

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Vliv manipulace tělesné hmotnosti na kognitivní výkon
a aktuální psychický stav v bojových sportech**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

PhDr. Radim Pavelka Ph.D.

Vypracoval:

Bc. Jaroslav Hrdlička

Praha 2023

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

V Praze, dne

.....

podpis diplomanta

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 poděkoval svému vedoucímu diplomové práce PhDr. Radimovi Pavelkovi, Ph.D. za jeho odborné vedení a cenné rady, které mi umožnily úspěšně dokončit tuto práci. Dále bych rád poděkoval svému konzultantovi Mgr. Vítu Třebickému Ph.D. za jeho odborné rady při realizaci výzkumu a také za veškerý čas, který mi věnoval při konzultacích. V neposlední řadě bych chtěl také poděkovat Bc. Vojtěchu Nesvadbovi za skvělou spolupráci při realizaci společného výzkumného projektu.

ABSTRAKT

- Název:** Vliv manipulace tělesné hmotnosti na kognitivní výkon a aktuální psychický stav v bojových sportech.
- Cíle:** Hlavním cílem této diplomové práce je zjistit, jak rychlá redukce tělesné hmotnosti (RWL) a následný rychlý nárůst tělesné hmotnosti (RWG) ovlivňují kognitivní výkon a psychické stavy u zápasníků bojových sportů. Dílčím cílem je explarovat, jak tyto praktiky ovlivňují tělesné složení a v případě rychlé redukce hmotnosti i specifickou hmotnost moči (USG).
- Metody:** U 19 zápasníků bojových sportů, kteří během 7 dní redukovali svou hmotnost a následně se zotavovali po dobu 2 hodin, byly zjištěny obecné informace o zkušenostech s předsoutěžní manipulací tělesné hmotnosti. Kognitivní výkon byl měřen prostřednictvím baterie testů (test jednoduché reakční rychlosti, test výběrové reakční rychlosti a DSST) před RWL, po RWL a po RWG. Psychický stav byl zaznamenáván do standardizovaných dotazníků (BRUMS a PANAS) před RWL, během RWL, po RWL a po RWG. Během RWL byla také sledována USG a použité RWL metody.
- Výsledky:** Zápasníci zredukovali 4,9 % tělesné hmotnosti a následně nabrali zpět 2,6 % tělesné hmotnosti. Vlivem RWL se statisticky signifikantně zhoršila jednoduchá reakční rychlost o 5,6 % (16 ms), zatímco RWG fáze neměla na kognitivní výkon žádný vliv. Psychický stav se vlivem RWL statisticky signifikantně zhoršil (pokles pozitivních afektivních stavů o 26,6 %, nárůst negativních afektivních stavů o 41,4 %, nárůst celkového narušení nálady 600,8 %), ale vlivem RWG se zlepšil na podobnou úroveň jako před RWL (nárůst pozitivních afektivních stavů o 24,1 %, pokles negativních afektivních stavů o 29,3 %, pokles celkového narušení nálady 108 %). Fáze RWL měla také negativní vliv na USG.
- Klíčová slova:** Bojové sporty, rychlá redukce hmotnosti, rychlý nárůst hmotnosti, kognitivní výkon, psychický stav

ABSTRACT

- Title:** The Impact of Body Weight Manipulation on Cognitive Performance and Present Psychological State in Combat Sports
- Objectives:** The main objective of this diploma thesis is to investigate how Rapid Weight Loss (RWL) and subsequent Rapid Weight Gain (RWG) affect the cognitive performance and psychological state of combat sports athletes. A secondary objective is to examine the effects of these practices on body composition and, in the case of RWL, the effects on Urine Specific Gravity (USG).
- Methods:** General information regarding pre-competition body weight manipulation experiences was obtained from 19 combat sports athletes who underwent weight reduction over a period of 7 days, followed by a 2-hour recovery period. Cognitive performance was assessed through various tests (simple reaction time test, choice reaction time test, and DSST) before and after RWL, and after RWG. Psychological state was assessed using standardized questionnaires (BRUMS and PANAS) before, during and after RWL, and after RWG. During RWL, USG and the methods used for RWL were also monitored.
- Results:** The athletes reduced their body weight by 4.9% and subsequently regained 2.6% of body weight. RWL significantly impaired simple reaction time by 5.6% (16 ms). RWL also resulted in a statistically significant deterioration of psychological state (decrease in positive affective states by 26.6%, increase in negative affective states by 41.4%, and increase in overall mood disturbance by 600.8%), but RWG improved the psychological state to a similar level as before RWL (increase in positive affective states by 24.1%, decrease in negative affective states by 29.3%, and decrease in overall mood disturbance by 108%). The RWL phase had a negative impact on USG.
- Keywords:** Combat sports, rapid weight loss, rapid weight gain, cognitive performance, psychological state

Obsah

1	Úvod	1
2	Teoretická východiska práce	3
2.1	Bojové sporty	3
2.1.1	Hmotnostní kategorie v bojových sportech	3
2.1.2	Charakteristika sportovního výkonu v bojových sportech	4
2.2	Kognitivní výkon	5
2.2.1	Rychlost reakce	5
2.3	Psychické stavy	7
2.3.1	Emoce a nálady	8
2.4	Manipulace tělesné hmotnosti vzhledem k soutěži	9
2.4.1	Pozvolná redukce hmotnosti	9
2.4.2	Rychlá redukce hmotnosti	10
2.4.3	Rychlý nárůst hmotnosti	11
2.5	Vliv manipulace hmotnosti na zdraví	13
2.6	Vliv manipulace hmotnosti na sportovní výkon	14
2.6.1	Vliv manipulace hmotnosti na kognitivní výkon	15
2.6.2	Vliv manipulace hmotnosti na psychický stav	16
2.7	Shrnutí vlivu RWL a RWG na kognitivní výkon a psychický stav	18
3	Praktická část	19
3.1	Cíle práce	19
3.1.1	Predikce	19
3.2	Materiály a metody	20
3.2.1	Participanti	20
3.2.2	Postup	21
3.2.3	Dotazníky	23
3.2.4	Analýza tělesného složení	24

3.2.5	Analýza močového sedimentu	26
3.2.6	Testy kognitivního výkonu	26
3.2.7	Měření psychických stavů	31
3.2.8	Statistická analýza dat	35
3.3	Výsledky	38
3.3.1	Účelový dotazník	38
3.3.2	Dotazník použitých RWL metod	41
3.3.3	Tělesné složení	43
3.3.4	Specifická hmotnost moči	45
3.3.5	Kognitivní výkon	46
3.3.6	Psychický stav	49
4	Diskuse	53
4.1	Tělesné složení a specifická hmotnost moči	54
4.2	Kognitivní výkon	56
4.3	Psychické stavy	57
4.4	Celkové zhodnocení a limitace výzkumu	58
5	Závěr	60
	Použitá literatura	62
	Seznam obrázků	82
	Seznam tabulek	83
	Přílohy	84

1 Úvod

Bojové sporty jsou v dnešní době velmi sledované a jejich popularita neustále roste. Velké oblibě se těší celá řada olympijských bojových sportů jako je judo, box, zápas (volný styl, řecko-římský) a taekwondo. V současnosti je velmi oblíbeným a sledovaným bojovým sportem MMA (Mixed Martial Arts – smíšená bojová umění), které v sobě kombinuje celou řadu technik z různých bojových sportů, jako je kickbox, box, brazilské jiu-jitsu, zápas, judo a mnohé další. Díky zvýšenému zájmu veřejnosti roste i zájem vědních oborů zkoumající bojové sporty. Jedním z těchto oborů je sportovní věda, která se snaží porozumět reakcím těla na fyzickou aktivitu a pomoci sportovcům optimalizovat sportovní výkon. Proto jsem se ve své diplomové práci rozhodl zaměřit na důležitou problematiku bojových sportů, kterou je předsoutěžní manipulace s tělesnou hmotností.

Manipulace s tělesnou hmotností je typická pro bojové sporty, ve kterých jsou zápasníci rozděleni do předem stanovených hmotnostních kategorií. Rozdělení podle hmotnosti by teoreticky mělo zajistit, že proti sobě budou nastupovat zápasníci s podobnými fyzickými a antropometrickými parametry. Velká část zápasníků ale využívá před vážením metody rychlé redukce hmotnosti, aby se dostali do nižší hmotnostní kategorie, než je jejich běžná hmotnost. Za rychlou redukci hmotnosti je považován hmotnostní úbytek minimálně o 5 % (někdy je udáváno minimálně 3 %) tělesné hmotnosti během sedmi dní. Tyto metody spočívající především v radikálním snižování celkové tělesné vody, sníženém energetickém příjmu a zvýšeném energetickém výdeji. Naopak po vážení zápasníci využívají metody rychlého nárůstu hmotnosti, aby zregenerovali a nabrali alespoň část své hmotnosti zpět. Zápasníci se tak snaží být nejtěžší v nižší hmotnostní kategorii, čímž chtějí získat hmotnostní převahu nebo alespoň nebýt v nevýhodě oproti soupeřům, kteří tyto praktiky také využívají.

Tyto praktiky však mohou mít značné negativní dopady na více oblastí nezbytných pro sportovní výkon jako je zdraví, tělesné složení, fyzický výkon, kognitivní výkon a psychický stav. Konkrétně může rychlá redukce hmotnosti způsobit akutní poškození ledvin, protože dochází ke zvyšování hladiny kreatinu, dusíku močoviny v krvi a specifické hmotnosti moči. Navíc může rychlá redukce hmotnosti způsobovat dehydrataci, problémy s kardiovaskulárním zdravím, změny v inzulínové senzitivitě, zhoršení imunitních funkcí a zvyšovat náchylnost ke zranění. V případě vlivu manipulace hmotnosti na kognitivní výkon je evidence nesourodá, protože výzkumy ukazují nulový

i negativní efekt těchto praktik na jednoduchou reakční rychlost, pozornost a paměť. Oproti tomu byl prokázán negativní vliv rychlé redukce hmotnosti na psychický stav. Nicméně evidence zabývající se touto problematikou v bojových sportech je omezená a důkazy jsou útržkovité. Výzkumy také pracují s relativně malým vzorkem, který neumožňuje důvěryhodně pozorovat malé rozdíly ve výsledcích, o kterých autoři informují. Problém je taky design výzkumů, protože mnoho autorů nebere v potaz, že zápasníci nenastupují do zápasů ihned po rychlé redukci hmotnosti, ale mají po vážení určitý čas do zápasu na zotavení se.

Proto je hlavní cílem této práce zjistit, jak metody rychlé redukce hmotnosti a následného rychlého přírůstku tělesné hmotnosti ovlivňují kognitivní výkon a psychické stavy u zápasníků bojových sportů. Dílčím cílem je také explarovat, jak tyto praktiky ovlivňují tělesné složení. U rychlé redukce hmotnosti budeme také testovat vliv na specifickou hmotnost moči.

2 Teoretická východiska práce

2.1 Bojové sporty

Pod termínem bojové si můžeme představit celou řadu kontaktních sportů, ve kterých je cílem fyzické překonání soupeře na základě pravidel daného sportu (Barley a kol., 2019). Nejčastěji bojové sporty dělíme podle použitých bojových technik na sporty využívající kombinace úderů, kopů, kolen a loktů (box, thajský box, kickbox, karate atd.) (Silva a kol., 2011), sporty využívající úchopy, hody, boj na zemi, škrčení a páčení (brazílské jiu-jitsu, judo, zápas) (Ratamess, 2011) a sporty využívající kombinace z obou skupin sportů (MMA) (Tack, 2013).

2.1.1 Hmotnostní kategorie v bojových sportech

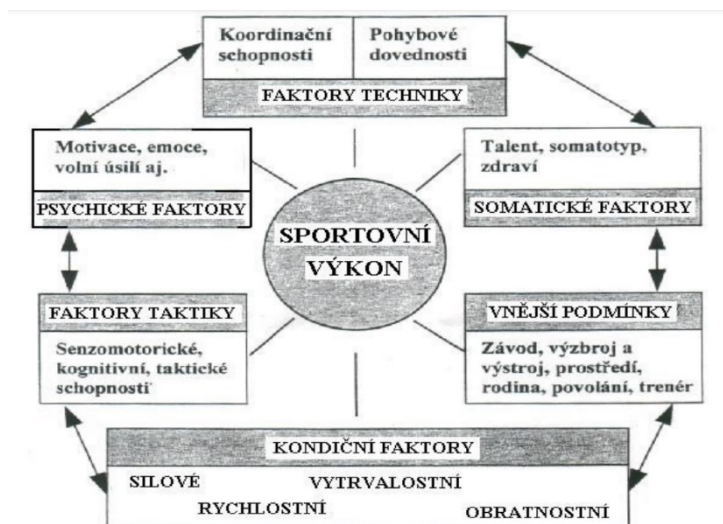
Rozdělení zápasníků podle hmotnosti se prvně objevilo v moderních bojových sportech, když byly v roce 1909 stanoveny první hmotnostní kategorie v boxu (World Boxing Association, 2023). V literatuře (Encyclopedia Britannica, 2023) také nalezneme zmínku o rozdělení boxerů do tří hmotnostních kategorií na amatérském turnaji v roce 1867. V dnešní době má většina bojových sportů pravidly stanovené hmotnostní kategorie (viz tabulka 1), ve kterých zápasníci soutěží. Požadovaný hmotnostní limit musí zápasníci splňovat na stejném místě a ve stejný čas (IMMAF, 2023).

Tabulka 1 – Hmotnostní kategorie u vybraných bojových sportů (IJF, 2022; IMMAF, 2022; WBA, 2022)

MMA		Judo		Box	
Muži	Ženy	Muži	Ženy	Muži	Ženy
do 56,7 kg	do 52,2 kg	do 60 kg	do 48 kg	do 52 kg	do 51 kg
do 61,2 kg	do 56,7 kg	do 66 kg	do 52 kg	do 57 kg	do 57 kg
do 65,8 kg	do 61,2 kg	do 73 kg	do 57 kg	do 63 kg	do 60 kg
do 70,3 kg	do 65,8 kg	do 81 kg	do 70 kg	do 69 kg	do 69 kg
do 77,1 kg		do 90 kg	do 78 kg	do 75 kg	do 75 kg
do 83,9 kg		do 100 kg	nad 78 kg	do 81 kg	
do 93,0 kg		nad 100 kg		do 91 kg	
do 120 kg				nad 91 kg	

2.1.2 Charakteristika sportovního výkonu v bojových sportech

Sportovní výkon v bojových sportech ovlivňuje celá řada faktorů, mezi které patří kondiční faktory, somatické faktory, faktory techniky, faktory taktiky a psychické faktory (obrázek 1) (Lehner, 2001).



Obrázek 1 – obecná struktura sportovního výkonu v bojových sportech (Lehner a kol., 2001)

Nároky na jednotlivé faktory se liší napříč bojovými sporty, protože jednotlivé sporty mají různá pravidla, tedy odlišnou dobu trvání zápasu a různé možnosti vítězství. Bojové sporty, které využívají kombinace úderů, kopů, loktů a kolen (např. box, kickbox, karate, MMA), kladou vysoké nároky na výbušnou sílu (House a Cowan, 2015), zatímco bojové sporty využívající úchopy, hody, boj na zemi, škrčení a páčení (např. judo, jiu jitsu, zápas), kladou vysoké nároky na statickou a vytrvalostní sílu (Ratamess a kol., 2011). Fyzickou zátěž ovlivňují i sportovně specifické pohyby horních a dolních končetin, například judo a box zatěžují více horní končetiny, zatímco taekwondo zatěžuje více dolní končetiny (Barley a kol., 2019; Bridge a kol., 2014; Franchini a kol., 2014). Bojové sporty jsou také typické prováděním technik s vysokou intenzitou během celého zápasu, avšak tyto techniky jsou prokládány i úseky s nižší intenzitou (Barley a kol., 2019; Franchini a kol., 2014; Silva a kol., 2011). Například v MMA je uváděn poměr práce a odpočinku 1:2 až 1:4 (Del Vecchio a kol., 2011), v kickboxu 1:2 a v thajském boxu 2:3 (Silva a kol., 2011), v zápase a v judu 1:3 (Miarka a kol., 2012; Nilsson a kol., 2002). Následkem toho je velká anaerobní a aerobní odezva organismu, při které zápasníci (thajského boxu, MMA, taekwonda a boxu) běžně dosahují >90 % srdeční frekvence a VO₂max, přičemž hladina laktátu dosahuje po výkonu >12 mmol.l⁻¹ (Amtmann a kol., 2008; Campos a kol., 2012; Crisafulli a kol., 2009; Hanon a kol., 2015).

Významný vliv na sportovní výkon napříč bojovými sporty mají i psychické faktory (Rossi a kol., 2022), mezi které řadíme kognitivní výkon (Walton a kol., 2018) a psychický stav (Silva a kol., 2016). Výzkumy prokázaly, že vysoká úroveň kognitivního výkonu může zlepšit sportovní výkon a predikovat úspěch v soutěži (Mann a kol., 2007; Policastro a kol., 2018; Vestberg a kol., 2017; Voss a kol., 2010). Zápasníci musí být schopni udržet svou pozornost, zpracovávat záměr soupeře, správně se rozhodovat a rychle reagovat na soupeře (Lesiakowski a kol., 2013; Russo a Ottoboni, 2019). Jako velmi důležitý faktor determinující sportovní výkon se jeví rychlost reakce a to především na vizuální stimul (Gierczuk a kol., 2018; Pavelka a kol., 2020). V případě psychických stavů je důležitá pozitivní nálada, která během sportovního výkonu zvyšuje pravděpodobnost dobrých výsledků, ovšem musíme brát v úvahu druh sportu a individualitu sportovců (Brandt a kol., 2016; Lane a Terry 2000; Leila a Rad 2013). Někteří sportovci totiž hledají optimální psychický stav prostřednictvím příjemných emocí a nízkého vzrušení, zatímco jiní sportovci preferují nepříjemné emoce a intenzivní vzrušení (Lane a kol., 2016). Například u MMA zápasníků, kteří vyhrávají své zápasy, byla pozorována vysoká úroveň elánu, středně vysoká úroveň napětí a hněvu, nízká úroveň depresí, zmatku a únavy (Silva a kol., 2016). Stejně tak u judistů a zápasníků brazilského jiu jitsu zvyšuje šance na dobrý výkon v zápase vyšší úroveň hněvu, napětí a nižší úroveň deprese (Brandt a kol., 2021).

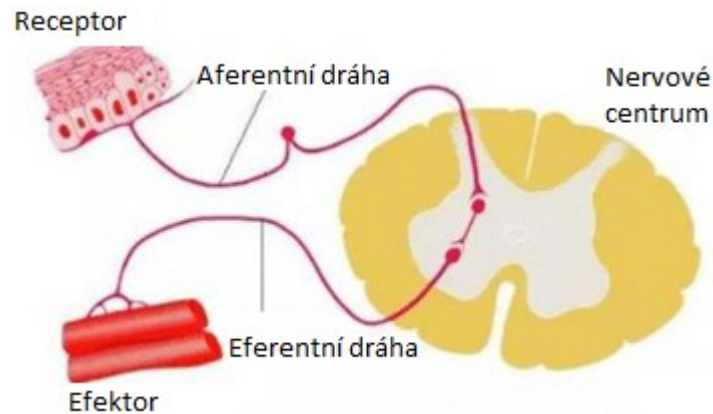
2.2 Kognitivní výkon

Kognitivní výkon můžeme definovat jako schopnost mozku zpracovávat a organizovat informace za účelem řešení různých mentálních úkolů, například rozhodování, řešení problémů a uchování paměti (Tucker a Stern, 2011). Úroveň kognitivního výkonu je závislá na řadě kognitivních funkcí, jako je paměť, pozornost, reakční rychlost, předvídání, řešení problémů a rozhodování (Benjafeld, 2010; Mann a kol., 2007).

2.2.1 Rychlost reakce

Reakční rychlost definuje Dovalil (2002), jako schopnost reagovat pohybem na určitý podnět. Podle Sheltona a Kumara (2010) je rychlost reakce dovednost vyžadující určitou úroveň nervosvalové koordinace, díky které organismus (prostřednictvím fyzikálních, chemických a mechanických procesů) dekoduje vizuální nebo auditivní

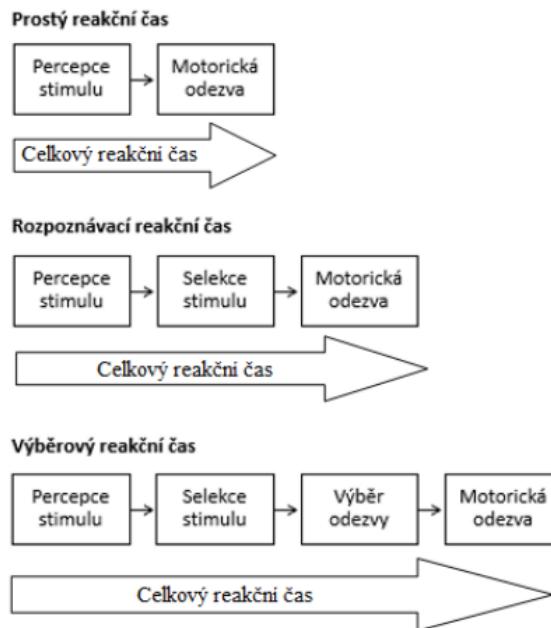
podněty, které putují aferentními cestami a dostávají se do mozku jako smyslové podněty (obrázek 2).



Obrázek 2 – Reflexní oblouk

Průběh reakční doby můžeme podle Coufalové (2014) a Welforda (1980) rozdělit na několik dílčích procesů. Nejdříve probíhá příjem příslušného podnětu ve smyslovém orgánu, odkud je informace přenesena po eferentní dráze do asociačních korových oblastí, kde dochází k rozpoznání podnětu. Zde v závislosti na typu reakce probíhají další kognitivní procesy, jako je zapojení pracovní paměti, výběr a příprava správné odpovědi, realizace odpovědi. Poté je informace přenesena po eferentní dráze k efektoru, který způsobí motorickou odezvu.

Reakční rychlost obecně dělíme na jednoduchou, výběrovou a rozpoznávací (obrázek 3) (Fang a Davis, 2016). Jednoduchá reakční rychlost zahrnuje jeden konkrétní stimul, na který připadá jedna možná odpověď, zatímco výběrová reakční rychlost zahrnuje více stimulů a různé typy odpovědí (Straus, 2010). Rozpoznávací reakční rychlost zahrnuje více stimulů, ale vyžaduje pouze jednu odpověď na jeden konkrétní stimul (Fang a Davis, 2016). Všechny druhy reakcí jsou ve sportu velmi důležité (Nuri a kol., 2013), avšak pro bojové sporty je nejvíce vypovídající výběrová reakční rychlost, protože zápasníci často řeší složité situace, kde musí vybírat nejvhodnější řešení z více možností (Brito a Silva, 2011).



Obrázek 3 – Proces tvorby odezvy u jednotlivých typů reakčních časů od Strause (2010) upravený od Novotného (2021)

Dále můžeme rychlost reakce rozdělit podle stimulů, které sportovec přijímá. Tyto stimuly dělíme na vizuální (např. reakce na pohyb soupeře), akustické (reakce na radu od trenéra) a taktilní (reakce na základě fyzického kontaktu se soupeřem) (Kasozi a kol., 2018). U každého ze stimulů pak můžeme pozorovat odlišnou dobu vedení vzruchu, nejkratší doba vedení vzruchu je u akustických podnětů (140 – 160 ms), následovaná taktilními podněty (okolo 155 ms) a nejdelší doba vedení vzruchu je u podnětů vizuálních (180 – 200 ms) (Kosinski, 2013; Kemp, 1973).

Reakční rychlost také ovlivňuje celá řada dalších faktorů. Mezi tyto faktory patří například věk a pohlaví (Der a Deary, 2006), laterálnost (Koehn a kol. 2008), konzumace alkoholu (Kosinski, 2013), spánková deprivace (Cote a kol., 2009) a stav zvýšené pozornosti zahrnující svalové napětí (Kosinski, 2013).

2.3 Psychické stavy

Psychické stavy definujeme jako psychické procesy setrvávající v čase, které jsou z pravidla zážitkově akcentované určitým obsahem (radost, zloba a další emoční stavy označované jako nálady) (Pernica, 2017; Nakonečný, 2015). Patří sem i celkové psychofyzické stavy individua (únava, vzrušení) či dlouhodobě trvající stavy jakou jsou konflikt nebo stres (Pernica, 2017). Aktuální psychický stav je vyjádřen okamžitým natavením psychiky v závislosti na situaci, ve které se člověk nachází (Pelcák, 2019).

2.3.1 Emoce a nálady

Noel-Hoeksema a kol. (2012) charakterizuje emoce jako složitý stav, který je tvořen několika složkami, jehož výsledkem je připravenost k určitému chování. Rozlišuje tak šest základních složek emočního procesu.

1. Kognitivní hodnocení (posouzení významu současných okolností)
2. Subjektivní prožitek (pocit nebo afektivní stav doprovázející určitou emoci)
3. Tendence myslet a jednat (nutkání myslet a jednat určitým způsobem)
4. Vnitřní tělesné změny (fyziologické reakce autonomní nervové soustavy, např. zvýšená srdeční frekvence nebo zvýšená činnost potních žláz)
5. Výraz obličeje (grimasy, které vytvářejí stahy svalů ovládající části obličeje, např. nos, ústa)
6. Reakce na emoci (způsob, kterým se lidé vyrovnávají s emoci nebo situací, jež emoci vyvolala)

Nálada je oproti tomu definována jako soubor pocitů nestálé povahy lišící se intenzitou a dobou trvání, obvykle také zahrnuje více než jednu emoci (Lane a Terry, 2000). Nálada představuje hromadný koncept, ve kterém se řada každodenních emocionálních reakcí sjednocuje a vytváří způsob myšlení, který setrvává určitou dobu, dokud není změněn budoucími událostmi (Terry a kol. 2003). Emoce a nálady se v literatuře běžně rozlišují podle délky trvání, intenzity a specifčnosti jejich původu. Hanin (2000) připisuje emocím délku trvání několik minut až hodin a náladám několik hodin, dnů až týdnů. Emoce tak považujeme za relativně krátké, ale intenzivní zážitky aktivované kognitivním hodnocením situačních faktorů, zatímco nálady jsou typické nižší intenzitou, delším trváním a neohrazeným původem (Terry a kol. 2003). Emoce spojujeme s něčím konkrétním, když to nálady přicházejí často nepozorovaně jako neurčité afektivní stavy (Noel-Hoeksema a kol., 2012). Rozdíl pozorujeme i v důsledcích, které u emocí bývají behaviorální a u nálad kognitivní (Ekman a Davidson, 1994). Dobrá nálada může být přerušena negativními emocemi, ale nemusí být ovlivněna dlouhodobě, záleží, jak dlouho budou negativní emoce prožívány (Terry a kol. 2003), přesto však nelze vždy jednoznačně rozlišit, zda se jedná o náladu nebo emoci (Lane a Terry, 2000).

2.4 Manipulace tělesné hmotnosti vzhledem k soutěži

Manipulace tělesné hmotnosti je charakteristická pro bojové sporty, ve kterých jsou zápasníci rozděleni do hmotnostních kategorií (Matthews a kol., 2019). Toto rozdělení podle hmotnosti by teoreticky mělo zajistit, že proti sobě budou soutěžit sportovci se stejnými antropometrickými parametry a fyzickými schopnostmi (Lakicevic a kol., 2020). Mnoho zápasníků se však snaží soutěžit v nižší hmotnostní kategorii, než je jejich běžná hmotnost, a tak svou hmotnost redukují. Zápasníci se tak snaží být nejtěžší v nižší hmotnostní kategorii, čímž chtějí získat převahu nebo alespoň nebýt v nevýhodě oproti soupeřům, kteří svou hmotnost také redukují. Metody předsoutěžní redukce hmotnosti můžeme rozdělit podle doby trvání na pozvolnou redukci hmotnosti (Gradual Weight Loss – GWL) a rychlou redukci hmotnosti (Rapid Weight Loss – RWL), po které většinou následuje fáze rychlého nárůstu hmotnosti (Rapid Weight Gain – RWG) (Matthews a kol., 2019).

Praktikování předsoutěžní redukce hmotnosti je v bojových sportech velmi časté napříč bojovými sporty. Například v MMA redukuje svou hmotnost před soutěží 97,2 % zápasníků (n = 287) a 100 % zápasnic (n = 27) zápasnic (Hillier a kol., 2019). V judu se můžeme setkat s předsoutěžní redukcí tělesné hmotnosti u 60-80 % zápasníků (Brito a kol., 2012; Artioli a kol., 2010). Zkušenost s předzápasovou redukcí má také 95 % boxerů (n = 75), 88 % zápasníků taekwonda (n = 65), 90 % wrestlerů (n=38) a 85 % zápasníku grapplingu (n = 145) (Ranisavljev a kol., 2022; Reale a kol. 2018).

2.4.1 Pozvolná redukce hmotnosti

Pozvolná redukce hmotnosti je charakteristická pomalou redukcí tělesné hmotnosti začínající 3-4 týdny před soutěží (Yang a kol., 2015). Pro GWL zápasníci nejčastěji využívají mírně snížený kalorický příjem a zvýšený energetický výdej, přičemž dochází převážně ke snižování tělesného tuku, ale i mírnému úbytku vody v organismu (Yang a kol., 2015). Někteří autoři (Franchini a kol., 2012) doporučují zápasníkům snižovat svou hmotnost o 1 kg týdně, aby docházelo k maximálnímu úbytku tělesného tuku, nikoliv k úbytku svalové hmoty a dehydrataci. Pokud by však mělo dojít k úbytku tělesného tuku pod 5 % u mužů a pod 12 % u žen, neměla by být GWL praktikována (Franchini a kol., 2012).

2.4.2 Rychlá redukce hmotnosti

Metoda rychlé redukce hmotnosti je v literatuře obvykle charakterizovaná jako úbytek 5 % tělesné hmotnosti v maximálním časovém horizontu sedmi dní (Artioli a kol., 2010; Lakicevic a kol., 2020). Část autorů však hovoří o RWL již při úbytku 3 % tělesné hmotnosti v časovém horizontu sedmi dní (Clarys a kol., 2010; Isacco a kol., 2020). V praxi je ovšem běžné, že zápasníci redukují i více kilogramů, například v profesionálním MMA se velikost hmotnostního úbytku pohybuje mezi 5,9 až 10 % tělesné hmotnosti (Connor s Egan, 2019; Hillier s kol., 2019, Rubens a kol., 2019; Ribas a kol., 2017), zatímco v amatérském MMA zápasníci redukují mezi 4,2 až 7 % tělesné hmotnosti (Connor a Egan, 2019; Hillier a kol., 2019). V taekwondu zápasníci redukují 4,6 % tělesné hmotnosti, v zápase (volný styl) 4,9 % tělesné hmotnosti a v boxu 3,6 % tělesné hmotnosti (Reale a kol., 2018). U judistů se velikost hmotnostního úbytku pohybuje mezi 2,5 až 8,5 % tělesné hmotnosti (Brito a kol., 2012; Artioli a kol., 2010; Reale a kol., 2018).

Metody rychlé redukce hmotnosti spočívají především v kalorické restrikci, zvýšeném energetickém výdeji a snižování množství celkové vody v organismu, ke kterému dochází vlivem sníženého příjmu tekutin a s využitím metod aktivního a pasivního pocení (Coufalová, 2014; Degoutte a kol., 2006; Rubens a kol., 2019). Mezi nejčastěji využívané RWL metody v bojových sportech patří snížený kalorický příjem, zvýšený energetický výdej, omezený příjem tekutin, trénování ve speciálním gumovém obleku (sauna oblek), saunování a půst (Brito a kol., 2012; Hillier a kol., 2019; Rubens a kol., 2019). Dále zápasníci využívají i koupele v horké vaně, trénování v záměrně vytápěné místnosti, plivání, vynechávání jídel, laxativa, diuretika, zvracení a omezení soli v jídelníčku (Brito a kol., 2012; Reale a kol., 2018). Zápasníci také záměrně zvyšují příjem tekutin za účelem následného omezení (tzv. water loading) (Hillier a kol., 2019). Cílem této metody je po dobu několika dní vypít velké množství vody (cca 100 ml/kg každý den) a poslední den snížit příjem vody (cca na 15 ml/kg) (Reale a kol., 2018). V důsledku zvýšeného příjmu tekutin dochází k manipulaci s renálními hormony (např. aldosteron), čímž dochází k většímu vylučování vody močí.

Vlivem RWL metod tak dochází převážně k úbytku celkové tělesné vody v organismu, ale i ke snížení glykogenových zásob a tělesného tuku (Matthews a Nicholas, 2017; Yaras a kol., 2020; Yoshioka a kol., 2006). Během 24 hodin trvající RWL fáze může dojít k poklesu celkové tělesné vody o 3,8 % (Yaras a kol., 2020),

zatímco u tělesného tuku může být pokles během 7 denní RWL fáze 3,3 % (Drid a kol., 2019). V případě, že RWL fáze trvá kratší dobu (například 24 hodin), ke snižování tělesného tuku nedochází (Yarar a kol., 2020).

2.4.3 Rychlý nárůst hmotnosti

Rychlý nárůst tělesné hmotnosti je fáze, která následuje po RWL (Matthews a kol., 2019). Zápasníci na soutěži nejdříve splní hmotnostní limit a následně mají určitý čas do začátku zápasu. V tomto časovém okně mezi vážením a zápasem zápasníci regenerují po RWL fázi, snaží se doplnit energii a nabrat redukovanou hmotnost zpět. Délka tohoto časového rozmezí je ovlivněna harmonogramem soutěže, počtem přihlášených sportovců, ale také se liší i mezi sporty a tím, zda se jedná o amatérskou nebo profesionální soutěž (Matthews a kol., 2019). Například v amatérském MMA probíhá vážení v den zápasu, tudíž mají zápasníci mezi vážením a zápasem jen několik málo hodin (IMMAF 2022), zatímco v profesionálním MMA probíhá vážení až 36 hodin před zápasem (Connor a Egan, 2019). Rozmezí časových prodlev mezi vážením a zápasem můžeme také porovnat u bojových sportů zařazených do programu olympijských her. Minimální časovou prodlevu lze pozorovat u juda (2 hodiny), přes box (2-3 hodiny), až po maximální časovou prodlevu, která je ve wrestlingu a taekwondu (až 20 hodin) (Pettersson a Berg 2014).

Kolik hmotnosti zápasníci během RWG fáze naberou zpět, závisí na několika faktorech. Jednak jsou to využití metody RWL a velikost RWL, ovšem záleží i na délce časového okna mezi vážením a zápasem i na množství zkonsumovaných potravin a tekutin (Matthews a kol., 2019; Matthews a Nicholas, 2017). Za účelem RWG zápasníci často konzumují celou řadu tekutin a potravin, nejčastěji však zápasníci konzumují vodu a minerální vodu, sportovní nápoje, džusy, potraviny obsahující primárně komplexní a jednoduché sacharidy, potraviny obsahující primárně bílkoviny, ovoce, zeleninu, dále konzumují i čaje, proteinové nápoje, energetické nápoje a potraviny obsahující primárně tuky.

Velikost hmotnostního přírůstku zkoumala řada studií (Daniele a kol. 2016; Matthews a kol., 2019; Viveiros a kol., 2015) v různých sportech. U zápasníku (n = 607) volného stylu (USA, divize I, II, II, NCAA turnaje) byl po 20 h zotavovací fáze hmotnostní přírůstek 3,7 kg (SD = 1,3), což činí přírůstek 4,8 % (SD = 1,7) tělesné hmotnosti. Daniele a kol. (2016) uvádí váhový přírůstek 2,52 kg (SD = 1,37), což činí

3,8 % (SD = 2,2) tělesné hmotnosti za 12 hodin u 71 boxerů. U středoškolských wrestlerů byl během 24 hodin pozorován přírůstek hmotnosti o 6,3 % u žen a o 3,1 % u mužů (Viveiros a kol., 2015). Další studie zabývající se velikostí hmotnostního přírůstku jsou uvedeny v tabulce 2. Pouze jeden výzkum se však zabýval současně RWL a RWG. Matthews a Nicholas (2017) sledovali RWL a RWG u profesionálních a amatérských zápasníků MMA (n = 7). Rychlá redukce hmotnosti trvala 5 dní a zápasníci zredukovali 5,6 kg (SD = 1,4 kg), což představovalo 8 % (SD = 1,8) tělesné hmotnosti. Následný hmotnostní přírůstek byl po 32 hodinách zotavovací fáze 7,4 kg (SD = 2,8), což představovalo 11,7 % (SD = 4,7) tělesné hmotnosti.

Tabulka 2 – Studie zabývající se velikostí hmotnostního přírůstku v bojových sportech

Studie	Sport	Velikost vzorku	Velikost hmotnostního přírůstku	Čas pro RWG
Reale a kol. (2020)	Judo (mezinárodní turnaj)	n=86	1,7 kg (SD = 1,3) (2,6 % tělesné hmotnosti)	15-20 h
Alderman a kol. (2004)	Zápas (Středoškolský turnaj)	n=2638	3,4 kg (SD = 1,8) (4,1 % tělesné hmotnosti)	3-7 h
Reale a kol. (2020)	Box (Národní turnaj v Austrálii)	n=70	1,4kg, (SD = 1);2,1 % (SD =1,6) tělesné hmotnosti)	3-12 h
(Jetton a kol., 2013)	MMA (zkušenost zápasníků 4,8 let, SD = 3,5)	n=40	3,2kg (SD = 2,2) (4,4 % tělesné hmotnosti)	22 h
Kazemi a kol. (2011)	Taekwondo (junioři)	n=72	1 kg (1,6 % tělesné hmotnosti)	16-20 h

2.5 Vliv manipulace hmotnosti na zdraví

Potenciální vliv RWL na zdraví zápasníků bojových sportů zkoumala řada studií (Artioli a kol., 2016; Gonzáles-Alonso a kol., 1997; Lakicevic a kol., 2020). Tyto studie dospěly k závěru, že RWL může způsobit hypertermii a dehydrataci, což může vést ke zvýšení krevní viskozity a snížení objemu plazmy. Tyto faktory pak mohou mít negativní dopad na kardiovaskulární zdraví a snížit efektivitu srdce. Podle Coufalové (2014) mohou RWL metody způsobovat celou řadu negativních dopadů na zdraví sportovců. Mezi tyto negativní dopady RWL na zdraví patří nárůst tepové frekvence, porucha termoregulačních pochodů s rizikem přehřátí organismu, zhoršení oběhových a dýchací funkcí, dále dochází k poklesu množství soli v organismu a snížení průtoku krve ledvinami (Coufalová, 2014). Konkrétně vlivem RWL na funkci ledvin se zabývali Lakicevic a kol. (2021). Na toto téma vyhodnotili 10 studií a došli k závěru, že rychlá redukce hmotnosti způsobuje akutní poškození ledvin, jelikož dochází k signifikantnímu zvýšení hladin kreatinu (Cr), dusíku močovininy v krvi (BUN) a specifické hmotnosti moči (USG). Specifická hmotnost moči (USG), která je ukazatelem stavu hydratace organismu, byla po RWL (trvajících 3 dny) významně zvýšena (z 1,0176 SD = 0,0041 na 1,0290 SD = 0,0028) u zápasníků ve volném stylu (n = 16), ovšem po 16 hodinách RWG se USG vrátila k normálním hodnotám (Timpmann a kol., 2012). Vliv RWG (trvajících 22 h) na USG sledovali i (Jetton a kol., 2013) ve své studii na vzorku 40 zápasníků a zápasnic MMA. Výsledky studie ukazují, že pouze 23 % participantů bylo 2 hodiny před zápasem dobře hydratovaných (USG <1,010). Tyto výsledky naznačují, že se značná část zápasníků MMA nedokáže úspěšně rehydratovat a zápasí v dehydratovaném stavu.

Dále bylo zkoumáno, jaký bude mít RWL vliv na řadu krevních biomarkerů (např. změny hladin testosteronu, kortizolu, hormonů štítné žlázy, cholesterolu, volných mastných kyselin). Výsledky přehledové studie, kterou realizoval Lakicevic a kol. (2020) ukazuje nulový efekt RWL na hladiny těchto markerů, kromě zvýšené mobilizace volných mastných kyselin. Existují však i další studie (Cannataro a kol., 2020; Degoutte a kol., 2006; Karila a kol., 2008; Irfan 2015) zabývající se vlivem RWL na hladiny hormonů, které ukazují negativní efekt na hladiny testosteronu (snížení) a kortizolu (zvýšení). Dále může rychlá redukce hmotnosti způsobovat i změny v inzulinové sensitivitě, degradaci kostí, zhoršenou imunitní funkci (Lakicevic a kol., 2020) a zvyšovat náchylnost ke zranění (Green a kol., 2007; Ööpik, a kol., 1996).

Zdravotní komplikace se také nemusí objevit v krátkém časovém horizontu, ale mohou se projevit s odstupem, obzvláště pokud sportovec redukuje příliš mnoho kilogramů nevhodným způsobem a příliš často (Coufalová 2014). Například jsou časté změny hmotnosti spojovány s predispozicí k obezitě (Saarni a kol., 2006). V krajních případech může praktikování RWL skončit až smrtí sportovců. O smrti způsobenou dehydratací při snižování hmotnosti mladého MMA zápasníka informuje Perez (2015). Alderman a kol. (2004) zmiňuje ve své studii smrt tří amerických zápasníků wrestlingu již v roce 1997. Dále bylo RWL příčinou úmrtí mladé zápasnice thajského boxu (Menagh, 2020).

2.6 Vliv manipulace hmotnosti na sportovní výkon

Jakým způsobem mohou tyto metody manipulace s tělesnou hmotností ovlivnit sportovní výkon, sledovalo několik studií, konkrétně se zaměřili na vztah mezi velikostí RWG a úspěchem v soutěži, ovšem nedošli k shodným závěrům. Existuje několik studií, které hovoří o pozitivním vlivu na úspěch v soutěži (Coswig a kol., 2019; Reale a kol., 2016; Wrobley a Moxley, 1998), ale i řada studií, které žádný vztah nepozorovala (Daniele a kol., 2016; Kirk a kol., 2020; Ňancuvil-Suazo a kol., 2020). Porovnání vítězů ($n = 8$) a poražených ($n = 7$) v MMA zápasech přineslo zjištění, že vítězové mají o 3 % tělesné hmotnosti vyšší přírůstek hmotnosti, i když velikost RWL byla téměř stejná (Coswig a kol., 2019). Stejně tak Reale a kol. (2016) pozorovali u skupiny předně umístěných judistů ($n = 86$) větší hodnotu RWG o 1,5 % tělesné hmotnosti. Oproti tomu Ňancuvil-Suazo a kol. (2020) nenašli žádný vztah mezi medailovým umístěním na olympiádě a velikostí hmotnostního přírůstku u zápasníků wrestlingu ($n = 255$). Žádný vztah mezi vítězstvím a RWG nebyl nalezen ani u boxerů (Daniele a kol., 2016) a zápasníků MMA (Kirk a kol., 2020).

Sportovní výkon je však ovlivněn řadou kondičních faktorů, mezi které patří například koordinační schopnosti, silové schopnosti, anaerobní výkon a další. Vlivem RWL na silové schopnosti se zabýval systematický přehled (Mauricio a kol., 2022), který zjistil, že redukce do 5 % tělesné hmotnosti za méně než 7 dní zřejmě nemá vliv na silové schopnosti. Autoři také dodávají, že je potřeba dalších výzkumů pro objasnění nejlepších metod, času a velikosti RWL, aby nedocházelo k ovlivňování sportovního výkonu. Podle Yanga a kol. (2015) mají RWL metody ve srovnání s GWL metodami negativní efekt na faktory spojené s výkonem. Konkrétně jde o sníženou produkci oxidu dusnatého

a aktivaci červených krvinek obsahující syntázu oxidu dusnatého. Důkazy o evidenci vlivu RWL na sportovní výkon tak zatím zůstávají nejednoznačné, jelikož některé další studie ukazují jak negativní, tak i nulový efekt (Coufalová 2014; Degoutte a kol., 2006; Artioli a kol., 2010; Lakicevic a kol., 2020).

2.6.1 Vliv manipulace hmotností na kognitivní výkon

Řada autorů také zkoumala, jak manipulace s tělesnou hmotností ovlivní kognitivní výkon u zápasníků bojových sportů, ale ani zde dosud nedošli k jednotným závěrům. Jedním z ukazatelů kognitivního výkonu, na který se autoři zaměřili, je prostá reakční rychlost. Její změny vlivem rychlé redukce hmotnosti měřili Morales a kol. (2018) na vzorku judistů. Při experimentu byli judisté rozděleni do skupiny RWL (redukcí $\geq 3\%$ tělesné hmotnosti během týdne, $n = 14$), GWL (redukcí $< 3\%$ tělesné hmotnosti během týdne, $n = 9$) a kontrolní skupiny ($n = 9$). Všechny skupiny byly nejdříve změřeny na začátku experimentu a následně po sedmi dnech. U skupiny RWL došlo ke statisticky významnému zhoršení jednoduché reakční rychlosti před redukcí hmotnosti z 380 ms ($SD = 40$) na 420 ms ($SD = 60$) po redukcí hmotnosti (zhoršení o 40 ms), zatímco u skupiny praktikujících GWL a u kontrolní skupiny nebyly zjištěny žádné změny. Oproti tomu Clarys a kol. (2010) nepozorovali změny jednoduché reakční rychlosti u skupiny judistů ($n = 11$), která redukovala $\leq 3\%$ tělesné hmotnosti. Rovněž Coufalová (2014) nezaznamenala u sledovaného souboru ($n = 9$) žádné statisticky významné rozdíly u jednoduché reakční doby na vizuální a akustický podnět. Coufalová (2014) také zmiňuje ve své práci výzkum Nikolau (1977) (originální text výzkumu se nepodařilo dohledat), který ve své studii na boxerech zaznamenal snížení (tzn. lepší) reakční rychlosti u skupiny redukcí svou hmotnost. Dalšími ukazateli kognitivního výkonu, na které se autoři zaměřili, jsou pozornost a pracovní paměť. Zda budou tyto ukazatele ovlivněny rychlou redukcí hmotnosti, zjišťovali (Choma a kol., 1998) u wrestlerů, kteří byli rozděleni do dvou skupin, první skupina redukovala $\leq 5\%$ tělesné hmotnosti a druhá byla kontrolní. Participanti absolvovali testy pozornosti (test rušení písmen, test cesty, přiřazování čísel k symbolům) a pracovní paměti (vybavování čísel, vybavování příběhu), přičemž nebyly nepozorovány negativní změny v úkolech vyžadující pozornost u obou skupin, ale byly pozorovány negativní změny v testech pracovní paměti u skupiny RWL.

Nicméně evidence zabývající se touto problematikou v bojových sportech je velmi omezená. Ovšem existují studie, které se věnují dopadu rychlé redukce hmotnosti na kognitivní výkon v jiných sportech. Žokejové v dostihových sportech rovněž praktikují RWL a ani zde nebyl zaznamenán vliv RWL na kognitivní výkon; konkrétně na jednoduchou a výběrovou reakční dobu, pozornost a pracovní paměť (Cullen a kol. 2015). Další studie pak zkoumají, jak kognitivní výkon ovlivní dehydratace, kterou můžeme pozorovat u sportovců, kteří v rámci RWL snižují množství vody v těle. Baker a kol. (2007) zaznamenal u basketbalistů ($n = 11$) zhoršení reakčních časů o 16 ms ($SD = 28$), pokud byli během výkonu dehydratováni, zatímco u hydratované skupiny došlo ke zlepšení o 8 ms ($SD = 20$). Oproti tomu jednoduchá a výběrová reakce nebyla ovlivněna u dehydratovaných vysokoškolských sportovců (D'anci et al., 2009). Jak dehydratace ovlivňuje kognitivní výkon, shrnul Wittbrodt a Millard-Stafford (2018) v metaanalýze, která obsahovala 33 studií na téma kognitivního výkonu a dehydratace (od 1 % do 6 % tělesné hmotnosti). Výzkumníci dospěli k závěru, že zhoršení kognitivního výkonu ve všech aspektech (pozornost, exekutivní funkce, paměť, reakční rychlost, motorická koordinace) bylo malé, ale statisticky signifikantní (Hedges' $g = -0,21$, $p < 0,0001$). Zhoršení kognitivního výkonu také záviselo na míře dehydratace. Ve výzkumech, kde dehydratace přesáhla 2 % tělesné hmotnosti, bylo zaznamenáno větší zhoršení kognitivního výkonu (Hedges' $g = -0,28$) oproti studiím, kde dehydratace nepřesáhla 2 % tělesné hmotnosti (Hedges' $g = -0,14$).

2.6.2 Vliv manipulace hmotností na psychický stav

Výzkumníci také zjišťovali, zda manipulace hmotnosti ovlivňuje psychický stav u zápasníků bojových sportů. Například Yoshioka a kol. (2006) zjišťovali vliv RWL na psychický stav prostřednictvím dotazníku POMS (Profile of Mood States). Ve svém výzkumu participanty rozdělili do experimentální skupiny ($n = 22$), která redukovala 3,5 % tělesné hmotnosti a kontrolní skupiny ($n = 5$). Výsledky výzkumu ukázaly statisticky významný nárůst celkového narušení nálady o 9,3 %, únavy – netečnosti o 43,8 %, tenze – napětí o 12,6 % a snížení vitality – aktivity o 21,8 % u RWL skupiny, zatímco u kontrolní skupiny nebyly zaznamenány žádné statisticky významné změny. Stejně tak Fortes a kol. (2018) monitorovali psychický stav dotazníkem POMS. Judisty rozdělili do kontrolní ($n = 19$) a experimentální ($n = 20$) skupiny redukujících 7,7 kg během dvou týdnů. Výsledky výzkumu ukázaly zvýšení tenze (o 19,4 %), deprese (o 23,5 %), hněvu (o 35,3 %) a snížení vitality (o 25,9 %) u judistů, kteří během dvou týdnů zredukovali 7,7

kg, zatímco u kontrolní skupiny došlo pouze k nárůstu tenze (o 22,8 %) a vitality (o 12,1 %). I Degoutte a kol. (2006) pozorovali u skupiny judistů (n = 10) redukujících 5 % tělesné hmotnosti během týdne zvýšení tenze – napětí (o 13,7 %), hněvu – nepřátelství (o 12 %), únavy – netečnosti (o 11,9 %) a pokles vitality – aktivity (o 5,7 %), zatímco u kontrolní skupiny nebyly zaznamenány žádné změny. Castor-Praga a kol. (2021) zjistili u zápasníků wrestlingu a taekwonda (n = 153) redukujících průměrně 5,21 kg (SD = 3,99) častý výskyt negativních psychických stavů. Zápasníci ve výzkumu uváděli přítomnost hněvu (8,1 %), zmatku (17 %), deprese (2,2 %), vnímané únavy (48,9 %), ale i vitality (20 %). Změny nálad (pomocí dotazníku POMS) vlivem RWL sledoval také Filaire a kol., (2001). Výsledky výzkumu ukazují zvýšený výskyt napětí, deprese, hněvu, vnímané únavy, zmatku a pokles vitality vlivem redukce 4,9 kg (SD = 1,2) během sedmi dní. Pouze (Choma a kol., 1998) však sledoval, jak psychický stav ovlivní i následná RWG fáze a došel k závěru, že RWL má negativní vliv na psychický stav, ale vlivem RWG dojde ke zlepšení na podobnou úroveň jako před RWL. Výsledky publikovaných výzkumů (Degoutte a kol., 2006; Filaire a kol., 2001; Fortes a kol., 2018; Yoshioka a kol., 2006), tak podporují názor, že RWL má negativní vliv na psychický stav u zápasníků bojových sportů.

2.7 Shrnutí vlivu RWL a RWG na kognitivní výkon a psychický stav

Současný stav poznání přináší dosud jen malou a nesourodou evidenci o vlivu manipulace hmotnosti na kognitivní výkon v bojových sportech. Příčinou může být jednak rozdílná definice RWL, která je částí autorů označována jako úbytek $\leq 5\%$ tělesné hmotnosti v časovém horizontu 7 dní, ale někteří autoři zabývající se vlivem RWL na kognitivní výkon považují za RWL již úbytek $\leq 3\%$ tělesné hmotnosti. (Artioli a kol. 2010; Lakicevic a kol. 2021; Morales a kol. 2018). Dalším problémovým aspektem těchto studií může být relativně malý vzorek participantů, který autorům neumožňuje důvěryhodně pozorovat malé rozdíly ve výsledcích, o kterých autoři informují. Mezi úskalí současných výzkumů patří i design studií, které se zabývají vlivem RWL na kognitivní výkon. Zaobírání se problematikou RWL je velmi důležité, ale řada autorů opomíjí fakt, že zápasníci do svých zápasů nenastupují ihned po RWL, ale mají určitý čas na zotavení, ve kterém praktikují RWG. Proto hodnoty naměřené bezprostředně po RWL nemusí odpovídat hodnotám bezprostředně před zápasem, tedy po RWG fázi. Oproti dopadu manipulace hmotnosti na kognitivní výkon je evidence zabývající se vlivem manipulace hmotnosti na psychický stav rozsáhlejší a autoři se shodují na negativních dopadech RWL. Ovšem i zde autoři často opomíjí RWG fázi. Proto je hlavním cílem této práce zjistit, jak RWL a RWG ovlivňují vybrané domény kognitivního výkonu (jednoduchá reakční rychlost, výběrová reakční rychlost a kognitivní výkon v Číslicově – symbolovém substitučním testu). Dalším cílem práce je ověřit negativní vliv RWL na psychický stav a zjistit, jaký bude mít vliv následná RWG fáze.

3 Praktická část

3.1 Cíle práce

Primárním cílem této práce je testovat vliv RWL a následného RWG na kognitivní výkon a psychické stavy zápasníků bojových sportů. Dílčím cílem je také explorovat, jak metody RWL a RWG ovlivňují tělesné složení zúčastněných zápasníků. Dále budeme testovat vliv RWL na změnu specifické hmotnosti moči u zúčastněných zápasníků.

3.1.1 Predikce

P1 – Předpokládáme, že vlivem RWL se zhorší jednoduchá reakční rychlost.

P2 – Předpokládáme, že vlivem RWG selepší jednoduchá reakční rychlost.

P3 – Předpokládáme, že vlivem RWL se zhorší výběrová reakční rychlost.

P4 – Předpokládáme, že vlivem RWG selepší výběrová reakční rychlost.

P5 – Předpokládáme, že vlivem RWL se zhorší kognitivní výkon v Číslicově – symbolovém substitučním testu.

P6 – Předpokládáme, že vlivem RWG selepší kognitivní výkon v Číslicově – symbolovém substitučním testu.

P7 – Předpokládáme, že vlivem RWL se sníží pozitivní afektivní stavy.

P8 – Předpokládáme, že vlivem RWG se zvýší pozitivní afektivní stavy.

P9 – Předpokládáme, že vlivem RWL se zvýší negativní afektivní stavy.

P10 – Předpokládáme, že vlivem RWG se sníží negativní afektivní stavy.

P11 – Předpokládáme, že vlivem RWL se zvýší celkové narušení nálady.

P12 – Předpokládáme, že vlivem RWG se sníží celkové narušení nálady.

3.2 Materiály a metody

Tato diplomová práce je součástí většího výzkumného projektu, který se zabývá vlivem RWL na sportovní výkon. Druhá část tohoto projektu zkoumá vliv manipulace hmotnosti na silový výkon, který je analyzován pouze v diplomové práci Bc. Vojtěcha Nesvadby. Celý projekt byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod číslem: 174/22 (viz příloha 1). Veškerá měření proběhla ve spolupráci s biomedicínskou laboratoří UK FTVS.

3.2.1 Participanti

Nábor participantů probíhal přes sociální sítě (ukázka náborového letáku je uvedena v příloze 3) oslovením jednotlivých klubů MMA, thajského boxu, juda, jiu jitsu (například: USK Judo Praha, Hanuman Gym Praha, Choketopus Gym) a s osobním kontaktem. Před začátkem své účasti ve výzkumu byli účastníci obeznámeni s jeho cíli, možnými riziky a průběhem měření. Svou dobrovolnou účast stvrdili podepsáním informovaného souhlasu (viz příloha 2). K účasti ve výzkumu museli participanté splňovat určitá kritéria. Participanté museli být muži ve věku od 18 do 40 let, kteří jsou fyzicky a duševně zdraví, aktivně se účastní soutěží a mají zkušenosti s RWL metodami. Výzkumu se celkem zúčastnilo 20 participantů, ale pouze 19 z nich dokončilo celý výzkum. Soubor participantů byl tak tvořen 19 zápasníky bojových sportů (17 amatérských a 2 profesionální zápasníci) ve věkovém rozmezí od 18 do 36 let (průměrný věk = 24,6, SD = 5,04) s průměrnou výškou 180,3 cm (SD = 7,6). Konkrétně vzorek tvořilo 8 MMA zápasníků, 5 zápasníků thajského boxu, 3 boxeři, 2 kickboxeři a jeden zápasník taekwonda. Detailní deskriptivní údaje jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3 – Deskriptivní statistika zkoumaného vzorku

	N	Průměr	SD	Minimum	Maximum
věk	19	24,63	5,03	18	36
tělesná výška	19	180,34	5,05	171,9	187
tělesná hmotnost před RWL (kg)	19	79,28	7,59	64,6	93,9
tělesná hmotnost po RWL (kg)	19	75,37	7,41	61,4	88,8
tělesná hmotnost po RWG (kg)	19	77,30	7,63	63,2	91
jednoduchá reakční rychlost před RWL (s)	19	0,28	0,02	0,25	0,35
jednoduchá reakční rychlost po RWL (s)	19	0,3	0,02	0,25	0,34
jednoduchá reakční rychlost po RWG (s)	19	0,3	0,02	0,26	0,35
výběrová reakční rychlost před RWL (s)	19	0,46	0,06	0,36	0,57
výběrová reakční rychlost po RWL (s)	19	0,48	0,05	0,35	0,58
výběrová reakční rychlost po RWG (s)	19	0,46	0,04	0,35	0,54
správné odpovědi v DSST před RWL	19	55,15	9,57	40	80
správné odpovědi v DSST po RWL	19	63,42	14,56	36	102
správné odpovědi v DSST po RWG	19	72,31	15,83	42	101
skóre pozitivních emocí před RWL (PANAS)	19	29,31	8,42	14	41
skóre pozitivních emocí po RWL (PANAS)	19	21,5	6,67	10	36
skóre pozitivních emocí po RWG (PANAS)	19	26,78	9,89	11	42
skóre negativních emocí před RWL (PANAS)	19	14,68	5,85	10	32
skóre negativních emocí po RWL (PANAS)	19	16,44	5,77	10	33
skóre negativních emocí po RWG (PANAS)	19	11,57	2,91	10	22
celkové skóre nálady před RWL (BRUMS)	19	2,63	11,86	-12	42
celkové skóre nálady po RWL (BRUMS)	19	17,47	15,41	0	46
celkové skóre nálady po RWG (BRUMS)	19	-2	5,72	-11	8

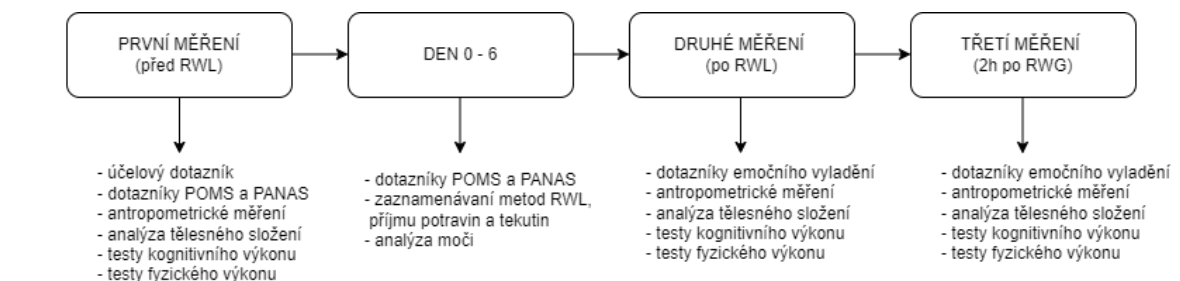
3.2.2 Postup

Participantů byli před první návštěvou laboratoře vyzváni, aby si na první měření přinesli sportovní oblečení a vyhnuli se konzumaci látek, které by mohli ovlivnit tělesné složení nebo kognitivní a fyzický výkon (jako alkohol a jiné drogy, kofein, diuretika). Soubor účastníků se dostavil do laboratoře na první měření (ve stavu před RWL), kde nejdříve podepsali informovaný souhlas (viz příloha 2) a vyplnili účelový dotazník o sportovní minulosti a zkušenostech s předsoutěžní redukcí tělesné hmotnosti. Následovalo vyplnění standardizovaných psychologických dotazníků psychických stavů (BRUMS a PANAS) a antropometrické měření (tělesná výška a obvody segmentů těla) (vyhodnocení změn obvodů segmentů těla vlivem RWL a RWG není součástí této diplomové práce). Poté bylo změřeno tělesné složení a kognitivní výkon. Měření kognitivního výkonu zahrnovalo test jednoduché reakce, test výběrové reakce a číslicově – symbolový substituční test.

Po skončení prvního měření dostali účastníci za úkol zredukovat 5 % tělesné hmotnosti během následujících 7 dní, a to s využitím vlastních RWL metod. Zakázáno

bylo využití diuretik, laxativ a dalších zakázaných látek, které jsou na seznamu světové antidopingové agentury WADA (WADA, 2022). Všechny použité RWL metody účastníci zaznamenávali každý den do předem připraveného dotazníku společně s příjmem všech konzumovaných potravin a tekutin. Účastníci také dostali instrukce (viz elektronická příloha) na odběr a vyhodnocování diagnostických proužků na moč, které zjišťují úroveň specifické hmotnosti moči a dalších biomarkerů. Dále účastníci každý den ve stejný čas vyplňovali dotazníky psychických stavů BRUMS a PANAS.

Po těchto sedmi dnech následovalo ve stejný čas druhé měření (ve stavu po RWL), kde byli znovu vyplněny standardizované psychologické dotazníky psychických stavů BRUMS a PANAS. Poté byly znovu změřeny antropometrické parametry, tělesné složení a kognitivní výkon. Následně dostali účastníci 2 hodiny na RWG fázi, po které následovalo třetí měření (ve stavu po RWG). Třetí měření bylo stejné jako předchozí dvě, účastníci znovu vyplnili standardizované psychologické dotazníky psychických stavů BRUMS a PANAS, následovalo měření antropometrických parametrů, analýza tělesného složení a testy kognitivního výkonu. Součástí všech měření byla i baterie testů fyzického výkonu (viz diplomová práce Bc. Vojtěcha Nesvadby). Fyzické testy však nejsou analyzovány v rámci této diplomové práce. Průběh celého měření znázorňuje obrázek 4.



* testování fyzického výkonu je součástí většího projektu o vlivu RWL na sportovní výkon, není však součástí této diplomové práce

Obrázek 4 – Diagram průběhu studie

3.2.3 Dotazníky

3.2.3.1 Účelový dotazník

Při prvním termínu měření participanti vyplnili účelový dotazník o sportovní minulosti a zkušenostech s předsoutěžní redukcí tělesné hmotnosti. Tento dotazník jsme vytvořili prostřednictvím platformy Microsoft Forms. Dotazník zahrnoval celkem 59 otázek (ukázky různých druhů otázek jsou uvedeny na obrázku 5) rozdělených do pěti částí. První část dotazníku zjišťovala základní údaje jako jsou věk, druh bojového sportu a délku soutěžní kariéry. Druhá část dotazníku byla zaměřena na sportovní historii a skóre, tedy na počet zápasů, soutěžní úroveň a úspěšnost na soutěžích. Ve třetí části dotazníku jsme zjišťovali stravovací návyky, soutěžní hmotnostní kategorie, četnost a velikost redukcí, délku redukcí a používané metody RWL. Čtvrtá část dotazníku byla zaměřena na metody rychlého zvýšení tělesné hmotnosti, tedy zda zápasníci záměrně zvyšují svou hmotnost po vážení a jakou hmotnost obvykle naberou v časovém úseku mezi vážením a zápasem. Dále nás zajímalo, kolik tekutin vypijí, jaké potraviny, tekutiny a doplňky stravy konzumují. V poslední páté části dotazníku jsme zjišťovali, jaký má podle participantů vliv rychlá redukce hmotnosti na jejich sportovní výkon (silové schopnosti, vytrvalost, pozornost, reakční rychlost), emoce a zdraví. Celé znění dotazníku naleznete v elektronické příloze této práce. Součástí této diplomové práce je pouze zpracování otázek týkající se popisných údajů o participantech (viz kapitola 3.3.1).

The image shows a screenshot of a Microsoft Forms survey question. The question is: "Snižoval jste někdy svou hmotnost kvůli soutěží? *". There are two radio button options: "Ano" (selected) and "Ne". Below this is another question: "V kolika letech jste začal snižovat svou hmotnost kvůli soutěžím?". This is followed by a text input field with the placeholder "Zadejte svoji odpověď.". The final question is: "Označte na škále 1-5 (1- nikdy, 5 vždy), jak často jste snižoval svou hmotnost kvůli zápasu za celou svou soutěžní kariéru". Below this question is a horizontal scale with five radio buttons labeled "Nikdy - 1", "2", "3", "4", and "5 - Vždy".

Obrázek 5 – Ukázka otázek

3.2.3.2 Dotazník použitých RWL metod, fyzické aktivity, příjmu potravin a tekutin

Tento druhý účelně sestavený dotazník byl vytvořený výzkumným týmem (Bc. Vojtěch Nesvadba, Bc. Jaroslav Hrdlička), s cílem zaznamenat použité RWL metody, kvalitu spánku, fyzickou aktivitu, příjem potravin a tekutin během týdne, ve kterém byla prováděna RWL. Tento dotazník byl online a účastníci ho vyplňovali každý den večer. Dotazník byl rovněž vytvořený prostřednictvím Microsoft Forms a zahrnoval 38 otázek (ukázky různých druhů otázek jsou uvedeny na obrázku 6).

Tento dotazník jsme rozdělili do čtyř částí. V první části jsme zjišťovali, jaké metody RWL účastníci během dne využili. V druhé části jsme sledovali příjem potravin, tekutin a doplňků stravy, které účastníci během dne konzumovali. Ve třetí části dotazníků jsme sledovali fyzickou aktivitu a únavu. Poslední čtvrtá část byla zaměřena na kvalitu spánku. Celé znění dotazníku naleznete v elektronické příloze této práce. V rámci této diplomové práce jsou zpracovány pouze otázky týkající se používaných metod RWL (viz kapitola 3.3.2).

Kolik jste dnes vypil tekutin?

	1 - Vůbec jsem nepil	2	3	4 - Pil jsem jak jsem zvyklý	5	6	7 - Pil jsem o dost více než jsem zvyklý
Příjem tekutin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Měl jste dnes snídani? *

ANO

NE

Co jste dnes snídali? (např. 4x smažená vajíčka na slunečnicovém oleji s okurkou a celozrnným chlebem, 1 tableta multivitaminů) *

Zadejte svoji odpověď.

Obrázek 6 – Ukázka otázek

3.2.4 Analýza tělesného složení

Na základě předchozích výzkumů (Cannataro a kol., 2020; Coufalová, 2014; Drid a kol., 2019) zabývajících se vlivem rychlé redukce tělesné hmotnosti na tělesné složení v bojových sportech, jsme k analýze tělesného složení využili bioelektrickou impedanci. Konkrétně byl použit přístroj Tanita MC – 980, který se využívá k analýze tělesného složení u sportovců (Akinoğlu a Kocahan, 2019; Balci a kol., 2020). Tanita MC – 980 je tetrapolární multifrekvenční přístroj, který využívá 8 dotykových elektrod (Obrázek 7)

a 6 frekvenčních pásem s frekvencí skenu 1/5/50/250/500/100 kHz, přičemž samotné měření je provedeno do 30 sekund (Tanita, 2023). Výrobce také umožňuje zvolit si režim Standard nebo Athletic. Pro měření v této studii byla zvolena predikční rovnice pro sportující populaci (režim Athletic). Vstupní údaje testované osoby jsou pohlaví, tělesná výška a věk.



Obrázek – 7 Tanita MC – 980 (Compek, 2022)

Zjišťovanými parametry tělesného složení byla tělesná hmotnost (kg), celková tělesná voda (kg), celkové množství tukové tkáně (%), celkové množství svalové tkáně (kg) (viz tabulka 4).

Tabulka 4 – Deskriptivní statistika tělesného složení

	Stav	N	Průměr	SD	Minimum	Maximum	Shapiro-Wilk	
							W	p
tělesná hmotnost (kg)	před RWL	19	79,29	7,6	64,6	93,9	0,99	0,999
	po RWL	19	75,38	7,42	61,4	88,8	0,979	0,928
	po RWG	19	77,31	7,64	63,2	91,0	0,976	0,882
tělesný tuk (%)	před RWL	19	10,07	3,79	4,2	16,6	0,956	0,493
	po RWL	19	8,88	3,61	3,8	15,7	0,953	0,436
	po RWG	19	10,06	3,42	4,4	16,8	0,95	0,392
celková tělesná voda (kg)	před RWL	19	51,40	4,28	43,	59,3	0,974	0,844
	po RWL	19	49,22	4,03	41,5	55,4	0,959	0,556
	po RWG	19	49,81	4,24	42	57,6	0,978	0,913
svalová hmota (kg)	před RWL	19	67,64	5,39	57	77,7	0,98	0,944
	po RWL	19	65,13	5,13	55,2	73,6	0,97	0,785
	po RWG	19	65,96	5,47	55,8	76,1	0,984	0,980

3.2.5 Analýza močového sedimentu

K orientačnímu vyšetření močového sedimentu jsme využili diagnostické proužky Multi 10 UrineScreen, které slouží pro semikvantitativní a kvalitativní stanovení následujících parametrů v moči: leukocyty, glukóza, bilirubin, ketony, specifická hmotnost, krev, pH, bílkoviny, urobilinogen, dusitany (ivtimuno, 2023). Tyto diagnostické proužky na moč umožňují vyhodnocovat sledované parametry vizuálně na základě změny barvy políček s reagens a jsou běžným nástrojem pro zjišťování stavu hydratace (Fialová a kol. 2019; Karničič a kol. 2016). Hlavní proměnou pro náš výzkum byla specifická hmotnost moči (viz tabulka 5), jelikož je považována za marker úrovně dehydratace u sportovců (Lakicevic a kol. 2021). Participantů dostali diagnostické proužky v uzavíratelném plastovém sáčku na konci prvního měření spolu s instrukcemi k jejich použití a vyhodnocení (viz elektronická příloha). Následně tyto diagnostické proužky používali každý den ráno (první moč) a večer (poslední moč). Výsledky byly podle barevného spektra vyhodnocovány a zaznamenávány do předem připravené tabulky (viz elektronická příloha).

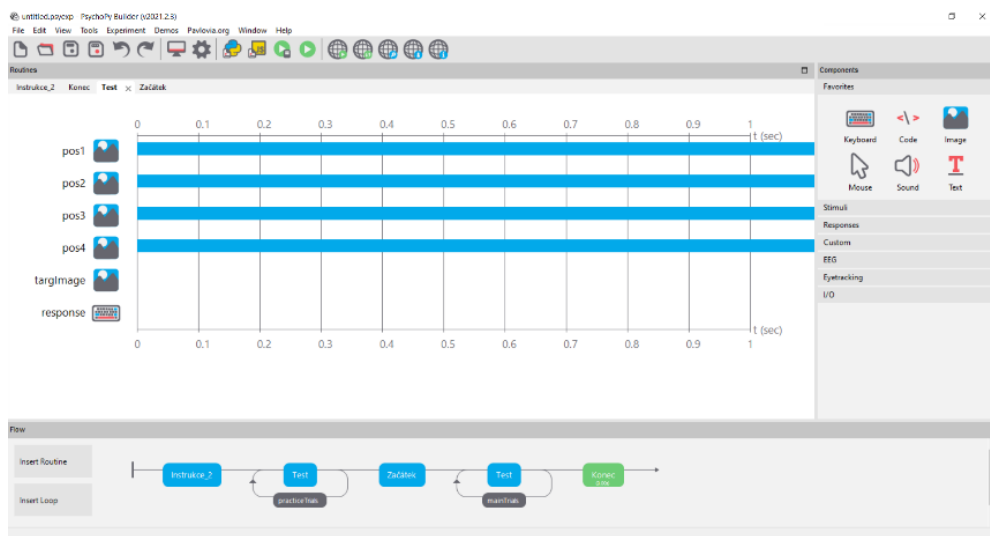
Tabulka 5 – Deskriptivní statistika specifické hmotnosti moči

Měření	N	Průměr	SD	Minimum	Maximum	Shapiro-Wilk	
						W	p
1	16	1.01	0.009	1	1.03	0.898	0.075
2	19	1.02	0.011	1	1.03	0.893	0.036
3	17	1.01	0.009	1	1.03	0.919	0.145
4	19	1.02	0.007	1	1.03	0.916	0.094
5	19	1.01	0.007	1	1.02	0.921	0.119
6	19	1.01	0.007	1	1.02	0.867	0.013
7	19	1.01	0.007	1	1.02	0.927	0.151
8	19	1.01	0.008	1	1.03	0.941	0.27
9	19	1.01	0.007	1	1.03	0.89	0.033
10	19	1.02	0.008	1	1.03	0.917	0.099
11	18	1.02	0.008	1	1.03	0.889	0.036
12	19	1.02	0.008	1	1.03	0.95	0.391
13	17	1.02	0.009	1	1.03	0.893	0.051
14	17	1.02	0.009	1	1.03	0.819	0.004

3.2.6 Testy kognitivního výkonu

Jednotlivé testy kognitivního výkonu byly staženy z databáze elektronických experimentů Pavlovia.org, která slouží jako portál pro administrování experimentů ze softwaru PsychoPy3 v online podobě (Gallant a Libben, 2019). Následně jsme testy

pomocí PsychoPy3 přeložili a upravili do české verze. PsychoPy3 je volně dostupný software, který umožňuje navrhovat a realizovat širokou škálu experimentů v behaviorálních vědách (Peirce a kol. 2019). Každý experiment je vytvořen a upraven na základě uspořádání komponent, rutin a smyček vytvořených uživatelem v grafickém uživatelském rozhraní Builder (Gallant a Libben, 2019) (obrázek 8). Jednotlivé testy realizovali účastníci pomocí speciálně upravené klávesnice, umožňující snadnější provedení úkolů dílčích testů (obrázek 9). Všechny psychoPy3 soubory s jednotlivými testy jsou uvedeny v elektronické příloze této práce.



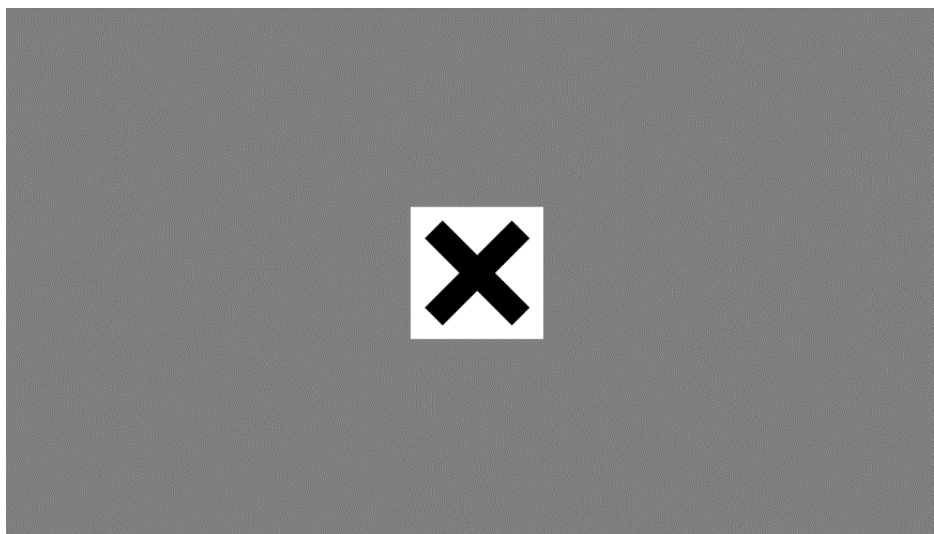
Obrázek 8 – PsychoPy3-Builder



Obrázek 9 – Klávesnice pro realizaci experimentů

3.2.6.1 Test jednoduché reakční rychlosti

Pro měření jednoduché reakce jsme zvolili a upravili do češtiny test jednoduché reakce (Deary-Liewald simple reaction time) od Deary a kol. (2011). Tento test je běžně využívaný napříč studii (Assar a kol., 2022; Dua a kol., 2020; Ferreira a kol., 2021) a je validním nástrojem pro měření jednoduché reakční rychlosti, autoři testu (Deary a kol., 2011) také uvádí vysokou reliabilitu testu ($\alpha = 0,94$). V tomto testu bylo úkolem participanta co nejrychleji reagovat na vizuální stimul stisknutím klávesy mezerník. Vizuální stimul představoval černý křížek, který se objevoval uvnitř bílého čtverce uprostřed obrazovky (obrázek 9). Participant se nejdříve seznámil s testem a poté následovalo 5 zkušebních pokusů. Samotný test zahrnoval 28 reakcí na stimul, který se objevoval v náhodných časových intervalech od 3,5 do 6,5 s (Deary a kol., 2011; Schuhfried, 2013). Po absolvování testu se data automaticky uložila do tabulky CSV souboru, ze kterých je možné zjistit, jak rychle participant reagoval na jednotlivé stimuly a zda nereagoval předčasně. Deskriptivní statistika jednoduché reakční rychlosti je uvedena v tabulce 6.



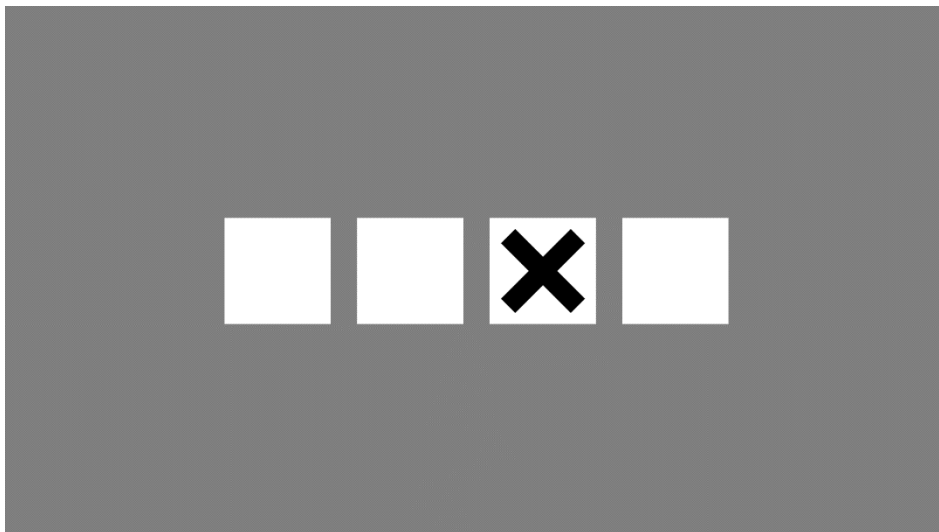
Obrázek 10 – Ukázka vizuálního stimulu jednoduché reakce

Tabulka 6 – Deskriptivní statistika jednoduché reakční rychlosti

stav	N	průměr	SD	minimum	maximum	Shapiro-wilk	
						W	p
před RWL	19	0,28	0,02	0,25	0,35	0,919	0,11
po RWL	19	0,3	0,02	0,25	0,34	0,981	0,951
po RWG	19	0,3	0,02	0,26	0,35	0,952	0,424

3.2.6.2 Test výběrové reakční rychlosti

Pro měření výběrové reakce jsme zvolili a přeložili test výběrové reakce (Deary-Liewald choice reaction time) od Deary a kol. (2011). Tento test je běžně využívaný napříč studiiemi (Assar a kol., 2022; Dua a kol., 2020; Ferreira a kol., 2021) a je validním nástrojem pro měření jednoduché reakční rychlosti, autoři testu (Deary a kol., 2011) také uvádí vysokou reliabilitu testu ($\alpha = 0,97$). Úkolem participanta bylo co nejrychleji reagovat stisknutím příslušné klávesy (D, F, J, K) na vizuální stimul, který se objevoval na čtyřech různých místech. Vizuální stimul představoval černý křížek, který se náhodně objevoval uvnitř bílých čtverců nacházejících se uprostřed obrazovky (obrázek 11). Participant se nejdříve seznámil s testem a poté následovalo 8 zkušebních pokusů, samotný test zahrnoval 40 reakcí na stimul, který se objevoval v náhodných časových intervalech od 3 do 6 s (Deary a kol., 2011; Schuhfried, 2013). Po absolvování testu se data automaticky uložila do tabulky CSV souboru, ze kterých je možné zjistit, jak rychle participant reagoval na jednotlivé stimuly a zda nereagoval chybně či předčasně. Deskriptivní statistika výběrové reakční rychlosti je uvedena v tabulce 7.



Obrázek 11 – Ukázka vizuálního stimulu výběrové reakce

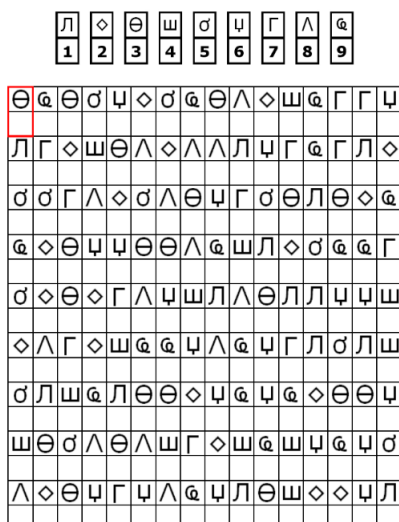
Tabulka 7 – Deskriptivní statistika výběrové reakční rychlosti

	Stav	N	Průměr	SD	Minimum	Maximum	Shapiro-Wilk	
							W	p
reakční rychlost (s)	před RWL	19	0,46	0,06	0,36	0,57	0,954	0,457
	po RWL	19	0,48	0,05	0,35	0,58	0,977	0,902
	Po RWG	19	0,46	0,04	0,35	0,54	0,941	0,270
počet chyb v testu	před RWL	19	1,52	1,74	0	8	0,628	<,001
	po RWL	19	1,15	0,95	0	3	0,870	0,014
	Po RWG	19	1,21	1,13	0	4	0,872	0,015

3.2.6.3 Číslicově symbolový substituční test

Číslicově – symbolový substituční test (DSST-Digit Symbol Substitution Task) je test kognitivního výkonu, který se používá k rozpoznávání deficitů v oblasti pozornosti, rychlosti zpracování informací, exekutivních funkcí a pracovní paměti (Jaeger a Domingo, 2016; McIntyre a kol. 2016). Podle Jaegera (2018) je DSST senzitivní na změnu kognitivního výkonu, ale má nízkou specifitu pro přesné určení, která kognitivní doména byla ovlivněna. Výsledky testu také mohou být ovlivněny asociativním učením (Jaeger, 2018) (viz kapitola 4.2).

V tomto testu participant rozpoznával symboly a přiřazoval k nim příslušná čísla dle přiloženého klíče. Participant se nejdříve seznámil s testem prostřednictvím popisu a zkušebního pokusu, jenž zahrnoval doplnění několika číslic k symbolům. Poté následoval samotný test, který trval 120 s. V testu měli participant za úkol přiřadit co nejvíce čísel (1 až 9) k příslušným symbolům (obrázek 12). Po absolvování testu se data automaticky uložila do tabulky, ze které je možné zjistit, kolik číslic bylo přiřazeno k symbolům a počet chybných přiřazení. Deskriptivní statistika DSST je uvedena v tabulce 8.



Obrázek 12 – Ukázka DSST

Tabulka 8 – Deskriptivní statistika DSST

	Stav	N	Průměr	SD	Minimum	Maximum	Shapiro-Wilk	
							W	p
	před RWL	19	55,3	10	40	83	0,904	0,057
Správné odpovědi	po RWL	19	63,4	14,6	36	102	0,947	0,347
	po RWG	19	72,3	15,8	42	101	0,976	0,890

3.2.7 Měření psychických stavů

Měření psychických stavů bylo provedeno pomocí standardizovaných psychometrických dotazníků Brunel Mood Scale (Květon a kol., 2020) (dříve označovaný jako Profile of Mood states – POMS) a Positive and Negative Affect Schedule (PANAS) (Watson a kol. 1988). Dotazníky byly vyplňovány při každém měření v laboratoři (před RWL, po RWL, po RWG) a také každý den (den 0 – den 6) večer online prostřednictvím Microsoft Forms. Celé znění dotazníků naleznete v elektronické příloze této práce.

3.2.7.1 BRUMS

Prvním nástrojem pro měření psychických stavů participantů byl přeložený standardizovaný psychometrický dotazník Brunel Mood Scale (BRUMS) (Květona kol., 2020), který hodnotí aktuální míru úzkosti, deprese, hněvu, vitality, únavy, zmatku, a to na základě odpovědí o pozitivních, negativních náladách a pocitech. Dotazník BRUMS zahrnuje 24 položek rozdělených do 6 faktorů. Participantů své pocity vyjadřovali

označením příslušného slova na verbálně zakotvené pětibodové škále (1 – vůbec ne; 5 – extrémně) (obrázek 13). Faktory, které dotazník hodnotí, jsou:

Tenze – úzkost. Tento faktor charakterizují adjektiva: vyděšený, úzkostný, ustaraný, nervózní.

Deprese – sklíčenost. Tento faktor charakterizují adjektiva: depresivní, skleslý, nešťastný, mizerný.

Hněv – nepřátelství. Tento faktor charakterizují adjektiva: rozzlobený, rozhořčený, vzteklý, podrážděný.

Vitalita – aktivita Tento faktor charakterizují adjektiva: plný života, energický, aktivní, nabuzený.

Únava – netečnost. Tento faktor charakterizují adjektiva: opotřebovaný, vyčerpaný, ospalý, unavený.

Zmatek – popletenost. Tento faktor charakterizují adjektiva: zmatený, chaotický, popletený, nejistý.

2. Vyděšeně *

vůbec ne trochu středně docela extrémně

3. Plný/á života *

vůbec ne trochu středně docela extrémně

Obrázek 13 – Ukázka dotazníku BRUMS

Výsledné skóre pro každý faktor se u dotazníku BRUMS vypočítá jako součet bodů všech položek vztahující se k danému faktoru. Následně se vypočítá skóre celkového narušení nálady (Total Mood Disturbance – TDM) jako součet faktorů tenze – napětí, deprese – sklíčenost, hněv – nepřátelství, únava – netečnost, zmatek – popletenost od kterých se následně odečte faktor vitalita – aktivita. Deskriptivní statistika celkového skóre narušení nálady je uvedena v tabulce 9 a deskriptivní statistika jednotlivých faktorů BRUMS je uvedena v elektronické příloze této práce.

Tabulka 9 – Deskriptivní statistika celkového narušení nálady (BRUMS)

Stav	N	Průměr	SD	Minimum	Maximum	Shapiro-Wilk	
						W	p
před RWL	19	2,63	11,87	-12	42	0,820	0,002
den 1	17	-0,88	5,77	-10	15	0,911	0,103
den 2	19	0,36	11,04	-12	28	0,833	0,004
den 3	19	2,36	11,62	-8	29	0,815	0,002
den 4	18	4	12,45	-11	42	0,839	0,006
den 5	18	4,05	9,61	-9	23	0,927	0,169
den 6	16	9	12,46	-10	34	0,942	0,375
den 7	19	14,42	18,25	-9	61	0,918	0,102
po RWL	18	18,44	15,25	1	46	0,879	0,025
po RWG	19	-2	5,73	-11	8	0,962	0,610

Poznámka: Rozpětí škály se pohybuje od -16 do 80, přičemž vyšší hodnoty signalizují větší narušení celkové nálady.

3.2.7.2 PANAS

Druhým prostředkem pro měření psychických stavů participantů byl standardizovaný psychometrický dotazník PANAS (Watson a kol. 1988), konkrétně jsme využili krátkou verzi českého dotazníku použitého ve studii Fialová a kol. (2020) Dotazník PANAS se využívá pro posouzení afektivních stavů a skládá se z 20 přídavných jmen, které popisují různé pozitivní (např. zaujatý pro něco, nadšený, odhodlaný) a negativní emoce (např. rozrušený, vyděšený, nepřátelský) (Fialová a kol. 2020). Své aktuální emoce popisovali participanté na verbálně ukotvené pětibodové škále (1 – vůbec ne; 5 – velmi) (obrázek 14).

2. Zaujatý pro něco *

Vůbec ne Trochu Středně Celkem ano Velmi

○ ○ ○ ○ ○

3. Nešťastný *

Vůbec ne Trochu Středně Celkem ano Velmi

○ ○ ○ ○ ○

Obrázek 14 – Ukázka dotazníku PANAS

Skóre PANAS se vypočítá sečtením odpovědí o pozitivních a negativních emociích a pocitech (Watson a kol. 1988). Skóre se pohybuje od 10 do 50 pro každou složku, přičemž vyšší skóre představuje vyšší úroveň pozitivních nebo negativních afektivních stavů. Deskriptivní statistika dotazníku PANAS je uvedena v tabulce 10.

Tabulka 10 – Deskriptivní statistika pozitivních a negativních afektivních stavů (PANAS)

	Stav	N	Průměr	SD	Minimum	Maximum	Shapiro-Wilk	
							W	p
pozitivní afekt	před RWL	19	29,3	8,43	14	41	0,883	0,025
	den 1	17	26,5	8,46	10	41	0,973	0,861
	den 2	19	25,9	9,45	10	41	0,932	0,187
	den 3	19	26,7	10,49	11	41	0,882	0,023
	den 4	18	26,1	8,44	10	39	0,935	0,236
	den 5	18	24,1	8,09	11	37	0,929	0,183
	den 6	16	20,6	7,46	10	33	0,896	0,070
	den 7	19	22,4	8,71	10	42	0,954	0,456
	po RWL	18	21,5	6,67	10	36	0,980	0,954
	po RWG	19	26,8	9,90	11	42	0,923	0,128
	před RWL	19	14,7	5,85	10	32	0,731	<,001
negativní afekt	den 1	17	11,6	2,18	10	16	0,736	<,001
	den 2	19	12,6	3,59	10	21	0,738	<,001
	den 3	19	12,6	3,73	10	23	0,745	<,001
	den 4	18	13,7	5,02	10	30	0,740	<,001
	den 5	18	12,4	2,79	10	18	0,804	0,002
	den 6	16	13,9	4,25	10	23	0,847	0,012
	den 7	19	16,3	7,60	10	42	0,756	<,001
	po RWL	18	16,4	5,77	10	33	0,873	0,020
	po RWG	19	11,6	2,91	10	22	0,571	<,001

3.2.8 Statistická analýza dat

Nejdříve jsme u jednotlivých PsychoPy testů kognitivního výkonu (test jednoduché reakční rychlosti, test výběrové reakční rychlosti, DSST) překopírovali všechna potřebná data (jednoduchá a výběrová reakční rychlost na každý podnět, přiřazená čísla k symbolům v DSST) do excelové tabulky, abychom měli data na jednom místě a mohli s nimi snáze pracovat. Následně jsme ze všech bezchybných reakcí vypočítali (pomocí funkce AVERAGE v Microsoft Excel) průměrnou jednoduchou a výběrovou reakční rychlost a sečetli počet chyb pro každého účastníka v každém stavu (před RWL, po RWL, po RWG). V případě DSST jsme sečetli všechny správně přiřazené odpovědi pro každého účastníka ve všech stavech (před RWL, po RWL, po RWG). Tato excelová tabulka a všechny CSV soubory jednotlivých PsychoPy testů jsou uvedeny v elektronické příloze této práce.

U dotazníků BRUMS a PANAS byla data nejprve stažena z platformy Microsoft forms ve formě excelových tabulek. V tabulce dotazníku PANAS jsme u každého účastníka sečetli skóre pro pozitivní a negativní afektivní stavy ve všech stavech (před RWL, den 0, den 1, den 2, den 3, den 4, den 5, den 6, po RWL, po RWG). Stejně tak v excelové tabulce dotazníku BRUMS bylo u každého účastníka vypočítáno skóre pro jednotlivé faktory dotazníku (tenze – napětí, deprese – sklíčenost, hněv – nepřátelství, vitalita – aktivita, únava – netečnost, zmatek – popletenost) a celkové narušení nálady ve všech stavech (před RWL, den 0, den 1, den 2, den 3, den 4, den 5 den, den 6, po RWL, po RWG). Tyto excelové tabulky jsou uvedeny v elektronických přílohách této práce.

Statistická analýza dat byla provedena v programu Jamovi 2.3.21 (The Jamovi Project, 2023). Nejdříve jsme provedli deskriptivní analýzu u všech vybraných proměnných (tělesná hmotnost, celková tělesná voda, tělesný tuk, svalová hmota, specifická hmotnost moči, průměrná jednoduchá reakční rychlost, průměrná výběrová reakční rychlost a průměrný počet chyb v testu, počet správných odpovědí v DSST, skóre pozitivních a negativních afektivních stavů dotazníku PANAS, skóre celkového narušení nálady a skóre jednotlivých faktorů dotazníku BRUMS), které jsme využívali pro statistické analýzy. Následně jsme pomocí Shapiro – Wilk testu a vizuální inspekce Q-Q grafů ověřili normalitu rozložení dat.

U proměnných (tělesná hmotnost, celková tělesná voda, tělesný tuk, svalová hmota, specifická hmotnost moči, průměrná jednoduchá reakční rychlost, průměrná

výběrová reakční rychlost, počet správných odpovědí v DSST) splňujících předpoklad normality rozložení dat (p v Shapiro – Wilk testu $\geq 0,05$) jsme k ověření vlivu RWL a RWG použili lineární mixed-effect modely, zatímco u proměnných (počet chyb ve výběrovém reakčním testu, specifická hmotnost moči, skóre pozitivních a negativních afektivních stavů dotazníku PANAS, skóre celkového narušení nálady a skóre jednotlivých faktorů dotazníku BRUMS), která nesplňovala předpoklad normality rozložení dat ($p \leq 0,05$) jsme k ověření vlivu RWL a RWG použili generalizované mixed-effect modely s negativním binomickým rozdělením dat. U skóre celkového narušení nálady dotazníku BRUMS, které nesplňovalo předpoklad normality rozložení dat ($p > 0,05$ w $> 0,815$), jsme také použili lineární mixed-effect model, jelikož výsledné skóre může nabývat i záporných hodnot, což je mimo možnosti generalizovaného mixed-effect modelu v současné verzi Jamovi. U tohoto modelu jsme si vědomi možné relativní chyby odhadu.

K ověření predikcí jsme tak spustili celkem 8 lineárních mixed-effect modelů a 10 generalizovaných mixed-effect modelů. U lineárních mixed effect modelů jsme jako závislou proměnnou použili: tělesnou hmotnost, celkovou tělesnou vodu, tělesný tuk, svalovou hmotu, průměrnou jednoduchou reakční rychlost, průměrnou výběrovou reakční rychlost a počet správných odpovědí v DSST, skóre celkového narušení nálady dotazníku BRUMS. Jako faktor s pevným účinkem (fixed effect factor) jsme nastavili stav (před RWL, po RWL, po RWG) a v případě celkového skóre dotazníku BRUMS i dny (0-6). Jako náhodný účinek (tzv. random effect) jsme nastavili ID participantů. Následně jsme u každého modelu spustili Post Hoc test pro porovnání proměnných před RWL, po RWL, po RWG a v případě skóre celkového narušení nálady dotazníku BRUMS i mezi jednotlivými dny. V případě generalizovaných mixed-effect modelů jsme jako závislou proměnnou nastavili specifickou hmotnost moči, počet chyb v testu výběrové reakční rychlosti, skóre pozitivních a negativních afektivních stavů dotazníku PANAS, skóre každého faktoru dotazníku BRUMS (tenze – napětí, deprese – sklíčenost, hněv – nepřátelství, vitalita – aktivita, únava – netečnost, zmatek – popletenost). Jako fixed effect faktor jsme nastavili stav (před RWL, dny 0-6, po RWL a po RWG) a jako náhodný účinek jsme nastavili ID participantů. Následně jsme u každého modelu spustili Post Hoc test pro porovnání proměnných mezi stavy a dny.

U specifické hmotnosti moči jsme navíc spustili ještě jeden generalizovaný mixed-effect model. Tento model považoval specifickou hmotnost moči za závislou proměnnou, stav za kovariátní prediktor a ID sportovce jako náhodný efekt.

Za hladinu statistické významnosti jsme u všech lineárních modelů považovali výsledky s hodnotou $p \leq 0,05$. Hodnoty p pro Post Hoc testy jsou uváděny s Bonferonniho korelací pro tělesnou hmotnost, celkovou tělesnou vodu, svalovou hmotu, průměrnou jednoduchou reakční rychlost, průměrný počet správných odpovědí v DSST a s Holmovou korelací pro tělesný tuk, specifickou hmotnost moči, skóre pozitivních a negativních afektivních stavů dotazníku PANAS, skóre celkového narušení nálady a každého faktoru dotazníku BRUMS. Vysvětlená variance je u lineárních mixed-effect modelů uvedena ve formě R^2 marginal (R^2_M , variabilita vysvětlena na úrovni fixed efektu) a R^2 conditional (R^2_C , variabilita vysvětlená na úrovni fixed i random efektu). Velikost efektu je pak uváděna s 95 % konfidenčním intervalem. Všechny soubory s jednotlivými analýzami jsou v elektronické příloze.

Protože se předchozí studie neshodují v použitých metodách, v pozorované síle ani směru efektu a také neposkytují všechny potřebné informace pro dostatečně informovanou a priori analýzu síly testu (Power analýzu), rozhodli jsme se provést analýzu senzitivity pro náš plánovaný vzorek 20 participantů. Vzorek 20 participantů by nám poskytl sílu testu (power) 80 % při hladině statistické významnosti 0,05 (pro oboustranný test) pozorovat efekty (velikost rozdílů v post hoc testu) o hodnotě Cohenovo $d = 0,66$. Výzkum nakonec dokončil vzorek 19 participantů, který nám poskytl sílu testu (power) 80 % při hladině statistické významnosti 0,05 (pro oboustranný efekt) pozorovat efekty (velikost rozdílů v post hoc testu) o hodnotě Cohenovo $d = 0,68$. Tento vzorek 19 participantů je větší než v předchozích studiích zabývajících se vlivem manipulace tělesné hmotnosti na kognitivní výkon, což nám umožňuje detekovat i menší efekty s nižším procentem chyby druhého druhu.

Součástí této diplomové práce jsou i elektronické přílohy, které jsou dostupné na: https://osf.io/fmw3p/?view_only=09c2c745b6c84f149b6ab786b0185ff0

3.3 Výsledky

3.3.1 Účelový dotazník

Z výsledků dotazníkového šetření vyplývá, že všichni účastníci byli aktivní závodníci, kteří se bojovým sportům věnovali průměrně 9,5 let ($SD = 5,490$), přičemž svůj aktuálně primární bojový sport praktikovali průměrně 6,132 let ($SD = 5,055$). V tomto aktuálně primárním sportu měli účastníci (modus) 1 zápas (průměrně 17,632 zápasů, $SD = 27,021$), ze kterých bylo (modus) 1 výhra (průměrně 9,158, $SD = 13,289$), 1 prohra (průměrně 7,053 proher, $SD = 11,858$). V posledním roce (2022) měli účastníci (modus) 2 zápasy (průměrně 3,105 zápasů, $SD = 2,961$) (viz tabulka 11).

Tabulka 11 – Deskriptivní statistika praxe v bojových sportech

	N	Průměr	Modus	SD	Minimum	Maximum
sportovní praxe v bojových sportech *	19	9.5	5	5.49	1	19.5
sportovní praxe v primárním bojovém sportu	19	6.132	1	5.055	1	18
počet zápasů v primárním bojovém sportu *	19	17.632	1	27.02	1	100
počet výher v primárním bojovém sportu	19	9.158	1	13.29	0	55
počet proher v primárním bojovém sportu	19	7.053	1	11.86	0	50
počet remíz v primárním bojovém sportu	19	0.105	0	0.315	0	1
počet zápasů v primárním bojovém sportu za rok 2022	19	3.105	2	2.961	0	13

Poznámka: * označuje údaj, u kterého je více modů

Všichni účastníci měli také zkušenost s předsoutěžní redukcí tělesné hmotnosti, se kterou začínali průměrně ve věku 20,76 let ($SD = 5,07$). Účastníci uváděli že, průměrně redukuje před soutěží 4,21 kg ($SD = 1,94$), (viz tabulka 12). Z výsledků také vyplývá, že 63,2 % účastníků redukuje svou hmotnost před soutěží vždy (viz tabulka 13).

Tabulka 12 – Deskriptivní statistika předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti

	N	Průměr	SD	Minimum	Maximum
míra redukce (kg)	19	4,21	1,94	1,5	10
maximální redukce (kg)	19	6,68	2,92	3	16
začátek redukce (věk)	19	20,76	5,07	15	34

Tabulka 13 – Deskriptivní statistika četnosti redukce hmotnosti

	Počet	% z celkového počtu
zřídka	2	10.5 %
občas	3	15.8 %
často	2	10.5 %
vždy	12	63.2 %

Dále jsme zjišťovali, kdy začínají participanti redukovat svou hmotnost a jaké metody k tomu využívají. Nejvíce participantů (63,2 %) uvádí, že je zvyklých redukovat svou hmotnost nejdříve pozvolně v delším časovém úseku a následně rychle v kratším časovém úseku. Používání pouze pozvolné redukce v delším časovém úseku uvádělo 26,3 % participantů a používání pouze rychlé redukce v kratším časovém úseku uvádělo 10,5 % participantů. Participanti uváděli, že s pomalou redukcí hmotnosti začínají (modus) 30 dní (průměr 27,7 dní, SD = 18,6) před soutěží a využívají k ní převážně snížený energetický příjem a zvýšený energetický výdej, zatímco s rychlou redukcí tělesné hmotnosti začínají participanti (modus) 5 dní (průměrně 4,37 (SD = 1,88) dní před soutěží, přičemž nejčastěji využívají metody jako snížený kalorický příjem, vynechávání jídel, omezení příjmu tekutin, více vytrvalostních tréninků a trénování ve speciálních gumových oblecích. Všechny zjišťované a využívané metody RWL a jejich četnost jsou uvedeny v tabulce 14.

Tabulka 14 – Deskriptivní statistika využívaných RWL metod (%)

	nikdy	zřídka	občas	často	vždy
snížený kalorický příjem	0	0	5,3	10,5	84,2
vynechání jídel	0	33,3	16,7	22,2	27,8
omezení příjmu tekutin	27,8	5,6	33,3	11,1	22,2
půst (nejíst celý den)	78,9	10,5	5,3	0	5,3
navýšení příjmu tekutin za účelem následného omezení	36,8	5,3	15,8	21,1	21,1
více tréninků bojových sportů	31,6	15,8	15,8	5,3	31,6
více vytrvalostních tréninků	15,8	15,8	0	26,3	42,1
trénink v záměrně vytápěné místnosti	78,9	10,5	10,5	0	0
Saunování	47,4	15,8	15,8	5,3	15,8
koupele v horké vaně	47,4	10,5	15,8	5,3	21,1
trénování ve speciálních gumových oblecích	63,2	0	5,3	5,3	26,3
použití zimního oblečení nebo speciálních gumových obleků během celého dne/noci	77,8	5,6	0	0	16,7
plivání	84,2	5,30	0	0	10,5
zvracení	100	0	0	0	0
doplňky stravy	68,4	15,8	5,3	5,3	5,3
laxativa	94,7	0	0	0	5,3
diuretika	89,5	0	5,3	5,3	0
doping	100	0	0	0	0

Po RWL fázi participanti (57,2 %) záměrně zvyšují svou hmotnost průměrně o 2,38 kg (SD = 2,38). Uvedená délka časového okna mezi vážením a zápasem je u amatérských zápasníků průměrně 3,38 hodin a u profesionálních zápasníků průměrně 24,75 hodin. V tomto časovém okně participanti průměrně vypijí 2,38 l (SD = 1,36) tekutin. Nejčastěji participanti uvádějí konzumaci tekutin a potravin jako jsou iontové nápoje a rehydratační roztoky, voda a minerální voda, komplexní a jednoduché sacharidy (viz tabulka 15).

Tabulka 15 – Deskriptivní statistika konzumovaných tekutin a potravin během RWG (%)

	nikdy	zřídka	občas	často	vždy
komplexní sacharidy (rýže, ovesné vločky, pečivo atd.)	0	10,5	10,5	10,5	68,4
jednoduché sacharidy (ovoce, sušené ovoce atd.)	0	5,3	5,3	10,5	78,9
bílkoviny (maso, mléčné výrobky atd.)	36,8	5,3	26,3	5,3	26,3
tuky (ořechy, kokos atd.)	42,1	21,1	10,5	15,8	10,5
sladkosti (čokolády, sušenky atd.)	31,6	15,8	15,8	10,5	26,3
voda, minerální voda	5,3	0	0	5,2	89,5
iontové nápoje, rehydratační roztoky	10,5	10,5	5,3	0	73,7
džusy, ovocné šťávy	26,3	10,5	26,3	10,5	26,3
limonády	68,4	15,8	0	5,3	10,5
energetické nápoje obsahující kofein	66,7	5,6	11,1	11,1	5,6
vitamíny, minerální látky	16,7	5,6	22,2	16,7	38,9
předtréninkové stimulanty	84,2	0	5,3	0	10,5
doplňky stravy obsahující převážně sacharidy (gainery, energetické gely atd.)	73,7	10,5	5,3	0	10,5
doplňky stravy obsahující převážně bílkoviny (protein, proteinové tyčinky atd.)	57,9	0	10,5	5,3	26,3

3.3.2 Dotazník použitých RWL metod

Soubor participantů využil během RWL fáze řadu metod redukce hmotnosti. Participantů nejprve začali redukovat svou hmotnost sníženým kalorickým příjmem a zvýšeným energetickým výdejem. Už druhý den RWL fáze omezilo příjem sacharidů 68,4 % participantů, dalších 31,6 % participantů omezilo příjem tuků a 21,1 % participantů snížilo kalorický příjem půstem. Energetický výdej byl výrazně navýšen třetí den, kdy 42,1 % participantů přidalo více vytrvalostního tréninku, 28,9 % participantů přidalo více tréninku bojových sportů a 10,5 % participantů přidalo více silových tréninků. Dále od třetího dne začali participanté (36,8 %) záměrně navyšovat příjem tekutin za účelem následného omezení. Tyto metody (snížený kalorický příjem a zvýšený energetický výdej) využívali participanté i následující dny (viz tabulka 16), nejvíce však sedmý den. Sedmý den snížilo příjem sacharidů 78,9 % participantů, příjem tuků snížilo 63,2 % participantů, půst drželo 52,6 % participantů a bílkoviny omezilo 31,6 % participantů. Pro zvýšení energetického výdeje využilo 47,4 % participantů více vytrvalostního tréninku a 28,9 % participantů více tréninků bojových sportů.

Sedmý den začalo nejvíce participantů využívat metody aktivního a pasivního pocení, plivání a snížený příjem tekutin. Nejvíce participantů (47,7 %) trénovalo ve více vrstvách oblečení nebo ve speciálních gumových oblecích. Dále participanté využili

saunování (28,9 %), koupel v horké vaně (21,2 %), snížený příjem tekutin (63,2 %) a plivání (21,1 %). Jeden participant také trénoval v záměrně vytápěné místnosti, a i přes prvotní instrukce o zákazu používat v rámci studie zakázané látky jako jsou diuretika, tento participant uvedl, že diuretika používal. Všechny metody redukce hmotnosti, které participant vyžívali v průběhu RWL jsou uvedeny v Tabulce 16.

Tabulka 16 – Deskriptivní statistika využívaných metod během RWL (%)

Metody	den 1	den 2	den 3	den 5	den 4	den 6	den 7
žádné	28,9	5,3	5,3	5,3	5,3	0	0
snížený kalorický příjem – půst	15,8	21,1	28,9	15,8	15,8	31,6	63,2
snížený kalorický příjem – omezení sacharidů	21,1	68,4	73,7	78,9	68,4	63,2	78,9
snížený kalorický příjem – omezení tuků	15,8	31,6	28,9	31,6	31,6	31,6	52,6
snížený kalorický příjem – omezení bílkovin	0	5,3	15,8	21,1	15,8	10,5	31,6
navýšení energetického výdeje – více vytrvalostních tréninků	15,8	15,8	42,1	36,8	36,8	21,1	47,4
navýšení energetického výdeje – více silových tréninků	10,5	10,5	15,8	21,1	15,8	0	0
navýšení energetického výdeje – více tréninku bojových sportů	5,3	21,1	28,9	15,8	15,8	10,5	28,9
navýšení příjmu tekutin za účelem následného omezení či úplného vyřazení tekutin	5,3	0	36,8	28,9	28,9	21,1	0
snížený příjem tekutin	0	0	5,3	0	0	28,9	63,2
plivání	0	0	0	5,3	0	5,3	21,1
saunování	0	5,3	0	5,3	0	0	28,9
koupel v horké vaně	0	0	0	5,3	0	5,3	21,1
trénink ve více vrstvách oblečení nebo v sauna obleku	0	5,3	15,8	15,8	5,3	0	47,4
trénink v záměrně vytápěné místnosti	0	0	0	0	0	5,3	5,3
laxativa	0	0	0	0	0	0	0
diuretika	0	0	0	5,3	0	5,3	5,3
doplňky stravy určené k redukci hmotnosti (karnitin či jiné spalovače tuků)	0	5,3	5,3	10,5	0	5,3	10,5

3.3.3 Tělesné složení

Stav měl statisticky signifikantní vliv na změnu tělesné hmotnosti ($F_{2,36} = 214$, $p < 0,001$, $R^2_m = 0,0435$, $R^2_c = 0,994$) (viz tabulka 17 a obrázek 15). U participantů jsme zaznamenali statisticky významné ($p_{\text{Bonferroni}} < 0,001$) snížení průměrné hmotnosti z 79,29 kg (SD = 7,6) (ve stavu před RWL) na 75,38 kg (SD = 7,42) (ve stavu po RWL); průměrné snížení hmotnosti o 3,91 kg (4,9 %), Cohenovo $d = 0,521$. Následně jsme vlivem RWG fáze zaznamenali statisticky signifikantní zvýšení hmotnosti z 75,38 kg (SD = 7,42) (ve stavu po RWL) na 77,31 kg (SD = 7,64) (ve stavu po RWG) - průměrné zvýšení hmotnosti o 1,93 kg (2,6 %), $p_{\text{Bonferroni}} < 0,001$, Cohenovo $d = 0,256$. Statisticky signifikantní byl i rozdíl mezi stavem před RWL (79,29 kg, SD = 7,6) a po RWG (77,31 kg, SD = 7,64), zde došlo k rozdílu hmotnosti o 1,98 kg (2,5 %), $p_{\text{Bonferroni}} < 0,001$, Cohenovo $d = 0,26$.

Dále měl stav statisticky signifikantní vliv na množství celkové tělesné vody ($F_{2,36} = 47,2$, $p < 0,001$, $R^2_m = 0,047$, $R^2_c = 0,972$) (viz tabulka 17 a obrázek 15). Vlivem RWL došlo ke statisticky signifikantnímu poklesu z 51,4 kg (SD = 4,28) (ve stavu před RWL) na 49,22 kg (SD = 4,03) (ve stavu po RWL), tedy o 2,184 kg (4,2 %), $p_{\text{Bonferroni}} < 0,001$, Cohenovo $d = 0,524$. Následně došlo vlivem RWG k statisticky signifikantnímu nárůstu z 49,22 kg (SD = 4,03) (ve stavu po RWL) na 49,81 kg (SD = 4,24) (ve stavu po RWG), tedy o 0,595 kg (1,2 %), $p_{\text{Bonferroni}} = 0,045$, Cohenovo $d = 0,143$. Statisticky významný byl i rozdíl mezi stavem před RWL (51,4 kg, SD = 4,28) a po RWG (49,81 kg, SD = 4,24); rozdíl 1,589 kg (3,1 %), $p_{\text{Bonferroni}} < 0,001$, Cohenovo $d = 0,373$.

I v případě množství tělesného tuku měl stav statisticky významný vliv ($F_{2,36} = 12,4$, $p < 0,001$, $R^2_m = 0,023$, $R^2_c = 0,946$) (viz tabulka 17 a obrázek 15). U participantů došlo vlivem RWL ke statisticky významnému poklesu průměrného tělesného tuku z 10,07 % (SD = 3,42) (ve stavu před RWL) na 8,88 % (SD = 3,61) (ve stavu po RWL); pokles o 1,19 %, $p_{\text{Holm}} < 0,001$, Cohenovo $d = 0,332$. Ke statisticky významné změně došlo i mezi stavem po RWL (8,88 %, SD = 3,61) a po RWG (10,06 %, SD = 3,42), kdy došlo k nárůstu o 1,18 %, $p_{\text{Holm}} < 0,001$, Cohenovo $d = 0,336$.

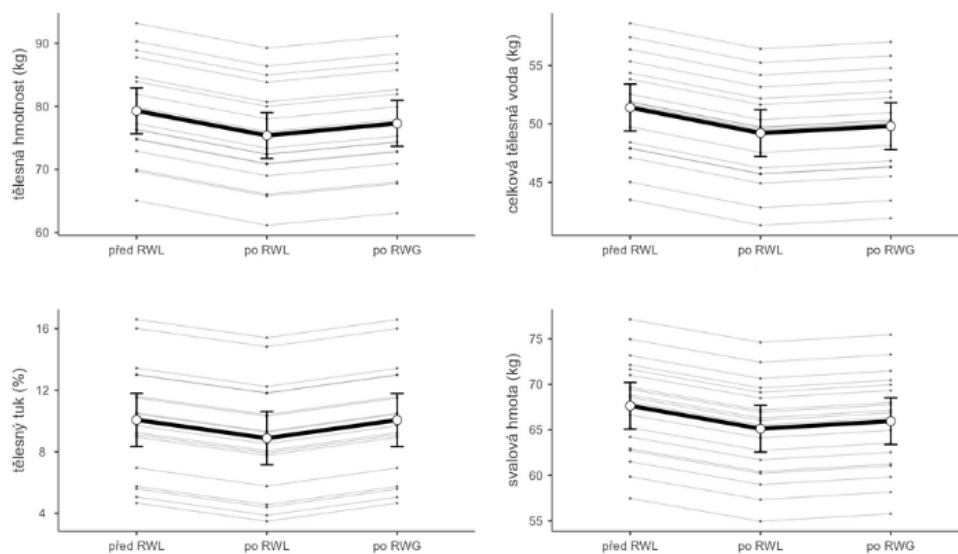
Ke statisticky signifikantní změně došlo i v případě množství svalové hmoty. ($F_{2,36} = 51,2$, $p < 0,001$, $R^2_m = 0,037$, $R^2_c = 0,979$) (viz tabulka 17 a obrázek 15). Konkrétně jsme pozorovali statisticky významný úbytek o 2,516 kg (3,7 %) mezi stavem před RWL

(67,74 kg, SD = 5,39) a po RWL (65,13 kg, SD = 5,13); $p_{\text{Bonferroni}} < 0,001$, Cohenovo $d = 0,447$). Následně došlo vlivem RWG ke statisticky významnému nárůstu svalové hmoty z 65,13 kg (SD = 5,13) (ve stavu po RWL) na 65,95 (SD = 5,47) (ve stavu po RWG); nárůst o 0,832 kg (1,3 %), $p_{\text{Bonferroni}} = 0,007$, Cohenovo $d = 0,157$. I mezi stavem před RWL (67,74 kg, SD = 5,39) a po RWG (65,95 kg, SD = 5,47) jsme zaznamenali statisticky významný rozdíl; pokles o 1,684 kg (2,5 %), $p_{\text{Bonferroni}} < 0,001$, Cohenovo $d = 0,309$.

Tabulka 17 – Post Hoc test – porovnání jednotlivých komponent tělesného složení

Porovnání		Rozdíl	SE	t	df	p	Cohenovo d
stav							
Hmotnost	před RWL - po RWL	3,91	0,189	20,7	36	<,001*	0,521
	po RWL - po RWG	-1,93	0,189	-10,2	36	<,001*	0,256
	před RWL - po RWG	1,98	0,189	10,5	36	<,001*	0,26
Celková tělesná voda	před RWL - po RWL	2,184	0,232	9,4	36	<,001*	0,524
	po RWL - po RWG	-0,595	0,232	-2,56	36	0,045*	0,143
	před RWL - po RWG	1,589	0,232	6,84	36	<,001*	0,373
Tělesný tuk	před RWL - po RWL	1,189	0,274	4,3383	36	<,001#	0,322
	po RWL - po RWG	-1,178	0,274	4,3	36	<,001#	0,336
	před RWL - po RWG	0,01	0,274	0,038	36	0,970#	0,003
Svalová hmota	před RWL - po RWL	2,516	0,253	9,93	36	<,001*	0,447
	po RWL - po RWG	-0,832	0,253	-3,28	36	0,007*	0,157
	před RWL - po RWG	1,684	0,253	6,65	36	<,001*	0,309

Poznámka: * p je uváděno s Bonferroniho korekcí, # p je uváděno s Holmovou korekcí

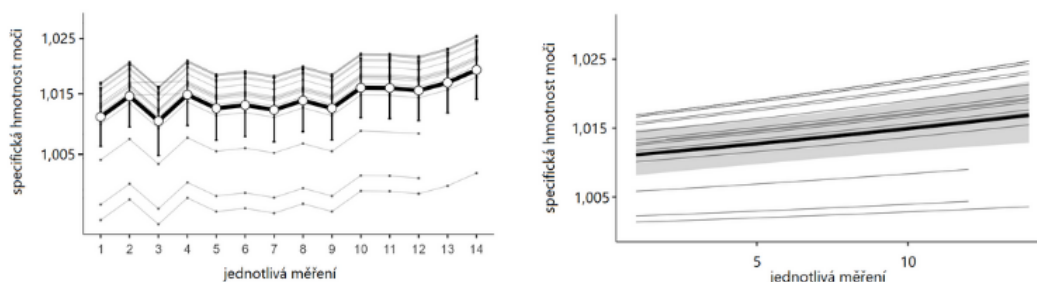


Poznámka: bílé kroužky označují průměrné hodnoty a jejich chybové úsečky s 95 % CI, šedé tečky reprezentují jednotlivá pozorování, šedé přímky propojují jednotlivá pozorování mezi stavy.

Obrázek 15 – Grafy porovnání komponent tělesného složení mezi stavy

3.3.4 Specifická hmotnost moči

Pro specifickou hmotnost moči jsme spustili celkem dva generalizované mixed-effect modely (viz kapitola 3.2.8). U prvního generalizovaného mixed-effect modelu jsme vlivem RWL nezaznamenali statisticky významné změny na USG ($X^2_{13} = 1,19, p = 0,227$) (obrázek 16 vlevo) (tabulka s Post Hoc testem je uvedena v elektronické příloze). V případě druhého generalizovaného mixed-effect modelu jsme vlivem RWL zaznamenali statisticky významné změny ($X^2_1 = 8,92, p = 0,003$). Během RWL docházelo k postupnému nárůstu USG a účastníci byli na konci výzkumu dehydratováni (obrázek 16 vpravo)



Poznámka: bílé kroužky označují průměrné hodnoty a jejich chybové úsečky s 95 % CI, šedé tečky reprezentují jednotlivá pozorování, šedé přímky propojují jednotlivá pozorování mezi stavy.

Obrázek 16 – Grafy porovnání specifické hmotnosti moči

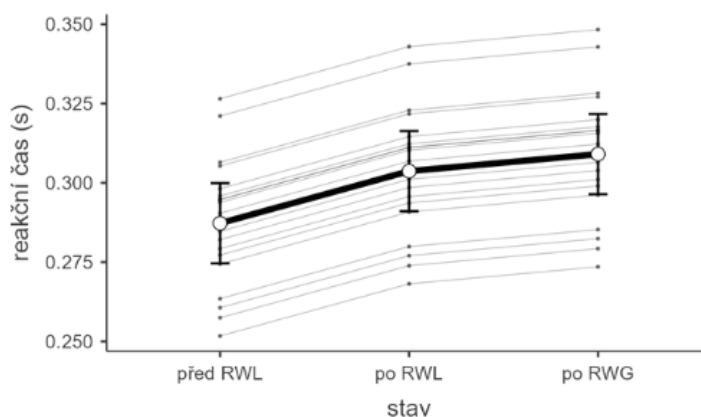
3.3.5 Kognitivní výkon

3.3.5.1 Test jednoduché reakční rychlosti

Stav měl statisticky signifikantní vliv na změnu průměrné jednoduché reakční rychlosti ($F_{2,36} = 10,3$, $p < 0,001$, $R^2_m = 0,108$, $R^2_c = 0,707$) (viz. tabulka 18 a obrázek 17). U participantů jsme zaznamenali mezi stavem před RWL (287 ms, $SD = 29$) a po RWL (304 ms, $SD = 26$) statisticky signifikantní ($p_{\text{Bonferroni}} = 0,007$) zhoršení průměrné reakční rychlosti o 16 ms (5,6 %, Cohenovo $d = 0,62$). Při porovnání průměrné jednoduché reakční rychlosti mezi stavem po RWL (304 ms, $SD = 26$) a po RWG (309 ms, $SD = 26$) jsme nezaznamenali žádné statisticky významné změny ($p_{\text{Bonferroni}} = 0,783$); průměrný nárůst jednoduché reakční rychlosti o 5 ms, Cohenovo $d = 0,195$. Mezi stavem před RWL (287 ms, ($SD = 29$) a po RWG (309 ms, $SD = 26$) jsme zaznamenali největší statisticky signifikantní ($p_{\text{Bonferroni}} < 0,001$) pokles průměrné jednoduché reakční rychlosti o 22 ms (7,7 %, Cohenovo $d = 0,797$).

Tabulka 18 – Post Hoc test – porovnání průměrné jednoduché reakční rychlosti (s)

Porovnání								
stav		Rozdíl	SE	t	df	$p_{\text{Bonferroni}}$	Cohenovo d	
před RWL	- po RWL	-0,016	0,005	-3,28	36	0,007	0,62	
po RWL	- po RWG	-0,005	0,005	-1,07	36	0,873	0,195	
před RWL	- po RWG	-0,021	0,005	-4,35	36	< 0,001	0,797	



Poznámka: bílé kroužky označují průměrné hodnoty a jejich chybové úsečky s 95 % CI, šedé tečky reprezentují jednotlivá pozorování, šedé přímky propojují jednotlivá pozorování mezi stavy

Obrázek 17 – Graf porovnání jednoduché reakční rychlosti mezi stavy

3.3.5.2 Test výběrové reakční rychlosti

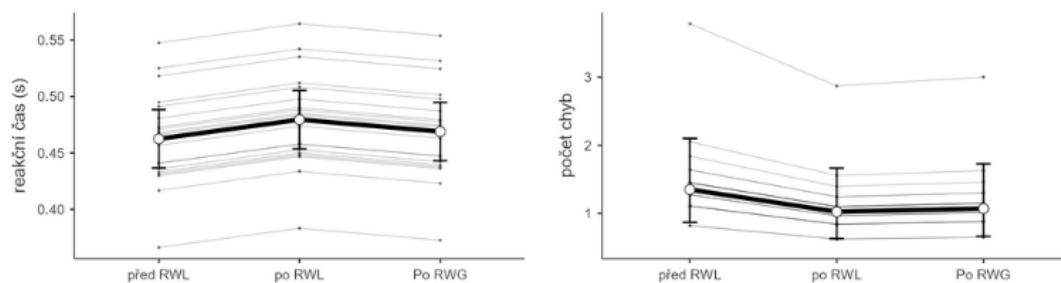
V případě testu výběrové reakční rychlosti neměl stav statisticky signifikantní vliv na průměrnou reakční rychlost ($F_{2,36} = 1,5$, $p = 238$, $R^2_m = 0,0163$, $R^2_c = 0,6953$) (viz tabulka 19 a obrázek 18) a ani na počet chyb v testu ($X^2_2 = 1,19$, $p = 0,551$) (viz tabulka 20 a obrázek 18).

Tabulka 19 – Post Hoc test – porovnání průměrné výběrové reakční rychlosti (s)

Porovnání							
stav		Rozdíl	SE	t	df	p_{Holm}	Cohenovo d
před RWL	- po RWL	-0,017	0,009	-1,713	36,0	0,286	0,290
po RWL	- po RWG	0,01	0,009	1,066	36,0	0,587	0,217
před RWL	- po RWG	-0,006	0,009	-0,647	36,0	0,587	0,108

Tabulka 20 – Post Hoc test – porovnání průměrného počtu chyb

Porovnání						
Stav		Rozdíl	exp(B)	SE	Z	p_{Holm}
před RWL	- po RWL	0,368	1,318	0,367	0,992	0,964
po RWL	- po RWG	0,053	0,957	0,284	0,150	0,964
před RWL	- po RWG	0,315	1,261	0,348	0,839	0,964



Poznámka: bílé kroužky označují průměrné hodnoty a jejich chybové úsečky s 95 % CI, šedé tečky reprezentují jednotlivá pozorování, šedé přímky propojují jednotlivá pozorování mezi stavy.

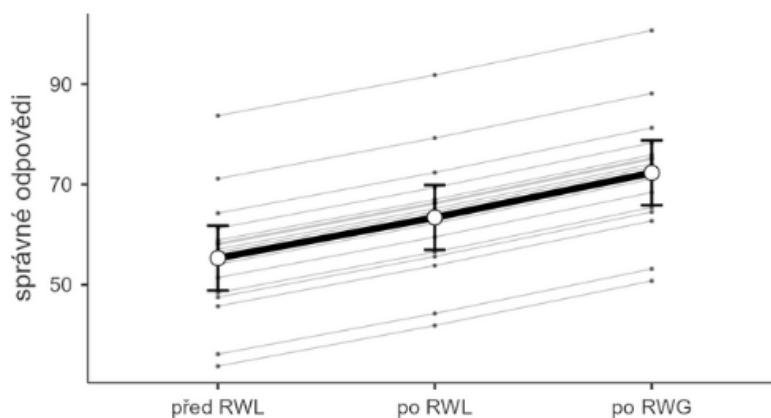
Obrázek 18 – Grafy porovnání průměrné výběrové reakční rychlosti (vlevo) a průměrného počtu chyb v testu (vpravo)

3.3.5.3 Číslicově-symbolový substituční test

Dále měl stav statisticky signifikantní vliv na počet správných odpovědí v DSST ($F_{2,36} = 28,6$, $p < 0,001$, $R^2_m = 0,207$, $R^2_c = 0,797$) (viz tabulka 21 a obrázek 19). Při porovnání stavu před RWL (55,3 správných odpovědí, $SD = 10$) a po RWL (63,4 správných odpovědí, $SD = 14,6$) došlo ke statisticky signifikantnímu nárůstu správných odpovědí o 8,11 (změna o 14,6 %, $p_{\text{Bonferroni}} = 0,003$, Cohenovo $d = 0,647$). I mezi stavem po RWL (63,4 správných odpovědí, $SD = 14,6$) a po RWG (72,3 správných odpovědí, $SD = 15,8$) byl zaznamenán statisticky signifikantní nárůst ($p_{\text{Bonferroni}} = 0,001$) o 8,89 správných odpovědí ($SD = 15,8$) (změna o 14 %, Cohenovo $d = 0,585$). Statisticky signifikantní byl i nárůst mezi stavem před RWL (55,3 správných odpovědí, $SD = 10$) a po RWG (72,3 správných odpovědí, $SD = 15,8$); nárůst o 17 správných odpovědí (30,9 %), $p_{\text{Bonferroni}} < 0,001$, Cohenovo $d = 1,286$.

Tabulka 21 – Post Hoc test – porovnání počtu správných odpovědí v DSST

Porovnání		Rozdíl	SE	T	df	$p_{\text{Bonferroni}}$	Cohenovo d
před RWL	- po RWL	-8,11	2,25	-3,60	36	0,003	0,647
po RWL	- po RWG	-8,89	2,25	-3,95	36	0,001	0,585
před RWL	- po RWG	-17	2,25	-7,56	36	<,001	1,286



Poznámka: bílé kroužky označují průměrné hodnoty a jejich chybové úsečky s 95 % CI, šedé tečky reprezentují jednotlivá pozorování, šedé přímkami propojují jednotlivá pozorování mezi stavy.

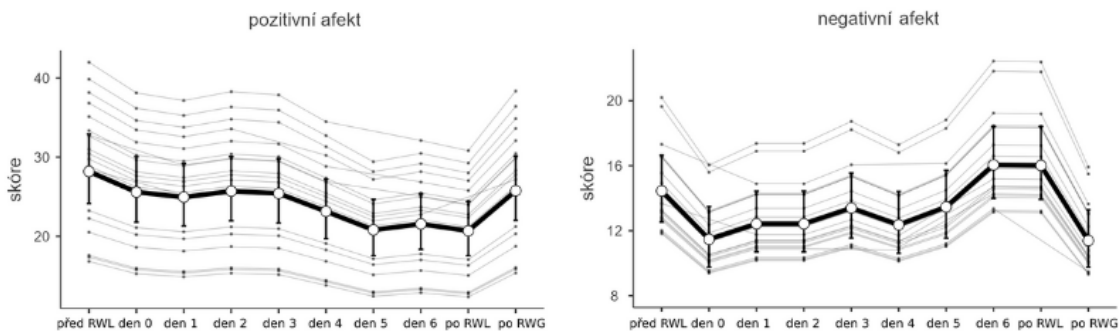
Obrázek 19 – Graf porovnání počtu správných odpovědí mezi stavy

3.3.6 Psychický stav

3.3.6.1 PANAS

U dotazníku PANAS měl stav statisticky signifikantní vliv na průměrné skóre pozitivních afektivních stavů ($X^2_9 = 42,2$, $p < 0,001$) (obrázek 20) a negativních afektivních stavů ($X^2_9 = 36$, $p < 0,001$) (obrázek 20). V případě průměrného skóre pozitivních afektivních stavů jsme zaznamenali statisticky signifikantní pokles mezi stavem před RWL (29,3 bodu SD = 8,43) a po RWL (21,5 bodu SD = 6,67) o 7,8 bodu (26,6 %), $p_{\text{Holm}} < 0,001$, $\exp(b) = 1,363$, Cohenovo $d = 1,026$. Největší statisticky signifikantní pokles průměrného skóre pozitivních afektivních stavů jsme pozorovali mezi stavem před RWL (29,3 bodu SD = 8,43) a dnem 5 (20,6 bodu SD = 7,46), a to o 8,7 bodu ($p_{\text{Holm}} < 0,001$, $\exp(b) = 1,355$, změna o 29,7 %, Cohenovo $d = 1,092$). Následně jsme pozorovali statisticky signifikantní nárůst průměrného skóre pozitivních afektivních stavů o 5,2 bodu (24,1 %) mezi stavem po RWL (21,5 bodu SD = 6,67) a po RWG (26,8 bodu SD = 9,9) ($p_{\text{Holm}} = 0,021$, $\exp(B) = 786$, Cohenovo $d = 0,627$). Porovnání průměrného skóre pozitivních afektivních stavů mezi všemi dny a stavy je uvedeno na obrázku 20 a v Post Hoc testu (viz elektronická příloha).

U průměrného skóre negativních afektivních stavů jsme nezaznamenali statisticky významnou změnu ($p_{\text{Holm}} = 1$) mezi stavem před RWL (14,7 bodu, SD = 5,85) a po RWL (16,4 bodu, SD = 5,77); nárůst o 11,6 procent (1,7 bodu), $\exp(B) = 0,902$, Cohenovo $d = 0,292$. Statisticky signifikantní nárůst jsme však zaznamenali mezi dnem 0 (11,6 bodu, SD = 2,18) a dnem 6 (16,3 bodu, SD = 4,25), a to o 4,7 bodu (40,5 %, $p_{\text{Holm}} = 0,01$, $\exp(B) = 0,715$, Cohenovo $d = 0,840$) a stavem po RWL (16,4 bodu, SD = 5,77) o 4,8 bodu (41,4 %, $p_{\text{Holm}} = 0,012$, $\exp(B) = 0,716$, Cohenovo $d = 1,1$). Následně jsme mezi stavem po RWL (16,4 bodu, SD = 5,77) a po RWG (11,6 bodu, SD = 11,6) pozorovali statisticky signifikantní pokles o 4,8 bodu (29,3 %, $p_{\text{Holm}} = 0,005$, $\exp(B) = 1,406$, Cohenovo $d = 1,05$). Porovnání průměrného skóre negativních afektivních stavů mezi všemi dny a stavy je uvedeno na obrázku 20 a v Post Hoc testu (viz elektronická příloha).

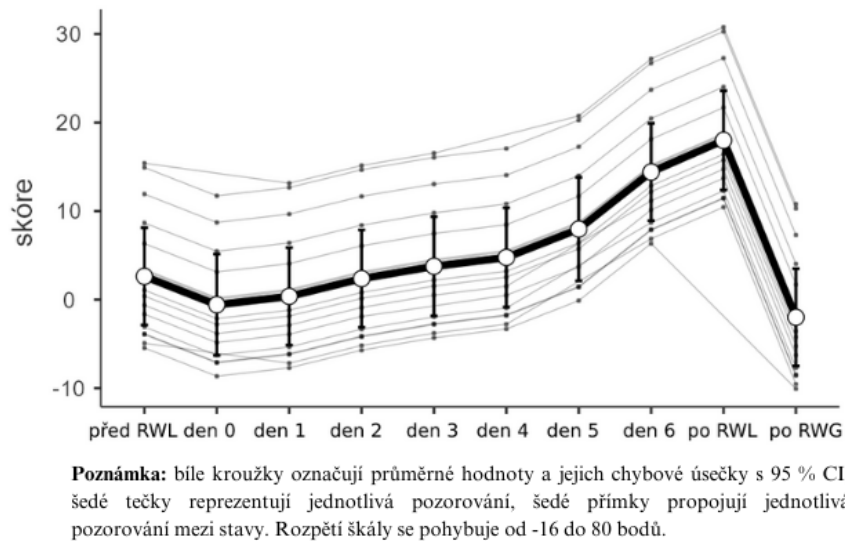


Poznámka: bílé kroužky označují průměrné hodnoty a jejich chybové úsečky s 95 % CI, šedé tečky reprezentují jednotlivá pozorování, šedé přímky propojují jednotlivá pozorování mezi stavy. Rozpětí škály se pohybuje od 10 do 50 bodů.

Obrázek 20 – Grafy porovnání pozitivních a negativních afektivních stavů mezi dny a stavy

3.3.6.2 BRUMS

Stav měl také statisticky signifikantní vliv na průměrné skóre celkového narušení nálady (TDM) u dotazníku BRUMS ($F_{9,154} = 8,02$, $p < 0,001$, $R^2_m = 0,210$, $R^2_c = 0,475$) (viz obrázek 21). U participantů došlo vlivem RWL fáze ke statisticky signifikantnímu nárůstu průměrného celkového skóre. Při porovnání stavu před RWL (2,632 bodu, $SD = 11,866$) a po RWL (18,444 bodu, $SD = 15,248$) jsme pozorovali statisticky signifikantní nárůst (tzn. zhoršení celkové nálady) o 15,812 bodu (nárůst o 600,8 %, $p < 0,001$, Cohenovo $d = 1,157$). Největší nárůst průměrného skóre (tzn. zhoršení celkové nálady) jsme však pozorovali mezi dnem 0 (stejný den večer jako stav před RWL) (-0,882 bodu, $SD = 5,765$) a stavem po RWL (18,444 bodu, $SD = 15,248$); nárůst o 18,57 bodu (2191,2 %), $p < 0,001$, Cohenovo $d = 1,6761$. Samotný nárůst mezi stavem před RWL a dnem 0 nebyl statisticky významný ($p_{Holm} = 1$, $\exp(B) = 3,206$, nárůst o 3,512 bodu (133 %)). U skóre celkového narušení nálady jsme s postupem dní pozorovali zvyšování, které kulminovalo nejvyšší hodnotou ve stavu po RWL (viz elektronická příloha Post Hoc test porovnání průměrného skóre u dotazníku BRUMS). Následně došlo ke statisticky signifikantnímu poklesu celkového skóre (tzn. zlepšení celkové nálady) o 20,444 bodu (108 %) mezi stavem po RWL (18,444 bodu, $SD = 15,284$) a po RWG (-2 body, $SD = 5,725$) ($p < 0,001$, Cohenovo $d = 1,775$).

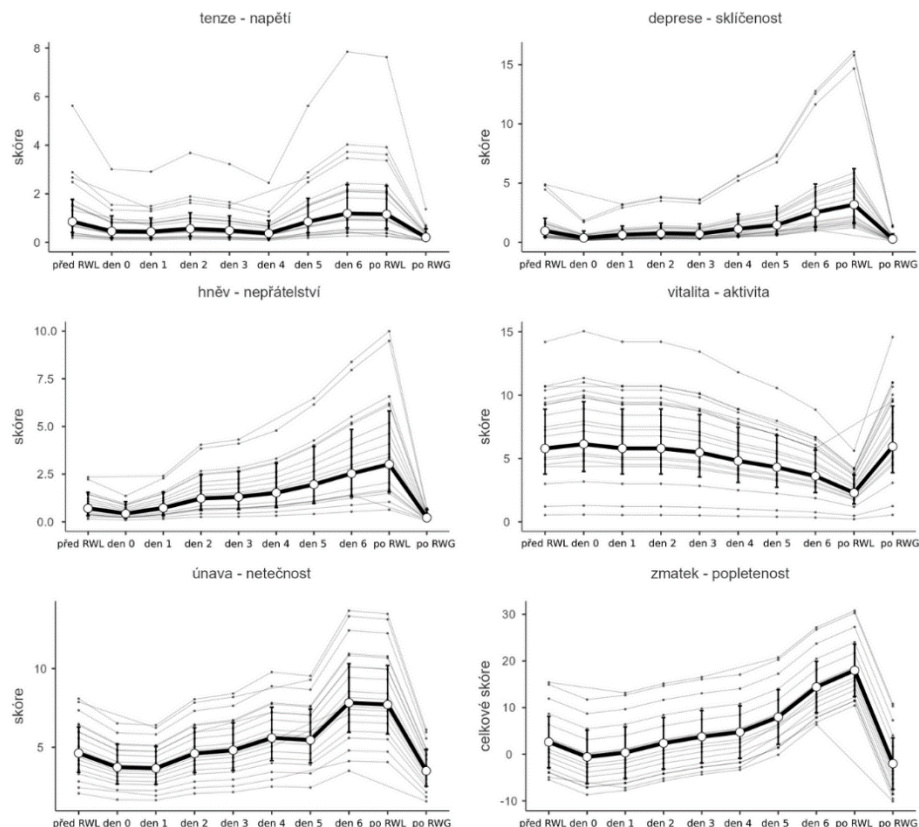


Obrázek 21 – Graf porovnání celkového skóre narušení nálady mezi dny a stavy

Statisticky signifikantní změny jsme zaznamenali i u průměrného skóre u jednotlivých faktorů dotazníku BRUMS (obrázek 22). Rychlá redukce hmotnosti měla statisticky signifikantní vliv na průměrné skóre u faktoru tenze – napětí ($X^2_9 = 26,1$, $p < 0,002$), deprese – sklíčenost ($X^2_9 = 45,8$, $p < 0,001$), hněv – nepřátelství ($X^2_9 = 42,8$, $p < 0,001$), vitalita – aktivita ($X^2_9 = 46,2$, $p < 0,001$), únava – netečnost ($X^2_9 = 53,8$, $p < 0,001$), zmatek – popletenost ($X^2_9 = 40,3$, $p < 0,001$).

U průměrného skóre faktoru tenze – napětí jsme mezi stavem před RWL a po RWL nepozorovali statisticky signifikantní změny, zatímco mezi stavem po RWL (2 body, $SD = 2,376$) a po RWG (0,368 bodu, $SD = 0,955$) došlo ke statisticky signifikantnímu ($p_{Holm} = 0,019$) poklesu o 1,045 bodu (81,6 %, $\exp(B) = 5,5870$, Cohenovo $d = 0,901$). Stejně tak u faktoru deprese – sklíčenost jsme nepozorovali statisticky signifikantní změny mezi stavem před RWL a po RWL, ale došlo ke statisticky signifikantnímu ($p_{Holm} < 0,001$) poklesu o 3,47 bodu (87,94 %, $\exp(B) = 11,428$, Cohenovo $d = 1,434$) mezi stavem po RWL (3,944 bodu, $SD = 3,298$) a po RWG (0,474 bodu, $SD = 0,905$). Oproti tomu jsme u faktoru hněv – nepřátelství nejdříve zaznamenali statisticky signifikantní ($p_{Holm} = 0,032$) nárůst o 2,839 bodu (256,92 %, $\exp(B) = 0,234$, Cohenovo $d = 0,826$) mezi stavem před RWL (1,105 bodu, $SD = 2,706$) a po RWL (3,944 bodu, $SD = 4,036$). Následně jsme zaznamenali statisticky signifikantní ($p_{Holm} < 0,001$) pokles o 3,681 bodu (93,48 %, $\exp(B) = 13,951$, Cohenovo $d = 1,277$) mezi stavem po RWL (3,944 bodu, $SD = 4,036$) a po RWG (0,263 bodu, $SD = 0,562$). U faktoru vitalita – aktivita došlo mezi stavem před RWL (7,211 bodu, $SD = 4,171$) a po

RWL (2,889 bodu, SD = 3,027) ke statisticky významnému ($p_{\text{Holm}} < 0,001$) poklesu o 4,322 (59,94 %, $\exp(B) = 2,530$, Cohenovo $d = 0,726$). Mezi stavem po RWL (2,889 bodu, SD = 4,132) a po RWG (7,316 bodu, SD = 4,256) došlo ke statisticky významnému ($p_{\text{Holm}} < 0,001$) nárůstu o 4,427 bodu (153,21 %, $\exp(B) = 0,385$, Cohenovo $d = 0,740$). V případě faktoru únava – netečnost jsme mezi stavem před RWL a po RWL (8,611 bodu) nezaznamenali statisticky významnou změnu. Následně jsme zaznamenali statisticky významnou ($p_{\text{Holm}} < 0,001$) pokles mezi stavem po RWL (8,611 bodu, SD = 4,132) a po RWG (3,737 bodu, SD = 2,104) o 0,395 bodu (56,36 %, $\exp(B) = 2,201$, Cohenovo $d = 1,486$). Stejně tak u faktoru zmatek – popletenost nebyla mezi stavem před RWL a po RWL zaznamenána statisticky významná změna, ale mezi stavem po RWL (2,833 bodu, SD = 3,348) a po RWG (0,474 bodu, SD = 0,841) došlo ke statisticky významnému ($p_{\text{Holm}} < 0,001$) poklesu o 2,874 bodu (83,28 %, $\exp(B) = 0,385$, Cohenovo $d = 0,966$).



Poznámka: bílé kroužky označují průměrné hodnoty a jejich chybové úsečky s 95 % CI, šedé tečky reprezentují jednotlivá pozorování, šedé přímky propojují jednotlivá pozorování mezi stavy. Rozpětí škály se pohybuje od 0 do 16 bodů

Obrázek 22 – Grafy porovnání faktorů dotazníku BRUMS mezi dny a stavy

4 Diskuse

Cílem této diplomové práce bylo testovat vliv RWL a RWG na kognitivní výkon a psychické stavy u závodníků v bojových sportech. Současně jsme také testovali, jak tyto praktiky ovlivňují tělesné složení a v případě RWL i vliv na specifickou hmotnost moči. Výzkum nakonec dokončilo 19 participantů, u kterých jsme vlivem RWL pozorovali statisticky významné snížení hmotnosti o 4,9 % a vlivem RWG statisticky významné zvýšení hmotnosti o 2,6 %. Pokles a nárůst tělesné hmotnosti byl z velké části způsoben manipulací s celkovou tělesnou vodou, která se vlivem RWL snížila o 4,2 % a vlivem RWG zvýšila o 3,1 %. Po RWL došlo také ke statisticky významnému poklesu celkového tělesného tuku o 1,19 %. U specifické hmotnosti moči jsme pozorovali postupný nárůst, který byl největší při posledním měření (den 7 – ráno před druhou návštěvou laboratoře).

U kognitivního výkonu měla manipulace tělesné hmotnosti vliv pouze na jednoduchou reakční rychlost, kde došlo vlivem RWL k malému, ale statisticky významnému zhoršení o 5,6 % (16 ms). Vlivem RWG jsme nezaznamenali žádné statisticky významné změny, jednoduchá reakční rychlost zůstala stejná, jako ve stavu po RWL. Dále neměla manipulace tělesné hmotnosti (RWL a RWG) vliv na výběrovou reakční rychlost. V případě DSST, který měří pozornost, rychlost zpracování informací, exekutivní funkce a pracovní paměť došlo sice ke statisticky významnému zlepšení po RWL i po RWG, ale tyto výsledky byli pravděpodobně ovlivněny naučením se testu (viz kapitola 4.2). V našem výzkumu jsme u kognitivního výkonu predikovali zhoršení jednoduché reakční rychlosti vlivem RWL (P1) a zlepšení jednoduché reakční rychlosti vlivem RWG (P2). Stejně tak jsme predikovali zhoršení výběrové reakční rychlosti vlivem RWL (P3) a zlepšení výběrové reakční rychlosti vlivem RWG (P4). Predikovali jsme i zhoršení kognitivního výkonu v DSST vlivem RWL (P5) a zlepšení kognitivního výkonu v DSST vlivem RWG (P6). V případě kognitivního výkonu se tak podpořila pouze P1, protože vlivem RWL došlo ke zhoršení jednoduché reakční rychlosti. Nepodpořila se P2, protože vlivem RWG nedošlo ke zlepšení jednoduché reakční rychlosti. Nepotvrdila se ani P3 a P4, protože se vlivem RWL výběrová reakční rychlost nezhoršila a vlivem RWG nezlepšila. Stejně tak se nenaplnila ani P5 a P6.

Dále měla RWL negativní vliv na psychický stav, ale vlivem RWG se psychický stav zlepšil na podobnou úroveň jako před RWL. Konkrétně došlo vlivem RWL ke statisticky významnému snížení pozitivních afektivních stavů o 26,6 % a následně vlivem

RWL ke statisticky významnému zvýšení o 24,1 %. U negativních afektivních stavů jsme po RWL zaznamenali statisticky významné zvýšení o 41,4 % a po RWG statisticky významné snížení o 29,3 %. I v případě celkového narušení nálady došlo vlivem RWL ke statisticky významnému zvýšení o 600,8 % a následně vlivem RWG statisticky významnému snížení o 108 %. Vlivem RWL došlo také ke statisticky významnému nárůstu hněvu – nepřátelství (o 256,92 %) a poklesu vitality – aktivity (o 59,94 %). Po RWG však došlo k poklesu hněvu – nepřátelství (o 93,48 %) a nárůstu vitality – aktivity (o 153,21 %). Dále se po RWG statisticky významně snížila tenze – napětí (o 81,6 %), deprese – sklíčenost (o 87,94 %), únava – netečnost (o 83,16 %), zmatek – popletenost (o 83,28 %). Uváděné negativní změny psychického stavu nastaly mezi stavem před RWL a po RWL, pouze v případě negativních afektivních stavů je uváděna změna mezi dnem 0 (stejný den jako stav před RWL) a stavem po RWL. Vzhledem k tomu že dotazník PANAS měří stabilně, ale afektivní stavy během dne běžně kolísají (Von Stumm, 2016), bereme toto měření jako primární. U aktuálních psychických stavů jsme predikovali snížení pozitivních afektivních stavů vlivem RWL (P7) a zvýšení pozitivních afektivních stavů vlivem RWG (P8). Dále jsme predikovali zvýšení negativních psychických stavů vlivem RWL (P9) a snížení negativních psychických stavů vlivem RWG (P10). Stejně tak u celkového narušení nálady jsme po RWL predikovali zvýšení (P11) a po RWG snížení (P12). V našem výzkumu tak podpořila P7 a P8, protože u pozitivních afektivních stavů došlo po RWL ke snížení a po RWG ke zvýšení. Stejně tak se podpořila i P9 a P10, protože negativní afektivní stavy se vlivem RWL zvýšily a vlivem RWG snížily. Podpořila se i P11 a P12, jelikož se celkové narušení nálady po RWL zvýšilo a po RWG snížilo. V případě jednotlivých faktorů dotazníku BRUMS, jsme si žádné predikce nestanovili, a tak jsou výše pouze interpretovány výsledky.

4.1 Tělesné složení a specifická hmotnost moči

U našich participantů došlo vlivem RWL ke statisticky významnému snížení tělesné hmotnosti o 4,9 % a následně vlivem RWG ke statisticky významnému nárůstu o 2,6 %. Stejně tak další výzkumy zaznamenaly podobné (Clarys a kol., 2010), ale i větší snížení tělesné hmotnosti (Drid a kol., 2019; Matthews a Nicholas, 2017). To může být dáno mírou zkušeností s redukcí tělesné hmotnosti nebo kapacitou redukovat více kilogramů, nicméně 7 dní představuje dostatečně dlouhou dobu pro redukcí 5 % tělesné hmotnosti pomocí RWL metod. V případě RWG pozorovaly ostatní výzkumy větší nárůst

tělesné hmotnosti (Alderman a kol., 2004; Matthews a Nicholas, 2017), avšak zápasníci měli na RWG více času, než v případě našeho výzkumu. Například Alderman a kol. (2004) zaznamenal u skupiny zápasníků (volný styl a řecko-římský zápas, n = 2638) nárůst tělesné hmotnosti o 4,1 % během 3-7 hodin.

Pokles a nárůst tělesné hmotnosti byl u našich participantů způsobený převážně manipulací s celkovou tělesnou vodou, protože po RWL došlo ke statisticky významnému snížení celkové tělesné vody o 4,2 % a po RWG ke statisticky významnému zvýšení o 3,1 %. Stejně tak i další výzkumy zaznamenaly pokles celkové tělesné vody po RWL (Yarar a kol., 2020; Yoshioka a kol., 2006) a nárůst celkové tělesné vody po RWG (Yarar a kol., 2020). Například Yarar a kol. (2020) zaznamenali u skupiny zápasníků (n = 16) snížení celkové tělesné vody během 24 hodin trvající RWL fáze o 3,8 % a následně během 2 hodinové RWG fáze nárůst o 2,26 %. Pokles celkové tělesné vody je často spojován s dehydratací (Lakicevic a kol., 2021), kterou u našich participantů potvrzují i výsledky USG. Při posledním měření USG (den 8 – ráno před měřením ve stavu po RWL) byly průměrné hodnoty USG větší než 1.020. Tyto hodnoty jsou již spojovány s dehydratací, která má negativní dopady na kardiovaskulární zdraví a způsobuje akutní poškození ledvin (Artioli a kol., 2016; José a kol., 1997; Lakicevic a kol., 2020, 2021). Oproti nám větší nárůst USG (z 0,0176 na 1,0290) vlivem RWL zaznamenali Timpmann a kol. (2012). Větší nárůst USG v této studii může být způsoben větším snížením celkové tělesné vody metodami RWL, které manipulují s celkovou tělesnou vodou, autoři výzkumu však pokles celkové tělesné vody vlivem RWL nezaznamenávali. Nicméně tento výzkum sledoval USG i po RWG fázi trvající 16 hodin a dospěl k závěru, že po RWG fázi se hodnoty USG vrací k normálním hodnotám (na 1,0112). Oproti tomu (Jetton a kol., 2013) dospěli k závěrům, že i po 22 hodinách RWG je většina zápasníků stále dehydratovaná. Zda budou zápasníci dehydratováni i po RWG fázi může záviset jednak na míře dehydratace po RWL, ale i na zvolených RWG metodách, které zajišťují rehydrataci organismu. Otázkou, tak zůstává, jaká by byla hydratace po dvou hodinách RWG v našem výzkumu. Dále jsme po RWL zaznamenali i snížení celkového tělesného tuku o 1,19 %. Oproti nám větší snížení celkového tělesného tuku (1,8 %) během průměrně 5 dní trvající předsoutěžní redukce hmotnosti zaznamenali Clarys a kol. (2010) u judistů (n = 11). I Drid a kol. (2019) zaznamenali větší snížení tělesného tuku (3,3 %) po 7 denní RWL fáze. Větší snížení tělesného tuku může být způsobeno převážně využitím metod RWL, které jsou založeny na sníženém

energetickém příjmu a zvýšeném energetickém výdeji. Na druhou stranu jsou i další studie, které nezaznamenaly statisticky významné snížení tělesného tuku vlivem RWL fáze (Coufalová, 2014; Yarar a kol., 2020). U našich participantů došlo také ke statisticky významnému nárůstu tuků vlivem RWG. Tento nárůst je způsoben chybným měřením BIA, protože příjem tekutin během RWG fáze nadhodnocuje množství tukové hmoty (Özdenk a kol., 2020). Stejně tak pozorované změny svalové hmoty jsou ovlivněny stavem hydratace organismu. Jednak je pozorované snížení svalové hmoty po RWL a nárůst svalové hmoty po RWG způsobeno snížením a zvýšením celkové tělesné vody, protože voda, se kterou zápasníci manipulovali, se nachází ve svalové tkáni (Yarar a kol., 2020). Nadměrná hydratace také způsobuje nadhodnocení svalové hmoty při měření tělesného složení s využitím BIA (Algül a Özçelik 2022). Bioelektrická impedanční analýza tak nemusí být spolehlivým nástrojem pro měření změn tělesného tuku a svalové hmoty ve stavech, ve kterých dochází ke změnám hydratace (Algül a Özçelik, 2022; Özdenk, 2020).

4.2 Kognitivní výkon

U kognitivního výkonu jsme zaznamenali pouze zhoršení u průměrné jednoduché reakční rychlosti vlivem RWL. Toto zhoršení o 5,6 % (16 ms) dosáhlo statistické významnosti, avšak jeho velikost je tak malá, že je pravděpodobně zanedbatelné a praktičností srovnatelné s ostatními nulovými výsledky. Oproti nám větší zhoršení jednoduché reakční rychlosti zaznamenali Morales a kol. (2018) u skupiny judistů ($n = 14$) redukujících ≥ 3 % tělesné hmotnosti, konkrétně došlo ke zhoršení o 10,5 % (40 ms). I toto zhoršení je malé a může být zanedbatelné vzhledem k variabilitě měření reakční rychlosti, která je v některých výzkumech (Pavelka a kol., 2020) relativně velká. Pokud by však toto malé zhoršení bylo opakované a stabilní, mohl by i tento časový zlomek hrát důležitou roli v situacích, kdy zápasník musí rychle reagovat na soupeře, aby nebyl knokautován. Ovšem i přes uváděná zhoršení jednoduché reakční rychlosti zůstává otázkou, jak velká změna jednoduché reakční rychlosti může ovlivnit sportovní výkon. Navíc existují i další výzkumy (Clarys a kol., 2010; Coufalová, 2014; Yarar a kol., 2020), které naopak zjistily, že RWL nemá vliv na jednoduchou reakční dobu u judistů a zápasníků bojových sportů. Dokonce i výzkum (Cullen a kol., 2015), který se zabýval vlivem RWL na jednoduchou reakční dobu u žokejů, dospěl k závěru, že RWL nemá na jednoduchou reakční rychlost žádný vliv. V případě výběrové reakční rychlosti jsme

vlivem RWL a RWG nezaznamenali žádné statisticky významné změny. Bohužel neexistují další výzkumy, které by se vlivem RWL a RWG na výběrovou reakční rychlost v bojových sportech zabývaly. Existuje pouze jeden výzkum na žokejích, který rovněž zjistil, že RWL nemá vliv na výběrovou reakční rychlost (Cullen a kol., 2015). Můžeme tak usuzovat, že rychlá redukce hmotnosti nemá vliv na proces rozhodování (tzn. výběr a přípravu správné odpovědi), která je součástí výběrové reakční rychlosti. Posledním testem kognitivního výkonu byl DSST, u kterého došlo ke statisticky významnému zlepšení vlivem RWL (o 14,6 %) i vlivem RWG (o 14,6 %). Zlepšení však bylo pravděpodobně způsobené naučením se testu, protože participanti při každém měření přiřazovali čísla k symbolům podle stejného klíče. Stimuly v tomto testu tak byly fixní, oproti testu jednoduché a výběrové reakční rychlosti, kde se stimuly ukazovaly v různých časových intervalech. Toto podporuje i zjištění, že výsledky v DSST mohou být ovlivněny asociativním učením (Jaeger, 2018). Je tedy otázkou, zda se jedná o vhodně zvolený test pro opakované měření kognitivního výkonu a výsledky testu nemusí být relevantní.

4.3 Psychické stavy

Rychlá redukce hmotnosti měla negativní vliv na aktuální psychický stav zápasníků (pokles pozitivních afektivních stavů o 26,6 %, nárůst negativních afektivních stavů o 41,4 %, nárůst celkového narušení nálady 600,8 %, nárůst hněvu o 256,92 % a pokles vitality o 59,94 %), ale vlivem RWG došlo ke zlepšení na podobnou úroveň jako před RWL (nárůst pozitivních afektivních stavů o 24,1 %, pokles negativních afektivních stavů o 29,3 %, pokles celkového narušení nálady 108 %, pokles hněvu o 93,48 % a nárůst vitality o 153,21 %). Negativní vliv RWL na psychický stav potvrzují i další výzkumy (Brandt a kol., 2018; Degoutte a kol., 2006; Fortes a kol., 2018; Yoshioka a kol., 2006). Oproti nám menší, ale statisticky významný negativní vliv na celkové narušení nálady (nárůst o 9,3 %) a vitalitu – aktivitu (snížení o 21,8 %) zaznamenali Yoshioka a kol. (2006) u skupiny judistů (n = 22), kteří během týdne redukovali 3,5 % tělesné hmotnosti. Navíc vlivem RWL pozorovali nárůst únavy – netečnosti (o 43,8 %) a tenze – napětí (o 12,6). Stejně tak Fortes a kol., (2018) pozorovali menší, ale statisticky významný negativní vliv RWL u skupiny judistů (n = 20) na hněv – nepřátelství (nárůst o 35,3 %) a vitalitu – aktivitu (snížení o 25,9 %). Oproti nám zaznamenali také zvýšení tenze – napětí (o 19,4 %) a deprese – sklíčenosti (o 23,5 %). I Degoutte a kol., (2006) pozorovali u

skupiny judistů (n = 10) redukujících 5 % tělesné hmotnosti během týdne menší, ale statisticky významné zvýšení hněvu – nepřátelství (o 12 %) a pokles vitality (o 5,7 %). Oproti nám zaznamenali i zvýšení tenze – napětí (o 13,7 %) a únavy – netečnosti (o 11,9 %). Dále nárůst celkového narušení nálady po RWL zaznamenali také (Brandt a kol., 2018) prostřednictvím dotazníku POMS u skupiny MMA zápasníků (n = 9). Autoři výzkumu uvádějí zhoršení mediánu o 200 %. Navíc i další výzkumy (Castor-Praga et al., 2021; E. Filaire et al., 2001; Hall a Lane, 2001) potvrzují, že RWL má negativní dopady na aktuální psychický stav. Pouze (Choma a kol., 1998) však zjišťovali, jak ovlivní aktuální psychický stav i následná RWG fáze a stejně jako my dospěl k závěru, že RWL ovlivní psychický stav negativně, ale vlivem RWG dojde ke zlepšení na podobnou úroveň jako před RWL.

4.4 Celkové zhodnocení a limitace výzkumu

Výzkumný vzorek 19 participantů představoval větší vzorek než u všech předchozích studií zabývajících se vlivem manipulace tělesné hmotnosti na kognitivní výkon (Clarys a kol., 2010; Coufalová, 2014; Choma a kol., 1998; Morales a kol., 2018; Yarar a kol., 2020). Přesto jsme zaznamenali pouze vliv RWL na jednoduchou reakční rychlost. Tento efekt byl však menší (Cohenovo $d = 0,62$), než námi stanovená hranice (Cohenovo $d = 0,68$). Pokud tedy tento efekt představuje skutečný efekt (true effect), máme menší sílu testu (power) ho pozorovat, nežli stanovených 80 %. Ovšem všechny ostatní výzkumy (Clarys a kol., 2010; Coufalová, 2014; Choma a kol., 1998; Morales a kol., 2018; Yarar a kol., 2020) mají sílu testu (power) ještě významně menší. Otázkou tak zůstává, jak velký vliv má manipulace tělesné hmotnosti na kognitivní výkon a primárně to, jak velké zhoršení může reálně ovlivnit sportovní výkon.

V případě studií zabývajících se vlivem manipulace tělesné hmotnosti na psychický stav měly pouze dva výzkumy (Fortes a kol., 2018.; Yoshioka a kol., 2006) větší vzorek a tím pádem větší sílu testu (power) pozorovat změny. Většina negativních efektů, které jsme na psychický stav vlivem RWL zaznamenali, měli Cohenovo d větší, než námi stanovená hranice (Cohenovo $d = 0,68$), a tak byly efekty relativně silné. Stejně tak pozitivní efekty, které jsme vlivem RWG pozorovaly měly Cohenovo d větší, než byla námi stanovená hranice (Cohenovo $d = 0,68$), a tak byly efekty rovněž silné. Je však otázkou, zda to bylo skutečně RWG fázi (ve které se participantů najedli a napili) nebo

i vědomím, že se blíží konec výzkumu. Zápasníci by tak neměli do zápasu nastupovat ihned po RWL, ale až po vhodně absolvované RWG fázi.

Náš výzkum měl také několik limitací. První limitací výzkumu byla absence kontrolní skupiny, která by umožňovala porovnání efektů s participanty, kteří by RWL a RWG nepraktikovali. Pokud bychom však získaný vzorek participantů ($n = 19$) rozdělili do dvou skupin, měli bychom menší sílu testu (power) pozorovat změny. Další možností by bylo sehnat více participantů, což by vzhledem k náročnosti výzkumu bylo velmi obtížné. Další limitací výzkumu bylo nezměření USG po RWG fázi. Díky tomu nevíme, zda se participanti zvládli během dvou hodin dostatečně hydratovat nebo byli při měření ve stavu po RWG stále dehydratováni. Dalším slabým místem výzkumu je nezaznamenání RWG metod, které participanti využívali.

Přesto že se výzkumy neshodnou na pozorovaném vlivu manipulace tělesné hmotnosti na sportovní výkon, je evidence zabývající se touto problematikou celkem rozsáhlá. Evidence se však zaměřuje na redukci okolo 5 % tělesné hmotnosti a často opomíjí RWG fázi. V rámci budoucího výzkumu by tak bylo možné zaměřit se na manipulaci tělesné hmotnosti v profesionálním MMA, kde se velikost RWL pohybuje okolo 10 % a RWG fáze trvá minimálně 24 hodin. Dalším směrem pro budoucí výzkum by mohlo být zaměření se na dlouhodobý vliv RWL a RWG na sportovní výkon, protože současné výzkumy pozorují vliv těchto metod pouze v rámci jedné soutěže nebo zápasu.

5 Závěr

Manipulace tělesné hmotnosti je typická pro bojové sporty, ve kterých jsou zápasníci rozřazeni do hmotnostních kategorií. Před vážením zápasníci využívají metody RWL, aby se dostali do nižší hmotnostní kategorie, než je jejich běžná hmotnost. Po vážení pak zase využívají metody rychlého nárůstu hmotnosti, za účelem zotavení se a nabrání alespoň části své hmotnosti zpět. Tyto praktiky však mohou mít značné negativní dopady na zdraví a vícero oblastí sportovního výkonu, mezi které řadíme kognitivní výkon a psychické stavy. Konkrétně může rychlá redukce hmotnosti způsobovat dehydrataci, která je spojována se zvýšenými hodnotami specifické hmotnosti moči, jenž signalizují akutní poškození ledvin. V případě vlivu manipulace tělesné hmotnosti na kognitivní výkon je evidence nesourodá a výsledky ukazují jak nulový, tak negativní efekt. Oproti tomu byl prokázán negativní efekt rychlé redukce hmotnosti na psychický stav. Nicméně evidence zabývající se touto problematikou v bojových sportech je omezená a důkazy jsou útržkovité. Výzkumy pracují s relativně malým vzorkem a mnoho autorů nebere v potaz, že zápasníci nenastupují do zápasů ihned po rychlé redukci hmotnosti, ale mají po vážení určitý čas do zápasu na zotavení se.

Proto bylo hlavním cílem této diplomové práce otestovat vliv RWL a RWG na kognitivní výkon a psychické stavy u zápasníků bojových sportů. Dílčím cílem bylo explorovat, jak tyto praktiky ovlivňují tělesné složení a v případě rychlé redukce hmotnosti i specifickou hmotnost moči.

Výzkum nakonec dokončilo 19 participantů, kteří během 7 dní zredukovali 4,9 % tělesné hmotnosti a následně během 2 hodin nabrali 2,6 % hmotnosti zpět. Pokles a nárůst tělesné hmotnosti byl způsoben převážně manipulací s celkovou tělesnou vodou, která se vlivem RWL snížila 4,2 % a vlivem RWG zvýšila o 3,1 %. Vlivem RWL došlo také k poklesu tělesného tuku a postupnému nárůstu USG, která byla největší ráno před měřením ve stavu po RWL ($USG > 1,020$). Tyto hodnoty jsou již spojovány s dehydratací, která má negativní vliv na zdraví, konkrétně na ledviny a kardiovaskulární systém.

V případě kognitivního výkonu měla manipulace hmotnosti vliv pouze na jednoduchou reakční rychlost, u které došlo vlivem RWL ke statisticky významnému zhoršení o 5,6 % (16 ms). Toto zhoršení bylo tak malé, že je pravděpodobně zanedbatelné a srovnatelné s ostatními nulovými výsledky. Naše výsledky tak podporují zjištění

většiny předchozích výzkumů, že manipulace tělesné hmotnosti nemá pravděpodobně negativní vliv na kognitivní výkon.

U psychických stavů došlo vlivem RWL ke statisticky významnému zhoršení (pokles pozitivních afektivních stavů o 26,6 %, nárůst negativních afektivních stavů o 41,4 %, nárůst celkového narušení nálady 600,8 %, nárůst hněvu o 256,92 % a pokles vitality o 59,94 %), ale vlivem RWG se psychický stav zlepšil na podobnou hodnotu jako před RWL (nárůst pozitivních afektivních stavů o 24,1 %, pokles negativních afektivních stavů o 29,3 %, pokles celkového narušení nálady 108 %, pokles hněvu o 93,48 % a nárůst vitality o 153,21 %). Naše výsledky podporují zjištění předchozích výzkumů, že RWL má negativní dopady na psychický stav. Vlivem RWG však došlo ke zlepšení, proto by zápasníci neměli nastupovat do zápasů ihned po RWL, ale až po RWG.

Použitá literatura

- Akınoğlu, B., & Kocahan, T. (2019). Body composition and torso muscle strength relationship in athletes. *Progress in Nutrition*, 21(4), 1019–1028. <https://doi.org/10.23751/pn.v21i4.8605>
- Alderman, B. L., Landers, M. D., Carlson, J., & Scott, R. J. (2004). Factors Related to Rapid Weight Loss Practices among International-style Wrestlers. *Medicine & Science in sports & exercise*, 36(2), 249–252.
- Algül, S., & Özçelik, O. (2022). Evaluation of effects of hydration and dehydration status on body composition analysis using bioelectrical impedance method. *Eastern Journal Of Medicine*, 27(2), 258–263. <https://doi.org/10.5505/ejm.2022.39260>
- Amtmann, J. A., Amtmann, K. A., & Spath, W. K. (2008). Lactate and rate of perceived exertion responses of athletes training for and competing in a mixed martial arts event. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 645–647. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318166018e>
- Artioli, G. G., Saunders, B., Iglesias, R. T., & Franchini, E. (2016). It is Time to Ban Rapid Weight Loss from Combat Sports. *Sports Medicine*, 46(11), 1579–1584. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0541-x>
- Assar, S., Rahavi Ezabadi, R., Shojaei Baghini, A., & Maleksabet, N. (2022). The Relationship Between Reaction Time, Eye-Hand Coordination with Visual Field in Elite Table Tennis Players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 13(2), 1–6. <https://doi.org/10.5812/asjasm-115787>
- Baker, L. B., Conroy, D. E., & Kenney, W. L. (2007). Dehydration impairs vigilance-related attention in male basketball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(6), 976–983. <https://doi.org/10.1097/mss.0b013e3180471ff2>

- Balci, A., Tortu, E., Kabak, B., Akinoğlu, B., Hasanoğlu, A., & Kocahan, T. (2020). Investigation of The Body Composition And Maximal Oxygen Consumption Capacity Of Elite Boxing And Wrestling Athletes. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 22(3), 452–457. <https://doi.org/10.15314/tsed.793623>
- Barley, O. R., Chapman, D. W., Guppy, S. N., & Abbiss, C. R. (2019). Considerations when assessing endurance in combat sport athletes. *Frontiers in Physiology*, 10(205). <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00205>
- Benjafield, J. G. (2010). *Cognition* (4. vyd.). Oxford University Press.
- Brandt, R., Bevilacqua, G. G., & Andrade, A. (2016). Perceived sleep quality, mood state, and their relationship with performance among brazilian elite athletes during a competitive period. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 1033–1039. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001551>
- Brandt, R., Bevilacqua, G. G., Coimbra, D. R., Pombo, L. C., Miarka, B., & Lane, A. M. (2018). Body Weight and Mood State Modifications in Mixed Martial Arts: An exploratory pilot. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(9), 2548–2554. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002639>
- Brandt, R., Bevilacqua, G. G., Crocetta, T. B., Monteiro, C. B. d. M., Guarnieri, R., Hobold, E., Flores, L. J. F., Miarka, B., & Andrade, A. (2021). Comparisons of Mood States Associated With Outcomes Achieved by Female and Male Athletes in High-Level Judo and Brazilian Jiu-Jitsu Championships: Psychological Factors Associated With the Probability of Success. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(9), 2518–2524. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003218>
- Bridge, C. A., Ferreira Da Silva Santos, J., Chaabène, H., Pieter, W., & Franchini, E. (2014). Physical and physiological profiles of Taekwondo athletes. *Sports Medicine*, 44(6), 713–733. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0159-9>

- Britannica. (2023). *Encyclopedia Britannica*. In *Encyclopedia Britannica*.
<https://www.britannica.com/>
- Brito, A. V., & Silva, C. (2011). Reaction time in karate athletes. *Journal of Martial Arts Anthropology, 11*(4), 55–39.
- Brito, C. J., Roas, A. F. C. M., Brito, I. S. S., Marins, J. C. B., Córdova, C., & Franchini, E. (2012). Methods of body-mass reduction by combat sport athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 22*(2), 89–97.
<https://doi.org/10.1123/ijsnem.22.2.89>
- Campos, F. A. D., Bertuzzi, R., Dourado, A. C., Santos, V. G. F., & Franchini, E. (2012). Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. *European Journal of Applied Physiology, 112*(4), 1221–1228.
<https://doi.org/10.1007/s00421-011-2071-4>
- Cannataro, R., Cione, E., Gallelli, L., Marzullo, N., & Bonilla, D. A. (2020). Acute Effects of Supervised Making Weight on Health Markers, Hormones and Body Composition in Muay Thai Fighters. *Sports, 8*(10), 137.
<https://doi.org/10.3390/sports8100137>
- Castor-Praga, C., Lopez-Walle, J. M., & Sanchez-Lopez, J. (2021). Multilevel Evaluation of Rapid Weight Loss in Wrestling and Taekwondo. *Frontiers in Sociology, 6*.
<https://doi.org/10.3389/fsoc.2021.637671>
- Clarys, P., Kim, R., Friso, H., Peter, D., & Evert, Z. (2010). Influence of weight reduction on specific performance in judokas. *Journal of combat sports and Martial Arts, 2*(2), 71–76.
- Connor, J., & Egan, B. (2019). Prevalence, Magnitude and Methods of Rapid Weight Loss Reported by Male Mixed Martial Arts Athletes in Ireland. *Sports, 7*(9), 206.
<https://doi.org/10.3390/sports7090206>

- Coswig, V. S., Miarka, B., Pires, D. A., Da Silva, L. M., Bartel, C., & Del Vecchio, F. B. (2019). Weight regain, but not weight loss, is related to competitive success in real-life mixed martial arts competition. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(1), 1–8. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0034>
- Cote, K. A., Milner, C. E., Smith, B. A., Aubin, A. J., Greason, T. A., Cuthbert, B. P., Wiebe, S., & Duffus, S. E. G. (2009). CNS arousal and neurobehavioral performance in a short-term sleep restriction paradigm. *Journal of Sleep Research*, 18(3), 291–303. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2008.00733.x>
- Coufalová, K. (2014). *Tělesný profil judistů a jeho změny vlivem redukce hmotnosti* [Disertační práce, Univerzita Karlova]. <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/51834/140036942.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Crisafulli, A., Vitelli, S., Cappai, I., Milia, R., Tocco, F., Melis, F., & Concu, A. (2009). Physiological responses and energy cost during a simulation of a Muay Thai boxing match. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 34(2), 143–150. <https://doi.org/10.1139/H09-002>
- Cullen, S., Dolan, E., McGoldrick, A., Brien, K. O., Carson, B. P., & Warrington, G. (2015). The impact of making-weight on cognitive performance in apprentice jockeys. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1589–1595. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.1002104>
- D'anci, K. E., Mahoney, C. R., Vibhakar, A., Kanter, J. H., & Taylor, H. A. (2009). Voluntary dehydration and cognitive performance in trained college athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 109(1), 251–269. <https://doi.org/10.2466/PMS.109.1.251-269>

- Daniele, G., Weinstein, R. N., Wallace, P. W., Palmieri, V., & Bianco, M. (2016). Rapid weight gain in professional boxing and correlation with fight decisions: Analysis from 71 title fights. *Physician and Sportsmedicine*, *44*(4), 349–354. <https://doi.org/10.1080/00913847.2016.1228421>
- Deary, I. J., Liewald, D., & Nissan, J. (2011). A free, easy-to-use, computer-based simple and four-choice reaction time programme: The Deary-Liewald reaction time task. *Behavior Research Methods*, *43*(1), 258–268. <https://doi.org/10.3758/s13428-010-0024-1>
- Degoutte, F., Jouanel, P., Bègue, R. J., Colombier, M., Lac, G., Pequignot, J. M., & Filaire, E. (2006). Food restriction, performance, biochemical, psychological, and endocrine changes in judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, *27*(1), 9–18. <https://doi.org/10.1055/s-2005-837505>
- Del Vecchio, F. B., Hirata, S. M., & Franchini, E. (2011). A Review of Time-Motion Analysis and Combat Development in Mixed Martial Arts Matches at Regional Level Tournaments. *Perceptual and Motor Skills*, *112*(2), 639–648. <https://doi.org/10.2466/05.25.PMS.112.2.639-648>
- Der, G., & Deary, I. J. (2006). Age and sex differences in reaction time in adulthood: Results from the United Kingdom health and lifestyle survey. *Psychology and Aging*, *21*(1), 62–73. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.21.1.62>
- Dovalil, J. (2002). *Výkon a trénink ve sportu* (2002. vyd.). Olympia.
- Drid, P., Krstulović, S., Erceg, M., Trivić, T., Stojanović, M., & Ostojić, S. M. (2019). The effect of rapid weight loss on body composition and circulating markers of creatine metabolism in judokas. *Kinesiology*, *51*(2), 158–160. <https://doi.org/10.26582/k.51.2.3>

- Dua, S., Singh, P., & Saha, S. (2020). A Study to Assess and Correlate Serum Lipid Profile with Reaction Time in Healthy Individuals. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 35(4), 482–487. <https://doi.org/10.1007/s12291-019-00850-z>
- Fang, J. Y., & Davis, T. L. (1981). Reaction time in parkinson's disease. *The Curated Reference Collection in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*, 104(1), 167–186. <https://doi.org/10.1093/brain/104.1.167>
- Ferreira, S., Raimundo, A., Del Pozo-Cruz, J., & Marmeleira, J. (2021). Psychometric properties of a computerized and hand-reaction time tests in older adults using long-term facilities with and without mild cognitive impairment. *Experimental Gerontology*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111271>
- Fialová, J., Hoffmann, R., Roberts, S. C., & Havlíček, J. (2019). The effect of complete caloric intake restriction on human body odour quality. *Physiology and Behavior*, 210. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.05.015>
- Fialová, J., Třebický, V., Kuba, R., Stella, D., Binter, J., & Havlíček, J. (2020). Losing stinks! The effect of competition outcome on body odour quality. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 375(1800). <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0267>
- Filaire, E., Maso, F., Degoutte, F., Jouanel, P., & Lac, G. (2001). Food Restriction, Performance, Psychological State and Lipid Values in Judo Athletes. *Int J Sport Med*, 22(6), 454–459. <https://doi.org/10.1055/s-2001-16244>
- Fortes, L. S., Lira, H. A., Andrade, J., Oliveira, S. F., Paes, P. P., Vianna, J. M., & Vieira, L. F. (2018). Mood response after two weeks of rapid weight reduction in judokas. *Archives of Budo*, 14(0).
- Franchini, E., Brito, C. J., & Artioli, G. G. (2012). Weight loss in combat sports: Physiological, psychological and performance effects. *Journal of the*

International Society of Sports Nutrition, 9(1). <https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-52>

Franchini, E., Brito, C. J., Fukuda, D. H., & Artioli, G. G. (2014). The physiology of judo-specific training modalities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 1474–1481. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000281>

Gallant, J., & Libben, G. (2019). No lab, no problem: Designing lexical comprehension and production experiments using PsychoPy3. *The Mental Lexicon*, 14(1), 152–168. <https://doi.org/10.1075/ml.00002.gal>

Giannini Artioli, G., Gualano, B., Franchini, E., Scagliusi, F. B., Takesian, M., Fuchs, M., & Lancha, A. H. (2010). Prevalence, magnitude, and methods of rapid weight loss among judo competitors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(3), 436–442. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181ba8055>

Gierczuk, D., Bujak, Z., Cieśliński, I., Lyakh, V., & Sadowski, J. (2018). Response time and effectiveness in elite Greco-Roman wrestlers under simulated fight conditions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(12), 3433–3440. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002868>

Green, C. M., Petrou, M. J., Fogarty-Hover, M. L. S., & Rolf, C. G. (2007). Injuries among judokas during competition. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 17(3), 205–210. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00552.x>

Hall, C. J., & Lane, A. M. (2001). Effects of rapid weight loss on mood and performance among amateur boxers. *British Journal of Sports Medicine*, 35(6), 390–395. <https://doi.org/10.1136/bjism.35.6.390>

Hanin, Y. L. (2007). Emotions in Sport: Current Issues and Perspectives. In *Handbook of sport psychology*.

- Hanon, C., Savarino, J., & Thomas, C. (2015). Blood lactate and acid-base balance of world-class amateur boxers after three 3-minute rounds in international competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 942–946. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000736>
- Hillier, M., Sutton, L., James, L., Mojtahedi, D., Keay, N., & Hind, K. (2019). High Prevalence and Magnitude of Rapid Weight Loss in Mixed Martial Arts Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(5), 512–517. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0393>
- House, P. & Cowan, L. J. (2015). Predicting Straight Punch Force of Impact. *Journal of the Oklahoma Association for Health, Physical Education, Recreation, and Dance*, 53.
- Choma C.W., Sforzo G.A., & Keller B.A. (1998). Impact of rapid weight loss on cognitive function in collegiate wrestlers. *Med Sci Sports Exerc*, 30(5). <https://doi.org/10.1097/00005768-199805000-00016>
- IJF.org—International Judo Federation*. (2023). <https://www.ijf.org/>
- IMMAF | Rules & Policies*. (2023). <https://immaf.org/events/rules-and-policies/#policies>
- Isacco, L., Degoutte, F., Ennequin, G., Pereira, B., Thivel, D., & Filaire, E. (2020). Rapid weight loss influences the physical, psychological and biological responses during a simulated competition in national judo athletes. *European Journal of Sport Science*, 20(5), 580–591. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1657503>
- Jaeger, J. (2018). Digit symbol substitution test. *Journal of Clinical Psychopharmacology*, 38(5), 513–519. <https://doi.org/10.1097/JCP.0000000000000941>
- Jaeger, J., & Domingo, S. Z. (2016). The digit symbol substitution test (DSST): Psychometric properties and clinical utility in major depressive disorder.

European Neuropsychopharmacology, 26(2), S341.

[https://doi.org/10.1016/S0924-977X\(16\)31265-2](https://doi.org/10.1016/S0924-977X(16)31265-2)

Jetton, A. M., Lawrence, M. M., Meucci, M., Haines, T. L., Collier, S. R., Morris, D. M., & Utter, A. C. (2013). Dehydration and Acute Weight Gain in Mixed Martial Arts Fighters Before Competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(5), 1322–1326. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828a1e91>

José, G.-A., Mora-Rodríguez, R., Below, P. R., & Coyle, E. F. (1997). Dehydration markedly impairs cardiovascular function in hyperthermic endurance athletes during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 82(4), 1229–1236. <https://doi.org/10.1152/jappl.1997.82.4.1229>

Karila, T., Sarkkinen, P., Marttinen, M., Seppälä, T., Mero, A., & Tallroth, K. (2008). Rapid Weight Loss Decreases Serum Testosterone. *International Journal of Sports Medicine*, 29(11), 872–877. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1038604>

Karninčič, H., Baić, M., & Slaćanac, K. (2016). Mood aspects of rapid weight loss in adolescent wrestlers. *Kinesiology*, 48(2), 229–236. <https://doi.org/10.26582/k.48.2.7>

Kasozi, K. I., Mbiydzneyuy, N. E., Namubiru, S., Safiriyu, A. A., Sulaiman, S. O., Okpanachi, A. O., & Ninsiima, H. I. (2018). A study on visual, audio and tactile reaction time among medical students at Kampala International University in Uganda. *African Health Sciences*, 18(3), 828. <https://doi.org/10.4314/ahs.v18i3.42>

Kazemi, M., Rahman, A., & Ciantis, M. D. (b.r.). *Weight cycling in adolescent Taekwondo athletes*.

- Kemp, B. J. (1973). Reaction time of young and elderly subjects in relation to perceptual deprivation and signal-on versus signal-off conditions. *Developmental Psychology*, 8(2), 268–272. <https://doi.org/10.1037/h0034147>
- Kirk, C., Langan-Evans, C., & Morton, J. P. (2020). Worth the weight? Post weigh-in rapid weight gain is not related to winning or losing in professional mixed martial arts. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 30(5), 357–361. <https://doi.org/10.1123/IJSNEM.2019-0347>
- Koehn, J. D., Dickinson, J., & Goodman, D. (2008). Cognitive demands of error processing. *Psychological Reports*, 102(2), 532–538. <https://doi.org/10.2466/PR.102.2.532-538>
- Kosinski, R. J. (2013). *A Literature Review on Reaction Time*. <http://www.cognaction.org/cogs105/readings/clemson.rt.pdf>
- Květon, P., Jelínek, M., Burešová, I., & Bartošová, K. (2020). Czech Adaptation of the Brunel Mood States for Adolescent Athletes. *Studia Sportiva*, 14(1), 47–57. <https://doi.org/10.5817/StS2020-1-6>
- Lakicevic, N., Paoli, A., Roklicer, R., Trivic, T., Korovljević, D., Ostojic, S. M., Proia, P., Bianco, A., & Drid, P. (2021). Effects of rapid weight loss on kidney function in combat sport athletes. *Medicina (Lithuania)*, 57(6). <https://doi.org/10.3390/medicina57060551>
- Lakicevic, N., Roklicer, R., Bianco, A., Mani, D., Paoli, A., Trivic, T., Ostojic, S. M., Milovancev, A., Maksimovic, N., & Drid, P. (2020). Effects of rapid weight loss on judo athletes: A systematic review. *Nutrients*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/nu12051220>

- Lane, A. M., & Terry, P. C. (2000). The Nature of Mood: Development of a Conceptual Model with a Focus on Depression. *Journal of Applied Sport Psychology*, 12(1), 16–33. <https://doi.org/10.1080/10413200008404211>
- Lane, A. M., Totterdell, P., MacDonald, I., Devonport, T. J., Friesen, A. P., Beedie, C. J., Stanley, D., & Nevill, A. (2016). Brief online training enhances competitive performance: Findings of the BBC Lab UK psychological skills intervention study. *Frontiers in Psychology*, 7(MAR). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00413>
- Lehner, M., Novosad, J., & Neuls, F. (2001). *Základy sportovního tréninku*. (1. vyd.). Hanex.
- Leila, Z., & Rad, L. S. (2013). A comparison of the mood state profiles of winning and losing female athletes. *European Journal of Experimental Biology*, 3.
- Lesiakowski, P., Zwierko, T., & Krzepota, J. (2013). Visuospatial attentional functioning in amateur boxers. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 4(2), 141–144. <https://doi.org/10.5604/20815735.1090659>
- Mann, D. Y., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007a). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(4), 457–478. <https://doi.org/10.1123/jsep.29.4.457>
- Mann, D. Y., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007b). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(4), 457–478. <https://doi.org/10.1123/jsep.29.4.457>
- Matthews, J. J., & Nicholas, C. (2017). Extreme rapid weight loss and rapid weight gain observed in UK mixed martial arts athletes preparing for competition. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 27(2), 122–129. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2016-0174>

- Matthews, J. J., Stanhope, E. N., Godwin, M. S., Holmes, M. E. J., & Artioli, G. G. (2019a). The Magnitude of Rapid Weight Loss and Rapid Weight Gain in Combat Sport Athletes Preparing for Competition: A Systematic Review. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(4), 441–452. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0165>
- Matthews, J. J., Stanhope, E. N., Godwin, M. S., Holmes, M. E. J., & Artioli, G. G. (2019b). The magnitude of rapid weight loss and rapid weight gain in combat sport athletes preparing for competition: A systematic review. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(4), 441–452. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0165>
- Mauricio, C. D. A., Merino, P., Merlo, R., Vargas, J. J. N., Chávez, J. Á. R., Pérez, D. V., Aedo-Muñoz, E. A., Slimani, M., Brito, C. J., Bragazzi, N. L., & Miarka, B. (2022). Rapid Weight Loss of Up to Five Percent of the Body Mass in Less Than 7 Days Does Not Affect Physical Performance in Official Olympic Combat Athletes With Weight Classes: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, 13, 830229. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.830229>
- McIntyre, R., Harrison, J., Loft, H., Jacobson, W., & Olsen, C. (2016). The Effects of Vortioxetine on Cognitive Function in Patients with Major Depressive Disorder: A Meta-Analysis of Three Randomized Controlled Trials. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 19(10), pyw055. <https://doi.org/10.1093/ijnp/pyw055>
- Menagh J. (2020, březzen 10). Teenager was trying to lose 8kg in seven days for Muay Thai fight when she collapsed and died. *ABC News*. <https://www.abc.net.au/news/2020-03-10/jessica-lindsay-died-after-extreme-training-for-muay-thai-fight/12042078>

- Miarka, B., Panissa, V. L. G., Julio, U. F., Del Vecchio, F. B., Calmet, M., & Franchini, E. (2012). A comparison of time-motion performance between age groups in judo matches. *Journal of Sports Sciences*, 30(9), 899–905. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.679675>
- Morales, J., Ubasart, C., Solana-Tramunt, M., Villarrasa-Sapiña, I., González, L. M., Fukuda, D., & Franchini, E. (2018). Effects of rapid weight loss on balance and reaction time in elite judo athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(10), 1371–1377. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0089>
- Multi 10 UrineScreen | IVT IMUNO, s.r.o.* (2023). <http://pub.ivtimuno.com/catalogue/detail/multi-10-urinescreen>
- Nakonečný Milan. (2015). *Psychologie osobnosti*. Triton.
- Ñancuvil-Suazo, C., Carrillo-Mora, C., Valdés-Badilla, P., Franchini, E., Pardo-Tamayo, C., Zapata-Huenullán, C., Soto-Voisier, E., & Herrera-Valenzuela, T. (2020). Rapid weight gain in wrestling athletes during the panamerican championship. *Nutricion Hospitalaria*, 37(3), 584–588. <https://doi.org/10.20960/nh.02882>
- Nilsson, J., Csörgö, S., Gullstrand, L., Tveit, P., & Refsnes, P. E. (2002). Work-time profile, blood lactate concentration and rating of perceived exertion in the 1998 Greco-Roman wrestling World Championship. *Journal of Sports Sciences*, 20(11), 939–945. <https://doi.org/10.1080/026404102320761822>
- Noel-Hoeksema, S. (2012). *Psychologie Atkinsonové a Hilgarda*. Portál.
- Novotný, M. (2021). *Komparace reakční rychlosti ve sportovním boji a technických sestavách* [Bakalářská práce, Univerzita Karlova]. <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/147842/130318355.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Nuri, L., Shadmehr, A., Ghotbi, N., & Attarbashi Moghadam, B. (2013). Reaction time and anticipatory skill of athletes in open and closed skill-dominated sport. *European Journal of Sport Science*, *13*(5), 431–436. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.738712>
- Ööpik, V., Pääsuke, M., Sikku, T., & Timpmann, S. (1996). Effect of rapid weight loss on metabolism and isokinetic performance capacity. A case study of two well trained wrestlers. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, *36*(2), 127–131.
- Özdenk, Ç. (2020). *Effects of acute water intake on body composition measurements by bioelectric impedance analysis*. *9*(4).
- Pavelka, R., Třebický, V., Fialová, J. T., Zdobinský, A., Coufalová, K., Havlíček, J., & Tufano, J. J. (2020). Acute fatigue affects reaction times and reaction consistency in Mixed Martial Arts fighters. *PLoS ONE*, *15*(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227675>
- Peirce, J., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M., Höchenberger, R., Sogo, H., Kastman, E., & Lindeløv, J. K. (2019). PsychoPy2: Experiments in behavior made easy. *Behavior Research Methods*, *51*(1), 195–203. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-01193-y>
- Pelcák, S. (2019). *Psychologie obecná a osobnosti*. Univerzita Hradec Králové Pedagogická fakulta; https://www.uhk.cz/file/edee/pedagogicka-fakulta/pdf/pracoviste-fakulty/ustav-socialnich-studii/dokumenty/studijni_opory/socialni_patologie_a_prevence_2021/psychologie-obecna-a-osobnosti.pdf.
- Perez A. J. (2015). Death of MMA fighter Yang Jian Bing illustrates dangers of weight cutting. *USA TODAY*.

<https://www.usatoday.com/story/sports/mma/2015/12/11/death-weight-cutting-yang-jian-bing-mma/77143446/>

- Pernica Jan. (2017). *Možnosti neinvazivní kontroly trénovanosti v hypoxii* [Disertační práce, Karlova Univerzita].
<https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/92383/140061003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pettersson, S., & Berg, C. M. (2014). Dietary intake at competition in elite olympic combat sports. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(1), 98–109. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2013-0041>
- Policastro, F., Accardo, A., Marcovich, R., Pelamatti, G., & Zoia, S. (2018). Relation between motor and cognitive skills in italian basketball players aged between 7 and 10 years old. *Sports*, 6(3), 80. <https://doi.org/10.3390/sports6030080>
- Ranisavljev, M., Kuzmanovic, J., Todorovic, N., Roklicer, R., Dokmanac, M., Baic, M., Stajer, V., Ostojic, S. M., & Drid, P. (2022). Rapid Weight Loss Practices in Grapplers Competing in Combat Sports. *Frontiers in Physiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.842992>
- Ratamess, N. A. (2011). Strength and Conditioning for Grappling Sports. *Strength and Conditioning Journal*, 33(6), 18–24. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31823732c5>
- Reale, R., Burke, L. M., Cox, G. R., & Slater, G. (2020). Body composition of elite Olympic combat sport athletes. *European Journal of Sport Science*, 20(2), 147–156. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1616826>
- Reale, R., Cox, G. R., Slater, G., & Burke, L. M. (2016). Regain in body mass after weigh-in is linked to success in real life judo competition. *International Journal of Sport*

Nutrition and Exercise Metabolism, 26(6), 525–530.

<https://doi.org/10.1123/ijsnem.2015-0359>

- Reale, R., Slater, G., & Burke, L. M. (2018). Weight management practices of Australian Olympic combat sport athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(4), 459–466. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0553>
- Reale, R., Slater, G., Cox, G. R., Dunican, I. C., & Burke, L. M. (2018). The Effect of Water Loading on Acute Weight Loss Following Fluid Restriction in Combat Sports Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28(6), 565–573. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0183>
- Ribas, M. R., Bassan, J. C., Scheffel, M., Fernandes, P., César Bassan, J., & Rodríguez, E. I. (2017). Strategies to reduce pre-competition body weight in mixed martial arts. *Archivos de Medicina del Deporte*, 33(6), 321–325.
- Rossi, C., Roklicer, R., Tubic, T., Bianco, A., Gentile, A., Manojlovic, M., Maksimovic, N., Trivic, T., & Drid, P. (2022). The Role of Psychological Factors in Judo: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4), 2093. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042093>
- Russo, G., & Ottoboni, G. (2019). The perceptual – Cognitive skills of combat sports athletes: A systematic review. *Psychology of Sport and Exercise*, 44, 60–78. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.05.004>
- Saarni, S. E., Rissanen, A., Sarna, S., Koskenvuo, M., & Kaprio, J. (2006). Weight cycling of athletes and subsequent weight gain in middleage. *International Journal of Obesity*, 30(11), 1639–1644. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803325>
- Santos-Junior, R. B., Utter, A. C., McAnulty, S. R., Bittencourt Bernardi, B. R., Buzzachera, C. F., Franchini, E., & Souza-Junior, T. P. (2019). Weight loss

- behaviors in Brazilian mixed martial arts athletes. *Sport Sciences for Health*, 16, 117–122. <https://doi.org/10.1007/s11332-019-00581-x>
- Shelton, J., & Kumar, G. P. (2010). Comparison between Auditory and Visual Simple Reaction Times. *Neuroscience and Medicine*, 1(1), 30–32. <https://doi.org/10.4236/nm.2010.11004>
- Schuhfried, G. (2013). *Vienna Test System: Psychological assessment*. Mödling, Austria: Schuhfried.
- Silva, J. J. R., Del Vecchio, F. B., Picanço, L. M., Takito, M. Y., & Franchini, E. (2011). Time-motion analysis in Muay-Thai and Kick-Boxing amateur matches. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(3), 490–496. <https://doi.org/10.4100/jhse.2011.63.02>
- Silva, R. B., Andrade, A., Brandt, R., Flores Junior, M. A., & Coimbra, D. R. (2016). Scheduled fight affect mood states of MMA athletes. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 11(2), 94–95. <https://doi.org/10.18002/rama.v11i2s.4189>
- Straus, J. (2009). *Prodloužení reakční doby v závislosti na hladině alkoholu*. 1–20. <https://www.mvcr.cz/clanek/clanek/prodlouzeni-reakcni-doby-v-zavislosti-nahladine-alkoholu.aspx>.
- Tack, C. (2013). Evidence-Based Guidelines for Strength and Conditioning in Mixed Martial Arts. *Strength & Conditioning Journal*, 35(5), 79–92. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182a62fef>
- Tanita. (2023). tanita. <https://www.tanita.cz/detail/segmentalni-multifrekvencni-analyzator-mc-980-ma-plus-s-vysokou-kapacitou-1/>
- TANITA MC-980 MA PLUS, segmentální multifrekvenční tělesný analyzátor—COMPEK MEDICAL SERVICES, s.r.o. (2023). https://www.compek.cz/e-shop/tanita-mc-980-ma-plus-segmentalni-multifrekvencni-telesny-analyzator_760-622.html

- Terry, P. C., Lane, A. M., & Fogarty, G. J. (2003). Construct validity of the Profile of Mood States—Adolescents for use with adults. *Psychology of Sport and Exercise*, 4(2), 125–139. [https://doi.org/10.1016/S1469-0292\(01\)00035-8](https://doi.org/10.1016/S1469-0292(01)00035-8)
- The Jamovi project.* (2021). jamovi. <https://www.jamovi.org/>
- The nature of emotion: Fundamental questions. (1994). In P. Ekman & R. J. Davidson (Ed.), *The nature of emotion: Fundamental questions*. Oxford University Press.
- Timpmann, S., Burk, A., Medijainen, L., Tamm, M., Kreegipuu, K., Vähi, M., Unt, E., & Ööpik, V. (2012). Dietary sodium citrate supplementation enhances rehydration and recovery from rapid body mass loss in trained wrestlers. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 37(6), 1028–1037. <https://doi.org/10.1139/h2012-089>
- Tucker, A. M., & Stern, Y. (2011). Cognitive reserve in aging. *Current Alzheimer Research*, 8(4), 354–360. <https://doi.org/10.2174/156720511795745320>
- Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2017). Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *PLoS ONE*, 12(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170845>
- Viveiros, L., Moreira, A., Zourdos, M. C., Aoki, M. S., & Capitani, C. D. (2015). Pattern of weight loss of young female and male wrestlers. *J Strength Cond Res*, 29(11), 3149–3155. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000968>
- Von Stumm, S. (2016). Is day-to-day variability in cognitive function coupled with day-to-day variability in affect? *Intelligence*, 55, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2015.12.006>
- Voss, M. W., Kramer, A. F., Basak, C., Prakash, R. S., & Roberts, B. (2010). Are expert athletes „expert" in the cognitive laboratory? A meta-analytic review of cognition and sport expertise. *Applied Cognitive Psychology*, 24(6), 812–826. <https://doi.org/10.1002/acp.1588>

- Walton, C. C., Keegan, R. J., Martin, M., & Hallock, H. (2018). The potential role for cognitive training in sport: More research needed. *Frontiers in Psychology, 9*.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01121>
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and Validation of Brief Measures of Positive and Negative Affect: The PANAS Scales. *Journal of Personality and Social Psychology, 54*(6), 1063–1070.
<https://doi.org/10.1037//0022-3514.54.6.1063>
- Welford, A. T. (1980). Choice reaction time: Basic concepts. In *Reaction Times* (s. 73–128). Academic Press.
- Wittbrodt, M. T., & Millard-Stafford, M. (2018). Dehydration Impairs Cognitive Performance: A Meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 50*(11), 2360–2368. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001682>
- World Anti-Doping Agency. (2022). *World anti-doping code international standard prohibited list 2022*. https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/2022list_final_en.pdf
- World Boxing Association – WBA Official Site. (b.r.). Získáno 15. červen 2023, z <https://www.wbaboxing.com/>
- Wrobley, R. R., & Moxley, D. P. (1998). Acute weight gain and its relationship to success in high school wrestlers. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 30*(6), 949–951.
- Yang, W. H., Heine, O., Pauly, S., Kim, P., Bloch, W., Mester, J., & Grau, M. (2015). Rapid rather than gradual weight reduction impairs hemorheological parameters of taekwondo athletes through reduction in RBC-NOS activation. *PLoS ONE, 10*(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123767>

- Yarar, H., Aliyazicioglu, A., Eylenoglu, Y., Aydin, R. E., Akar, E., & Yildirim, R. G. (2020). The Effects of Rapid Body Mass Loss on Body Composition and Athletic Performance in Combat Sports Athletes. *Ambient Science*, 7(1), 337–341. <https://doi.org/10.21276/ambi.2020.07.sp1.ga05>
- Yildirim, I. (2015). Associations Among Dehydration, Testosterone and Stress Hormones in Terms of Body Weight Loss Before Competition. *The American Journal of the Medical Sciences*, 350(2), 103–108. <https://doi.org/10.1097/MAJ.0000000000000521>
- Yoshioka, Y., Umeda, T., Nakaji, S., Kojima, A., Tanabe, M., Mochida, N., & Sugawara, K. (2006). Gender Differences in the Psychological Response to Weight Reduction in Judoists. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 16(2), 187–198. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.16.2.187>

Seznam obrázků

Obrázek 1 – obecná struktura sportovního výkonu v bojových sportech (Lehner a kol., 2001).....	4
Obrázek 2 – Reflexní oblouk.....	6
Obrázek 3 – Proces tvorby odezvy u jednotlivých typů reakčních časů od Strause (2010) upravený od Novotného (2021).....	7
Obrázek 4 – Diagram průběhu studie.....	22
Obrázek 5 – Ukázka otázek.....	23
Obrázek 6 – Ukázka otázek.....	24
Obrázek – 7 Tanita MC – 980 (Compek, 2022).....	25
Obrázek 8 – PsychoPy3-Builder.....	27
Obrázek 9 – Klávesnice pro realizaci experimentů.....	27
Obrázek 10 – Ukázka vizuálního stimulu jednoduché reakce.....	28
Obrázek 11 – Ukázka vizuálního stimulu výběrové reakce.....	29
Obrázek 12 – Ukázka DSST.....	31
Obrázek 13 – Ukázka dotazníku BRUMS.....	32
Obrázek 14 – Ukázka dotazníku PANAS.....	33
Obrázek 15 – Grafy porovnání komponent tělesného složení mezi stavy.....	45
Obrázek 16 – Grafy porovnání specifické hmotnosti moči.....	45
Obrázek 17 – Graf porovnání jednoduché reakční rychlosti mezi stavy.....	46
Obrázek 18 – Grafy porovnání průměrné výběrové reakční rychlosti (vlevo) a průměrného počtu chyb v testu (vpravo).....	47
Obrázek 19 – Graf porovnání počtu správných odpovědí mezi stavy.....	48
Obrázek 20 – Grafy porovnání pozitivních a negativních afektivních stavů mezi dny a stavy.....	50
Obrázek 21 – Graf porovnání celkového skóre narušení nálady mezi dny a stavy.....	51
Obrázek 22 – Grafy porovnání faktorů dotazníku BRUMS mezi dny a stavy.....	52

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Hmotnostní kategorie u vybraných bojových sportů (IJF, 2022; IMMAF, 2022; WBA, 2022).....	3
Tabulka 2 – Studie zabývající se velikostí hmotnostního přírůstku v bojových sportech	12
Tabulka 3 – Deskriptivní statistika zkoumaného vzorku.....	21
Tabulka 4 – Deskriptivní statistika tělesného složení.....	25
Tabulka 5 – Deskriptivní statistika specifické hmotnosti moči.....	26
Tabulka 6 – Deskriptivní statistika jednoduché reakční rychlosti.....	28
Tabulka 7 – Deskriptivní statistika výběrové reakční rychlosti	30
Tabulka 8 – Deskriptivní statistika DSST	31
Tabulka 9 – Deskriptivní statistika celkového narušení nálady (BRUMS).....	33
Tabulka 10 – Deskriptivní statistika pozitivních a negativních afektivních stavů (PANAS)	34
Tabulka 11 – Deskriptivní statistika praxe v bojových sportech.....	38
Tabulka 12 – Deskriptivní statistika předsoutěžní redukce tělesné hmotnosti.....	39
Tabulka 13 – Deskriptivní statistika četnosti redukce hmotnosti	39
Tabulka 14 – Deskriptivní statistika využívaných RWL metod (%).....	40
Tabulka 15 – Deskriptivní statistika konzumovaných tekutin a potravin během RWG (%)	41
Tabulka 16 – Deskriptivní statistika využívaných metod během RWL (%)	42
Tabulka 17 – Post Hoc test – porovnání jednotlivých komponent tělesného složení.....	44
Tabulka 18 – Post Hoc test – porovnání průměrné jednoduché reakční rychlosti (s) ...	46
Tabulka 19 – Post Hoc test – porovnání průměrné výběrové reakční rychlosti (s).....	47
Tabulka 20 – Post Hoc test – porovnání průměrného počtu chyb	47
Tabulka 21 – Post Hoc test – porovnání počtu správných odpovědí v DSST	48

Přílohy

Příloha 1 Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS	I
Příloha 2 Informovaný souhlas	IV
Příloha 3 Náborový leták	IX

Příloha 1 Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

CHARLES UNIVERSITY
FACULTY OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORT
José Martího 31, 162 52 Prague 6-Vešelavín

Application for Approval by UK FTVS Ethics Committee

of a research project, thesis, dissertation, or seminar work involving human subjects

The title of the project: Rapid Weight Loss and its effect on performance in combat sports

Project form: research project

Period of realisation of the project: June 2022- December 2022

The research will be carried out in accordance with the valid epidemiological measures of the Ministry of Health of the Czech Republic.

Applicant: Vít Třebický, PhD (FPES, Charles University)

Main researcher: Vojtěch Nesvadba, Ba, (Faculty of Physical Education and Sport, Charles University)

Workplace: Department of Technical and Combat Sports & Biomedicine laboratory, FPES, Charles University

Co-researcher(s): Vít Třebický, PhD (FPES, Charles University), prof. Jan Heller, PhD (FPES, Charles University), Tomáš Mika, Ma (FPES, Charles University), Krzysztof Durkalec-Michalski, PhD (Poznan University of Physical Education), Radim Pavelka, PhD (FPES, Charles University), Jitka Třebická Fialová, PhD (FS, Charles University), Jaroslav Hrdlička, Ba (FPES, Charles University)

Supervisor of students: Vít Třebický, PhD (FPES, Charles University)

Financial support: Without financial support

Project description: The proposed project investigates the effect of rapid weight loss (RWL) and rapid weight gain (RWG) on physical and cognitive performance in male combat sports athletes.

Aims of the research:

- To test the influence of rapid weight loss and follow-up rapid weight gain on physical and cognitive performance.
- To test changes in mood during RWL.
- To test changes in hydration and kidney function during RWL and RWG.

Material and methods: This project has the character of a within-subject experimental study. Laboratory and standardised tests and data collection procedures will be used.

Procedure

Participants will be asked to attend two data collection sessions. A base state measurement will be taken during the first session, followed by seven days of RWL. During the second session, post-RWL measurements followed by RWG and post-RWG measurements will take place.

Anthropometric and body composition measurements:

Only non-invasive methods will be used to collect anthropometric and body composition measurements. A trained researcher will collect basic body morphology measurements (e.g., height, weight, circumferences of waist, hip, chest, upper arms, and thighs). We will perform a bioelectrical impedance analysis (Tanita) and plethysmography (BodPod) of the participant's body composition. Data about body weight, fat mass, muscle mass, bone mass, and intra- and extra-cellular water volumes will be collected under standardised conditions.

Questionnaires

Participants will be asked to complete a battery of standardised and purpose-built questionnaires. In the purpose-built questionnaires, we will record basic demographic information, combat sports experience, RWL and RWG experience (e.g. age, combat sport practised, performance level and score, weight category they compete in; how many times and what type of RWL and RWG they have done before). Participants will fill in two standardised psychometric questionnaires, Profile of Mood States (POMS) and Positive and Negative Affect Schedule (PANAS), to assess mood and emotional state. All standardised psychometric tools will be used in existing Czech versions or adapted to Czech. Further, participants will fill in their daily caloric and water intake and physical activity during the RWL and RWG.

Physical performance

- Isometric strength measurements (dynamometry): flexion and extension of upper and lower extremities, trunk, handgrip, Isometric Mid-Thigh Pull (5 repetitions each)

- Dynamic strength measurements: Countermovement jump, Push-jump (5 repetitions each)
- Anaerobic capacity: Arm-cranked Wingate test in intervals (3 × 15-second load, 30-second rest between repetitions)
- An after-performance lactate levels from capillary blood. The collected capillary blood samples will not be stored and will be disposed by trained lab assistant following the rules for biological materials handling of the Biomedicine laboratory.

Cognitive performance

We will use computer-based and non-invasive standardised cognitive performance tests adapted to Czech language. Participants will complete a battery of the following tests: simple and choice reaction times tests (SRT, CRT), Rapid Visual Information Processing task, and Digit Symbol Substitution Test.

RWL

Participants will be asked to follow their own RWL procedures for seven consecutive days in an attempt to lose 5% of their body weight. The selected time period and body weight percentage are typical across similar studies and a typical athletes' practice (Artioli et al., 2010; Morales et al., 2018; Reale et al., 2018).

RWG

During the second session, participants will be asked to follow their own RWG procedures for 2 hours in an attempt to gain body weight and improve their physical performance.

Urine samples collection

During participation, athletes will be asked to use a urine test strip (dipstick) to determine their hydration, and markers of kidney function, a standard urinalysis. They will use one urine strip at the first session. During the RWL, they will use two strips (morning, evening) each day. In the second session, they will use one urine strip post-RWL and one post-RWG. The dipsticks will not be stored and will be disposed following rules for biological materials handling.

Characteristics of participants in the research: We plan a sample of ~20 male athletes aged 18-40. Only individuals fulfilling all the following criteria will be allowed to participate: physically and mentally healthy; actively competing on an amateur level in combat sports utilising RWL and RWG; having personal experience practising RWL and RWG; being aware of and understanding risks associated with practising RWL and RWG; willing to participate in the project and perform RWL and RWG voluntarily. Participants will receive their results from all undergone tests as a reward and compensation for their time. All participants will have to declare valid medical examination and being fully eligible to do sports and physical education without any limitations

Contraindication of physical performance tests - Participants that had been injured prior to the data collection or are in convalescence will not be allowed to participate. Further contraindications are: joint instability or inflammation, unhealed fractures, osteoporosis or postoperative restrictions, uncontrolled hypertension, acute myocarditis, pericarditis and other cardiovascular diseases and pre-existing co-morbidities limiting exercise tolerance.

Recruitment of participants - We will recruit participants mainly via advertising on social media networks (websites, Facebook, Instagram, Twitter profiles operated by the Faculty of Physical Education and Sport and individual research team members), thorough leaflets and physical contact in gyms and sport clubs and by approaching Czech combat sport federations and their gradient clubs (see the attached invitation e-mail for sport clubs and organizations into the research).

All participants will be prohibited from using any stimulants and/or recreational and other drugs, performing demanding physical activities 24 hours before data collection. For the duration of their participation, they will be prohibited from using laxatives, diuretics or other means following the World Anti-Doping Association (WADA) rulings. Before the first session, participants will be asked not to arrive dehydrated and on an empty stomach.

Ensuring safety within the research: The anthropometric and body composition measures and physical performance tests performed in the Biomedicine Laboratory represent a set of non-invasive methods. This testing does not represent any more demanding activity or entails risks greater than commonly practised exercises in the sample population. All the tests will be performed by and under the supervision of trained research and lab assistants. Before the testing, participants will be asked to warm up following a standardised routine and under the supervision of a trained and experienced research assistant.

The only invasive method used in this project will be the collection of a capillary blood sample after the Wingate test to determine the after-performance lactate levels. It is an important metric for the physical performance outcome in this study. It is a safe and standard procedure that will be carried out by trained, certified, and experienced lab assistant.

Performing RWL and RWG practices entail potential risks. Thus, to minimise any risks, only volunteers who have personal experience performing RWL and RWG and do willingly practice them will be allowed to participate.

Before the study onset, they will be informed about any known potential risks associated with performing RWL and RWG and asked to sign the informed consent sheet. During the whole study, participants will be monitored. In case of experiencing any difficulties, participants will be immediately advised to cease their participation and resume normal eating and hydration habits.

Ethical aspects of the research: Only healthy adult individuals will be allowed to participate. No individuals belonging to vulnerable groups will be allowed to participate in this research.

Benefits of participation - RWL and RWG practices are widely used among combat sports athletes, but the possible impact on sports performance, cognition, or health is not well understood. By participating in this study, athletes will be able to test their RWL and RWG methods in a controlled research environment. They will receive results of all underwent body compositions, physical performance and cognitive and kidney function tests. Thus they will be able to see whether and how RWL and RWG practices affect their physical performance, cognition and health and help them make a better-educated judgement on their before-competition preparations.

Potential conflict of interest: In this research, the members of the research team are not aware of any potential or actual conflict of primary (e.g., participants and broader public welfare, or the validity of research) or secondary interests (e.g., financial and other gains or personal rivalry) that may influence the integrity and objectivity of the study.

Protection of personal data: The data collected in this project by the methods described above will be collected and processed following the General Data Protection Regulation of the European Union No. 2016/679 and Law No. 110/2019 Code. Following personal data will be gathered: age, information about participant's sports career, previous experience with RWL and RWG methods, e-mail address (provided e-mail address will be used to coordinate participation, sharing necessary questionnaires and providing individual results) and data gained from the above-mentioned methods such as height, body mass, body composition, physical and cognitive performance data. All obtained data will be stored in a computer secured by a password accessible only to researchers of this project. The data will be processed only in an anonymous form, i.e., the data will not contain any information that, individually or in its summary, may lead to the identification of a specific person. Any personal data (e.g. the provided e-mail address) that could potentially lead to identifying a specific person will be anonymised at the latest one day after the data collection. The data will only be used for scientific and research purposes and will not be passed on to third parties. The obtained data will be processed, securely stored, and published anonymously in scientific journals, data repositories and monographs and presented at conferences or used in further research work and qualification thesis at FPES CUNI.

Taking photographs/videos/audio recordings of the participants: No audio-visual recording of participants will be collected in this research project.

I shall ensure that the research data will not be misused to the maximum extent possible.

Informed consent: Informed consent sheet can be found attached.

It is the duty of **all participants of the research team** to protect life, health, dignity, integrity, the right to self-determination, privacy, and protection of the personal data of all research subjects and to undertake all possible precautions. Responsibility for the protection of all research subjects lies on the researcher(s) and not on the research subjects themselves, even if they gave their consent to participate in the research. All participants of the research team must take into consideration ethical, legal, and regulative norms and standards of research involving human subjects applicable not only in the Czech Republic but also internationally.

I confirm that this project description corresponds to the plan of the project and, in case of any change, especially of the methods used in the project, I will inform the UK FTVS Ethics Committee, which may require a re-submission of the application form.

In Prague, 31st May 2022

Applicant's signature:

The Committee: Chair: Doc. PhDr. Irena Parry Martinková, Ph.D.
Members: Prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc. Prof. MUDr. Jan Heller, CSc.
PhDr. Pavel Hráský, Ph.D. Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.
Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D. MUDr. Simona Majorová

The research project was approved by UK FTVS Ethics Committee under the registration number: 144/2022

Date of approval: 9.6.2022

UK FTVS Ethics Committee reviewed the submitted research project and **found no contradictions** with valid principles, regulations, and international guidelines for carrying out research involving human subjects.

The applicant has met the necessary requirements for receiving approval of UK FTVS Ethics Committee.

Stamp of UK FTVS
UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
José Martího 31, 162 52, Praha 6

Signature of the Chair of UK FTVS Ethics Committee

Příloha 2 Informovaný souhlas

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

INFORMOVANÝ SOUHLAS k žádosti 174/2022

Vážený pane,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na FTVS UK s názvem *Vliv rychlého snížení hmotnosti na fyzický a kognitivní výkon*, který bude prováděn v Biomedicinské laboratoři (BML) FTVS UK.

1. Projekt bude probíhat od června 2022 do prosince 2022.
2. Projekt není financován.
3. Cílem projektu je testovat vliv rychlého snížení hmotnosti (RWL) a následného rychlého příbytku hmotnosti (RWG) na fyzický a kognitivní výkon sportovců v bojových sportech a zároveň sledovat vliv RWL a RWG na psychické vyladění a markery míry dehydratace a funkce ledvin.
4. Způsob zásahu v tomto projektu bude převážně neinvazivní (měření fyzického a kognitivního výkonu, složení těla a vyplňování dotazníků). Jako jediná invazivní metoda v rámci testování bude odběr vzorku kapky kapilární krve ke stanovení po zátěžové hladině laktátu.

V rámci tohoto projektu se budete účastnit celkem dvou termínů měření. Při prvním termínu Vás nejdříve požádáme o prostudování tohoto informovaného souhlasu. Pokud budete splňovat všechna uvedená kritéria a budete s účastí dobrovolně souhlasit, svůj souhlas na konci tohoto dokumentu uvrtnete podpisem a datem podpisu. Poté Vás seznámíme s procesem testování a dostane k vyplnění krátký dotazník, ve kterém se Vás budeme ptát na základní demografické údaje (např. věk; jakému bojovému sportu se věnujete, na jaké úrovni a jak dlouho, v jaké hmotnostní kategorii závodíte; Vaše dosavadní zkušenosti s RWL a RWG). Následovat bude měření Vašeho tělesného složení bioimpedanční vahou a pletysmografickou metodou (v obou případech se jedná o rychlé a neinvazivní měření tělesného složení) a také změříme Vaše základní tělesné rozměry (výška, obvod paží, hrudníku, pasu a stehen). Poté provedeme testy kognitivního výkonu na počítači. Jako první změříme Vaše reakční schopnosti pomocí testů prosté a výběrové reakce, následovat bude test rychlého zpracování informací, posledním pak bude číslíkové-symbolový substituční test. Po kognitivních testech změříme Váš fyzický výkon. V tomto projektu nás zajímají silové schopnosti, konkrétně provedete dynamometrii síly stisku ruky, izometrickou flexi a extenzi dolních a horních končetin a trupu a izometrický mrtvý tah. Za účelem zhodnocení explozivní síly budete provádět dřep s výskokem a výskok z kliku. Poté provedete intervalový Wingate test horních končetin. Při tomto testu budete sedět a rukama točit rumpálem po dobu patnácti vteřin, jak nejrychleji dokážete. Po patnácti vteřinách zátěže máte 30 s pauzu a následují ještě dvě patnáctivteřinová kola (tedy celkem 3×15 s zátěží s 30 s pauzami). Poté Vám změříme hladinu laktátu v krvi (odběrem kapky krve z prstu), který provede kvalifikovaný zdravotnický pracovník BML UK FTVS. Tímto bude první den testování ukončen.

Následně budete mít sedm dní na zhubnutí 5 % Vaší celkové hmotnosti (tj. 80kg jedinec by měl za 7 dní RWL zhubnout 4 kilogramy), a to dle Vašich vlastních metod RWL. Během těchto sedmi dní Vás požádáme o sběr vzorků moči (celkem dvakrát denně), ze kterých budeme posléze zjišťovat Vaši míru hydratace a funkce ledvin. K tomu Vám poskytneme potřebný materiál a leták s instrukcemi. Zároveň budete zaznamenávat svou fyzickou aktivitu, náladu a vše, co sníte a vypijete do online formuláře.

Během těchto 7 dní budete provádět aktivity dle vlastní volby a zkušenosti (které nejsou předepsané v rámci výzkumu) na základě Vaší zodpovědnosti – tyto aktivity tedy nejsou součástí výzkumu. Nedoporučujeme provádění extrémních metod, např. „rozpíjení se“ s následným nulovým příjmem vody či jakékoli drastické manipulace se sodíkem, draslíkem a vodou obecně.

Po 7 dnech si Vás naposledy pozveme do laboratoře BML UK FTVS. V rámci posledního dne měření v laboratoři budete měřeni celkem dvakrát s dvouhodinovou pauzou mezi jednotlivými měřeními. První měření bude stejné, jako v první den měření, tedy změříme Vaše tělesné složení, základní tělesné rozměry a provedeme kognitivní a fyzické testy kromě Wingate testu. Před druhým měřením budete mít dvě hodiny pauzu. Během této pauzy (regenerační a rehydratační fáze) budete mít za úkol získat co nejvíce ztracené hmotnosti zpět, a to opět dle Vašich běžných metod RWG. Pro účely RWG si přinesete vlastní tekutiny a potraviny, jak jste zvyklí i před zápasem. Budou Vám uhrazeny náklady na potraviny a nápoje ve výši 500,- Kč, které obdržíte v hotovosti po ukončení výzkumu (pozn.: v prostorách FTVS je k dispozici bufet, menza, automaty s jídlem a v okruhu do 10 min chůze večerky či McDonald's). Zde se jedná o situaci podobnou jako na soutěžích, tedy jako pauza mezi oficiálním vážením a začátkem Vašeho zápasu. Po dvou hodinách bude následovat poslední měření, které bude identické s prvním měřením na začátku studie, tedy naposledy změříme Vaše tělesné složení a tělesné rozměry a provedeme úplně všechny kognitivní a silové testy včetně Wingate testu horních končetin a měření laktátu.

5. Časová náročnost projektu je celkem 8 dní. První návštěva laboratoře Vám zabere přibližně 1,5 hodiny. Druhá návštěva bude delší, jelikož se účastníte celkem dvou měření s dvouhodinovým rozestupem. Celkový strávený čas na FTVS UK v rámci druhého měření bude přibližně 4 hodiny.

6. Mezi možná rizika spojená s Vaší účastí v tomto projektu patří primárně rizika spojená s metodami RWL. Ty mohou vést ke zvýšení rizika zranění, negativním dopadům na endokrinní systém a díky manipulaci s vodou v těle mohou zapříčinit hypertermii a dehydrataci vedoucí ke snížení efektivit srdce, zvýšení rizika výskytu kardiovaskulárních problémů a poruch ledvin. Mohou také navodit stavy iritace, hněvu, únavy, deprese, zmatku, úzkosti a celkové snížení vitality.

Během provádění všech výzkumných aktivit a měření budou dbát členové výzkumného týmu na Vaši bezpečnost. Rizika spojená s účastí v tomto projektu nejsou vyšší než běžná rizika v rámci běžné před soutěžní přípravy na zápas s využitím RWL a RWG metod. V případě jakýchkoli komplikací v průběhu své účasti v projektu neprodleně kontaktuje členy výzkumného týmu.

7. Projektu se nemohou zúčastnit: ženy; osoby mladší 18 let; ti, kteří nemají žádné zkušenosti s metodami rychlého shazování a rychlého nabírání hmotnosti v rozsahu požadovaném v tomto projektu; osoby z vulnerabilních skupin; osoby s výskytem aktuálních či chronických kontradikcí zátěžových testů; osoby s onemocněním či zraněním pohybového aparátu, nebo v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu; osoby užívající dopingové látky či drogy a jiné prostředky (například diuretika či laxativa) na listině zakázaných látek WADA. Zátěžové testy nemohou podstoupit účastníci, kteří se v nedávné době zranili či jsou v rekonvalescenci. Další kontraindikace jsou následující: nestabilita kloubů či záněty v kloubech, nezahojené zlomeniny, osteoporóza či pooperační restrikce, nekontrolovaná hypertenze, akutní myokarditida, perikarditida a další kardiovaskulární onemocnění a komorbidity, které nedovolují plnou tělesnou zátěž. Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

8. Seznámíme Vás s procesem testování a kdykoliv se můžete zeptat na doplňující informace. Před testováním budete mít prostor na převlečení se do sportovního úboru a na rozevření (k čemuž Vám bude vyhrazeno adekvátní zázemí včetně šaten).

9. Přínosem tohoto výzkumného projektu pro Vás budou individuální výsledky všech testů včetně komplexního složení Vašeho těla.

Budete mít možnost si v kontrolovaných podmínkách zjistit svůj výkon a dopad Vašich RWL a RWG praktik na pozorované výkonnostní parametry. Po ukončení studie budete mít také možnost získat i výsledky celé studie a porovnat své výsledky s ostatními účastníky (v anonymizované podobě). Celkově však Vaše účast a díky ní získané výsledky výzkumu napomohou k lepšímu pochopení vlivu RWL a RWG na silové a kognitivní schopnosti a zdraví závodníků v bojových sportech. V případě zájmu budete moci své výsledky konzultovat s členy výzkumného týmu.

10. Účast v tomto výzkumném projektu a veškeré testování je dobrovolné a bezplatné. Budou Vám uhrazeny náklady na potraviny a nápoje pro RWG fázi, a to ve výši 500,- Kč, které obdržíte v hotovosti po ukončení výzkumu. Odměnou za Vaši účast budou v případě zájmu výsledky všech testů a měření tělesné stavby. Osobní výsledky obdržíte na místě na vyžádání po posledním měření. Poté budou data (do 1 dne po posledním měření) anonymizována a nebude tedy možné Vám Vaše individuální výsledky předat.

11. **Z projektu můžete kdykoliv odstoupit bez udání důvodu.** V případě Vašeho rozhodnutí z jakýchkoliv důvodů nepokračovat ve výzkumu po Vás nebude vyžadována žádná náhrada.

12. Data pořízena v tomto projektu výše popsanými metodami budou shromažďována a zpracována v souladu s pravidly obecným nařízením o ochraně osobních údajů Evropské unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb., o zpracování osobních údajů. V anonymizované podobě budeme pořizovat následující osobní data: informace o Vaší sportovní historii, předchozí zkušenosti s RWL a RWG, a údaje spojené s výše uvedenými metodami měření, tedy informace o výšce, věku, tělesné hmotnosti a složení těla, antropometrických rozměrech nebo fyzickém výkonu a ostatní data získaná výše uvedenými metodami. Požádáme Vás o Vaši e-mailovou adresu, ta bude sloužit pouze ke komunikaci během výzkumu a zaslání individuálních výsledků testů. Po ukončení Vaší účasti bude nejpozději do jednoho dne poskytnutá e-mailová adresa smazána. Všechna získaná data budou uchována a zpracována pouze v anonymní formě, tedy data nebudou obsahovat jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby. Přístup k pořízeným údajům budou mít pouze řešitelé výzkumného projektu. Data budou použita pouze pro vědecko-výzkumné účely spojené s řešením tohoto projektu v rámci univerzitního výzkumu a nebudou předány třetím stranám. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby. Všichni členové výzkumného týmu budou dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textech odborných prací, které budou výsledkem tohoto výzkumu. Veškerá osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizována. Veškerá data získaná v tomto projektu budou zpracována, bezpečně uchována na heslem zajištěném počítači a publikována v anonymní podobě v odborných článcích (a jejich přílohách), úložištích dat, ve vědeckých časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

13. V průběhu výzkumu nebudou pořizovány fotografie, nahrávky ani video záznamy.

14. S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit po jeho ukončení v odborných publikacích, na webových stránkách a sociálních sítích Fakulty tělesné výchovy a sportu UK. Budete-li mít jakékoli dotazy týkající se této studie, kontaktujte nás na vojtech.nesvadba@seznam.cz a hrdlicka.jaroslav95@seznam.cz

15. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele projektu: Mgr. Vít Třebický, Ph.D. Podpis:

Jméno a příjmení hlavního řešitele: Bc. Vojtěch Nesvadba Podpis:

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Jméno a příjmení spoluřešitelů: Bc. Jaroslav Hrdlička, Mgr. Vít Třebický, Ph.D., prof. Jan Heller, Mgr. Tomáš Mika, Krzysztof Durkalec-Michalski, Ph.D., PhDr. Radim Pavelka, Ph.D., Jitka Třebická Fialová, Ph.D.

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mám platnou sportovní prohlídku se závěrem: bez omezení způsobilosti ke sportu a TV. Dále potvrzuji, že mám zkušenosti s metodami rychlého shazování a rychlého nabírání hmotnosti v rozsahu požadovaném v projektu a sám je dobrovolně praktikuji i mimo tento projekt.** Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis:

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Pozvání k účasti organizacím, které budou pozváni předávat účastníkům výzkumu

Vážený pane/Vážená paní,

jmenuji se Mgr. Vít Třebický, PhD a jsem vedoucí výzkumného týmu na Katedře technických a úpolových sportů Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy (UK FTVS). Obracím se na Vás se žádostí o pomoc při výzkumu s názvem *Vliv rychlého snížení hmotnosti na silové schopnosti*.

Cílem tohoto výzkumu je testovat vliv rychlého snížení hmotnosti (RWL) a následného rychlého příbytku hmotnosti (RWG) na fyzický a kognitivní výkon sportovců v bojových sportech a zároveň sledovat vliv RWL a RWG na psychické vyladění a markery míry dehydratace a funkce ledvin.

Výzkum probíhá prostorách UK FTVS (Josef Martího 269, Praha 6) od června do prosince 2022. Jako účastníky pro tuto studii hledáme fyzicky i psychicky zdravé muže ve věku 18 – 40 let, kteří aktivně soutěží na amatérské úrovni a mají osobní zkušenosti s metodami RWL a RWG.

Rádi bychom vás požádali o spolupráci na řešení tohoto výzkumu formou sdílení informací pro nábor potenciálních účastníků mezi členy vašeho klubu/federace prostřednictvím e-mailu a sdílením na sociálních sítích (jako webové stránky, Facebook, Instagram, Twitter).

Jména všech účastníků a všech klubů a federací budou anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě ve výzkumných pracích, v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Tím, že výše uvedené informace z tohoto e-mailu přepošlete amatérským sportovcům a členům Vašeho klubu, umístíte na Facebook atd., potvrzujete, že dobrovolně souhlasíte s realizací výzkumu mezi členy Vašeho klubu/federace, o kterém jste byl/a informován/a, jakož i o právu odmítnout účast nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS. Prosím, aby nás zájemci kontaktovali na níže uvedeném e-mailu. Účast jednotlivých sportovců je zcela dobrovolná a každý z nich může účast odmítnout, případně z účasti kdykoliv během vyplňování odstoupit.

Výzkum byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod číslem: 174/22.

S výsledky studie se můžete poté seznámit pomocí dotazu na emailové adrese: vit.trebicky@ftvs.cuni.cz

Děkuji Vám za spolupráci.

Mgr. Vít Třebický, PhD
vit.trebicky@ftvs.cuni.cz
Katedra technických a úpolových sportů
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Univerzita Karlova



**VÝZKUM HUBNUTÍ
V JUDU**

**MÁŠ ZKUŠENOST
S HUBNUTÍM NA ZÁPAS?**

**CHCEŠ VĚDĚT, JAK
HUBNUTÍ OVLIVŇUJE
TVOJE TĚLO A VÝKON?**

**ZÚČASTNI SE NAŠEHO
VÝZKUMU!**

PŘIHLAS SE

VYZKUMHUBNUTI@GMAIL.COM
FACEBOOK.COM/JAROSLAV.HRDLIČKA.9