

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Katedra gymnastiky a úpolových sportů

**CHLAZENÍ PERIFERNÍCH ČÁSTÍ TĚLA A JEHO
VLIV NA VÝKON**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

PhDr. Veronika Holá

Vypracoval:

Jakub Pidrman

Praha, 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl a řádně citoval všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne:

Jakub Pidrman

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení: Fakulta / katedra: Datum vypůjčení: Podpis:

Poděkování

Rád bych tímto způsobem vyjádřil poděkování paní PhDr. Veronice Holé, za odborný dohled, cenné rady, čas, trpělivost a výraznou pomoc při zpracování mé závěrečné práce.

Abstrakt

- Název:** Chlazení periferních částí těla a jeho vliv na výkon
- Cíle:** Cílem této bakalářské práce je nashromáždit poznatky z odborných článků a publikací. Následně jednotlivé zdroje zpracovat do ucelené literární rešerše, která by popisovala fungování chlazení pomocí periferních částí těla a přinesla přehledné výsledky bádání.
- Metody:** Za účelem sběru dat pro tvorbu této bakalářské práce jsem využil dostupnou českou a zahraniční literaturu, odborné články a zahraniční studie.
- Klíčová slova:** Arteriovenózní anastomózy, chlazení dlaní, literární rešerše, tepelné vyčerpání

Abstract

Title: Cooling of peripheral parts of the body and its effect on performance

Objectives: The objective of this bachelor thesis is to gather knowledge from scientific articles and publications. Subsequently, to elaborate the individual sources into a comprehensive literature review that would describe the functioning of cooling using peripheral body parts and provide clear research results.

Methods: In the purpose of collecting data for this bachelor thesis, I used available Czech and foreign literature, scientific articles and studies mainly from foreign sources.

Keywords: Arteriovenous anastomosis, palm cooling, literature review, heat exhaustion.

Obsah

1	ÚVOD	10
2	SOUČASNÝ STAV BĀDÁNĪ	11
2.1	Charakteristiky sportovního výkonu	11
2.1.1	Optimální tréninkový stimul	11
2.1.2	Superkompenzace	13
2.1.3	Limitující faktory sportovního výkonu	14
2.1.4	Fyzická únava	15
2.2	Termoregulace	18
2.2.1	Fyziologie tělesné homeostázy	18
2.2.2	Behaviorální termoregulace	22
2.2.3	Tvorba a výdej tepla	23
2.2.4	Tepelná izolace	25
2.2.5	Teplota slupky a jádra	26
2.2.6	Krevní oběh	27
3	CĪLE, ÚKOLY A VÝZKUMNÉ OTÁZKY PRÁCE	29
3.1	Cíle práce	29
3.2	Úkoly práce	29
3.3	Výzkumné otázky	29
4	METODIKA PRÁCE	30
5	DESKRIPTIVNĚ-ANALYTICKÁ ČÁST	31
5.1	Chlazení periferních částí těla	31
5.1.1	Vliv chlazení rukou a chodidel na silový výkon	32
5.1.2	Vliv chlazení periferních částí na aerobní výkon	34
5.1.3	Efekt chlazení periferních částí těla pro bezpečnostní složky	39
6	VÝSLEDKY	42

6.1	Efekt chlazení periferních částí těla na silový výkon	42
6.2	Efekt chlazení periferních částí těla na aerobní výkon	43
6.3	Efekt chlazení periferních částí těla pro bezpečnostní složky	44
7	ZÁVĚRY	45
	SEZNAM LITERATURY	46
	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....	55

Seznam použitých zkratek

ATP – Adenotrifosfát

AVAs – Arteriovenózní anastomózy

GAS – obecný adaptační syndrom

°C – stupně Celsia

1 ÚVOD

Trendem profesionálního sportu je snaha posouvat limity výkonů stále na vyšší úroveň. Sportovci však často dosahují na své fyziologické limity a je pro ně obtížné se neustále zlepšovat. Pro optimální výkon je nezbytné bezchybné nastavení tréninkové jednotky, regeneračních metod a zdravého životního stylu pro zlepšení výkonu. Jednou z dlouho využívaných a vědecky ověřených metod je využití chladu pro zvýšení fyzického výkonu. Věda již řadu let poukazuje na benefity chladu v závislosti na regeneraci.

Nové poznatky také odkryly potenciální využití před tréninkovou jednotkou, kdy může chlad sloužit jako stimulant produkce testosteronu nebo může mít ergogenní efekt (Jones et al. 2012; Sakamoto et al. 1991).

Další potenciální využití se nabízí v samotné tréninkové jednotce, kdy je možné využít chlad ke zbavování se přebytečného tepla, které je ve velké míře tvořeno sportovní aktivitou. Při sportovní aktivitě v extrémních teplotách je extenzivní nahromadění tepla často primárním faktorem vyčerpání. Samotné namáčení do ledové vody se jeví jako efektivní metoda zbavování se přebytečného tepla, ale jedná se o metodu velice nepraktickou.

Aktuální poznatky nabízí metodu, pomocí které by bylo možné teplo z těla efektivně odvádět. Jedná se o využití tzv. arteriovenózních anastomóz, pomocí kterých lze odvádět přebytečné teplo z těla mezi nebo během samotného výkonu. Výskyt těchto částí krevního řečiště se lokalizuje převážně na chodidlech a dlaních ruky. Pomocí chlazení těchto periferních částí těla lze oddálit vyčerpání nebo také zlepšit samotný výkon sportovců.

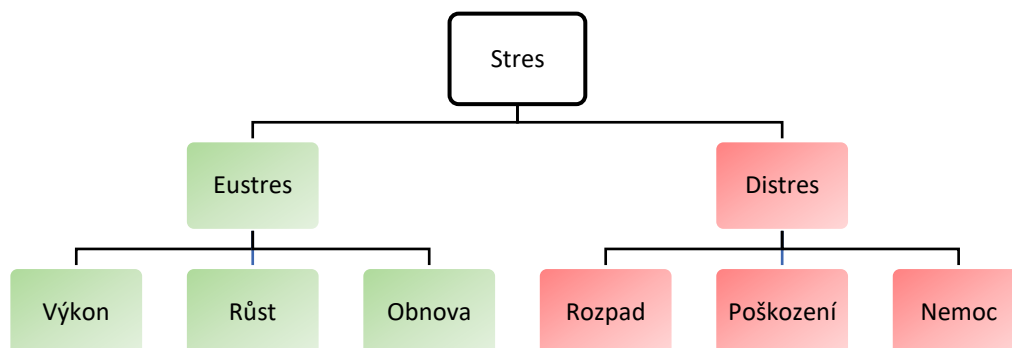
2 SOUČASNÝ STAV BĀDÁNÍ

2.1 Charakteristiky sportovního výkonu

Sportovní výkon závisí na spoustě faktorů. Sestavení optimálního tréninkového plánu, který povede k dosažení plného potenciálu cvičenců, je nesmírně složité. Nejuznávanější světový silový trenér Charles Poliquin popsal tuto problematiku takto: „K dosažení optimálního nastavení tréninkové zátěže nevede jen jedna cesta. A to je jen jeden z důvodů, proč je silový trénink uměním a zároveň vědou. Je zapotřebí pozoruhodných znalostí a zkušeností, abychom byli schopni sestavit ten nejvhodnější tréninkový plán“ (Petr, Šťastný, 2012). Věda však již ty nejdůležitější body zná, a tak si pojd'me představit klíčové charakteristiky tréninku, které nám přinesou největší úspěch.

2.1.1 Optimální tréninkový stimul

Dr. Ned Frederick popsal trénink jako „nenásilnou zábavu, za pomoci které vedeme tělo k postupné adaptaci“ (Sharkey, Gaskill, Barda, 2019) a doufejme i k progresu. Jak si můžeme sportovní trénink představit? Sportovní trénink funguje na bázi stresu. Tréninkové zatížení způsobuje tělu stres za účelem následné adaptace. Díky tomuto stresu se tělo zlepšuje a stává se odolnější na podobný podnět a je do budoucna schopné zvládat větší dávku. Stres je již dlouhou dobu znám a intenzivně zkoumán. Jedním z badatelům v tomto odvětví je fyziolog Hans Selyem, který v roce 1956 přišel s modelem a dělením stresu na 2 základní druhy (graf 1.).



Graf 1. - Selyeho rozdělení zdrojů stresu; překresleno podle (Petr, 2012).

Eustres, který přináší progres a zlepšení a distres, který přináší stagnaci a po delší době může vést také ke zhoršení výkonu a zranění. Proto je při tréninku nezbytné

dosahovat optimální hladiny stresu, která vede ke zlepšení a progresu (Petr, Šťastný, 2012). Hladinu můžeme chápat jako optimální tréninkovou dávku, kterou je naše tělo schopné snést. Při optimálním tréninkovém stimulu, který se dlouhodobě navyšuje, můžeme dosahovat zlepšení. Při dlouhodobě nedostatečném tréninkovém stimulu může docházet ke stagnaci výkonu až ke vzniku tzv. plateau (dlouhodobě neměnný výkon).

Nejhorší možnou variantou, která vede dokonce ke zhoršení sportovního výkonu, je přehnaný tréninkový stimul, který může vést k přetrénování. Cílem tréninku je tedy sestavit takový tréninkový plán, který bude postupně a progresivně zvyšovat zatížení, které povede k nejlepším výsledkům (Bompa, Haff, 2009). Samotný stresor v podobě tréninkového stimulu je však jen první částí skládky.

2.1.1.1 Progresivní zvyšování zátěže

Progresivní zvyšování zátěže je termín jednoduchý, ale nezbytný. Pojďme si progresivní zatížení vysvětlit na příkladu.

Milón z Krotónu byl podle legendy řecký atlet a jeden z nejlepších zápasníků té doby. Ve své době dominoval v zápasu a vyhrával bezpočet soutěží. Vyhrál 5x Olympijské hry, 7x Pýthické hry, 10x Isthmické hry a 9x hry Nemejské (Clear, 2014; Milo of Croton, 2023). Co stálo za jeho úspěchem a ohromnou silou? Milo pochopil systém progresivního zvyšování zátěže. Podle legendy Milón začal zvedat narozené tele a tento proces denně opakoval po dobu 4 let. Během této doby tele zmohutnělo. Jak rostlo tele, rostla zároveň i jeho síla a Milón byl schopen zvedat stále větší a větší břemeno (Clear, 2014; Sharkey, Gaskill, Barda, 2019). Takto jednoduše lze pochopit progresivní zatížení. Jde nám o to dlouhodobě zvyšovat intenzitu tréninku, která se bude dlouhodobě zvyšovat a budeme dosahovat zlepšení. Trénink by tak měl být pokaždé o trochu těžší. Trénink je možné udělat těžší několika způsoby. Mezi ty základní patří zvyšování objemu a intenzity (Petr, Šťastný, 2012), ale můžeme sem zařadit také zvyšování frekvence a další faktory (Sharkey, Gaskill, Barda, 2019). Intenzitu lze chápat jako náročnost tréninku. Jednoduše řečeno zvednutí větší váhy nebo uběhnutí rychlejšího času ve sprintu. Objem je složkou množství odvedené práce. Často je určen počtem opakování nebo dobou cvičení.

2.1.1.2 Zotavení

V tréninku nám jde zásadně o zlepšení, které můžeme přenést do budoucího výkonu. Je zapotřebí pochopit, že tělo se nezlepšuje při samotném tréninku, ale při fázích odpočinku a regenerace. Regenerace může mít spoustu variant, ale při použití Paretova pravidla lze říct, že ta nejdůležitější část je samotný spánek (Nurmagomedov, 2022; Paretův princip, 2023). Tato adaptační fáze, která je u každého cvičence odlišně dlouhá, se nazývá superkompenzace a je nezbytná pro progres ve sportovním výkonu (Petr, Šťastný, 2012).

2.1.2 Superkompenzace

Pro úspěšnou adaptaci na stres je nezbytné zařadit také anaboličnou část tréninku s cílem dosáhnout superkompenzace. Superkompenzaci můžeme chápat jako vztah mezi stresorem (zatížením) a fází zotavení (regenerace), který by měl být vždy vyrovnaný a umožní nám dosahovat progresivního zlepšení po co možná nejdelší dobu (Bompa, Haff, 2009).

Termín superkompenzace je znám už dlouhou dobu a spousta vědců na tento fenomén narazila. Většina z nich se však termín snažila pojmenovat po svém. Jedním z prvních, který tento termín pojmenoval byl Folbort v roce 1941 (Verkhoshansky, Siff, 2009; Bompa, Haff, 2009). Tento koncept byl také vysvětlován již dříve zmiňovaným Hansem Salyem, který ho však pojmenoval jako Obecný adaptační syndrom (GAS) (Bompa, Haff, 2009; Petr, Šťastný, 2012).

Superkompenzace přináší spoustu benefitů (Bompa, Haff, 2009).

- Atlet zvládá větší stres v další tréninkové jednotce a je schopen zvyšovat progresivně zátěž.
- Pomáhá trenérům ve skládání tréninkových jednotek v rámci periodizace.
- Pomáhá rozeznat přehnaný tréninkový stimul a zabraňuje přetrénování.
- Nutí trenéry k práci s objemem a intenzitou práce a zároveň s plánováním deloadů (DPT 2021; How To Deload, 2022).
- Přinutí trenéry a jejich svěřence k využívání nejefektivnějších postupů v regeneraci (Group, n. d.).

- Pomáhá k dosahování maximálních výkonů v soutěži v rámci vyladování formy (peaking) (The Fundamentals of Tapering, 2017; Bosquet et al. 2007).
- Bere ohled na psychologickou i fyzickou stránku přípravy.

Je důležité brát velký zřetel na individualitu našich svěřenců a sportovců v tréninkovém programu. Každý jedinec je jiný a je zapotřebí, aby byl trénink specifický. V první řadě hrají velkou roli geny daného sportovce. S tímto faktorem lze však jen velmi málo udělat a je zapotřebí se s určitými predispozicemi smířit. Už navždy geneticky obdařeni sportovci budou mít lehký náskok nad jedinci, kteří tak velkým genetickým potenciál nemají.

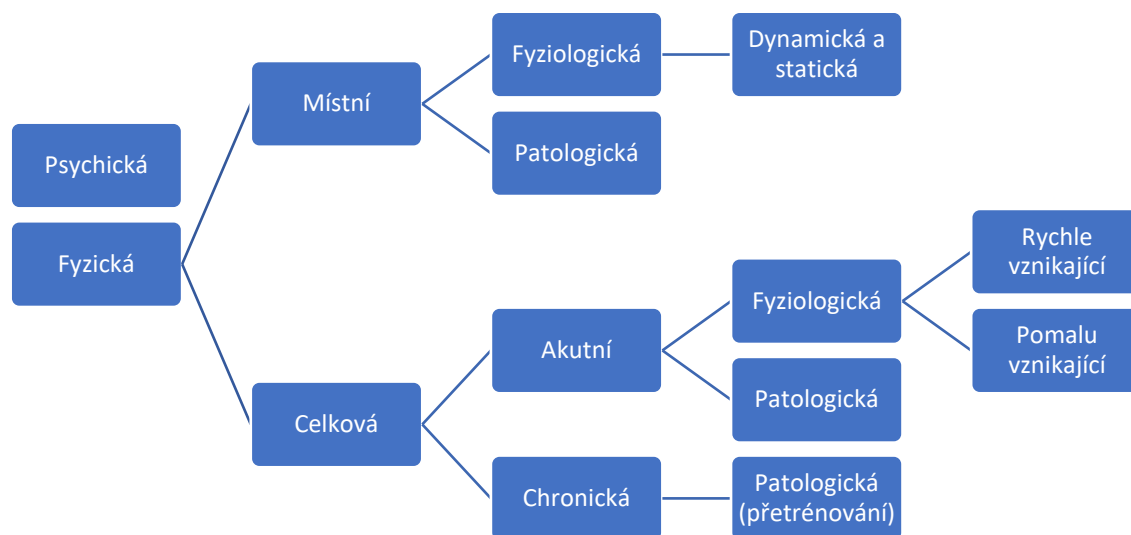
Dalším hlediskem, kterým se můžou sportovci lišit, je jejich věk a pohlaví. V krátkosti lze říct, že je velký rozdíl, jak na daný trénink bude reagovat žena nebo muž. Podle Kšírové (2021) mají muži velkou biologickou výhodu v samotné stavbě kostry, hustotě a tvrdosti kostí, velikosti objemu svalů, ale také po hormonální stránce, která vytváří největší rozdíly. Muži jsou od přírody obdařeni velkým množstvím mužského hormonu testosteronu, který přispívá například k lepší regeneraci po tréninku nebo k většímu soutěžnímu soustředění. Tato výhoda, stejně jako genetika, je již předem daná a nic s ní nelze udělat. Další zmiňovaný faktor je věk sportovce. Lidské tělo prochází určitým vývojem a v pozdní fázi určitou degradací. V každé fázi je důležité brát u sportovců důraz na jiné složky tréninku (Sharkey, Gaskill, Barda, 2019).

2.1.3 Limitující faktory sportovního výkonu

Každý sportovní výkon má určité limity, za které tělo nemůže jít. Každý sportovec se dříve či později vyčerpá a je nucen polevit nebo přestat s aktivitou. V následujících kapitolách se pokusím vysvětlit, co za vyčerpáním stojí.

Únavu lze dělit na únavu mentální a únavu fyzickou. Pro potřeby této bakalářské práce se soustředím pouze na únavu fyzickou. Únava se skládá ze subjektivní a objektivní únavy. Subjektivní únavu můžeme chápat jako náš pocit vyčerpání a neschopnosti pokračovat. Objektivní únava je vyčerpání fyziologické, které nám také zabrání v dalším pokračování. Projevem únavy tedy můžeme chápat neschopnost pokračovat ve výkonu nebo pokles výkonnosti (Bartůňková, 2013; Máček, 2011).

Únava jako taková se může značně lišit podle druhu aktivity, která ji způsobuje. Příčiny vyčerpání pro maratonce budou vždy jiné než příčiny vyčerpání pro sprintera. Dále lze také vyčerpání pociťovat po celém těle nebo pouze lokálně. Z tohoto důvodu lze právě únavu rozdělit na místní a celkovou. Při opakovaném bicepsovém zdvihu bude vznikat pouze místní únava, zatímco při dlouhém běhu můžeme očekávat únavu celkovou (graf 2.) (Bartůňková, 2013; Wilmore, Costill, Kenney, 2008).



Graf 2. - Druhy únavy podle (Bartůňková, 2013).

2.1.4 Fyzická únava

Samotná fyzická únava může mít několik příčin, které mohou být odlišné u mnohých sportů a zároveň mohou působit synergicky. Mezi základní a nejdůležitější patří hlavně vyčerpání, nedostatečná obnova energetických rezerv a nahromadění metabolit (Bartůňková, 2013; Wilmore, Costill, Kenney, 2008).

Energetické vyčerpání

V této kapitole se pokusím v krátkosti vysvětlit dvě nejběžnější příčiny energetického vyčerpání, konkrétně vyčerpání fosfokreatinu a glykogenu.

Fosfokreatinové vyčerpání

Jedním z důvodů vyčerpání může být vyčerpání fosfokreatinu. Jedná se o vyčerpání, které převážně ovlivňuje sportovce, kteří se soustředí na kratší formy výkonu. Primární vliv má především na výkon sprinterů a sportovců, pro které je důležitá

maximální a výbušná síla. Kreatinfosfát patří mezi primární zdroje energie do 15 sekund výkonu. Po překročení této doby je tělo nutné zmírnit intenzitu a přejít na anaerobní glykolýzu. Tento jev ale můžeme považovat za známku vyčerpání (Perič, Dovalil, 2010; Wilmore, Costill, Kenney 2008).

Glykogenové vyčerpání

Při přechodu z kreatinfosfátu se dostáváme do anaerobní glykolýzy, kde hlavní roli hraje glykogen. Právě glykogen může být také jeden z důvodů vyčerpání. Jedná se primárně o zdroj, který se využívá především pro středně dlouhé výkony trvající v řádech minut. Samotného vyčerpání glykogenu je však velice těžké dosáhnout a tělo má další mechanismy, které ovlivní výkon ještě před vyčerpáním. Lze tvrdit, že glykogen však spouští kaskádu dalších mechanismů, které způsobují vyčerpání. Jedná se o nahromadění metabolit (Perič, Dovalil 2010; Wilmore, Costill, Kenney 2008).

Nahromadění metabolit

Během výkonu vzniká ve svalech a v těle spousta metabolických produktů, které jsou vedlejším produktem látkové přeměny. V této kapitole si popíšeme laktát s metabolickou acidózou a nahromadění tepla.

Laktát a metabolická acidóza

Jedná se o dva pojmy, které jsou si však velice blízké a na sobě závislé. Jedním z vedlejších produktů dříve zmiňované anaerobní glykolýzy je laktát. Samotný laktát je v běžné populaci dobře znám a je často označován jako příčina vyčerpání. Dnes již však víme, že samotný laktát není primárním důvodem vyčerpání. Laktát způsobuje zakyselení vnitřního prostředí tzv. metabolickou acidózou a nahromadění vodíkových iontů. Tyto vodíkové ionty spolu s acidózou postupně zpomalují tvorbu energie a při dosažení určitého bodu úplné zastavení tvorby energie a vyčerpání (Kittnar, 2011; Perič, Dovalil, 2010; Wilmore, Costill, Kenney, 2008).

Nahromadění tepla

Dalším vedlejším produktem svalové práce je produkce tepla. Sval produkuje velké množství tepla, ať už se jedná o výkon lokální nebo celého těla. Nahromadění tepla v těle je tak další příčinou vyčerpání při výkonu (Kittnar, 2011; Wilmore, Costill, Kenney, 2008).

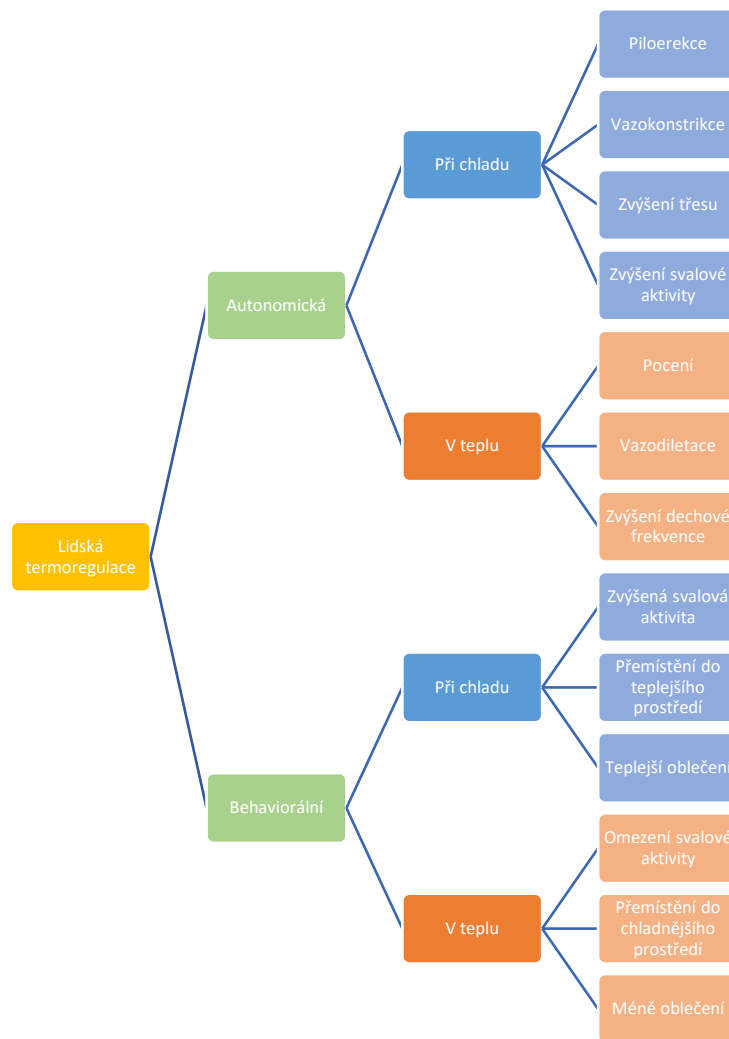
Efektivita svalové kontrakce

V této práci se soustředí právě na vyčerpání z důvodu akumulace tepla v těle. Teoreticky je možné, že právě akumulace tepla může být hlavní příčinou vyčerpání při jakékoliv aktivitě. Důvodem může být vysoká neefektivita samotné spotřebované energie na svalovou práci. I za nejvíce vyhovujících podmínek tvoří teplo 75 % vedlejšího produktu spotřebované energie. V těle se při sportovní aktivitě začne hromadit velké množství tepla, které je zapotřebí odvést. Když přidáme vysokou teplotu okolního prostředí, může být tento problém klíčový. Samotné teplo ve svalu je možné rozdělit na teplo aktivační a kontrakční. Teplo aktivační se produkuje při aktivaci svalu a teplo kontrakční při jeho smrštění. Tím to však nekončí a sval produkuje teplo i ve fázi relaxace po smrštění (Bongers, Hopman, Eijsvogels, 2017; Kittnar, 2011; Wilmore, Costill, Kenney, 2008).

2.2 Termoregulace

V předchozí kapitole jsme si vysvětlili, jakou klíčovou roli hraje teplo na svalové vyčerpání. Tělo má však své mechanismy, pomocí kterých se zbavuje tepla a snaží se udržet stálou tělesnou teplotu. V následující kapitole vysvětlím, jak tyto mechanismy vypadají a jakých možných metod lze využít pro ještě lepší odvod tepla.

2.2.1 Fyziologie tělesné homeostázy



Graf 3. - Rozdělení termoregulace a její příklady podle (Périard, Racinais, 2019).

Podobně jako u řady savců je život lidí možný jen v určitém teplotním rozmezí. Lidé tak musejí udržet tzv. teplotní homeostázu, která se u zdravého člověka vyskytuje v rozmezí 36-37 °C (Kittnar, 2011). K udržení vnitřní teploty využívá tělo dvou systémů. Behaviorální termoregulace funguje podobně jako například u plazů, kteří se spoléhají

na vnější zdroje tepla a vyhledávají ideální mikroklima, které by tuto touhu naplnilo (Kittnar, 2011). Autonomní termoregulace na druhou stranu funguje jako náš nedobrovolný hlídač teploty. Tělo využívá například vasokonstrikci a vazodilataci, pocení nebo třes (graf 3.) (Grahn, Heller, 2004). Tělo má zároveň omezené zdroje, které může během autonomní regulace používat. Pokud tělu bude chybět dostatek energie na zahřátí, nebude schopno se zahřát. To samé platí, pokud nebude mít dostatek vody na ochlazení. Behaviorální zdroje jsou méně náročné na vyčerpání a snadněji použitelné, a proto jsou vždy první volbou při termoregulaci (Grahn, Heller, 2004). Teplota ideálního prostředí je již dříve zmíněná teplota 36-37 °C. Je zapotřebí zdůraznit, že i tato teplota kolísá a mění se v čase (Mourek, 2012; Rokyta, 2016; Kittnar, 2011).

2.2.1.1 Výkyvy tělesné teploty

Teplota těla se může pohybovat dvěma směry. Při zvýšení tělesné teploty hovoříme o hypertermii a naopak při poklesu o hypotermii (Rokyta, 2016).

Při zvyšování tělesné teploty nad hranici 37 °C začínáme mluvit o teplotě subfebrilní. Při překročení hranice 37 °C začínáme hovořit o stavu febrilním (horečka). Pokud se teplota člověka stále zvyšuje a dosáhne teploty 40 °C, přecházíme do stavu hyperpyrexie (Kittnar 2011). Toto zvyšování teploty má mnoho faktorů vzniku. Pokaždé se jedná o nerovnováhu mezi vytvářením a vylučováním tepla. Může vzniknout například při fyzické, ale i silné psychické aktivitě (Mourek, 2012; The grandmaster diet, 2020; Kittnar, 2011).

Při snížení optimální tělesné teploty se dostáváme do stavů hypotermie. Hranici hypotermie určujeme přibližně od 35 °C vnitřní teploty těla. Stejně jako u hypertermie se jedná o nerovnováhu mezi vytvářením a vylučováním tepla. Při poklesu teploty pod 32 °C se zpomaluje dýchání a začínají se projevovat poruchy srdečního rytmu. Pokud teplota i dále klesá a dostane se pod 30 °C, nastane bezvědomí. Při následném poklesu tělo například snižuje průtok krve mozky a může nastat až smrt. V medicíně se využívá také řízené hypotermie, která umožňuje využití efektu snížené dechové frekvence a průtoku krve, například při operacích mozku nebo srdce (Bartůňková, 2013; Rokyta, 2016; Mourek, 2012).

2.2.1.2 Horečka

Horečka je speciální stav hypertermie, který je ovlivněn převážně výskytem infekce v těle. Při napadení infekcí začne tělo produkovat pyrogeny, které začínají ovlivňovat náš vnitřní termostat (hypotalamus). Tělo následně začíná pociťovat chlad a je nuceno pomocí třesu zvyšovat teplotu (zimnice). Při překonání fáze zimnice nastává fáze, kdy se tělo snaží zbavit vyprodukovaného tepla a přechází do fáze pocení (Kittnar, 2011; Mourek, 2012). Zvýšená teplota těla má však benefity, které pomáhají se s infekcí vypořádat. Zvýšená teplota umožňuje zrychlenou migraci buněk, zrychluje dělení buněk a napomáhá k tvorbě protilátek. Tyto benefity jsou pro tělo důležité, a proto se nedoporučuje horečku srážet, pokud nepřesáhne určitou hranici (Rokyta, 2016).

2.2.1.3 Fyziologické kolísání tělesné teploty

Tělesná teplota má také různou cykličnost, při které optimální teplota osciluje v širším rozhraní. Mezi tyto faktory patří:

- Cirkadiánní rytmus – teplota se mění v závislosti na fázi dne. Nejvyšší teplotu můžeme zaznamenat v pozdějších odpoledních hodinách, odkdy následně teplota klesá do nejnižšího bodu, který se nachází okolo 4. hodiny ráno (Rokyta, 2016; Walker, 2017; Temperature triggers sleep, 2019; Panda, 2020).
- Menstruační cyklus – u žen můžeme najít změny teploty v rámci menstruačního cyklu, kdy k vyšším teplotám dochází při folikulární fázi a teplota se snižuje při fázi ovulace (Kittnar, 2011; Kšírová, 2021).

2.2.1.4 Autonomní termoregulace

Autonomní regulace funguje na principu hlídání tělesné teploty pomocí termoreceptorů, které jsou rozprostřené po celém těle a dávají zpětně informace centrálnímu nervovému systému (hypotalamickému řídicímu centru). Tyto signály jsou následně přenášeny do tzv. termoregulačních efekterových mechanismů, za pomoci kterých je tělo schopné se ohřát nebo ochladit (Périard, Racinais, 2019; Kittnar, 2011).

Termoreceptory

- 1 Kožní termoreceptory – jsou nervová zakončení, které se vyskytují v různých oblastech těla, kde jsou také různě četná. Dělí se na 2 různé druhy receptorů, které mají odlišnou specializaci (obr. 1) (Kittnar, 2011).
 - Receptory chladu (Krauseho tělísko) – reagují na ochlazování kůže v rozmezí 10-38 °C (Kittnar, 2011).
 - Receptory tepla (Rufiho tělísko) – naopak reagují na zvýšení teploty, která se pohybuje v rozmezí 30-45 °C (Kittnar, 2011).
- 2 Vnitřní termoreceptory – se nacházejí uvnitř těla v podobě termocitlivých neuronů na míše a hypotalamu (Kittnar, 2011).

Hypotalamická řídicí centra



Obrázek 1. - Znázornění kožních termoreceptorů podle (Wikiskripta, 2023).

Hypotalamus navazuje na údaje, které jsou posílány z vnitřních a vnějších termoreceptorů. Hodnota je následně porovnávána a hypotalamus následně reaguje na vzniklé odchylky v teplotě. Tyto odchylky se snaží vyrovnat aktivací termoregulačních efekterových mechanismů.

Termoregulační efekterové mechanizmy

Efekterové mechanizmy si můžeme představit už jako samotnou reakci těla na změnu teploty, kterou zaznamenalo. Jestliže však k žádné zaznamenané změně tělesné teploty nedošlo, tělo zůstává bez reakce v tzv. oblasti teplotně komfortní (Kittnar, 2011).

Pokud je tělo vystavené horku, které může být způsobeno zvýšenou teplotou prostředí nebo fyzickou aktivitou, efekterové mechanizmy odpoví náležitě. Mezi tyto reakce patří zvýšená produkce potu, vazodilatace cév nebo tachypnoe (zvýšená frekvence dechu) (Park, Khattar, 2023; Hardy, 1961; Benzinger, 1969). Naopak pokud tělo zaznamená pokles teploty, začíná šetřit teplem a startuje mechanismy, které teplo vyrábí. Mezi tyto mechanismy patří již dříve zmiňovaná vazokonstrikce cév nebo třes (Hardy, 1961; Benzinger, 1969). Dále tělo může využít tzv. termogenezi bez využití třesu, pomocí které zvýší metabolickou produkci tepla. Jedná se především o zvýšení metabolismu v částech těla s velkým množstvím hnědého tuku, ale také ve svalovině, játrech nebo mozku (Nonshivering Thermogenesis, n. d.). Jednotlivé mechanizmy se spouštějí v následujícím pořadí.

1. Vazomotorická regulace – při zaznamenané změně teploty nejdříve tělo mění intenzitu kožního průtoku krve. Tyto změny vedou ke změnám teploty povrchu těla a tím k regulaci teploty těla s okolím.
2. Svalová aktivita – pokud je funkce průtoku krve nedostatečná, začíná aktivace zvýšené produkce tepla. Toho tělo dosáhne hypertonií, třesem nebo pohybovou aktivitou.
3. Činnost potních žláz – pokud se tělo i nadále ochlazuje, nemá již další mechanismy, jak se ochladit. Jinak tomu je u přehřívání, kdy může tělo reagovat ještě posledním mechanismem, kterým je pocení. Tělo aktivuje činnost potních žláz a teplo se využije na odpařování vody (Kittnar, 2011).

2.2.2 Behaviorální termoregulace

Behaviorální termoregulace bývá většinou naše první obrana proti měnící se teplotě těla. Pod tímto pojmem si lze představit nekonečně možností, jak ovlivnit vlastní teplotu. Můžeme se například obléknout, zatopit si v místnosti nebo naopak pustit klimatizaci nebo sundat vrstvu oblečení. Tato termoregulace je velice prostá a záleží na našem jednání, pomocí kterého následně ovlivníme teplotu těla. Behaviorální

termoregulace nám zároveň pomáhá šetřit své mechanismy autonomní termoregulace do extrémnějších situací (Flouris, 2011).

2.2.3 Tvorba a výdej tepla

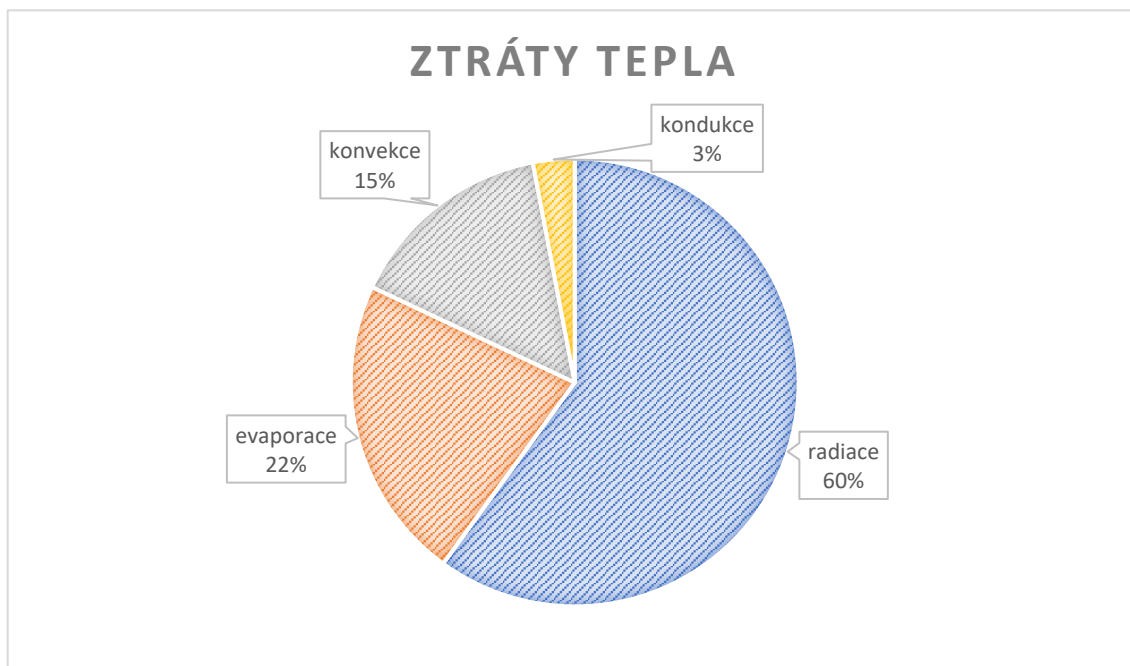
Tělesná teplota je určitá rovnováha mezi tvorbou a výdejem tepla. V další kapitole si vysvětlíme pojmy jako je termogeneze a termolýza. Popíšeme si, jak tělo vytváří nebo naopak ztrácí teplo.

2.2.3.1 Tvorba tepla – termogeneze

Tělo produkuje teplo převážně jako vedlejší produkt metabolických procesů. Jedná se o vedlejší produkt při tvorbě ATP. Tvorba ATP je však velice neefektivní a velký podíl má právě vyprodukované teplo, kde může dosahovat až 60 % vedlejšího produktu (Entrée, 2011). Dalšími mechanismy, kterým tělo dokáže produkovat teplo může být svalová práce, kde můžeme získat teplo jako vedlejší produkt při spotřebě substrátů. Dalším důležitým mechanismem, o kterém jsme již v předešlých kapitolách mluvili, je svalový třes – třesová termogeneze. V neposlední řadě ovlivňuje tepelnou produkci také naše hormonální soustava – metabolická termogeneze (adrenalin, noradrenalin, tyroxin). Adrenalin a noradrenalin fungují jako akutní změna termogeneze, když okamžitě působí na metabolismus. Zvýšenou hladinu tyroxinu (hormon štítné žlázy) můžeme pozorovat v dlouhodobém horizontu, kdy se naše tělo adaptuje na chlad a následně pomaleji a dlouhodobě vylučuje vyšší hladinu hormonu (Mourek, 2012; Kittnar, 2011). Posledním faktorem termogeneze je tzv. netřesová termogeneze. Jedná se o termogenezi pomocí hnědého tuku, který je důležitý speciálně u termogeneze novorozenců. V pozdějším věku však tuto tvorbu tepla postupně ztrácíme a stává se méně důležitým faktorem. Zpomalování a ztrátu hnědého tuku však můžeme zpomalit otužováním a využít benefity hnědého tuku i v pozdějším věku (Kittnar, 2011; Blondin et al. 2014; Qian, Huang, Tang, 2015).

2.2.3.2 Ztráty tepla – termolýza

Výdej tepla probíhá přes kůži následujícími čtyřmi způsoby: sáláním (radiací), vedením (kondukcí), prouděním (konvekcí), odpařováním (evaporací) (Rokyta, 2016). Každý jednotlivý způsob má však odlišnou využitelnost a efektivitu (graf 4.) (Trojan, 2003).



Graf 4. - Ztráty tepla u neoblečeného člověka podle (Trojan, 2003).

Sálání

Sálání neboli radiace je vyzařování tepla pomocí elektromagnetických vln infračerveného spektra. Množství vyzářené energie závisí na rozdílu teplot mezi tělem a okolním prostředím. Ovlivňovat sálání můžeme také vlastní behaviorální termoregulací (oblečení), kdy zamezíme efektivnímu vyzařování tepla (Kittnar, 2011; Mourek, 2012).

Proudění

Proudění neboli konvekce je další z mechanismů ochlazování těla. Probíhá nejčastěji mezi tělem a okolním vzduchem. Tělo vytvoří vrstvu teplého vzduchu v těsné blízkosti těla, kde ji vymění za chladnější s okolním vzduchem. Jednoduše si tento mechanismus můžeme představit jako ochlazování větrem nebo větrákem (Mourek, 2012; Rokyta, 2016).

Odpařování

Odpařování neboli evaporace je jeden z našich nejdůležitějších mechanismů udržování teploty těla. Díky odpařování se můžeme zbavovat tepla, i když je okolní teplota prostředí vyšší než teplota těla. Jedná se o proces, při kterém se přeměnou vody v páru odebírá tepelná energie tepla. Tento proces probíhá neustále a každý den je tělo schopno odpařit okolo 600 ml/den. Při fyzické aktivitě nebo vyšší okolní teplotě však tělo odpařuje daleko více vody a je schopno takto vyloučit i více jak 2 litry potu za hodinu (Mourek, 2012; Rokyta, 2016). Je zapotřebí zdůraznit, že se jedná o poslední záchrannou brzdu, které tělo v regulaci teploty má. Odpařování je velice nákladné na naše zásoby vody a je možné, že při delším pocení, například při sportovní aktivitě, může dojít k dehydrataci (Grahn, Heller, 2004; Périard, Racinais, 2019; Sawka et al. 1992).

Vedení

Vedení neboli kondukce je poslední způsob zbavování se tepla. Jedná se o způsob předání tepla mezi tělem a předmětem, kterého se tělo dotýká. V této práci se ale soustředíme právě na tento způsob zbavování se tepla, jelikož si myslím, že ho lze ve sportu více využít. (Mourek, 2012).

2.2.4 Tepelná izolace

Dalším faktorem, který ovlivňuje teplotu těla, je tepelná izolace. Izolaci můžeme rozdělit na vnitřní a vnější.

2.2.4.1 Vnější izolace

Externí izolace má podobu pokrývky těla, kterou si na sebe můžeme nasadit, ale také může mít podobu chlupů, vousů nebo vlasů, které se na těle přirozeně vyskytují, ale postupem času mizí. S ubývajícím vlastními možnostmi vnější izolace v podobě chlupů jsme stále více vázaní na izolaci v podobě oblečení a nedokážeme se adaptovat na změnu počasí během ročních období stejně jako některá zvířata (Grahn, Heller, 2004; Jessen, 2001).

2.2.4.2 Vnitřní izolace

Vnitřní izolace je převážně naše tuková tkáň. Samotná tuková tkáň slouží převážně jako zásobárna energie nebo má endokrinní funkci. Její tepelná izolace je vedlejší vlastnost. Kromě bílé tukové tkáně existuje také tuková tkáň hnědá, která hraje zásadní roli v termoregulaci u novorozenců (Grim, Fejfar, 2011; Kittnar, 2011). Na druhou stranu je zapotřebí říct, že tuková tkáň je velice slabě prokrvena, a tak nehraje zásadní roli v ovlivňování výměny tepla s prostředím, kromě jejího izolačního charakteru. Části těla, které obsahují vysoké množství tukové tkáně, neobsahují dostatečné prokrvení a nejsou nejefektivnější možností k termoregulaci těla (Grahm, Heller, 2004; Jessen, 2001).

2.2.5 Teplota slupky a jádra

Dříve jsme zmiňovali, že teplota těla bývá konstantní a osciluje jen nepatrně od své fyziologické hodnoty. Je potřeba ještě zdůraznit, že teplota se mění v závislosti na místě měření. Někteří autoři zmiňují tzv. teplotu jádra a slupky, kterou se pokusím vysvětlit.

2.2.5.1 Teplota jádra

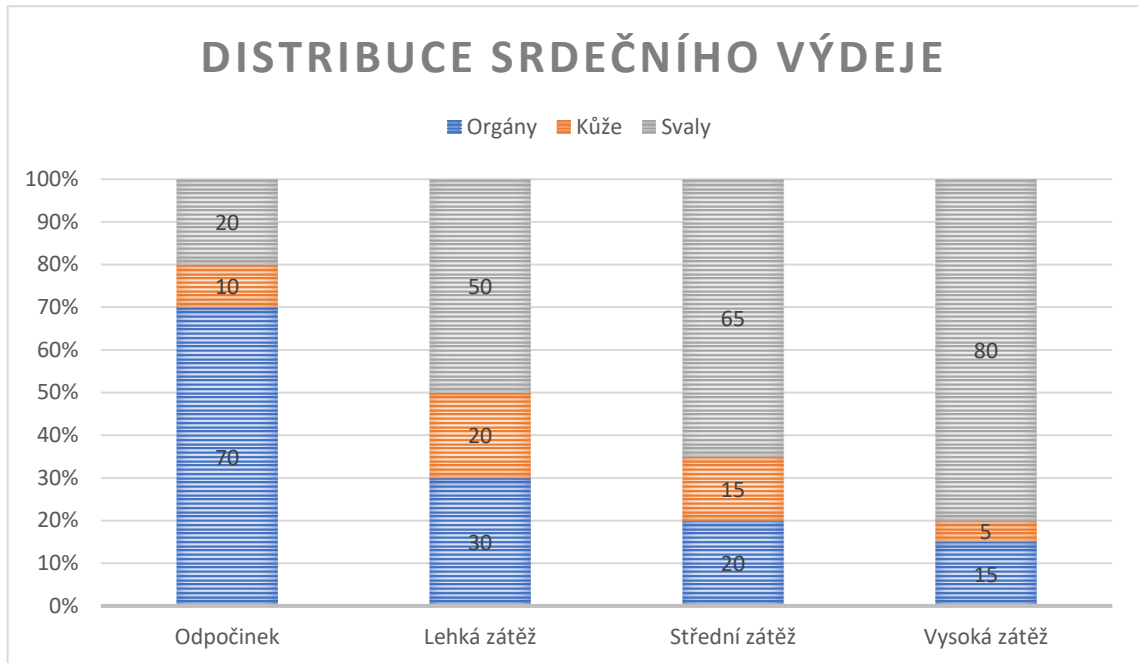
Teplota jádra bývá velice konstantní a je kritická pro přežití člověka. Tělo se snaží udržet teplotu svého jádra za každou cenu (Rokyta, 2016). Jako jádro považujeme především mozek a orgány v hrudi a břišní dutině – srdce, plíce, žaludek, játra... Tyto části těla obsahují okolo 6-10 % celkové hmotnosti těla, ale v klidovém stavu tvoří až 75 % tepla skrz metabolickou aktivitu (Grahm, Heller, 2004; Pastucha, 2014).

2.2.5.2 Teplota slupky

Teplota slupky se mění vlivem okolí a hraje důležitou roli ve výměně tepla. Jedná se především o hlavu, končetiny a povrchové části těla. Celkově tyto části těla tvoří až 90 % celkové hmotnosti těla, ale v klidovém stavu tvoří pouze méně jak 35 % tepla, což je k jeho objemu takřka zanedbatelné číslo (Grahm, Heller, 2004; Rokyta, 2016). Jelikož slupku těla tvoří svaly, její výroba tepla může během aktivit radikálně stoupnout. Během sportovní aktivity mohou být svaly zodpovědné až za 70 % tepla. V závislosti na intenzitě

se může produkce tepla zvýšit až 100krát z původní klidové hodnoty (Pastucha, 2014; Westerblad, Allen, Lännergren, 2002).

2.2.6 Krevní oběh



Graf 5. - Distribuce srdečního výdeje podle (Wilmore, 2008).

Krevní oběh má obdobný vzor chování a váže se právě na teplotu jádra a slupky těla. Podobné výkyvy má také při zvýšené aktivitě, kdy se převádí více krve do periferních částí těla. Objem krve tvoří asi 6-8 % celkové hmotnosti těla (5-6 litrů). Distribuce krve závisí na míře fyzické aktivity nebo například stresu (Grahn, Heller, 2004; Rokyta, 2016). Když je tělo v klidu, prokrvují se převážně orgány v těle (jádro). Mezi nejvíce prokrvené orgány patří ledviny, játra, srdce nebo mozek, které během klidu obsahují až 2/3 krevního oběhu (Grahn, Heller, 2004).

Velká změna nastane, pokud tělo začne vydávat nějakou aktivitu. Tělo začne být více metabolicky aktivní a krev se přesouvá více do periferních částí těla. Svaly náhle pojmou i 10ti násobek svého původního objemu krve (Kozlowski et al. 1985). Někteří autoři uvádí, že během cvičení dostanou svaly až 85 % srdečního výdeje (graf 5.) (Wilmore, Costill, Kenney, 2008). Svaly začínají vyrábět teplo, to je odváděno krevním řečištěm zpět do srdce a tělo se začíná postupně přehřívat. Receptory těla zaznamenávají přehřívání a startují mechanismy chlazení (vazodilatace), které jsme si popisovali v předešlých kapitolách (González-Alonso et al. 2000; Grahn, Heller, 2004; Kittnar, 2011).

2.2.6.1 Výměna tepla skrz krevní řečiště

Primárním významem prokrvení kůže je její funkce termoregulace, nutriční funkce kůže je méně zásadní (Kittnar, 2011). Obě funkce zastávají odlišné druhy cév. Pro nutriční funkci jsou ideální úzké cévy, kde krev proudí pomalu. Jedná se především o tepny, kapiláry a žíly, které tyto funkce splňují (Čihák, 1997; Grahn, Heller, 2004). Pro potřebu termoregulační musí tělo využívat spíše cévy, které dokáží pojmout velké množství krve a zároveň mají rychlejší průtok. Zároveň se tyto cévy musejí nacházet blízko povrchu těla, aby docházelo k úspěšné výměně tepla. Tyto vlastnosti splňují hlavně venózní plexy, které dokáží pojmout až 30 % srdečního výdeje, ale také tzv. AVAs. Jedná se o zkratky, které umožňují zrychlení krevního průtoku mezi tepnami a žilami (Čihák, 1997; Grahn, Heller, 2004; Pastucha, 2014; Rokyta, 2016).

Dalšími odlišnostmi, které mezi sebou mají cévy nutriční a termoregulační, je jejich výskyt v těle. Nutriční cévy se vyskytují všude po těle v podobném množství. Na rozdíl od cév termoregulačních, které se vyskytují jen v částech těla bez izolační vrstvy. Jedná se tedy o části těla, kde nenajdeme výrazné ochlupení nebo tukovou vrstvu. Především to jsou dlaně rukou, chodidla, uši a části obličeje bez ochlupení (obr. 2) (Grahn, Heller, 2004; Saad et al. 2001; Walløe, 2016).



Obrázek 2. - Výskyt AVAs, podle (Grahn, Heller, 2004).

Cévy určené k termoregulaci nijak významně nepřispívají k nutriční funkci. Jak už jsme v předešlých kapitolách zmiňovali, průtok krve v cévách určených k termoregulaci se může zásadně měnit podle potřeby. Pokud se tělo přehřívá, dojde k vazodilataci AVAs a významná část průtoku krve se přesune právě do těchto částí cév. Pokud na tělo působí chlad, může dojít až takřka k uzavření cév a minimalizaci průtoku (Grahn, Heller 2004; Kittnar 2011; Rokyta 2016; Wilmore, Costill, Kenney 2008).

3 CÍLE, ÚKOLY A VÝZKUMNÉ OTÁZKY PRÁCE

3.1 Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je shrnutí poznatků z odborných článků a publikací. Následně zpracování zdrojů do literární rešerše, která by popisovala fungování chlazení pomocí periferních částí těla a přinesla přehledné výsledky bádání.

3.2 Úkoly práce

Mezi úkoly této bakalářské práce patří:

1. Vytyčení zaměření výzkumu a úkolů práce.
2. Literární rešerše a studie literatury na dané téma.
3. Sběr a porovnání poznatků zjištěných z literatury.
4. Vytvoření tematického přehledu na dané téma.
5. Porovnání dat a poznatků na dané téma.
6. Formulování závěru a případných výsledků.

3.3 Výzkumné otázky

V rámci této bakalářské práce jsem si položil tyto výzkumné otázky, na které se pokusím najít odpověď a vysvětlit důvody.

1. Jak může přispět chlazení periferních částí těla ke snižování tepelné stresu a jaký má význam?
2. Jak chlazení periferních částí těla může ovlivnit silový a aerobní výkon?

4 Metodika práce

Základem této bakalářské práce je vytvoření literární rešerše. Literární rešerše slouží jako souhrn odborných a vědeckých článků, které mohou tvořit vědomostní základ, ze kterého můžeme následně získávat a porovnávat informace v dané oblasti zkoumání.

Obsah této bakalářské práce se skládá z české literatury, která se tematikou zabývá. Primární zdroj informací ale tvoří zahraniční vědecké články. Všechny vědecké články jsem čerpal z dostupných zdrojů vědeckých studií. Především jsem vyhledával v databázích PubMed, Google Scholar a BMJ Journals. Články a literatura, která se zaměřuje speciálně na chlazení periferních částí těla a arteriovenózní anastomózy je dostupná pouze v zahraniční literatuře.

V této bakalářské práci jsem si nijak nevymezil časové období dostupné literatury. Důvodem je velmi malé množství odborných článků, které by se tímto tématem zabývaly. Pokusil jsem se shrnout všechny dostupné články, které se na dané téma vyskytovaly a zároveň přijít s ucelenými závěry.

5 DESKRIPTIVNĚ-ANALYTICKÁ ČÁST

5.1 Chlazení periferních částí těla

Jak jsem zdůraznil v předešlé kapitole, tělo využívá těchto cév určených k termoregulaci, které se nachází právě na dlaních ruky, chodidlech nebo také na obličeji (Bartůňková, 2013). Podle teorie by se jednalo o jednoduchou zkratku, pomocí které by bylo možno zlepšit termoregulaci těla, kdyby se využívalo chlazení právě těchto částí těla. První zmínky o této metodě se datují k roku 1951, kdy studie od Greenfielda publikovaná v časopise *The Journal of Physiology* zkoumala, jaké jsou tepelné ztráty z konečků prstů. Ukázalo se, že tepelné ztráty z prstů jsou mnohem vyšší než tepelné ztráty z rukou nebo celého těla (Greenfield et al. 1951; Greenfield, Shepherd, Whelan, 1951). V návazných studiích vědci zkoumali, jak lze tento efekt ještě více zefektivnit. Zjistili, že za využití podtlaku (subatmosférického podtlaku) se odvod tepla ještělepší. Efekt byl testován na prstech u rukou, ale také nohou (Coles, Greenfield, 1956; Coles, 1957). Podtlak zapříčinil lehké roztáhnutí cév a umožnil lehké zvýšení objemu krve a lepší termoregulaci. Průtok krve byl však stále vázán na teplotě kůže (Coles, Patterson, 1957).

Začal se tedy testovat přístroj, který vytvářel lehký podtlak a zároveň umožňoval ochlazení chodidel a dlaní. Pomocí tohoto přístroje bylo umožněno zlepšovat termoregulaci při přehřívání nebo podchlazování jedince. Další studie, které vznikly za použití této technologie, zkoumaly navrácení teplotní stability po mírné hypotermii. Studie z roku 1997 zkoumala efektivnost zahřívání právě za použití přístroje, který zahříval periferní části (dlaně). Tato metoda se také vyzkoušela na pacientech, kteří měli hypotermii z důvodu předchozí anestezie. Studie ukázaly rychlejší navrácení teploty těla do normálních hodnot (Grahn et al. 1998; Hagobian et al. 2004; Soreide et al. 1999). Grahn (1998) dokonce ukázal, že efektivnost tohoto zahřívání po anestezii je mnohonásobně efektivnější, než běžné zahřívání pomocí deky a teplého vzduchu. Tento efekt se už následně nepodařilo zopakovat v jiných studiích (Smith et al. 1999; Taguchi et al. 2001). Podobný test se pokoušel realizovat také Vanggaard, 1999, ale pouze za využití vody. Ve studii lidé pokládali ruce a nohy do vody o teplotě 42 °C. Byla zjištěna podobná efektivnost zahřívání u lehce podchlazených jedinců (Vanggaard et al. 1999).

Podobné studie probíhaly i ve vojenském prostředí, kde se zjišťovalo, jestli pouhé chlazení rukou umožní vojákům lepší odvod tepla a následně lepší nebo delší výkon, například v teplém prostředí. Studie ukázaly, že ochlazování rukou má pozitivní efekt na výkon (Allsopp, Poole, 1991; House, Holmes, Allsopp, 1997).

5.1.1 Vliv chlazení rukou a chodidel na silový výkon

Nejprve se pokusím rozebrat aktuální výsledky studií, které zkoumaly, jaký má vliv chlazení periferních částí těla na silový výkon.

5.1.1.1 Pozitivní efekt

Work Volume and Strength Training Responses to Resistive Exercise Improve with Periodic Heat Extraction from the Palm

Grahn, Dennis A.; Cao, Vinh H.; Nguyen, Christopher M.; Liu, Mengyuan T.; Heller, H. Craig

Studie zkoumala efekt, který bude mít chlazení dlaní na výkon a další faktory. Samotná studie se rozdělila do 3 protokolů, které se soustředily na jiné efekty. 1. protokol se soustředil na efekt chlazení dlaní, tělesnou teplotu a celkový teplotní stres při zátěži. 2. protokol se soustředil na objem tréninku a vliv efektu chlazení dlaní. 3. protokol se zaměřil na silové výkony a možnost zlepšení silového výkonu při chlazení dlaní.

Výsledky 1. protokolu. Subjekty, které využívaly chlazení dlaní dosáhly lepšího výkonu, ale také měly nižší teplotu těla. Závěrem lze říct, že v této studii ukazují, že ochlazování dlaní může být účinnou strategií pro snížení tepelného stresu a únavy během cvičení.

Výsledky 2. protokolu. Při využívání chlazení dlaní během odpočinkových pauz došlo k průměrnému zlepšení objemu práce za 6 týdnů o 144 ± 83 %. Bez ochlazování dosáhly subjekty za 2 týdny zlepšení pouhých 4 ± 11 %. Celkový počet opakování během tréninkové jednotky se zvýšil ze 134 ± 48 na 298 ± 168 . U subjektů, které byly v kontrolní skupině, se rychlost zlepšení výkonu udržovala stálá.

Znatelně horší výsledky byly však zjištěny u skupiny začátečníků, kteří měli výsledky ať už s chlazením nebo bez. Využití chlazení dlaní se u nich jeví méně efektivní.

Výsledky 3. protokolu. Účastníci, kteří využívali chlazení dlaní dosáhli vyššího objemu práce a nárůstu síly během šesti týdnů tréninku. Celkové zvýšení síly dosáhlo 22 % za desetitýdenní období. Tento efekt následně srovnávali s dopingem a snažili se poukázat, že efekt chlazení dlaní je vyšší a udržitelnější než využití dopingu (Grahn et al. 2012). Toto tvrzení je však přehnané.

Palm cooling delays fatigue during high-intensity bench press exercise

Young Sub Kwon, Robert A Robergs, Len R Kravitz, Burke A Gurney, Christine M Mermier, Suzanne M Schneider

Tato studie zkoumala efekt chlazení dlaní na objem tréninku. Bylo zjištěno, že chlazení dlaní zvyšuje objem práce a umožňuje udělat více opakování benchpressu během druhé série, kde zlepšení bylo až o 30 %. Drobného zlepšení dosáhly subjekty také při 3. a 4. sérii (Kwon et al. 2010).

Palm Cooling and Heating Delays Fatigue During Resistance Exercise In Women

Kwon, Young S.; Robergs, Robert A.; Mermier, Christine M.; Schneider, Suzanne M.; Gurney, Alfred B.

Podobná studie následovala o 5 let později, ale tentokrát na ženách. Můžeme říct, že dokázala potvrdit, že chlazení dlaní je efektivní, ale přinesla novou otázku zahřívání dlaní. V této studii se ukázalo, že zahřátí dlaní může být též efektivní koncept (Kwon et al. 2015).

Intermittent Palm Cooling's Impact on Resistive Exercise Performance

J. F. Caruso, A. Barbosa, L. Erickson, R. Edwards, R. Perry, L. Learmonth, W. T. Potter

V této studii dospěli autoři též k významnému efektu. Zjistili, že při chlazení dlaní mezi sériemi dosáhnou subjekty menšího množství a rychlejšího se zbavování laktátu v těle. Zároveň chlazení dlaní přispívá k rychlejšímu se zbavování tepla (Caruso et al. 2015).

5.1.1.2 Žádný efekt

No Effect of Interset Palm Cooling on Acute Bench Press Performance, Electromyography Amplitude, or Spectral Frequencies in Resistance-Trained Men

Gerard McMahon, Rodney Kennedy, Adrian Burden

V reakci na všechny předchozí studie vznikla nejaktuálnější studie, která se pokoušela reagovat převážně na studie od Grahn a Kwon. Použila i podobný průběh studie, ale ve výsledku nenašla žádný efekt chlazení dlaní na výkon v benchpress. Ať už se jednalo o počet opakování nebo objem tréninku (McMahon, Kennedy, Burden, 2023).

5.1.2 Vliv chlazení periferních částí na aerobní výkon

V následující kapitole se pokusím shrnout dostupné studie, které se soustředily na vliv chlazení periferních částí těla na aerobní zátěž.

5.1.2.1 Pozitivní efekt

Foot cooling reduces exercise-induced hyperthermia in men with spinal cord injury

Todd A. Hagobian, Kevin A. Jacobs, B. Jenny Kiratli, Anne L. Friedlander

V této studii zjišťovali vliv chlazení chodidel na aerobní zatížení na subjektech po zranění míchy. Ve studii však zdůraznili, že by se výsledky nijak neměly lišit od výsledků běžné zdravé populace a že zdraví jedinci budou na zátěž reagovat velice

podobně. Zjistili, že při aerobním zatížení pomáhá chlazení chodidel lépe odvádět tělesnou teplotu způsobenou zatížením a teplotu lze takto lépe utlumit i během přehřátí po zátěži (Hagobian et al. 2004).

Heat extraction through the palm of one hand improves aerobic exercise endurance in a hot environment

Dennis A. Grahn, Vinh H. Cao, and H. Craig Heller

V této studii autoři zkoumali efekt, který může mít zbavování se teploty těla během zatížení právě přes chlazení dlaní. Bylo zjištěno, že pomalejší růst teploty těla koreluje s oddálením vyčerpání při aerobní zátěži. K zvyšování teploty docházelo u obou skupin lineárně, ale při chlazení docházelo k menšímu postupnému nárůstu (Grahn, Cao, Heller, 2005).

Effects of heat removal through the hand on metabolism and performance during cycling exercise in the heat

*Andrew R. Hsu, Todd A. Hagobian, Kevin A. Jacobs, Hamdee Attallah,
and Anne L. Friedlander*

V této studii se autoři zaměřovali na submaximální výkon cyklistů. Odvádění teploty z dlaní umožnilo snížit tělesnou teplotu při zatížení, snížit maximální konzumaci kyslíku při zatížení, ale také hodnoty laktátu. Subjekty také dokázaly zkrátit čas na dokončení stanoveného testu (Hsu et al. 2005).

Cooling via one hand improves physical performance in heat-sensitive individuals with Multiple Sclerosis: A preliminary study

Dennis A Grahn, Julie vLS Murray & H Craig Heller

Jedná se o jednu z prvních studií dvojice Grahn a Heller, která se soustředila na pacienty s roztroušenou sklerózou. Ve studii bylo zdůrazněno, že pacienti trpící tímto onemocněním hůře zvládají regulaci vyšších teplot, ať už z příčin tělesné zátěže nebo vysoké teploty prostředí. Subjekty, které využívaly chlazení dlaní během aerobní zátěže dokázaly prodloužit dobu zatížení o 33 % (Grahn, Murray, Heller, 2008).

The effectiveness of hand cooling at reducing exercise-induced hyperthermia and improving distance-race performance in wheelchair and able-bodied athletes

Victoria Goosey-Tolfrey, Michelle Swainson, Craig Boyd, Greg Atkinson, and Keith Tolfrey

V této studii zkoumali autoři efekt chlazení dlaní po zátěži za účelem lepší a rychlejší regenerace do následného testovacího běhu. Jednalo se o vozíčkáře, ale také běžné sportovce bez postižení. Studie došla k závěru, že chlazení dlaní je efektivní metoda na snížení tepelného zatížení těla po delším aerobním zatížením (Goosey-Tolfrey et al. 2008).

Effect of hand cooling on body temperature, cardiovascular and perceptual responses during recumbent cycling in a hot environment

Alan D Ruddock, Garry A Tew, Alison J Purvis

Další studie se soustředila na efekt chlazení dlaní na aerobní zátěž. Bylo zjištěno, že při využívání chlazení dlaní docházelo k menšímu nárůstu teploty při zatížení a zátěž byla méně náročná na kardiorespirační systém. Při studii navíc využívali pouhou nádobu s vodou na chlazení dlaní (Ruddock, Tew, Purvis, 2017).

Reduction in body temperature using hand cooling versus passive rest after exercise in the heat

William M Adams, Yuri Hosokawa, Elizabeth L Adams, Luke N Belval, Robert A Huggins, Douglas J Casa

V první studii od Adamse zkoumali autoři efekt chlazení dlaní v porovnání s pasivním odpočinkem. Chlazení dlaní přináší větší efekt na redukci teploty těla v porovnání s pasivním odpočinkem. Autoři dochází k závěru, že tato metoda může být efektivní metodou na snížení teploty těla a zlepšení regenerace mezi výkonem a po výkonu. Ve studii však poukazují, že efekt na snižování srdečního tepu je minimální (Adams et al. 2016).

Effects of heat acclimation on hand cooling efficacy following exercise in the heat

Elizabeth L Adams, Lesley W Vandermark, J Luke Pryor, Riana R Pryor, Rachel M VanScoy, Craig R Denegar, Robert A Huggins, Douglas J Casa

V této studii autoři zkoumali efekt chlazení dlaní spolu s tepelnou aklimatizací při zatížení v tepelně nepříznivých podmínkách. Chlazení dlaní má pozitivní efekt na odvádění tepla z těla zvláště u jedinců, kteří nejsou teplotně aklimatizováni. Při používání chlazení dlaní u tepelně aklimatizovaných jedinců nebyl nalezen bonusový pozitivní efekt (Adams et al. 2017).

Effectiveness of hand cooling and a cooling jacket on post-exercise cooling rates in hyperthermic athletes

Tessa Maroni, Brian Dawson, Kimberley Barnett, Kym Guelfi, Carly Brade, Louise Naylor, Chris Brydges, Karen Wallman

Studie zkoumala rychlost zbavování se tepla po zátěži za použití chlazení rukou, ale také chladicí vesty. V této studii nelze přesně určit, zda efekt přinesla metoda pomocí dlaní nebo pomocí chladicí vesty. V závěru autoři sdělují, že se jedná o efektivní metody zbavování se přebytku tepla způsobeného zátěží. V kombinaci se jedná o efektivní metodu, kterou lze využít během krátkých pauz mezi zátěží. Autoři dále zmiňují, že nenašli dodatečný efekt při chlazení obou rukou (Maroni et al. 2018).

Use of Gloves to Examine Intermittent Palm Cooling's Impact on Rowing Ergometry

O'Brien, Ian T; Kozerski, Amy E.; Gray, William D.; Chen, Ling; Vargas, Liliana J.; McEnroe, Charles B.; Vanhoover, Alexandria C.; King, Kristi M.; Pantalos, George M.; Caruso, John F.

Autoři této studie zkoumali efekt chlazení dlaní na výkon při veslování. Bylo testováno jak chlazení dlaní po zátěži, tak chlazení dlaní během samotného veslování. Obě metody chlazení oddálily vyčerpání a umožnily absolvovat více práce. Zároveň výsledky ukázaly, že při chlazení dlaní měli atleti menší tep a menší koncentraci laktátu (O'Brien et al. 2021).

5.1.2.2 Žádný efekt

Is Performance of Intermittent Intense Exercise Enhanced by Use of a Commercial Palm Cooling Device?

Walker, Thomas B; Zupan, Michael F; McGregor, Julia N; Cantwell, Andrew R; Norris, Torrance D

Studie zkoumala efekt chlazení dlaní mezi zatížením na výkon. Chlazení dlaní se neukázalo jako efektivní přístup pro zlepšení výkonu. Sportovci, kteří využívali tuto metodu, měli stejný nárůst teploty těla i stejný výkon jako kontrolní subjekty (Walker et al. 2009).

Palm cooling does not reduce heat strain during exercise in a hot, dry environment

Fabiano T. Amorim, Paulette M. Yamada, Robert A. Robergs, and Suzanne M. Schneider

Autoři studie se snažili ověřit výsledky, se kterými přišli autoři (Hsu, 2005, Grahn, 2005). Na rozdíl od pozitivních výsledků dříve zmiňovaných autorů nenašli žádné benefity ve využívání chlazení dlaní během zatížení v teplém prostředí. Chlazení dlaní nepřináší žádné benefity u tepelně adaptovaných jedinců (Amorim et al. 2010).

Palm Cooling Does not Improve Running Performance

C. M. Scheadler, N. W. Saunders, N. J. Hanson, S. T. Devor

Autoři zjišťovali efekt chlazení dlaně při středně intenzivní zátěži. Výsledek studie ukazuje, že chlazení dlaně pomocí komerčního zařízení během běhu nesnižuje teplotu těla a běžci neběží déle (Scheidler et al. 2013).

Effects of Palm Cooling on Thermoregulatory-Related and Subjective Indicators During Exercise in a Hot Environment

Risa Iwata, Takuji Kawamura, Fumitake Okabe, Zenya Fujita

Jedna z velice aktuálních studií zkoumá efektivitu chlazení dlaní při zátěži. Výsledky studie ukazují, že chlazení obou dlaní během zatížení nemá žádný efekt na teplotu těla. Autoři navíc poukazují na to, že arteriovenózní anastomózy jsou neefektivním regulátorem teploty těla (Iwata et al. 2023).

5.1.3 Efekt chlazení periferních částí těla pro bezpečnostní složky

V této kapitole se pokusím popsat všechny studie, které se realizovaly ve vojenském prostředí nebo v jiných náročných podmínkách. Jedná se především o studie, které se snažily zjistit efekt chlazení periferních částí těla na snížení teplotního stresu při práci v obtížných podmínkách, které vojenské nebo hasičské zásahy představují. Největší problém, který se u těchto povolání vyskytuje, je ochranná vrstva oblečení. Ta funguje jako výborný izolát a způsobuje nadměrné přehřívání. Tyto profese následně musejí využívat různých metod, aby se tohoto tepelného stresu dokázaly efektivně zbavit. Mezi tyto metody můžou patřit různé chladicí vesty, větráky nebo například využívání chlazení dlaní a předloktí (Bennett et al. 1995; Carter, Banister, Morrison, 1999; Nunneley, 1989; Selkirk, McLellan, 2004; Selkirk, McLellan, Wong, 2004).

5.1.3.1 Pozitivní efekt

Prevention of heat strain by immersing the hands and forearms in water

Mr J. R. House, Miss Cathy Holmes, Mr A. J. Allsopp

Jedná se o jednu z prvních studií, která zkoumala efekt chlazení dlaní a předloktí na zlepšení odstraňování tepla u vojáků. Autoři došli k závěru, že při chlazení v rozmezí mezi 10 °C až 30 °C se jedná o efektivní metodu snižování tepelného stresu u vojáků (House, Holmes, Allsopp, 1997).

Testing the effectiveness of techniques for reducing heat strain in Royal Navy nuclear, biological and chemical cleansing stations' Teams

J R House, H Lunt, A Magness, J Lyons

Navazující studie od House zkoumala opět efektivnost odstraňování tepelného stresu u vojáků. Při chlazení dlaní a předloktí v teplotě 10 °C docházelo k znatelnému snížení tepelného stresu. Následně docházelo k prodloužení pracovního výkonu (House et al. 2003).

Cooling hyperthermic firefighters by immersing forearms and hands in 10 degrees °C and 20 degrees °C water

Gordon G Giesbrecht, Christopher Jamieson, Farrell Cahill

Autoři této studie zkoumali význam chlazení dlaní a předloktí na odstranění tepla z těla při zátěži v plné hasičské zbroji. Bylo zjištěno, že pokaždé má výraznější efekt ochlazování celé ruky s předloktím než pouze samotné dlaně. Teplota 20 °C se však jeví jako nedostatečná pro efektivní odstraňování tepla z těla. Jedná se o efektivní metodu, kterou lze použít při snižování tělesné teploty v nepříznivých podmínkách (Giesbrecht, Jamieson, Cahill, 2007).

A new hand-cooling device to enhance firefighter heat strain recovery

Yang Zhang, Phillip A Bishop, Catalina Casaru, J K Davis

Autoři této studie porovnávají využívání chladícího zařízení dlaní u hasičů spolu s pasivním ochlazováním. Ve studii dochází k závěru, že efekt chlazení dlaní je signifikantní a pomáhá ochlazovat hasiče. Zařízení snižuje riziko přehřátí a navíc je dobře přenosné a využitelné pro hasičské sbory (Zhang et al. 2009).

Palm cooling to reduce heat strain in subjects during simulated armoured vehicle transport

Matthew R. Kuennen, Trevor L. Gillum, Fabiano T. Amorim, Young Sub Kwon & Suzanne M. Schneider

V této studii autoři rozebírají problém termoregulace vojáků během mobility v obrněných vozech. Teplota v těchto vozech se často vyšplhá až na 54.5 °C a chlazení rukou pro ně představuje efektivní metodu odebírání tepla (Kuennen et al. 2010).

A comparison of cooling techniques in firefighters after a live burn evolution

Deanna Colburn, Joe Suyama, Steven E. Reis, Julia L. Morley, Fredric L. Goss, Yi-Fan Chen, Charity G. Moore, David Hostler

Autoři této studie porovnávali efektivnost jednotlivých technik chlazení. Srovnávali především metody aktivního chlazení a metody pasivní. Mezi vybrané aktivní metody vybrali chlazení pomocí vesty a chlazení předloktí a dlaní. Ve studii došli k závěru, že všechny aktivní metody jsou lepší než metody pasivní. Chlazení předloktí však vykazovalo o něco lepší efektivnost v odebírání tepla než chladicí vesta. Srdeční tep byl u všech metod stejný (Colburn et al. 2011).

5.1.3.2 Žádný efekt

Comparison of active cooling devices with passive cooling for rehabilitation of firefighters performing exercise in thermal protective clothing: a report from the Fireground Rehab Evaluation (FIRE) trial

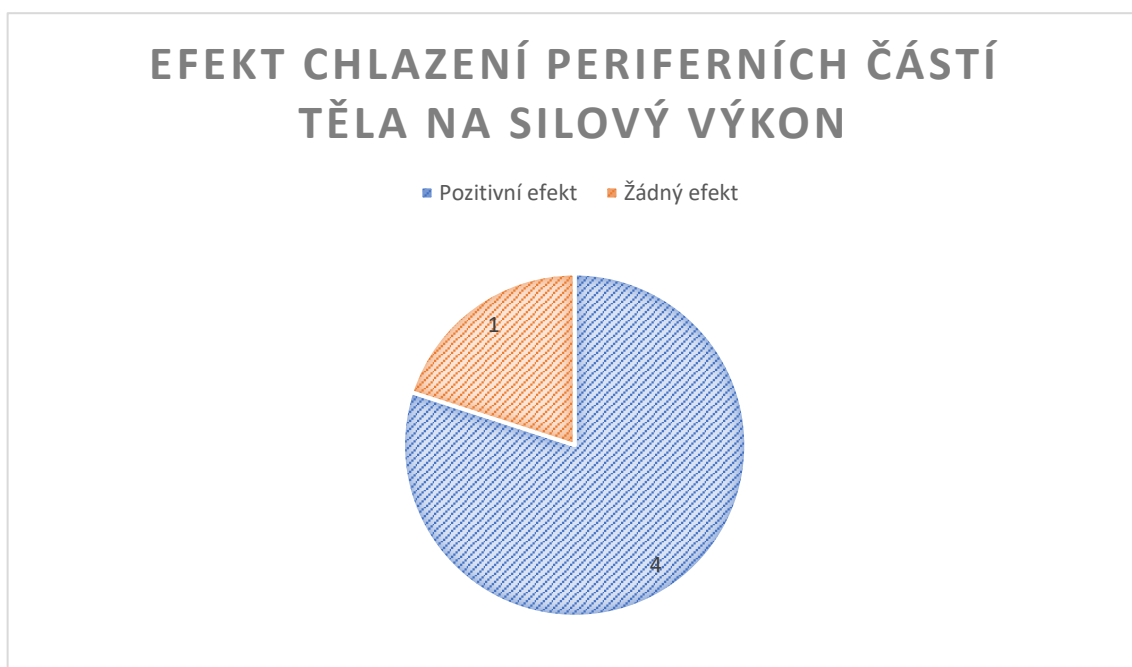
David Hostler, Steven E Reis, James C Bednez, Sarah Kerin, Joe Suyama

Autoři této studie porovnávají různé aktivní metody chlazení s pasivními metodami a dochází k závěru, že žádná z nich není efektivnější než samotné pasivní chlazení. Pokud by teplota okolního prostředí nepřesáhla 24 °C je využitelnost aktivních metod chlazení neefektivní (Hostler et al. 2010).

6 VÝSLEDKY

6.1 Efekt chlazení periferních částí těla na silový výkon

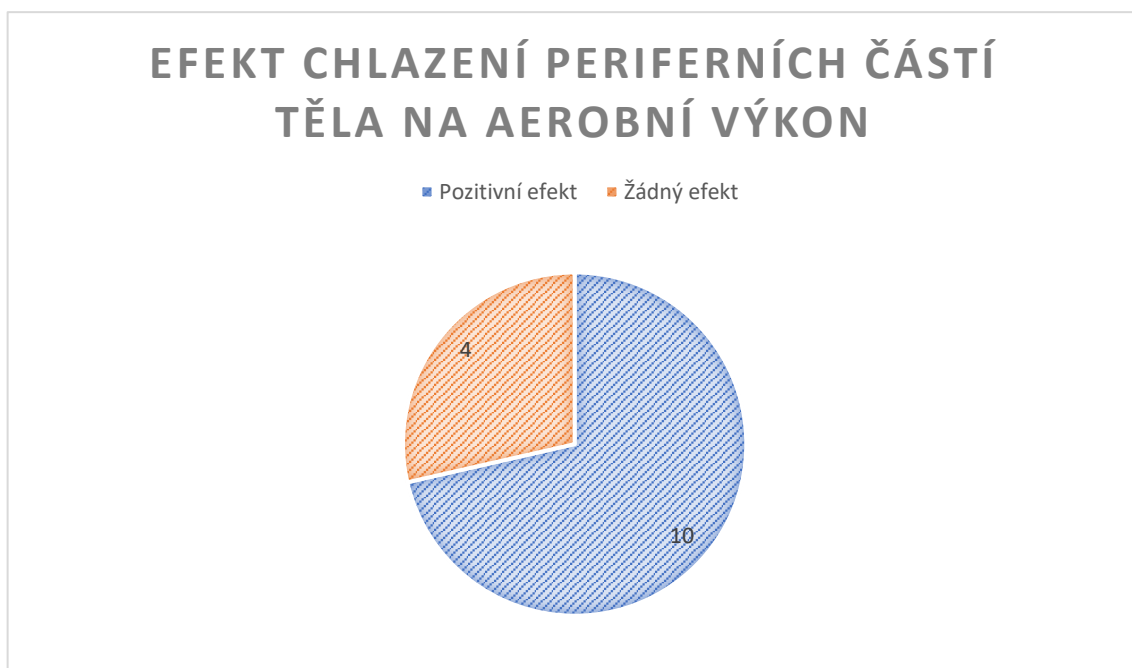
V této oblasti je stále velice omezené množství studií a do budoucna je zapotřebí pokračovat ve zkoumání efektu chlazení periferních částí těla na silový výkon. Dohromady existuje pouze 5 studií a z toho 4 ukazují pozitivní efekt na výkon. Poslední studie dělaná na toto téma, však nenašla žádný efekt v chlazení dlaní na výkon. Studie je koncipována s cílem replikovat předešlé výsledky těch studií, které našly pozitivní vliv na výkon (McMahon, Kennedy, Burden 2023). Všechny předchozí studie přicházejí s výsledky, které jsou ohromující. Studie ukazují, že chlazení periferních částí těla funguje jako efektivní mechanismus zbavování se přehřátí. Studie od Kwon a Heller ukazují, že se při použití této metody výrazně zvýšil objem cvičení (Grahm et al. 2012; Kwon et al. 2010; 2015). Caruso (2015) navíc ukazuje, že při používání chlazení bylo dosaženo menšího množství laktátu a samotného laktátu se tělo lépe zbavovalo (Caruso et al. 2015). Studie od Hellera také ukázala, že využitelnost této metody je převážně u pokročilejších cvičenců. Při využívání této metody u nováčků nebyl nalezen tak velký pozitivní efekt (Grahm et al. 2012).



Graf 6. - Efekt chlazení periferních částí těla na silový výkon.

6.2 Efekt chlazení periferních částí těla na aerobní výkon

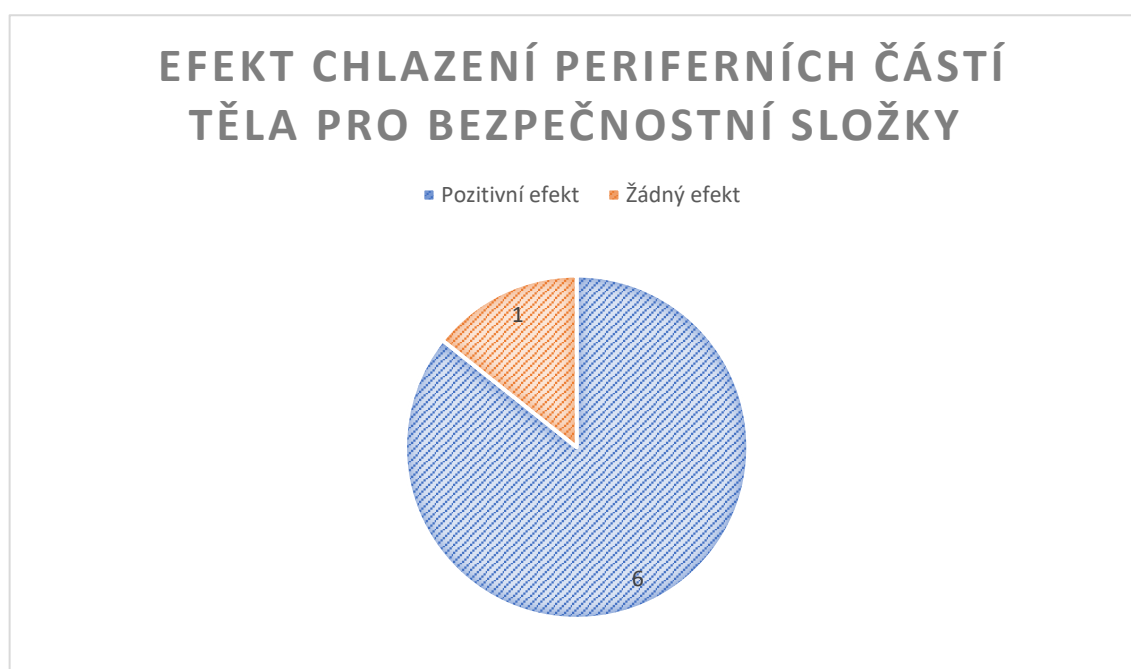
Samotných studií, které se soustřeďují na různé formy aerobního výkonu je mnohem více. Většinou se studie zaměřují na běh, veslování, jízdu na kole nebo chůzi. Celkem jsem porovnával 14 studií, z toho 10 studií našlo pozitivní vliv na výkon a 4 nenašly žádný vliv. Ve studiích se zkoumal jak efekt chlazení dlaní, tak efekt chlazení chodidel. Studie probíhaly na běžné populaci u aktivních sportovců, ale také u pacientů s roztroušenou sklerózou (Grahn, Murray, Heller, 2008), vozíčkářů (Goosey-Tolfrey et al. 2008) nebo u pacientů po zranění míchy (Hagobian et al. 2004). Všechny studie, které našly pozitivní vliv na výkon, souhlasí s tvrzením, že je tato metoda efektivní na odstraňování přebytečného tepla z těla způsobeného sportovní aktivitou nebo teplotou prostředí. Některé studie našly pozitivní vliv na oddálení vyčerpání při zátěži, který umožnil pokračovat v aktivitě po delší dobu (Grahn, Cao, Heller, 2005; Grahn, Murray, Heller, 2008; Hsu et al. 2005). Jedna studie ukázala, že při chlazení podávají sportovci lepší výkon (Hsu et al. 2005). Také zde byl nalezený pozitivní vliv na produkci laktátu, která se snížila (Hsu et al. 2005; O'Brien et al. 2021). 4 studie, které nenašly vliv na výkon, hovoří o této metodě jako o neefektivní. Metoda nepřináší žádné benefity v snižování tělesné teploty při přehřátí (Amorim et al. 2010; Iwata et al. 2023; Scheadler et al. 2013; Walker et al. 2009).



Graf 7. - Efekt chlazení periferních částí těla na aerobní výkon.

6.3 Efekt chlazení periferních částí těla pro bezpečnostní složky

Poslední kategorií, která extenzivně zkoumá tuto metodu, jsou bezpečnostní složky. Dohromady se mi podařilo najít 7 studií, 6 našlo pozitivní vliv na ochlazování u bezpečnostních složek, 1 studie nenašla žádný vliv. Studie, která nenašla vliv na ochlazování bezpečnostních složek pomocí chlazení periferních částí těla, tvrdí, že pasivní metody chlazení těla jsou stejně účinné jako metody aktivní (Hostler et al. 2010).



Graf 8. - Efekt chlazení periferních částí těla pro bezpečnostní složky.

7 ZÁVĚRY

V teoretické části bakalářské práce se věnuji převážně vysvětlení problematiky přehřátí a vlivu přehřátí při samotném výkonu. Zároveň vysvětluji fungování termoregulačních mechanismů těla a jak se tělo samotného tepla zbavuje. V návaznosti představuji využití chlazení periferních částí těla a jeho možné benefity pro výkon.

Hlavním cílem práce bylo přijít s výsledky, které přináší využívání chlazení periferních částí těla na výkon. V samotné práci bylo analyzováno 26 studií, ze kterých našlo pozitivní vliv na výkon dvacet studií. Šest studií nenašlo žádný vliv na výkon. Čtrnáct studií přišlo se závěrem, že chlazení pomáhá k rychlejšímu snižování tělesné teploty. Tři studie hovoří o oddálení vyčerpání při zátěži (Hsu et al. 2005; Grahn, Cao, Heller, 2005; Grahn, Murray, Heller, 2008). Čtyři studie zaznamenaly zvýšení objemu práce (Caruso et al. 2015; Grahn et al. 2012; Kwon et al. 2010; 2015). Studie od Caruso (2015) a Hsu (2005) popisují dokonce snížené množství produkovaného laktátu. Z výsledků práce vyplývá, že se jedná o možnou efektivní metodu, která má ergogenní účinky. Dle zjištěných údajů lze předpokládat, že chlazení periferních částí těla má největší význam především mezi výkonem nebo v průběhu výkonu. Bylo zjištěno také možné využití u bezpečnostních složek.

Problematika chlazení periferních částí těla a následný vliv na výkon není v zahraniční literatuře neznámá. Zahraniční autoři se jí věnují již řadu let. Na české půdě se však jedná o pojem zcela nový, o kterém zatím chybí informace v odborné česky psané literatuře. Množství textu, které je v učebnicích fyziologie možno najít o této problematice, je limitováno. Do budoucna je zapotřebí rozšířit povědomí o tomto jevu a vytvořit nové studie, které by více vysvětlovaly a potvrzovaly nynější výsledky.

SEZNAM LITERATURY

- ADAMS, Elizabeth L., VANDERMARK, Lesley W., PRYOR, J. Luke, PRYOR, Riana R., VANSCOY, Rachel M., DENEGAR, Craig R., HUGGINS, Robert A. a CASA, Douglas J., 2017. Effects of heat acclimation on hand cooling efficacy following exercise in the heat. *Journal of Sports Sciences*. 3 květen 2017. Vol. 35, no. 9, pp. 828–834. DOI 10.1080/02640414.2016.1192671.
- ADAMS, William M., HOSOKAWA, Yuri, ADAMS, Elizabeth L., BELVAL, Luke N., HUGGINS, Robert A. a CASA, Douglas J., 2016. Reduction in body temperature using hand cooling versus passive rest after exercise in the heat. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 1 listopad 2016. Vol. 19, no. 11, pp. 936–940. DOI 10.1016/j.jsams.2016.02.006.
- ALLSOPP, A. J. a POOLE, K. A., 1991. The effect of hand immersion on body temperature when wearing impermeable clothing. *Journal of the Royal Naval Medical Service*. 1991. Vol. 77, no. 1, pp. 41–47.
- AMORIM, Fabiano T., YAMADA, Paulette M., ROBERGS, Robert A. a SCHNEIDER, Suzanne M., 2010. Palm cooling does not reduce heat strain during exercise in a hot, dry environment. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme*. srpen 2010. Vol. 35, no. 4, pp. 480–489. DOI 10.1139/H10-040.
- BARTŮŇKOVÁ, Staša, 2013. *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu. ISBN 978-80-87647-06-6.
- BENNETT, B. L., HAGAN, R. D., HUEY, K. A., MINSON, C. a CAIN, D., 1995. Comparison of two cool vests on heat-strain reduction while wearing a firefighting ensemble. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1995. Vol. 70, no. 4, pp. 322–328. DOI 10.1007/BF00865029.
- BENZINGER, T. H., 1969. Heat regulation: homeostasis of central temperature in man. *Physiological Reviews*. říjen 1969. Vol. 49, no. 4, pp. 671–759. DOI 10.1152/physrev.1969.49.4.671.
- BLONDIN, Denis P., LABBÉ, Sébastien M., TINGELSTAD, Hans C., NOLL, Christophe, KUNACH, Margaret, PHOENIX, Serge, GUÉRIN, Brigitte, TURCOTTE, Éric E., CARPENTIER, André C., RICHARD, Denis a HAMAN, François, 2014. Increased Brown Adipose Tissue Oxidative Capacity in Cold-Acclimated Humans. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 1 březen 2014. Vol. 99, no. 3, pp. E438–E446. DOI 10.1210/jc.2013-3901.
- BOMPA, Tudor O. a HAFF, Greg, 2009. *Periodization: theory and methodology of training*. 5th ed. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 978-0-7360-7483-4. GV546 .B544 2009
- BONGERS, Coen C. W. G., HOPMAN, Maria T. E. a EIJSVOGELS, Thijs M. H., 2017. Cooling interventions for athletes: An overview of effectiveness, physiological

mechanisms, and practical considerations. *Temperature: Multidisciplinary Biomedical Journal*. 2017. Vol. 4, no. 1, pp. 60. DOI 10.1080/23328940.2016.1277003.

BOSQUET, Laurent, MONTPETIT, Jonathan, ARVISAIS, Denis a MUJIKA, Iñigo, 2007. Effects of tapering on performance: a meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. srpen 2007. Vol. 39, no. 8, pp. 1358–1365. DOI 10.1249/mss.0b013e31806010e0.

CARTER, J. B., BANISTER, E. W. a MORRISON, J. B., 1999. Effectiveness of rest pauses and cooling in alleviation of heat stress during simulated fire-fighting activity. *Ergonomics*. únor 1999. Vol. 42, no. 2, pp. 299–313. DOI 10.1080/001401399185667.

CARUSO, J., BARBOSA, A., ERICKSON, L., EDWARDS, R., PERRY, R., LEARMONTH, L. a POTTER, W., 2015. Intermittent Palm Cooling's Impact on Resistive Exercise Performance. *International Journal of Sports Medicine*. 3 červen 2015. Vol. 36, no. 10, pp. 814–821. DOI 10.1055/s-0035-1547264.

CLEAR, James, 2014. How to Build Muscle: Strength Lessons from Milo of Croton. *James Clear*. online. 11 září 2014. [Viděno 8 březem 2023]. Získáno z: <https://jamesclear.com/milo>

COLBURN, Deanna, SUYAMA, Joe, REIS, Steven E, MORLEY, Julia L, GOSS, Fredric L, CHEN, Yi-Fan, MOORE, Charity G a HOSTLER, David, 2011. A comparison of cooling techniques in firefighters after a live burn evolution. *Prehospital emergency care: official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors*. 2011. Vol. 15, no. 2, pp. 226–232. DOI 10.3109/10903127.2010.545482.

COLES, D. R., 1957. Heat elimination from the toes during exposure of the foot to subatmospheric pressures. *The Journal of Physiology*. 23 leden 1957. Vol. 135, no. 1, pp. 171–181.

COLES, D. R. a GREENFIELD, A. D. M., 1956. The reactions of the blood vessels of the hand during increases in transmural pressure. *The Journal of Physiology*. 28 únor 1956. Vol. 131, no. 2, pp. 277–289. DOI 10.1113/jphysiol.1956.sp005462.

COLES, D. R. a PATTERSON, G. C., 1957. The capacity and distensibility of the blood vessels of the human hand. *The Journal of Physiology*. 23 leden 1957. Vol. 135, no. 1, pp. 163–170.

ČIHÁK, Radomír, 1997. *Anatomie*. 3. Vydání 1. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-7169-140-2.

DPT, Dr Mike Jansen, PT, 2021. Deload Weeks | The Ultimate Guide! *Revolutionary Program Design*. online. 26 červen 2021. [Viděno 14 březem 2023]. Získáno z: <https://revolutionaryprogramdesign.com/deload-5/>

ENTRÉE, Editorial Board, 2011. *PHYSIOLOGY AND HEAT TRANSFER*. online. Begel House Inc. [Viděno 13 dubem 2023]. ISBN 978-1-56700-456-4.

- FLOURIS, Andreas D., 2011. Functional architecture of behavioural thermoregulation. *European Journal of Applied Physiology*. 1 leden 2011. Vol. 111, no. 1, pp. 1–8. DOI 10.1007/s00421-010-1602-8.
- GIESBRECHT, Gordon G., JAMIESON, Christopher a CAHILL, Farrell, 2007. Cooling Hyperthermic Firefighters by Immersing Forearms and Hands in 10°C and 20°C Water. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 1 červen 2007. Vol. 78, no. 6, pp. 561–567.
- GONZÁLEZ-ALONSO, José, QUISTORFF, Bjørn, KRUSTRUP, Peter, BANGSBO, Jens a SALTIN, Bengt, 2000. Heat production in human skeletal muscle at the onset of intense dynamic exercise. *The Journal of Physiology*. duben 2000. Vol. 524, no. 2, pp. 603–615. DOI 10.1111/j.1469-7793.2000.00603.x.
- GOOSEY-TOLFREY, Victoria, SWAINSON, Michelle, BOYD, Craig, ATKINSON, Greg a TOLFREY, Keith, 2008. The effectiveness of hand cooling at reducing exercise-induced hyperthermia and improving distance-race performance in wheelchair and able-bodied athletes. *Journal of Applied Physiology*. červenec 2008. Vol. 105, no. 1, pp. 37–43. DOI 10.1152/jappphysiol.01084.2007.
- GRAHN, D., BROCK-UTNE, J. G., WATENPAUGH, D. E. a HELLER, H. C., 1998. Recovery from mild hypothermia can be accelerated by mechanically distending blood vessels in the hand. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*. listopad 1998. Vol. 85, no. 5, pp. 1643–1648. DOI 10.1152/jappl.1998.85.5.1643.
- GRAHN, Dennis A., CAO, Vinh H. a HELLER, H. Craig, 2005. Heat extraction through the palm of one hand improves aerobic exercise endurance in a hot environment. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*. září 2005. Vol. 99, no. 3, pp. 972–978. DOI 10.1152/jappphysiol.00093.2005.
- GRAHN, Dennis A., CAO, Vinh H., NGUYEN, Christopher M., LIU, Mengyuan T. a HELLER, H. Craig, 2012. Work volume and strength training responses to resistive exercise improve with periodic heat extraction from the palm. *Journal of Strength and Conditioning Research*. září 2012. Vol. 26, no. 9, pp. 2558–2569. DOI 10.1519/JSC.0b013e31823f8c1a.
- GRAHN, Dennis A., MURRAY, Julie vLS a HELLER, H. Craig, 2008. Cooling via one hand improves physical performance in heat-sensitive individuals with Multiple Sclerosis: A preliminary study. *BMC Neurology*. 12 květen 2008. Vol. 8, no. 1, pp. 14. DOI 10.1186/1471-2377-8-14.
- GRAHN, Dennis a HELLER, Craig, 2004. The Physiology of Mammalian Temperature Homeostasis. *ITACCS Critical Care Monograph*. 1 leden 2004.
- GREENFIELD, A. D. M., KERNOHAN, G. A., MARSHALL, R. J., SHEPHERD, J. T. a WHELAN, R. F., 1951. Heat loss from toes and fore-feet during immersion in cold water. *Journal of Applied Physiology*. červenec 1951. Vol. 4, no. 1, pp. 37–45. DOI 10.1152/jappl.1951.4.1.37.
- GREENFIELD, A. D. M., SHEPHERD, J. T. a WHELAN, R. F., 1951. The loss of heat from the hands and from the fingers immersed in cold water. *The Journal of*

Physiology. únor 1951. Vol. 112, no. 3–4, pp. 459–475.
DOI 10.1113/jphysiol.1951.sp004544.

GRIM, Miloš a FEJFAR, Oldřich, 2011. *Anatomie*. 3., upr.dopl. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3817-8.

GROUP, Poliquin, nedatováno. The Forty Best Tips To Speed Recovery From Your Workout | Poliquin Article. online. [Viděno 14 březem 2023]. Získáno z: https://www.poliquingroup.com/ArticlesMultimedia/Articles/Article/1121/The_Forty_Best_Tips_To_Speed_Recovery_From_Your_Wo.aspx

HAGOBIAN, Todd, JACOBS, Kevin, KIRATLI, B. a FRIEDLANDER, Anne, 2004. Foot Cooling Reduces Exercise-Induced Hyperthermia in Men with Spinal Cord Injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1 březem 2004. Vol. 36, no. 3, pp. 411–417. DOI 10.1249/01.MSS.0000117133.75146.66.

HARDY, J. D., 1961. Physiology of temperature regulation. *Physiological Reviews*. červenec 1961. Vol. 41, pp. 521–606. DOI 10.1152/physrev.1961.41.3.521.

HOSTLER, David, REIS, Steven E., BEDNEZ, James C., KERIN, Sarah a SUYAMA, Joe, 2010. Comparison of Active Cooling Devices with Passive Cooling for Rehabilitation of Firefighters Performing Exercise in Thermal Protective Clothing: A Report from the Fireground Rehab Evaluation (FIRE) Trial. *Prehospital Emergency Care*. 1 květen 2010. Vol. 14, no. 3, pp. 300–309. DOI 10.3109/10903121003770654.

HOUSE, J. R., HOLMES, C. a ALLSOPP, A. J., 1997. Prevention of heat strain by immersing the hands and forearms in water. *Journal of the Royal Naval Medical Service*. 1997. Vol. 83, no. 1, pp. 26–30.

HOUSE, J. R., LUNT, H., MAGNESS, A. a LYONS, J., 2003. Testing the effectiveness of techniques for reducing heat strain in Royal Navy nuclear, biological and chemical cleansing stations' teams. *Journal of the Royal Naval Medical Service*. 2003. Vol. 89, no. 1, pp. 27–34.

HSU, Andrew R., HAGOBIAN, Todd A., JACOBS, Kevin A., ATTALLAH, Hamdee a FRIEDLANDER, Anne L., 2005. Effects of Heat Removal Through the Hand on Metabolism and Performance During Cycling Exercise in the Heat. *Canadian Journal of Applied Physiology*. únor 2005. Vol. 30, no. 1, pp. 87–104. DOI 10.1139/h05-107.

IWATA, Risa, KAWAMURA, Takuji, OKABE, Fumitake a FUJITA, Zenya, 2023. *Effects of Palm Cooling on Thermoregulatory-Related and Subjective Indicators During Exercise in a Hot Environment*. online. 14 únor 2023. Rochester, NY. 4357741. [Viděno 2 květen 2023].

JESSEN, Claus, 2001. *Temperature Regulation in Humans and Other Mammals*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-642-59461-8.

JONES, Paul R., BARTON, Christian, MORRISSEY, Dylan, MAFFULLI, Nicola a HEMMING, Stephanie, 2012. Pre-cooling for endurance exercise performance in the heat: a systematic review. *BMC Medicine*. 18 prosinec 2012. Vol. 10, no. 1, pp. 166. DOI 10.1186/1741-7015-10-166.

- Khabib Nurmagomedov on his training routine and avoiding overtraining*, 2022. online. [Viděno 14 březen 2023]. Získáno z: <https://www.youtube.com/watch?v=dUGV70oPsTs>
- KITTAR, Otomar, 2011. *Lékařská fyziologie*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3068-4.
- KOZLOWSKI, S., BRZEZINSKA, Z., KRUK, B., KACIUBA-USCILKO, H., GREENLEAF, J. E. a NAZAR, K., 1985. Exercise hyperthermia as a factor limiting physical performance: temperature effect on muscle metabolism. *Journal of Applied Physiology*. 1 září 1985. Vol. 59, no. 3, pp. 766–773. DOI 10.1152/jappl.1985.59.3.766.
- KŠÍROVÁ, Barbora, 2021. Vliv menstruačního cyklu na silové schopnosti a silový trénink. .
- KUENNEN, Matthew R., GILLUM, Trevor L., AMORIM, Fabiano T., KWON, Young Sub a SCHNEIDER, Suzanne M., 2010. Palm cooling to reduce heat strain in subjects during simulated armoured vehicle transport. *European Journal of Applied Physiology*. duben 2010. Vol. 108, no. 6, pp. 1217–1223. DOI 10.1007/s00421-009-1335-8.
- KWON, Young S., ROBERGS, Robert A., MERMIER, Christine M., SCHNEIDER, Suzanne M. a GURNEY, Alfred B., 2015. Palm Cooling and Heating Delays Fatigue During Resistance Exercise In Women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. srpen 2015. Vol. 29, no. 8, pp. 2261. DOI 10.1519/JSC.0b013e31829cef4e.
- KWON, Young Sub, ROBERGS, Robert A., KRAVITZ, Len R., GURNEY, Burke A., MERMIER, Christine M. a SCHNEIDER, Suzanne M., 2010. Palm Cooling Delays Fatigue during High-Intensity Bench Press Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. srpen 2010. Vol. 42, no. 8, pp. 1557–1565. DOI 10.1249/MSS.0b013e3181d34a53.
- MÁČEK, Miloš, 2011. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. První vydání. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-695-3.
- MARONI, Tessa, DAWSON, Brian, BARNETT, Kimberley, GUELFY, Kym, BRADE, Carly, NAYLOR, Louise, BRYDGES, Chris a WALLMAN, Karen, 2018. Effectiveness of hand cooling and a cooling jacket on post-exercise cooling rates in hyperthermic athletes. *European Journal of Sport Science*. 21 duben 2018. Vol. 18, no. 4, pp. 441–449. DOI 10.1080/17461391.2018.1425484.
- MCMAHON, Gerard, KENNEDY, Rodney a BURDEN, Adrian, 2023. No Effect of Interset Palm Cooling on Acute Bench Press Performance, Electromyography Amplitude, or Spectral Frequencies in Resistance-Trained Men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. březen 2023. Vol. 37, no. 3, pp. 555. DOI 10.1519/JSC.0000000000004285.
- Milo of Croton | Biography, Wrestling, & Facts, 2023. *Encyclopedia Britannica*. online. [Viděno 8 březen 2023]. Získáno z: <https://www.britannica.com/biography/Milo-of-Croton>

- MOUREK, Jindřich, 2012. *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. 2., dopl. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3918-2.
- Nonshivering Thermogenesis - an overview | ScienceDirect Topics, nedatováno. online. [Viděno 6 duben 2023]. Získáno z: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/nonshivering-thermogenesis>
- NUNNELEY, S. A., 1989. Heat stress in protective clothing. Interactions among physical and physiological factors. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. 1989. Vol. 15 Suppl 1, pp. 52–57.
- O'BRIEN, Ian T., KOZERSKI, Amy E., GRAY, William D., CHEN, Ling, VARGAS, Liliana J., MCENROE, Charles B., VANHOOVER, Alexandria C., KING, Kristi M., PANTALOS, George M. a CARUSO, John F., 2021. Use of Gloves to Examine Intermittent Palm Cooling's Impact on Rowing Ergometry. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. duben 2021. Vol. 35, no. 4, pp. 931. DOI 10.1519/JSC.0000000000003561.
- PANDA, Satchin, 2020. *Cirkadiánní kód: využijte přirozený rytmus svého těla pro zdraví, výkon a zhubnutí*. Vydání první. V Brně: Jan Melvil Publishing. ISBN 978-80-7555-117-7.
- Paretův princip, 2023. *Wikipedie*. online. [Viděno 14 březen 2023]. Získáno z: https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Paret%C5%AFv_princip&oldid=22318751 1Page Version ID: 22318751
- PARK, Sharon B. a KHATTAR, Divya, 2023. Tachypnea. In: *StatPearls*. online. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. [Viděno 6 duben 2023]. Získáno z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541062/NBK541062>
- PASTUCHA, Dalibor, 2014. *Tělovýchovné lékařství: vybrané kapitoly*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4837-5.
- PÉRIARD, Julien D. a RACINAIS, Sébastien (ed.), 2019. *Heat Stress in Sport and Exercise: Thermophysiology of Health and Performance*. Cham, Switzerland: Springer. Orthopedics, Surgical Orthopedics & Sports Medicine. ISBN 978-3-319-93514-0.
- PERIČ, Tomáš a DOVALIL, Josef, 2010. *Sportovní trénink*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2118-7.
- PETR, Miroslav a ŠŤASTNÝ, Petr, 2012. *Funkční silový trénink*. Vyd. 1. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu. ISBN 978-80-86317-93-9.
- QIAN, Shuwen, HUANG, Haiyan a TANG, Qiqun, 2015. Brown and beige fat: the metabolic function, induction, and therapeutic potential. *Frontiers of Medicine*. 1 červen 2015. Vol. 9, no. 2, pp. 162–172. DOI 10.1007/s11684-015-0382-2.
- ROKYTA, Richard, 2016. *Fyziologie*. Třetí, přepracované vydání (první vydání v nakladatelství Galén). Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-238-1.

- RUDDOCK, Alan D, TEW, Garry A a PURVIS, Alison J, 2017. Effect of hand cooling on body temperature, cardiovascular and perceptual responses during recumbent cycling in a hot environment. *Journal of Sports Sciences*. 18 červenec 2017. Vol. 35, no. 14, pp. 1466–1474. DOI 10.1080/02640414.2016.1215501.
- SAAD, Adham R., STEPHENS, Dan P., BENNETT, Lee Ann T., CHARKOUDIAN, Nisha, KOSIBA, Wojciech A. a JOHNSON, John M., 2001. Influence of isometric exercise on blood flow and sweating in glabrous and nonglabrous human skin. *Journal of Applied Physiology*. 1 prosinec 2001. Vol. 91, no. 6, pp. 2487–2492. DOI 10.1152/jappl.2001.91.6.2487.
- SAKAMOTO, K., WAKABAYASHI, I., YOSHIMOTO, S., MASUI, H. a KATSUNO, S., 1991. Effects of physical exercise and cold stimulation on serum testosterone level in men. *Nihon Eiseigaku Zasshi. Japanese Journal of Hygiene*. červen 1991. Vol. 46, no. 2, pp. 635–638. DOI 10.1265/jjh.46.635.
- SAWKA, M. N., YOUNG, A. J., LATZKA, W. A., NEUFER, P. D., QUIGLEY, M. D. a PANDOLF, K. B., 1992. Human tolerance to heat strain during exercise: influence of hydration. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*. červenec 1992. Vol. 73, no. 1, pp. 368–375. DOI 10.1152/jappl.1992.73.1.368.
- SELKIRK, G. A. a MCLELLAN, T. M., 2004. Physical work limits for Toronto firefighters in warm environments. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. duben 2004. Vol. 1, no. 4, pp. 199–212. DOI 10.1080/15459620490432114.
- SELKIRK, G. A., MCLELLAN, T. M. a WONG, J., 2004. Active versus passive cooling during work in warm environments while wearing firefighting protective clothing. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. srpen 2004. Vol. 1, no. 8, pp. 521–531. DOI 10.1080/15459620490475216.
- SHARKEY, Brian J., GASKILL, Steven E. a BARDA, Michal, 2019. *Fyziologie sportu pro trenéry*. Praha: Mladá fronta. ISBN 978-80-204-4532-2.
- SCHEADLER, C. M., SAUNDERS, N. W., HANSON, N. J. a DEVOR, S. T., 2013. Palm Cooling Does not Improve Running Performance. *International Journal of Sports Medicine*. 26 únor 2013. pp. 732–735. DOI 10.1055/s-0032-1327576.
- SMITH, C. E., PARAND, A., PINCHAK, A. C., HAGEN, J. F. a HANCOCK, D. E., 1999. The failure of negative pressure rewarming (Thermostat) to accelerate recovery from mild hypothermia in postoperative surgical patients. *Anesthesia and Analgesia*. prosinec 1999. Vol. 89, no. 6, pp. 1541–1545. DOI 10.1097/00000539-199912000-00043.
- SOREIDE, E., GRAHN, D. A., BROCK-UTNE, J. G. a ROSEN, L., 1999. A non-invasive means to effectively restore normothermia in cold stressed individuals: a preliminary report. *The Journal of Emergency Medicine*. 1999. Vol. 17, no. 4, pp. 725–730. DOI 10.1016/s0736-4679(99)00068-2.
- TAGUCHI, A., ARKILIC, C. F., AHLUWALIA, A., SESSLER, D. I. a KURZ, A., 2001. Negative pressure rewarming vs. forced air warming in hypothermic postanesthetic

volunteers. *Anesthesia and Analgesia*. leden 2001. Vol. 92, no. 1, pp. 261–266. DOI 10.1097/00000539-200101000-00052.

Temperature triggers sleep and influences sleep depth | Matthew Walker, 2019. online. [Viděno 6 duben 2023]. Získáno z: <https://www.youtube.com/watch?v=J9XgFrQ5aBU>

The Fundamentals of Tapering and Peaking for Performance | What, Why & How, 2017. online. [Viděno 14 březn 2023]. Získáno z: https://www.youtube.com/watch?v=Uum6b3sG_QA

The grandmaster diet: How to lose weight while barely moving, 2020. *ESPN.com*. online. [Viděno 12 duben 2023]. Získáno z: https://www.espn.com/espn/story/_/id/27593253/why-grandmasters-magnus-carlsen-fabiano-caruana-lose-weight-playing-chess

TROJAN, Stanislav, 2003. *Lékařská fyziologie*. 4. vyd. prep. a dop. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-0512-5.

VANGGAARD, L., EYOLFSON, D., XU, X., WESEEN, G. a GIESBRECHT, G. G., 1999. Immersion of distal arms and legs in warm water (AVA rewarming) effectively rewarms mildly hypothermic humans. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. listopad 1999. Vol. 70, no. 11, pp. 1081–1088.

VERKHOSHANSKY, Yuri a SIFF, Mel Cunningham, 2009. *Supertraining*. 6th. ed., expanded version. Rome: Verkhoshansky SSTM. ISBN 978-88-904038-1-1.

WALKER, Matthew P., 2017. *Why we sleep: unlocking the power of sleep and dreams*. First Scribner hardcover edition. New York: Scribner, an imprint of Simon & Schuster, Inc. ISBN 978-1-5011-4431-8. QP425 .W44 2017

WALKER, Thomas B., ZUPAN, Michael F., MCGREGOR, Julia N., CANTWELL, Andrew R. a NORRIS, Torrance D., 2009. Is performance of intermittent intense exercise enhanced by use of a commercial palm cooling device? *Journal of Strength and Conditioning Research*. prosinec 2009. Vol. 23, no. 9, pp. 2666–2672. DOI 10.1519/JSC.0b013e3181b1f6a7.

WALLØE, Lars, 2016. Arterio-venous anastomoses in the human skin and their role in temperature control. *Temperature*. 2 leden 2016. Vol. 3, no. 1, pp. 92–103. DOI 10.1080/23328940.2015.1088502.

WESTERBLAD, Håkan, ALLEN, David G. a LÄNNERGRÉN, Jan, 2002. Muscle Fatigue: Lactic Acid or Inorganic Phosphate the Major Cause? *Physiology*. únor 2002. Vol. 17, no. 1, pp. 17–21. DOI 10.1152/physiologyonline.2002.17.1.17.

When And How To Deload (Science Explained), 2022. online. [Viděno 14 březn 2023]. Získáno z: https://www.youtube.com/watch?v=LT_aBQatj5s

WILMORE, Jack H., COSTILL, David L. a KENNEY, W. Larry, 2008. *Physiology of sport and exercise*. 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN 978-0-7360-5583-3. QP301 .W6749 2008

ZHANG, Yang, BISHOP, Phillip A., CASARU, Catalina a DAVIS, J. K., 2009. A New Hand-Cooling Device to Enhance Firefighter Heat Strain Recovery. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. 6 duben 2009. Vol. 6, no. 5, pp. 283–288. DOI 10.1080/15459620902790277.

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Znárodnění kožních termoreceptorů.....	21
Obrázek č. 2 Výskyt AVAs.....	28

Seznam grafů

Graf č. 1 Selyeho rozdělení zdrojů stresu.....	11
Graf č. 2 Druhy únavy.....	15
Graf č. 3 Rozdělení termoregulace a její příklady.....	18
Graf č. 4 Ztráty tepla u neoblečeného člověka.....	24
Graf č. 5 Distribuce srdečního výdeje.....	27
Graf č. 6 Efekt chlazení periferních částí těla na silový výkon.....	42
Graf č. 7 Efekt chlazení periferních částí těla na aerobní výkon.....	43
Graf č. 8 Efekt chlazení periferních částí těla pro bezpečnostní složky.....	44