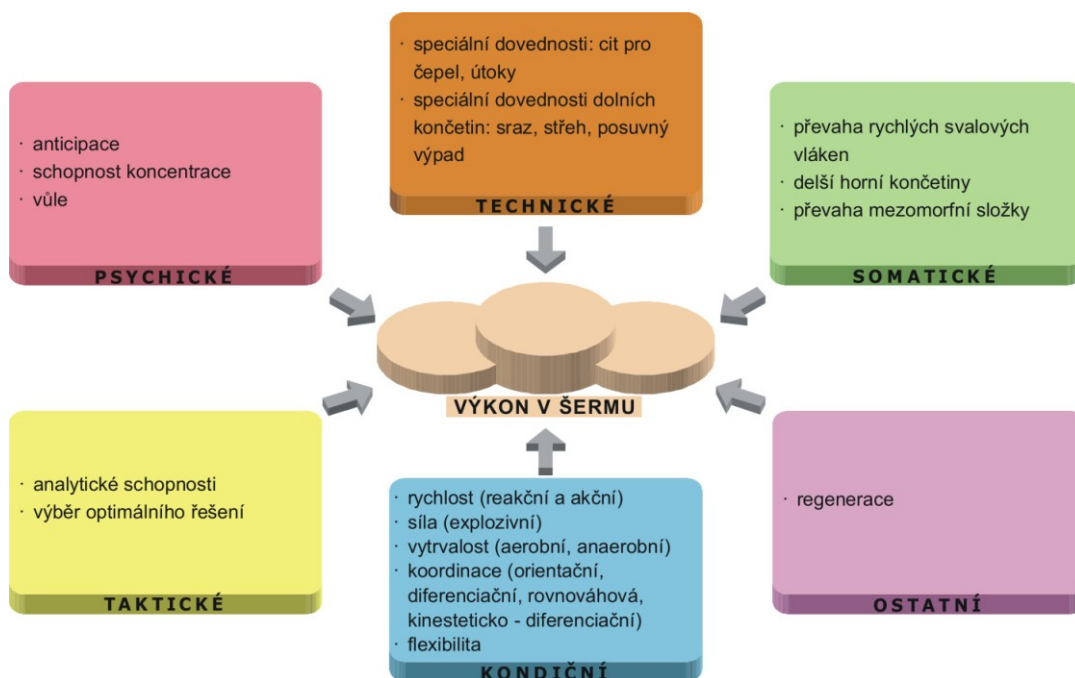
SHARKEY, Brian J. Coaches guide to sport fysiology. Champaign: Human Kinetics, 1986. 100s.

4.5. Šerm

4.5.1 Charakteristika šermu

Šerm je tradiční olympijský silově-rychlostní sport, při kterém soupeři bojují podle pravidel ozbrojeni sečnými nebo bodnými zbraněmi. K závodním disciplínám patří: fleret, kord a

šavle. Ženy bojují jen ve fleretu. Závodníci se pohybují na 1,5-2m širokém a 14m dlouhém planši. Šerm je díky elektrické signalizaci zásahu moderní úpolový sport. Součástí moderního pětiboje je šerm kordem.



Obr. č. 37. Faktory sportovního výkonu – šerm.

4.5.2 Metabolická charakteristika výkonu

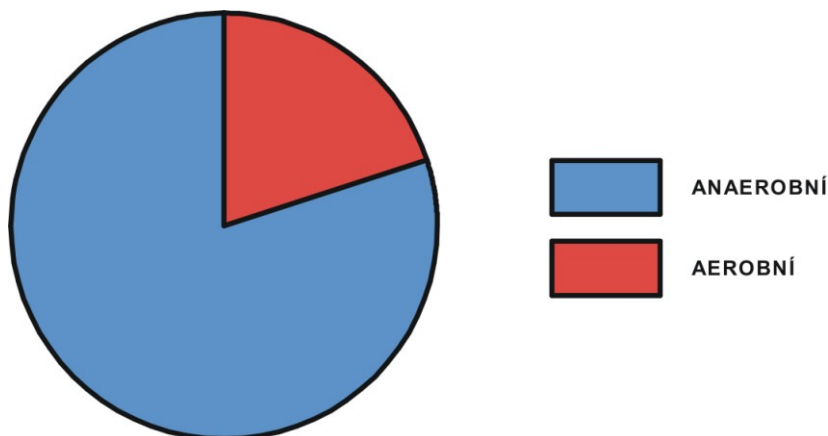
V šermu se jedná o intervalový typ zátěže se střídáním intenzity. Intenzita se pohybuje od střední až po maximální.

Výkonu v šermu trvá 3x 3min s minutovou přestávkou. V průměru 8s se jedná o intenzivní aktivitu (boj) a 10s méně intenzivní aktivitu (Bottoms, 2011), záleží ale ovšem také na dané disciplíně.

Energie je kryta z ATP a CP a dále z glykogenu. Jedná se o resyntézu ATP aerobní i anaerobní cestou. Anaerobní krytí je umožněno především ATP-CP systém a menší částí také anaerobní glykolýzou. Velká část výkonu je pak kryta oxidativní fosforylací, do které jako zdroj energie opět vstupuje glykogen.

Energetický výdej během zápasu se pohybuje okolo 1120% nál. BM, což je asi 50-65 kJ/min (Jirka, 1995).

Energetický výdej u žen byl naměřen během simulovaného boje v průměru 46 kJ/min, maximální hodnoty až 88 kJ/min (Bottoms, 2011).



Obr. č. 38. Podíl aerobního a anaerobního krytí během šermu (upraveno dle Reilly, 1990).

4.5.3 Funkční charakteristika výkonu

V následující tabulce uvádíme přehled některých vybraných fyziologických parametrů během výkonu.

Tab. č. 20. Hodnoty fyziologických parametrů během sportovního výkonu (upraveno dle Jirka, 1995*; Bottoms, 2011**; Roi-Bianchedi, 2008***).

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR			MUŽI	ŽENY
VO ₂	příjem kyslíku	[% z maxima]	70*	74**
		[l·min ⁻¹]	3,1*	
SF	srdeční frekvence	[% z maxima]	73*	60*** 87**
		[tepy·min ⁻¹]	140 - 150* slabší 160-170*	167 - 191***
La	koncentrace laktátu po výkonu	[mmol·l ⁻¹]	1,4-3,9*** max 15*	2,4-3,8**
DF	dechová frekvence	[dechy·min ⁻¹]	31 - 42*	
VE	minutová ventilace	[l·min ⁻¹]	až 100*	

4.5.4 Specifické adaptace organismu na zátěž

Vlivem anaerobního tréninku se ve svazech zvyšují energetické zásoby ATP, CP a glykogenu.

Dochází také celkově ke zvýšení anaerobní a aerobní kapacity. Zvýšení aerobní kapacity (adaptace na vytrvalostní trénink) je nezbytné především pro rychlou regeneraci energetických zdrojů. Šermířským tréninkem se zlepšují také funkce smyslových

analyzátorů. Jedná se především o adaptaci zrakového analyzátoru, zlepšuje se periferní vidění, odhad vzdálenosti a prostorová orientace.

4.5.5 Charakteristika sportovce

V následující tabulce uvádíme přehled funkční charakteristiky sportovce, respektive výběr fyziologických parametrů při testu do maxima u šermířů.

Tab. č. 21. Maximální hodnoty fyziologických parametrů při testu do maxima (Sapega, 1984*; Harmneberg-Ceci**; Roi-Bianchedi, 2008***).

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR			MUŽI	ŽENY
$\dot{V}O_2\max$	maximální příjem kyslíku	[ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹]	50,2* 53,9*** 51-67**	45,7* 39,6*** 46,9**
SF _{max}	maximální srdeční frekvence	[tepy·min ⁻¹]		196**
$\dot{V}O_2/SF$	tepový kyslík	[ml]	17,5	
P _{max}	maximální výkon na bicyklovém ergometru	[W]	300-380	200-250
F _{max}	síla stisku ruky	[N]	dom. 502*** nedom. 449***	

Síla stisku ruky 502 N – dominantní, 449 N – nedominantní (Roi-Bianchedi, 2008).



Obr. č. 39. Podíl rychlých a pomalých vláken ve svalech u šermířů (Nystrom, 1990).

V následující tabulce uvádíme přehled základních parametrů somatické charakteristiky šermířů.

Tab. č. 22. Somatická charakteristika (upraveno dle Jirka, 1995; Bottoms, 2011**; Tsolakis a kol., 2006***; Pieter-Bercades, 2009*****).

SOMATICKÝ PARAMETR		MUŽI	ŽENY
Tělesná výška	[cm]	178* 180***	163* 166***, 178,5**
Hmotnost	[kg]	80*, 74,2***	68** 58,8***
Procento tuku	[%]	15,2*, 15*** 8-12****	22*** 10-16****
Somatotyp		3,1-2,6-3,2***	3,5-5,0-1,5***** 3,8-4,8-3,3***

4.5.6 Zdravotní rizika v šermu

Šerm řadíme mezi sporty s nejnižší úrazovostí. Důvodem je přesné a striktní dodržování pravidel. Dále také používání vhodných ochranných pomůcek. Soupeř není zasahován úderem, ale pouze dotykem.

Mezi nejčastější akutní poranění řadíme pohmožděny, oděrky a krevní výrony na horní končetině a hrudníku, které jsou způsobeny tlakovým hrotem fleretu. Při poškození oděvu se vzácně setkáváme s tržnými rankami. Na dolních končetinách je obvyklé podvrtnutí hlezna, případně kolene s natržením postranních vazů nebo poškození menisků. Ke svalovým poraněním řadíme především natažení či natržení přitahovačů stehna.

Mezi chronické poranění patří tzv. „šermířský loket“, který je obdobou „tenisového lokte“, záněty v oblasti tíhových váčků paty a periostitidy patní kosti.

Jednostranný trénink mládeže pak má vliv na vadné držení páteře. (Korbelař, 1997)

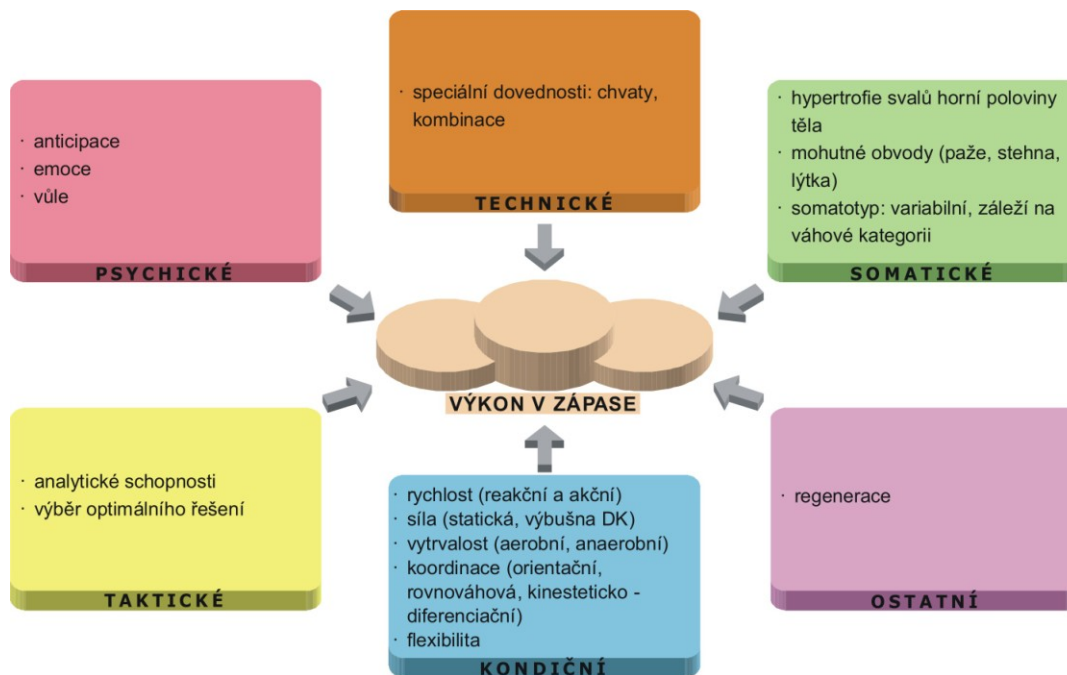
Literatura:

- BOTTOMS, L. – SINCLAIR, J. – GABRYSZ, T. Physiological response and energy expenditure to simulated epee fencing in elite female fencers. *Serbian Journal of Sports Science*, 2011, 5 (1), s. 17-20.
- HARMENBERG, J. – CECI, R. „Fenčiny: Biomedical and Psychological Factors.“ Department of Virology, Swedish Institute for Infectious Disease Control. [online] Dostupné na: [www.http://www.sportsci.org/encyc/drafts/Fencing.doc](http://www.sportsci.org/encyc/drafts/Fencing.doc).
- KORBELÁŘ, Petr. Poranění typická pro jednotlivé sporty. In Pohybový systém a zátěž. Ed. Kučera, Dylevský. Praha: Grada, 1997, s. 195-217. ISBN: 80-7169-258-1.
- JIRKA, Zděnek. Úpolové sporty: šerm. In Melicha a kol. *Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část – 2. díl*. Praha: Karolinum, 1995. s. 155-160. ISBN: 80-7184-039-4.
- NYSTROM, J. a kol. Physiological and morphological characteristics of world class fencers. *Int S Sports med*, 1990, 11, s. 136-139.
- REILLY, T. *The physiology of Sports*. Tailor 7 Francis. 1990.
- ROI, G.S. – BIANCHEDI, D. The Science of Fenčiny. Implications for Performance and Injury Prevention. *Sports Medicine*, 2008, 38, 6, s. 465-481.
- PIETER, W. – BERCEDES, L.T. Somatotypes of national elite combatitive sport athletes. *Brazilian Journal of Biomotoricity*, 2009, v. 3, n. 1. s. 21-30.
- SAPEGA, A.A. a kol. Muscoskeletal performance trstiny and profiling of elite competitive fencers. *Clonic in Sports Medicině*, 1984, 3 }1], s. 231-244.
- TSOLAKIS, Ch. - BOGDANIS, G.C. – VAGENAS, G. Anthropometric profile and limb asymmetric in zouny male and female fencers. *J Hum Mov Stud*, 2006, 50, s. 201-216.

4.6. Zápas

4.6.1 Charakteristika zápasu

Zápas je olympijským sportem, jeho cílem je vyřadit soupeře z boje, což je prezentováno donucením protivníka dotknout se určitou částí těla zápasště, či vytlačení z něj. Zápasníci soutěží ve dvou stylech: v tradičním řeckořímském jsou povoleny chvaty od pasu nahoru, ve volném stylu i od pasu dolů. Zápasí se v 8 hmotnostních kategoriích. Zápasí se v postoji a kleku.



Obr. č. 41. Faktory sportovního výkonu – zápas.

4.6.2 Metabolická charakteristika výkonu

V zápase se jedná o intervalový typ zátěže se střídáním intenzity. Intenzita se pohybuje od střední až po maximální.

Výkon v zápase trvá 6min, 3 kola po 2 minutách s přestávkou. Obvykle 3-5s se jedná o intenzivní aktivitu a 15-20s méně intenzivní aktivitu.

Energie je kryta z ATP a CP a dále především z glykogenu. Jedná se o resyntézu ATP aerobní i anaerobní cestou. Anaerobní krytí je umožněno ATP-CP systém a dále anaerobní glykolýzou, při které se obnovuje ATP z glykogenu. Část výkonu je pak kryta oxidativní fosforylací, do které jako zdroj energie opět vstupuje glykogen.

Energetický výdej se pohybuje okolo 1250% nál. BM, což odpovídá přibližně 0,7 kJ/min/kg (Havličková, 1993).

4.6.3 Funkční charakteristika výkonu

V následující tabulce uvádíme přehled některých vybraných fyziologických parametrů během výkonu.

Tab. č. 23. Hodnoty fyziologických parametrů během sportovního výkonu (upraveno dle Havlíčková a kol. 1992*; Grasgruber-Cacek, 2008**; Karničić, 2009***).

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR			MUŽI
SF	srdeční frekvence	[tepy·min ⁻¹]	150-180*
La	koncentrace laktátu po výkonu	[mmol·l ⁻¹]	12,4*, 10-15** 8-13***

Po zápase se objevuje albumin a glukóza v moči, někdy i erytrocyty (Havlíčková, 1993).

4.6.4 Specifické adaptace organismu na zátěž

Vlivem anaerobního tréninku se ve svaích zvyšují energetické zásoby ATP, CP a glykogenu.

Dochází také celkově ke zvýšení anaerobní a aerobní kapacity. Zvýšení aerobní kapacity (adaptace na vytrvalostní trénink) je nezbytné především pro rychlou regeneraci energetických zdrojů, stejně jako i v dalších úpolových disciplínách.

Tréninkem zápasníků se zlepšují také funkce smyslových analyzátorů. Jedná se především o adaptaci zrakového analyzátoru, zlepšuje se prostorová orientace. Dále dochází k adaptaci statokinetického analyzátoru. Naopak se tréninkem snižuje taktilní cití a bolestivá citlivost.

Z morfologických změn je především patrná hypertrofie rychlých svalových vláken, svaly se zvětšují na objemu díky tréninku rozvíjejících sílu a to především u horních končetin. Dále se u zápasníků setkáváme s koncentrickou hypertrofií myokardu.

4.6.5 Charakteristika sportovce



Obr. č 43. Podíl rychlých a pomalých vláken ve svaích zápasníků (Melichna, 1990).

U zápasníků se setkáváme s převahou rychlých svalových vláken, v m. vastus lateralis (52% rychlých a 48 % vláken pomalých), v m. deltoideus bylo zjištěno 56% rychlých vláken a 44% vláken pomalých (Melichna, 1990).

V následující tabulce uvádíme přehled funkční charakteristiky sportovce, respektive výběr fyziologických parametrů při testu do maxima u zápasníků.

Tab. č. 24. Maximální hodnoty fyziologických parametrů při testu do maxima (upraveno dle Havlíčková a kol. 1993*; Grasgruber-Cacek, 2008**; Horswill a kol., 1992***).

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR			MUŽI
$\dot{V}O_2\text{max}$	maximální příjem kyslíku	[ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹]	51,5-62,4** 59* 52-63***
$\dot{V}E\text{max}$	maximální minutová ventilace	[litry·min ⁻¹]	156,6**
ANP	úroveň anaerobní práh	[% z $\dot{V}O_2\text{max}$]	76,6**
P _{max}	maximální výkon na bicyklovém ergometru	[W·kg ⁻¹]	4,2***
P _{max}	Wingate test	[W·kg ⁻¹]	9,4***
$\dot{V}O_2/SF$	tepový kyslík	[ml]	24*

V následující tabulce uvádíme přehled základních parametrů somatické charakteristiky zápasníků.

Tab. č. 25. Somatická charakteristika (upraveno dle Havlíčková a kol., 1993*; Grasgruber-Cacek, 2008**; Karničić, 2009***; Horswill a kol., 1992****).

SOMATICKÝ PARAMETR		MUŽI	MUŽI do 96kg	MUŽI do 130kg
Tělesná výška	[cm]	165-175** 180***	184**	186**
Hmotnost	[kg]	60-80** 85***		118**
Procento tuku	[%]	<10** 4-13****	>10**	20**
Somatotyp		2-6,5-1,5** 2,2-6,3-1,6*	3-7,5-1**	5-9-0,5**

4.6.6 Zdravotní rizika v zápase

Úrazovost zápasníků je poměrně vysoká. Nejčastěji je traumatizováno vazivo a svalstvo pletence ramenního, ramenního kloubu a krční páteře.

Mezi akutní poranění patří: svalové zhmožděniny a trhliny na krku, hrudníku a zádech, které jsou vyvolané zevním násilím. Další je podvrtnutí ramenního kloubu, loketního kloubu a zápěstí. Luxace klíčku nebo ramene vyvolané pádem na lopatku nebo trhnutím paží, dále podvrtnutí či luxace obratlů. Setkáváme se i s poraněním kolene, obvykle dochází k distorzi s následným poškozením vazů a menisků. Ze zlomenin je to zlomenina klíční kosti, obratlů při prudkém pohybu dozadu (přehození).

Z chronických poranění bychom zařadili zvápenatění, případně zkostnatění měkkých částí (myositis ossificans), které vzniká opakovaným násilím v exponovaných místech. Také se u zápasníků setkáváme se záněty kůže. (Korbelář, 1997)

Literatura:

GRASGRUBER, Pavel – CACEK, Jan. Sportovní geny. Brno: Computer Presss, a.s., 2008. 480 s. ISBN: 978-80-251-1873-3.

HAVLÍČKOVÁ, Ladislava. *Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část – 1. díl*. Praha: Karolinum, 1993. 238 str. ISBN: 80-7066-815-6.

HORSWILL, C. A. Physiology of wrestling. In: *Exercise and Sports Medicine*. W.E. Garret Jr. and D.T. Kirkendall, eds. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. str. 954-965.

KARNIČÍČ, H. a kol. Lactate profile dutiny Greco-Roman wrestling match. *Journal of Sports Science and Medicine* (2009), 8 (CSSI 3), 17-19.

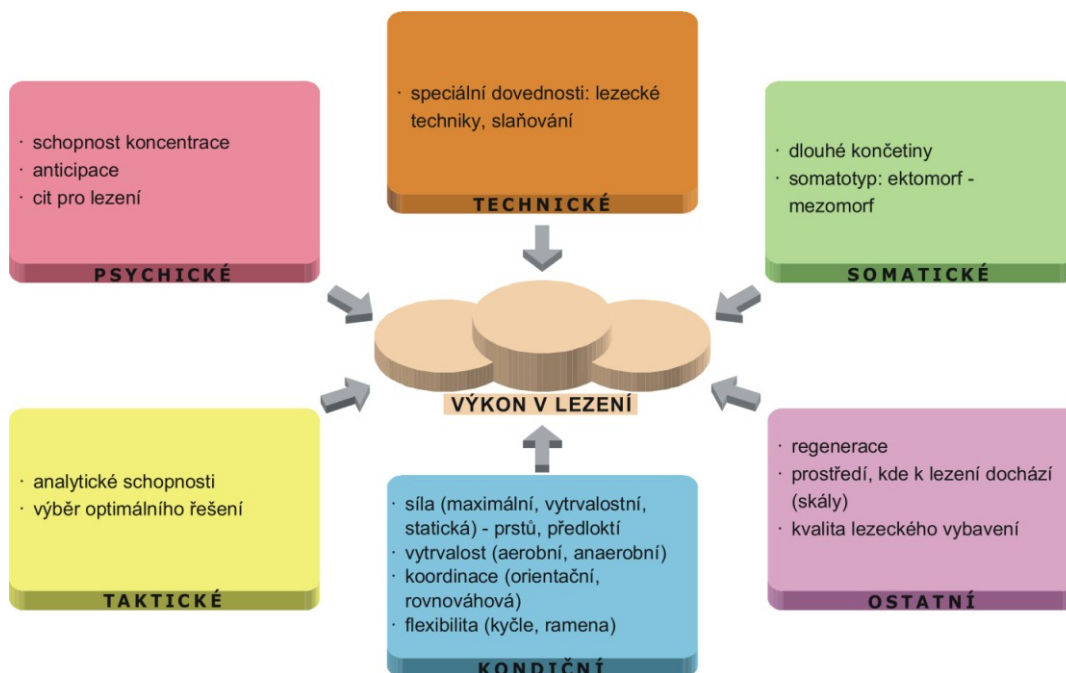
KORBELÁŘ, Petr. Poranění typická pro jednotlivé sporty. In *Pohybový systém a zátěž*. Ed. Kučera, Dylevský. Praha: Grada, 1997, s. 195-217. ISBN: 80-7169-258-1.

5. Fyziologie technických činností

5.1. Horolezectví

5.1.1 Charakteristika horolezectví

Horolezectví je každá sportovní činnost spojená s výstupy v horách nebo v horolezeckém terénu. O vlastním lezení se hovoří, jakmile je k výstupu třeba použít i horní končetiny.



Obr. č. 45. Faktory sportovního výkonu – lezení.

5.1.2 Metabolická charakteristika výkonu

Lezení je charakteristické intervalovým zatížením se střídáním intenzity. Intenzita se pohybuje od střední až po maximální.

Výkon trvá podle délky lezené trati.

Energie je kryta z ATP a CP a dále především z glykogenu. Jedná se o resyntézu ATP aerobní i anaerobní cestou. Anaerobní krytí je umožněno ATP-CP systém a dále anaerobní glykolýzou, při které se obnovuje ATP z glykogenu. Velká část výkonu je pak kryta oxidativní fosforylací, do které jako zdroj energie opět vstupuje glykogen.

Energetický výdej se pohybuje okolo 1200-200% nál. BM, což je okolo 20-60 kJ/min.

5.1.3 Funkční charakteristika výkonu

V následující tabulce uvádíme přehled některých vybraných fyziologických parametrů během výkonu.

Tab. č. 26. Hodnoty fyziologických parametrů během sportovního výkonu (upraveno dle Rotman In Heller, 1996*; Billat In Heller, 1995**; Budník-Jereb, 2007***; Watts, 2004****).

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR			MUŽI
DF	dechová frekvence	[% z maxima]	68 - 73*
La	koncentrace laktátu po výkonu	[mmol·l ⁻¹]	4,3-5,8*, 3,8-8,9****
SF	srdeční frekvence	[% z maxima]	89-92*, 77-85**
		[tepy·min ⁻¹]	160-170*, 159-176**
VO ₂	příjem kyslíku	[% z maxima]	38 - 55*
		[l·min ⁻¹]	20,6 - 24,9*

5.1.4 Specifické adaptace organismu na zátěž

Dochází celkově ke zvýšení aerobní kapacity (adaptace na vytrvalostní trénink) je nezbytné především pro rychlou regeneraci energetických zdrojů.

Z morfologických změn je především patrná hypertrofie svalových vláken na předloktí. Dále se u horolezců setkáváme s excentrickou hypertrofií myokardu a zvýšením VC plic. Horolezci obvykle mívají po návratu z vysokohorského prostředí zvýšený počet erytrocytů.

5.1.5 Charakteristika sportovce

U horolezců obvykle převládají pomalá svalová vlákna (přibližně 70% I a 30% II).

V následující tabulce uvádíme přehled funkční charakteristiky sportovce, respektive výběr fyziologických parametrů při testu do maxima u lezců.

Tab. č. 27. Maximální hodnoty fyziologických parametrů při testu do maxima (upraveno dle Watts, 2004*; Budník-Jereb, 2007**).

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR			MUŽI
VO ₂ max	maximální příjem kyslíku	[ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹]	50,5 -55,2*
SFmax	maximální srdeční frekvence	[tepy·min ⁻¹]	199**

Ruční dynamometrie:

U mužů 506-582 N, u žen 321-337 N (Watts 2004).

V následující tabulce uvádíme přehled základních parametrů somatické charakteristiky lezců.

Tab. č. 28. Somatická charakteristika (Watts, 2004).

SOMATICKÝ PARAMETR		MUŽI	ŽENY
Tělesná výška	[cm]	178	164
Hmotnost	[kg]	65	51
Procento tuku	[%]	5	12

5.1.6 Zdravotní rizika v horolezectví

Pro horolezectví je charakteristické vysoké riziko těžkých a často smrtelných úrazů: mnohočetných zlomenin, úrazů hlavy, poranění vnitřních orgánů, podchlazení a úrazů bleskem. Šok ve visu na laně, úrazy páteře po pádu do lana. Přetržení poutek šlach flexorů prstů.

Chronická poranění: záněty šlach flexorů prstů, bolesti v kolenních kloubech (chondropathia patellae). Epikondylitidy a útlakové nervové syndromy postihující n. medianus a n. ulnaris. Často se setkáváme se spáleninami od lana.

Literatura:

BURNIK, S. – JEREB, B. Heart rate as an indicator of sport climbing intensity. *Acta Univ. Palacki. Olomouc.*, Gymn. 2007, vol. 37, no. 1. s. 63-66.

HELLER, J. a kol. *Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část – 3. díl.* Praha: Karolinum, 1996. 222 str. ISBN: 80-7184-225-7.

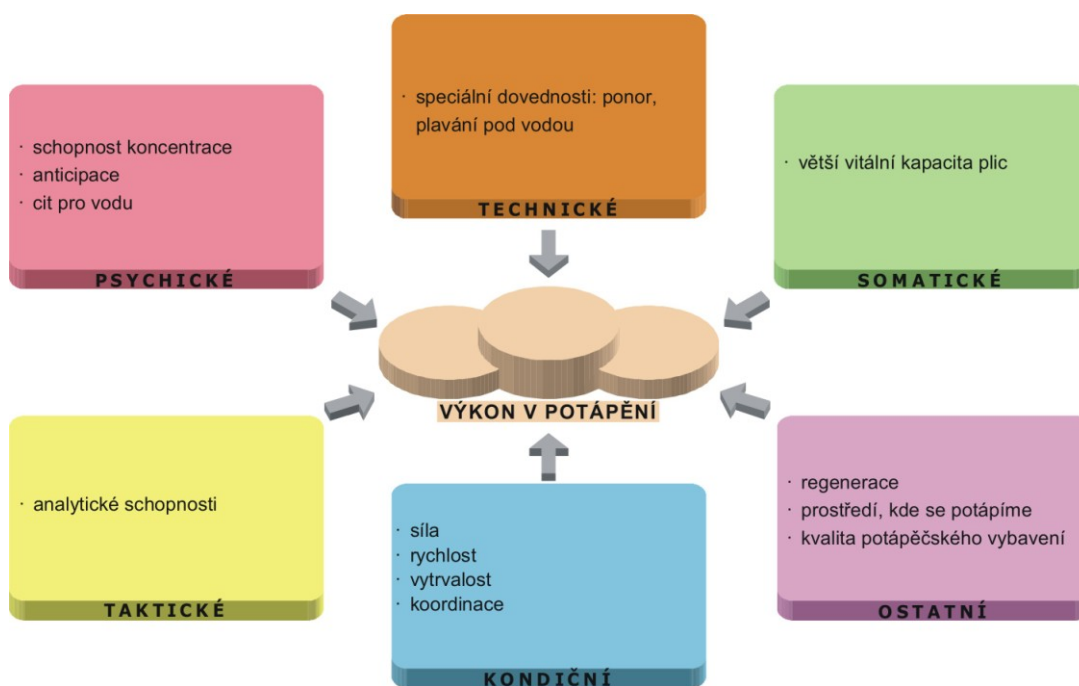
WATTS, P. B. Physiology of difficult rock climbing. *Eur J Appl Physiol* (2004) 91: 361-372.

WERNER, I. - GEBERT, W. (2000) Blood lactate response to competitive climbing. In: Messenger N, Patterson W, Brook D (eds) *The science of climbing and mountaineering*, chapter 3 (CD-ROM). Human Kinetic Software, Champaign, III.

5.2. Potápění

5.2.1 Charakteristika potápění

Potápění dělíme na potápěčský sport a potápěčskou činnost. Potápěčský sport můžeme rozdělit na ploutvové potápění, rychlostní plavání – v bazénech. Distanční plavání a orientační plavání.



Obr. č. 46. Faktory sportovního výkonu – potápění.

5.2.2 Metabolická charakteristika výkonu

Délka výkonu se liší podle druhu potápění. Při potápění na nádech je doba potápění dána možnou délkou apnoe. Doba potápění, je tedy dána schopností udržení apnoické pauzy, která závisí na předcházející náplni plic a na stupni adaptace na apnoe. Po maximálním inspiru u neadaptovaných osob se tato délka pohybuje okolo 50-60s.

Během potápění s přístroji k resyntéze ATP dochází především aerobní cestou. V těle probíhá oxidativní fosforylace, během které se jako zdroje energie využívá glykogenu a volných mastných kyselin.

Energetický výdej se pohybuje okolo 900-1200% nál. BM (Vránová, 1995 In Melicha)

5.2.3 Funkční charakteristika výkonu

V následující tabulce uvádíme přehled některých vybraných fyziologických parametrů během výkonu.

Tab. č. 29. Hodnoty fyziologických parametrů během sportovního výkonu (Vránová In Melicha, 1995).

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR			MUŽI
SF	srdeční frekvence		reflexní bradykardie
La	koncentrace laktátu po výkonu		nezměněn
DF	dechová frekvence	[dechů·min ⁻¹]	12 a méně (i 5-6)
DO	dechový objem	[l]	1,5 a více (i 2-3)
\dot{V}_E	minutová ventilace	[l·min ⁻¹]	až 132

5.2.4 Specifické adaptace organismu na zátěž

U potápěčů vlivem opakovaného potápění bez dýchacích přístrojů dochází ke zvýšení vitální kapacity plic, např. Martin Štěpánek – mistr světa ve volném potápění 8,4 l (Martin Štěpánek, 2001).

5.2.5 Charakteristika sportovce

V následující tabulce uvádíme přehled funkční charakteristiky sportovce, respektive výběr fyziologických parametrů při testu do maxima u potápěčů.

Tab. č. 30. Maximální hodnoty fyziologických parametrů při testu do maxima (Vránová In Melicha, 1995*, Martin Štěpánek, 2001**).

FYZIOLOGICKÝ PARAMETR			MUŽI
$\dot{V}O_2\max$	maximální příjem kyslíku	[ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹]	43*, 54,7**
VC	vitální kapacita plic	[%]	130*
		[l]	8,4**
Pmax	Wingate test	[J kg ⁻¹]	331,7**

V následující tabulce uvádíme přehled základních parametrů somatické charakteristiky potápěčů.

Tab. č. 31. Somatická charakteristika (upraveno dle Vránová In Melicha 1995*, Martin Štěpánek, 2001**).

SOMATICKÝ PARAMETR		MUŽI
Tělesná výška	[cm]	178**
Hmotnost	[kg]	74**
Procento tuku	[%]	1**
Somatotyp		3 - 7 - 2*

Při zvládnutí všech teoretických a praktických požadavků při výcviku lze tento sport vykonávat prakticky bez jakéhokoliv somatického omezení.

5.2.6 Zdravotní rizika při potápění

Nejčastější nehodou při potápění na nádech je náhlá ztráta vědomí. Utopení je pak sekundární jako důsledek ztráty vědomí. (Jirka, 1996 In Heller)

Poškození plic přetlakem, případně pod tlakem. Poškození bubínku, středního nebo vnitřního ucha tlakem. Poškození vedlejších dutin nosních tlakem. Podtlak v povrchových tělních dutinách.

Dekompresní nemoc, dusíkové opojení.

Podchlazení a vyčerpání.

Poranění vodními živočichy.

Literatura:

Martin Štěpánek. Biografie – osobní a fyziologické údaje. [online] Martin Štěpánek – Mistr Světa ve volném potápění [cit. 2012-03-01]. Dostupné na WWW:

<www.avex.cz/martin_stepanek/cz/biography.htm>.

VRÁNOVÁ, Jana. Sportovní potápění. In Melichna, J. a kol. *Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část – 2. díl*. Praha: Karolinum, 1995. s. 136-145. ISBN: 80-7184-039-4.

5.3. Střelba

5.3.1 Charakteristika střelby

Střelba je široce rozsáhlý pojem. Na sportovním poli se setkáváme ryze se střelbou sportovní (disciplíny viz. tab. č. 32). Pak se můžeme se skupinou nadšenců setkat s rekreační střelbou. Bezpečnostní složky využívají svoji zbraň k obranně své, ostatních osob a majetku – praktická střelba.

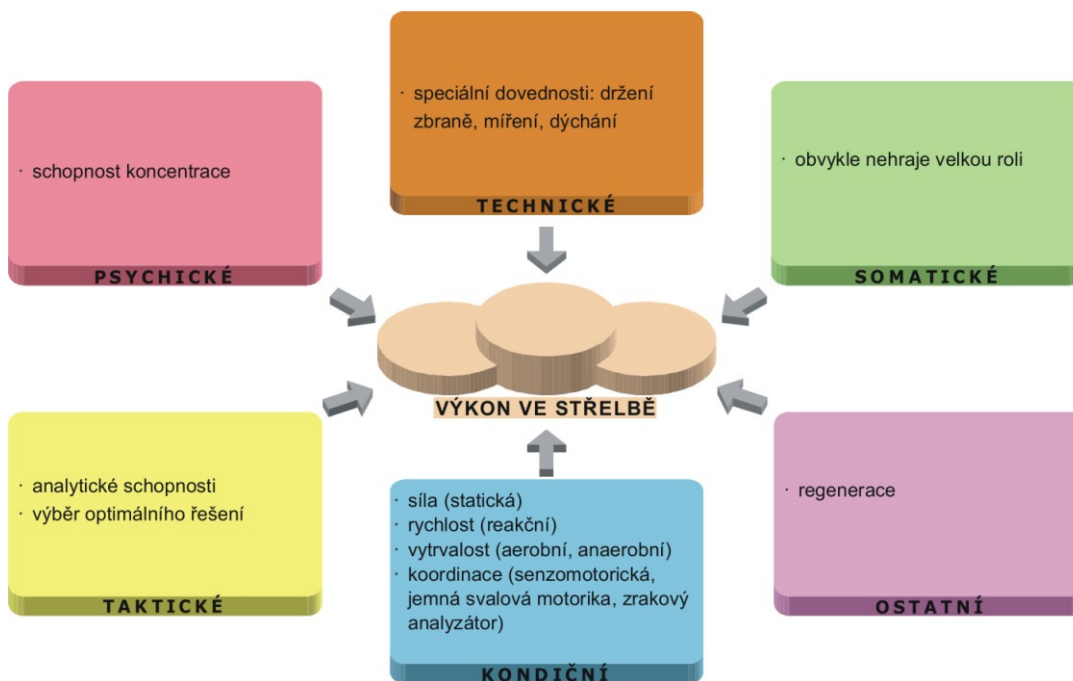
Dále střelbu můžeme rozlišovat na střelbu statickou a střelbu dynamickou, v praxi se obvykle u bezpečnostních složek setkáváme s druhou zmiňovanou variantou.

Určité fyziologické aspekty jsou pro sportovní i obrannou střelbu stejné, některé se však i výrazněji liší.

Tab. č. 32. Přehled disciplín sportovní střelby (upraveno dle Brych, 2008).

disciplíny puškové střelby	libovolná malorážka, sportovní malorážka, velkorážová terčovnice, standardní puška a vzduchová puška
pistolové disciplíny	libovolná pistole, sportovní pistole, rychlopalná pistole, velkorážová pistole, standardní pistole a vzduchová pistole
běžící terč	malorážka, vzduchovka
brokové disciplíny	trap, skeet, doubletrap, automat. trap

Střelba je charakteristická izometrickou svalovou kontrakcí s menší energetickou náročností, ale rychlou únavností. Pro vyšší výkon ve střelbě je potřeba u střelců rozvíjet kradiorespirační funkce, nervosvalovou koordinaci, jemnou svalovou motoriku, rychlost reakce a zrakovou funkci.



Obr. č. 47. Faktory sportovního výkonu – střelba.

Dýchání je při střelbě odlišné od jiných činností. Při střelbě dochází k zadržení dechu a po výstřelu dochází ke zvýšené ventilaci. Dechová cvičení vedou k lepšímu využití kyslíku a živin, tedy k menší nebo pomalejší únavě organismu.

Dobrý zrak je pro střelce jedním z limitujících faktorů výkonu. Lidské oko se dokáže přizpůsobovat kontinuálně změnám intenzity světla. Děje se to jednak díky reakcí duhovky, která je prakticky okamžitá, ale také adaptací světločivných orgánů sítnice. Tento proces může trvat několik minut. Z toho pro střelce vyplývá, že musí při střelbě pečlivě sledovat změny osvětlení terče. Periferní vidění má při střelbě na pohyblivé terče velký význam.

Sluchový analyzátor k samotné střelbě střelec nepotřebuje, ale sluch je právě v tomto okamžiku ohrožován. Hluk při střílení vzniká balistickým třeskem v okamžiku, kdy střela opouští hlaveň a spálené plyny pod zbytkovým tlakem se vějířovitě rozptýlí do prostoru. (Brych, 2008)

Bez aerobního tréninku by nebyl oxidativní energetický systém střelce dostatečně vyvinut, což by mělo za následek rychlou únavu a především svalový třes. Vyšší aerobní kapacita také napomáhá střelci snadněji překonat fázi s potlačeným a nebo zadržným dechem. Studie ukázaly, že míření a střelba představují pro svalstvo a nervovou soustavu člověka značnou zátěž.

Při střelbě stoupá hladina adrenalinu v krvi a srdeční frekvence se zvyšuje. Netrénovaný střelec může mít SF až 120 tepů/min, což se negativně projevuje na pevnosti držení zbraně a plynulosti spouštění. Fyzicky zdatný střelec může mít při výkonu SF okolo 80 tepů/min. (Skanaker, Antal, 2007)

Heller (1996) ve své práci uvádí hodnoty okolo 90-115 tepů/min.

Pokud si ruka při střelbě neodpočine, krevní oběh se zpomalí a ruka se brzy unaví. Nahromadění krve v ruce vyvolává změnu jejího objemu a tvaru. Ruka následně otéká, což výrazně ovlivňuje držení rukojeti zbraně. (Skanaker, Antal, 2007)

Hodnoty vitální kapacity (VC) se u střelců pohybují mezi 3,7-4,1 l.

Tab. č. 33. Somatická charakteristika sportovních střelců (upraveno dle Heller, 1996*; Graham, 1994**).

SOMATICKÝ PARAMETR		MUŽI	ŽENY
Tělesná výška	[cm]	173 - 178* 178,6**	163,2**
Hmotnost	[kg]	73 - 76* 78,4**	64,5**
Procento tuku	[%]	9,8*	

Střelba za ztížených podmínek (Černý, Goetz, 2004)

Bezpečnostní složky se při střelbě obvykle setkávají v situacích za ztížených podmínek. Negativní vliv na střílení má především stresová reakce (např. ohrožení života). Z tělesných příznaků bychom mohli zmínit tunelové vidění (zúžení zrakového pole a výpadek periferního vidění), zvýšení SF, tuhnutí svalů a zhoršení koordinace pohybů (včetně narušení jemné motoriky) či třes končetin.

Střelba je v praxi obvykle prováděna:

- pod tlakem na rozhodovací schopnost
- pod časovým stresem
- pod tělesnou zátěží
- s rušivými akustickými vlivy
- pod vlivem bolesti

Během nácviku střelby je třeba bezpečnostní složky na tyto stížené podmínky dostatečně připravit. Proto i trénink je veden za zhoršených podmínek a modelové situace se co možná nejvíce blíží realitě.

Zdravotní rizika při střelbě

Při sportovní střelbě se obvykle setkáváme s pálením očí a překrvením spojivek. Střelci často mají vadné držení těla. Poškození sluchového ústrojí taktéž v tomto odvětví není výjimkou. (Heller a kol. 1996 a Brych, 2008)

Literatura:

BRYCH, Jan. *Sportovní střelba*. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2008. 261 str. ISBN: 978-80-246-1582-0.

ČERNÝ, Pavel – GOETZ, Michal. *Manuál obranné střelby*. Praha: Grada Publishing, 2004. 214 s. ISBN: 80-247-0739-X.

GRAHAM, S. A. a kol. A preliminary assessment of fines in elite male and female shooters. *J. Sports Sci.* 12, s. 161, 1994.

HELLER, Jan a kol. *Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část – 3. díl*. Praha: Karolinum, 1996. 222 str. ISBN: 80-7184-225-7.

SKANAKER, Ranger – ANTAL, Laslo. *Sportovní střelba z pistole*. Praha: Nakladatelství Naše vojsko, 2007. 193 str. ISBN: 80-206-0841-9.

6. Zátěžové testy

Zátěžové testy jsou určeny ke zjištění funkčního stavu testovaného jedince. Ke zjištění jeho způsobilosti k pohybové aktivitě a ke sledování odezvy organismu na různé typy zatížení. Zátěžové testy jsou prováděny především v laboratoři za standardních podmínek, aby se daly kdykoliv opakovat a porovnat. Nemalý význam mají ale i vyšetření, které se provádí přímo v prostředí, kde se pohybová aktivita odehrává.

Nejčastěji je organismus při zátěžových testech zatížen pohybem: dynamickým a nebo statickým. Chladové testy a hypoxické testy se provádějí při testování k vybraným aktivitám (potápění, letectví), psychickým testům jsou pak především podrobeni pracovníci náročných profesí.

Při testování sportovců sledujeme dle Cinglové (2002) dva cíle:

1. Zjistit zdravotní způsobilost k prováděnému sportu.
2. Posoudit úroveň trénovanosti, podle které se má ověřit kvalita tréninkového procesu a předpovědět úspěšnost v závodu.

Dynamické zátěžové testy se taktéž zařadily k vyšetřovacím metodám především v interním lékařství, kde slouží zejména k diagnostice ischemické choroby srdeční.

Konkrétnějším cílem testování může být (Bartůňková, 1999):

1. Stanovení energetické náročnosti jednotlivého pohybového výkonu, sportovního tréninku či běžné denní aktivity pomocí různých dotazníkových metod.
2. Stanovení funkční (energetické) náročnosti daného pohybového výkonu některými dobře měřitelnými funkčními nebo biochemickými ukazateli. Nejčastěji používané jsou některé kardiopulmonální parametry (např. SF, VO₂ apod.) či koncentrace některých látek v krvi nebo v moči (laktát, urea, ionty, hormony ad.).
3. Sledování různých reaktivních a adaptačních fyziologických změn v organismu v závislosti na čase (před, při nebo po výkonu), na charakteru zatížení (cyklická a acyklická činnost, dynamická a statická práce, různá intenzita zatížení atd.).
4. Testování jedince, tj. posouzení funkčních a biochemických změn, které doprovázejí určitý standardní pohybový výkon, doplněný srovnáním se známými populačními normami (netrénovaných osob) či s výsledky jedinců trénovaných.

Výsledek testů závisí jednak na osobě vyšetřovaného (pohlaví, věk, somatické předpoklady, zdravotní stav, psychické faktory) a dále testy také ovlivňuje prostředí laboratoře (teplota, tlak, vlhkost vzduchu, proudění vzduchu), denní doba i metodika prováděného testu.

Vybavení laboratoře:

- ergometr (bicyklový, běžecký, klikový, veslařský, plavecký apod.)
- analyzátor dýchacích plynů – pro měření respiračních funkcí či metabolických pochodů
- přístroje pro měření a grafické znázornění oběhových funkcí (sport-testry, EKG, tonometry)

- spirometry (na měření ventilačních funkcí)
- dynamometry (izometrické, izokinetické) – pro měření svalové síly
- váha, výškoměr, antropometry (torakometr, pelvimetr, krejčovský metr apod.), kaliper
- kalibrační plyny

V laboratoři se mohou nacházet i další přístroje, které zde nebyly jmenované. Záleží především na finančních možnostech dané laboratoře.

Zátěžová laboratoř by měla být napojena na laboratoř biochemickou, sloužící ke stanovení některých krevních či močových parametrů – laktát, glukóza, urea apod.

Charakter zatížení

Pohybová zátěž může být:

- cyklická
- acyklická

Z hlediska trvání může být zátěž:

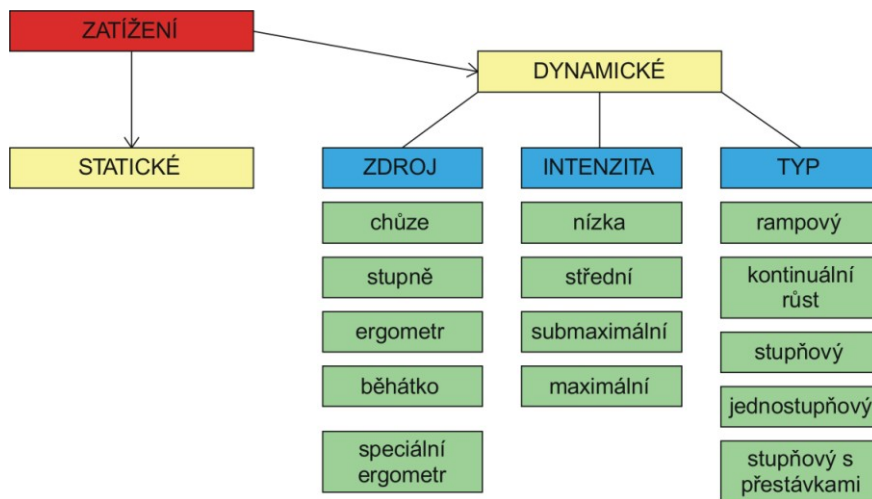
- krátkodobá (od několika s po 2min)
- dlouhodobá (minuty až hodiny)
- nepřerušovaná, kontinuální setrvalý stav
- přerušovaná, s pauzami (např. na měření různých parametrů či krevních vzorků) nebo na odpočinek

Pohybová činnost z hlediska svého průběhu může mít:

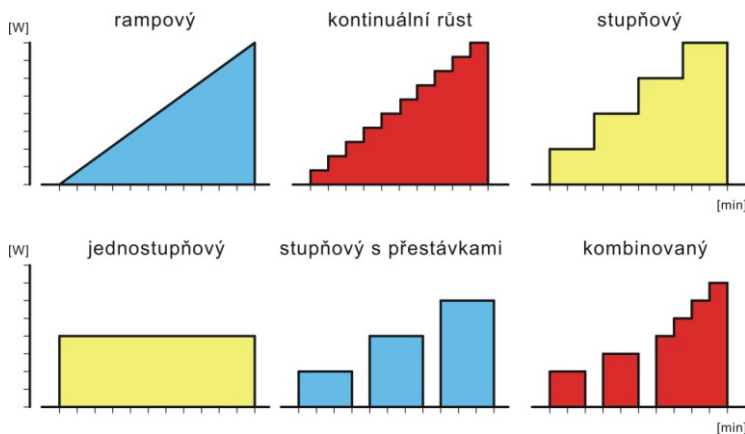
- konstantní intenzitu zatížení
- stupňovanou intenzitu zatížení

Z hlediska intenzity zatížení rozlišujeme:

- submaximální zatížení (nedosahuje max. hodnot funkčních ukazatelů, je méně rizikové, vhodné pro průměrnou populaci)
- maximální zatížení (do vita maxima, tj. do stavu subjektivního vyčerpání – vhodné jen pro zdravé jedince)
- supramaximální zatížení (tj. zatížení, které převyšuje intenzitu odpovídající „vita maxima“, resp. VO₂max – je pouze krátkodobé s velmi vysokou intenzitou, vhodné jen pro zdravé a zdatné jedince)



Obr. č. 48. Struktura zátěžových testů.



Obr. č. 49. Základní protokoly bicyklové ergometrie.

6.1. Indikace a kontraindikace zátěžových testů

Indikace zátěžových testů

Indikace diagnostické:

- posouzení funkčního stavu a funkčních rezerv jednotlivých orgánových systémů i organismu jako celku (zdatnost, výkonnost)
- doplňkové vyšetření zjevných symptomů a nemocí

Indikace kontrolní:

- hodnocení vlivu pohybové aktivity a ověření správnosti její ordinace
- posouzení výsledků účinnosti režimové, dietní, medikamentózní nebo invazivní (operační) terapie
- kontrola výsledků rehabilitace

Indikace prognostické:

- předpověď fyzické zdatnosti a výkonnosti s posouzením budoucí schopnosti k výkonu povolání, absolvování rehabilitačního programu

Ve sportovní fyziologii a tělovýchovném lékařství je zátěž vyšetření indikováno zejména:

- jako součást preventivních prohlídek sportovců (periodické prohlídky, výběrová řízení, kontrola účinnosti přípravy v jednotlivých etapách tréninkového cyklu)
- v rámci preventivních prohlídek osob s potenciálním kardiovaskulárním a metabolickým rizikem
- pro posudkové účely (stanovení bezpečné tolerance zátěže rekondičního tréninku, stanovení schopnosti výkonu povolání)
- pro diferenciálně funkčně diagnostické indikace (podezření na ischemickou chorobu srdeční, různé typy arytmií apod.)

Kontraindikace zátěžových testů

Kontraindikace absolutní:

- akutní onemocnění, zejména horečnatá
- závažné poruchy srdečního rytmu
- klinické příznaky nedostatečnosti oběhové, dechové a metabolické
- akutní plicní embolizace, cévní příhody
- pokročilá aortální stenóza, srdeční a cévní výdutě
- maligní hypertenze (sTK více jak 240 mmHg, dTK více jak 120 mmHg)
- těžká plicní hypertenze
- aktivní chronická onemocnění jater, ledvin, štítné žlázy apod.
- těžká ortopedická, neurologická a jiná poškození

Kontraindikace relativní:

- nestabilní angina pectoris
- méně závažné poruchy srdečního rytmu a vedení
- některé stavy po infarktu myokardu
- některé nevládnutelné metabolické poruchy (např. závažný diabetes mellitus)
- neochota pacienta ke spolupráci

6.2. Terénní zátěžové testy

Základní motorické testy rozdělujeme podle toho, jakou pohybovou schopnost chceme testovat. Nyní uvedeme základní testy motorických schopností, s kterými se běžně v praxi setkáváme.

Testy rychlostních schopností:

- testy reakční rychlosti (podněty akustické, vizuální, taktilní)
- testy akční rychlosti:
 - tapping rukou, nohou
 - běh na 50m, 60m s pevným startem (maximální rychlost)
 - běh na 20m, 30m s letným startem (maximální rychlost)
 - člunkový běh

Testy silových schopností:

- testy statické síly (výdrž ve shybu)
- testy výbušné síly:
 - skok daleký z místa
 - vertikální výskok
- testy vytrvalostní síly (po dobu 30s, 1min):
 - leh-sed
 - kliky
 - shyby

Testy vytrvalostních schopností:

- testy obecné vytrvalosti:
 - Cooperův test (12min běh)
 - distanční běh (800m, 1000m, 1500m, 2000m apod.)
 - 2km chůze

Testy koordinačních schopností:

- testy obratnosti:
 - přeskoky přes tyč
- testy rovnováhy:
 - výdrž ve stoji jednož, oči zavřené
- testy pohyblivosti:
 - dotyk prstů za zády
 - hluboký předklon na zvýšené ploše
 - hluboký předklon v sedu

V kapitole 6.5 uvádíme motorické testy, které jsou součástí testových baterií.

Kromě základních motorických testů i v terénu lze využít přístroje k měření a následné analýze základních fyziologických parametrů. Využití těchto přístrojů v terénu nám pomůže vyhodnotit fyzický stav organismu ve specifických pracovních podmínkách či při sportovních dovednostech.

Mezi základní patří záznam SF pomocí sporttestrů, případně určení „cirkulačního prahu“ (viz. dále) pro hodnocení fyzické zdatnosti. Běžně se také v praxi využívá přenosných laktátoměru pro zjišťování koncentrace hladiny La v krvi. Nejmodernější telemetrické analyzátoři vzduchu nám dokonce umožňují hodnotit reakci organismu při zátěži co se týče ventilačních parametrů (příjem kyslíku - VO_2 , dechová frekvence - DF, minutová ventilace - V_E , poměr respirační výměny - R apod.).

Na obr. č. 50 je vidět využití telemetrického analyzátoru vzduchu (Oxycon, Viasys) při hodnocení funkčních parametrů při vykonávání hasičského povolání. Podobně lze přístroj využívat i při práci policie a dalších fyzicky náročných zaměstnání.



Obr. Využití telemetrického analyzátoru v terénu (Oxycon)

6.3. Laboratorní zátěžové testy

Laboratorní testy rozdělujeme podle diagnostiky pohybových schopností na aerobní a anaerobní. Zatímco aerobní testování má dlouholetou tradici, provádění anaerobních testů není tak rutinní. Přesné stanovení schopnosti neoxidativního uvolňování energie pro svalovou práci není možné, neboť oba způsoby resyntézy ATP (aerobní i anaerobní) probíhají ihned od začátku pohybové aktivity a není možné je od sebe oddělit.

Anaerobní testy jsou zaměřené na hodnocení schopnosti využít neoxidativních (anaerobních) metabolických cest pro syntézu ATP v pracujících svalectech. Určité funkční předpoklady ke krátkodobým výkonům můžeme odhadnout pomocí anaerobních testů, které jsou založeny na rozličných ukazatelích, např. metabolických, biochemických anebo histochemických. Některé vyžadují analýzu vydechovaných plynů, odběr vzorku krve na stanovení koncentrace laktátu v krvi, pH v krvi apod. Další metody testují mechanický výkon, přičemž se využívá různých ergometrů (běhátko, kolo, schody atd.).

Nejvíce používané anaerobní testy:

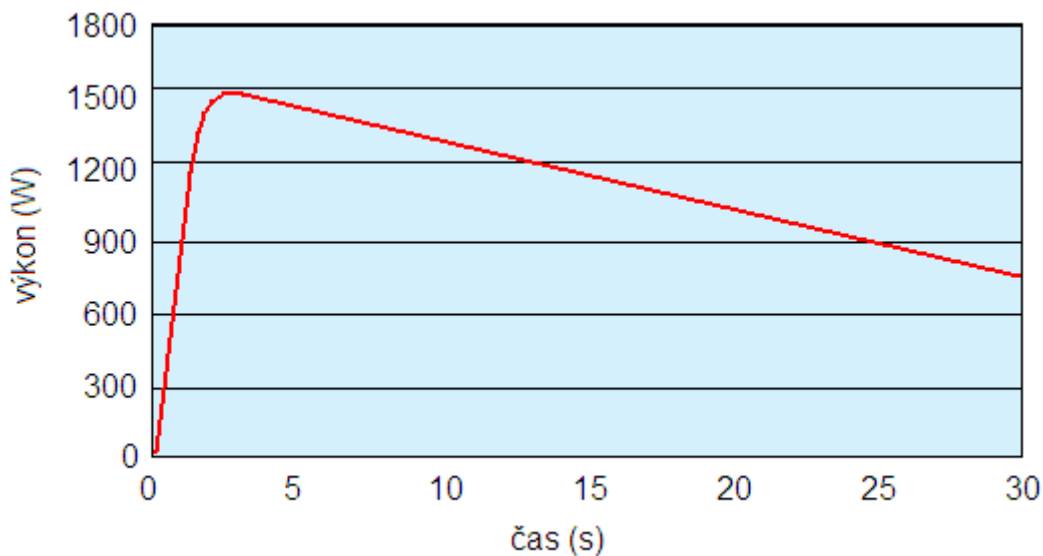
- Wingate test – anaerobní test s maximálním úsilím na izokinetickém bicyklovém ergometru s délkou trvání 30s, hodnotí se vykonaná práce, maximální výkon a index únavy
- výskoková ergometrie (Boscuv test)
- Force-Velocity test – anaerobní test, stávající se z několika 7mi sekundových sprintů na bicyklovém ergometru
- Testy anaerobní kapacity – sprint na běhátku (Kindermannův test, Cunninghamův test, Faulknerův test), během těchto testů se měří čas, po dobu kterou testovaný vydrží udržovat určitou rychlost
- Agility test
- Izokinetický test – tento test nám umožňuje testovat základní svalové charakteristiky (sílu, rychlost) a vztah mezi výkonem rychlostí
- Měření kyslíkového deficitu a kyslíkového dluhu při spiroergometrii (EPOC = post exercise conspution) – analýza vydechovaného a vdechovaného vzduchu – měření koncentrace kyslíku

Wingate test

- provádí se na izokinetickém bicyklovém ergometru
- během 30s testu se sportovec snaží překonávat odpor (7,5 N/kg) maximálním úsilím
- v průběhu testu se zpravidla výkon postupně snižuje
- hlavními ukazateli funkční („anaerobní“) zdatnosti jsou:
 - práce vykonaná za 30 s
 - nejvyšší dosažený výkon
 - průměrný výkon
 - index únavy (poměr nejnižšího výkonu na konci testu proti nejvyššímu výkonu)
- protože jde o test na bicyklovém ergometru, zátěž se méně podobá běžeckému výkonu a výsledky neposkytují nejlepší obraz „anaerobních“ běžeckých schopností



Obr. č. 51. Wingate test na izokinetickém bicyklovém ergometru (ilustrační obrázek).



Obr. č. 52. Ukázka výsledku Wingate testu.

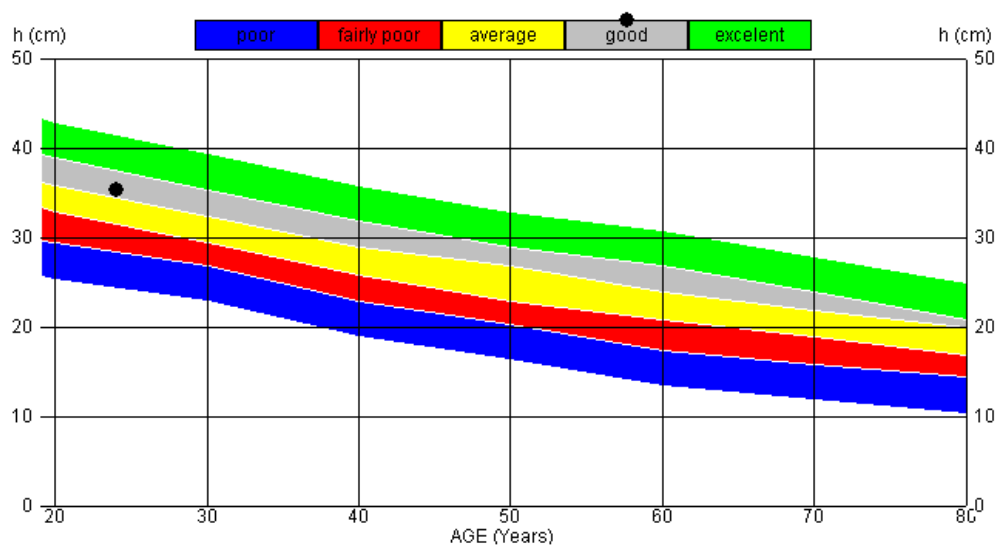
Výskoková ergometrie (Boscův test)

- skáče se na výskokovém ergometru (1, 2, 3 skoky, 10s, 30s, 60s), ruce v bok
- delší test již přesahuje do testování anaerobního glykolitického systému

- při měření je potřeba uvést hmotnost, výšku sportovce; z primárních dat se vypočte výška výskoku, výkon, zrychlení. Jejichž velikost koreluje s kapacitou anaerobního systému



Obr. č. 53. Výškovková ergometrie.



Obr. č. 54. Příklad hodnocení výšky výskoku (cm), žlutě označená je norma pro běžnou populaci.

Stanovení maximální koncentrace laktátu

- hodnotí se po 30s vyčerpávající zátěži, kterou sportovec absolvoval s co největším úsilím
- větší kapacita anaerobního glykolitického systému vyprodukuje více laktátu
- okamžik odběru krve na stanovení max. koncentrace laktátu musí respektovat dobu, po kterou se laktát dostává z jeho místa produkce (svalu) do místa odběru (ušní lalůček, prsty ruky); tato doba může být kolem 2-3 min.

- hodnoty max. koncentrace laktátu mohou být kolem 12-18 mmol/l a jsou značně individuální
- správnější je zjistit rozdíl mezi max. koncentrací laktátu a její hodnotou v klidu před zátěží

Agility test

- test reakčně-rychlostních schopností
- měření a hodnocení senzomotorické reakce (agility)
- vhodné pro sporty a výkony, kde je třeba reagovat na vizuální podněty a provést rychlý pohyb

Dynamometrie

- testy silových schopností
- testování se provádí na izometrických či izokinetických dynamometrech



Obr. č. 55. Fixační křeslo k izometrické dynamometrii + dynamometr s piezoelektrickou sondou.

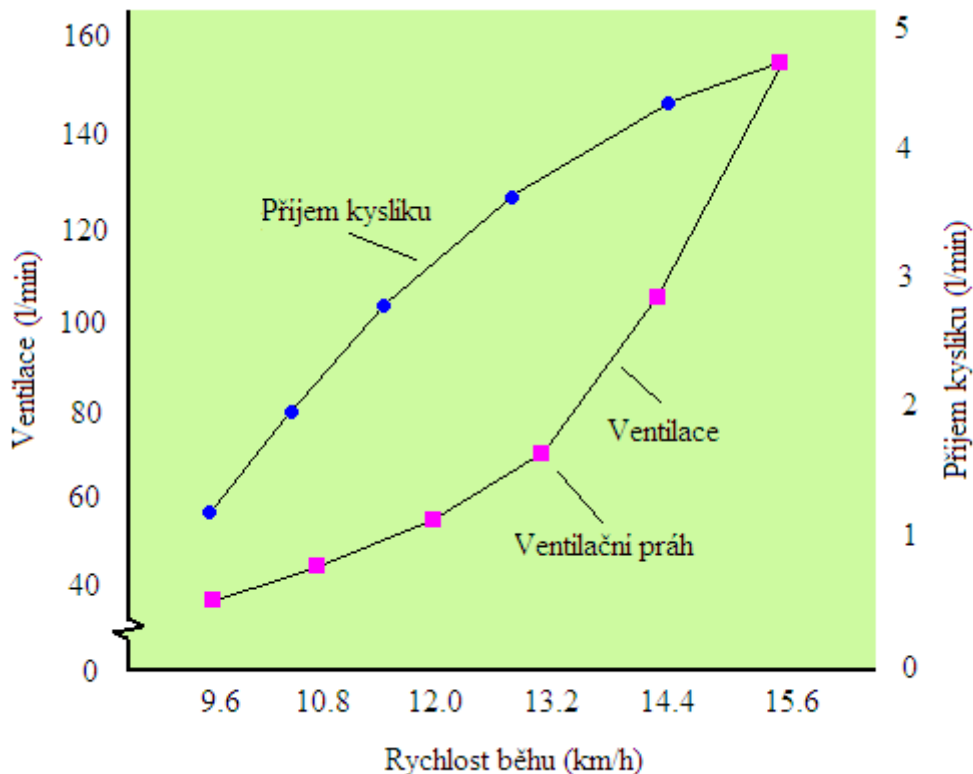
Aerobní testy jsou zaměřené na hodnocení schopnosti využít oxidativních (aerobních) metabolických cest pro syntézu ATP v pracujících svazech. Tyto aerobní metabolické funkce mají zvláštní postavení, protože slouží také k restituci anaerobních schopností. Limitujícími faktory vytrvalostního výkonu jsou vysoké $VO_2\text{max}$, vysoko postavený ANP, ekonomika pohybu (běhu) a vyšší procento pomalých vláken.

Jedním z hlavních ukazatelů aerobní kapacity je tedy maximální příjem kyslíku ($VO_2\max$). Představuje maximální množství kyslíku, které je organismus schopný přijmout a využít za minutu pro pracující svaly.

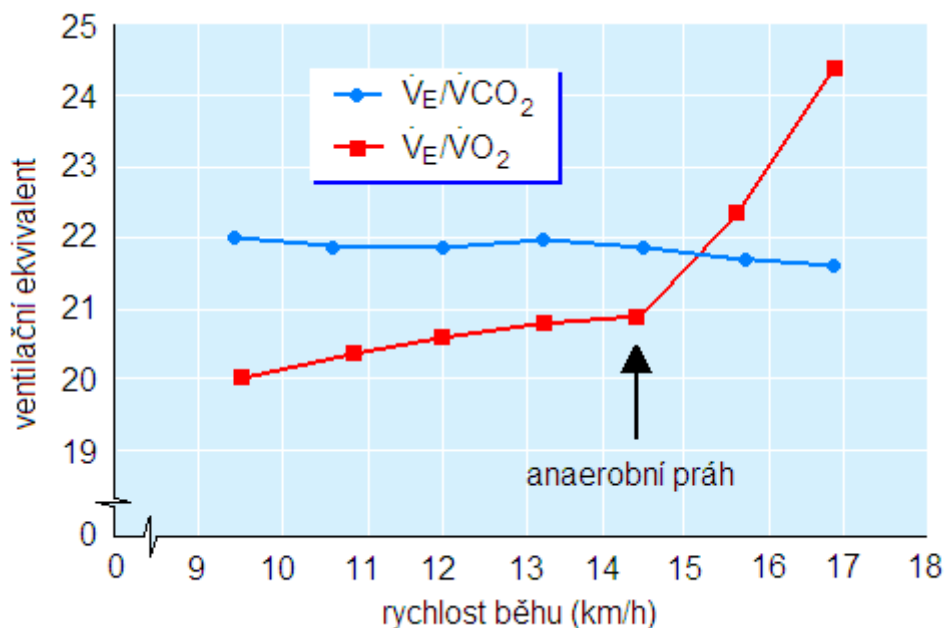
Maximální příjem kyslíku ($VO_2\max$) závisí na těchto faktorech:

- ventilace
- alveolo-kapilární difuze kyslíku
- minutový objem srdce (Q)
- množství erytrocytů a hemoglobinu
- arterio-venózní diference kyslíku – rozdíl mezi množstvím kyslíku a v arteriální a venózní krvi. Vyjadřuje vlastně extrakci kyslíku tkáněmi.
- množství mitochondrií ve svalových buňkách, kde probíhají oxidační procesy a množství a aktivita oxidačních enzymů

„Anaerobní práh“ (ANP) je kvantitativním vyjádřením schopnosti využívat co nejvyšší podíl kyslíku při déle trvajícím zatížení. Většina autorů jako i Wilmore, Costill (2004) ANP definují jako bod zlomu, kdy při stupňovaném zatížení začíná organismus zvyšovat metabolismus více anaerobní cestou. ANP se nejčastěji stanovuje z ventilačních parametrů (VE, VE/VO_2 bez současného vzestupu VE/VCO_2 , RER apod.).



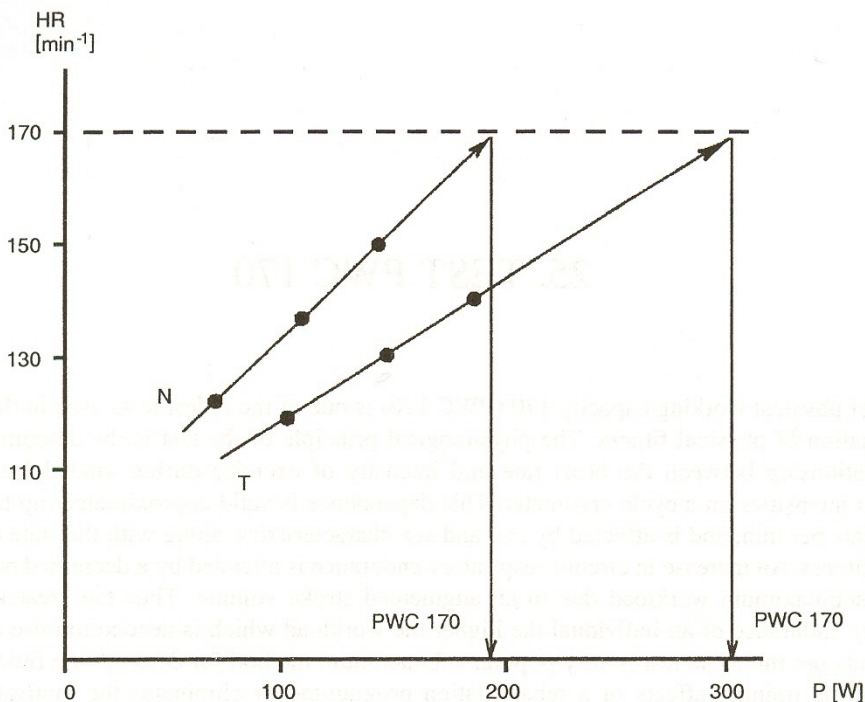
Obr. č. 56. Ventilační práh.



Obr. č. 57. Stanovení prahu z ventilačního ekvivalentu pro kyslík.

Nejvíce využívané aerobní testy:

- spiroergometrie se stanovením $\dot{V}O_{2max}$ a určení úrovně ANP (ventilační práh) – viz. výše
- test W170 – jedná se o test, při kterém se stanovuje výkon ve watech, který je testovaná osoba schopna provádět při SF 170 tepů/min. Test je prováděn na bicyklovém ergometru. Pro interindividuální hodnocení je vhodné výkon přepočíst na kg hmotnosti (w/kg). tyto hodnoty nepřímo ukazují na míru adaptace především kardiovaskulárního systému na vytrvalostní výkon. tab.



Obr. č. 58. Porovnání testu W170 u trénovaného (T) a netrénovaného (N) jedince, $HR = SF$ (Heller, 2005).

Tab. č. 34. Průměrné hodnoty W_{max} a W_{170} zjištěné u zdravé čs. populace při výzkumu IBP (upraveno dle Seliger V. et al., 1977 – zkráceno – in: Placheta a kol, 1999).

věk (roky)	W_{max} (W)		W_{max} (W·kg ⁻¹)		W_{170} (W)		W_{170} (W·kg ⁻¹)	
	muži	ženy	muži	ženy	muži	ženy	muži	ženy
18	278	190	4,1	3,3	178	103	2,6	1,8
25	283	185	3,8	3,1	193	109	2,6	1,8
35	264	174	3,4	2,7	195	115	2,5	1,8
45	242	164	3,1	2,4	195	121	2,5	1,8
55	220	154	2,7	2,1	195	127	2,4	1,7

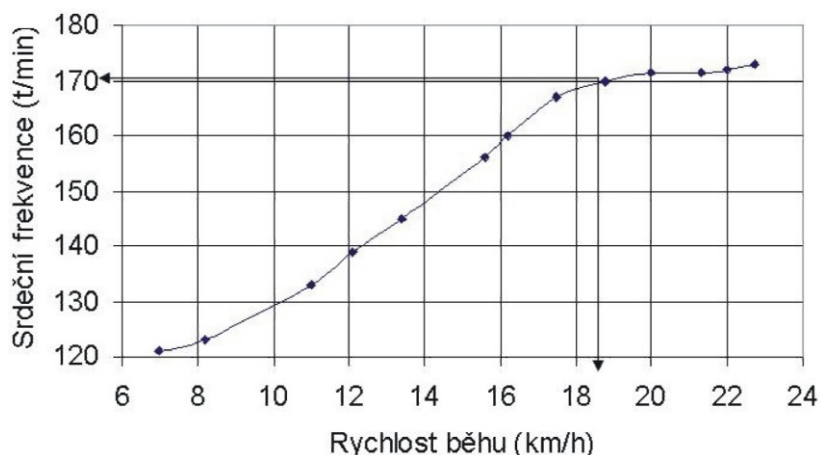
Tab. č. 35. Hodnoty W_{170} u různých sportovních disciplín – muži (upraveno dle Lipková, 2006).

Disciplína	W_{170} (W·kg ⁻¹)	Disciplína	W_{170} (W·kg ⁻¹)
Silniční cyklistika	4,0	Házená	3,1
Orientační běh	3,8	Plavání	3,1
Běh na lyžích	3,8	Tenis	3,0
Běh - střední tratě	3,8	Stolní tenis	3,0
Dráhová cyklistika	3,7	Zápas	3,0
Výtrvalostní běh	3,6	Judo	3,0
Lední hokej	3,6	Vodní polo	3,0
Veslování	3,5	Horolezectví	2,9
Kanoistika	3,4	Sport. gymnastika	2,9
Basketbal	3,4	Šerm	2,8
Fotbal	3,4	Lukostřelba	2,8
Atletika + skoky	3,3	Box	2,8
Jezdectví	3,3	Ragby	2,8
Lyžování - sjezd	3,2	Badminton	2,8
Atletika - sprinty	3,2	Atletika - vrhy	2,6
Volejbal	3,2	Vzpírání	2,4

Tab. č. 36. Hodnoty W_{170} u různých sportovních disciplín – ženy (upraveno dle Lipková, 2006).

Disciplína	W_{170} (W·kg ⁻¹)	Disciplína	W_{170} (W·kg ⁻¹)
Běh - střední tratě	3,2	Sport. gymnastika	2,8
Orientační běh	3,0	Atletika - vrhy	2,6
Basketbal	2,9	Atletika - skoky	2,6
Tenis	2,9	Volejbal	2,5
Běh na lyžích	2,9	Stolní tenis	2,4
Plavání	2,8	Házená	2,3
Atletika - sprinty	2,8	Moder. gymnastika	2,2
Šerm	2,8	Jachting	2,1

- Conconiho test – stanovení cirkulačního prahu, jedná se o poměrně jednoduchou metodu zjištění prahu určenou jak pro laboratorní tak především pro terénní podmínky. Testovaný absolvuje několik dvěstěmetrových úseků na běžícím pásu a nebo na dráze. Při testu se každých 200m zvýší rychlost běhu, nejčastěji o 1 km/hod. princip tohoto testu je založený na určité zákonitosti závislosti srdeční frekvence od intenzity zatížení. Při postupném zvyšování rychlosti (intenzity zatížení) je přibližně od 120 tepů/min tato závislost lineární. Na úrovni prahu dochází k narušení této lineární závislosti. Srdeční frekvence se dále zvyšuje ale nestoupá již lineárně. Cílem testu je tedy zjistit intenzitu zatížení (rychlost běhu), při které dojde k deflexi křivky SF.

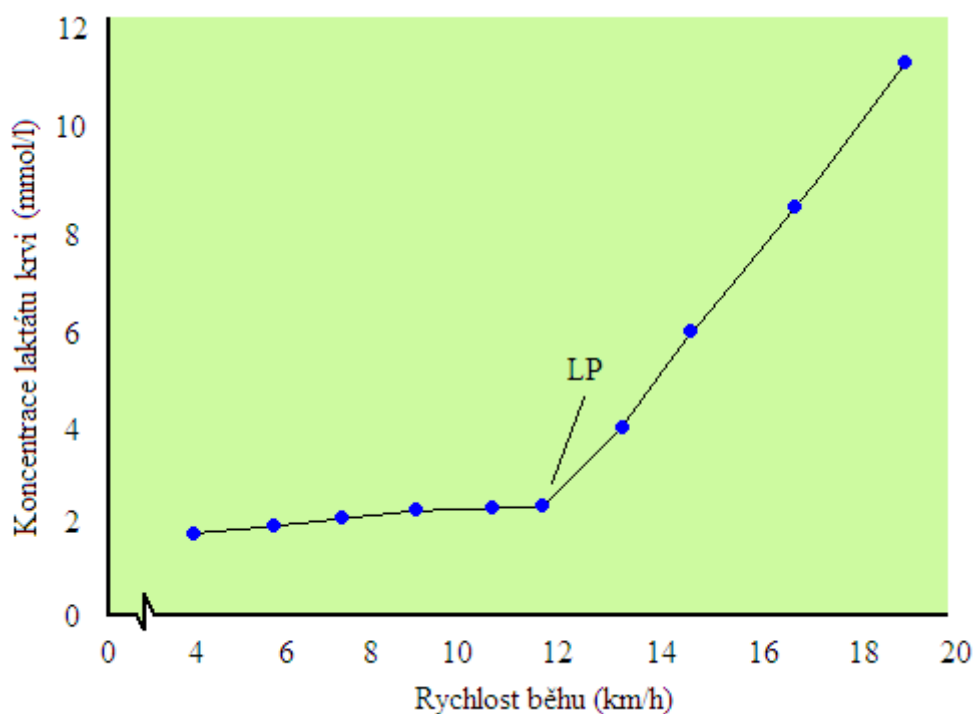


Obr. č. 59. Příklad průběhu SF během Conconiho testu, stanovení „cirkulačního prahu“ (Novotný, 2006).

Tab. č. 37. Hodnocení běžecké vytrvalosti (Lipková, 2006).

	Hodnocení běžecké vytrvalosti	Prahová rychlost
Rekreační běžci	velmi slabá	nižší než 9km/h
	slabá	9 - 12 km/h
	dobrá	12 - 14 km/h
	velmi dobrá	vyšší než 14km/h
	vytrvalci	16 km/h a vyšší
	vytrvalci špičkové úrovně	vyšší než 20 km/h

- stanovení laktátového prahu – hladina laktátu na ANP se individuálně může pohybovat v rozmezí 2-8 mmol/l. Hodnoty laktátového prahu zjišťované na cyklistickém či veslařském ergometru se mohou výrazně lišit od hodnot zjištěných např. při terénním běžeckém vyšetření. Proto se doporučuje toto vyšetření vykonávat ve specifickém prostředí daného sportu. Podle Willmore, Costill (2004) podobně jako u Powers, Howley (2007) je laktátový práh bodem zlomu při stupňovaném zatížení, kdy se prudce zvyšuje koncentrace laktátu v krvi.



Obr. č. 60. Laktátový práh.

6.4. Testová baterie pro bezpečnostní složky

Testovou baterii definuje Kasa (2001) následovně: „Testovou baterii tvoří seskupení více testů, které jsou společně standardizované. Jednotlivé testy do baterie částečně ztrácejí svoji samostatnost (nazývají se subtesty), jejich výsledky se vzájemně kombinují a v souhrnu vytváří skóre baterie.

Nejvýznamnější testovou baterií jsou Eurofit a Unifit test.

Eurofit se používá na diagnostiku zdatnosti a výkonnosti dětí a mládeže. Jedná se o porovnání somatických a motorických znaků. Eurofit je test pro školní populaci ve věku 7-18 roků a obsahuje:

Somatometrii:

- tělesná hmotnost *
- tělesná výška *
- kožní řasy (triceps, biceps, subcapulární, supraspinalní, lýtko)

Testy pohybové výkonnosti:

- test rovnováhy (plameňák)
- tapping na podložce
- předklon s dosažením v sedě
- skok do dálky z místa *
- ruční dynamometrie
- leh-sed (30s) *
- výdrž ve shybu *
- člunkový běh 10x5m *
- vytrvalostní člunkový běh na 20m *

Pozn: Testy označené * tvoří redukovanou sestavu testů Eurofitu.

Unifit test je testová baterie určená pro populaci od 6-60roků a obsahuje:

Motorické testy:

- skok do dálky z místa *
- leh-sed *
- 12 min. běh a nebo vytrvalostní člunkový běh *
- chůze na 2 km
- člunkový běh 4x10m do 14 roků
- shyby – chlapci
- výdrž ve shybu – děvčata 15-30 roků
- hluboký předklon v sedě 30 roků a víc

Pozn: Testy označené * jsou povinné, další jsou volitelné.

Somatické znaky:

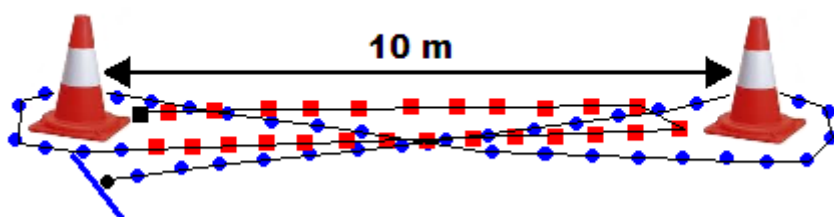
- tělesná výška
- tělesná hmotnost
- kožní řasy (triceps, pod lopatkou, na boku)

Uchazeči k policii ČR musí vykonat testy fyzické zdatnosti. Cílem prověřování fyzické způsobilosti je posoudit úroveň rozvoje pohybových schopností a dovedností uchazeče, která je nezbytná pro výkon služby.

Testová baterie (policie.cz):

1. Člunkový běh, 4x10 m

Běh se provádí mezi dvěma metami vzdálenými 10m. Startuje se vedle mety č. 1 a běží se šikmo mezi metami k metě č.2, která se obíhá. Stejným způsobem se vrací zpět a obíhá se meta č. 1. Třetí úsek se běží přímo, následuje dotek mety č.2, rychlý obrat a při doteku mety č. 1 se zastavuje čas.



Obr. č. 61. Člunkový běh.

2. Klik vzpor ležmo (opakovaně)

Správně vykonaný cvik vypadá následovně. Leh na břicho, skrčené paže opřít dlaněmi o zem, špičky prstů v úrovni ramen směřují vpřed. Dopnutí paží v loktech vzpor ležmo. Pokrčením paží v loktech lehkým dotykem hrudníku o podložku a zpět do kliku. Trup je zpříma, pánev nevysazuje ani neprohýbá.

3. Celomotorický test, CMT test (opakovaně), 2min.

Při tomto testu jde o co největší počet provedených cviků v době 2 minut. Popis cviku je následující: cvičící ze stoje spatného přechází přes dřep do lehu na břicho a zvedne ruce z podložky, přechází zpět opět přes dřep do stoje spatného, dále pokračuje přes dřep do lehu na napřímená záda, ruce se dotknou podložky podél těla zpět přechází přes sed a dřep do stoje spatného. Za každý přechod do stoje spatného je počítáno jedno provedení cviku.

4. Běh na 1km

Úkolem je uběhnout uvedenou vzdálenost v co nejkratším čase. Ověřuje se střednědobá vytrvalost.

Tab. č. 38. Hodnocení testů fyzické zdatnosti.

Body	Člunkový běh (s)	Kliky (počet)	CMT test (počet·min ⁻¹)	Běh 1km (min)
2	-	14	-	5:45
4	14,5	18	18	5:15
6	13,4	22	22	4:50
8	12,3	26	26	4:30
10	11,6	30	30	4:10
12	11,2	34	34	3:50
14	10,8	38	38	3:30

Uchazeči pro přijetí musí ve čtyřech povinných disciplínách dosáhnout celkového součtu minimálně 32 bodů, z toho minimální výkon pro uznání disciplíny je u člunkového běhu a v celomotorickém testu (CMT) 4 body a u kliku a běhu na 1km 2 body.

Nejpozději do ukončení základní odborné přípravy musí nově přijatí policisté splnit požadavky fyzické způsobilosti pro příslušnou skupinu podle místa služebního zařazení.

Zpravidla se jedná o 2. skupinu fyzické způsobilosti, kde pro splnění kritérií je nutné v každém testu získat minimálně 4 body a v celkovém součtu minimálně 36 bodů.

(policie.cz)

Náročnější jsou potom testy pro výběr uchazečů o službu v Útvaru rychlého nasazení. Kromě lékařského vyšetření, psychotického vyšetření, uchazeči provádějí testy tělesné zdatnosti.

V druhé fázi přijímacího řízení pak ještě šestidenní test odolnosti. V třetí fázi čeká uchazeče ještě pohovor.

Testy tělesné zdatnosti obsahují (policie.cz):

- běh 60m
- běh 5km
- kliky – max.počet za 1 min.
- shyby na hrazdě – max. počet
- sedy-lehy – max. počet za 2 min.
- plavání 400m
- šplh na laně 4,5 m
- překážková dráha – 2 kola/4 min.

Hodnocené disciplíny a testované schopnosti (Doležal, 2010):

- sed-leh opakovaně v čase 2 minuty (s-l) – *dynamická síla a lokální vytrvalost břišních svalů*
- šplh 5 metrů na volném laně v co nejkratším čase – *výbušná silová schopnost horních končetin a zádočných svalů*
- překážková dráha na dvě kola (př. dr.) – *krátkodobá až střednědobá celková vytrvalost*
- rychlostní běh 60 m – *rychlostní schopnosti*
- vytrvalostní běh 5000 m – *obecná dlouhodobá vytrvalost*
- plavání volným způsobem 400 m (400 pl.) – *střednědobá vytrvalost*

Popis jednotlivých disciplín a jejich hodnocení (Česko, 2009 In Doležal):

- **sed-leh v čase 2 min** - základní poloha je leh na zádech. Nohy jsou mírně pokrčeny a mírně roztaženy. Kolena jsou asi 30 cm nad zemí, ruce se dotýkají hlavy. Z této základní polohy se provádí sed tak, aby se lokty dotkly kolen. Následně se zaujímá původní pozice leh. Při tomto testu je zapotřebí, aby testovanému někdo přidržoval nohy za kotníky u země, nebo měl nohy fixovány pod překážkou. Tempo cvičení volí každý individuálně. Cvičení je možné pro únavu přerušit a v lehu odpočívat. Úkolem je opakovat popsaný cvičební cyklus po dobu 2 minut. Hodnotí se počet ukončených celých cvičebních celků.
- **šplh** s přírazem se provádí na volném laně. Úkolem je vyšplhat v co nejkratším čase do výšky 5 m.
- **rychlostní běh** se provádí na běžecké dráze. Cílem je v co nejkratším čase překonat vzdálenost 60 m.
- **vytrvalostní běh** se provádí na běžecké dráze nebo na rovném a pevném terénu, bez výškových rozdílů. Cílem je v co nejkratším čase překonat vzdálenost 5000/3000 m.
- **plavání** se provádí v bazénu zpravidla ve vytýčených dráhách. Cílem je v co nejkratším čase uplavat volným způsobem vzdálenost 400 m.
- **překážková dráha** obsahuje 9 stanovišť, na kterých se provádí jako celek dvakrát:
 - 1) *člunkový běh (stanoviště č. 1), trať je vyznačena metami (2 asi 20 cm vysoké), které jsou od sebe vzdálené 9 m (vzdálenost vnějších okrajů met). Úkolem je 4x přeběhnout předepsaným způsobem vymezenou vzdálenost (celkem 36 m). Cvik se provádí celkem 3krát.*
 - 2) *lezení na ribstol (stanoviště č. 2), úkolem lezení na ribstol je vystoupat oběma nohama na horní příčku ribstolu a sestoupit dolů. Cvik se provádí celkem 3krát.*
 - 3) *překonání čtyř ribstolů (stanoviště č. 3), úkolem překonání ribstolu je vystoupat na nejvyšší příčku prvního ribstolu, následně přejít po nejvyšší příčce určený počet ribstolů (zpravidla 4) a sestoupit po posledním ribstolu na zem.*
 - 4) *cvik na kruzích (stanoviště č. 4), úkolem cvičení na kruzích je provést výskok do vzporu na kruzích s propnutými pažemi a seskok na zem.*
 - 5) *šplh (stanoviště č. 5), úkolem šplhu je vystoupat po pevné tyči do výše 4,5 m, následně v uvedené výšce překonat přehmatáváním sousední pevné tyče až na poslední (čtvrtou) pevnou tyč, po které se spustit na zem.*
 - 6) *kotoul vpřed a kotoul vzad (stanoviště č. 6), přeběhnout vzdálenost (5 m) k žiněnkám, na kterých se provede jeden kotoul vpřed a jeden kotoul vzad.*
 - 7) *přeskok dvou překážek (stanoviště č. 7), během překonání vzdálenost ke stěně. Dotykem o stěnu zahájit přeskok přes dvě 50 cm vysoké a 9 m od sebe vzdálené překážky. Dotykem o protější stranu se přeskok překážek opakuje. Překonávání překážek se provádí celkem 8x.*

- 8) kotoul ze židle na žíněnku (stanoviště č. 8), následuje stanoviště, na kterém se provádí kotoul ze židle na žíněnku.
- 9) Výmyk na hrazdě (stanoviště č. 9), následuje běh k hrazdě (výška 170 cm), kde se provede výmyk.

Tab. č. 39. Tabulka hodnocení prověrek z tělesné přípravy příslušníků ÚRN (Doležal, 2010).

Body	Sed-leh	Šplh	Běh 60m	Běh 5km	Plavání 400m	Překážková dráha
	počet za 2 min	sec.	sec.	min.	min.	min.
2	90	7,5	10,0	25:00	10:30	4:45
4	92	7,0	9,8	24:40	10:00	4:30
6	94	6,5	9,6	24:20	9:40	4:15
8	96	6,0	9,4	24:00	9:20	4:00
10	98	5,7	9,2	23:40	9:00	3:50
12	100	5,4	9,0	23:20	8:45	3:40
14	102	5,0	8,8	23:00	8:30	3:30
16	104	4,8	8,6	22:40	8:15	3:20
18	106	4,6	8,4	22:20	8:00	3:10
20	108	4,4	8,2	22:00	7:45	3:00
22	110	4,2	8,0	21:40	7:30	2:50
24	112	4,0	7,9	21:20	7:15	2:40
26	114	3,8	7,8	21:00	7:00	2:30
28	116	3,6	7,7	20:40	6:45	2:20
30	118	3,4	7,6	20:20	6:30	2:10

Městská policie hlavního města Prahy má také soubor testů fyzické způsobilosti a výcvik strážníků:

- člunkový běh 4x 10m
- cvičební sestava s tyčí (5x za sebou)
- klik-vzpor ležmo opakovaně
- leh-sed po dobu 2min.
- běh na 12 min.

Tab. č. 40. Hodnocení testů městské policie hlavního města Prahy.

Body	Člunkový běh (s)		Sestava s tyčí (s)		Kliky (počet)		Sedy-lehy 2 min (počet)		Běh na 12 min (m)	
	21-29 let	30 let a více	21-29 let	30 let a více	21-29 let	30 let a více	21-29 let	30 let a více	21-29 let	30 let a více
1	16,0	17,0	42	46	12	9	18	13	1650	1500
2	15,5	16,5	40	44	14	10	19	14	1700	1550
3	15,0	16,0	38	42	16	12	20	15	1750	1600
4	14,5	15,5	36	40	18	14	21	16	1800	1700
5	14,0	15,0	34	38	20	15	22	17	1900	1800
6	13,4	14,5	32	36	22	17	25	20	2000	1900
7	12,8	14,0	30	34	24	19	28	23	2100	2000
8	12,3	13,5	29	32	26	21	31	26	2200	2100
9	11,9	13,1	27	30	28	23	34	29	2300	2200
10	11,6	12,7	26	29	30	25	37	32	2400	2250
11	11,4	12,4	24	27	32	26	40	35	2500	2300
12	11,2	12,1	23	26	34	28	43	38	2600	2350
13	11,0	11,8	21	24	36	30	46	41	2650	2400
14	10,8	11,5	20	22	38	31	49	44	2700	2450
15	10,5	11,2	18	21	40	32	52	47	2750	2500
16	10,3	11,0	17	20	41	33	55	50	2800	2550
17	10,1	10,7	15	19	43	34	58	53	2850	2600
18	9,8	10,5	14	18	45	35	61	56	2900	2650
19	9,6	10,2	12	16	47	36	64	59	2950	2700
20	9,4	10,0	11	15	49	37	66	62	3000	2750

Pro porovnání uvádíme příklady testů zdatnosti u americké policie:

Policie New York:

- sedy-lehy po dobu 1 min.
- kliky – max. počet
- běh na 1,5 míle (2,4 km)

Policie státu Illinois:

- sedy-lehy po dobu 1 min.
- hluboký předklon v sedě
- 1 RM (repetition maximum=opakovatelné maximum) benchpres
- běh na 1,5 míle (2,4 km)

Policie Bethlehem a Bremerton:

- sedy-lehy po dobu 1 min.
- kliky – max. počet
- běh na 1,5 míle (2,4km)
- běh 300m

(bethleme-pa.gov, ci.bremerton.wa.us)

Policie San Diego:

- běh 500 yardů (457,2 m) s překážkami s výškou 3f (91cm), 4f (121cm), 6f (183cm)

Policie Porto San Diego:

specifický test v terénu:

- vyběhnout a seběhnout 68 schodů
- běh 10y (9,1m) překážky 3f (91cm)
- běh 10y (9,1m) překážky 4f (121cm)
- běh 10y (9,1m) překážky 6f (183cm)

MED-TOX (med-tox.cz):

Silové testy:

- ruční dynamometrie
- 1RM benchpress
- další dynamometrické test

Anaerobní testy:

- vertikální výskok
- skok do dálky z místa
- běh na 50y (45,7m)
- Wingate test

Testy silové vytrvalosti:

- kliky po dobu 1min.
- shyby – max. počet
- klikový ergometr
- sedy-lehy po dobu 1 min.
- sklapovačky

Testy flexibility:

- hluboký předklon v sedě
- twist and touch

Aerobní testy:

- bicyklová ergometrie
- step test
- chůze na 1 míle (1,6km)
- běh na 1,5 míle (2,4km)

Kromě motorických testů lze využít pro testování zdatnosti laboratorních testů:

Aerobní testy (hodnocení vytrvalostních schopností):

- stanovení VO_2 max na běhátku nebo bicyklové ergometrii
- stanovení ANP a jeho úrovně na běhátku nebo bicyklové ergometrii
- test W170

Anaerobní testy (hodnocení rychlostně-silových schopností):

- Wingate test
- výskoková ergometrie (Boscův test)
- Agility test
- Dynamometrie

Pro hodnocení pohybových schopností existují sobory testů i pro sportovce úpolových disciplín. V následující části přinášíme příklad vybraných motorických i zátěžových testů pro boxery a judisty. Některé testy lze využít i pro další úpolové disciplíny, případně vytvořit

modifikaci pro specifické podmínky v dané sportovní disciplíně. Primárně se také hodnotí somatická charakteristika vybraných sportovců.

Testování boxerů

V následujících řádcích uvádíme vybrané testy, kterými lze testovat boxery.

Silové testy:

- maximální síla úderu
- dynamometrie

Testy reakční rychlosti:

- časová bilance úderu
- specifický test pro hodnocení rychlosti úderu v boxu
- reakčně-rychlostní test pomocí PC
- agility test pro boxery

Vytrvalostní testy:

- skákání přes švihadlo po dobu 2 min
- Cooperův test (běh po dobu 12min)
- stanovení VO_2max
- Quergovův test (30 dřepů během 30s, běh na místě max. rychlostí po dobu 30s, běh na místě s frekvencí 150 kroků/min po dobu 2min, skákání přes švihadlo po dobu 1min)
– sleduje se průběh SF
- Steptest – Ruffierova zkouška

Testování judistů

V následujících řádcích uvádíme vybrané testy, kterými lze testovat judisty.

Silové testy:

- ruční dynamometrie
- benchpress 1RM (one maximum repetition = jedno opakovatelné maximum)
- shyby (výdrž ve shybu)
- šplh
- vertikální výskok – testování dynamické síly

Testy rychlosti:

- 30m sprint
- Wingate test
- opakovaný sprinterský test 8x 40m (10:20:10) s 30s paузou

Vytrvalostní testy:

- Cooperův test (běh po dobu 12 min)
- Stanovení VO_2max

Literatura:

BARTUŇKOVÁ, Staša a kol. Praktická cvičení z fyziologie pohybové zátěže. Praha: Karolinum, 1999. 83 s. ISBN: 80-7184-274-5.

CINGLOVÁ, Lenka: Vybrané Kapitoly z tělovýchovného lékařství pro studenty FTVS. Praha: Karolinum, 2002. 199 s. ISBN: 80-246-0492-2.

Česko. K organizaci služební přípravy příslušníků Útvaru rychlého nasazení Policie České republiky. In *Pokyn ředitele Útvaru rychlého nasazení*. 2009, 24, s. 7.

DOLEŽAL, Pavel. Diplomová práce. Analýza tréninkových aktivit Útvaru rychlého nasazení Policie České republiky. Brno: FSpS, 2010.

HELLER, Jan. Laboratory Manual for Human and Exercise Physiology. Praha: Karolinum, 2005. 186 s. ISBN: 80-246-0926-6.

LIPKOVÁ, Jana. Fyziológia telesných cvičení. Praktické cvičenia. Bratislava: Univerzita Komenského Bratislava, 2006. 40 s. ISBN: 80-223-2167-2.

KASA, Julius. Športová kinantropologia (Terminologický a výkladový slovník). Bratislava: FTVŠ UK, 2001. 112 s. ISBN: 80-968252-8-3.

NOVOTNÝ, Jan; SEBERA, Martin; NOVOTNÁ, Martina; HRAZDIRA, Luboš; CHALOUPECKÁ, Alena. *Kapitoly sportovní medicíny* [online]. Brno : Masarykova Univerzita, 2006 [cit. 2011-11-18]. Dostupné z WWW: <<https://is.muni.cz/auth/do/rect/el/estud/fsps/ps06/sportmed/web/index.html>>.

PLACHETA, 1999

policie.cz. Posouzení fyzické způsobilosti uchazeče. [online] Kariéra v policii [cit. 2011-12-12]. Dostupné na WWW: <<http://www.policie.cz/clanek/posouzeni-fyzicke-zpusobilosti-uchazece.aspx>>.

policie.cz. Výběr uchazečů o službu v Útvaru rychlého nasazení. [online] Útvar rychlého nasazení [cit. 2011-12-12]. Dostupné na WWW: <<http://www.policie.cz/clanek/vyber-uchazecu-o-sluzbu-v-utvaru-rychleho-nasazeni.aspx>>.

POWERS

med-tox.com. Trstiny Police Officers. [online] Med-Tox. Health Services. [cit.2011-12-12]. Dostupné na WWW: <<http://www.med-tox.com/policetest.html>>.

WILMORE, Jack H.; COSTILL, David L.; KENNEY, W. Larry. *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign (USA) : Human Kinetics, 2008, 574 s. ISBN-13 978-0-7360-5583-3.

www.bethleme-pa.go

vwww.ci.bremerton.wa.us