ÚPRAVA TELESNEJ HMOTNOSTI A ÚROVEŇ HYDRATÁCIE ÚPOLOVÝCH ŠPORTOVCOV

Miloš Štefanovský

SLOVENSKÁ VEDECKÁ SPOLOČNOSŤ PRE TELESNÚ VÝCHOVU A ŠPORT
SLOVAK SCIENTIFIC SOCIETY FOR PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS

UNIVERZITA KOMENSKÉHO BRATISLAVA
FAKULTA TELESNEJ VÝCHOVY A ŠPORTU
Katedra gymnastiky, tancov, fitnes a úpolov

ÚPRAVA TELESNEJ HMOTNOSTI A ÚROVEŇ HYDRATÁCIE ÚPOLOVÝCH ŠPORTOVCOV

Miloš Štefanovský

Bratislava
2019

Recenzenti:

prof. PaedDr. Tomáš Kampmiller, PhD.

Univerzita Komenského Bratislava

Fakulta telesnej výchovy a športu, Katedra atletiky

prof. PhDr. Eugen Laczo, PhD.

Univerzita Komenského Bratislava

Fakulta telesnej výchovy a športu, Katedra atletiky

Autor:

© Mgr. Miloš Štefanovský, PhD.

Univerzita Komenského Bratislava

Fakulta telesnej výchovy a športu, Katedra gymnastiky, tancov, fitnes a úpolov

Jazyková úprava:

Elena Sulovská

Grafický návrh a spracovanie obálky:

Jakub Košťál

Vedecká monografia

Úprava telesnej hmotnosti a úroveň hydratácie úpolových športovcov

Rozsah:	74 s [3,96 AH], prvé vydanie, Bratislava 2019
Vydavateľstvo:	Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport
	Nábr. arm. gen. L. Svobodu 9, 814 69 Bratislava

Za odbornú, terminologickú a obsahovú stránku publikácie zodpovedá autor. Všetky práva, predovšetkým právo na rozmnožovanie a šírenie diela, rovnako ako právo na preklad, sú vyhradené. Žiadna časť tohto diela nesmie byť v akejkoľvek forme reprodukovaná bez písomného povolenia autora alebo vydavateľstva.

ISBN 978-80-89075-88-1

EAN 9788089075881

Výskum, ktorého výsledky sú súčasťou tejto vedeckej monografie, sa uskutočnil s podporou projektu VEGA č. 1/0607/18 z názvom: „Telesné zloženie a úroveň hydratácie úpolových športovcov upravujúcich telesnú hmotnosť“ riešeného v rokoch 2018 – 2019.

P R E D H O V O R

Šport na rekreačnej úrovni je pre ľudí rôzneho veku nepochybne v mnohom pozitívny. Prináša zlepšenie zdravia, kondíciu, zábavu, socializáciu, možnosť sebarealizácie, plnohodnotné využívanie voľného času, atď. Podobné benefity prináša športovcom aj výkonnostný a vrcholový šport, ale ten je prioritne o porovnávaní ich športových výkonov. Na základe objektívnych pravidiel súťaženia vieme určiť víťaza aj porazeného, postupujúceho a nepostupujúceho. Športovci dnes využívajú v športovej príprave za účelom dosiahnutia víťazstva všetky dostupné možnosti a prostriedky na zlepšenie vlastnej športovej výkonnosti. Tieto sú väčšinou legitímne ale niekedy sa vyskytujú aj zakázané spôsoby. Nemožno preto popierať skutočnosť, že s výkonnostným a vrcholovým športom sa spájajú aj určité negatíva. Máme na mysli napr. podvádzanie alebo nepovolený doping, ktorý sa spája nielen so zvyšovaním športovej výkonnosti ale aj s ohrozovaním a poškodzovaním zdravia športovcov.

V športoch s hmotnostnými kategóriami, kam radíme aj väčšinu športových úpolov, sa v tréningovej príprave stretávame od druhej polovice 19. storočia s niektorými, pomerne drastickými tréningovými metódami, akými sú napr. úprava telesnej hmotnosti, dehydratácia, hypohydratácia, úmyselné znižovanie a obmedzovanie kalorického príjmu v strave, trénovanie v gumenom oblečení s cieľom zvýšiť schopnosť potenia, užívanie diuretík, úmyselné vyvolávanie zvracania a ďalšie. Tieto metódy môžu z krátkodobého ale dlhodobého hľadiska viesť k poklesu športovej výkonnosti, zraneniam, poškodeniu zdravia a v určitých prípadoch môžu na základe dostupnej vedeckej evidencie spôsobiť športovcovi až smrť.

Predložená vedecká monografia sa zaoberá problematikou hydratácie a zámernej dehydratácie úpolových športovcov, hypohydratáciou a návykmi v pitom režime, úpravou a metódami úpravy telesnej hmotnosti úpolových športovcov trénujúcich džudo, karate a MMA. Mapuje danú problematiku a ponúka konkrétne riešenia, ktoré môžu zmierniť alebo úplne obmedziť používanie drastických a nebezpečných metód, prináša osvetu a napomáha k vzdelávaniu trénerov, športovcov a študentov trénerstva so zameraním na úpolové športy.

Táto monografia je súhrnom výskumných sledovaní, na ktorých participovali spoluriešitelia projektu VEGA č. 1/0607/18 ako aj niektorí študenti FTVŠ UK Bratislava.

Výskum, ktorý je súčasťou tejto vedeckej monografie bol schválený Etickou komisiou Fakulty telesnej výchovy a športu, Univerzity Komenského v Bratislave pod číslom 5/2018.

O B S A H

Zoznam obrázkov a tabuliek..... 7

Úvod..... 8

1. *Súčasný stav riešenej problematiky a definovanie vybraných pojmov*..... 10
2. *Metódy a návyky džudistov používané pri úprave telesnej hmotnosti*..... 18
3. *Postupná a rapídna redukcia telesnej hmotnosti zápasníka MMA: intraindivuduálna prípadová štúdia*..... 24
4. *Úroveň hydratácie mladých džudistov v rôznych obdobiach ročného tréningového cyklu*..... 32
5. *Úroveň hydratácie džudistov počas 5-dňového posezónneho tréningového sústredenia*..... 37
6. *Úroveň hydratácie karatistov v súťažných podmienkach*..... 46
7. *Zmeny USG, telesnej hmotnosti a množstvo prijatej tekutiny v tréningovom procese džudistov*..... 51
8. *Súhrn najdôležitejších poznatkov a odporúčania pre výskum a prax*..... 60

Zoznam bibliografických odkazov..... 63

Zoznam obrázkov a tabuliek

Obr. 1 Digitálny vreckový refraktometer ATAGO PAL 10-S na meranie hustoty moču (tzv. USG).

Obr. 2 Porovnanie hodnôt USG v rôznych obdobiach ročného tréningového cyklu - rozdiely neboli štatisticky významné a vecná významnosť bola nízka $\chi 2_{(3)}$= 0,241; W = 0,140; n. s.

Obr. 3 Zmeny hodnôt USG za jednotlivé dni merania. Friedmanova ANOVA: p=0,334, Kendallov koeficient zhody: w= 0,189 - medzi jednotlivými meraniami sme nezistili štatisticky významné rozdiely a vecná významnosť bola nízka.

Obr. 4 Individuálne hodnoty USG za jednotlivé dni meraní - USG hodnoty medzi 1,010 a 1,019 $g.ml^{-1}$ signalizujú minimálnu hypohydratáciu, USG medzi 1,020 a 1,029 $g.ml^{-1}$ značí hypohydratáciu, hodnoty nad 1,030 $g.ml^{-1}$ signalizujú vážnu hypohydratáciu jedincov.

Obr. 5 Dizajn zbierania výskumných údajov.

Obr. 6 Hodnoty USG ($g.ml^{-1}$) pred súťažou a po súťaži.

Obr. 7 Dizajn zbierania výskumných údajov.

Obr. 8 Zmeny priemernej telesnej hmotnosti sledovaného súboru vplyvom 90 min. špecifického zaťaženia v džude; pokles o 071 kg; p=0,000; d=0,05.

Obr. 9 Zmeny priemernej špecifickej hustoty moču sledovaného súboru vplyvom 90 min. špecifického zaťaženia v džude; nárast o 0,0019 $g.ml^{-1}$; p=0,04; d=-0,22.

Obr. 10 Spearmanova korelácia medzi zmenami telesnej hmotnosti a množstvom prijatej tekutiny; r=0,0350; p≤0,05.

Obr. 11 Pred a potréningové hodnoty USG, resp. 24 hod. od ukončenia tréningu džudistov v predpubertálnom a postpubertálnom veku (Rivera-Brown a De Félix-Dávila, 2012).

Tabuľka č. 1 Porovnanie zmien v sledovaných parametroch pri PUTH a RUTH.

Tabuľka č. 2 Charakteristika jednotlivých tréningov.

Ú V O D

Cieľom tejto vedeckej monografie je prispieť k rozšíreniu poznatkovej sféry v oblasti športovej prípravy v úpolových športoch s hmotnostnými kategóriami. Konkrétne sa zameriava na výskum v oblasti zámernej úpravy telesnej hmotnosti, používaných metód redukcie telesnej hmotnosti, meraním úrovne hydratácie a jej zmien ako aj návykov v pitnom režime. Merania boli realizované v tréningových, predsúťažných a súťažných podmienkach v rôznych obdobiach ročného tréningového cyklu.

Východisko pre náš výskum tvorí analýza dostupných poznatkov o úrovni hydratácie športovcov a o zámernej úprave telesnej hmotnosti pred športovým výkonom. Pri riešení východísk pre výskum analyzujeme najmä zahraničné zdroje, pretože domáce poznatky v tejto oblasti značne absentujú. V prvej kapitole monografie rozoberáme okrem definovania vybraných pojmov známe vedecké poznatky o vplyve dehydratácie a rapídnej úpravy telesnej hmotnosti na zdravie, cvičenie a výkon. Z dostupných poznatkov je jednoznačne preukázaný negatívny vplyv dehydratácie, hypohydratácie a zámernej rapídnej úpravy telesnej hmotnosti na zdravie športovcov, ak sa prekročia určité limity a povolené hranice tolerancie. Vplyv na športový výkon je však kontroverzný a vedeckých prác v tejto oblasti je len veľmi málo. Samotná prax zároveň naznačuje, že na vrcholovej úrovni boli zaznamenané vynikajúce ale aj neúspešné športové výkony. Z uvedených dôvodov si táto téma vyžaduje neustálu pozornosť športových odborníkov i vedcov. U niektorých autorov nachádzame dokonca odporúčania zaradiť rapídnu úpravu telesnej hmotnosti a zámernú dehydratáciu na listinu zakázaných metód WADA, pričom svoje objektívne argumenty opierajú o množstvo vedeckých poznatkov.

Výskumné merania a testovania uvádzané v tejto monografii boli realizované na slovenských a českých športovcoch, trénujúcich džudo, karate a MMA. Konkrétnymi výstupmi sú zistenia o návykoch v pitnom režime, o metódach, ktoré používajú úpoloví športovci na redukciu telesnej hmotnosti, o vplyve redukcie telesnej hmotnosti na zdravie a výkonové parametre, o úrovni hydratácie športovcov v rôznych obdobiach športovej prípravy ako aj vplyve tréningového a súťažného zaťaženia na zmeny úrovne hydratácie.

V závere monografie sme zhrnuli najdôležitejšie zistenia z výskumu a uvádzame niekoľko odporúčaní pre ďalšie výskumné práce i športovú prax.

Veríme, že nami získané poznatky budú osožné pri osvete a edukácii trénerov, športovcov aj rodičov detí, ktorí sa venujú úpolom a zároveň prispejú k vyššej bezpečnosti a úrovni trénovania a súťaženia v úpolových športoch.

1. Súčasný stav riešenej problematiky a definovanie vybraných pojmov

Podľa McArdle, Katch a Katch (2015) tvorí voda približne 40 – 70 % celkovej telesnej hmotnosti človeka. Jej obsah v tele závisí od viacerých faktorov, akými sú napr. vek, pohlavie, pomer svalová hmota vs. tukové tkanivo a ďalšie. Telesný tuk obsahuje relatívne málo vody, takže ľudia s väčším množstvom tuku majú celkovo nižšie percento vody v tele. V ľudskom tele ďalej rozlišujeme dva druhy tekutín: vnútrobunkovú (intracelulárnu) a mimobunkovú (extracelulárnu) tekutinu. Vo vnútri buniek sa nachádza 62 % vody a zvyšných 38 % tvorí mimobunková tekutina obsiahnutá v plazme, lymfe a podobne. Krvná plazma obsahuje približne 20 % extracelulárnej tekutiny (3 – 4 l), ktorá sa z tela stráca mechanizmom potenia. Bežný denný príjem vody je približne 2,5 l, pričom 1,2 l prijímame v tekutinách, 1 l v strave a zvyšok sa tvorí počas energetických procesoch v tele. Bežný človek - nešportovec stráca 1 – 1,5 l vody v moči, 0,85 l potením, 0,35 l dýchaním a zvyšok (cca 0,1 l) pri vyprázdňovaní.

Voda je všadeprítomný nutrient. Bez vody nastáva smrť v priebehu niekoľkých dní. Voda slúži telu aj ako:

- transportér a reaktívne médium,
- na šírenie plynov,
- odpadové látky opúšťajú telo vodou v moči a v stolici a voda v súčinnosti s proteínmi slúži ako lubrikant pre kĺby,
- uľahčuje pohyb orgánom ako je srdce, pľúca, oči a črevá.

Voda je taktiež výborným tepelným stabilizátorom, pretože počas cvičenia absorbuje teplo s iba malými zmenami v telesnej teplote. V kľude alebo počas mierne intenzívnej aktivity je rovnováha medzi príjmom a výdajom vody v tele relatívne stabilná. Avšak počas intenzívneho cvičenia v horúcom prostredí nie je neobvyklá strata vody potením aj na úrovni 5000 ml, prípadne aj viac. V takomto prípade je bežný denný príjem vody nedostatočný a je nutný jeho nárast na úroveň približne 5 – 6 násobku bežného príjmu. Strata vody potením počas intenzívneho cvičenia poskytuje telu ochladzovanie, aby nedošlo k jeho prehriatiu. To, koľko vody športovec počas cvičenia stratí, je závislé od intenzity zaťaženia, teploty

prostredia a tiež relatívnej vlhkosti prostredia (vody obsiahnutej vo vzduchu). Vysoká vlhkosť vzduchu sťažuje alebo blokuje proces potenia a telo tak stráca možnosť ochladzovania McArdle, Katch a Katch (2015).

Hyponatrémia znamená „intoxikáciu vodou“ a ide o nadmerný príjem vody najmä za okolností, keď počas cvičenia osoba prijíma vo veľkom množstve čistú hypotonickú vodu bez obsahu sodíka. Mierna hyponatrémia nastáva, keď koncentrácia séra sodíka klesne pod 135 mEq/l. Ak sérum sodíka klesne pod 125 mEq/l ide už o vážnu hyponatrémiu. Symptómy s ňou spojené sú: bolesť hlavy, zmätený stav, nepokoj, nevoľnosť, kŕče (Montain et al. 2001). Faktory, ktoré môžu viesť k hyponatrémii sú:

- dlhotrvajúca aktivita (4 – 8 hodín) alebo vysoko intenzívne cvičenie v horúcom prostredí s následným príjmom veľkého množstva vody bez obsahu sodíka,
- prehnaný príjem čistej vody po rapídnej úprave telesnej hmotnosti spojenej s dehydratáciou,
- strata sodíka spojená s potením najmä u osôb s nízkou úrovňou trénovanosti,
- začiatok telesného zaťaženia s vyčerpanou (nízkou) úrovňou sodíka u osôb s diétou „low-sodium“ alebo „salt-free“,
- použitie diuretík pri odvodňovaní, ktoré je spojované s rapídnou úpravou hmotnosti alebo u osôb s hypertenziou.

Dobre aklimatizovaný športovec má obsah sodíka v pote v rozsahu 5 – 30 $mmolL^{-1}$, zatiaľ čo netrénovaný stráca väčšie množstvo, približne 40 – 100 $mmolL^{-1}$.

Hypernatrémia znamená príliš veľké množstvo sodíka v krvi. Vo väčšine prípadov býva len mierna a nespôsobuje závažné zdravotné problémy, je však potrebné korigovať jeho zvýšenú hladinu.

Hypotalamus obsahuje centrálne koordinačné centrum pre reguláciu telesnej teploty. Táto skupina špecializovaných neurónov sa správa ako „termostat“, ktorý je nastavený štandardne na teplotu 37 ±1 °C. Existujú dva spôsoby regulácie telesnej teploty:

- cez termálne receptory v koži, ktoré zabezpečujú vstup do centrálneho kontrolného centra,
- cez zmeny teploty krvi, ktorá stimuluje hypotalamus.

Mechanizmus termoregulácie primárne chráni telo proti prehrievaniu. Rozptyl tepla sa stáva dôležitým počas telesného cvičenia v horúcom prostredí. Strata telesného tepla nastáva cez štyri fyzikálne procesy, ktorými sú: vyžarovanie, vedenie, konvencia a vyparovanie, pričom posledný proces je počas cvičenia najdôležitejší. Voda v tele sa vyparuje cez respiračné pasáže a povrch pokožky, pričom sa telo zbavuje tepla, ktoré sa dostáva do okolitého prostredia (Mora-Rodriguez et al. 2007).

Každým vypoteným litrom vody stráca telo približne 580 kcal, ktoré sa tak dostanú do prostredia. Povrch ľudského tela obsahuje približne 2 – 4 milióny potných žliaz. Ochladená koža ochladzuje krv, ktorá prúdi z vnútorného tkaniva na povrch McArdle, Katch a Katch (2015). Judo-gi (kimono) môže počas cvičenia vytvárať značnú bariéru pri rozptyle tepla do prostredia. Problém s trénovaním v judo-gi môže nastať najmä u džudistov trénujúcich v horúcom prostredí s vysokou vlhkosťou vzduchu, s relatívne nízkym vzrastom a vyšším percentom telesného tuku.

Teplo vytvárané pri svalovej aktivite zvyšuje teplotu telesného jadra. Dobre trénovaný vytrvalec znáša telesné zaťaženie v horúcom prostredí oveľa lepšie ako netrénovaný jedinec (Cheung a McLellan 1998). Zvýšená teplota telesného jadra u trénovaných a netrénovaných jedincov môže preto znamenať odlišný športový výkon. Únava nastupuje všeobecne pri teplote medzi 38 – 40 °C. Tento teplotný rozptyl reflektuje kritickú teplotu, ktorá ovplyvňuje aktivitu svalov pôsobením cez mozog a je spojená i s redukovaným prúdením krvi do niektorých regiónov tela (napr. gastrointestinálny trakt). Tento efekt taktiež umožňuje endotoxínom vstupovať do vnútorného prostredia a podieľať sa na procesoch únavy (Cheung a Sleivert 2004).

Dehydratácia je bežne definovaná ako dynamická strata vody v tele v dôsledku potenia počas cvičenia bez náhrady tekutín alebo ako proces, počas ktorého je náhrada vody nedostatočná. Dehydratácia môže nastať stratou vody z hyperhydratovaného stavu do euhydrovaného stavu alebo z euhydrovanej úrovne do hypohydratovanej úrovne.

Euhydratácia znamená normálnu úroveň vody v ľudskom tele, zatiaľ čo **hypohydratácia** znamená pokles úrovne celkového obsahu vody v ľudskom tele pod normálne referenčné hodnoty, resp. znížený príjem množstva vody do tela na uspokojenie jeho metabolických požiadaviek. Cvičenie strednou intenzitou bežne produkuje pot v objeme 0,5 – 1 l vody (McArdle, Katch a Katch 2015). Významná strata vody v tele môže nastať v

určitých prípadoch aj bez cvičenia a to najmä u zápasníkov, boxerov, džudistov, vzpieračov, či veslárov a to v situáciách pri rapídnej úprave telesnej hmotnosti. Títo športovci využívajú rôzne techniky - ako návšteva sauny, parný kúpeľ, horúca sprcha, obmedzovanie vody a jedla, užívanie diuretík a laxatív, zvracanie, prípadne ich kombinácia. Športovci pritom riskujú tzv. „chorobu z prehriatia“, ktorá ich ohrozuje a významne narastá u osôb, ktoré začínajú fyzickú aktivitu v dehydrovanom stave. Nedostatok tekutín v medzibunkovom a vnútrobunkovom priestore (tzv. hypovolémia) v súčinnosti s hypohydratáciou znižuje schopnosť rozptylu tepla, zvyšuje prehrievanie organizmu, zhoršuje kardiovaskulárne funkcie, znižuje schopnosť potenia a zhoršuje krvný prietok v koži, čím sa kompromituje fyzický výkon najmä v horúcom prostredí (Montain et al. 1998). Pot pritom zostáva v porovnaní s ostatnými telesnými tekutinami hypotonický, takže hypovolémia vedie k zvýšeniu osmolality plazmy.

Rapídna úprava telesnej hmotnosti (skr. RUTH) predstavuje značný úbytok telesnej hmotnosti (2 – 15 %) v relatívne krátkom čase (2 – 5 dní), pričom sa pri nej využíva najmä dehydratácia. RUTH spojená s dehydratáciou pri fyzickom výkone podľa niektorých dostupných vedeckých poznatkov nezhoršuje svalovú silu, jednorazový anaeróbny výkon s dĺžkou trvania do 60 sekúnd ale jej vplyv na svalovú vytrvalosť je sporný (Cheuvront et al. 2006; Watson et al. 2005; Greiwe et al. 1998; Montain et al. 1997). Rapídna strata vody v tele pred krátko trvajúcou fyzickou aktivitou (napr. Wingate test) môže dokonca zlepšiť svalový výkon a silu na relatívnej úrovni (v prepočte na kg telesnej hmotnosti) (Jacobs, 1980).

Pri vysoko intenzívnom zaťažení s trvaním nad 60 sekúnd môže však dehydratácia narušiť fyziologické funkcie a optimálnu schopnosť súťažiť či trénovať. Mierna hypohydratácia na úrovni straty vody 1,5 % hmotnosti tela môže významne zhoršiť maximálny anaeróbny výkon (Maxwell et al. 1999). Nie je neobvyklé, že úpoloví športovci v bežnom 90 min. špecifickom tréningu vypotia v horúcom prostredí aj 3 l tekutín. Významná strata tekutín nastáva dokonca aj v miernych klimatických podmienkach. Napr. futbalisti pri vonkajšej teplote prostredia 10 °C stratia počas 90 min. zápasu 2 l tekutín (Maughan et al. 1994). Strata tekutín môže byť ešte významnejšia, ak sa používa metóda RUTH. Napr. americkí vysokoškolskí zápasníci v minulosti bežne znižovali svoju hmotnosť o 9 – 13 % zámernou dehydratáciou a po vážení v priebehu 20 hodín dokázali obnoviť svoju hmotnosť v priemere o 3,7 kg (Scott et al. 1994). V dôsledku použitia RUTH zápasia často

v dehydrovanom stave s redukovaným objemom krvi a krvnej plazmy (Alderman et al. 2004, Yankanich et al. 1998). Nálada a krátkodobá pamäť môžu byť pri použití RUTH taktiež negatívne ovplyvnené (Choma et al. 1998).

Postupná úprava telesnej hmotnosti (skr. PUTH) predstavuje na rozdiel od RUTH postupný úbytok telesnej hmotnosti najmä cez znižovanie % podkožného tuku a to za obdobie niekoľkých týždňov až mesiacov. Táto forma nie je spojená s dehydratáciou organizmu a je všeobecne považovaná za oveľa bezpečnejšiu v porovnaní s RUTH.

Pri stupňujúcej sa dehydratácii a poklese objemu plazmy sa znižuje podiel potenia a zhoršuje sa prúdenie krvi, čo komplikuje celkový termoregulačný proces. Dehydratácia na úrovni straty hmotnosti 5 % pred cvičením zvyšuje srdcovú frekvenciu, znižuje VO_2 max, spôsobuje pokles počtu opakovaní a sérií pri odporovom tréningu (Judelson et al. 2007; Shibasaki et al. 2003; Sawka a Coyle 1999). Pri každom vypotenom 1 l vody narastá srdcová frekvencia pri cvičení v priemere o 8 úderov za minútu (Colye a Montain, 1992). Strata vody pri potení pochádza najmä z krvnej plazmy a preto dochádza k zhoršeniu cirkulácie krvi.

Dehydratácia, resp. hypohydratácia sa diagnostikuje priamymi i nepriamymi metódami. Niektoré z týchto metód sú bežne dostupné, neinvazívne, bezpečné, relatívne lacné a jednoduché, pričom si nevyžadujú odborne zaškolený personál. Jednou z nepriamych metód zisťovania stavu úrovne vody v tele je **meranie špecifickej hustoty moču**. Môže ísť o laboratórny alebo terénny test, ktorý meria koncentráciu (hustotu) všetkých chemických častíc v moči. Bežne sa označuje anglickou skratkou USG (Urine specific gravity) a meria sa v $g.ml^{-1.}$ Bežné hodnoty USG varírujú v rozpätí od 1,002 po 1,030 $g.ml^{-1}$. Hustota moču rastie pri dehydratácii, ale môže signalizovať aj zdravotné problémy s obličkami. Inou dostupnou metódou je zisťovanie **osmolality moču**. Tá odráža celkovú látkovú koncentráciu všetkých rozpustných látok v moči, pričom nezáleží na ich hmotnosti, veľkosti či elektrickom náboji. Bežne sa označuje anglickou skratkou UOS (Urine osmolality) a meria sa v mmol/kg. Referenčné hodnoty varírujú v rozpätí od 300 do 900 mmol/kg. Obe metódy pozitívne vysoko korelujú (r=0,89; p=0,000) ale je potrebné na základe analýzy poznatkov uviesť, že sila tohto vzťahu postupne klesá so zvyšujúcou sa dehydratáciou. Pri značne dehydrovaných probandoch z olympijských úpolových športov taekwondo, box a zápasenie (n=345) bola medzi UOS a USG korelácia r=0,65; p=0,000 (Fernádez-Elias et al. 2014).

Rehydratácia je definovaná ako proces obnovy stratenej vody v tele po dehydratácii. Jej význam stúpa po fyzickom zaťažení, resp. pri pobyte v horúcom prostredí. Náhrada stratenej vody sa musí sústrediť na udržanie najmä objemu plazmy, takže cirkulácia a potenie sú na optimálnej úrovni. Prijímanie tekutín počas cvičenia zlepšuje prúdenie krvi v pokožke, čo zabezpečuje optimálne ochladzovanie bez ohľadu na zmeny v objeme krvnej plazmy (McArdle, Katch a Katch, 2015).

Zmeny v telesnej hmotnosti indikujú stratu vody a potrebu rehydratácie počas, resp. po fyzickej aktivite. Malé množstvo moču po tréningu a jeho tmavé zafarbenie znamenajú potrebu rehydratácie. Dobre hydratovaný športovec vyprodukuje relatívne veľký objem moču bledej farby a silného zápachu.

Úroveň hydratácie môžeme na základe uvedených poznatkov označiť za jeden z kritických faktorov, ktorý ovplyvňuje výkon počas cvičenia najmä v horúcom prostredí. Dehydratácia má preukázateľne negatívny efekt na aeróbny výkon (Sawka et al. 2007; Cheuvront, Carter a Sawka 2003; Yoshida et al. 2002). Pokles aeróbneho výkonu pri dehydratácii je interpretovaný najmä poklesom objemu krvnej plazmy, poklesom výkonnosti kardiovaskulárneho systému (González-Alonso, Crandall a Johnson 2008) ako aj zníženým prietokom krvi cez pracujúce svaly (González-Alonso, Calbet a Nielson 1998). Štúdií, ktoré sa zaoberajú vplyvom dehydratácie na **anaeróbny výkon** je relatívne dostatok. Výsledky na rozdiel od aeróbneho výkonu je však oveľa zložitejšie generalizovať. Je to najmä z dôvodu nejednotných a rozmanitých testových protokolov ako aj vplyvu ďalších sprievodných faktorov, akými sú napr. **spôsob dehydratácie, úroveň dehydratácie, úroveň trénovanosti, kombinácia dehydratácie s obmedzovaním stravy, prípadne kombinácia dvoch a viacerých uvedených faktorov.** Aplikovanie poznatkov o vplyve dehydratácie na výkon v športových úpoloch je prinajmenšom taktiež zložité, nakoľko judo, zápasenie, karate, či box nie sú jednoznačne aeróbne či anaeróbne športy. Ide skôr o spojenie pohybov miernej či strednej intenzity, ktoré striedajú činnosti a úseky vykonávané maximálnou intenzitou.

V práci autorov Yoshida et al. (2002) bola zisťovaná kritická **úroveň dehydratácie** a jej vplyv na aeróbny výkon v Harvardskom step-teste a na maximálny anaeróbny výkon v teste 10-s šprint na bicykli. Aeróbny výkon poklesol významne pri úrovni dehydratácie ≤2,4 % straty telesnej hmotnosti, zatiaľ čo anaeróbny výkon poklesol významne až pri

dehydratácii na úrovni ≥3,9 %. Autori štúdie záverom konštatovali, že úroveň dehydratácie hrá dôležitú úlohu pri posudzovaní jej vplyvu na výkon počas cvičenia.

Spôsob dosiahnutia dehydratácie hrá taktiež významnú úlohu pri posudzovaní jej vplyvu na pohybový výkon. Napr. Caldwell, Ahonen a Nousianen (1984) zistili signifikantný pokles VO_2max pri použití sauny a diuretík na dosiahnutie dehydratácie. Žiaden pokles VO_2max však nezistili, ak bola dehydratácia dosiahnutá aktívnym cvičením. V inej práci Kraft et al. (2011) zaznamenali pokles anaeróbneho výkonu pri opakovaných šprintoch na bicykli, pričom na dosiahnutie dehydratácie bol použitý pobyt v saune.

Úpolisti pri RUTH často **kombinujú dehydratáciu s obmedzovaním kalorického príjmu**. Napr. Maughen et al. (1997) uvádza, že dehydratácia a zníženie kalorického príjmu negatívne ovplyvňujú vysoko intenzívne cvičenie s trvaním 2 – 7 min. Rankin, Ocel a Craft (1996) zaznamenali po 72 hodinovom obmedzení príjmu potravy významné zhoršenie výkonu počas 8 x 15 s šprintov na ručnom ergometri s prestávkou 20 s medzi sériami. Opakované maximálne intenzívne zaťaženie s uvedenou prestávkou kladie postupne s nárastom kôl zvýšené nároky aj na aeróbny metabolizmus (Glaister, 2005; Bangsbo et al. 2001), pri ktorom je dokázané, že aj mierna dehydratácia zhoršuje športový výkon (Sawka et al. 2007; Cheuvront, Carter a Sawka 2003; Yoshida et al. 2002).

Pri vplyve dehydratácie na výkon pri cvičení treba brať do úvahy aj **spôsob trénovania**. V jednom zo starších výskumov (Caterisano et al. 1998) testovali svalovú vytrvalosť pri 3 % dehydratácii u športovcov trénujúcich anaeróbne, aeróbne ako aj na kontrolnej skupine, ktorá vôbec nešportovala. Zhoršený výkon bol zistený v kontrolnej skupine ako aj u športovcov trénujúcich anaeróbne, zatiaľ čo v skupine, ktorá trénovala aeróbne k zhoršeniu výkonu nedošlo.

Bigard et al. (2001) a Montain et al. (1998) uvádzajú, že dehydratácia zhoršuje vo väčšej miere **svalovú vytrvalosť viac ako svalovú silu.** Kraft et al. (2010) zistili, že pri 3 % dehydratácii dosiahnutej saunovaním poklesol počet opakovaní pri bench presse, leg presse, tlaku za hlavou a ďalších cvičeniach v priemere o 15 %. Pri krátko trvajúcom zaťažení, resp. pri jednorazovom maximálnom výkone sú kladené relatívne malé požiadavky na energetický potenciál športovca, čo je jedno z možných a zároveň hlavných vysvetlení, prečo väčšina štúdií nezistila zhoršené výkony pod vplyvom dehydratácie (Kraft et al. 2012). Pri svalovej vytrvalosti pod vplyvom dehydratácie treba počítať aj s **psychologickým účinkom.**

Športovci podstupujúci RUTH pociťujú často zmeny nálady, zvýšené napätie a mentálnu únavu, čo môže tiež zhoršovať ich výkon (Smith et al. 1996).

Cvičenie, ktoré pozostáva z opakovaných kôl pri anaeróbnom zaťažení a aktívnom odpočinku, kladie požiadavky ako na aeróbny, tak aj anaeróbny energetický systém. Takéto cvičenie sa svojím charakterom zaťaženia najviac približuje podmienkam pri zápasoch v úpolových športoch. S narastajúcim počtom kôl systematicky vzrastá aj podiel aeróbneho spôsobu úhrady energie (Glaister, 2005). Štúdií, ktoré overovali vplyv dehydratácie na **intermitentný výkon** nie je veľa. Napr. Smith et al. (2000) zistili zhoršenie špecifického výkonu boxerov (n=6) pri dehydratácii od 3 do 4 %. Išlo o významné zníženie sily úderu, ktorá v priemere poklesla o 26,8 %. Yamashita et al. (2010) nezistili významné zníženie maximálneho výkonu pri intermitentnom zaťažení na bicykli. Probandi vykonali 4 série po 2 min. zaťaženia, pričom mali šprintovať 8 x 5 s maximálnou intenzitou. Dehydratácia však bola na relatívne nízkej úrovni (2,25 % telesnej hmotnosti). A do tretice Kraft et al. (2011) testovali vplyv dehydratácie (3 %) na cvičebný protokol pozostávajúci zo 6 šprintov x 15 s a 30 s prestávkou (aktívny odpočinok). Maximálny výkon a kapacita sa významne zhoršili v 3 – 6 sérii cvičenia. Z uvedených troch dostupných prác nie je možné jednoznačne potvrdiť negatívny vplyv dehydratácie na intermitentné zaťaženie a ďalší výskum je potrebný.

2. Metódy a návyky džudistov používané pri úprave telesnej hmotnosti

Väčšina súťaží v úpolových športoch klasifikuje športovcov podľa hmotnostných kategórií z dôvodu, aby boli dodržané rovnaké podmienky medzi športovcami a súťaženie bolo bezpečnejšie. Hmotnostné kategórie vytvárajú na športovcov požiadavku mať pri oficiálnom vážení požadovanú súťažnú hmotnosť. Preto sa súčasťou športovej prípravy stala úprava telesnej hmotnosti. Začiatky redukcie telesnej hmotnosti sa objavili prvý krát v boxe v roku 1867 (Zubac, Ivančev a Karninčić 2015). Ostatné úpolové športy taktiež prebrali postupne klasifikáciu pretekárov podľa hmotnostných kategórií. Úpoloví športovci používajú úpravu telesnej hmotnosti v domnienke, že získajú voči svojím súperom rôzne výhody. Ide najmä o výhody silové, silovo-rýchlostné či psychické. Použitie RUTH je však viac ako sporné. Praktické skúsenosti poukazujú v takomto prípade na úspešné a rovnako aj neúspešné súťažné výkony. V jednom aktuálnom výskume autorov Zubac, Karnincic a Sekulic (2018b) na vzorke elitných európskych boxerov (n=83) nebol zistený žiaden vzťah medzi RUTH a úspechom na kontinentálnych majstrovstvách. V ostatných úpolových športoch je podobný výskum taktiež potrebný.

Podľa Artioli, Saunders, Iglesias a Franchini (2016) bez ohľadu na druh úpolového športu redukuje telesnú hmotnosť prevažná väčšina športovcov v pomerne krátkom čase v priebehu niekoľkých dní.

Rapídna úprava telesnej hmotnosti (ďalej skr. RUTH) je charakterizovaná značným znížením telesnej hmotnosti (2 – 10 %) v priebehu niekoľkých dní (zvyčajne 2 – 5 dní). Pri RUTH sa stretávame so zámernou dehydratáciou, saunovaním, trénovaním v horúcom prostredí, trénovaním v gumenom oblečení podporujúcom potenie, čiastočným alebo úplným vylúčením stravy a tekutín, umelým vyvolaním zvracania, pľuvaním ako aj používaním farmakologických prostriedkov (Pettersson a Berg 2014; Jetton et al. 2013; Brito et al. 2012; Franchini et al. 2012; Artioli et al. 2010).

RUTH môže viesť až k extrémnej dehydratácii. Z vedeckých poznatkov o vplyve na zdravie je známe, že dehydratácia redukuje krvný objem a objem plazmy, čo vedie k poklesu množstva krvi vypumpovaného srdcom. Srdce tak musí pracovať intenzívnejšie, aby bola udržaná potrebná cirkulácia krvi pre pracujúce svalstvo (Robergs a Roberts 1997). Dehydratácia vplýva aj na pokles hladiny testosterónu, zvyšuje kumuláciu krvného laktátu a

oslabuje telesnú schopnosť potenia, čo následne zvyšuje riziko prehrievania organizmu (Kenney, Wilmore a Costill 2012). Počas športovania nastáva často strata vody v intracelulárnom priestore, s čím sa spája celkový pokles objemu krvnej plazmy, ktorý vyvoláva pokles prietoku krvi a ten priamo ovplyvňuje funkciu srdca. Znižuje sa fyzická výkonnosť a zhoršuje sa aeróbna kapacita (Sánchez-González et al. 2005).

Metódy, ktoré sa v džude a v ďalších úpolových športoch pri chudnutí používajú, sú potenciálne zdravotne rizikové, kompromitujú bežný odporúčaný nutričný status a viac či menej znižujú fyzický výkon. Vo veku do 18 rokov môžu dokonca narúšať telesný rast a celkový vývoj pri dospievaní (Berkovich et al. 2016).

V roku 1996 dvadsaťdvaročný kórejský džudista a zároveň favorit na medailové umiestnenie na OH v Atlante zomrel na infarkt v dôsledku prehriatia organizmu pri saunovaní. Športovec bol v procese RUTH, pričom cieľom bolo zredukovať 14 % z telesnej hmotnosti počas troch mesiacov (Artioli et al. 2010). Tragické úmrtia džudistov v dôsledku prehriatia pri tréningu v horúcom prostredí dokumentuje aj práca japonského autora Uchida (2011). Japonské tradičné školy úpolových športov zakazujú alebo zakazovali príjem tekutín počas tréningov, čo môže mať fatálne následky, najmä ak je cvičenie vykonávané v horúcom prostredí v judo-gi a bez adekvátnej hydratácie. Osveta trénerov, športovcov i rodičov je preto v tejto oblasti neustále viac ako nevyhnutná.

V diplomovej práci Coles (1999) odpovedalo 165 amerických džudistov (123 mužov, s priemerným vekom 29,3 ±5,8 rokov a 42 žien v priemernom veku 22,6 ±4,2 rokov) na otázky v dotazníku, ktorý mapuje frekvenciu a metódy úpravy telesnej hmotnosti. Odpovede respondentov priniesli množstvo zaujímavých poznatkov o návykoch amerických džudistov pri redukcii telesnej hmotnosti. K úmyselnému znižovaniu hmotnosti do svojej súťažnej hmotnostnej kategórie sa hlásilo až 86 % respondentov. Najväčšia hodnota úbytku telesnej hmotnosti bola 20 kg a džudisti chudli počas súťažnej sezóny v priemere 4,0 kg. Priemerný čas na dosiahnutie požadovanej telesnej hmotnosti bol 15 dní. Vek v ktorom džudisti začínali so zámernou úpravou hmotnosti bol 16 rokov. Až 59 % probandov však začínalo s chudnutím vo veku nižšom ako 16 rokov. Dvanásť džudistov referovalo o chudnutí medzi 8. a 10. rokom života. Najbežnejšie použitou metódou (96% respondentov) bolo vylúčenie desiat a olovrantov zo stravy, 82 % probandov zaradilo do plánu extra aeróbny tréning, 81 % vynechávalo hlavné jedlo počas dňa a 78 % trénovalo v oblečení podporujúcom potenie. Až

62 % džudistov referovalo o obmedzení príjmu tekutín a 47 % sa hlásilo k úplnému vynechávaniu stravy alebo tekutín v dĺžke 24 hodín pred súťažným vážením. Využívanie laxatív potvrdilo 6 % probandov, zakázaných močopudných prípravkov 3 %, umelé vyvolávanie zvracania 5% a užívanie liekov na chudnutie 1 %. Coles (1999) ďalej uvádza, že hoci ide o malé množstvo probandov, používanie laxatív, močopudných prípravkov, liekov na chudnutie a umelé vyvolávanie zvracania môžu mať z dlhodobého hľadiska za následok vážne poruchy zdravia (uvádza najmä anorexiu a bulímiu). Výsledky tejto práce boli veľmi podobné ako výsledky štúdie z roku 1990 u zápasníkov amerických vysokých škôl, kde autori zistili, že 87 % športovcov (n = 63) redukovalo týždenne telesnú hmotnosť minimálne o 2,7 kg. Títo zápasníci chudli približne 15 krát počas 4,5 mesačnej sezóny a priemerná hodnota v redukcii telesnej hmotnosti predstavovala 5 kg (Steen a Brownell 1990).

V aktuálnom dotazníkovom výskume zisťovali Berkovich et al. (2016) na vzorke (n=108) u izraelských džudistov metódy a návyky pri RUTH. Respondenti boli vo veku od 12 do 17 rokov. Priemerný vek súboru bol 14,6 ±1,6 rokov a všetci vykazovali normálne hodnoty v BMI. Podobne ako Coles (1999) aj v tomto výskume malo viac ako 80 % respondentov skúsenosť s RUTH. S redukciou začínali vo veku 12,5 ±2,2 rokov s najvyšším výskytom (94 %) vo vekovej kategórii 16 – 17 rokov. Pomerne skorý začiatok s úpravou telesnej hmotnosti vysvetľovali autori tejto štúdie tým, že v Izraeli sa už v mladom veku športovci snažia o vysokú športovú výkonnosť, s cieľom získať status profesionálneho športovca s rôznymi benefitmy a to vrátane finančnej podpory. Je náležité spomenúť, že s vekom 18 rokov nastáva v Izraeli povinnosť vojenskej služby. Držitelia medailí z významných úpolových turnajov môžu aj počas vojenskej služby pokračovať vo svojej športovej kariére. Vek, v ktorom títo mladí džudisti začali trénovať džudo bol v priemere 5,5 ± 1,9 rokov a prvú súťaž absolvovali pomerne skoro vo veku 6,8 ±2,0 rokov. Dĺžka trvania RUTH bola v priemere 8 ±5,4 dní a priemerná strata hmotnosti bola 1,5 ±1,1 kg, pričom športovci chudli v sezóne v priemere 2,8 ±2,2 krát. Najvyššia strata hmotnosti bola 2,7 ±1,5 kg. RUTH bola realizovaná pridanou fyzickou aktivitou (82,6 %), vynechávaním jedla (56,3 %) a postupným hladovaním (51 %). Dehydratácia bola druhou najčastejšie využívanou metódou, pričom autori zistili, že 28,7 % džudistov trénuje v prehriatom prostredí, 26,4 % využíva gumené oblečenie podporujúce potenie, 11,6 % používalo saunu a až 33 % športovcov sa obmedzovalo v príme tekutín. Výskum taktiež potvrdil (dve tretiny respondentov), že tréner mal najväčší vplyv na rozhodnutie, či športovec bude hmotnosť

redukovať. Výsledky tejto štúdie, podobne ako v práci Pettersson, Ekstrom & Berg (2012) potvrdzujú, že úpoloví športovci nechudnú z dôvodu nežiaduceho telesného výzoru ale aby splnili súťažný hmotnostný limit.

V našom dotazníkovom výskume sme za účelom poznania metód a návykov pri úprave telesnej hmotnosti pred športovým výkonom oslovili 73 slovenských a českých džudistov (mužov; n=46 a žien; n=27). Zároveň sme chceli overiť, či existujú rozdiely v používaných metódach chudnutia medzi mužmi a ženami. Priemerný vek mužov bol 23,5 ± 8,3 rokov, telesná výška 176,9 ±5,2 cm a hmotnosť 78,1 ±8,3 kg. Išlo o skúsených probandov, ktorí trénovali džudo v priemere 14,4 ±2,6 rokov. Priemerný vek žien bol 20,9 ±3,1 rokov, telesná výška 167,5 ± 4,1 cm a telesná hmotnosť 60,6 ±6,06 kg. Ženy zahrnuté v tomto výskume trénovali v priemere 11,4 ±1,8 rokov.

Z dotazníkov sme zistili, že 53 % mužov a 48 % žien mali prvé skúsenosti s úpravou telesnej hmotnosti vo veku nižšom ako 14 rokov a rozdiel medzi nimi nebol štatisticky významný (Chí=0,18; n.s.). 51 % mužov a 80 % žien chudlo v priemere 8x za sezónu, 49 % mužov chudlo 9 – 15x a to najmä z dôvodu väčšieho počtu absolvovaných turnajov za jednu sezónu. Rozdiel medzi pohlaviami bol pri tejto odpovedi štatisticky významný (Chí=5,54; $p \leq 0,05$).

51 % mužov, resp. 55 % žien redukovalo telesnú hmotnosť v priemere 7 dní pred súťažou, pričom k dehydratácii sa hlásilo až 82 % mužov a 80 % žien (Chí=0,21; n.s.), 62 % mužov a 64 % žien prijímalo počas dehydratácie menej ako 1 l tekutín denne (Chí=0,024; n.s.). Saunovanie využívalo 56 % mužov a 72 % žien, pričom rozdiel nebol štatisticky významný (Chí=1,77; n.s.).

Polovica dotazovaných mužov a až dve tretiny žien si plne uvedomujú, že metódy, ktoré využívajú k získaniu súťažnej hmotnosti nie sú správne a môžu ohroziť ich zdravie. Napriek týmto rizikám ich dobrovoľne zaraďujú do športovej prípravy.

Priemerná zredukovaná hmotnosť pred súťažou v skupine mužov bola 2,6 ±1,3 kg, resp. 1,8 ±0,9 kg v skupine žien. Tieto rozdiely boli štatisticky významné ($p \leq 0,01$). Maximálna hodnota zredukovanej hmotnosti u mužov bola 11 kg, resp. 8 kg u žien.

Pri redukcii hmotnosti využívali muži aj ženy pridanú pohybovú aktivitu, ktorou bol aeróbny tréning. Išlo o beh, bicyklovanie, plávanie a korčuľovanie. Takmer všetci respondenti (muži aj ženy) behávajú s extra vrstvou oblečenia na sebe, aby podporili potenie.

9% mužov a 16 % žien uviedlo, že počas chudnutia v minulosti využili aj laxatíva. K použitiu zakázaných dieretík sa hlásilo 12 % žien a 2 % mužov. 12 % žien a 4 % mužov si kvôli úprave hmotnosti minimálne raz v minulosti umelo vyvolali zvracanie. Čo sa týka neúspešného chudnutia, dve ženy referovali, že požadovanú hmotnosť sa im nepodarilo dosiahnuť 5x a jeden z mužov neschudol do súťažnej hmotnosti až 8x.

Zdá sa, že úprava telesnej hmotnosti je pomerene častou súčasťou športovej prípravy v džude u nás i v zahraničí a to naprieč všetkými vekovými kategóriami. Artioli et al. (2010) na rozsiahlej vzorke mužov a žien trénujúcich džudo (n=822) zistili podobne ako vyššie uvádzané dotazníkové štúdie, že až 86 % džudistov používa RUTH pred súťažou. Najčastejšie sa hmotnosť znižuje o 5 % telesnej hmotnosti a to v priebehu piatich dní.

V roku 1997 po tragickej smrti troch amerických zápasníkov (znižovali hmotnosť o 6 – 10 % telesnej hmotnosti), pripravujúcich sa na súťaže, ktorí zomreli v krátkom čase nezávisle na sebe, pristúpila Americká zápasnícka federácia k regulovanému a odporúčanému spôsobu úpravy telesnej hmotnosti. Cieľom osvetového programu je:

1. redukovať telesný tuk,
2. udržiavať si štíhlu postavu,
3. vyhýbať sa dehydratácii.

Na začiatku sezóny sú zápasníci zaradení v programe testovaní na stupeň hydratácie (použitím USG testu). Ak je špecifická hustota moču menšia ako 1,025 $g.ml^{-1}$, športovec vyhovel a postupuje k meraniu telesného tuku, pričom odporúčané minimálne hodnoty pre vysokoškolákov sú 5 % u mužov, pre stredoškolákov 7 % a u žien je to minimálna hodnota 12 %. Spodná hmotnostná kategória, ktorá je najbližšia k hmotnosti športovca po tomto meraní, je povolená ako najnižšia kategória, v ktorej môže zápasník súťažiť v danej sezóne. V prípade, ak zápasník neprejde testom hydratácie, musí absolvovať testovanie opätovne v iný deň. Pri opakovanom neúspešnom meraní USG je zápasník zo súťaženia dočasne diskvalifikovaný (Berkovich et al. 2016; Štefanovský et al. 2012; NCAA 1999).

Program predsezónnej kontroly, ktorý používa Americká zápasnícka federácia pre mladých zápasníkov v USA je vzorový aj pre ďalšie úpolové športy s hmotnostnými kategóriami. Isté pravidlá vedúce k bezpečnosti pri úprave hmotnosti prijala aj Medzinárodná Federácia Judo (skr. IJF). Táto podľa aktuálnych pravidiel na druhý deň (t.j. v deň súťaže)

po oficiálnom súťažnom vážení kontroluje náhodne vybraných džudistov, či ich telesná hmotnosť nepresiahne 5 % z oficiálnej súťažnej hmotnosti. V prípade, že hmotnosť je vyššia ako 5 %, džudista je zo súťaženia diskvalifikovaný. Vo vedeckej práci autorov Artioli, Saunders, Iglesias a Franchini (2016) odporúčajú RUTH dokonca zakázať a umiestniť ju na zoznam zakázaných metód WADA. Autori argumentujú, že pri RUTH dochádza k porušeniu fair-play, je narušená „čistota športu“ a športovec, ktorý redukoval značnú telesnú hmotnosť získava teoretickú výhodu oproti „menšiemu“ súperovi, ktorý hmotnosť neupravoval. Naviac, jedným z bodov svetového antidopingového kódexu WADA je aj ochrana zdravia športovcov, pričom pri RUTH dochádza preukázateľne k vedomému poškodzovaniu zdravia, čo je ďalší dôvod pre zákaz používania tejto metódy.

Je potrebné zdôrazniť, že nie všetky úpravy telesnej hmotnosti sú uskutočňované cez RUTH. Postupná úprava telesnej hmotnosti (skr. PUTH) je oveľa bezpečnejšia metóda, ktorá nevyužíva zdravie ohrozujúcu dehydratáciu. Je zameraná na redukciu telesného tuku, štíhlu postavu a zdravý životný štýl športovca. Porovnávaním oboch metód redukcie telesnej hmotnosti sa zaoberáme v nasledujúcej kapitole.

3. Postupná a rapídna redukcia telesnej hmotnosti zápasníka MMA: intraindivuduálna prípadová štúdia

Zmiešané bojové umenia (angl. Mixed Martial Arts, skr. MMA) sú komplexné úpolové športy, ktoré v sebe integrujú viaceré bojové športové štýly ako box, judo, zápasenie, thajský box, či brazílske džiu-džitsu. Aj MMA športovci sú klasifikovaní na súťažiach podľa pohlavia a hmotnostných kategórií. Hmotnostné kategórie tak umožňujú porovnávať atlétov podobnej telesnej výšky a telesného zloženia, čím sa vytvárajú porovnateľné podmienky a minimalizuje sa riziko zranení medzi súpermi.

Viaceré vedecké práce z boxu, džuda, taekwondo, zápasenia, či MMA potvrdili opakované využívanie metód úpravy telesnej hmotnosti pred súťažným vážením (Pettersson a Berg 2014; Jetton et al. 2013; Brito et al. 2012; Franchini et al. 2012; Artioli et al. 2010). Všetky tieto stratégie úpravy telesnej hmotnosti sú používané s „nádejou“ získania súťažnej, silovo-rýchlostnej, či psychickej výhody nad súperom, ktorý hmotnosť neredukuje a súťaží v rovnakej hmotnostnej kategórii.

Počas amatérskych i profesionálnych súťaží v MMA je oficiálne váženie uskutočnené väčšinou v rozpätí 10 – 24 hodín pre zápasom. V čase po vážení sa športovci maximálne snažia o rehydratáciu a obnovu pôvodnej telesnej hmotnosti. Napr. Houston et al. (1981) zistili, že redukcia telesnej hmotnosti (obmedzovaním príjmu potravy a tekutín) o 8 % počas 4 dní neovplyvnila zásoby ATP a kreatín-fosfátu, zatiaľ čo zásoby svalového glykogénu poklesli o 46 %. Trojhodinové zotavovanie príjmom potravy a tekutín zvýšilo zásoby glykogénu iba o 14 %. Autori štúdie uvádzajú, že čím je čas na rehydratáciu a obnovu telesnej hmotnosti pred štartom dlhší, tým viac športovci manipulujú s dehydratáciou.

S rastúcou popularitou MMA u nás a vo svete stúpa aj počet ohrozených športovcov, ktorí podstupujú viackrát za rok rapídnu úpravu hmotnosti a dehydratáciu. Cieľom nášho výskumu bolo overiť vplyv metód PUTH a RUTH na vybrané motorické, somatické a fyziologické parametre. Výsledky tejto práce môžu prispieť k tvorbe pravidiel o úprave a kontrole telesnej hmotnosti v MMA, resp. zvýšiť bezpečnosť športovcov a zabrániť tak vytváraniu nezdravých a nebezpečných vzorov správania pred súťažou.

Náš výskum bol realizovaný intraindividuálne s jedným výkonnostným športovcom, ktorý mal 11-ročné skúsenosti v oblasti úpolových športov. Testovaná osoba - vek 25 rokov,

telesná výška 176,6 cm, telesná hmotnosť 85,1 kg dobrovoľne podstúpila postupnú aj rapídnu redukciu telesnej hmotnosti.

Proband bol pri PUTH a RUTH na vstupe a výstupe podrobený kontrole: a) telesnej hmotnosti (použitá váha TOPCOM 500, Made in Belgium) b) Cooprovmu testu, c) tlaku činky na lavičke na maximálny počet opakovaní s hmotnosťou 66 % z aktuálnej telesnej hmotnosti, d) meraniu srdcovej frekvencie v pokoji (športtester POLAR RS300, Made in Finland), e) % telesného tuku meraného kaliprom (Holtain, Made in UK) na siedmich miestach tela, f) špecifickej hustote moču (skr. USG, testované refraktometrom ATAGO PAL 10-S, Made in Japan, obr. 1).

Obr. 1 Digitálny vreckový refraktometer ATAGO PAL 10-S na meranie hustoty moču

Pri PUTH proband dodržiaval vlastný program postupnej úpravy telesnej hmotnosti počas 28 dní, zatiaľ čo pri RUTH sa snažil zredukovať svoju telesnú hmotnosť v priebehu 7 dní. Medzi experimentálnymi činiteľmi bolo obdobie odznievania s dĺžkou trvania 6 mesiacov. V oboch prípadoch sa proband pripravoval na zápas v zmiešaných bojových umeniach. PUTH program bol založený na postupnej redukcii kalorického príjmu najmä sacharidov a tukov, zatiaľ čo RUTH program spočíval prioritne v dehydratácii organizmu s využitím saunovania a horúceho kúpeľa. Pri oboch metódach obsahoval týždňový tréningový mikrocyklus probanda 6 tréningových jednotiek, pozostávajúcich z úpolovej,

silovej a kondičnej prípravy. Do tréningového obsahu športovca sme nezasahovali a bol v plnej kompetencii trénerov.

Získané dáta sme vyhodnocovali percentuálnymi zmenami medzi vstupným a výstupným meraním a následne sme porovnávali účinnosť oboch metód.

Pri PUTH začínal proband pri vstupnom testovaní s hmotnosťou 85 kg a túto zredukoval za sledované obdobie na 79,4 kg, čo predstavuje úbytok na hmotnosti 5,6 kg, resp. pokles o 6,59 %. V Cooprovom teste dosiahol 3300 resp. 3350 m, čo predstavovalo zlepšenie výkonu o 50 m, resp. o 1,51 %. V teste tlak činky na lavičke vykonal na vstupe s hmotnosťou 55 kg 33 opakovaní a na výstupe s hmotnosťou 52 kg 31 opakovaní, čo je pokles o 2 opakovania, resp. o 6 %. Percento podkožného tuku sa znížilo z 10,2 na 8,2 %, čo predstavuje úbytok o 2 %. Zaujímavý výsledok prinieslo meranie hustoty moču, kde aj napriek metóde PUTH dosiahol proband na vstupe hodnotu 1,027 $g.ml^{-1}$, čo referuje o hypohydratácii. Na výstupe sa hustota moču výrazne zvýšila na 1,041 $g.ml^{-1}$. Podľa klasifikácie USG Chapelle et al. (2017) ide na výstupe o vážnu hypohydratáciu, ktorej sa mal testovaný proband pri PUTH vyhnúť. Hustota moču narástla o 0,014 $g.ml^{-1}$, resp. o 1,36 %, čo vzhľadom na použitú metódu úpravy hmotnosti svedčí o nesprávnych návykoch v dennom pitnom režime. Prekonaná vzdialenosť v Cooprovom teste sa mierne zlepšila, čo pripisujeme najmä efektu aeróbnych tréningov v sledovanom období. Najväčšie negatívne zmeny pri PUTH nastali v parametri pokojová srdcová frekvencia. Táto sa zvýšila zo 48 na 60 úderov za minútu, čo je zvýšenie o 12 pulzov, resp. o 25 %.

Pri RUTH začínal proband pri vstupnom testovaní s hmotnosťou 86 kg a túto zredukoval za obdobie 7 dní na 82 kg, čo predstavuje úbytok na hmotnosti 4 kg, resp. pokles o 4,65 %. V Cooprovom teste dosiahol výkon 3140 resp. 3150 m, čo predstavovalo minimálne zlepšenie výkonu o 10 m, resp. o 0,31 %. V teste tlak činky na lavičke vykonal na vstupe s hmotnosťou 56 kg 32 opakovaní a na výstupe s hmotnosťou 54 kg identický výkon 32 opakovaní. Percento podkožného tuku sa znížilo z 12,2 na 11,2 %, čo predstavuje úbytok o 1 %. Ani pri RUTH nedošlo k výraznému zhoršeniu ubehnutej vzdialenosti pri Cooprovom teste. Pokojová srdcová frekvencia sa zmenila zo 45 na 60 úderov za minútu, čo je zvýšenie o 15 pulzov, resp. o 33 %. RUTH spôsobila vážny stres na kardiovaskulárny systém probanda. USG na vstupe signalizovalo vážnu hypohydratáciu 1,038 $g.ml^{-1}$. Na

výstupe sa hustota moču ešte výraznejšie zvýšila na 1,041 $g.ml^{-1}$, čo je taktiež vážna hypohydratácia.

Pri porovnaní účinnosti oboch metód (tabuľka 1) na vybrané testované parametre MMA zápasníka môžeme konštatovať, že PUTH, ktorá spočívala v kalorickom obmedzení bola pri znižovaní telesnej hmotnosti účinnejšia o 1,94 %, resp. o 1,6 kg. V priemere predstavoval úbytok hmotnosti za jeden týždeň 1,4 kg. Nie je neobvyklé, že MMA športovci dokážu v priebehu 8-mich týždňov zredukovať svoju telesnú hmotnosť aj o 18 % (Kapser et al. 2018). Americká federácia zápasenia však odporúča bezpečne redukovať telesnú hmotnosť za jeden týždeň najviac o 1,5 % telesnej hmotnosti, v našom prípade to bolo o 1,6 %. Denný energetický deficit by sa mal pohybovať v rozpätí 500 – 1000 kcal a odporúčanou pridanou aktivitou k špecializovanému úpolovému tréningu je aeróbny tréning (Horswill 2010).

PUTH bola účinnejšia (zredukované 2 % vs. 1 %) aj v parametri % telesného tuku. Pri postupnej úprave hmotnosti ide o trvalejšie zmeny v zložení tela v dôsledku pridanej pohybovej aktivity a postupného obmedzeného príjmu sacharidov a tukov. Pri RUTH ide vo väčšine prípadov o pokles hmotnosti predovšetkým v dôsledku straty telesnej vody a úbytku telesného tuku, ktorý je spojený s úplným vynechávaním stravy posledné dni pred oficiálnym súťažným vážením. Negatívnym javom vo fáze po vážení, resp. po súťaži je nekontrolované prejedanie sa športovcov, čo vedie k opätovnému a pomerne rýchlemu návratu telesnej hmotnosti, resp. % podkožného tuku k hodnotám, ktoré mal športovec pred zahájením redukcie. Naviac je z hľadiska zdravia športovca oveľa závažnejšia psychická trauma z nekontrolovaného prejedenia. Úpoloví športovci (najmä ženy) si následne umelo vyvolávajú zvracanie, čo z dlhodobého hľadiska môže viesť k bulímii (Rosseneu a Swartz 2017; Rousy 2016). Kasper et al. (2018) v intrainidividuálnom sledovaní redukcie hmotnosti MMA zápasníka uvádzajú, že 32 hodinový protokol rehydratácie a príjmu potravy po oficiálnom vážení športovca MMA, znamenal nárast telesnej hmotnosti zo 65,7 kg na 76,3 kg. Parametre, ako pokojový bazálny metabolizmus, lipidový profil, endokrinný status, úroveň hydratácie a činnosť obličiek sa vrátili k normálnym hodnotám až po 2 týždňoch od ukončenia zápasu.

Tabuľka č. 1 Porovnanie zmien v sledovaných parametroch pri PUTH a RUTH

	Zmeny pri PUTH [%]	**Zmeny pri RUTH [%]**
Telesná hmotnosť [kg]	- 6,59	- 4,65
Telesný tuk [%]	- 2	- 1
Cooprov test [m]	+ 1,51	+ 0,31
Tlak činky na lavičke 66% z TH [n]	- 6,0	0
PF [b/min]	+ 25	+ 33
USG [g.ml^{-1}]	*+ 1,36*	*+0,28*

PUTH – postupná úprava telesnej hmotnosti v priebehu 28 dní, RUTH – rapídna úprava telesnej hmotnosti v priebehu 7 dní.

Cooprov test bol menej negatívne zasiahnutý pri PUTH, dokonca sa proband na výstupe zlepšil. Pri RUTH bol výkon na vstupe i výstupe horší v pororovnaní s PUTH. Túto zmenu však nepripisujeme dehydratácii ale skôr zmene úrovne trénovanosti. Viacero vedeckých prác jednoznačne potvrdzuje negatívny vplyv dehydratácie na vytrvalostné výkony, resp. na pokles aeróbnej kapacity (Gonazález-Alonso, Crandall a Johnson 2008; Cheuvront, Carter a Sawka 2003; Yoshida, Nakai, Yorimote a Morimoto 2002). Zníženie aeróbneho výkonu vysvetľujú poklesom objemu krvnej plazmy a zhoršením prietoku krvi v pracujúcich svaloch. V našom prípade sme nezaznamenali zhoršenie aeróbneho výkonu. Úpolisti s vysokou úrovňou trénovanosti, ktorí pravidelne upravujú svoju telesnú hmotnosť počas ročného tréningového cyklu, lepšie odolávajú negatívnym vplyvom dehydratácie. Preto niektoré parametre nemusia byť vždy negatívne zasiahnuté. Tak to bolo aj v prípade nášho probanda (Fogelholm, Koskinen, Laasko, Rankinen a Ruokonen 1993; Caterisano et al. 1988; Artioli et al. 2016). Mendes at al. (2013) rovnako naznačujú možnosť, že chronická úprava telesnej hmotnosti môže viesť u úpolových športovcov k vyššej odolnosti na stresové faktory spojené so „zhadzovaním“.

Silová vytrvalosť testovaná tlakom činky na lavičke so záťažou 66 % z aktuálnej telesnej hmotnosti nebola pre nás prekvapivo výrazne negatívne ovplyvnená metódou RUTH. Naopak pri PUTH proband zhoršil výkon o 2 opakovania (pokles o 6 %). Kraft et al. (2010) na vzorke n=10 probandov, pri dehydratácii na úrovni 3 % straty telesnej

hmotnosti (ďalej skratka sTH) testovali maximálny počet opakovaní do odmietnutia testami bench pres, tlak činky za hlavou, tricepsové sťahovanie kladky a leg pres. Pri všetkých cvičeniach zaznamenali pokles výkonu v priemere o 15 %. Pokles výkonu vo svalovej vytrvalosti pri dehydratácii na úrovni 4 % sTH zaznamenali aj Torranin et al. (1979). Tí zistili, že čas do úplného vyčerpania sa významne zhoršil v dôsledku dehydratácie (o 31 %). Na druhej strane, žiadne významné zmeny vo svalovej vytrvalosti nezistili Greiwe et al. 1998 na vzorke n=7 probandov pri dehydratácii (sauna) 4 % sTH. Náš proband na základe merania USG nebol v čase testovania pri metóde PUTH správne euhydrovaný, a preto možno pokles výkonu o 2 opakovania vysvetliť nedostatočnou hydratáciou. Taktiež vplyv psychologických faktorov v spojitosti so stresom pri úprave telesnej hmotnosti môže byť pri svalovej vytrvalosti významný (Smith, Baldwin, McMorris, Fallowfield & Hale, 1996). Pri vysokom deficite vody v tele počas niekoľkých dní alebo pri zámernom tréningu v horúcom prostredí sa môžu objavovať negatívne pocity ako zvýšená podráždenosť alebo zmena nálady. Dehydratácia je navyše spojovaná s poklesom čulosti, sviežosti, s nárastom úzkosti a napätia ako aj s celkovou mentálnou únavou a poklesom motivácie. Ak v procese úpravy telesnej hmotnosti nastávajú zmeny nálady, športový výkon môže byť negatívne zasiahnutý a to nielen v dôsledku fyziologických mechanizmov, ktoré sme už vyššie spomenuli, ale práve v dôsledku mentálnych faktorov a poklesom motivácie k výkonu. Najmä ak má športovec podať vytrvalostný výkon alebo vykonať veľké množstvo opakovaní pri prekonávaní odporu.

V štúdií Fogelholm et al. (1993) porovnávali postupný a rapídny úbytok telesnej hmotnosti a jeho vplyv na výkon džudistov a zápasníkov. Skupina s PUTH obmedzovala energetický príjem v priebehu 3 týždňov a v priemere znížila telesnú hmotnosť o 5,0 ± 0,4 %. Skupina RUTH znížila priemernú telesnú hmotnosť o 6,0 ± 0,6 % v priebehu 54 hodín prostredníctvom obmedzenia tekutín, diéty, potenia a 5 hodinového fyzického tréningu. Probandov testovali pomocou testov: šprint na 30 m, Wingate test a vertikálny výskok. V prvých dvoch neboli zaznamenané významné zmeny parametrov. Avšak v skupine PUTH sa zvýšili výkony vertikálneho výskoku o 6 – 8 % ($p<0,01$) oproti skupine s rýchlym znižovaním telesnej hmotnosti, kde neboli zaznamenané signifikantné zmeny výkonov. Na základe týchto výsledkov autori tvrdia, že strata hmotnosti 5 - 6 % úbytku nemusí mať vždy negatívny vplyv na výkon v testoch anaeróbneho a silovo-rýchlostného charakteru.

Úloha hydratácie pri svalovej sile a svalovej vytrvalosti závisí od špecifických faktorov a režimov. Výskumy naznačujú, že dehydratácia ovplyvňuje svalovú vytrvalosť vo väčšej miere ako svalovú silu (Bigard et al. 2001; Montain et al. 1998; Bijilani a Sharma 1980).

Pokojová srdcová frekvencia bola oboma metódami zasiahnutá najviac - pri RUTH nastal 33 % nárast pokojových hodnôt. Rhee (2017) a Montani, Schutz a Dulloo (2015) vo svojich prácach o skúmaní spojitosti medzi pravidelným upravovaním telesnej hmotnosti a kardiovaskulárnymi problémami zistili, že nárazové chudnutie je významný stresový faktor, ktorý môže okrem iného spôsobiť zmeny v normálnych hodnotách parametrov ako je krvný tlak, pokojová srdcová frekvencia, glukóza a lipidy v krvi, resp. inzulín.

Parameter USG naznačil pri oboch metódach hypohydratáciu športovca na vstupe, resp. vážnu hypohydratáciu na výstupe. Pri RUTH sme to očakávali ale pri PUTH to bolo pre nás skôr prekvapivé zistenie, na základe ktorého môžeme konštatovať, že testovaný proband nemá správne návyky hydratácie počas dňa.

Dehydratácia používaná pri rapídnej úprave telesnej hmotnosti vedie k významnej stresovej odpovedi, kedy sa môže aj trojnásobne zvýšiť kortizol (nárast k hodnotám 1500 $nmol.L^{-1}$), sérum proteín, osmolalita plazmy a koncentrácia sodíka môže presiahnuť 150 $mmol.L^{-1}$, čo signalizuje vážnu hypernatrémiu. Pri takýchto hodnotách môže dokonca nastať smrť (Darmon et al. 2010). Chandrasekar et al. (2017), Rimes-Stigare et al. (2015), Kellum a Lameire (2013) uvádzajú, že MMA športovci môžu byť obzvlášť citliví na dlhodobé problémy s obličkami. Nie je vôbec neobvyklé, že množstvo týchto športovcov ukončilo svoju športovú kariéru práve z dôvodu dlhodobých zdravotných komplikácií s obličkami (Kasper et al. 2018).

Ak zhrnieme účinnosť oboch metód a ich vplyv na vybrané somatické, fyziologické a motorické premenné, môžeme konštatovať, že:

1. telesná hmotnosť a % podkožného tuku boli nižšie pri PUTH,
2. Cooprov test nebol negatívne zasiahnutý ani jednou z použitých metód,
3. výkon v tlaku činky na max. počet opakovaní bol horší pri PUTH, pri RUTH bol nezmenený,

4. srdcová frekvencia bola negatívne zasiahnutá oboma metódami, horšie pokojové hodnoty dosiahol proband pri RUTH,
5. špecifická hustota moču bola vyššia pri metóde RUTH.

Uvedomujeme si, že miera zovšeobecnenia výsledkov tohto výskumu je vzhľadom na intraindividuálnu povahu nízka. Na druhej strane však treba podotknúť, že počet záujemcov o tento typ experimentu je značne limitovaný a nesie so sebou vážne zdravotné riziká, najmä ak sa jedná o metódu RUTH. Zahraničných vedeckých prác, ktoré by testovali vplyv dehydratácie vyššej ako je úbytok 5 % z telesnej hmotnosti je nedostatok a väčšinou sa jedná o prípadové štúdie na jednom či dvoch probandoch. Fogelholm (1994) uvádza, že cielené znižovanie telesnej hmotnosti by malo byť individuálne a nie porovnávané s ostatnými športovcami. V prípade, ak je doba medzi vážením a súťažou kratšia ako 5 hodín, rýchla redukcia telesnej hmotnosti by nemala presiahnuť 4 % telesnej hmotnosti. Ak je interval medzi vážením a súťažou dlhší, môže byť úbytok telesnej hmotnosti menší alebo rovný 8 %. S ohľadom na udržanie športového výkonu odporúča stravu s príjmom energie (100 až 120 kJ/kg/deň) s vysokým denným podielom sacharidov (60 až 70 % z celkového energetického príjmu). V prípade, ak by príjem energie pozostával z 80 až 120 kJ/kg/deň s vysokým obsahom sacharidov (60 až 70 %) a nízkym obsahom tukov (15 –25 %), môže byť postupné znižovanie telesnej hmotnosti od 0,5 do 1,5 kg za týždeň.

Nedostatkom nášho výskumu je skutočnosť, že sme nesledovali celkový kalorický príjem a výdaj športovca pri metóde PUTH. Táto časť experimentu prebehla bez našej kontroly a riadil si ju sám športovec. Preto v ďalších prácach so zameraním na chudnutie pred športovým výkonom by bolo viac ako vhodné, spolupracovať s odborníkom na oblasť výživy alebo so zdravotníckym personálom. Taktiež konštatujeme, že metóda PUTH pri výstupných testoch mohla byť kompromitovaná nesprávnym príjmom tekutín nášho probanda v dennom režime.

Úspešne sa nám podarilo poukázať na nebezpečenstvo dehydratácie pri rapídnej úprave telesnej hmotnosti a preukázať jej negatívny vplyv na niektoré motorické, fyziologické a somatické parametre. Pokiaľ je to možné, odporúčame športovcom a trénerom sa metóde RUTH vyhýbať a uprednostniť hoci časovo náročnejšie ale zdravotne bezpečnejšie metódy, akou je napr. metóda PUTH.

4. Úroveň hydratácie mladých džudistov v rôznych obdobiach ročného tréningového cyklu

S hypohydratáciou sa stretávame pomerne často ako u bežnej populácie, tak aj v mnohých športových odvetviach, najmä ak sa pracovný alebo tréningový proces odohráva v klimatických podmienkach s horúcim prostredím, resp. u ľudí a športovcov, ktorí nemajú vybudované správne návyky príjmu tekutín.

Chapelle et al. (2017) sledovali vo svojej práci úroveň hydratácie profesionálnych futbalistiek pričom zistili, že najhoršie hodnoty USG dosiahli dievčatá prekvapivo v dňoch regenerácie a odpočinku. Autori konštatujú, že futbalistky z tejto štúdie nepoznajú význam správnej hydratácie organizmu počas regenerácie a neuvedomujú si zdravotné riziká spojené s hypohydratáciou.

Rivera-Brown a De Félix-Dávilla (2011) vo svojej štúdii zisťovali stav hydratácie pred, tesne po a 24 hod po tréningu mladých džudistov. Autori konštatovali, že dospievajúci džudisti mali v pitnom režime nesprávne návyky. Prichádzali na tréning nedostatočne hydratovaní, počas tréningu neprijímali dostatok tekutín a neskôr sa u nich objavili príznaky dehydratácie.

Zubac, Karninčić a Žaja (2016) sa venovali problematike hydratácie organizmu juniorských elitných boxerov. Autori zistili, že v boxe sa objavujú problémy s hypohydratáciou športovcov pomerne často. Jedným zo záverov štúdie bolo, že športovci v olympijskom boxe v ľahkých a stredných hmotnostných kategóriách sú k hypohydratácii náchylnejší viac ako športovci vyšších hmotnostných kategórií, pričom poukazujú na potrebu zaviesť systematické monitorovanie stavu hydratácie v športoch s hmotnostnými kategóriami.

Jetton et al. (2013) preukázali hypohydratáciu u 39% (n=40) MMA zápasníkov 22 hodín, resp. 2 hodiny pred športovým výkonom. Podobné dáta prezentovali džudisti, zápasníci aj taekwondisti (Petterssson, Berg 2014).

Cieľom tohto výskumu bolo analyzovať úroveň hydratácie mladých džudistov v rôznych obdobiach ročného tréningového cyklu. Hodnoty v jednotlivých obdobiach sme vzájomne porovnávali a taktiež sme ich porovnali s referenčnými hodnotami. Ročný tréningový cyklus džudistov trvá zvyčajne od septembra do júna. Počas tohto obdobia absolvujú džudisti na národnej úrovni 8 a viac turnajov, pričom vrcholným podujatím sú M-

SR jednotlivcov a M-SR družstiev. Nie je nezvyčajné, že džudisti zaradení do reprezentačných výberov v rôznych vekových kategóriách absolvujú aj dvojnásobný počet turnajov vrátane ME, MS, EYOF, YOG alebo OH a ďalších vrcholných podujatí.

Výskumný súbor tvorilo 10 aktívnych džudistov - mužov z oddielu Slávia STU Bratislava. Priemerný kalendárny vek súboru bol 17,20 ±0,92 rokov, telesná výška 177 ±7,76 cm, telesná hmotnosť 76 ±10,77 kg a priemerný športový vek bol 9,5 ±1,434 rokov. Účastníci boli písomne aj ústne oboznámení s obsahom testovania ako aj priebehom výskumu a ich zákonní zástupcovia podpísali dobrovoľný súhlas o účasti na testovaní.

Meranie úrovne hydratácie sme vykonávali počas štyroch rôznych období ročného tréningového cyklu:

1. Mimosúťažné meranie hustoty moču znamenalo vykonať odbery v období, v ktorom nasledovných najmenej 6 týždňov nie je v programe žiadna súťaž. Ide o obdobie, v ktorom džudisti nemusia zámerne upravovať alebo udržiavať svoju telesnú hmotnosť. V mimosúťažnom období sme probandov podrobili meraniu hustoty moču 10 minút pred začiatkom každej tréningovej jednotky v čase 18,15 – 18,30 hod.
2. Testovanie v predsúťažnom období sa uskutočnilo 48 hodín pred oficiálnym vážením v národnej ligovej súťaži. Meranie sme uskutočnili pred tréningom v rovnakom čase ako pri mimosúťažnom testovaní.
3. Súťažné meranie hustoty moču sa uskutočnilo 1 hodinu pred oficiálnou kontrolou hmotnosti.
4. Posúťažné meranie sme uskutočnili 66 hodín po ukončení súťaže.

Úroveň hydratácie sme zisťovali nepriamo zo vzorky stredného prúdu moču. Na zisťovanie hustoty moču (ďalej skr. USG) bol použitý digitálny refraktometer ATAGO PAL-10S (Made in Tokyo, Japan), ktorý v priebehu niekoľkých sekúnd poskytne examinátorovi výsledok testovania. Validitu metód určovania úrovne hydratácie overovali na vzorke 345 športovcov v olympijských úpolových športoch vo svojej práci Fernandez Elias et al. (2014). Autori konštatujú, že USG ako neinvazívna metóda, je ľahko dostupná a použiteľná pre určovanie stupňa hydratácie úpolových športovcov najmä v období pred súťažou.

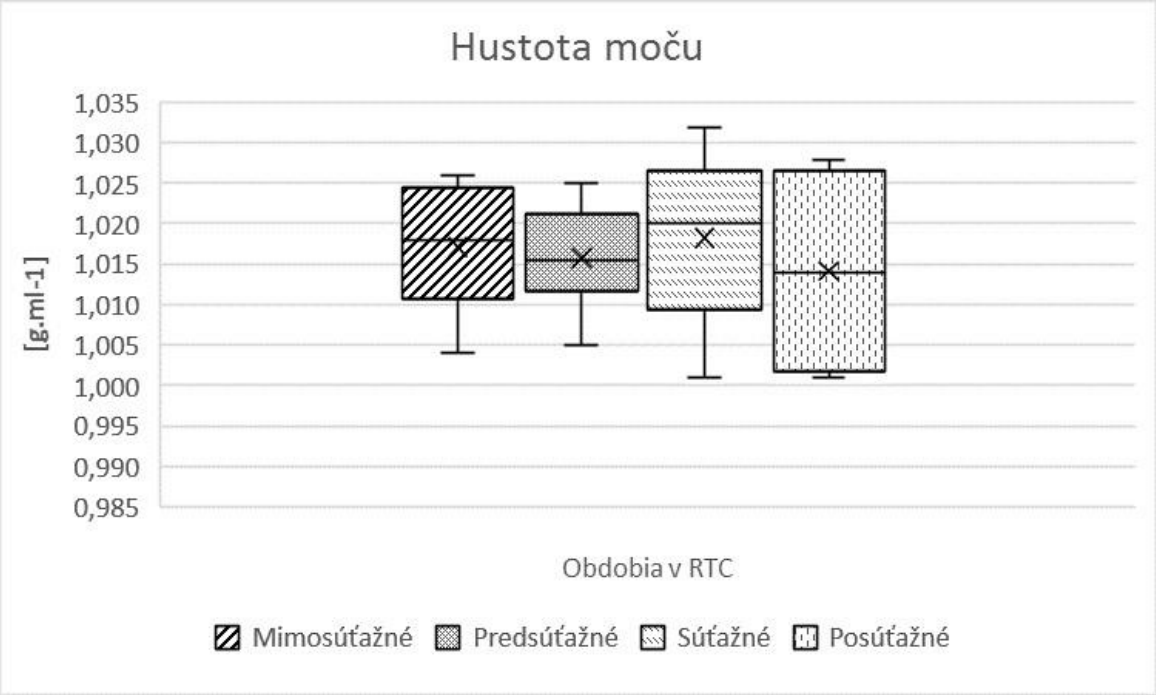
Zariadenie ATAGO PAL-10S bolo kalibrované podľa inštrukcií výrobcu. Interpretáciu nameraných hodnôt sme prevzali podľa Chapelle et al. (2017), kde:

a) hodnota USG nižšia ako 1,010 $g.ml^{-1}$ značí dobrý stupeň hydratácie (euhydratáciu),
b) hodnota medzi 1,010 až 1,019 $g.ml^{-1}$ označuje miernu hypohydratáciu,
c) hodnota USG presahujúca 1,020 $g.ml^{-1}$ značí hypohydratáciu,
d) hodnota vyššia ako 1,030 $g.ml^{-1}$ je indikátorom vážnej hypohydratácie.

Pre vyhodnotenie rozdielov v úrovni hustoty moču medzi jednotlivými obdobiami sme použili neparametrickú porovnávaciu metódu Friedmanovu ANOVA. Pre zistenie veľkosti účinku sme použili Kendallov koeficient zhody. Veľkosť účinku pre Friedmanov test bol posudzovaný ako: malý *(W=0,1)*, stredný *(W=0,3)* a veľký *(W=0,5)*. Pri porovnávaní hodnôt z jednotlivých období s referenčnými hodnotami (USG=1,010 $g.ml^{-1}$) sme použili Wilcoxonov T-test a Cohenove r. Štatistická významnosť bola posudzovaná na 5% hladine. Empirické údaje sme spracovali a vyhodnotili v programe IBM SPSS Statistics 23 pre Windows (Made in Armonk, NY, United States).

V mimosúťažnom období (obr. 2) sme namerali priemerné hodnoty USG 1,017 ±0,009 $g.ml^{-1}$, čo predstavuje podľa klasifikácie Chapelle et al. (2017) miernu hypohydratáciu. V predsúťažnom období dosahovali priemerné hodnoty USG 1,016 ±0,007 $g.ml^{-1}$, a taktiež išlo o miernu hypohydratáciu. V súťažnom období dosahovali priemerné hodnoty USG 1,018 ±0,010 $g.ml^{-1}$ (mierna hypohydratácia) a po súťaži bolo USG 1,014 ±0,012 $g.ml^{-1}$ (opäť mierna hypohydratácia). Rozdiely medzi jednotlivými obdobiami boli preukázané ako štatistiky nevýznamné, s nízkou vecnou významnosťou ($\chi^2(3)=0,241$, *W=0,140; n.s.).*

Pri porovnávaní nameraných hodnôt s referenčnými hodnotami sme zistili významný rozdiel v mimosúťažnom (*z=2,1993; p=0,0278; r=0,695*) a v súťažnom období (*z=2,1405; p=0,0323; r=0,676*). V oboch prípadoch boli namerané hodnoty na úrovni miernej hypohydratácie. Naopak žiadne štatisticky významné rozdiely sme nezistili v predsúťažnom (*z=-1,8857; p=0,0587; r=-0,5963*) a ani v posúťažnom období (*z=-0,051; p=0,9601; r=-0,0161).*



Obr. 2 Porovnanie hodnôt USG v rôznych obdobiach ročného tréningového cyklu, rozdiely neboli štatisticky významné a vecná významnosť bola nízka $\chi 2_{(3)}$= 0,241; W = 0,140; n. s.

Na základe výsledkov priemerných hodnôt USG môžeme konštatovať, že testovaní džudisti sú počas celého ročného tréningového cyklu v stave miernej hypohydratácie. Rozdiely v hydratácii organizmu v jednotlivých obdobiach neboli štatisticky a vecne významné.

Z pohľadu jednotlivých období sme očakávali, že v súťažnom období bude hustota moču významne vyššia v porovnaní s ostatnými obdobiami a s referenčnými hodnotami. Džudisti bežne neprijímajú vo fáze 12 – 24 hodín pred oficiálnym súťažným vážením takmer žiadne tekutiny. Zistené rozdiely medzi obdobiami síce neboli významne odlišné ale štatisticky a vecne významný rozdiel sme zistili pri porovnaní s referenčnými hodnotami. Najvyššia zistená hodnota hustoty moču pred súťažou bola v našom prípade 1,028 g.ml^{-1} a išlo o probanda, ktorý použil 24 hod. pred súťažou dehydratáciu na úpravu telesnej hmotnosti. Naopak najnižšia zistená hodnota hustoty moču pred súťažou bola 1,001 g.ml^{-1}, čo je stav optimálnej euhydratácie. Tento proband nemusel chudnúť a nebol nútený využiť dehydratáciu.

Naopak v mimosúťažnom období sme očakávali najnižšiu hustotu USG. To sa nám však prekvapivo nepotvrdilo a namerané hodnoty boli významne vyššie v porovnaní s referenčnými. Najvyššia individuálne nameraná hodnota bola na úrovni vážnej hypohydratácie (1,033 g.ml^{-1}) a podobné hodnoty dosahovali aj ďalší 3 probandi. U týchto

športovcov môžeme konštatovať nesprávne návyky v dennom režime príjmu tekutín. Najnižšia nameraná hodnota USG pre toto obdobie bola 1,002 $g.ml^{-1}$.

V predsúťažnom období (t.j. 48 hod. pred ligovou súťažou), resp. v posúťažnom období (66 hodín od skončenia súťaže) sa hodnoty USG nášho súboru od referenčných významne a vecne nelíšili. Štyridsaťosem a viac hodín pred súťažou nikto z testovaných nebol nútení použiť metódu dehydratácie a zároveň žiaden z 10-tich probandov neupravoval rapídne svoju telesnú hmotnosť. Najvyššia nameraná hodnota USG pre toto obdobie bola 1,025 $g.ml^{-1}$, najnižšia 1,001 $g.ml^{-1}$. V posúťažnom období sme zaznamenali priemerné hodnoty USG 1,014 $g.ml^{-1}$. Jeden zo sledovaných probandov, ktorý vykazoval vysoké hodnoty USG vo všetkých obdobiach bol hypohydratovaný aj v posúťažnom období (USG 1,022 $g.ml^{-1}$). Najvyššia posúťažná individuálna nameraná hodnota bola 1,026 $g.ml^{-1}$ a najnižšia 1,001 $g.ml^{-1}$.

Vo všetkých štyroch obdobiach ročného tréningového cyklu sme zistili, že priemerné hodnoty USG mladých džudistov boli na úrovni miernej hypohydratácie. Tieto hodnoty sa významne nelíšili medzi obdobiami, ale pri porovnaní s referenčnými hodnotami sme zistili rozdiel v mimosúťažnom období a v súťažnom období.

V mimosúťažnom období trpia džudisti miernou hypohydratáciou a to aj napriek tomu, že nie sú nútení siahať k drastickým metódam úpravy telesnej hmotnosti. Dôvody možno hľadať v nesprávnom dennom pitnom režime, čo môže mať za následok nesprávnu regeneráciu a z dlhodobého hľadiska aj zdravotné problémy (hypertenzia, alebo problémy s obličkami).

5. Úroveň hydratácie džudistov počas 5-dňového posezónneho tréningového sústredenia

Počas súťažnej sezóny, ako sme uviedli už v druhej kapitole monografie, sa väčšina džudistov snaží o čo najštíhlejšiu postavu, minimalizáciu telesného tuku a znižovanie celkovej telesnej hmotnosti (Franchini et al. 2011). Niektorí džudisti, špeciálne tí v najnižších hmotnostných kategóriách, majú bežne 5 – 8 % podkožného tuku (Štefanovský 2015). Na základe dostupných vedeckých poznatkov džudisti ale aj ostatní športovci s hmotnostnými kategóriami využívajú pomerne často RUTH, dehydratáciu a ďalšie agresívne i zdraviu škodlivé metódy (Grann et al. 2015; Brito et al. 2012; Artioli et al. 2010). Dehydratácia je bežne definovaná ako dynamická strata vody v tele v dôsledku potenia počas cvičenia bez náhrady tekutín alebo ako proces, počas ktorého je náhrada vody nedostatočná (Zubac *et al.* 2015; Sawka *et al.* 2007). Hypohydratácia znamená pokles úrovne celkového obsahu vody v ľudskom tele pod normálne referenčné hodnoty, resp. znížený príjem množstva vody na uspokojenie metabolických požiadaviek tela. Referuje o úrovni zavodnenia po stratách určitého množstva vody v tele (Zubac *et al.* 2018; Cheung 2010).

Štúdie Zubac et al. (2016), Jetton et al. (2013), Loenneke et al. (2011) a ďalší sa zaoberali úrovňou hydratácie v boxe, v zmiešaných bojových umeniach či v zápasení. Autori preukázali, že úroveň hydratácie bola u týchto športovcov často negatívna a viedla k hypohydratácii či vážnej hypohydratácii. Ale nielen v úpolových športoch sa stretávame s hypohydratáciou. Napr. Shirreffs et al. (2006) dokumentujú vo svojej práci na súbore futbalistov prípady, kedy športovci začínali tréning či turnaj hypohydratovaní.

Voda v tele a rovnováha elektrolytov sú kritické pre normálnu bunkovú funkciu a udržanie optimálneho objemu, osmolality krvi a krvnej plazmy. Dehydratácia a nadmerná strata vody v tele má negatívne fyziologické dôsledky, ktoré môžu ovplyvniť využitie glykogénu pri svalovej práci, zhoršuje činnosť centrálneho nervového systému, zvyšuje vnútornú telesnú teplotu a spôsobuje kardiovaskulárny stres (Jetton et al. 2013). Už stredná hypohydratácia na úrovni straty vody 1 – 3 % z telesnej hmotnosti môže negatívne ovplyvniť výkon pri cvičení (Maughan 2003). Podľa El Ghoch et al. (2013), BratlandSanda a Sundgot-Borgen (2013), Rivera-Brown a De Félix-Dávila (2012) chronicky dehydrovaný športovec môže vykazovať celkový pokles „pracovnej kapacity“, pri ktorej klesá minerálna hustota

kostí, je postihnutý kognitívny i športový výkon, znižuje sa kardiorespiračná vytrvalosť, znižuje sa svalová vytrvalosť i svalový výkon. Športovci môžu pociťovať únavu, silný smäd, točí sa im hlava, mávajú bolesti hlavy, svalové kŕče a rýchlo sa meniace nálady. Pri dehydratácii 3 – 4 % z telesnej hmotnosti môže byť negatívne ovplyvnený (zníženie o 10 %) vysoko intenzívny výkon trvajúci od 30 do 120 sekúnd (Judelson et al. 2007).

Množstvo straty vody pri cvičení závisí od faktorov akými sú charakter tréningu, klimatické podmienky (teplota a vlhkosť), úroveň trénovanosti, oblečenie a tiež či sú športovcom dostupné tekutiny (Hayakawa et al. 2018). V prácach Silva et al. (2011) a Philips et al. (2014) boli sledovaní futbalisti - muži počas troch tréningových jednotiek v priebehu troch po sebe idúcich dní. Úroveň hydratácie bola sledovaná nepriamo pomocou USG. V oboch štúdiách bolo zistené, že viac ako polovica testovaných hráčov bola na začiatku každej tréningovej jednotky aspoň minimálne hypohydratovaná. Gibson et al. (2012) zistili veľmi podobné výsledky na ženskej vzorke futbalistiek, pričom 41 % mladých žien začínali tréningový proces hypohydratované, resp. 4,5 % hráčok boli hypohydratované vážne. Teda problém správnej hydratácie sa týka nielen úpolových športovcov ale je problémom aj v kolektívnych športových hrách.

Techniky zisťovania úrovne hydratácie, ktoré používajú vzorku krvi, vychádzajúc z osmolality plazmy a hematokritu sú veľmi presné laboratórne metódy. Sú však menej vhodné do terénu, sú finančne náročné a vyžadujú si vysoký stupeň odbornosti. USG sa najlepšie stanovuje z rannej vzorky moču a jej koncentrácia je dostatočne citlivá na detekciu zmien v úrovni vody v tele (Phillips et al. 2014; Sawka et al. 2007; Shirreffs, Maughan 1998).

Úroveň hydratácie sa v prevažnej miere zisťuje v úpolových športoch pred tréningom, pred súťažou a pred, resp. po oficiálnom vážení. Nie sú nám však známe práce, ktoré by sledovali úroveň hydratácie športovcov po skončení súťažnej sezóny, resp. v prechodnom období, kedy je celková fyzická a psychická regenerácia prioritou tréningu. Sledovanie úrovne hydratácie v tomto období nám môže okrem iného poskytnúť poznatky o denných (nielen tréningových) návykoch športovcov v príjme tekutín. Preto sme si za cieľ tohto výskumu stanovili analyzovať úroveň hydratácie mladých výkonnostných džudistov počas 5-dňového, posezónneho tréningového sústredenia. V tomto období nie sú džudisti nútení udržiavať alebo rapídne redukovať svoju telesnú hmotnosť, či podstupovať zámernú dehydratáciu.

Šesť mladých džudistov, medailistov z posledných M-SR sa dobrovoľne zúčastnilo nášho výskumu. Športovci mali vek 16 (IqR=3,25) rokov, telesnú hmotnosť 81 (IqR=18,75) kg, telesnú výšku 179 (Iqr=6,5) cm a športový špecializovaný vek 9,5 (Iqr=3,5) rokov. Technická vyspelosť probandov bola 2., resp. 1. kyu, ktoré sú najvyššie žiacke technické stupne v džude. Probandi trénovali džudo počas sezóny 3 – 5x týždenne. Žiaden z nich nebol počas tréningového sústredenia v procese úpravy telesnej hmotnosti. Všetci zúčastnení dostali ústne a písomné vysvetlenie cieľov štúdie. Vzhľadom k veku probandov, podpísali zákonní zástupcovia informovaný súhlas o dobrovoľnej účasti športovcov na výskume. Dizajn výskumu bol schválený lokálnou etickou komisiou Fakulty telesnej výchovy a športu.

Tréningové sústredenie sa konalo na severe Slovenska, konkrétne 3 km od mesta Čadca v nadmorskej výške 740 m n. m. v termíne od 9. do 13. júla 2018. Začiatok sústredenia bol v pondelok o 12,00 hod. a koniec v piatok o 18,00 hod. Po príchode probandov sme uskutočnili vstupné meranie telesnej hmotnosti (váha Topcom 500, made in Belgium) a telesnej výšky. Odobratie vzoriek moču sme realizovali celkovo 4x, vždy v ranných hodinách v čase od 6,30 do 6,50 hod. a to podľa metodiky testovania autorov Zubac et al. (2018a). Každý z probandov obdržal plastovú, nesterilnú skúmavku a dostal pokyny na odobratie stredného prúdu moču. USG sme merali pomocou prenosného vreckového digitálneho refraktometra značky ATAGO PAL-10S (made in Tokyo, Japan). Prístroj sa kalibroval podľa pokynov výrobcu. Namerané hodnoty sme interpretovali podľa Chapelle et al. (2017). Probandi prijímali tekutiny ad libitum počas celého sústredenia. K dispozícii bola 15 l nádoba s čistou vodou počas všetkých tréningov a počas prestávok. Keď tréner dával počas tréningov pokyny k ďalšiemu cvičeniu mohli probandi prijímať tekutiny. Mimo tréningov mali k dispozícii neustále voľný prístup k fľaškovej minerálnej vode, resp. k čistej vode ochutenej citrónom. Všetky tréningy prebiehali vo vonkajšom prostredí a nameraná priemerná denná teplota bola nasledovná: prvý deň 28 °C, druhý deň 25 °C, tretí deň 19 °C, štvrtý deň 23 °C a piaty deň 23 °C.

Okrem prvého dňa, absolvovali probandi 3 tréningové jednotky denne (tabuľka 2). Ranné tréningy v čase 09,30 – 11,00 hod. boli technicko-taktické džudo tréningy so zameraním na úchopy, hádzanie, prácu na zemi a prechody z boja v postoji do boja na zemi. Vzhľadom na povahu sústredenia sme počas sústredenia nepoužívali žiadne tréningové formy boja - randori. Poobedné tréningy, v čase 15,00 – 16,30 hod. boli zamerané na silu a

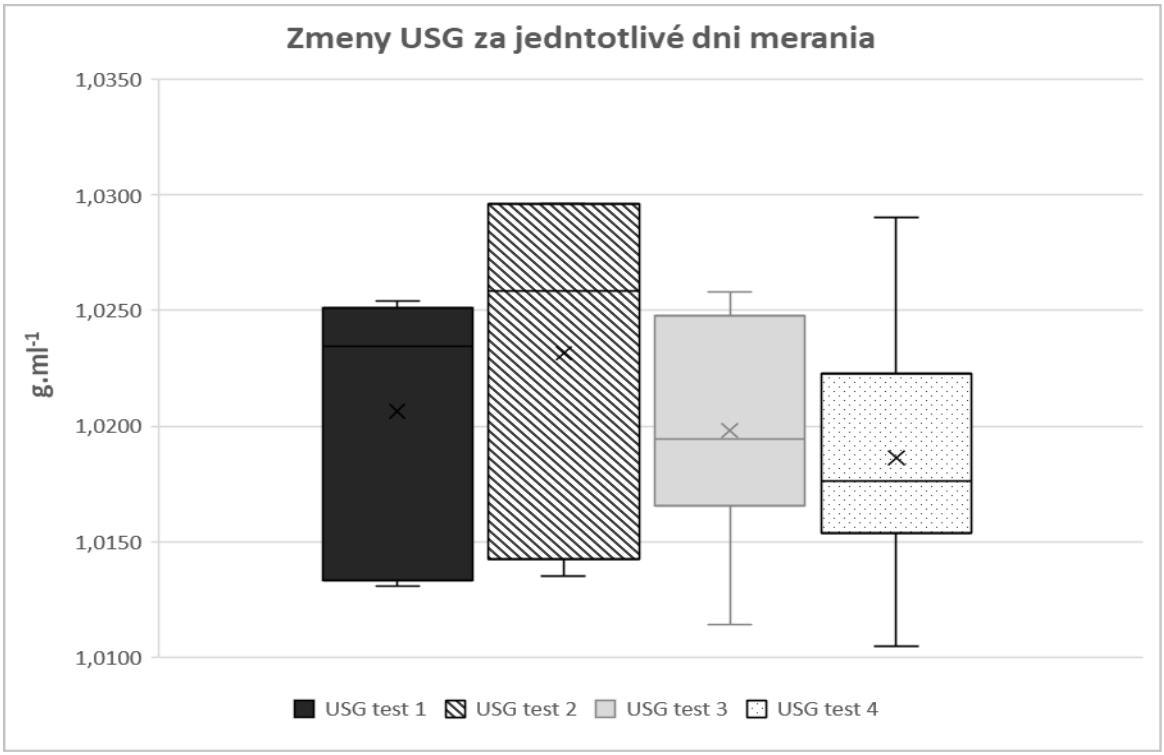
kondíciu s dôrazom na správnu techniku cvičenia a prevenciu voči zraneniam. Večerné tréningy, v čase 17,00 – 18,00 hod. boli zamerané na rozvoj energetických systémov s využitím nešpecifických cvičení (futbal a frisbee).

Tabuľka 2 *Charakteristika jednotlivých tréningov*

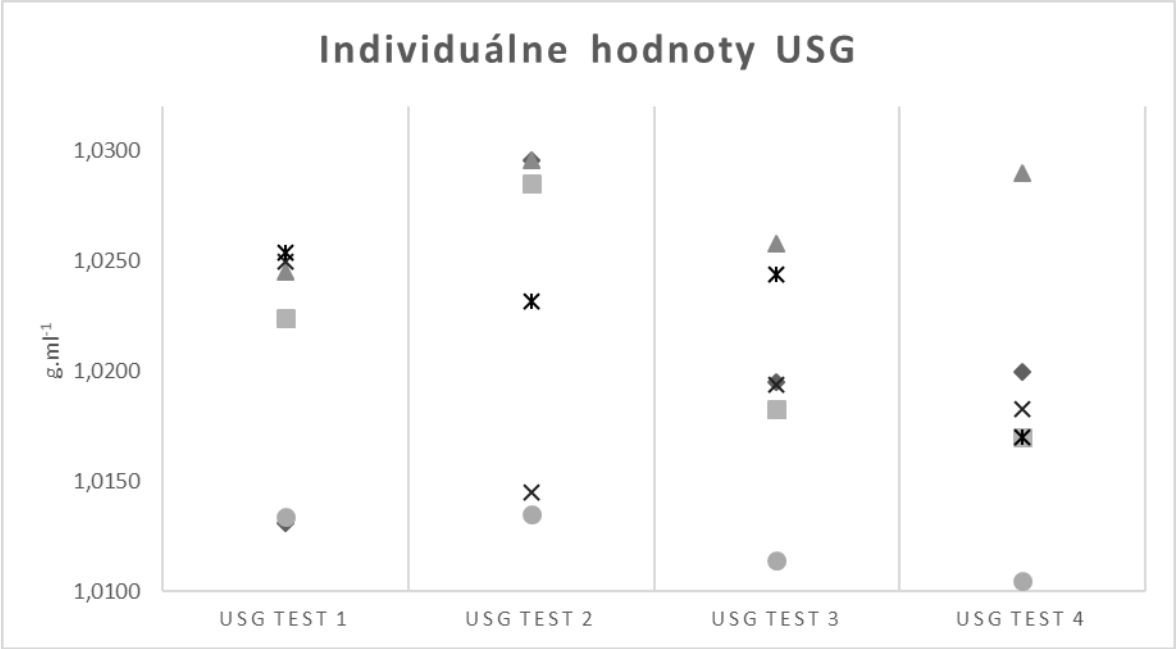
Tréning	**Cieľ a zameranie**	**Trvanie**	**Intenzita**
1 - Pondelok	Rolovanie na valci, dynamický strečing, kĺbová mobilita	90 min.	nízka
2 - Pondelok	ESD - Futbal	60 min.	stredná a vysoká
3 - Utorok	Judo – boj o úchop (chytanie a prerušovanie)	90 min.	nízka, stredná, vysoká
4 - Utorok	Sila & kondícia (kettlebell)	90 min.	nízka a stredná
5 - Utorok	ESD - Frisbee	60 min.	stredná a vysoká
6 - Streda	Team building aktivity	120 min.	nízka a stredná
7 - Streda	Aqua park (regenerácia)	120 min.	nízka
8 - Štvrtok	Judo – boj na zemi a techniky prechodu z postoja na zem	90 min.	stredná a vysoká
9 - Štvrtok	Rolovanie na valci, dynamický strečing, kĺbová mobilita a slabé články reťazca	90 min.	nízka a stredná
10 - Štvrtok	ESD – Frisbee a Futbal	60 min.	stredná a vysoká
11 - Piatok	Judo reťazenie (úchop+hod+prechod do boja na zemi)	90 min.	stredná a vysoká
12 - Piatok	Sila & kondícia (kruhová forma)	90 min.	stredná a vysoká
13 - Piatok	ESD - Frisbee a Futbal	60 min.	stredná a vysoká

Namerané dáta sme analyzovali najprv pomocou neparametrickej *Friedmanovej ANOVA* pre opakované merania s následným výpočtom vecnej významnosti (*Kendalov koeficient zhody*), pričom ak je *W=0,1* ide o nízku vecnú významnosť, *W=0,3* ide o strednú významnosť a *W=0,5* ide o vysokú významnosť. Následne sme merania z jednotlivých dní porovnávali s referenčnými hodnotami, pričom sme použili *Wilcoxonov t-test* a vecnú významnosť sme vypočítali pomocou *Cohenoveho r*, pričom *r=0,1* značí nízku významnosť, *r=0,3* značí strednú a *r=0,5* veľkú vecnú významnosť. Vzhľadom na veľkosť súboru sme

hodnoty vyjadrili pomocou mediánu a medzikvartilového rozptylu. Štatistickú významnosť sme posudzovali na hladine *p<0,05*.



Obr. 3 Zmeny hodnôt USG za jednotlivé dni merania. Friedmanova ANOVA: p=0,334, Kendallov koeficient zhody: w= 0,189. Medzi jednotlivými meraniami sme nezistili štatisticky významné rozdiely a vecná významnosť bola nízka.



Obr. 4 Individuálne hodnoty USG za jednotlivé dni merania. USG hodnoty medzi 1,010 a 1,019 g.ml^{-1} signalizujú minimálnu hypohydratáciu. USG medzi 1,020 a 1,029 g.ml^{-1} značí hypohydratáciu. Hodnoty nad 1,030 g.ml^{-1} signalizujú vážnu hypohydratáciu jedincov.

Po prvom rannom meraní USG (obr. 3) boli probandi hypohydratovaní U_{SG}= 1,0235 g.ml^{-1} (IqR=0.0100). Po druhom rannom meraní boli probandi ešte viac hypohydratovaní U_{SG}=1.0259 g.ml^{-1} (IqR=0.0154). Hydratačný status sa následne zlepšil na štvrtý deň sústredenia U_{SG}=1.0195 g.ml^{-1} (IqR=0.0100) a pokles hodnôt v hustote moču sme zaznamenali aj v posledný deň sústredenia U_{SG}=1.0177 g.ml^{-1} (IqR = 0.0100), kedy boli športovci hypohydratovaní iba minimálne. Na základe analýzy dát sme zistili, že medzi jednotlivými dňami merania neboli štatisticky významné rozdiely (*p=0,334*) a vecná významnosť bola nízka (*w=0,198*).

Ak sa pozrieme na individuálne hodnoty (obr. 4), po prvom meraní boli dvaja probandi mierne hypohydratovaní a štyria hypohydratovaní. Po druhom meraní sme konštatovali nárast hustoty USG, traja jedinci boli tesne pod hranicou vážnej hypohydratácie, jeden bol hypohydratovaný a dvaja len mierne. Pri treťom testovaní boli dvaja športovci hypohydratovaní a štyria boli pod hranicou <1,200 g.ml^{-1}, čo je minimálna hypohydratácia. Posledné testovanie nám ukázalo, že jeden proband (1.0290 g.ml^{-1}) je takmer na úrovni vážnej hypohydratácie. Tento športovec mal počas celého tréningového sústredenia najhoršie individuálne hodnoty (1,024, 1,029, 1,025, 1,029 g.ml^{-1}). Ostatní športovci boli ráno v posledný deň sústredenia hypohydratovaní len mierne.

Pri porovnávaní hodnôt USG za jednotlivé dni merania s referenčnými hodnotami (odporúčané U_{SG}≤1,010 g.ml^{-1}) sme zistili, že rozdiely boli pri všetkých meraniach štatisticky významné *p≤0,05* a vecná významnosť bola stredne silná. Z týchto údajov môžeme konštatovať, že skupina šiestich džudistov dosiahla pri každom meraní významne horšie hodnoty USG ako sú referenčné hodnoty a ani jeden deň sústredenia neboli hydratovaní optimálne.

V tejto pilotnej štúdii sme sa podujali nepriamo zhodnotiť úroveň hydratácie džudistov počas sústredenia v prechodnom období, kedy športovci nie sú nútení pod okolnosťami súťaženia udržiavať alebo redukovať telesnú hmotnosť a teda ani podstupovať dehydratáciu. Cieľom regeneračných, resp. tzv. off-season sústredení by mala byť fyzická a mentálna regenerácia po predchádzajúcej súťažnej sezóne. Ďalším cieľom pri tomto type sústredení je rozvoj technicko-taktického komplexu a udržiavanie úrovne kondície na primeranej úrovni, aby športovci nezaznamenali jej významný pokles. Na to slúži trénerom množstvo nešpecifických cvičení a kolektívnych hier. Vo všeobecnosti môžeme konštatovať, že hydratácia našich probandov nebola optimálna, a tým pádom môže byť vážne narušená

regenerácia fyzických síl ako aj obnova energetických zásob. Tieto zistenia sú pre nás nanajvýš prekvapivé, nakoľko probandi mali ideálny prístup k tekutinám a nápojom počas celého sústredenia. Myslíme si, že hlavným dôvodom pre tieto zistenia je, že športovci nemajú správne zaužívaní denný príjem tekutín. Z dlhodobého hľadiska môže takýto nesprávny návyk viesť k hypertenzii, či narušeniu správnej činnosti obličiek (Kasper et al. 2018). Nedostatočná úroveň hydratácie v prípade našich mladých džudistov mohla byť zapríčinená: a) nedostatočným vzdelávaním športovcov o dôležitosti príjmu tekutín počas tréningu, resp. vo fázach regenerácie medzi tréningami, b) používaním športového oblečenia (judo-gi), ktoré vzhľadom na materiál a jeho hrúbku značne redukuje možnosť odvádzania tepla do prostredia, čo znižuje schopnosť potenia, c) prípadne kombináciou oboch faktorov. Vzhľadom na priemerné teploty prostredia počas jednotlivých dní sústredenia (prvý deň 28 °C, druhý deň 25 °C, tretí deň 19 °C, štvrtý deň 23 °C a piaty deň 23 °C) sme okrem prvého dňa predpokladali len minimálny, resp. žiaden vplyv vonkajšej teploty prostredia na úroveň hydratácie športovcov. Aby sme túto možnosť mohli vylúčiť, bolo by nutné sledovať aj množstvo prijatej tekutiny počas tréningov, resp. vo fáze regenerácie, čo v našom sledovaní absentuje a môžeme to považovať za jednu z limitácií výskumu. Rivera-Brown a De Félix-Dávila (2012) sledovali hydratačný status džudistov trénujúcich v horúcom prostredí (29,5 ± 1,0 °C; tropická teplota je ≤30 °C), pričom zistili, že športovci prichádzali na tréning s významným deficitom vody v tele (USG 1,028 ±0,004, resp. USG 1,027 ±0,005 g.mL), nepili dostatočne počas tréningu, ich telesná hmotnosť klesla v dôsledku potenia od 1,3 do 1,9 kg a vykazovali symptómy dehydratácie. Tieto faktory môžu negatívne ovplyvniť kvalitu tréningu i celkové zdravie športovcov. Podľa autorov Chapelle et al. (2017) môže byť hydratačný status športovcov zlepšený aj jednoduchou personalizovanou radou trénera či odborníka na výživu. Na základe jednoduchej spätnej väzby a odborných rád sa zlepšil hydratačný status futbalistiek na úroveň euhydrovaného stavu, ale autori taktiež konštatujú, že efekt bol len krátkodobý. V práci Hakayma et al. (2018) bol pocit smädu, ako jedna zo stratégií optimálnej hydratácie džudistov testovaný v dvoch tréningových jednotkách. Atléti mali pri pocite smädu na výber piť čistú vodu alebo športový nápoj. Autori zistili značný úbytok v príjme tekutín športovcov, keď boli vedení pocitom smädu. Pri konzumácii športového nápoja poklesla spotreba tekutín dokonca o 441,1 ml za tréning. Autori konštatovali, že džudisti v tropických regiónoch sú viac náchylní k dehydratácii a využívanie pocitu smädu nie je ideálna stratégia rehydratácie. Ďalej konštatujú, že dehydratácia nastala

obmedzovaním príjmu tekutín počas tréningu vplyvom horúceho prostredia ako aj použitím športového výstroja judo-gi počas tréningov.

Rehydratáciu môžeme považovať za kľúčovú súčasť procesu regenerácie, pretože množstvo vnútrobunkovej tekutiny ovplyvňuje glykogén a resyntézu bielkovín (Chapelle et al. 2017; Waller et al. 2009; Keller et al. 2003). Tento poznatok je potrebné brať do úvahy pri viacfázovom tréningovom procese alebo pri tréningoch a športových výkonoch, nasledujúcich niekoľko dní po sebe s relatívne krátkym časom na regeneráciu. Z výsledkov našej štúdie, resp. vyššie citovaných prác konštatujeme, že športovci pomerne často nerozumejú dôvodom optimálnej rehydratácie a sú nedôslední smerom k svojej regenerácii. To je vzhľadom na známe poznatky jeden z dôležitých faktorov, ktorý vedie k zhoršeným tréningovým a súťažným výkonom alebo dokonca k zdravotným problémom. Potréningová náhrada tekutín je dôležitá pri korekcii hypohydratácie športovcov a zároveň tvorí východisko pre štart ďalšej tréningovej jednotky, aby športovci začínali zaťaženie v adekvátnom euhydrovanom stave. Jedným z možných spôsobov zisťovania množstva straty tekutín je aj kontrola telesnej hmotnosti pred a po tréningovom procese. Platí pritom, že 1 kg úbytku telesnej hmotnosti sa rovná približne 1 l „stratených“ (vypotených) tekutín. Všeobecné odporúčania pre športovcov hovoria o tom, že je potrebné prijať 125 – 150 % množstva zo stratených tekutín, čo pri 1 kg značí 1,25 – 1,5 l potréningového nápoja a tento nápoj by mal obsahovať sodík v koncentrácii 50 – 100 mmol/l (Rosseneu a Swartz, 2017; Casa et al. 2005).

Jedným zo zaujímavých zistení našej práce je, že proband s najvyššou telesnou hmotnosťou, bol zároveň najviac hypohydratovaný počas celého sústredenia. V prierezovej štúdii Zubac et al. (2016) boli zistené medzi boxermi rozdiely v úrovni hydratácie (USG test) medzi najťažšími a stredne ťažkými, resp. ľahkými váhami. Ľahké a stredné váhy vykazovali vyrovnané výsledky, čo sa ale nedalo povedať o najťažších športovcoch. Autori konštatovali, že telesné zloženie môže mať vplyv na zmeny vody v tele a športovci s vyšším podielom telesného tuku majú v tele vo všeobecnosti menej vody.

Výsledky tejto štúdie treba interpretovať uvážene, pretože sme počas tréningov ako aj mimo nich nesledovali množstvo prijatých tekutín. Určovanie úrovne hydratácie pomocou USG môže byť ovplyvnené niektorými faktormi, ako napr. vysoko intenzívny tréning, úprava hmotnosti (v našom prípade žiaden proband neredukoval telesnú hmotnosť), či štiepenie proteínov. Najmä proteíny a veľké molekuly, ktoré prechádzajú do moču, môžu

spôsobiť nárast jeho hustoty (Voinescu et al. 2002). Veľké nárazy a vážna mechanická trauma sú taktiež spojované s výskytom a nárastom proteínov ako aj červených krviniek v moči. Tento fenomén sa pomerne často vyskytuje v úpolových športoch, pri ktorých sú bojový kontakt, nárazy a údery úplne bežné (Zubac et al. 2018a).

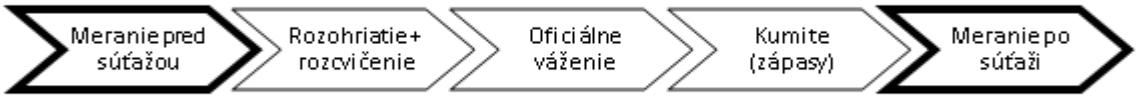
Úpoloví športovci by mali byť pravidelne monitorovaní na USG a zmeny telesnej hmotnosti. Samotní športovci by sa mali zaujímať o dostatočný príjem tekutín, aby boli optimálne hydratovaní a to nielen počas súťažnej sezóny ale aj mimo nej. Naše výsledky totiž potvrdili, že úroveň hydratácie nemusí byť optimálna ani mimo súťažnej sezóny, kedy džudisti svoju telesnú hmotnosť neredukujú.

Ďalší výskum je potrebné orientovať na meranie úrovne hydratácie a určovanie telesného zloženia počas zápasových sústredení (tzv. randori sústredenia), kedy je organizmus džudistu najviac stresovaný a nútený podávať najvyššie výkony (častokrát vyššie ako na súťaži) pri relatívne krátkych intervaloch na regeneráciu medzi tréningami.

6. Úroveň hydratácie karatistov v súťažných podmienkach

V našom ďalšom výskume sme sledovali úroveň hydratácie mladých karatistov pred športovým výkonom a po skončení súťaže. Nakoľko karate zažije na hrách letnej olympiády v Tokiu 2020 svoju premiéru, zvýšil sa v poslednom období počet pretekárov, zúčastňujúcich sa karate súťaží najvyššej úrovne (WKF, 2018). Podobne ako v džude, či MMA, sú športovci v karate rozdelení do hmotnostných kategórií. Pred oficiálnym súťažným vážením si športovec môže skontrolovať na oficiálnej váhe svoju telesnú hmotnosť a môže tak urobiť bez obmedzenia koľkokrát uzná za vhodné. Pri oficiálnych súťažiach riadených WKF (World Karate Federation) sa váženie musí uskutočniť v deň pred súťažným štartom. Počas Majstrovstiev Slovenska v karate sa váženie uskutočňuje v deň súťaže. Ak športovec pri oficiálnom vážení nemá požadovanú hmotnosť, v ktorej bol registrovaný, je zo súťaže diskvalifikovaný. Tolerancia pri každej hmotnostnej kategórie je 0,200 kg. Aj v športovej príprave karate siahajú športovci k úprave telesnej hmotnosti s cieľom maximalizovať svalovú hmotu, minimalizovať telesný tuk a celkovú telesnú hmotnosť. Turnaje v karate sa uskutočňujú počas celého kalendárneho roka, a preto môže byť udržiavanie potrebnej hmotnosti problematické. Športovci tak častejšie siahajú k rýchlym metódam redukcie hmotnosti, akou je viackrát spomínaná dehydratácia.

Cieľom tejto štúdie bolo zistiť stav a zmeny hydratácie karatistov v súťažných podmienkach na Majstrovstvách Slovenska. Výskumu sa zúčastnilo 10 mladých výkonnostných karatistov: vek *M*=16.9, *SD* =1.57 rokov, telesná výška *M*=17.6, *SD*=2.8 cm, telesná hmotnosť *M*=62.14, *SD*=6.83 kg, špecializovaný športový vek *M*=9.7, *SD*=2.11 rokov, BMI *M*=20.47, *SD*=2.35. Všetci probandi boli členmi reprezentačného výberu Slovenska vo vekovej kategórii kadeti, juniori a U21. Žiaden z pretekárov nezápasil v kategórii bez rozdielu hmotnosti a všetci probandi upravovali pred súťažou svoju hmotnosť. Výskumné údaje sme zbierali pri štandardných podmienkach - v šatniach športovcov so sociálnym zariadením a s teplotou prostredia 25 °C. Merania sa uskutočnili v dvoch fázach (obr. 5), pred súťažným rozcvičením a následne hneď po športovom výkone. Oficiálne váženie sa uskutočnilo pred začiatkom zápasov.



Obrázok 5. Dizajn zbierania výskumných údajov

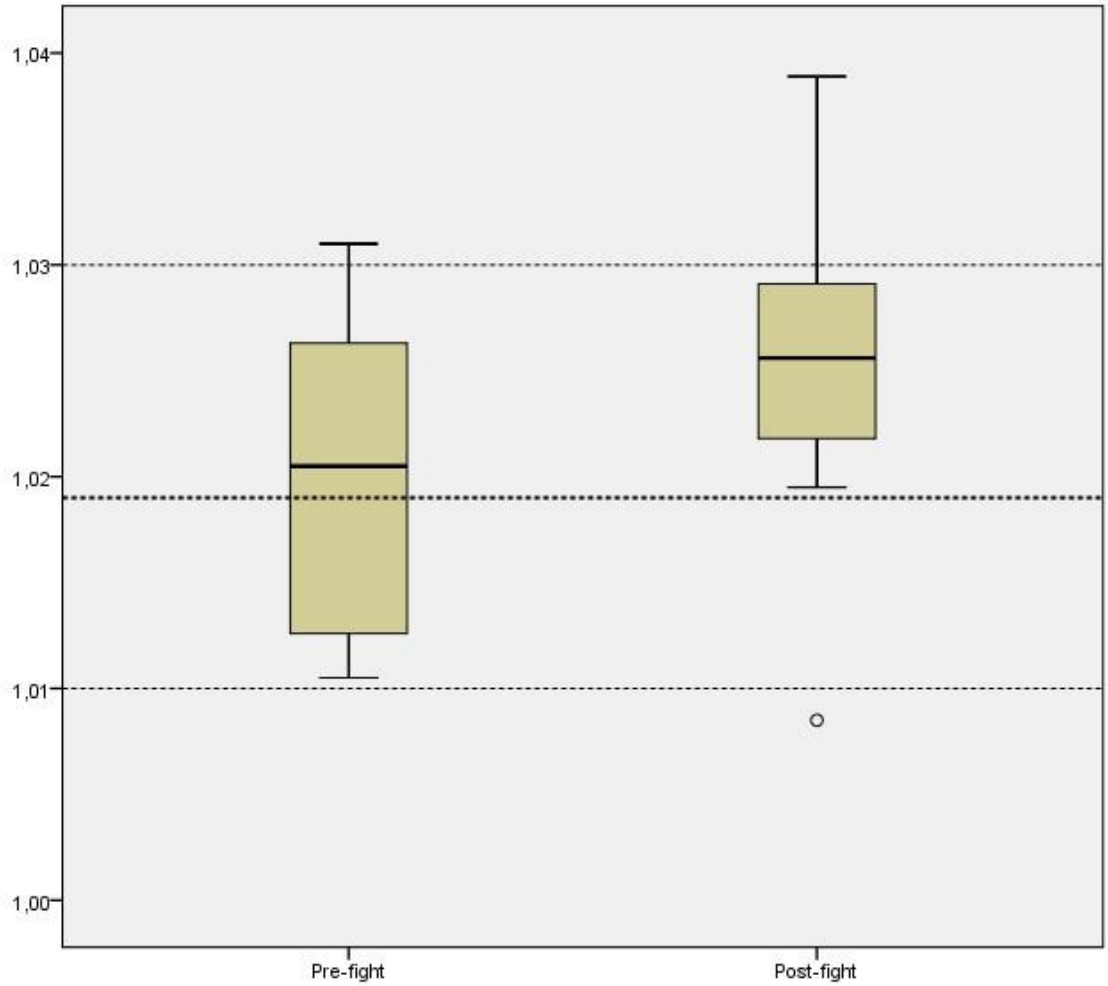
Somatické charakteristiky karatistov sme získali pomocou bioimpedančnej váhy zn. Tanita BC-601 (Made in UK). Hydratačný status bol určovaný nepriamo podľa USG a meraný pomocou ručného digitálneho refraktometra ATAGO PAL-10S (Made in Japan). Pred testovaním sme sa probandov pýtali na ich špecializovaný športový vek a ich bežné návyky príjmu potravy a tekutín pred súťažou. Športový výkon bol ohodnotený počtom zápasov a dĺžkou trvania stretnutí. Pri meraní somatických parametrov mali športovci oblečené iba nohavice, ktoré sú súčasťou výstroja karate-gi. Pri meraní USG si športovec odobral do skúmavky stredný prúd moču a následne ho examinátorovi odovzdal na analýzu, pričom sa okamžite dozvedel aj výsledok merania.

Výsledky merania boli spracované použitím programu SPSS 21 pre Window (SPSS, Inc., Made in USA). Normalitu rozdelenia dát sme testovali pomocou Shapiro-Wilk testu. Pre porovnanie neparametrických dát (USG, hmotnosť tela) sme použili Wilxoconov test. Ďalej sme vypočítali vecnú významnosť (r) pre neparametrické testy, kde $r \geq 0,5$ značí veľký efekt, $r \geq 0,3$ a $< 0,5$ stredný efekt a $r < 0,3$ malý efekt. Spearmanov korelačný koeficient (Fritz et al. 2012) sme použili pri zisťovaní vzťahu medzi premennými - počet zápasov, trvanie zápasov a USG. Hladina významnosti bola stanovená na $p < 0,05$. Aj tento výskum bol schválený etickou komisiou Fakulty telesnej výchovy a športu, Univerzity Komenského, Bratislava, Slovensko, pod číslom 05/2018. Pred začiatkom výskumu podpísali všetci probandi a ich tréneri dobrovoľný informovaný súhlas.

Porovnaním nameraných hodnôt USG pred výkonom s referenčnými hodnotami (ref USG=1,010 g.ml^{-1}) sme zistili, že karatisti boli hypohydratovaní, *Mdn* = 1,021 g.ml^{-1} ($z = -2,805$; $p = 0,005$; $r = 0,887$). Športovci počas súťaže zápasili od 2 do 6 stretnutí s dĺžkou trvania každého zápasu 2 min. Pozápasové hodnoty USG naznačili zhoršenú úroveň hydratácie a karatisti boli hypohydratovaní, *Mdn* = 1,026 g.ml^{-1} ($z = -1;988$; $p = 0,047$; $r = 0,629$). Použitím Wilcoxonovho t-testu sme porovnali pred a pozápasové hodnoty USG (obr.

6), pričom sme nezistili žiadne významné rozdiely (*z = -1.172; p = 0,24; r = 0,371*), aj keď posúťažné USG hodnoty mali tendenciu sa zhoršovať.

Po súťaži sme zistili signifikantné zníženie telesnej hmotnosti o 1,14 % (*z = -2,504, p= 0,012, r = 0,791*). Výsledky Spearmanovej korelácie ukázali, že vzťah medzi dĺžkou trvania zápasov a USG rozdielom pred a po zápasoch je veľmi nízky ($r_{(112)} = 0,068$, $p = 0,851$).



Obr 6. Hodnoty USG (g.ml^{-1}) pred súťažou a po súťaži.

Súčasné výskumy so zameraním na hydratáciu športovcov sú realizované prevažne 24 hodín pred súťažou (Jetton et al. 2013), v tréningovom procese (Štefanovský et al. 2019a) alebo mimo sezóny (Štefanovský et al. 2019b). Žiadna z dostupných štúdií nerieši hydratáciu športovcov v deň, resp. počas športového výkonu. V našom výskume sme zistili, že karatisti boli tesne pred súťažou hypohydratovaní (*Mdn* = 1.021) a dvaja boli dokonca vážne hypohydratovaní. Rovnaké zistenia priniesla napr. analýza hydratácie MMA zápasníkov (Jetton et al. 2013) a môžeme konštatovať, že mladí karatisti kopírujú rovnaké stratégie, ktoré

využívajú dospelí úpolisti vo väčšine úpolových športov. Sú hypohydratovaní bez ohľadu na súťaženie či trénovanie v horúcom prostredí (Rivera-Brwon a De Félix-Dávila, 2012) či v chladnom prostredí (Gibson et al. 2012; Maugham et al. 2005). Počas WKF súťaží je váženie uskutočňované deň pred súťažou. Deň na rehydratáciu síce zlepší úroveň zavodnenia športovcov ale nie dostatočne na úplné zotavenie (Jetton et al. 2013). Slovenské súťaže v karate sú špecifické tým, že váženie športovcov je v deň ich súťažného výkonu a čas na rehydratáciu je tak podstatne kratší.

Ako sme už uviedli v predošlých kapitolách, vynechávanie príjmu tekutín môže negatívne ovplyvniť športový výkon a to zvlášť v prípadoch, kedy športovec používa RUTH. V prípade MMA športovca v štúdii Kasper et al. (2018) môže byť dehydratácia tak závažná, že športovec nie je schopný dokončiť fyzické testovanie. Taktiež je napr. potvrdený negatívny vzťah medzi príjmom tekutín a kognitívnymi schopnosťami (Khan et al. 2015), ktoré limitujú športový výkon v karate. V štúdii D´anci et al. (2009) vysokoškolskí športovci preukázali vyššiu pozornosť v euhydrovanom stave, pričom koncentrácia pozornosti je v karate považovaná za limitujúci faktor (Zemková et al. 2006). Správna hydratácia pred, počas a po tréningu či v súťaži napomáha znižovať straty vody v tele, udržiavať optimálny výkon, znižovať submaximálnu srdcovú frekvenciu, udržiavať objem plazmy, znižovať teplotný stres a možný úpal (Von Duvillard et al. 2008).

Pri porovnaní pred a posúťažných podmienok sme zistili aj napriek stredne silnej vecnej významnosti nárast USG. Dĺžka trvania zápasov nemala žiaden vplyv na USG hodnoty. Každý z našich karatistov súťažil v inej hmotnostnej kategórii, v ktorej boli rozdielne počty pretekárov. Niektoré zápasy mohli byť dlhšie, vyrovnané a fyzicky náročnejšie, aj keď časovú analýzu zápasov sme v našom prípade neuskutočnili. Merať srdcovú frekvenciu počas oficiálneho zápasu v karate je zakázané, a preto objektívne zistiť intenzitu zaťaženia je v kumite viac ako komplikované.

Dôležitosť správnej hydratácie pred nadchádzajúcim výkonom a potenciálne výhody z nej plynúce, sú dôležitou témou. Tréneri a športovci by sa mali sústrediť najmä na správny obsah sodíka v nápojoch. Aj v tomto prípade, podobne ako u džudistov, môžeme konštatovať, že karatisti boli málo vzdelávaní v oblasti optimálnej hydratácie a jej účinkov na športový výkon, či regeneráciu medzi zápasmi.

Limitáciou tejto štúdie je, že trvanie zápasov, intenzita ako aj počet zápasov boli u karatistov rozdielne. Športovci súťažili vo viacerých hmotnostných kategóriách s rôznymi

súpermi, ktorí využívali rozdielnu taktiku k dosiahnutiu víťazstva. Na kontrolu množstva spotrebovanej tekutiny sme nemali príležitosť, pretože tréneri pretekárov nechceli, aby ich zverenci boli vyrušovaní a mohli sa maximálne sústrediť na zápas. Narušenie rovnováhy elektrolytov v kombinácii s hypohydratáciou by mohli byť v ďalších podobných výskumoch sledované okamžitým odberom vzoriek krvi po zápase, čo je síce dobrá a spoľahlivá metóda ale zároveň aj značne nepraktická.

Mladí karatisti v našej štúdii boli pred začiatkom zápasov hypohydratovaní. Tento stav sa po súťaži ešte zhoršil, a to bez ohľadu na počet zápasov a dĺžku ich trvania. Mladí karatisti sa dostávajú do hypohydratovaného stavu podobne ako dospelí športovci. O to dôležitejšie je v tejto oblasti zvýšiť úroveň vzdelávania športovcov, trénerov aj rodičov a pri meraniach USG zabezpečiť okamžitú spätnú väzbu a informovanosť.

7. Zmeny USG, telesnej hmotnosti a množstvo prijatej tekutiny v tréningovom procese džudistov

V poslednom výskume v rámci nášho grantového programu sme zisťovali zmeny USG a telesnej hmotnosti v tréningovom procese dorasteneckých a juniorských džudistov. Zaujímalo nás množstvo spotrebovanej tekutiny počas tréningov a tiež či existuje medzi týmito premennými vzťah, resp. aká je intenzita skúmaného vzťahu.

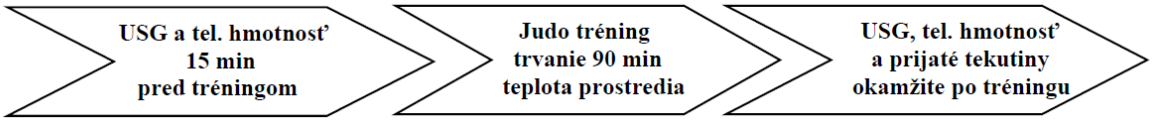
Na meraní sa zúčastnilo 7 mužov a 1 žena, priemerný vek 16,9 ±1,73 rokov, telesná výška 178,3 ±8,33 cm, telesná hmotnosť 76,6 ±16,19 kg. Všetci probandi sa zúčastňovali na výskume dobrovoľne, čo potvrdili osobným písomným súhlasom, resp. súhlasom zákonného zástupcu. Probandi boli skúsení džudisti s priemerným špecializovaným športovým vekom 9,1 ±1,73 rokov a boli nositeľmi technického stupňa vyspelosti od 4. kyu po 1. dan. Jeden z probandov bol zaradený do širšieho výberu slovenskej juniorskej reprezentácie. Počas výskumu nebol žiaden z probandov v procese zámernej úpravy telesnej hmotnosti.

Zber výskumných údajov prebiehal po dobu šiestich týždňov a počas tohto obdobia sa nám vzhľadom na tréningovú účasť probandov podarilo zrealizovať 33 meraní. Na získanie výskumných údajov sme použili digitálny ručný refraktometer ATAGO PAL-10 S (Made in Japan), ktorým sme zisťovali špecifickú hustotu moču a nepriamo určovali stupeň hydratácie, resp. jej zmeny. Ďalej sme u športovcov zisťovali telesnú hmotnosť pomocou digitálnej telesnej váhy TOPCOM 500 (Made in Belgium). Množstvo spotrebovanej tekutiny počas tréningu sme merali použitím nápojových fliaš s mierkou, pričom každý proband mal počas výskumu pridelenú vlastnú fľašu označenú menom. Počas tréningov sme merali aj ďalší parameter, a to teplotu prostredia telocvične pomocou ortuťového teplomera (Made in Slovakia) s meracím rozsahom od -40 do +50 ºC. Teplota prostredia telocvične za sledované obdobie varírovala v rozpätí od 25 do 29 ºC, pričom priemerná teplota bola na úrovni 26,7 ±1,61 ºC.

Na začiatku výskumu sme s probandmi uskutočnili vstupnú anamnézu, z ktorej sme zistili vek, telesnú výšku, hmotnosť, špecializovaný športový vek, športovú výkonnosť a stupeň technickej vyspelosti. Zber dát prebiehal v dvoch fázach. V prvej fáze, t.j. 15 min. pred tréningom, sme vždy probandov odvážili, pripravili fľašu s tekutinou a odovzdali skúmavku na odber vzorky moču. V druhej fáze, t.j. okamžite po skončení tréningu sme váženie probandov opakovali, skontrolovali individuálne množstvo spotrebovanej tekutiny a

opäť odovzdali skúmavku na potréningovú analýzu hustoty moču (obr. 7). Váženie probandov prebiehalo v judo-gi nohaviciach bez hornej časti (športového kabáta) a naboso.

Pri odbere vzorky moču boli probandi inštruovaní, aby do skúmavky zachytili jeho stredný prúd. Analýza hustoty (USG) prebehla priamo v priestoroch telocvične pri tréningových šatniach a probandi sa svoje výsledky dozvedeli okamžite. Ak proband počas tréningu spotreboval všetku tekutinu pripravenú vo fľaši, examinátor fľašu opätovne doplnil a túto skutočnosť si poznačil do pripraveného záznamového hárku.

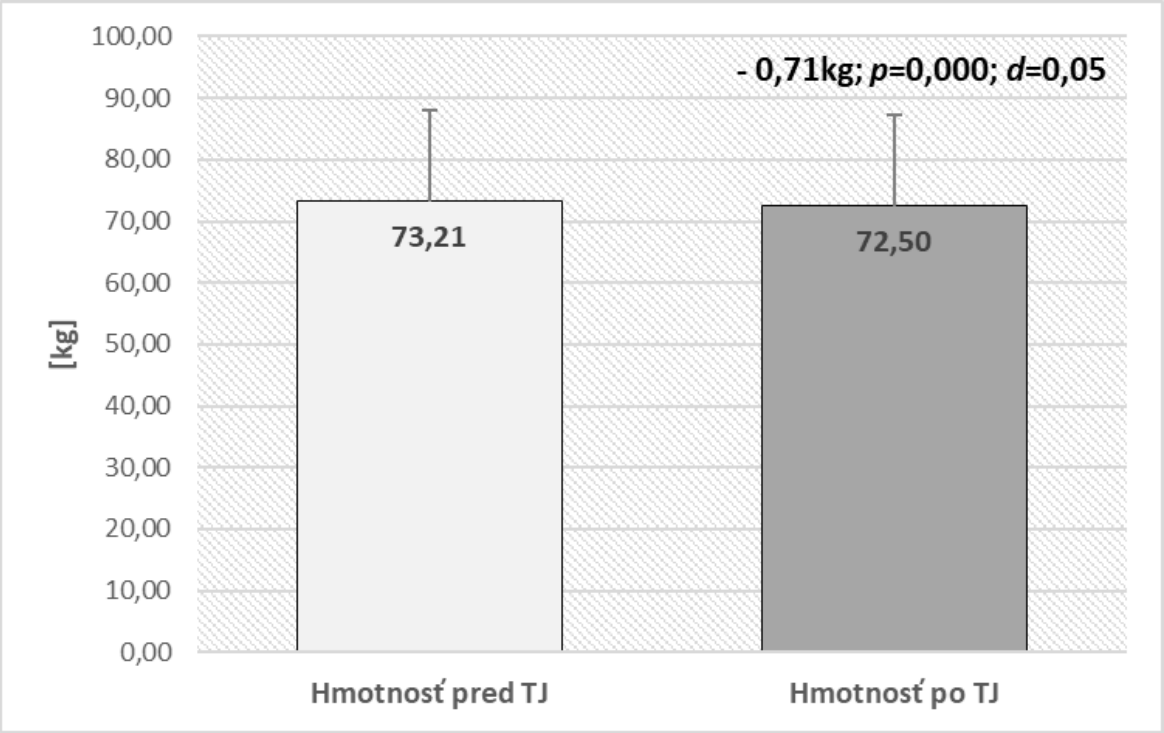


Obr. 7 Dizajn zbierania výskumných údajov

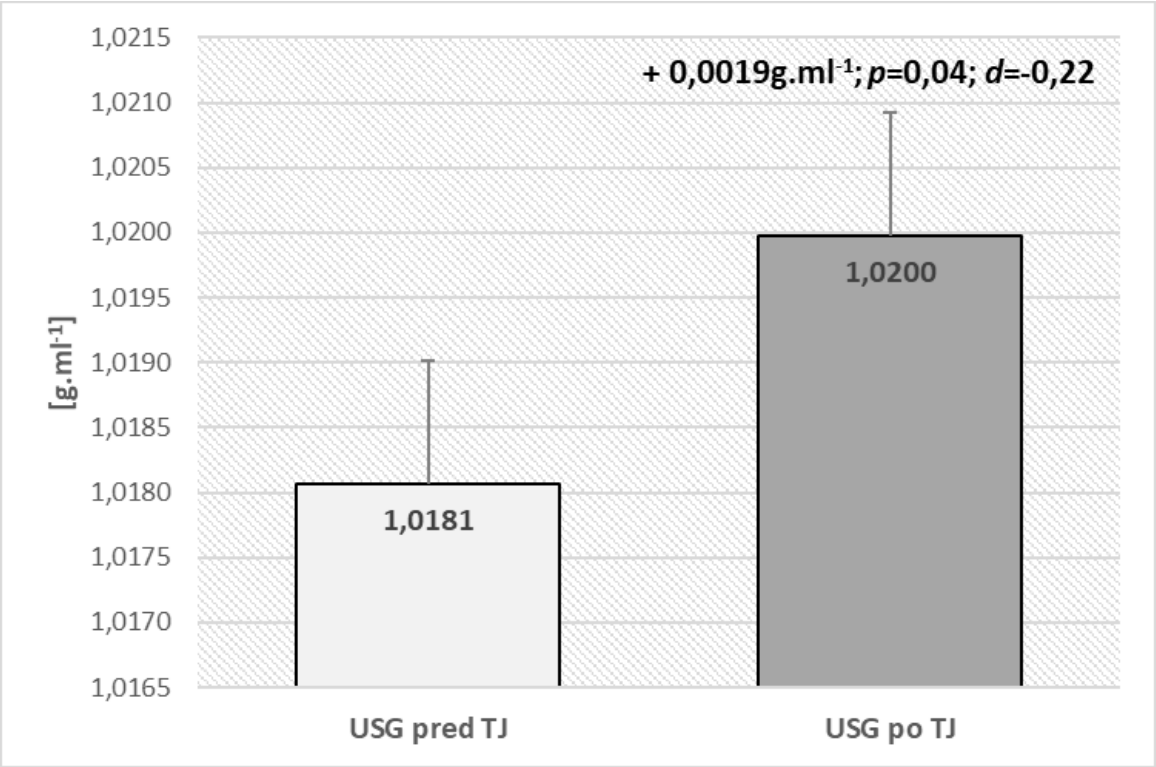
Tréningy džudo trvali 90 minút v utorok a štvrtok, v čase 18,30 – 20,00 hod. a skladali sa z: rozohriatia (8 - 10 min.), dynamického strečingu a kontrolovanej mobility kĺbov (10 min.), špecifických pádových cvičení a gymnastiky (10 min.), technickej prípravy (15 min.), rozvoja rýchlosti a reakcie špecifickými prostriedkami (10 min.), z tréningových bojov (15 min.), silovej prípravy (10 min.), strečingu a rolovania (5 – 10 min.).

Štatistickú analýzu zozbieraných dát sme uskutočnili pomocou softvéru SPSS 21 pre Windows. Normalitu rozloženia dát sme zisťovali Shapiro-Wilkovým testom. Párový test sme použili na porovnanie pred a potréningových hodnôt USG a telesnej hmotnosti. Vecnú významnosť sme posudzovali pomocou Cohenoveho *d* . Pearsonova korelačná analýza bola použitá na zistenie vzťahu medzi premennými USG, telesnou hmotnosťou, množstvom prijatej tekutiny a teplotou prostredia. Hladinu významnosti sme posudzovali na $p < 0,05$.

Džudisti pred tréningom (obr. 8) vážili v priemere 73,21 ± 14,81 kg a po tréningu 72,50 ± 14,82 kg, čo predstavuje pokles hmotnosti v priemere o 0,71 ± 0,48 kg a tento rozdiel bol preukázaný ako štatisticky významný p=0,000; d=0,05. U niektorých probandov sme zaznamenali maximálny individuálny úbytok telesnej hmotnosti o 1 až 2 kg, zatiaľ čo najnižšie zaznamenané individuálne úbytky hmotnosti boli na úrovni 0,0 až 0,3 kg.



Obr. 8 Zmeny priemernej telesnej hmotnosti sledovaného súboru vplyvom 90 min. špecifického zaťaženia v džude; pokles o 0,71 kg; p=0,000; d=0,05



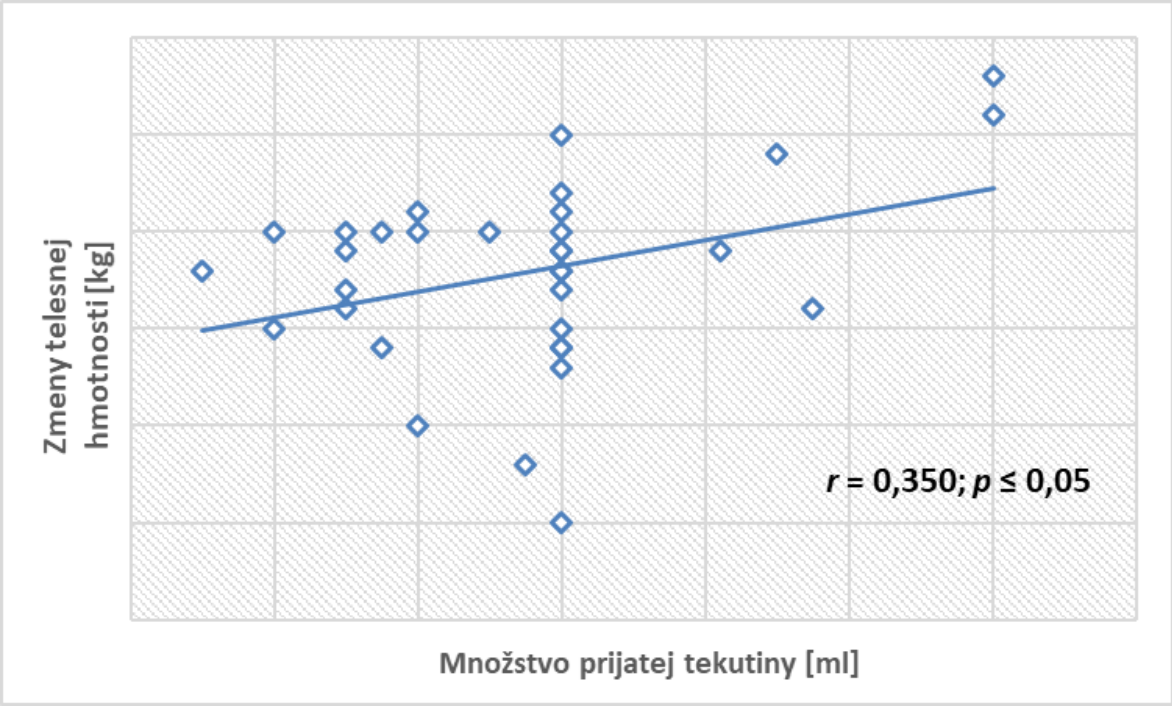
Obr. 9 Zmeny priemernej špecifickej hustoty moču sledovaného súboru vplyvom 90 min. špecifického zaťaženia v džude; nárast o 0,0019 g.ml^{-1}; p=0,04; d=-0,22

Pred tréningom bola priemerná hodnota USG (obr. 9) na úrovni 1,0181 ±0,0096 $g.ml^{-1}$ a po tréningu 1,0200 ±0,0081 $g.ml^{-1}$. Vplyvom špecifického tréningového zaťaženia došlo k signifikantnému zvýšeniu hustoty moču o 0,0019 $g.ml^{-1}$; p=0,04; d=-0,22 a to aj napriek tomu, že probandi počas tréningu prijímali tekutiny ad libitum. Priemerné predtréningové hodnoty sú podľa klasifikácie Chapelle et al. (2017) považované za stav miernej hypohydratácie, resp. potréningové sa považujú za stav hypohydratácie.

Niektoré individuálne zistené predtréningové hodnoty (napr. 1,031, 1,033 resp. 1,034 $g.ml^{-1}$) sú podľa uvedenej klasifikácie považované za stav vážnej hypohydratácie. Najhoršie potréningové individuálne hodnoty boli na úrovni vážnej hypohydratácie (1,032, 1,034, resp. 1,037 $g.ml^{-1}$).

Spotreba tekutín bola za 90 minút tréningu v priemer 549,1 ± 255,1 ml a pohybovala sa v rozpätí od 200 do 1200 ml. Probandi prijímali tekutiny ad libitum v prestávkach medzi cvičeniami, pričom počet prestávok na pitie sa pohyboval v jednom tréningu v rozpätí od 3 do 5.

Pri hľadaní vzťahu (obr. 10) medzi sledovanými premennými sme zistili pozitívnu koreláciu medzi zmenou telesnej hmotnosti a množstvom prijatej tekutiny počas tréningu, *r=0,350; p=0,046*. Podľa Chrásku (2007) je uvedený korelačný koeficient interpretovaný ako nízka závislosť.



Obr. 10 Spearmanova korelácia medzi zmenami telesnej hmotnosti a množstvom prijatej tekutiny; r=0,0350; p≤0,05

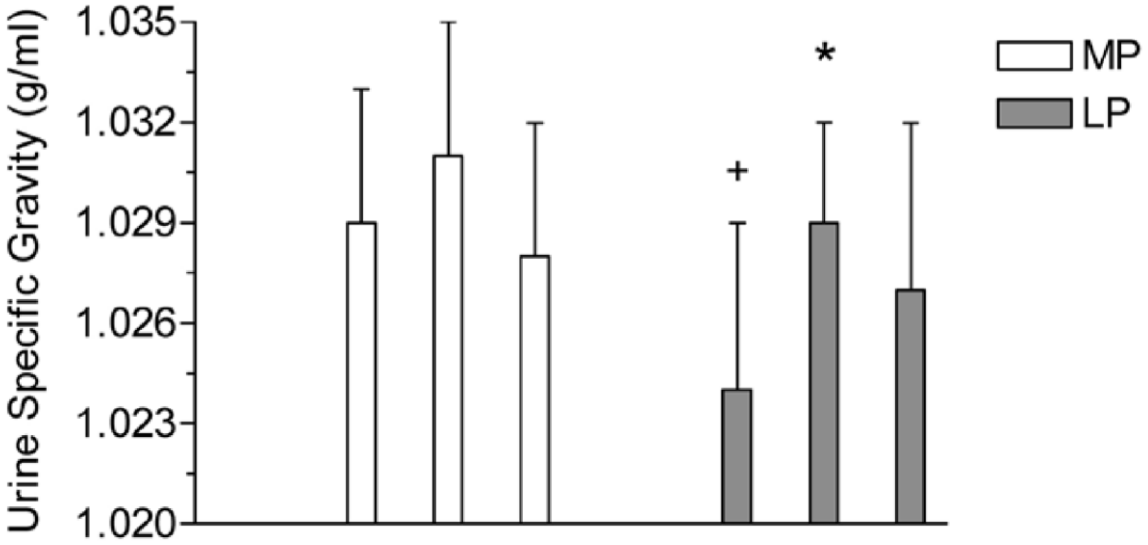
Medzi teplotou prostredia a množstvom spotrebovanej tekutiny sme nezistili žiaden vzťah (*r= -0,266; n. s.*), čo môžeme vysvetliť tým, že tréningový proces prebiehal v období, kedy teplota ovzdušia nepresiahla ani raz tropické hodnoty (t.j. nad 30 °C). V našom prípade bola priemerná teplota prostredia telocvične počas dní experimentu na úrovni 26,7 °C. Žiaden vzťah sme nezistili ani medzi teplotou prostredia a zmenou telesnej hmotnosti *(r=0,112; n. s.*).

Žiadnu koreláciu sme nezistil medzi zmenou USG a množstvom spotrebovanej tekutiny (*r=-0,159; n. s.*), zmenou USG a teplotou prostredia (*r=-0,200; n. s.)* a ani zmenou USG a zmenou telesnej hmotnosti (*r=- 0,152; n. s.).*

Sledovanie zmien telesnej hmotnosti počas tréningu pomocou pred a potréningového váženia probandov je praktický a nenáročný spôsob zisťovania straty vody v tele. Naši probandi aj napriek miernym klimatickým podmienkam a príjmu tekutín počas tréningu ad libitum významne znížili svoju telesnú hmotnosť v priemere o 0,71 kg, čo predstavuje zmenu o 0,96 %. Vysvetlenie možno hľadať v mechanizme potenia, ktorým sa organizmus bráni prehrievaniu pri fyzickom zaťažení. Dôležitou úlohou ľudského organizmu je totiž udržiavať telesnú teplotu na určitej úrovni. Ak nastane kolísanie telesnej teploty od požadovanej hodnoty, zapoja sa do činnosti tie mechanizmi, prostredníctvom ktorých sa zvýši vytváranie tepla (vnútorné orgány, svalstvo) alebo sa zvýši jeho výdaj na povrch (koža – potenie). Táto regulácia prebieha pod dohľadom mozgových centier. Najvyššie centrum je v hypotalamuse a má dve časti. Prvá časť zabezpečuje ochranu pred teplom a druhá ochraňuje pred chladom (Kobulnický, 2017; Štulrajter, 2008). Pri vyššom tepelnom zaťažení v dôsledku telesného zaťaženia dochádza k rozšíreniu ciev a nastáva sekrécia potu. Najúčinnejšia fyziologická ochrana organizmu proti prehriatiu je odparovanie potu. Hamar a Lipková (1996) uvádzajú, že organizmus dokáže vyprodukovať v priemere viac ako 2 litre potu za jednu hodinu intenzívneho tréningového zaťaženia. Straty tekutín bývajú podľa Clarkovej (2011) obvykle od 0,5 do 2 l za hodinu v závislosti od pohybovej aktivity, telesnej stavby, intenzity cvičenia, oblečenia, teploty prostredia, úrovne aklimatizácie na teplo a úrovne trénovanosti. Autorka uvádza, že napr. pomaly bežiaci vytrvalec vážiaci 50 kg môže stratiť 0,5 l potu, zatiaľ čo 90 kg vážiaci bežec, ktorý beží rýchlo, môže za hodinu vypotiť až 2 l. Dokonca aj plavci môžu vypotiť v priemere 0,5 l potu za hodinu tréningu a hráči amerického futbalu, trénujúci v horúcom letnom dni s plnou výbavou môžu stratiť viac než 8 l potu za deň. Naši probandi potením v rámci tréningu znížili svoju telesnú hmotnosť od 0 do 1,7 kg, v priemere o 0,71 kg, resp. 0,96 %. Podobné významné zmeny v telesnej hmotnosti (pokles v priemere o 0,60 kg) a telesnej vody (pokles v priemere o 0,80 kg) počas tréningu džuda zaznamenali Mekic

et al. (2019). U športovcov pri takomto úbytku potu je možné pozorovať úvodné symptómy dehydratácie, akými sú: začiatok smädu, zhoršená schopnosť regulovať telesnú teplotu a začiatok poklesu výkonovej kapacity (Greenleaf a Harrison 1986). Rivera-Brown a De Félix-Dávila (2012) zistili u džudistov trénujúcich v tropickom prostredí (teplota prostredia nad 30 °C) pokles telesnej hmotnosti v priemere o 1,3 ±0,8 % u mladších, resp. 1,9 ±0,5 % u starších džudistov. Pri takomto úbytku telesnej hmotnosti sa dostavujú symptómy ako výrazný pocit smädu, diskomfort, ťažoba a strata chuti do jedla. Judo-gi - športový výstroj džudistov môže sťažiť mechanizmus potenia a rozptylu tepla do prostredia a môže prispieť k prehrievaniu organizmu džudistov (Hayakava et al. 2018).

Hayakava et al. (2018) ďalej zistili, že priemerná strata telesnej hmotnosti za 90 min. tréningu 10 – 16 ročných džudistov sa pohybovala v rozpätí od 0,04 po 0,69 % a rozdiel medzi pred a potréningovom vážením na rozdiel on našej štúdie nebol významný. Ak bola ponúkaná športovcom voda, jej spotreba bola v priemere 521,1 ± 290 ml za tréning. Pri pití športového nápoja klesla spotreba na priemernú hodnotu 152,2 ± 187 ml za tréning a tento rozdiel bol štatisticky významný (p=0,006).



Obr. 11 Pred a potréningové hodnoty USG, resp. 24 hod. od ukončenia tréningu džudistov v predpubertálnom (MP) a postpubertálnom (LP) veku (Rivera-Brown a De Félix-Dávila, 2012).

Pri vyhodnocovaní parametra USG sme zistili významné zvýšenie hustoty moču po tréningu, konkrétne o 0,0019 $g.ml^{-1}$ a probandi boli podľa klasifikácie Chapelle et al. (2017) na hranici hypohydratácie. Významne zvýšenie USG po 90 min. futbalovom tréningu v chladnom prostredí (n=40) zistili aj autori Ozolina, Pontaga a Strele (2013), pričom pred-tréningové hodnoty boli 1,020 ±0,008 $g.ml^{-1}$, resp. potréningové 1,026 ±0,006 $g.ml^{-1}$.

Priemerná strata hmotnosti za tréning predstavovala 0,80 ±0,55 kg. Autori ďalej zistili, že viac ako polovica hráčov vstupovala do tréningu hypohydratovaná a tento stav sa po tréningu ešte zhoršil. A nakoniec Rivera-Brown a De Félix-Dávila (2012) zisťovali u džudistov USG pred, po tréningu a 24 hod. od skončenia tréningu, pričom zistili, že džudisti prichádzali na tréning na úrovni vážnej hypohydratácie a tento stav sa po tréningu zhoršil, resp. pretrval až do nasledovného merania, t.j. 24 hodín od skončenia tréningu (obr. 11).

Náznak pozitívneho vzťahu sme zistili medzi množstvom prijatej tekutiny a zmenou telesnej hmotnosti aj keď táto korelácia je len slabá. Môžeme logicky predpokladať, že pri optimálnom príjme tekutín počas tréningu, nedôjde k významným zmenám telesnej hmotnosti, resp. k jej zníženiu. Teoreticky môže telesná hmotnosť dokonca rásť s množstvom prijatej tekutiny, ak športovec prijme viac tekutín ako je potrebné, resp. ako vypotil, prípadne intenzita tréningu nie je príliš vysoká. Príjem vyšší ako >1 l/h však môže spôsobiť bolesti brucha a nevoľnosť v dôsledku hromadenia neabsorbovanej tekutiny v tenkom a hrubom čreve (Noakes 1993). V staršej štúdii Armstrong et al. (1997) 10 mužov kráčalo 90 min. na bežiacom páse rýchlosťou 5,6 km/h, pri 5% stúpaní, teplote prostredia 33 °C a vlhkosti 56 %. Počas chôdze mohli konzumovať vodu ad libitum. Bez ohľadu na to, či boli na začiatku testu euhydrovaní alebo hypohydratovaní sa ich telesná hmotnosť zvýšila v priemere o 0,9 % pravdepodobne v dôsledku konzumácie tekutín počas testu.

Pri hypohydratácii našich probandov v rozsahu úbytku telesnej hmotnosti od 0,7 do 1,1 kg odporúčajú Marček et al. (2007) počas tréningu príjem tekutín každých 20 – 30 min. a optimálny objem by mal varírovať od 177 do 237 ml za uvedený čas. Riadenie sa pocitom smädu môže znamenať problém pre optimálnu rehydratáciu, pretože športovec môže byť pri pociťovaní smädu už hypohydratovaný. Preto je pre džudistov vhodnejšie dodržiavať príjem tekutín v pravidelne uvedených intervaloch, ktoré spomína Marček et al. (2007). Hayakawa et al. (2018) zistili, že ak bol ponúkaný športový nápoj, jeho spotreba počas tréningu džuda významne klesla v porovnaní s príjmom čistej vody. Teda nielen pravidelné intervaly ale aj druh ponúkanej tekutiny môže zohrávať dôležitú úlohu pri optimálnej rehydratácii počas zaťaženia.

Počas tréningového zaťaženia džudistov je najvhodnejšie prijímať hypotonický nápoj s obsahom 3 – 6 % sacharidov. Tento slúži na rýchle doplnenie tekutín (rýchle vstrebávanie) a má nízky obsah elektrolytov (Štefanovský et al. 2012). Za určitých okolností, napr. pri dlho trvajúcom tréningu, tréningu v horúcom prostredí alebo pri viacfázovom tréningovom

procese je možné prijímať počas cvičenia aj izotonický nápoj s obsahom sacharidov 6 – 8 %. Tieto slúžia na vyrovnanie strát tekutín, majú vyšší obsah elektrolytov a sú relatívne stále dobre vstrebateľné. Cieľom predtréningovej hydratácie je zabezpečiť najmä optimálny športový, resp. tréningový výkon a zabrániť hypohydratácii organizmu. Dôležité je začať výkon v euhydrovanom stave s normálnou úrovňou krvnej plazmy a elektrolytov. Predtréningová hydratácia začína už niekoľko hodín pred tréningom. Prijímanie „extra“ vody pred cvičením (tzv. hyperhydratácia) chráni organizmus športovca pred prehriatím. Hyperhydratácia spomaľuje hypohydratáciu a zlepšuje potenie počas cvičenia. McArdle, Katch a Katch (2015) odporúčajú prijímať približne 500 ml vody pred spaním, noc pred tréningom alebo športovým výkonom v horúcom prostredí, ďalších 500 ml odporúčajú prijať ráno po prebudením a približne 400 až 600 ml vody asi 20 min. pred tréningom. Napr. zvýšený režim prijímania tekutín (4,5 l denne) 1 týždeň pred futbalovým turnajom elitných hráčov viedol k zvýšeniu zásob vody v tele a k zlepšeniu termoregulácie počas zápasu v horúcom prostredí (Rico-Sanz et al. 1996). Predtréningová hyperhydratácia však nemôže nahradiť potrebu kontinuálneho prijímania tekutín počas zaťaženia.

Potréningový nápoj by mal byť hypertonický s obsahom sacharidov viac ako 8 % a odporúčaný obsah sodíka je 20 – 60 mmol L^{-1} nápoja (McArdla, Katch a Katch 2015; Štefanovský et al. 2012). Pre uvedené vlastnosti je jeho vstrebávanie pomalšie, a preto nie je vhodný počas tréningu. Pridanie ďalších 2 – 5 mmol L^{-1} draslíka môže zvýšiť retenciu vody v medzibunkovom priestore.

Jednou z limitácií nášho výskumu je, že niektorí probandi pili počas tréningu čistú vodu a iní požiadali examinátora o zarobenie hypotonického nápoja. Ako sme už vyššie uviedli, druh prijímanej tekutiny môže tiež vplývať na stupeň hydratácie. V ďalších prácach odporúčame sledovať zmeny telesnej hmotnosti, USG a množstvo prijatých tekutín počas randorových sústredení, ktoré často prebiehajú v tropických klimatických podmienkach a kde potréningová a medzitréningová rehydratácia sú kľúčové pre optimálne zotavenie športovcov.

Vplyvom 90 min. špecifického tréningového zaťaženia v džude sa probandom významne znížila telesná hmotnosť a významne zvýšila hustota moču, a to aj napriek skutočnosti, že mohli konzumovať tekutiny ad libitum a teplota prostredia telocvične zodpovedala len miernej klíme. Džudisti prijímali počas tréningu v priemere 549,1 ± 255,1 ml tekutín a tieto hodnoty sú takmer identické so spotrebou tekutín v podobných výskumoch

s rovnakým trvaním zaťaženia. Vzťah medzi množstvom prijatej tekutiny a teplotou prostredia sa nám nepotvrdil. Taktiež sme nenašli žiaden vzťah medzi ostatnými sledovanými parametrami s výnimkou nízkej pozitívnej korelácie medzi zmenou telesnej hmotnosti a množstvom prijatej tekutiny.

8. Súhrn najdôležitejších poznatkov a odporúčania pre výskum a prax

1. Z analýzy dostupných zdrojov sme zistili, že pri posudzovaní vplyvu dehydratácie a rapídnej úpravy telesnej hmotnosti na rôzne parametre výkonu, je potrebné brať do úvahy aj:
    a) úroveň (stupeň) dehydratácie,
    b) spôsob akým sa dehydratácia dosiahla,
    c) úroveň trénovanosti športovcov,
    d) spôsob trénovania (aeróbne alebo anaeróbne zaťaženie),
    e) a tiež či sa dehydratácia kombinuje s obmedzovaním príjmu potravy.

2. Vedeckých prác, ktoré posudzujú vplyv dehydratácie na intermitentný výkon je nedostatok. Z uvedeného dôvodu nie je preto možné vyvodiť jednoznačné závery a ďalší výskum v tejto oblasti je nutný.

3. Jediná štúdia na vzorke mladých elitných boxerov nezistila vzťah medzi RUTH a úspechom na kontinentálnych majstrovstvách. Vzťah medzi úspechom na súťaži a RUTH v iných úpolových športoch nebol doteraz dostatočne skúmaný a preukázaný.

4. Bez ohľadu na druh úpolového športu, prevažná väčšina úpolových športovcov (viac ako 80 %) využíva RUTH v športovej príprave pred súťažným výkonom, slovenských a českých džudistov nevynímajúc.

5. Dehydratácia, resp. kombinácia dehydratácie a RUTH môže mať až fatálne následky na organizmus športovca a za určitých okolností môže spôsobiť až smrť.

6. Je preto náležité, aby organizácie, ktoré zastrešujú úpolové športy zaviedli reguláciu a pravidlá pri používaní metód úpravy telesnej hmotnosti. Určité vzorové modely ponúka napr. Americká asociácia zápasenia a Svetová federácia džudo.

7. Pri intraindividuálnom posudzovaní vplyvu metód PUTH a RUTH na vybrané somatické, fyziologické a výkonové parametre zápasníka MMA sme zistili že:

    a) telesná hmotnosť a % podkožného tuku boli nižšie pri metóde PUTH,
    b) Cooprov test nebol metódou PUTH a RUTH zhoršený. Pri PUTH prezentoval proband lepšiu úroveň trénovanosti na vstupe i výstupe,
    c) výkon v tlaku činky na maximálny počet opakovaní bol horší o 6 % pri metóde PUTH a pri RUTH ostal prekvapivo nezmenený,
    d) srdcová frekvencia bola negatívne ovplyvnená oboma metódami, ale výraznejšie to bolo pri RUTH. Tu však treba na základe USG merania dodať, že pri výstupnom meraní pri metóde PUTH bol proband vážne dehydrovaný, čím vysvetľujeme jej vzostup,
    e) špecifická hustota moču bola vyššia pri metóde RUTH.

8. Náš testovaný proband trénujúci MMA nemá zrejme správne návyky v dennom pitnom režime a pri metóde PUTH na výstupnom meraní mal USG na úrovni vážnej hypohydratácie, čím mohlo dôjsť k narušeniu vnútornej validity experimentu.

9. Pri testovaní USG na súbore mladých džudistov v rôznych obdobiach ročného tréningového cyklu sme zistili, že športovci boli vo všetkých meraniach mierne hypohydratovaní bez významných rozdielov. Pri porovnaní nameraných hodnôt s referenčnými sme zistili významné rozdiely v mimosúťažnom a v súťažnom období.

10. Úroveň hydratácie džudistov nebola optimálna ani počas 5-dňového posezónneho tréningového sústredenia a to aj napriek tomu, že dostupnosť vody a nápojov bola z nášho pohľadu nadštandardná. Prvé dve merania poukázali na hypohydratáciu a v ďalších meraniach boli probandi mierne hypohydratovaní. Pri porovnávaní nameraných hodnôt s referenčnými sme pri jednotlivých dňoch merania zistili významné štatistické rozdiely.

11. Mladí karatisti v našej štúdii boli hypohydratovaní už pred začiatkom turnaja. Tento stav sa po súťaži ešte zhoršil a to bez ohľadu na počet zápasov a ich dĺžku trvania.

Mladí karatisti sa dostávajú do hypohydratovaného stavu podobne ako dospelí úpoloví športovci. O to dôležitejšie je v tejto oblasti zvýšiť úroveň vzdelávania športovcov, trénerov a rodičov a pri meraniach USG zabezpečiť okamžitú spätnú väzbu a informovanosť.

12. Vplyvom 90 min. špecifického tréningového zaťaženia v džude sa probandom významne znížila telesná hmotnosť a významne zvýšila hustota moču, a to aj napriek skutočnosti, že mohli konzumovať tekutiny ad libitum a teplota prostredia telocvične zodpovedala miernej klíme.

13. Džudisti prijímali počas 90. min tréningu v priemere 549,1 ± 255,1 ml tekutín a tieto hodnoty sú takmer identické so spotrebou tekutín v podobných výskumoch s rovnakým trvaním zaťaženia.

14. Vzťah medzi množstvom prijatej tekutiny a teplotou prostredia sa nám nepotvrdil. Taktiež sme nenašli žiaden vzťah medzi ostatnými sledovanými parametrami s výnimkou nízkej pozitívnej korelácie medzi zmenou telesnej hmotnosti a množstvom prijatej tekutiny.

Zoznam bibliografických odkazov

1. Alderman, B., L, Landers, D., M., Carlson, J. a Scott, J., R. 2004. Factors related to rapid weight loss practices among international-style wrestlers. *Journal of Medicine Science and Sports Exercise*, 36(2), 249 - 252.
2. Armstrong, E., L., Maresh, M., C., Gabaree, V., C., Hoffman, R., J., Kavouras, A., S., Kenefick, W., R., Castellani W., J. a Alhquist, E. L. 1997. Thermal and circulatory responses during exercise: effect of hypohydration, dehydration, and water intake. *Journal of Applied Physiology*, 82(6), 2028-2035.
3. Armstrong, E., L., Soto, J., A., Hacker, F., T., Casa, D., J., Kavouras, S., A. a Maresh, C., M. 1998. Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration. *International Journal of Sport Nutrition*, 8(4), 345-355.
4. Artioli, G., G., Gualano, B., Franchini, E., Scaglisi F., B., Takesian, M., Fuchs, M. a Lancha, A., H. Jr. 2010. Prevalence, magnitude, and methods of rapid weight loss among judo competitors. *Medicine & Science in Sports Exercise*. 42(3), 436–442.
5. Artioli, G., G., Saunders, B., Iglesias, T., R. a Franchini, E. 2016. It is time to band rapid weight loss from combat sports. *Sports Medicine*, 46 (11), 1579-1584.
6. Bangsbo, J., Krustrup, P., Gonzalez-Alonso, J., a Saltin, B. 2001. ATP production and efficiency of human skeletal muscle during intense exercise: Effect of previous exercise. *American Journal of Physiology, 280(6)*, 956–964.
7. Berkowich, B., E., Eliakim, A., Nemet, D., Stark, H., A. a Sinai, T. 2016. Rapid weight loss among adolescents participating in competitive judo. *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism*, 26(3), 276 – 284.
8. Bigard, A-X., Sanchez, H., Claveyrolas, G., Martin, S., Thimonier, B., a Arnaud, M., J. 2001. Effects of dehydration and rehydration on EMG changes during fatiguing contractions. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 33(10)*, 1694 – 1700.
9. Bijlani, R., L., a Sharma, K., N. 1980. Effect of dehydration and a few regimes of rehydration on human performance. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology, 24(4)*, 255–266.

10. Bratland-Sanda, S., a Sundgot-Borgen, J. 2013. Eating disorders in athletes: Overview of prevalence risk factors and recommendations for prevention and treatment.
European Journal of Sports Science, 13(5), 499 – 508.

11. Brito, C., J., Roas, A., F., C., Brito, I., S., S., Marins, J., C., B., Córdova, C., Franchini, E. 2012. Methods of body mass reduction by combat sports athletes. *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism*. 22(2), 89–97.

12. Caldwell, J., E., Ahonen, E., a Nousiainen, U. 1984. Differential effects of sauna, diuretic, and exercise induced hypohydration. *Journal of Applied Physiology, 57(4)*, 1018–1023.

13. Caterisano, A., Camaione, D., N., Murphy, R., T., a Gonino, V., J. 1988. The effect of differential muscular endurance during acute thermally induced hypohydration. *American Journal of Sports Medicine, 16(3)*, 269–273.

14. Clark, N. 2011. *Sportovní výživa*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978–80–97-16842–0–7.

15. Center for Disease Control and Prevention. *Hyperthermia and dehydration-related deaths associated with intentional rapid weight loss in three collegiate wrestlers—North Carolina, Wisconsin, and Michigan*, November–December 1997. JAMA 279: 824–825, 1998.

16. Coles, D. 1999. Making the Weight: Judokas Practices. Unpublished Master's Thesis, University of Wales Institute Cardiff.

17. D'anci, K. E., Vibhakar, A., Kanter, J. H., Mahoney, C. R., & Taylor, H. A. 2009. Voluntary dehydration and cognitive performance in trained college athletes. *Perceptual and Motor Skills*, *109*(1), 251–269.

18. Darmon, M., Timsit, J., F., Francais, A., Nguile-Makao, M., Adrie, C., Cohen, Y., Garrouste-Orgeas, M., Goldgran-Toledano, D., Dumenil, A., S., Jamali, S., Cheval, C., Allaouchiche, B., Souweine, B., a Azoulay, E. 2010. Extreme Weight Cutting In MMA. Association between hypernatraemia acquired in the ICU and mortality: a cohort study. *Nephrology, Dialysis, Transplantation: Official Publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association, 25(8)*, 2510 - 2515.

19. El Ghoch, M., Soave, F., Cafugi, S., a Grave, D., R. 2013. Eating disorders, physical fitness and sport performance: A systematic review. *Nutrients*, 5(12), 5140–5160.

20. Fogelholm, G. M. 1994. Effects of bodyweight reduction on sports performance. *Sports Medicine*, 18(4), 249-267.

21. Fernández-Elias, V., E., Martínez-Abellán, A., López-Gullón, J., M., Morán-Navarro, R., Pallarés, J., G., De la Cruz-Sánchez, E., Mora-Rodriguez, R. 2014. Validity of hydration non-invasive indices during the weightcutting and official weigh-in for Olympic combat sports. PLoS One, 9(4). Dostupné na: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095336

22. Fogelholm, G., M., Koskinen, R., Laasko, J., Rankinen, T. a Ruokonen, I. 1993. Gradual and rapid weight loss: effects on nutrition and performance in male athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(3), 371 – 377.

23. 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 (52), 1-6.

24. Franchini, E., Del Vecchio, F., B., Matsushigue, K., A. a Artioli, G., G. 2011. Physiological profiles of elite judo athletes. *Sports Medicine*, 41(2), 147 - 166.

25. Fritz, C. O., Morris, P. E., a Richler, J. J. 2012. Effect size estimates: Current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 2–18.

26. Gann, J., J., Grant, T., M., a La Bounty, P., M. 2015. Weight cycling: prevalence, strategies, and effects on combat athletes. *Journal of strength and condition*, 37(5), 105–11.

27. Gastin, P., B. 2001. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine, 31(10)*, 725–741.

28. Gibson, J., C., Stuart-hill., L., A., Pethick, W. a Gaul, C., A. 2012. Hydration status and fluid and sodium balance in elite Canadian junior women's soccer players in a cool environment. *Applied Physiology*, Nutrition, and Metabolism, 37(5), 931- 937.

29. Glaister, M. 2005. Multiple sprint work: Physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Medicine, 35(9)*, 757–777.

30. González-Alonso, J., Crandall, C. G., a Johnson, J., M. 2008. The cardiovascular challenges of exercising in the heat. *Journal of Physiology, 586(1)*, 45–53.

31. González-Alonso, J., Calbet, J. A. L., a Nielsen B. 1998. Muscle blood flow is reduced with dehydration during prolonged exercise in humans. *Journal of Physiology, 513(3)*, 895–905.

32. Greenleaf, J., E. a Harrison, M., H. 1986. Water and electrolytes. In Layman, D., K. Nutrition and aerobic exercise. Washington, DC: American Chemical Society, 107124.

33. Greiwe, J, S., Staffey, K., S., Melrose, D., R., Narve, M., D., Knowlton, R., G. 1998. Effects of dehydration on isometric muscular strength and endurance. *Journal of Medicine Science and Sports Exercise*, 30(2), 284 – 288.

34. Hamar, D. a Lipková, J. 1996. Fyziológia telesných cvičení. Bratislava: FTVŠ UK, ISBN 80-223-1024-7.

35. Hayakawa, M., M., N., Reis, G., C., R., De Oliveira, L., P., J., Pereira, R., A., J. a De Abreu, C., W. 2018. Drinking to thirst influences fluid replacement in adolescents judokas. *Motriz, Rio Claro*, 24(1).

36. Horswill, C. A. 2009. Making weight in combat sports. In: Kordi, R., Maffulli, N., Wroble, R. R., Wallace, W.A. *Combat sports medicine*. London: Springer, 21 – 39.

37. Houston, M., E., Marin, D., A., Green, H., J. a Thomson, A., J. 1981. The effect of rapid weight loss on physical function in wrestlers. *Physician and Sports medicine* 9(11), 73 – 78.

38. Chandrasekar, T., Sharma, A., Tennent, L., Wong, C., Chamberlain, P., a Abraham, K., A. 2017. A whole system approach to improving mortality associated with acute kidney injury. *QJM: Monthly Journal of the Association of Physicians, 110(10)*, 657666.

39. Chapelle, L., Tassignom, B., Aerenhouts, D., Mullie, P., a Clarys P. 2017. The hydration status of young female elite soccer players during an official tournament. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(9), 1186 – 1194.

40. Chráska, M. 2007. Metódy pedagogického výskumu – základy kvantitatívneho výskumu. Praha: Grada, 265 s.

41. Cheung, S., S. 2010. Advanced Environmental Exercise Physiology. *Human Kinetics*: Illinois, USA.

42. Cheung, S. S. a Sleivert, G., G. 2004. Multiple triggers for hyperthermic fatigue and exhaustion. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 32(2), 100 – 106.

43. Cheung, S., S. a McLellan, T., M. 1998. Heat acclimation, aerobic fitness, and hydration effects on tolerance during uncompensable heat stress. *Journal of Applied Physiology*, 84(5), 1731 – 1739.

44. Cheuvront, S., N., Carter, R., 3rd., Haymes, E., M., Sawka, M., N. 2006. No effect of moderate hyperthermia on anaerobic exercise performance. *Journal of Medicine Science and Sports Exercise*, 38(6), 1093 – 1097.

45. Cheuvront, S., N., Carter, R., III, Haymes, E., a Sawka, M., N. 2006. No effect of moderate hypohydration or hyperthermia on anaerobic exercise performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 38(6),* 1093–1097.

46. Cheuvront, S., N., Carter, R., a Sawka, M., N. 2003. Fluid balance and endurance exercise performance. *Current Sports Medicine Reports, 2(4),* 202–208.

47. Choma, C., W., Sforzo, G., A. a Keller, B., A. 1998. Impact of rapid weight loss on cognitive function in collegiate wrestlers. *Journal of Medicine Science and Sports Exercise*, 30(5), 746 – 749.

48. Coyle, E., F. a Montain, S., J. 1992. Benefits of fluid replacement with carbohydrate during exercise. *Journal of Medicine Science and Sports Exercise*, 24(9), 324 – 330.

49. International Judo Federation, 2019. After weigh-in procedure. *Sport and Organization Rules of the International Judo Federation*. Dostupné na:

https://78884ca60822a34fb0e6082b8fd5551e97bc65e327988b444396.ssl.cf3.rackcdn.com/up/2019/07/IJF_Sport_and _Organisation_Rul-1564071708.pdf

50. Jacobs, I. 1980. The effects of thermal dehydration on performance of the Wingate anaerobic test. *International Journal of Sports Medicine*, 1, 21 – 24.

51. Jetton, A., M., Lawrence, M., M., Meucci, M., Haines, T., L., Collier, S., R., Morris, D., M., Utter, A., C. 2013. Dehydratation and acute weight gain in mixed martial arts fighters before competition. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 27 (5), 1322-1326.

52. Judelson, D., A, Maresh, C., M., Anderson J., M., Armstrong L., E., Casa, D., J., Kraemer, W., J. a Volek, J., S. 2007. Hydration and muscular performance: does fluid balance affect strength, power and high-intensity endurance? *Sports Medicine*, 37(10), 907–921.

53. Judelson, D., A., Maresh, C., M., Farrell, M., J., Yamamoto, L., M., Armstrong, L., E., Kraemer, W., J., Volej, J., S., Spiering, B. A., Casa D., J. a Anderson, J., M. 2007. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(10), 1817 – 1824.

54. Kasper, A., M., Crighton, B., Langan-Evans, C., Riley, P., Sharma, A., Close, G. L., a Morton, J., P. 2018. Case Study: Extreme weight making causes relative energy deficiency, dehydration and acute kidney injury in a male mixed martial arts athlete. *International journal of sport nutrition, exercise and metabolism*, 29(3), 331-338.

55. Khan, N. A., Raine, L. B., Drollette, E. S., Scudder, M. R., Cohen, N. J., Kramer, A. F., & Hillman, C. H. 2015. The relationship between total water intake and cognitive control among prepubertal children. *Annals of Nutrition and Metabolism*. https://doi.org/10.1159/000381245

56. Kellum, J., A. & Lameire, N. 2013. Diagnosis, evaluation, and management of acute kidney injury: a KDIGO summary (Part 1). *Critical Care (London, England), 17(1)*, 204.

57. Kenney, W., L., Wilmore, J., H., Costill, D., L. 2012. Physiology of Sport and Exercise: Fifth edition. *Human Kinetics*: Champaign IL. 621 s.

58. Kubulnický, M. 2017. *Sacharidová diéta a účinky dehydratácie a následnej rehydratácie na silové schopnosti*. Dizertačná práca. Bratislava: FTVŠ UK, 90s.

59. Kraft, J., A., Green, J., M., Bishop, P., A., Richardson, M., Neggers, Y., a Leeper, J. 2011. Intermittent cycle sprints following heat exposure with fluid replacement and heat exposure to 3% dehydration. *Journal of Strength & Conditioning Research*, *25(3)*, 778–786.

60. Kraft, J., A., Green, J., M., Bishop, P., A., Richardson, M., Neggers, Y., a Leeper, J. 2010. Impact of dehydration to 3% body weight on full body resistance training. *European Journal of Applied Physiology, 109(2)*, 259–267.

61. Loenneke, J., P., Wilson, J., M., Barnes, J., T., a Pujol, T., J. 2011. Validity of the current NCAA minimum weight protocol: a brief review. *Annals of Nutrition and Metabolism,* 58(3), 245–249.

62. Maughan, R., J., Greenhaff, P., L., Leiper, J., B., Ball, D., Lambert, C., P., a Gleeson, M. 1997. Diet composition and the performance of high-intensity exercise. *Journal of Sports Sciences, 15(3),* 265–275.

63. McArdle, W., Katch, I., F., Katch, L., V. 2015. *Exercise Physiology: Nutrition, energy, and human performance. Eight edition*. Baltimore: Wolters Kluwer Health, 1028 s.

64. Mekic, A., Sasidagic, F., Bajramovic, I., Likic, S. a Merdan, M. 2019. Differences in body hydration before and after the judo training of young athletes. *Journal of Anthropology of Sport and Physical Education*, 3(1), 9-12.

65. Mendes, S., H., Tritto, A., C., Guilherme, J., P., Solis, M., Y., Vieira, D., E., Franchini, E., a Artioli, G., G. 2013. Effect of rapid weight loss on performance in combat sport male athletes: does adaptation to chronic weight cycling play a role? *British Journal of Sports Medicine, 47, 1155-1160.*

66. Montani, J., P., Schutz, Y. a Dullo, G., A. 2015. Dieting and weight cycling as risk factors for cardiometabolic diseases: who is really at risk? *Obesity Reviews*, 16 (S1), 7 – 18.

67. Montain, S., J., Sawka, M., N. a Wenger, C., B. 2001. Hyponatremia associated with exercise: risk factors and pathogenesis. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 29(3) 113 – 117.

68. Montain, S., J., Sawka, M., N., Latzka, W., A. a Valeri, C., R. 1998. Thermal and cardiovascular strain from hypohydration: influence of exercise intensity. *International Journal of Sports Medicine*, 19(2), 87 – 91.

69. Montain, S., J., Smith, S., A., Mattot, R., P., Zientara, G., P., Jolesz, F., A., a Sawka, M., N. 1998. Hypohydration effects on skeletal muscle performance and metabolism: A 31P-MRS study. *Journal of Applied Physiology, 84(6),* 1889–1894.

70. Montain, S., J., Laird, J., E., Latzka, W., A. a Sawka, M., N. 1997. Aldosterone and vasopressin responses in the heat: hydration level and exercise intensity effects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(5), 661 – 668.

71. Mora-Rodriguez, R., Del Coso, J., Aguado-Jimenez, R., Estevez, E. 2007. Separate and combined effects of airflow and rehydration during exercise in the heat. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(10), 1720 – 1726.

72. Maughan R., J., Shirreffs S., M., Merson, S., J. a Horswill C., A. 2005. Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. *Journal of Sports Science*, 23, 73-79.

73. National Collegiate Athletic Association, 1999. Wrestling certification program. Kansas: Overland Park.

74. Noakes, T., D. 1993. Fluid replacement during exercise. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 21, 297-330.

75. Ozolina, L., Pontaga I., a Strele, M. 2013. Body hydration degree changes during training in football players in winter conditions. Lase journal of sport science 4(2), 139-146.

76. Pettersson, S., Berg, CH., M. 2014. Hydration status in elite wrestlers, judokas, boxers and taekwondo athletes on competition day. *Internation Journal of Sports Nutrition, Exercise, and Metabolism*, 24(3), 267-275.

77. Petterson, S., Ekstrom, M., P. a Berg, C., M. The food and weight combat. A problematic fight for the elite combat sports athletes. *Appetite*, 59(2), 234 – 242.

78. Phillips, M., S., Sykes, D. a Gibson, N. 2014. Hydration status and fluid balance of elite European youth soccer players during consecutive training sessions. *Journal of sports science and medicine*, 13(4), 817-822.

79. Rankin, J., W., Ocel, J. V., a Craft, L., L. 1996. Effect of weight loss and refeeding diet composition on anaerobic performance in wrestlers. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 28(10)*, 1292–1299.

80. Rhee, E., J. 2017. Weight cycling and is cardiometabolic impact. *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome*, 26 (4), 237 – 242.

81. Rico-Sanz, J., Frontera, W., R., Rivera, M., A., Rivera-Brown, A., Mole, P., A., a Meredith, C., N. 1996. Effects of hyperhydration on total body water, temperature regulation and performance of elite young soccer players in a warm climate. *International Journal of Sports Medicine*, 17(2), 85 – 91.

82. Rimes-Stigare, C., Frumento, P., Bottai, M., Martensson, J., Martling, C., R., Walther, S., M., Karlstrom, G., a Bell, M. 2015. Evolution of chronic renal impairment and long-term mortality after de novo acute kidney injury in the critically ill; a Swedish multi-centre cohort study. *Critical Care (London, England), 6(19),* 221-231.

83. Rivera-Brown, A., M. a De Félix-Dávila, R., A., 2011. Hydration Status in Adolescent judo Athletes before and after Training in the Heat. *International journal of sports physiology and performance.* 7(1), 39-46.

84. Robergs, R., A. a Roberts, S., O. 1997. *Exercise Physiology: Exercise, performance and clinical applications.* London: William C Brown Pub. 840 s.

85. Rosseneou, A., a Schwartz, R. 2017. Making weight and everything else. The ultimate nutrition guide for combat sports. Israel: Rosseneu and Schwartz, 196s.

86. Rousey, R. 2016. My fight / your fight. Bratislava: Noxi, 312s.

87. Sawka, M., N., Burke, L., M., Eicher, E., R., Maughan, R., J., Montain, S., J., a Stachenfeld, N., S. 2007. American College of Sports Medicine position stand: exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise,* 39, 377-390.

88. Sawka, M., N. a Coyle, E., F. 1999. Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 27, 167 – 218.

89. Sánchez-González J., Rivera-Cisneros, A., E., Ramírez M., J, Tovar-García, J., L, Portillo-Gallo, J. a Franco-Santillán, R. 2005. Hydration status and aerobic capacity: effects on plasmatic volume during strenuous physical exercise. *Cirurgia y cirujanos*, 73(4), 287 – 295.

90. Scott, J., R., Horswill, C., A. a Dick, R., W. 1994. Acute weight gain in collegiate wrestlers folowing a tournament weight-in. *Medicine Science and Sports Exercise,* 26(9), 1181 – 1185.

91. Shibasaki, M., Kondo, N. a Crandall, C., G. 2003. Non-thermoregulatory modulation of sweating in humans. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 31(1), 34 – 39.

92. Shirreffs, S., M., Sawka, M., N. a Stone M. 2006. Water and electrolyte needs for football training and match-play. *Journal of Sports Science*, 24, 699-707.

93. Shireffs, S., M. a Maughan, R., J. 1998. Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses. *American Journal of Physiology,* 274(5), 868-875.

94. Silva, R., P., Mündel, T. a Natali A., J. 2011. Fluid balance of elite Brazilian youth soccer players during consecutive days of training. *Journal of Sports Science,* 29(7), 725 - 732.

95. Smith, M., Dyson, R., Hale, T., Harrison, J., H., a McManus, P. 2000. The effects in humans of rapid loss of body mass on a boxing-related task. *European Journal of Applied Physiology, 83*(1), 34–39.

96. Smith, M., Baldwin, A., McMorris, T., Fallowfield, J. a Hale, T. 1996. The effects of dehydration and subsequent rehydration on choice reaction time and perception of mood state. *Journal of Sports Science,* 14, 366 - 367.

97. Steen, S., N. a Brownell, K., D. 1990. Patterns of weight loss and regain in wrestlers: has tradition changed? *Medicine & Science in Sports & Exercise,* 22 (6), 762 – 768.

98. Štefanovský, M., Urbančok, M., Matejová L., Ollé, R., Pupkay, T. 2019a. Úroveň hydratácie mladých džudistov v ročnom tréningovom cykle. *Telesná výchova & Šport,* 29(2), 34-37.

99. Štefanovský, M., Clarys, P., Augustovičová, D., Matejová L. 2019b. Hydration status of youth judo athletes during an off-season training camp. Ido movement for culture, 19(3), 56-62.

100. Štefanovský, M. 2015. *Physiological, motoric and somatic characteristics of judokas according to age and training status.* Bratislava, Slovakia: Slovak Scientific Society for Physical Education and Sport.

101. Štefanovský, M., Vanderka, M., Číž, I., Mihalík, T. a Beneš, M. 2012. *Judo: warmup, tréning, randori, sila a rýchlosť, životospráva, zranenia, strečing.* Bratislava: ICM Agency, 211 s.

102. Štulrajter, V. 2008. Fyziológia človeka pre študentov FTVŠ UK. Bratislava: FTVŠ UK. ISBN 978-80-223-2368-0.

103. Torranin, C., Smith, D., P., a Byrd, R., J. 1979. The effect of acute thermal dehydration and rapid rehydration on isometric and isotonic endurance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 19(1),* 1–9.

104. Uchida, R. 2011. Deaths during the Judo classes and activities conducted under the supervision of schools in Japan from 1983 to 2009. Dostupné na: http://judojiko.net/eng/wp-content/uploads/2011/01/en_judo_data110110.pdf

105. Voinescu, G., C., Shoemaker, M., Moore, H., Khanna, R., a Nolph, K., D. 2002. The relationship between urine osmolality and specific gravity. *The American Journal of the Medical Sciences,* 323(1), 39–42.

106. Von Duvillard, S. P., Arciero, P. J., Tietjen-Smith, T., & Alford, K. 2008. Sports drinks, exercise training, and competition. *Current Sports Medicine Reports*. Dostupné na: https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31817ffa37

107. Watson G., Judelson, D., A., Armstrong, L., E., Yeargin, S., W., Casa, D., J. a Maresh, C., M. 2005. Infuence of diuretic-induced dehydration on competitive sprint and power performance. *Medicine Science and Sports Exercise*, 37(7), 1168 – 1174.

108. WKF News Center. 2018. 2017 in review: Record-breaking year for Karate. Dostupné na https://www.wkf.net/news-center-new/2017-in-review-record-breakingyear-for-karate/643/

109. Yoshida, T., Takanishi, T., Nakai, S., Yorimoto, A., a Morimoto, T. 2002. The critical level of water deficit causing a decrease in human exercise performance: A practical field study. *European Journal of Applied Physiology, 87(6),* 529–534.

110. Zemková Erika, Miklovič P., Dzurenková, D., Gazdíková S., Longa, J., Slížik M. 2006. *Teória a didaktika karate*. Bratislava: Univerzita Komenského, 126.

111. Zubac, D., Reale, R., Karnincic, H., Sivric, A., a Jelaska, I. 2018(a). Urine specific gravity as an indicator of dehydration in Olympic combat sport athletes; considerations for research and practice. *European Journal of Sport Science.* DOI:10.1080/17461391.2018.1468483.

112. Zubac, D., Karnincic, H., a Sekulic, D. 2018(b). Rapid weight loss is not associated with competitive success in elite youth Olympic-style boxers in Europe. *International Journal of Sports Physiology and Performance,* 13(7), 860 – 866.

113. Zubac, D., Karninčić, H., a Žaja, M. 2016. Hydration status assessment among elite youth amateur boxers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(6), 731736.

114. Zubac, D., Ivančev, V., a Karninčić, H. 2015. Relation between hypohydration and reduction rate of body mass among elite youth amateur boxers. *Research in physical education, sport and health*, 4(2), 63-67.

115. Yankanich, J., 1998. Precompetition weight loss and changes in vascular fluid volume in NCAA division I college wrestlers. *Journal of Strength and Condition Research*, 12(3), 138 – 145.

116. Yamashita, N., Ito, R., Nakano, M., Amano, M., a Matsumoto, T. 2010. Two percent hypohydration did not impair high-intensity intermittent exercise simulated amateur boxing competition [Abstract]. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *42*, s254.

117. Yoshida, T., Takanishi, T., Nakai, S., Yorimoto, A., a Morimoto, T. 2002. The critical level of water deficit causing a decrease in human exercise performance: A practical field study. *European Journal of Applied Physiology*, *87(6)*, 529–534.

9 788089 075881