

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



---

Fakulta  
tělesné kultury

## **HODNOCENÍ STAVU HYDRATACE U SPORTOVců**

Bakalářská práce

Autor: Jiří Jurtík

Studijní program: Tělesná výchova pro vzdělávání maior

Vedoucí práce: PhDr. Iva Klimešová, PhD.

Olomouc 2022

## Bibliografická identifikace

**Jméno autora:** Jiří Jurtík  
**Název práce:** Hodnocení stavu hydratace u sportovců

**Vedoucí práce:** PhDr. Iva Klimešová, PhD.  
**Pracoviště:** Katedra přírodních věd v kinantropologii  
**Rok obhajoby:** 2022  
**Abstrakt:**

Hlavním cílem bakalářské práce bylo zhodnotit stav hydratace před výkonem u 321 českých prvoligových fotbalistů (věk  $19,3 \pm 6,8$  [roky]; výška  $174 \pm 14$  [cm]; hmotnost  $66 \pm 18$  [kg]; BMI  $21,3 \pm 3,2$  [kg/m<sup>2</sup>]; tělesný tuk  $11,3 \pm 5,2$  [%]; FFM  $59 \pm 17$  [kg]). Dílčími cíli bylo zjistit, jaký podíl z celkového počtu fotbalistů se před výkonem nachází na úrovni euhydratace a jaký je vztah mezi specifickou hustotou moči (USG) a vybranými parametry (barvou moči, věkem, množstvím zkonsumovaných tekutin za den mimo výkon, subjektivním hodnocením příjmu tekutin za den a aktuální žízní). Hydratace fotbalistů byla hodnocena na základě hodnot USG a barvy moči. Množství zkonsumovaných tekutin, subjektivní hodnocení příjmu tekutin a žízně byly hodnoceny anketním šetřením. Z výsledků vyplývá, že 38,6 % testovaných fotbalistů bylo před výkonem dobře hydratováno (USG < 1,020) a zbývající podíl byl dehydratovaný. Dále bylo zjištěno, že barva moči se jeví jako dobrý ukazatel hydratace, protože byla zjištěna těsná korelace mezi hodnotou USG a barvou moči ( $p < 0,001$ ;  $r_s = 0,86$ ). Naopak žádný korelační vztah nebyl prokázán mezi hodnotou USG a věkem. Dále byla v této práci zjištěna statisticky významná korelace mezi USG a udaným množstvím konzumovaných tekutin. Nebyla zjištěna statisticky významná korelace mezi subjektivním hodnocením pitného režimu a hodnotou USG. Rovněž nebyla statisticky významná korelace mezi USG a subjektivním pocitem žízně. Můžeme tedy říci, že sportovci neadekvátně hodnotili svůj pitný režim, který vnímali jako lepší, než prokázal objektivní test stavu zavodnění (hodnota USG). Vnímání pocitu žízně se ukázalo jako nedostatečný signál pro identifikaci dehydratace.

**Klíčová slova:** pitný režim, dehydratace, specifická hustota moči, bilance tekutin, sportovní výživa

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

**Bibliographical identification**

**Author:** Jiří Jurtík  
**Title:** Evaluation of hydration status in athletes

**Supervisor:** PhDr. Iva Klimešová, PhD.  
**Department:** Department of Natural Sciences in Kinanthropology  
**Year:** 2022

**Abstract:**

The main goal of the bachelor thesis was to evaluate the state of hydration before the performance in 321 Czech first league football players (age  $19.3 \pm 6.8$  [years]; height  $174 \pm 14$  [cm]; weight  $66 \pm 18$  [kg]; BMI  $21.3 \pm 3, 2$  [kg/m<sup>2</sup>]; body fat  $11.3 \pm 5.2$  [%]; FFM  $59 \pm 17$  [kg]). The partial goals were to find out what part of the total number of footballers before the performance is at the level of euhydration and what is the relationship between specific urine gravity (USG) and selected parameters (urine color, age, amount of fluids consumed per day except sport performance, subjective evaluation of fluid intake for day and current thirst). The hydration of football players was evaluated on the basis of USG values and urine color. The amount of consumed fluids, subjective evaluation of fluid intake and thirst were evaluated by a survey. The results show that 38.6 % of footballers were well hydrated before the performance (USG < 1,020) and the remaining footballers were dehydrated. Furthermore, urine color was found to be a good indicator of hydration because a close correlation was found between USG and urine color ( $p < 0.001$ ;  $r_s = 0.86$ ). In contrast, no correlation was found between USG and age. Furthermore, a statistically significant correlation was found between the USG and stated amount of consumed fluids during day except sport performance. No statistically significant correlation was found between the subjective evaluation of the drinking regime and the value of USG. There was also no statistically significant correlation between USG and the subjective feeling of thirst. We can therefore say that the athletes inadequately evaluated their drinking regime, which they perceived as better than the objective test of fluids state (USG value) showed. Perception of thirst proved to be an insufficient signal to identify dehydration.

**Keywords:** drinking regime, dehydration, specific urine gravity, fluid balance, sports nutrition

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracoval samostatně pod vedením PhDr. Ivy Klimešové, PhD., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 20. dubna 2022

.....

Děkuji vedoucí práce PhDr. Ivě Klimešové, Ph.D. za odborné vedení mé práce a za pomoc a čas, který mi při tvorbě této bakalářské práce poskytl.

## OBSAH

1	Úvod .....	8
2	Přehled poznatků .....	9
2.1	Význam vody a hydratace.....	9
2.1.1	Význam vody z fyziologického hlediska .....	9
2.1.2	Význam příjmu tekutin u sportovců .....	9
2.2	Zastoupení vody v těle a její distribuce .....	10
2.2.1	Zastoupení vody v těle .....	10
2.2.2	Distribuce vody.....	10
2.3	Bilance tekutin .....	12
2.3.1	Euhydratace.....	12
2.3.2	Příjem tekutin u běžné populace.....	12
2.3.2.1	Doporučený denní příjem tekutin .....	13
2.3.2.2	Druhy přijímaných nápojů .....	13
2.3.3	Výdej tekutin u běžné populace .....	14
2.3.4	Příjem tekutin u sportovců.....	15
2.3.4.1	Doporučený pitný režim sportovce v období zátěže .....	15
2.3.4.2	Přístupy k příjmu tekutin .....	18
2.3.4.3	Sportovní nápoje .....	19
2.3.5	Výdej tekutin u sportovců .....	20
2.3.5.1	Mechanismus pocení.....	21
2.3.5.2	Důsledky pocení .....	21
2.3.5.3	Míra pocení .....	22
2.3.6	Poruchy v rovnováze tekutin a elektrolytů.....	23
2.3.6.1	Dehydratace .....	23
2.3.6.2	Hyperhydratace .....	25
2.4	Hodnocení stavu hydratace .....	25
2.4.1	Laboratorní metody hodnocení stavu hydratace .....	26

2.4.1.1	Osmolalita plazmy .....	26
2.4.1.2	Osmolalita moči.....	26
2.4.1.3	Specifická hmotnost (hustota) moči.....	27
2.4.1.4	Bioelektrická impedanční analýza .....	27
2.4.1.5	Osmolalita slin .....	28
2.4.2	Terénní metody hodnocení stavu hydratace.....	28
2.4.2.1	Klasifikace barvy moči .....	28
2.4.2.2	Sledování změn tělesné hmotnosti .....	29
2.4.2.3	Subjektivní hodnocení pocitu žízně .....	30
2.4.2.4	Měření krevního tlaku a srdeční frekvence .....	31
2.5	Charakteristika fotbalu z hlediska fyziologie výkonu .....	31
3	Cíle práce a výzkumné otázky .....	34
3.1	Hlavní cíl .....	34
3.2	Dílčí cíle.....	34
3.3	Výzkumné otázky.....	34
4	Metodika .....	35
4.1	Metodika sběru dat .....	35
4.2	Charakteristika výzkumného souboru .....	35
4.3	Metodika měření specifické hustoty moči.....	35
4.4	Metodika hodnocení barvy moči.....	36
4.5	Metodika anketního šetření .....	36
4.6	Statistické zpracování dat.....	37
5	Výsledky .....	38
6	Diskuse .....	41
7	Závěry.....	44
8	Souhrn.....	45
9	Summary .....	47
10	Referenční seznam .....	49

# 1 ÚVOD

Příjem tekutin je pro lidský organismus životně důležitý. Voda tvoří přibližně 60 % hmotnosti člověka a rovněž v organismu vykonává nenahraditelné funkce (Benelam & Wyness, 2010). Při fyzické aktivitě je voda spotřebovávána ve vyšší míře prostřednictvím potu a dechu, což může následně způsobit její deficit ve formě ztrát tělesné hmotnosti (Maughan & Shirreffs, 2010).

Pokud se ztráta tekutin rovná úbytku přibližně 2 % tělesné hmotnosti a vyšší, dochází k dehydrataci organismu, což se může negativně projevit na koncentraci, bdělosti (Ayotte & Corcoran, 2018) a může případně prodloužit dobu regenerace jedince po výkonu (Francescato et al., 2019). Vyšší ztráty tělesné hmotnosti ve formě tekutin (3-5 %) mají za následek vznik svalových křečí a prohloubení poruchy koncentrace (Grandjean et al., 2003). Dále mohou být ovlivněny technické dovednosti s míčem, celková fyzická výkonnost (Hillyer et al., 2015) a rozhodovací schopnosti (Fortes, Nascimento-Júnior, Mortatti, Lima-Júnior a Ferreira, 2018). Toto rozmezí ztrát je také spojováno s možným vznikem pocitu únavy (Nuccio, Barnes, Carter, & Baker, 2017). Vyšší ztráty již mohou vést ke zvýšení tělesné teploty a ke kolapsu organismu (Botek et al., 2017).

Problematika hydratace je obzvláště důležitá u fotbalistů, kteří nemají během zápasu přístup k tekutinám a ztráty tělesných tekutin jsou tak nevyhnutelné (Edwards & Noakes, 2009). Z toho důvodu by se měli fotbalisté soustředit na příjem tekutin před výkonem, který má za cíl minimalizovat míru dehydratace během výkonu. Hydrataci se však u fotbalistů nedostává takové pozornosti, jakou si zaslouží. To je také důvodem, proč je většina fotbalistů již na začátku zápasu dehydratovaná (Maughan & Shirreffs, 2010).

Hlavním cílem této práce je zhodnotit stav hydratace před výkonem u prvoligových fotbalistů, přičemž zjistíme podíl správně hydratovaných (euhydratovaných) fotbalistů. Dále výsledky ukáží, jak mezi sebou koreluje hodnota specifické hustoty moči (USG) a barva moči. Hodnota USG bude také porovnána mezi profesionálními fotbalisty a fotbalisty mladších věkových skupin. V práci bude také popsáno, jak mezi sebou koreluje hodnota USG s množstvím přijatých tekutin za den mimo zátěž, se subjektivním hodnocením příjmu tekutin během dne a s aktuálním pocitem žízně.



## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1 Význam vody a hydratace

#### 2.1.1 Význam vody z fyziologického hlediska

Voda je hlavní chemickou složkou lidského těla a je zcela esenciální pro správné fungování organismu, kde zastává životně důležité funkce (Benelam & Wyness, 2010; Sawka, Cheuvront, & Kenefick, 2015). Ačkoliv si malé množství tekutin dokáže organismus vytvořit sám při zpracování stravy, jedná se pouze o zanedbatelné množství. Pro člověka je tak nezbytné přijímat tekutiny externě, aby zabezpečil potřeby organismu (Armstrong, 2005; Jéquier & Constant, 2010). Několikadenní absence příjmu tekutin může způsobit zhoršení životních funkcí a následně až smrt jedince (Kavouras, 2002).

Dle Popkina, D'Anciho a Rosenberga (2010) se voda účastní všech tělesných procesů. Jéquier a Constant (2010) a Benelam a Wyness (2010) tyto procesy a funkce vody více specifikují: a) od narození jedince se podílí na růstu těla jako jedna z hlavních složek; b) účastní se všech hydrolytických reakcí, jako je například rozklad makroživin; c) udržuje homeostázu buněk a transportuje živiny do buněk, případně také odnáší nepotřebné látky z buněk; d) podílí se na cirkulaci krve, bez které by nefungovaly tkáně ani orgány; e) pomáhá organismu zbavovat se přebytečného tepla pomocí odpařování (termoregulace); f) je součástí pojiv, hlenů a žaludečních šťáv; g) pomáhá organismu absorbovat nárazy především v oblasti mozku a chrupavek, případně v těhotenství chrání voda plod před nárazy; h) účastní se dalších tělesných procesů, jako je dýchání, trávení, vylučování a další.

#### 2.1.2 Význam příjmu tekutin u sportovců

Adekvátní hydratace u sportovců je ještě více důležitá než u nesportující populace. Důvodem je snížené množství tekutin v organismu po sportovním výkonu, které je potřeba doplnit. Vyšší ztráta tekutin u sportovců je způsobena především vyšší mírou pocení a vyššími ztrátami vody dechem. Míra ztracených tekutin závisí na vnitřních (věk, pohlaví, genetická predispozice atd.) a vnějších (druh, intenzita a délka fyzické zátěže atd.) faktorech. Tyto faktory jsou více popsány v kapitole 2.3.5.3 *Míra pocení*. Z tohoto důvodu by fyzicky aktivní jedinci měli dbát na zvýšený příjem tekutin během dne, především pak v období fyzické aktivity, kde hrozí vyšší ztráty tekutin (Maughan & Shirreffs, 2010).

Význam a potřeba hydratace je variabilní a závisí na typu zátěže a typu sportovní činnosti:

- U týmových sportů platí, že při sportech s vyšší intenzitou (např. ragby, fotbal, hokej) se zvyšuje riziko vzniku dehydratace. Při sportech s nižší intenzitou (softball, volejbal nebo baseball) ke zvýšenému riziku dehydratace z hlediska míry intenzity nedochází. Zde je potřeba zdůraznit také četnost přestávek s možností přijmout tekutiny. V hokeji či basketbale je možné hráče střídat kdykoliv, naopak ve fotbale musí hráči vydržet bez příjmu tekutin přibližně 45 minut.
- U individuálních sportů jsou hodnoty dehydratace závislé na typu zátěže. Nejvyšší riziko dehydratace hrozí při několikahodinové vytrvalostní aktivitě (běh, triatlon). Při sportech s vyšší intenzitou, jako je tenis nebo gymnastika, sice sportovec dosahuje vyšší intenzity výkonu, nicméně má možnost tekutiny doplňovat v krátkých intervalech (Belval et al., 2019).

## **2.2 Zastoupení vody v těle a její distribuce**

### **2.2.1 Zastoupení vody v těle**

Zastoupení vody v těle je vyjádřeno jejím procentuálním podílem na celkové tělesné hmotnosti. Děti v kojeneckém věku mají zhruba 75% podíl vody v těle, s postupem věku se ale podíl vody přirozeně snižuje. U seniorů pak může voda tvořit pouze 50 % hmotnosti těla, což je důsledkem postupného úbytku svalové hmoty (Popkin et al., 2010).

Vyšší množství vody v těle mají zpravidla muži. Jedná se o 65-70% zastoupení, zatímco u žen je množství o 5-10 % nižší. Faktorem ovlivňujícím zastoupení vody v organismu je množství svalové hmoty a množství tělesného tuku. Svalová hmota přirozeně obsahuje vodu, a proto se se s jejím vyšším množstvím zvyšuje také podíl vody na hmotnosti jedince. Naopak s vyšším poměrem tukové tkáně množství tekutin v těle klesá (Benelam & Wyness, 2010; Sawka et al., 2015). Z důvodu přirozeně vyššího zastoupení tuku na úkor svalové hmoty mají ženy nižší množství vody v těle (Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) & Vědecký panel pro výživu, nové potraviny a potravinové alergenů (NDA), 2010)

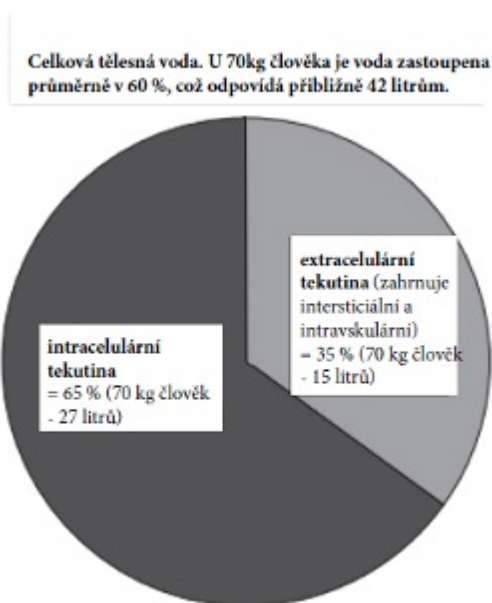
Nejvíce je vodou tvořena krev (z 83 %), ledviny (z 82 %), svalová tkáň (ze 75 %) a mozek (ze 75 %). Kostí obsahují přibližně 22 % a tuková tkáň pouze 10 % (Rokyta, 2008).

### **2.2.2 Distribuce vody**

Tělesná voda se v největším množství koncentruje uvnitř buněk (jako tzv. intracelulární tekutina) a v menším množství mimo buněk (jako tzv. extracelulární tekutina). Extracelulární

tekutina se dále dělí na intersticiální tekutinu (nazývá se “tkáňový mok“ a nachází se v mezibuněčném prostoru) a na intravaskulární tekutinu (tekutina obsažená v krevní plazmě) (McDermott et al., 2017). Z hlediska zastoupení minerálních látek v intracelulární tekutině převažuje obsah draslíku a v extracelulární tekutině převažuje obsah sodíku (EFSA & NDA, 2010; Roubík, 2018).

Průměrný 70kg jedinec má ve svém těle 42 litrů vody, z čehož 27 až 28 litrů je ve formě intracelulární tekutiny a 14 litrů ve formě extracelulární tekutiny (přibližně 3 litry v plazmě a 11 litrů v mezibuněčném prostoru) (Jéquier & Constant, 2010; Sawka et al., 2015). Podíl obou tekutin na celkové tělesné vodě lze vidět na Obrázku 1.



Obrázek 1. Podíl intracelulární a extracelulární tekutiny na celkové tělesné vodě za normálních podmínek (upraveno dle Benelama & Wynesse, 2010)

Při pohybového aktivitě dochází k přemístění intravaskulární tekutiny (pomocí hydrostatického, osmotického a onkotického tlaku) do potřebných míst: a) mozku, který pomáhá vyživovat a zároveň mu dodává kyslík; b) plic, kde se podílí na výměně kyslíku a oxidu uhličitého; c) potních žláz, kde prostřednictvím potu odvádí přebytečné teplo; d) svalů, kde plní podobnou funkci jako v mozku, tedy okysličení a transport energie v podobě cukrů apod. (McDermott et al., 2017).

## **2.3 Bilance tekutin**

Bilance tekutin představuje podíl mezi příjmem a výdejem tekutin (Grandjean, Reimers, K. J., & Buyckx, 2003). Tyto dva procesy si organismus reguluje tak, aby mezi nimi byla rovnováha z důvodu zachování homeostázy (Benelam & Wyness, 2010). Bilanci tekutin regulují ledvinové receptory, které zajišťují vyváženou hladinu tekutin a minerálních látek v těle. Při nedostatku tekutin receptory komunikují s hypotalamem, který je centrem a zároveň spouštěčem žízně (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017). Při nedostatku tekutin se zároveň ve vyšší míře zapojují ADH (antidiuretický hormon) pro zvýšení reabsorpce vody a aldosteron pro zvýšení reabsorpce sodíku. Tyto dva hormony pomáhají hospodařit s vodou v ledvinách (Botek et al., 2017; Vilikus, 2015).

Denní obrat tekutin se u průměrného člověka ohybuje v rozmezí 2-4 litrů (Vilikus, 2015).

### **2.3.1 Euhydratace**

Euhydratace je normální stav zavodnění organismu, kdy míra ztrát tekutin dosahuje maximálně 0,5 % ztrát tělesných tekutin (Hillyer, Menon, & Singh, 2015). Při tomto stavu fungují všechny tělesné systémy nejúčinněji. Příkladem může být optimální kontrola vnitřní teploty (termoregulace) mozkiem či optimální transport živin v těle (McDermott et al., 2017).

Fyzická aktivita však může způsobit pokles tělesné vody. Pokud má organismus nedostatečné množství tekutin, dochází k procesu známému jako dehydratace. Opakem dehydratace je hyperhydratace, kdy má naopak organismus nadbytečné množství tekutin, které není schopné zpracovat (Maughan & Shirreffs, 2010; Rokyta, 2008).

### **2.3.2 Příjem tekutin u běžné populace**

V zemích nacházejících se v mírném podnebném páse je průměrné množství zkonsumovaných tekutin v nápojích přibližně 1,5 litru, což odpovídá asi 70-80 % všech přijatých tekutin. Další 20-30 % tekutin pochází z pevné stravy, což je v průměru 0,7 litru. Průměrný člověk žijící v mírném podnebném páse tak přijme asi 2,2 litru vody za den (Jéquier & Constant, 2010). Organismus si dokáže vyprodukovat malé množství vody endogenně, a to při oxidaci živin. Tato voda se nazývá „metabolická“ a v lidském těle se tvoří v přibližném množství 250 ml za den (Benelam & Wyness, 2010). Její množství je tak z pohledu potřebného množství tekutin pro člověka nevýznamné (Orrù et al., 2018).

Množství přijatých tekutin regulují ledvinové receptory, které na základě změn objemu tělních tekutin komunikují s hypotalamem. V případě nedostatku tekutin v těle (přibližně při 2% ztrátě tělesné hmotnosti) ledvinové receptory stimulují pocit žízně (Armstrong et al., 2016; Botek et al., 2017), případně produkují menší množství moči (Cheuvront & Sawka, 2005).

### 2.3.2.1 Doporučený denní příjem tekutin

Podle Roubíka (2018) je doporučené denní množství přijatých tekutin za běžných denních podmínek okolo 35-40 mililitrů na kilogram tělesné hmotnosti. Příjem tekutin lze doporučit i z hlediska přijatých kilokalorií. Zde platí, že na každou přijatou kilokalorii je doporučeno zkonsumovat 1 mililitr, u dětí až 1,5 mililitru tekutin (EFSA & NDA, 2010).

Pro uvědomění si absolutního množství tekutin lze shrnout doporučení Howarda et al. (2003), podle kterých by měl průměrný muž za normálních podmínek zkonsumovat množství tekutin v rozmezí 2,5-2,9 litru za den a průměrná žena asi o 0,7 litru tekutin za den méně. Tato doporučení víceméně korespondují s doporučením EFSA a NDA (2010), podle kterých by průměrný muž měl přijmout asi 2,5 litru tekutin a průměrná žena přibližně 2 litry tekutin. Benelam a Wyness (2010) dodávají, že pokud hrozí ztráty tekutin v důsledku vyšší okolní teploty nebo vykonávané pohybové aktivity, tak se doporučené množství zkonsumovaných tekutin může zvýšit až na 6 litrů tekutin na den u mužů a na 5-5,5 litru tekutin na den u žen.

Ačkoliv jsou dostupná různá doporučení pro denní příjem tekutin, jejich potřeba je u každého člověka velmi variabilní (McDermott et al., 2017). Potřebné množství tekutin záleží na mnoha faktorech, jako jsou například velikost těla, věk, pohlaví, míra fyzické aktivity atd. (Popkin et al., 2010).

Nápoje by dle EFSA a NDA (2010) měly tvořit 70-80 % celkového příjmu tekutin (minimálně 1,5 litru tekutin), zbývajících 20-30 % příjmu tekutin by měla tvořit voda obsažená v jídle společně s malým množstvím vody vytvořeným při oxidaci živin. Množství tekutin, které pochází z pevné stravy, záleží na skladbě jídelníčku jedince. Nejvyšší množství vody (okolo 70-85 %) se nachází v ovoci a zelenině. 70 % vody obsahují brambory a rýže. Maso je tvořeno vodou asi z 50–60 % a tučné potraviny (ořechy aj.) obsahují vodu pouze v jednotkách procent (Benelam & Wyness, 2010; Popkin et al., 2010).

### 2.3.2.2 Druhy přijímaných nápojů

Pro běžnou populaci se jako ideální nápoj jeví neperlivá voda. Nápoje obohacené o cukr (limonády, džusy aj.) nemusí být vhodné především pro populaci se sedavým způsobem života z důvodu možného rizika vzniku nadváhy či obezity (Malik, Pan, Willett, & Hu, 2013). Častá

konzumace slazených nápojů s sebou může nést také rizika vzniku diabetu 2. typu (Armstrong et al., 2012).

Dalším nejčastěji konzumovaných druhem tekutin je čaj a káva. Čaj má mnoho druhů, nicméně nejvíce konzumovanými jsou jeho černé a zelené varianty. Čaj obsahuje zdraví prospěšné látky, jako jsou například polyfenoly, hořčík, draslík a další. Káva taktéž obsahuje malé množství draslíku či polyfenolů. S konzumací čaje i kávy je také spojen příjem kofeinu, který je však mnohem více obsažen v kávě (100 až 140 miligramů kofeinu na 240 ml kávy) (Benelam & Wyness, 2010).

Mléko a mléčné nápoje představují další druh často přijímaných tekutin. Mléko kromě vody obsahuje všechny tři makronutrienty (sacharidy v podobě laktózy, bílkoviny v podobě syrovátky a kaseinu a tuky, které jsou zde zastoupené především nasycenými mastnými kyselinami). Kromě zmíněných živin obsahuje mléko také mikronutrienty, jako jsou vápník, zinek, selen aj. (Haug, Høstmark, & Harstad, 2007).

Na konzumaci alkoholu je ze zdravotního hlediska pohlíženo převážně negativně. Mezi jeho negativní efekty se řadí zvýšená dehydratace organismu, v horších případech je konzumace alkoholu spojována s vážnými onemocněními trávicího systému (například rakovina hltnu apod.). (Room, Babor, & Rehm, 2005). Alkoholické nápoje obsahují přibližně 80-95 % vody, nicméně také vyšší množství energie (například 0,5 litru piva obsahuje přibližně 220 kilokalorií) (Benelam & Wyness, 2010).

### **2.3.3 Výdej tekutin u běžné populace**

Výdej tekutin je zprostředkován 4 různými způsoby: močí, stolicí, potem a dechem. Za běžných podmínek pochází nejvíce ztrát z moči, při zvýšené fyzické námaze se zvyšuje podíl ztrát pocením (Benelam & Wyness, 2010).

Průměrný dospělý člověk žijící v mírném podnebném páse ztratí denně okolo 2,5 litru tekutin. Z toho 1,6 litru močí, 0,5 litru kůží, 0,3 litru dýcháním a 0,2 litru stolicí. Výsledná hodnota se tak shoduje s průměrnou hodnotou příjmu tekutin u člověka žijícího v mírném podnebném páse (Jéquier & Constant, 2010). Grandjean et al. (2003) udává širší rozmezí ztracených tekutin, a to 1,5-3 litry za den. Důvodem je velká variabilita různých faktorů, které výdej ovlivňují. Mezi faktory se řadí klima, teplota a vlhkost prostředí, proudění vzduchu, nadmořská výška, tepová frekvence jedince a další. Vyšší okolní teplota anebo náročná fyzická aktivita vyžadují vyšší množství tekutin na odvod tepla pomocí potu a dechu. Pokud následně jedinec nepřijme zpět

ztracené množství tekutin, vzniká dehydratace organismu (Maughan & Shirreffs, 2010; Sawka et al., 2015).

Dle Klimešové (2016) ještě existuje rozdíl ve ztrátách tekutin mezi pohlavími a věkem. Obecně platí, že muži jsou ke ztrátám vody náchylnější a jsou tak více vystaveni dehydrataci. Stejně tak to platí u dospělých v porovnání s dětmi. Ačkoliv děti nejsou schopny se potit v takové míře jako dospělí, tak taktéž nejsou schopny se přebytečného tepla efektivně zbavovat, čímž se přehřívá jejich tělesné jádro.

### **2.3.4 Příjem tekutin u sportovců**

Během fyzické zátěže není nutný příjem tekutin do přibližně 40 minut jejího trvání. Ztráty tekutin většinou nejsou vysoké a jedinec je dokáže pohodlně doplnit po zátěži. Při déletrvajících fyzické aktivitě (nad 40 min) je však již doporučováno sportovci konzumovat tekutiny, protože jejich dostatečný a pravidelný příjem může prodloužit dobu výkonu a usnadnit následnou regeneraci organismu. Dobu lze ještě více prodloužit konzumací nápojů s přidavkem sacharidů, ideálně společně s elektrolyty (Klimešová, 2016).

Protože je pot složen kromě vody i z jiných látek (sodík, draslík aj.), tak s vyšší mírou pocení dochází také k vyšším ztrátám elektrolytů. Pokud je sportovec nebude při aktivitě s vyšší ztrátou potu dodávat, může dojít k narušení homeostázy (důsledkem dehydratace organismu) (Klimešová, 2016; McCubbin et al., 2020), což se postupně negativně projeví na sportovním výkonu (porucha kognitivních funkcí, porucha koncentrace atd.) (Benelam & Wyness, 2010).

Konzumace elektrolytů a sodíku se také ukazují jako efektivní při regeneraci organismu. Svalové křeče hrozí zejména jedincům, jejichž pot obsahuje vyšší množství sodíku. Proto by primárně tito sportovci měli dbát na konzumaci elektrolytů při ztrátách tekutin potem (Kumstát, 2018).

#### **2.3.4.1 Doporučený pitný režim sportovce v období zátěže**

Špatná strategie příjmu tekutin v období tréninku může zhoršit nejen sportovní výkon, ale také poškodit zdraví sportovce. Z důvodu zvýšeného rizika vzniku dehydratace může dojít vzniku hypertermie, nevolnostem, křečím a také horší regeneraci organismu po zátěži (Francescato et al., 2019). Pro sportovce je rizikový především nedostatek tekutin před a v průběhu fyzické aktivity (Ayotte & Corcoran, 2018).

Potřeba příjmu tekutin je u sportovců velmi individuální a k jejich hydrataci je proto potřeba takto přistupovat. Obecně však platí, že sportovec by měl začínat pohybovou aktivitu euhydratovaný, dbát na dostatečný příjem tekutin během zátěže a nahradit ztracené tekutiny

tak, aby se organismus vrátil do optimálního stavu hydratace (Belval et al., 2019; Maughan & Shirreffs, 2010).

Pokud se očekává u sportovců déletrvající výkon (navíc ještě v kombinaci s vyššími teplotami okolí a dalšími faktory), musí se počítat také se ztrátami hmotnosti ve formě tekutin. Pro pozorování změny stavu hydratace je vhodné sportovce zvážit na osobní váze, případně jej změřit pomocí jiné metody (Belval et al., 2019; Botek et al., 2017).

#### **Příjem tekutin před zátěží**

Pro sportovce jen nezbytné zajistit, aby byl jeho organismus před začátkem výkonu ve stavu euhydratace. Nedostatek nebo naopak vysoký nadbytek tekutin je před začátkem sportovní aktivity nežádoucí a může negativně ovlivnit nadcházející výkon. Ovšem mírný nadbytek tekutin před výkonem nemusí být vždy kontraproduktivní. Příkladem jsou sportovci účastníci se vytrvaleckých závodů, u kterých může být mírný přebytek tekutin na začátku závodu vhodný, aby předešli vyšší míře dehydratace po výkonu (McDermott et al., 2017)

Pokud se očekává při výkonu vyšší ztráta tekutin, tak je doporučováno vypít přibližně půl litru tekutin asi 30 minut před začátkem aktivity (Klimešová, 2016). Doba záleží především na tom, aby se sportovec dokázal zbavit přebytečné vody ještě před začátkem aktivity (Vilikus, 2015). Pokud se očekává déletrvající výkon (nad 90 minut), tak je vhodné již před výkonem konzumovat izotonický nápoj, který v těle dokáže zadržet v těle vodu (Klimešová, 2016; Vilikus, 2015).

#### **Příjem tekutin během zátěže**

Nutnost doplňovat tekutiny při zátěži záleží především na délce trvání. Až asi do 40 minut výkonu není potřeba tekutiny doplňovat, protože během této doby nevznikne taková míra dehydratace, která by měla negativní vliv na výkon (vyjma extrémních podmínek jako například extrémně vysoká okolní teplota, vysoká nadmořská výška aj.) (Berkulo et al., 2016).

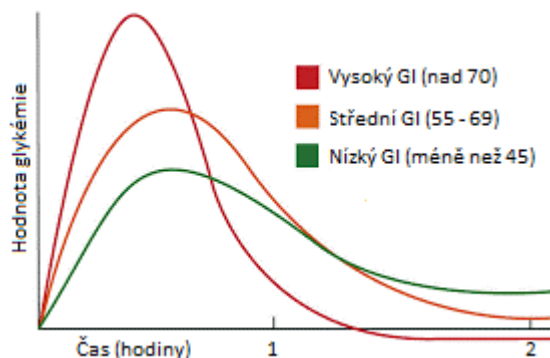
Od přibližně 45. minuty výkonu je vhodné konzumovat tekutiny po částech, zhruba 120-250 ml po zhruba 15 minutách (0,4-0,8 litru za hodinu). Vyšší množství tekutin organismus při zátěži nedokáže zpracovat a jedinec by jej tak zbytečně vystavoval žaludečním problémům (Klimešová, 2016, Kumstát, 2018).

Při déletrvajících výkonech (nad 90 minut) již kromě dehydratace hrozí také vyšší ztráty sodíku, a proto je žádoucí přijímat kromě vody tekutiny obohacené o elektrolyty (hypotonický nebo rehydratačně-energetický) (Klimešová, 2016).

Mimo iontových nápojů lze konzumovat také minerální vody (hypotonické) či mírně slazené nápoje. Co naopak může sportovci během zátěže uškodit, jsou sycené nápoje, mléčné



výrobky, káva a alkohol. Všechny uvedené druhy nápojů se pomalu vstřebávají a mohou způsobit žaludeční problémy. Diskutabilní je užívání vysokosacharidových nápojů (džusů aj.), které jednorázově zvýší glykemický index (GI) jedince. Tyto nápoje sice mohou dočasně pomoci překonat únavu, nicméně rychlý vzrůst hladiny cukru v krvi (Vysoký GI) je následován rychlým spádem hladiny krevního cukru, což se může negativně projevit na výkonu jedince (Vilikus, 2015). Hodnoty GI se dělí do třech kategorií (vysoký, střední a nízký), což je znázorněno na Obrázku 2.



Obrázek 2. Glykemický index (upraveno dle Nagapana & Selvaduraye, 2018)

Cílem příjmu tekutin během zátěže je udržovat stálý stav hydratace a vyhnout se vyšším než 2% ztrátám tělesné hmotnosti (McDermott et al., 2017). Důležité je zmínit, že ačkoliv jsou výše popsány konkrétní doporučení pro množství konzumovaných tekutin během zátěže, ne vždy lze tato doporučení dodržet. Přístup tekutin závisí na typu sportu a dostupnosti tekutin (Belval et al., 2019). Příkladem mohou být vytrvalostní sporty typu maraton, kde není možnost konzumovat tekutiny mimo občerstvovací stanice. V praxi tak většinou sportovci konzumují tekutiny dle vlastního uvážení (Kumstát, 2018).

#### **Příjem tekutin po zátěži**

Rehydratace po zátěži má za cíl obnovení stavu euhydratace, zlepšení regenerace a snížení únavy (McDermott et al., 2017).

Ztráty tělesných tekutin je po výkonu potřeba doplnit na 120-150 % počáteční tělesné hmotnosti, tedy 1,5 l/kg ztracené hmotnosti (Klimešová, 2016; Kumstát, 2018; McDermott et al., 2017). Tekutiny lze opět doplnit kromě vody nápoji s elektrolyty (případně jednoduše stravitelnou potravinou) (Klimešová, 2016). Pokud je potřeba, tak až v tomto období je vhodné doplnit hořčičk (Vilikus, 2015).

#### 2.3.4.2 Přístupy k příjmu tekutin

Kumstát (2018) zmiňuje celkem dva přístupy, jakými lze hydratovat organismus: autonomní (ad libitum) a řízený. Podle nejnovějších odborných zdrojů nelze určit, který přístup je obecně lepší. Výkon je zlepšen v obou případech v porovnání s žádným doplňováním tekutin. Z dostupných studií vyplývá, že volba přístupu k hydrataci záleží především na osobní preferenci a dostupnosti tekutin (Goulet & Hoffman, 2019).

##### **Autonomní přístup hydratace**

Autonomní přístup k hydrataci lze dělit na příjem tekutin kdykoliv v libovolném množství (tzv. ad libitum) a na příjem podle pocitu žízně. Standardně však konzumace nápojů podle žízně spadá pod přístup ad libitum (Kenefick, 2018; McDermott et al., 2017). Autonomní přístup k hydrataci je preferován většinou sportovců, a to z důvodu přirozenosti pít, když má jedinec potřebu (Kumstát, 2018).

Spontánní přístup k hydrataci je také způsob, jak se vyhnout hyponatrémii (Francescato et al., 2019; Hew Butler et al., 2015). Co se však týče efektu tohoto přístupu u sportovců vykonávajících zátěž v teplých podmínkách, Sawka et al. (2015) nepovažuje přístup ad libitum jako vhodný z důvodu neschopnosti efektivně nahradit ztráty tekutin.

Francescato et al. ve své studii zkoumali (2019) rozdíl v přístupu k příjmu tekutin mezi pohlavími ve fotbale. Z jeho výsledků vyplývá, že pro ženské pohlaví je vhodný přístup ad libitum, protože jejich ztráty tekutin byly nižší a tento přístup jim tak dostačuje. Naopak fotbalisti nedokážou optimálně kompenzovat ztráty tekutin tak jako ženy, a proto by mohli volit spíše řízený přístup hydratace.

##### **Řízený přístup hydratace**

Při tomto přístupu má jedinec přesně naplánované, v jaké době výkonu přijme určité množství vody. Pro tento přístup je důležité znát ztráty tekutin během různých druhů tělesného zatížení. Jako poměrně věrohodná metoda se jeví změna tělesné hmotnosti před a po zátěži. Ztráty je nutné zjistit za co nejvíce různých okolností (různé teploty okolí apod.). Druhou proměnnou je přijaté množství tekutin před výkonem (Ayotte & Corcoran, 2018).

Řízený přístup je vhodný pro vrcholové sportovce, vytrvalostní sportovce a také pro sportovce, kteří ve vyšší míře ztrácejí potem minerální látky (zpravidla sodík) (Kumstát, 2018). Sodík lze doplňovat jednak z iontových nápojů (pro rychlejší vstřebatelnost), a jednak z vyššího množství soli v pevné stravě. Důležité je však myslet na to, že doporučený denní příjem soli je zhruba 5 gramů. Příliš vysoké množství soli ve stravě sportovce může zvýšit jeho krevní tlak a může mít celkově negativní vliv na kardiovaskulární systém (Maughan & Shirreffs, 2010), ledviny,

játra a může způsobit otoky (Roubík, 2018). Botek et al. (2017) však uvádí, že množství 4 litrů potu může obsahovat až 12 gramů soli. V takovém případě bude doporučené množství 5 gramů soli na den nedostatečné a přidaný sodík do potravy bude nezbytností (Benelam & Wyness, 2010).

#### **Specifický přístup k hydrataci**

Tento přístup je charakteristický vědomou manipulací s příjmem tekutin za cílem snížit hmotnost během krátkého času. Tuto strategii využívají boxeři, kteří potřebují snížit svou hmotnost do váhové kategorie (Armstrong, 2005; Belval et al., 2019) nebo kulturisté, kteří se snaží snížit množství vody v podkoží na minimum pro zvýraznění svalových partií. Kulturisté manipulací dosahují až nefyziologických hodnot tělesné vody, čímž ohrožují především své zdraví (Belval et al., 2019).

#### *2.3.4.3 Sportovní nápoje*

Sportovní nápoje, ať už sacharidové nebo iontové, se dnes těší velké oblibě. Jsou dostupné v každém fitness centru, v potravinových obchodech, na benzinových stanicích apod. Méně informovaní sportovci bohužel neví, že se jedná o doplňky stravy, které by se měli nacházet až na úplném vrcholu našich výživových potřeb, případně přinášejí efekt až po určité době sportovního výkonu. Tak například konzumace sportovních nápojů přináší benefity při aktivitách trvajících přes 60-90 minut (Klimešová, 2016). Pokud má sportovec (nebo i nespportovec) vyváženou stravu, tak ve většině případů nepotřebuje v průběhu výkonu organismu dodávat sacharidy nebo minerální látky. Pokud je však příjem těchto nápojů opodstatněný, tak díky nim může sportovec podávat delší výkon a lépe regenerovat glykogenové zásoby a svalovou tkáň (McDermott, et al., 2017).

Složení sportovních nápojů je charakteristické obsahem elektrolytů (draslík, sodík a chloridy) a také sacharidů (Klimešová, 2016).

#### **Druhy sportovních nápojů podle osmolality**

Iontové nápoje se rozlišují do tří skupin, a to na základě koncentrace elektrolytů vůči krevní plazmě, které disponuje osmolalitou okolo 300 mmol/l (Klimešová, 2016):

- hypotonické (maximálně 250 mmol/l);
- izotonické (osmolalita podobná vnitřnímu prostředí organismu – 300 mmol/l);
- hypertonické (od 340 mmol/l) (Klimešová, 2016; Orrù, et al., 2018).

Jako nejvhodnější nápoj při sportovních aktivitách se jeví hypotonický nápoj, protože pot je hypotonická tekutina (Botek, et al., 2017; Orrù, et al., 2018), takže osmolalita potu je podobná nápoji. Hypotonický roztok je tak nejsnadněji vstřebatelný v trávicím traktu (Vilikus, 2015).

Izotonické nápoje mají podobnou osmolalitu s vnitřním prostředím organismu a jsou doporučeny ke konzumaci po zátěži (Klimešová, 2016).

Hypertonické nápoje mají koncentraci rozpuštěných látek nižší než vnitřní prostředí a pro hydrataci jsou zcela nevhodné. Důvodem je jejich zpracování v těle, při kterém dochází k ještě hlubší dehydrataci (Roubík, 2018; Vilikus, 2015).

Botek et al. (2017) doporučuje pro optimální rehydrataci konzumovat nápoje s koncentrací sodíku kolem 100 mmol/l.

### **Druhy sportovních nápojů dle zastoupení sacharidů**

Sacharidové nápoje dělí Klimešová (2016) na tři druhy podle míry zastoupení sacharidů, a to na rehydratační, rehydratačně-energetické a energetické. Rehydratační obsahují maximálně 3 % cukru a pomáhají adekvátně hydratovat tělo. Druhou skupinou jsou rehydratačně-energetické, které obsahují až 8 % cukru, a kromě hydratace organismu také pomáhají doplnit energii při déletrvajících výkonech. Poslední skupinou jsou energetické nápoje, ve kterých je až 20% podíl cukru. Toto množství však může při výkonu spíše škodit, protože zvyšuje riziko vzniku střevních potíží.

### **Značky sportovních nápojů**

Mezi nejznámější značky sportovních nápojů se řadí Gatorade, Isostar a Powerade (Coombes & Hamilton, 2000; Shirreffs, 2009). Gatorade (firma PepsiCo) a Powerade (firma CocaCola) jsou přední značky sportovních nápojů na americkém trhu, Isostar je známý především v Evropě. Značka Gatorade v USA roce 2020 výrazně dominovala. Její podíl na trhu byl na začátku roku 2020 72 %, zatímco podíl Powerade byl pouhých 16 %. Obě značky mezi sebou soutěží a z důvodu vyšších zisků neustále vytvářejí nové produkty, které již necílí pouze na sportující populaci (Lucas, 2020).

Gatorade a Powerade obsahují shodně 6 % cukru a také podobné množství sodíku (přibližně 20 mmol/l) a draslíku (zhruba 2.3 mmol/l). Isostar je oproti nim bohatší na množství cukrů (7 %) a sodíku (30 mmol/l) (Shirreffs, 2009).

### **2.3.5 Výdej tekutin u sportovců**

Výdej tekutin je při fyzické aktivitě zprostředkován především pocením. Průměrný sportovec ztratí pocením v průběhu výkonu 0,5-1,9 litru tekutin za hodinu (Belval et al., 2019),

Baker (2016) udává až 2 litry ztracených tekutin za hodinu. Intenzivnější výkon a vyšší teplota okolního vzduchu způsobí průměrnou ztrátu tekutin v rozmezí 2-2,5 l/hod (Klimešová, 2016). Vilikus (2015) udává, že množství tekutin ztracené potem se při maratonském běhu pohybuje až mezi 4-6 litry. Z těchto uvedených rozmezí je patrné, že výdej tekutin při zátěži je velmi variabilní.

Nejen ztráty vody, ale i ztráty elektrolytů negativně ovlivňují sportovní výkon jedince. Vodu a elektrolyty sportovci ztrácejí z důvodu vyšší míry pocení. Koncentrace elektrolytů v potu se u každého jedince liší, a proto by si především elitní sportovci měli zjistit své ztráty tekutin a elektrolytů za různých podmínek a přizpůsobit tomu množství přijímaných tekutin v období fyzické aktivity (Baker, 2017).

#### 2.3.5.1 *Mechanismus pocení*

Pocení je nejefektivnější způsob zbavování se nežádoucího tepla, které vzniká jako odpadní produkt pracujících svalů (Botek et al., 2017). Zvýšená tvorba tepla zvyšuje teplotu tělesného jádra, kterou zachytí termoreceptory v kůži a také centrální termoreceptory, které se nacházejí v předním hypotalamu. Hypotalamus je centrem regulace teploty, do kterého proudí informace z termoreceptorů. Aby se zabránilo zvyšování teploty jádra, začne hypotalamus stimulovat potní žlázy, které pomocí potu odvádí teplo na povrch kůže, kde jej můžeme spatřovat v podobě kapének vody. Při vysokých teplotách okolí se tyto kapénky dále vypařují z povrchu těla (Botek et al., 2017; McCubbin et al., 2020). Díky pocení zvládá organismus udržovat stálou tělesnou teplotu, a to i za cenu vzniku dehydratace a ztráty elektrolytů (Maughan, Merson, Broad, & Shirreffs, 2004).

#### 2.3.5.2 *Důsledky pocení*

Pocením sportovci ztrácí nejen tělesnou vodu, ale také elektrolyty. U vysoce aktivních a profesionálních sportovců může docházet až k dysbalancím mezi vodou a elektrolyty, což ve výsledku narušuje i samotný sportovní výkon. Důsledkem pocení s následnou dehydratací se snižuje objem plazmy a zvyšuje se její osmolalita. Pot má menší koncentraci minerálních látek než plazma, jedná se tak o hypotonický roztok, který je složen převážně z vody, sodíku, chloridu, draslíku, hořčíku a dalších látek. Poměr jednotlivých minerálních látek v potu nelze s přesností určit, protože je ovlivněn mnoha faktory, jako je míra hydratace a pocení, výživa apod. Proto se ke každému sportovci musí v oblasti doplňování minerálních látek přistupovat individuálně (Maughan & Shirreffs, 2010; Sawka et al., 2015).

Obecně však lze předpokládat, že z minerálních látek bude v potu nejvíce deficitní sodík (Barnes et al., 2019). Normální rozmezí ztrát sodíku je 10-90 mmol/l potu (Baker, 2016; Goulet

et al, 2017) a průměrná hodnota je přibližně 35 mmol/l potu (Goulet, Asselin, Gosselin, & Baker, 2017). Nižší (nebo vyšší) hodnoty ztrát sodíku v potu poukazují na dehydrataci (nebo hyponatrémii) (Baker, 2017). Vyšší ztráty sodíku v potu lze spolehlivě poznat podle „solných map“ na oblečení nebo podle dostavujících se svalových křečí (Kumstát, 2018; Maughan & Shirreffs, 2010).

### 2.3.5.3 Míra pocení

Množství ztracených tekutin pomocí potu je velmi variabilní (Kumstát, 2018; Vilikus, 2015) a jeho výše závisí na vnějších a vnitřních faktorech:

- vnější faktory – druh, intenzita a délka pohybové aktivity, počet tréninkových jednotek v týdnu, okolní teplota, vlhkost, nadmořská výška, proudění vzduchu, dostupnost tekutin a také míra oblečení jedince (Baker, 2016; Barnes et al., 2019; Belval et al., 2019; McCubbin et al., 2020);
- vnitřní faktory – věk a tělesná váha, pohlaví, velikost těla, fyzická zdatnost, procento tělesného tuku, genetická predispozice, psychické rozpoložení a trénovanost (Baker, 2016; Gagnot & Grandall, 2018)

Míra pocení je ovlivněna všemi výše zmíněnými faktory. Nejvyšší rychlost pocení lze očekávat u sportujícího jedince v horkém a vlhkém neproudícím vzduchu (Belval et al., 2019; McCubbin et al., 2020). Míra pocení je znázorněna v Tabulce 1.

*Tabulka 1.* Míra pocení (v litrech za hodinu) (upraveno dle Bakera, 2016; McDermotta et al., 2017)

<b>Míra pocení (l/h) = ztráta potu (l) / délka fyzické aktivity (h)</b>
Ztráta potu (l) = tělesná hmotnost před fyzickou aktivitou (kg) – tělesná hmotnost po fyzické aktivitě (kg) + množství přijatých tekutin při fyzické aktivitě (l) – množství moči při fyzické aktivitě (l)

Sportovci, kteří jsou více adaptovaní na určitý druh a frekvenci pohybu (případně na vysoké teploty) se začínají potit dříve a ve větším množství, nicméně jejich pot obsahuje méně minerálních látek oproti netrénovaným jedincům. Obecně tak platí, že čím vyšší aerobní trénovanost, tím ekonomičtější složení potu ve smyslu nižších ztrát elektrolytů (Botek et al., 2017; Benelam & Wyness, 2010). Adaptace může také probíhat ve smyslu zvětšení objemu

plazmy, snížení srdečního tepu a snížení subjektivního hodnocení námahy. Tato adaptace se může projevit už po 5 dnech určitého výkonu (McCubbin et al., 2020).

### **2.3.6 Poruchy v rovnováze tekutin a elektrolytů**

Organismus se snaží o zachování homeostázy vnitřního prostředí, v případě tekutin o rovnovážný poměr tekutin a elektrolytů. Při fyzické námaze, případně při jiném narušujícím faktoru, může dojít ke vzniku nerovnovážného zastoupení tělních tekutin. Může tak vznikat dehydratace organismu, v opačném případě hyperhydratace organismu (Grandjean et al., 2003).

Stav hydratace je samozřejmě nejvíce ovlivněn typem sportovní aktivity, úrovní výkonnosti, na které se sportovec nachází a vnějších podmínkách (roční období či okolní teplota aj.). Například středně až vysoce intenzivní fyzická aktivita na profesionální úrovni (charakteristická každodenními tréninky) v teplém venkovním prostředí bude mít mnohem vyšší požadavky na příjem tekutin než trénink dvakrát do týdne v chladném prostředí (Barnes et al., 2019; Francescato et al., 2019).

#### **2.3.6.1 Dehydratace**

Dehydratace znamená proces ztráty tělesné vody, která je vyšší než přibližně 2 % celkové hmotnosti těla (Benelam & Wyness, 2010). Dehydratace má vliv na fyzický i psychický výkon, proto je nezbytné deficit tekutin adekvátně doplnit (Maughan & Shirreffs, 2010). Dehydratace je zpravidla přímo úměrná poklesu objemu krevní plazmy (Kavouras, 2002).

Sportovci jsou oproti nespportující populaci k dehydrataci náchylnější. První příčinou je zvýšená tvorba metabolického tepla ve svalech, které se následně dostává na povrch těla ve formě potu (Sawka et al., 2015). V menší míře se tepla organismus zbavuje také pomocí dechu (Kumstát, 2018). Druhou možnou příčinou dehydratace je nedostatečný příjem tekutin (Klimešová, 2016; Sawka et al., 2015).

Jedním z častých problémů sportovců z hlediska hydratace je fakt, že v mnohých případech jsou dehydratováni už na začátku tréninku. V horším případě navíc sportovec nemá po dobu výkonu přístup k tekutinám (Maughan & Shirreffs, 2010). U profesionálních sportovců navíc může hrozit nedostatek elektrolytů z důvodu častých a intenzivnějších tréninků. Z tohoto důvodu lze především u profesionálních sportovců předepsat hydratační plán, který má jednak za cíl udržet hladinu euhydratace u sportovce, a jednak udržet hladinu elektrolytů v normě i v průběhu zátěže (Ayotte & Corcoran, 2018).

Sawka et al. (2015) uvádí, že vliv dehydratace na výkon se liší dle teploty prostředí. Pokud je sportovec dehydratován v rozsahu 2 % ztrát tělesné hmotnosti v chladném prostředí, nebude

jeho aerobní výkon ovlivněn tak, jako za stejného stavu dehydratace v mírném nebo dokonce v teplém prostředí. Konkrétní hodnoty jsou vztaženy na změnu teploty kůže. Pokud teplota kůže překročí 27 °C, tak bude mít dehydratace horší dopady na organismus než nižší teplota kůže. Každá další přidaná jednotka teploty (°C) dokáže zhoršit výkon o zhruba 1 %. Z tohoto důvodu je potřeba dbát na ještě vyšší příjem tekutin při vyšších okolních teplotách (Kumstát, 2018).

Dehydrataci lze dělit:

#### **a) podle ztrát tělesné hmotnosti a jejich vliv na organismus**

Již při ztrátě 2 % hmotnosti těla (což je obvyklá míra dehydratace sportovců) dochází ke zvýšení srdeční frekvence a teploty organismu, protože dehydratace narušuje proces termoregulace (Ayotte & Corcoran, 2018). Snižuje se míra pocení a začíná tak docházet k horšímu odvodu tepla než ve fázi euhydratace (McDermott et al., 2017). Mohou se zde objevit poruchy kognitivních funkcí (bdělosti či koncentrace) (Ayotte & Corcoran, 2018). Vilikus (2015) dokonce uvádí, že ztráta 2 % hmotnosti těla se negativně projeví na vytrvalostním, silovém i rychlostním výkonu.

Vyšší ztráta tělesné hmotnosti, přibližně kolem 4-5 %, se může projevit vznikem svalových křečí, suchými ústy, nevolností a také poruchami koncentrace (Grandjean et al., 2003; Vilikus, 2015). Vyšší ztráty než 5 % tělesné hmotnosti mohou dle Kumstáta (2018) zhoršit sportovní výkon až o 30 %.

Ztráta 6-10 % tělesné hmotnosti je považována za „těžkou“ dehydrataci, kdy dochází ke snížené tvorbě potu, moči a méně efektivnímu odvádění tepla, nižšímu srdečnímu výdeji a následně nižšímu průtoku krve. Zvyšuje se také tělesná teplota. V tomto procentuálním rozmezí dehydratace již může dojít ke kolapsu organismu a k ohrožení života jedince (Botek et al., 2017; McDermott et al., 2017)

#### **b) podle ztrát minerálních látek**

Hehlmann (2010) a Grandjean et al. (2003) rozlišují tři druhy dehydratace z hlediska ztrát elektrolytů:

- izotonická – vzniká, pokud se množství ztracených minerálních látek rovná množství ztracené vody;
- hypotonická – vzniká, pokud je množství ztracených minerálních látek vyšší než množství ztracené vody;



- hypertonická – vzniká, pokud je množství ztracených minerálních látek nižší než ztráta vody.

#### 2.3.6.2 *Hyperhydratace*

Opakem dehydratace je stav zvaný hyperhydratace, který vzniká v důsledku přebytečného množství přijatých tekutin (množství přijatých tekutin převyšuje množství ztracených tekutin). Mezi obecné příznaky hyperhydratace patří otoky končetin, změny nálady, nevolnosti a zvracení. Stav lze identifikovat přírůstkem na váze oproti předstartovnímu stavu (pokud bylo vážení provedeno) (McDermott et al., 2017).

V případě, že se v důsledku hyperhydratace sníží koncentrace sodíku v krvi pod hladinu 135 mOsm/l, vzniká stav zvaný hyponatrémie (Benelam & Wyness, 2010; McDermott et al., 2017). Tento stav je zapříčiněn neschopností organismu vstřebat vysoké množství zkonsumované hypotonické tekutiny (McDermott et al., 2017). U lehčí formy hyponatrémie, kdy se hladina sodíku v krvi rovná 135 mOsm/l, se začíná projevovat u postiženého zmatenost a dezorientace. Při těžší formě, kdy se hladina sodíku sníží na 120 mOsm/l, se objevují bolesti břicha a zvracení. Ve vzácných případech se jedinec může dostat do stavu bezvědomí zapříčiněného oběhovým selháním (Hew-Butler et al., 2015; Vilikus, 2015). Pro prevenci vzniku stavu hyperhydratace a následně hyponatrémie je při výkonech, kde hrozí vyšší ztráty tělesné vody, vhodné přijímat tekutiny obohacené o sodík a další elektrolyty (Hew-Butler et al., 2015; Klimešová, 2016).

## 2.4 **Hodnocení stavu hydratace**

Hodnocení stavu hydratace se využívá nejen ke zjištění stavu hydratace, ale také ke sledování změn v zavodnění jedince anebo k individuálnímu stanovení potřeby tekutin (Belval, 2019).

Nejpřesnější výsledky lze získat pomocí měření s využitím speciálních laboratorních přístrojů pro zjištění osmolality plazmy, osmolality moči a specifické hustoty moči (Belval, 2019). Další laboratorní metodou je bioelektrická impedanční analýza a osmolalita slin, ale výsledné hodnoty těchto metod nejsou tak validní jako je tomu u těch přecházejících (Cheuvront & Sawka, 2005). Limitací využívání laboratorních metod je vysoká pořizovací cena některých přístrojů (například cena přístroje InBody 770 je přibližně 416 000 Kč (inbodyusa.com, 2021) a také nepraktičnost v terénních podmínkách (Belval, 2019; McDermott et al., 2017).

V terénních podmínkách se za věrohodné považuje měření změn tělesné hmotnosti, analýza barvy moči a subjektivní pocit žízně. Méně spolehlivým metodou je měření srdeční frekvence a krevního tlaku (Kavouras, 2002; Kumstát, 2018).

Pro větší spolehlivost výsledků v terénu Cheuvront a Sawka (2005) doporučují kombinovat alespoň dvě metody hodnocení hydratace. Belval (2019) doporučuje kombinaci tří kritérií: změny tělesné hmotnosti, barvy moči a pocitu žízně.

### **2.4.1 Laboratorní metody hodnocení stavu hydratace**

#### *2.4.1.1 Osmolalita plazmy*

S potřebným laboratorním vybavením lze provést rozbor krve, z něž lze zjistit nejen osmolalitu (koncentraci) plazmy (pomocí osmometru), ale také stav minerálních látek či koncentraci hemoglobinu. Měření osmolality plazmy lze považovat za nejspolehlivější indikátor stavu hydratace (Armstrong, 2005; Vilikus, 2015).

Obecně platí, že je čím nižší osmolalita plazmy, tím vyšší je její objem a tím lépe je tělo hydratováno. Naopak s vyšším množstvím rozpuštěných látek v 1 kg plazmy stoupá míra dehydratace (Cheuvront & Sawka, 2005).

Hodnota osmolality krve se vyjadřuje jako množství rozpuštěných látek na kilogram plazmy (mOsm/kg). Hodnota 285 mOsm/kg značí stav euhydratace, hodnota nad 290 mOsm/kg znamená již mírnou dehydrataci (Cheuvront & Sawka, 2005). Hladina osmolality je dle Armstronga (2005) velmi citlivá na změny tělních tekutin: již při ztrátě tekutin v množství 1 % tělesné hmotnosti dochází k určitému zvýšení osmolality krve. Podle Cheuvronta a Sawky (2005) se 2% ztráta tělesné hmotnosti dehydratací rovná 5% nárůstu množství rozpuštěných látek v krvi.

Osmolalita plazmy se zvyšuje z toho důvodu, že pot je vůči plazmě hypotonický a odvádí tak více tekutin než minerálních látek. Při dehydrataci se tak snižuje objem plazmy a začíná se projevovat pocit žízně (Armstrong, 2016; Cheuvront & Sawka, 2005). Pocit žízně dle Kavourase (2002) dostaví při snížení objemu plazmy o 10 %.

#### *2.4.1.2 Osmolalita moči*

Moč je stejně jako krev složena z vody a různých dalších osmotických látek (sodík, draslík atd.). Množství těchto látek stoupá se snižujícím se objemem moči, s čímž přímo souvisí míra dehydratace a osmolalita krve (Cheuvront & Sawka, 2005; McDermott et al., 2017)

Osmolalitu moči lze dělit do 3 kategorií:

- hodnota osmolality moči nižší a rovnající se 700 mmol/kg poukazuje na euhydrataci organismu (Botek et al., 2017; Maughan & Shirreffs, 2010);
- hodnota 800 mmol/kg může značit mírnou dehydrataci (Armstrong et al., 2016);
- hodnota 900 mmol/kg znamená přibližně 2% dehydrataci (Botek et al., 2017; Maughan & Shirreffs, 2010).

Koncentrace (a objem) moči jsou ovlivněny jednak množstvím přijatých tekutin, jednak mírou pohybové aktivity, a jednak množstvím ztracených tekutin jiným způsobem než močí (McDermott et al., 2017).

Pro nejspolehlivější výsledky doporučují Cheuvront a Sawka (2005) a McDermott et al. (2017) rozbor moči z prvního ranního vzorku. První ranní moč je díky dlouhému časovému úseku bez příjmu tekutin a pohybu nejvíce validní. Naopak analýza moči odebrané ihned po tréninku dle Armstronga (2005) nemusí přesně odrážet stav hydratace. Armstrong et al. (2016) doporučuje odebírat vzorek moči vícekrát po dobu 24 hodin, nikoliv pouze jednorázově. Důvodem je, že se během celého dne mohou projevit faktory, které ovlivňují koncentraci moči (fyzická aktivita, konzumace tekutin a potravy aj.).

#### 2.4.1.3 *Specifická hmotnost (hustota) moči*

Specifická hmotnost moči se vztahuje na hustotu moči (hmotnost moči na její objem). Hustota moči (USG) nabývá hodnot vyšších než 1 gram na mililitr moči, protože moč je hustější než voda (Armstrong, 2005).

Hustota moči lze změřit hustoměrem (urinometrem). Ideální rozmezí hustoty je mezi 1,010 až 1,015 g/ml (Vilikus, 2015). Dle Botka et al. (2017) hodnota nižší než 1,020 g/ml odpovídá euhydrataci. Hodnota rovnající se nebo vyšší než 1,020 g/ml poukazuje na dehydrataci. Hustota moči je přímo úměrná množství látek rozpuštěných v moči. Vyšší koncentrace rozpuštěných látek znamená vyšší hustotu a tím pádem horší hydrataci jedince (Chalupová & Kovaříková, 2018).

#### 2.4.1.4 *Bioelektrická impedanční analýza*

Tato metoda slouží primárně k analýze složení těla, k čemuž využívá speciálních měřících přístrojů (např. InBody 770). Tyto přístroje dokáží změřit jak množství svalové a tukové hmoty, tak i množství celkové vody v těle. Kromě složení těla a množství vody zvládnou tyto přístroje změřit také poměr mezi intracelulární a extracelulární tekutinou (Armstrong, 2005; Kavouras, 2002).

Měření funguje na principu měření odporu tělesné tkáně a vody vůči střídavému elektrickému proudu, který při měření prochází tělem střídavě nízkou a vysokou intenzitou. Právě voda je jako jediná složka těla elektricky vodivá, a proto se dá měřit její impedance (reakce na elektrický proud). Naopak elektricky nevodivý je tělesný tuk. Složení těla je vypočítáno na principu rozdílu mezi odporem tukové tkáně a jiných tělesných tkání (Jéquier & Constant, 2010).

Limitací této metody je vysoká pořizovací cena přístroje (například již zmíněný cena přístroje InBody 770) a také variabilita výsledků mezi jednotlivými modely (McCubbin et al., 2020). Další limitací je podhodnocování úrovně absolutních ztrát tekutin. Navíc fyzická aktivita, pocení, příjem tekutin a jiné faktory ovlivňují přesun intracelulární a extracelulární tekutiny, což taktéž negativně ovlivňuje měření. Z těchto důvodů se nejedná o příliš přesnou metodu měření hydratace u sportovců (Cheuvront & Sawka, 2005). Mimo sledování stavu hydratace je však tato metoda vhodná pro analýzu složení těla. Pro nejspolehlivější výsledky složení těla musí měření probíhat za stejných podmínek (nalačno, ráno).

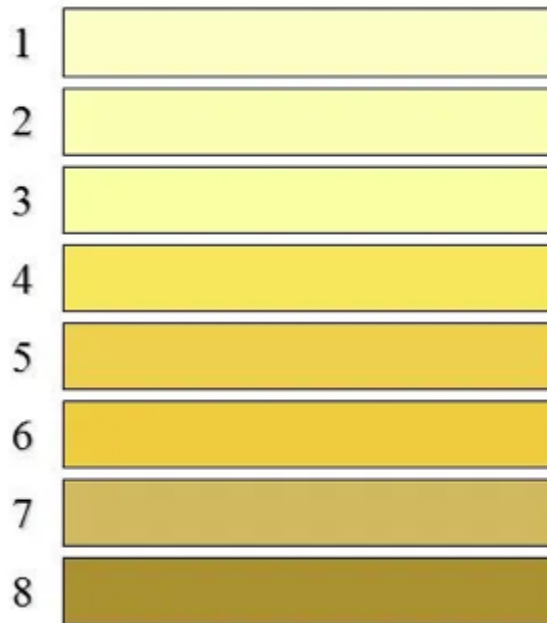
#### *2.4.1.5 Osmolalita slin*

Osmolalita slin se zdá být přímo úměrná míře dehydratace. Walsh et al. (2004) ve své studii došli k závěru, že se zvyšující se osmolalitou moči a plazmy roste také osmolalita slin. Změna osmolality slin je však více variabilní než u markerů hydratace, jako je koncentrace plazmy či moči. Proto se tento způsob hodnocení hydratace považuje za méně efektivní (Cheuvront & Sawka, 2005).

### **2.4.2 Terénní metody hodnocení stavu hydratace**

#### *2.4.2.1 Klasifikace barvy moči*

Tato metoda se stala oblíbenou pro její jednoduchost a finanční nenáročnost. Metoda funguje na principu hodnocení světlosti barev moči, kde světlejší, respektive číře bílá, znamená perfektní hydrataci, tmavě žlutá potom dehydrataci. Pro hodnocení je potřeba vzorek moči odebrat do nádoby. Pokud by byla moč hodnocena pouze z pohledu do záchodové mísy, nebyly by výsledky spolehlivé z důvodu naředění moči vodou (McDermott et al., 2017; Popkin et al., 2010). Dle Klimešové (2016) je barevná škála dobrým ukazatelem hydratace, ovšem kvalitnější je rozbor hustoty moči nebo rozbor krve.



Obrázek 3. Indexy moči (upraveno dle Kolisky, 2019)

Obrázek 3 znázorňuje jednotlivé odstíny moči. Hlavním žlutým pigmentem moči je látka urobilin (nebo také urochrom), která vzniká rozkladem hemoglobinu. Platí, že čím větší objem moči, tím více se v ní urobilin zředí a moč je více čirá. Při menším množství vyloučené moči je koncentrace urobilinu vyšší a moč má více žluto-tmavou barvu (Maughan & Shirreffs, 2010). První tři vzorky značí euhydratovaný stav jedince. Čtvrtý a pátý vzorek znázorňují dehydrataci. Poslední tři vzorky moči poukazují na závažnou dehydrataci (Koliska, 2019). V tmavé moči (vzorek 7-8) se již nachází myoglobin, což značí akutní dehydrataci a ohrožení života (McDermott et al., 2017).

Při hodnocení barvy moči je potřeba brát v potaz to, že její barva moči může být ve vzácných případech ovlivněna konzumací vybraných potravin a léků. Červená řepa dokáže zbarvit moč do růžova (případně až červená). Tento jev je zvaný Beeturia a dochází k němu přibližně u 14 % populace (Sauder & Rawla, 2021). Do červená mohou moč zbarvit další tmavě zbarvené potraviny jako jsou např. borůvky. Oranžovou barvu moči může způsobit konzumace mrkve. Mezi léky ovlivňující barvu moči se řadí léky na snížení kyselosti žaludku (modrá), léky spojené s chemoterapií (oranžová) a léky pro léčbu zánětu močových cest (oranžová) (Cleveland Clinic, 2020).

#### 2.4.2.2 Sledování změn tělesné hmotnosti

Sledování tělesné hmotnosti se využívá pro hodnocení krátkodobých změn hydratace. Vážení probíhá před výkonem a ihned po výkonu (Cheuvront & Sawka, 2005; McDermott et al.,

2017). Úbytek na hmotnosti po výkonu odpovídá úbytku tekutin, protože žádná jiná tělesná složka kromě vody se z těla během výkonu nestihne ztratit (Armstrong, 2005). Míra dehydratace se zjistí z poměru tělesné hmotnosti před zátěží ku tělesné hmotnosti po zátěži. Vážení může pomoci sportovci zjistit, jestli se za konkrétní fyzické aktivitě dostatečně hydratoval (Belval et al., 2019).

Obecně je optimální co nejmenší ztráta hmotnosti, která by neměla přesáhnout 2 % tělesné hmotnosti (Kumstát, 2018; Maughan & Shirreffs, 2010). Pro stanovení normální hodnoty vody v těle McDermott et al. (2017) doporučuje změřit euhydratovaného jedince 3 po sobě jdoucí dny ve stejný čas a za stejných podmínek.

Postup měření má striktní podmínky, bez kterých by výsledky nebyly validní. Před začátkem měření by se měl sportovec vyprázdnit. Na váhu by poté měl vstoupit s co nejmenším množstvím oblečení, které by mohlo mít vliv na váhu sportovce. Při fyzické aktivitě je potřeba pečlivě zaznamenat množství zkonsumovaných tekutin. Pokud se sportovec bude potřebovat při aktivitě vyprázdnit, veškerá moč by měla být uschována pro pozdější vážení. Po skončení aktivity by měli být sportovci osušeni tak, aby na nich nezůstaly kapénky potu. Poté se opět zváží stejně jako před výkonem. Rozdíl počáteční a aktuální hmotnosti se rovná úbytku tekutin. K úbytku je nutné ještě přičíst množství přijímaného nápoje, a naopak odečíst hodnotu vymočených tekutin (pokud bylo potřeba) (Baker, 2016). Baker (2017) také doporučuje jedince měřit za různých typů tréninků, aby se zjistila ztráta tělesných tekutin během odlišných podmínek.

Pro zjištění stavu zavodnění lze provádět sledování tělesné hmotnosti také ihned po probuzení. Toto pozorování má důležitou podmínku, a to vyváženou energetickou bilanci jedince. Pokud tato podmínka není dodržena, výsledky nebudou validní (Armstrong, 2005; Botek et al., 2017).

#### 2.4.2.3 *Subjektivní hodnocení pocitu žízně*

Žízeň je subjektivní pocit vznikající jako reakce na snížený stav tělních tekutin, respektive na vzestup osmolality krve. Pocit žízně se projeví při ztrátě vody odpovídající přibližně 2 % tělesné hmotnosti, což už odpovídá míře dehydratace (Benelam & Wyness, 2010; McDermott et al., 2017). Armstrong et al. (2016) udává, že se žízeň projevuje, když se osmolalita plazmy zvýší na 290 až 295 mOsm/kg, anebo když se osmolalita moči zvýší na 800 mOsm/kg. Může se však stát, že se žízeň projeví opožděně, kdy už bude sportovec dehydratován ještě ve větší míře (McDermott et al., 2017). Z tohoto důvodu by především sportovci neměli vyčkávat až na dostavení pocitu žízně, aby doplnili tekutiny (Belval et al., 2019; Vilikus, 2015).

K hodnocení žízně lze využít validizovanou škálu Engela et al. (1987), která funguje na principu Likertovy škály. Vybraná odpověď na této škále dokáže určit velikost žízně hodnoceného jedince podle jeho pocitu. Škála má rozsah od 1 ("vůbec žádná žízeň") do 9 ("velmi, velmi velká žízeň").

#### 2.4.2.4 Měření krevního tlaku a srdeční frekvence

Krevní tlak i srdeční frekvence jsou dle Kavourase (2002) ve fází dehydrataci zvýšeny (v klidu i při zátěži). Schulman (2020) navíc dodává, že v důsledku sníženého tlaku a srdeční frekvence může dojít ke sníženým dodávkám kyslíku orgánům, což může způsobit šokový stav organismu.

## 2.5 Charakteristika fotbalu z hlediska fyziologie výkonu

Fotbal je fyzická aktivita, která je charakteristická opakovaným střídáním úseků s vysokou a nízkou intenzitou zátěže. Dochází tak ke střídání aerobního a anaerobního metabolismu (Bangsbo, Mohr, & Krustup, 2006; Maughan, et al., 2004). Aerobní metabolismus je využíván častěji, přibližně v 80-90 % času výkonu (Teplan et al., 2012). Mimo vytrvalostní a sprinterskou běžeckou aktivitu je u fotbalistů potřebná výbušnost, výskok, síla kopu, zrychlení, rovnováha, reakce, technika s míčem atd. Výkon fotbalisty závisí na fyziologických, taktických, duševních a dalších faktorech (Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005).

Délka zápasu je přibližně 90 minut (plus přidaný „nastavený“ čas), které jsou proloženy 15minutovou přestávkou (Dolci, et al., 2020). Průměrná uběhnutá vzdálenost profesionálním hráčem v zápase se pohybuje okolo 10 kilometrů (Stølen et al., 2005), přičemž zpravidla nejdelší vzdálenosti uběhnou hráči na postu záložníka (Bangsbo, 2014; Yustika, 2018). Teplan et al. (2012) udává, že zpravidla největší vzdálenost urazí fotbalisté klusem, poté chůzí a nejméně rychlým během a sprinty. Podle Bangsboa (2014) je statisticky vyšší výskyt sprintů u špičkových profesionálních fotbalistů než u fotbalistů na nižší úrovni, a to až o 58 %.

Většinu času využívá fotbalista energii cestou aerobního metabolismu (Yustika, 2018), kde se kromě sacharidů uplatňují také tuky jakožto zdroj energie. Zdrojem sacharidů jsou zásoby svalového glykogenu a zdrojem tuku volné mastné kyseliny (Bangsbo, 2014). Štěpení těchto substrátů probíhá za přítomnosti kyslíku, což umožňuje fotbalistům vykonávat pohyb nízké intenzity po celý zápas (Teplan et al., 2012). Nejedná se však pouze o vytrvalostní aktivitu, ale také o aktivitu s intenzitou 80-90 % maximální tepové frekvence (sprinty, výskok a osobní souboje), což je již kryto z anaerobního metabolismu. Anaerobní aktivita je charakteristická

nepřítomností kyslíku, přičemž hlavními energetickými zdroji jsou ATP (adenosintrifosfát) a CP (creatinfosfát). Po přibližně sedmi sekundách anaerobního výkonu dochází ke snížení CP ve svalu a zároveň ke zvýšení zakyselení svalů, což je příčinou zvýšení laktátu v krvi. Z ATP-CP systému organismus plynule přechází na anaerobní glykolýzu, při níž využívá cukerné zdroje (Dolci, et al., 2020). Nahromaděné množství laktátu se následně snižuje při méně intenzivní pohybové činnosti (Teplan et al., 2012).

$VO_{2max}$  (maximální množství kyslíku, které tělo dokáže využít během fyzické aktivity) se u profesionálních fotbalistů pohybuje v rozmezí 50-75 ml/kg/min. U dorostenců a mladších fotbalistů se hodnoty  $VO_{2max}$  tradičně pohybují pod hranicí 60 ml/kg/min (Stølen et al., 2005). Čím vyšší bude hodnota  $VO_{2max}$ , tím lépe dokáže hráč šetřit glykogenové zásoby, které může využít při více intenzivních výkonech (Teplan et al., 2012). Průměrná srdeční frekvence v zápase je u profesionálních hráčů přibližně 85 % z maxima, což odpovídá asi 70 %  $VO_{2max}$  (Bangsbo, 2014).

Dehydratace u fotbalistů hrozí zejména z důvodu produkce velkého množství metabolického tepla, které vzniká důsledkem činnosti pracujících svalů. Teplo je následně přemístěno na povrch kůže za přítomnosti tělesné vody, odkud se vypaří do okolí (Maughan et al., 2004). Fotbalisté by měli především před výkonem dbát na adekvátní příjem tekutin, protože v průběhu zápasu nemají mnoho možností tekutiny doplnit. Pokud fotbalisté zanedbají adekvátní hydrataci před výkonem, vzniká riziko vyšší míry dehydratace po výkonu (Guttierres, Natali, Vianna, Reis a Marins, 2011).

Ztráta tekutin je u jednotlivých fotbalistů individuální a závisí na mnoha faktorech (teplota prostředí, uběhnutá vzdálenost atd.). Nicméně standardní rozmezí dehydratace se pohybuje v rozmezí 1-2 % ztráty tělesné hmotnosti (Da Silva et al., 2012; Maughan et al., 2004; Shirreffs, Sawka, & Stone, 2006). Toto rozmezí ztrát tekutin je dle Edwardse a Noakese (2009) nevyhnutelné z důvodu omezeného přístupu k tekutinám během hry.

Ačkoliv jsou negativní efekty dehydratace na výkon fotbalistů evidentní, nelze podle Hillyera et al. (2015) s jistotou určit přesné procentuální rozmezí ztrát tělesné hmotnosti, při kterém by měla dehydratace negativní dopad na výkon. Nuccio et al. (2017) jsou toho názoru, že dehydratace ovlivňuje výkon přibližně v rozmezí ztrát 3-4 % tělesné hmotnosti. Taková ztráta může mít negativní vliv na kognitivní výkon (koncentrace, pozornost, rychlost myšlení atd.) (Maughan et al., 2004; Nuccio et al., 2017), technické dovednosti s míčem a také na celkovou fyzickou výkonnost (Hillyer et al., 2015). Tyto negativní efekty se dále mohou promítnout na vyšším subjektivním pocitu únavy, námahy, nižší koncentraci či nižší bdělosti (Hillyer et al., 2015;



Nuccio et al., 2017). Hillyer et al. (2015) ve své přehledové studii popisují, že kognitivní výkon, psychomotorický výkon a také dovednostní výkon s míčem mohou být u fotbalistů ovlivněny již přibližně od hranice 2 % ztrát tělesné hmotnosti. Vliv dehydratace na kognitivní výkon je popsán ve studii Fortese et al. (2018), ve které byli porovnáváni euhydratovaní a dehydratovaní fotbalisti z hlediska rozhodovacích schopností. Obě skupiny fotbalistů odehrály dva 90minutové zápasy, ovšem pouze skupina euhydratovaných fotbalistů měla v období poločasové přestávky přístup k tekutinám. Výsledky studie ukázaly, že euhydratovaní fotbalisti jsou schopni se lépe a rychleji rozhodovat v jednotlivých situacích v období zápasu. S dehydratací také souvisí omezení pohybu sportovce z důvodu vzniku svalových křečí způsobené ztrátou sodíku obsaženého v potu (Maughan et al., 2004).

### **3 CÍLE PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY**

#### **3.1 Hlavní cíl**

Hlavním cílem této práce je zhodnotit stav hydratace před výkonem u fotbalistů z vybraných prvoligových týmů.

#### **3.2 Dílčí cíle**

- 1) Zjistit, jaký podíl z celkového počtu fotbalistů se před výkonem nachází v pásmu euhydratace.
- 2) Zjistit, jaký je vztah mezi specifickou hustotou moči a vybranými parametry (barvou moči, věkem, množstvím zkonsumovaných tekutin, hodnocením stavu zavodnění, stavem žízně).

#### **3.3 Výzkumné otázky**

- 1) Je terénní test hodnocení barvy moči dostatečně citlivý pro klasifikaci stavu zavodnění? (Existuje statisticky významná korelace mezi hodnotou USG a barvou moči?)
- 2) Jsou zkušenější hráči lépe zavodnění než začínající sportovci? (Existuje statisticky významná korelace mezi věkem hráčů a hodnotou USG?)
- 3) Dokáží sportovci adekvátně odhadnout množství vypitých tekutin? (Existuje statisticky významná korelace mezi uvedeným množstvím tekutin a hodnotou USG?)
- 4) Dokáží sportovci adekvátně posoudit svůj stav zavodnění? (Existuje statisticky významná korelace mezi subjektivním hodnocením pitného režimu a hodnotou USG?)
- 5) Je subjektivní pocit žízně dostatečně citlivý stimul pro zajištění euhydratace? (Existuje statisticky významná korelace mezi klasifikací žízně a hodnotou USG?)

## 4 METODIKA

### 4.1 Metodika sběru dat

Data pro tuto práci byla získána z testování prvoligových fotbalistů, které se uskutečnilo v roce 2021 v celkem 7 různých dnech. Testování proběhlo ve formě komplexní diagnostiky, kde jednou částí bylo hodnocení stavu zavodnění pomocí rozboru vzorku moči. Po odevzdání vzorku moči sportovci vyplnili dotazník týkající se příjmu tekutin během dne. Experiment byl schválený Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem 67/2016.

### 4.2 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořilo celkem 321 fotbalistů z českých prvoligových týmů. Jeden z týmů byl navíc zastoupen ve všech věkových kategoriích. Věkové kategorie se dělí podle věku na: mladší žáky (11-13 let), starší žáky (13-15 let), mladší dorost (15-17 let), starší dorost (17-19 let) a dospělou kategorii (19 a více let). Vybraní hráči ve starším dorosteneckém věku se však mohou stát hráčem dospělé kategorie (FAČR, 2019). Somatické charakteristiky jsou uvedeny v Tabulce 2.

Tabulka 2. Somatické charakteristiky výzkumného souboru (N = 321)

	<b>M</b>	<b>SD</b>
<b>Věk (roky)</b>	19,3	6,8
<b>Výška (cm)</b>	174	14
<b>Hmotnost (kg)</b>	66	18
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	21,3	3,2
<b>Tělesný tuk (%)</b>	11,3	5,2
<b>FFM (kg)</b>	59	17

### 4.3 Metodika měření specifické hustoty moči

Specifická hustota moči byla získána ze vzorku moči odevzdaného před výkonem. Pro následný rozbor hustoty moči byl použit přístroj refraktometr (ATAGO SUR-NE, Tokyo, Japan). Hodnoty byly poté zapsány k příslušnému jménu a po testování přepsány do tabulky programu Microsoft Excel. Výsledné hodnoty se dělí dle Oppligera, Magnese, Popowskiho a Gisolfiho (2005) do tří skupin popsaných v Tabulce 3.

Tabulka 3. Klasifikace hustoty moči (upraveno dle Oppligera et al., 2005)

Klasifikace hydratace	Specifická hustota moči (kg/m <sup>3</sup> )
Dobře hydratovaný	Do 1,019
Dehydratovaný	1,020-1,029
Závažně dehydratovaný	Od 1,030

#### 4.4 Metodika hodnocení barvy moči

Barva moči byla zjištěna ze stejného vzorku moči jako pro hodnocení specifické hustoty moči. Při hodnocení zbarvení moči se vychází z předpokladu, že dobře hydratovaný jedinec bude mít barvu moči průhlednou až žlutou. Naopak dehydratovaný jedinec může být barvu moči tmavě žlutou, v horším případě hnědou.

Pro hodnocení barvy moči byla využita 8bodová škála (viz. 2.4.2.1. *Klasifikace barvy moči*). Na této škále lze hydrataci dělit do tří skupin: euhydratace (1.-3. odstín), dehydratace (4.-6. odstín) a závažná dehydratace (7.-8. odstín)

#### 4.5 Metodika anketního šetření

Vyplnění ankety bylo druhou částí diagnostiky hydratace u testovaných fotbalistů. Anketa se skládala z celkem 11 otázek, z nichž 5 bylo otevřených a 6 uzavřených.

Otevřené otázky se dotazovaly na to, jaký nápoj sportovci konzumují během a po tréninku nebo během a po zápase a následně jaké množství tohoto nápoje zkonzumují. Pátá otevřená otázka se ptala na celkové množství zkonzumovaných tekutin za den s výjimkou toho, které bylo zkonzumované během zátěže.

Uzavřené otázky měly za cíl zjistit, zda fotbalisti na tréninku a při zápase konzumují tekutiny, jestli zvyšují množství zkonzumovaných tekutin před zátěží, jestli konzumují sportovní nápoje během výkonu, jak hodnotí svůj běžný příjem tekutin během dne a jakou pociťují aktuální žízeň.

Odpovědi na otázky, které byly uzavřené, se značily čísly 1-4. Číselná kategorizace se týkala otázek přítomnosti nápoje na tréninku a na zápase (1 – ano, na každý trénink/zápas; 2 – ano, na většinu tréninků/zápasů; 3 – málokdy; 4 – nikdy), jaký nápoj konzumují během tréninku a zápasu

(1 – voda; 2 – iontový nápoj; 3 – voda a iontový nápoj; 4 – jiné), zvyšování příjmu tekutin před zátěží (1 – rozhodně ano; 2 – spíše ano; 3 – spíše ne; 4 – ne), užívání sportovního nápoje (klasifikace byla stejná jako u přítomnosti nápoje na tréninku a zápase). Poslední dvě uzavřené otázky se hodnotily na Likertově škále. U subjektivního hodnocení běžného příjmu tekutin znamenalo číslo 1 „velmi, velmi špatný“ a číslo 10 znamená „velmi, velmi dobrý“. U subjektivního pocitu aktuální žízně znamenalo číslo 1 znamená „vůbec žádná žízeň“ a číslo 10 znamená „velmi velká žízeň“.

#### 4.6 Statistické zpracování dat

Pro jednotlivé parametry byly v programu Microsoft Excel vypočítány základní statistické charakteristiky: aritmetický průměr, směrodatná odchylka, maximum a minimum. Proměnné jsou následně prezentovány jako průměr  $\pm$  standardní odchylka nebo absolutní a relativní četnosti. Z výsledného aritmetického průměru specifické hustoty moči a barvy moči byl zhodnocen průměrný stav hydratace před výkonem. Podíl euhydratovaných hráčů byl určen na základě četnosti hráčů, jejichž USG byla nižší nebo rovna  $1,019 \text{ kg/m}^3$ .

K ověření normality rozložení dat byl použit Kolmogorov-Smirnovův test. Normální rozdělení bylo zamítnuto pro všechny sledované proměnné. Proto byl použit k ověření vztahů mezi vybranými proměnnými Spearmanův korelační koeficient ( $r_s$ ). Pro všechny testy byla hodnota  $p < 0,05$  považována za statisticky významnou. Spearmanův koeficient nabývá hodnot v rozmezí -1 až +1, kdy kladná hodnota znamená přímou závislost mezi dvěma proměnnými a záporná hodnota znamená nepřímou závislost mezi dvěma proměnnými (Akoglu, 2018). Velikosti  $r_s$  byly interpretovány pomocí následujících prahů (Cohen, 1988): triviální ( $r_s < 0,1$ ), malý ( $r_s \geq 0,1$ ), střední ( $r_s \geq 0,3$ ) a velký efekt ( $r_s \geq 0,5$ ). Statistické analýzy byly provedeny pomocí MATLAB s Statistics Toolbox R2020a (MathWorks, Natick, MA, USA).

## 5 VÝSLEDKY

Výsledky rozboru USG výzkumného souboru ukazují, že celkem 124 testovaných fotbalistů (38,6 % z výzkumného souboru) se před výkonem nacházelo v pásmu euhydratace. Dalších 197 probandů (61,4 %) bylo před výkonem dehydratováno, z nichž 32 (10,0 % z výzkumného souboru) bylo závažně dehydratováno. Jednotlivá četnost klasifikace hydratace je popsána v Tabulce 4. Průměrná hodnota USG před výkonem byla  $1,020 \pm 0,008 \text{ kg/m}^3$ , což odpovídá dolní hranici dehydratace.

Tabulka 4. Četnost a relativní četnost klasifikace hydratace podle specifické hustoty moči (USG) (N = 321)

Kategorie hydratace	Četnost	Relativní četnost (%)
Euhydratace (USG $\leq 1,019$ )	124	38,6
Dehydratace (USG = 1,020 – 1,029)	165	51,4
Závažná dehydratace (USG $\geq 1,030$ )	32	10,0
Celkem	321	100

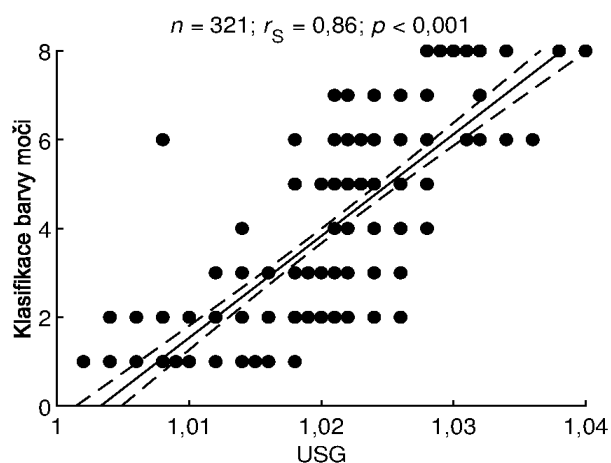
Podle klasifikace barvy moči se v pásmu euhydratace nacházelo celkem 158 fotbalistů (49,2 % z výzkumného souboru) a zbývajících 163 (51,8 %) fotbalistů bylo dehydratováno, z nichž 42 (13,1 % z výzkumného souboru) bylo závažně dehydratováno. Podrobná četnost výzkumného souboru na 8bodové škále je znázorněna v Tabulce 5.

Tabulka 5. Četnost a relativní četnost klasifikace hydratace podle barvy moči u testovaných fotbalistů (N = 321)

Kategorie hydratace	Četnost	Relativní četnost (%)
Euhydratace (1.-3. odstín)	158	49,2
Dehydratace (4.-6. odstín)	121	37,6
Závažná dehydratace (7.-8. odstín)	42	13,1
Celkem	321	100

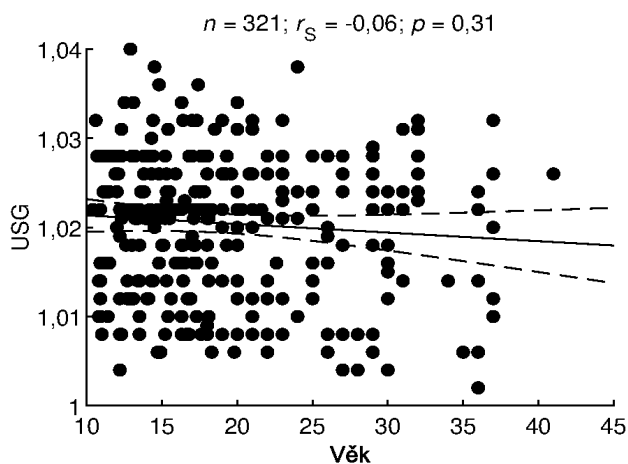
Hodnota Spearmanova koeficientu, který hodnotil korelaci mezi hodnotami USG a barvy moči, byla  $r_s = 0,86$ , což znamená silnou závislost mezi těmito parametry. Hodnota  $p$  byla nižší

než 0,001, což dokazuje, že korelace mezi dvěma parametry je statisticky významná. Korelační vztah mezi USG a barvou moči u výzkumného souboru je znázorněn na Obrázku 4.



Obrázek 4. Korelační vztah mezi USG a klasifikací barvy moči

Nebyla zjištěna statisticky významná korelace mezi hodnotou USG a věkem ( $r_s = -0,06$ ;  $p = 0,31$ ). Nebyla tedy potvrzena domněnka, že zkušenější hráči budou lépe zavodněni než mladší hráči (Obrázek 5).



Obrázek 5. Korelační vztah mezi USG a věkem

Vztah mezi hodnotou USG a množstvím zkonsumovaných tekutin za den (mimo tekutin zkonsumovaných během zátěže) byl statisticky významný ( $p < 0,001$ ). Hodnota Spearmanova koeficientu byla ovšem malá ( $r_s = -0,20$ ), takže sílu korelace mezi těmito dvěma proměnnými lze zhodnotit jako slabou.

Dále nebyla zjištěna statisticky významná korelace mezi hodnotou USG a hodnocením běžného příjmu tekutin ( $r_s = -0,05$ ;  $p = 0,39$ ). Taktéž žádný a statisticky nevýznamný byl korelační

vztah mezi hodnotou USG a subjektivním hodnocením žízně na validizované škále Engela et al. (1987), kdy  $p = 0,057$  a  $r_s = 0,11$ .

Hodnocení běžného příjmu tekutin bylo nejčastěji hodnoceno jako „velmi dobrý“ (ve 46 % případů) a jako „ani dobrý, ani špatný“ (22,2 %). Žízeň byla nejčastěji hodnocena jako „malá“ až „střední“ (v 40,2 % případů) a „střední“ (29,4 %).

Z dalších zodpovězených otázek bylo zjištěno, že většina fotbalistů vždy, případně většinou, užívá nápoj na tréninku (99 % z výzkumného souboru) a na zápase (98,4 % z výzkumného souboru). Průměrné množství zkonsumovaných tekutin během tréninku bylo  $1,3 \pm 0,5$  litru a během zápasu  $1,4 \pm 0,7$  litru. Nejkonsumovanějším nápojem byla voda, poté kombinace vody a iontového nápoje a samotný iontový nápoj. Na otázku, zda fotbalisti zvyšují konzumaci tekutin před zátěží, byla nejčastější odpověď „spíše ano“, a to v 49,8 % případů. Dalších 26 % fotbalistů rozhodně zvyšuje příjem tekutin před zátěží a 23,2 % dotazovaných jen málokdy. Množství zkonsumovaných tekutin mimo trénink či zápas bylo průměrně  $2,6 \pm 0,8$  litru.



## 6 DISKUSE

Hlavním cílem této práce bylo zjistit stav hydratace před výkonem u fotbalistů z českých prvoligových týmů. Z rozboru USG vyplývá, že pouze 38,6 % fotbalistů bylo před očekávaným výkonem správně hydratováno a zbývajících 61,4 % fotbalistů bylo dehydratováno. Průměrná hodnota USG před výkonem byla  $1,020 \pm 0,008 \text{ kg/m}^3$ .

K podobným výsledkům došel také Janečka ve své diplomové práci (2020). Jeho výzkumu se účastnilo 124 prvoligových fotbalistů (věk  $25,2 \pm 5,0$  [roky]; výška  $182,5 \pm 6,4$  [cm]; hmotnost  $77,6 \pm 7,3$  [kg]). Z jeho výsledků vyplývá, že 55,6 % testovaných sportovců mělo hustotu moči před výkonem vyšší než  $1,021 \text{ kg/m}^3$ , což se již rovná dehydrataci.

Dalšími autory zabývající se hydratací sportovců jsou Ersoy, Ersoy a Kutlu, kteří se ve své studii (2016) snažili zhodnotit stav hydratace před výkonem u 26 mladších dorostenců (věk  $15,0 \pm 1,2$  [roky]; výška  $175,2 \pm 6,8$  [cm]; hmotnost  $67,3 \pm 5,9$  [kg]). Výsledky studie ukazují, že průměrná hodnota USG před výkonem byla  $1,021 \pm 0,004 \text{ kg/m}^3$ . Tato hodnota podle autorů znamená mírnou dehydrataci.

Pitným režimem u dorostenců se zabývali také Phillips, Sykes a Gibson. Jejich studie (2014) se účastnilo 14 elitních evropských fotbalistů (věk  $16,9 \pm 0,8$  [roky]; výška  $179,0 \pm 6,0$  [cm]; hmotnost  $70,6 \pm 5,0$  [kg]), jejichž USG byla měřena po probuzení, před a po tréninku po dobu tří dní. Z jejich výsledků vyplývá, že průměrná hodnota USG byla při každém měření vyšší nebo rovna  $1,020 \text{ kg/m}^3$ , z čehož nejvyšší hodnoty USG byly pozorovány ve vzorcích před výkonem. Autoři doporučují, aby fotbalové kluby a akademie začaly monitorovat přístup k hydrataci u svých hráčů.

Dehydrataci před výkonem lze pozorovat také v ženském fotbale. Castro-Sepulveda, Astudillo a Zbinden-Foncea ve své studii (2016) zkoumali stav hydratace fotbalistek před tréninkem a zápasem. Studie se účastnilo 17 fotbalistek na mezinárodní úrovni (věk  $21,5 \pm 3,0$  [roky]; výška  $165,0 \pm 9,0$  [cm]; hmotnost  $62,0 \pm 6,0$  [kg]). Výsledky měření ukázaly, že celkem 8 hráček bylo závažně dehydratováno ( $\text{USG} > 1,030$ ), 8 hráček bylo dehydratováno ( $\text{USG} = 1,020\text{-}1,029$ ) a pouze jedna hráčka byla dobře hydratovaná ( $\text{USG} < 1,020$ ). Průměrná USG hráček byla  $1,027 \pm 0,007 \text{ kg/m}^3$ .

Dehydratace před výkonem u fotbalistů mužského, ale ani ženského pohlaví se nezdá být neobvyklá. Ačkoliv není zřejmé, od jakého konkrétního množství ztrát tělesné hmotnosti ve formě vody může být ovlivněn výkon fotbalisty (Hillyer et al., 2015), hranice 2-3 % ztrát tělesné hmotnosti v průběhu fyzické aktivity zcela jistě výkon negativně ovlivní (Hillyer et al., 2015;

Maughan et al., 2004; Nuccio et al., 2017). Fotbalisti se navíc ztrátám tělesné hmotnosti v průběhu zápasu nevyhnou (Edwards & Noakes, 2009), a proto je u nich o to více důležité soustředit se na příjem tekutin před výkonem. Pokud však fotbalisti začnou sportovní aktivitu v již dehydratovaném stavu, lze předpokládat, že po výkonu se míra dehydratace ještě zvýší (Guttierres et al., 2011).

Na anketní otázku subjektivního hodnocení běžného příjmu tekutin byla průměrná odpověď „velmi dobrý“. Z toho lze vyvodit závěr, že hráči jsou průměrně spokojeni se svým příjmem tekutin, který byl průměrně  $2,6 \pm 0,8$  litrů na den (do tohoto množství není započítáno množství tekutin zkonsumované během zátěže). Nicméně podle průměrných výsledků hustoty moči před výkonem ( $1,020 \pm 0,008$  kg/m<sup>3</sup>) je průměrný hráč tohoto výzkumného souboru klasifikován jako dehydratovaný. Z tohoto důvodu by byla vhodná edukace fotbalistů ohledně jejich pitného režimu během dne, a především pak před výkonem. Edukace by mohla mít pozitivní dopad na změnu návyků v oblasti pitného režimu, což v konečném důsledku může zlepšit celkový výkon v zápasech i na trénincích.

Další možností, jak zlepšit pitný režim, je vytvoření individuálního hydratačního plánu. Plán by fotbalistům určil, kolik tekutin by měli konzumovat v určitém čase během dne, což by znemožnilo vznik dehydratace. Co se však týče porovnání předepsaného přístupu hydratace s konzumací podle pocitu žízně („ad libitum“), Goulet a Hoffman ve své přehledové studii (2019) uvádí, že nelze určit, který z těchto přístupů je pro sportovce obecně lepší. Fotbalisti v anketě této práce hodnotili průměrně svoji žízeň jako „malou“ až „střední“. Pokud by konzumovali tekutiny již při „malém“ pocitu žízně, možná by jim přístup „ad libitum“ v konzumaci tekutin stačil. Čekání na pocit žízně však není dle Belvala et al. (2019) a Vilikuse (2015) u sportovců vhodný, protože se žízeň může projevit později, kdy už míra dehydratace bude vyšší. Před zápasem, při němž nebudou mít fotbalisti přístup k tekutinám po dobu 45 minut, je potřeba konzumaci tekutin zvýšit. Dle Klimešové (2016) by mělo stačit zkonsumovat přibližně půl litru tekutin asi 30 minut před začátkem fyzické aktivity, před fotbalovým zápasem se tato hodnota může ještě zvýšit.

Tato práce se také zabývala výzkumnými otázkami, zda USG koreluje s vybranými parametry hodnocení stavu hydratace (barvou moči, věkem, množstvím zkonsumovaných tekutin za den, subjektivním hodnocením běžného příjmu tekutin za den a aktuálním pocitem žízně). Významná závislost se potvrdila pouze mezi USG a barvou moči ( $r_s = 0,86$ ). Korelace dokazuje, že hodnocení hydratace pomocí barevné škály je dobrým ukazatelem. Žádný vztah se naopak nepotvrdil mezi věkem a USG ( $r_s = -0,06$ ). Ačkoliv by se dalo očekávat, že zkušenější

fotbalisté budou lépe připraveni na výkon z hlediska hydratace před výkonem, výsledky USG tuto teorii nepodporují. Závislost mezi množstvím zkonsumovaných tekutin za den a USG se dle výsledků této práce jeví jako malá ( $r_s = -0,20$ ). Z toho vyplývá, že fotbalisté rámcově dokáží odhadnout množství potřebných tekutin, nicméně mají tendenci nadhodnocovat toto množství, které bohužel není dostatečné. Žádná závislost nebyla prokázána mezi USG a subjektivním hodnocením běžného příjmu tekutin a mezi USG a aktuálním pocitem žízně.

Armstrong (2005) se ve své práci také zabýval validitou barvy moči v porovnání s USG. Celkem 9 profesionálních cyklistů podstoupilo těžký fyzický trénink v horkém prostředí (36,7 °C), po němž doplňovali tekutiny po 21 hodin. Výsledky práce naznačují, že barva moči odpovídá ztrátě tělesné vody stejně účinně jako USG. Výsledná korelace těchto dvou parametrů se pohybovala v rozmezí 0,77 do 0,96. V závěru však autor upozorňuje, že indexy hydratace moči by neměli být považovány jako spolehlivé ukazatele hydratace. Důvodem je, že pokud sportovec zkonsumuje v krátkém čase velké množství vody, tak většina tohoto množství odejde z těla nevyužita jako zředěná moč. Ačkoliv může být v tomto případě moč více čirá, neznamená to, že je organismus správně hydratovaný.

Kavouras (2002) taktéž považuje indexy moči jako poměrně přesné, avšak až na výjimky, při kterých by se na barvu moči nemělo příliš spoléhat. Tyto situace zahrnují konzumaci velkého množství tekutin během krátkého času, konzumaci alkoholu a kofeinu, které zvyšují dehydratační procesy v organismu, a nakonec také těžké onemocnění.

## 7 ZÁVĚRY

Hlavním cílem této práce bylo zhodnotit stav hydratace před výkonem u českých prvoligových fotbalistů. Z výsledků hodnocení specifické hustoty moči vyplývá, že 38,6 % testovaných fotbalistů bylo před výkonem nacházelo v pásmu euhydratace. Dalších 61,4 % fotbalistů byli klasifikováni jako dehydratováni, a z toho 10 % testovaných fotbalistů bylo závažně dehydratováno.

Na základě specifické hustoty moči byla hodnocena validita hodnocení barvy moči jako ukazatele hydratace. Korelační koeficient mezi těmito parametry se rovnal 0,86, což značí silnou závislost. Barva moči nejspíše dokáže dobře reagovat na změnu tělních tekutin a hodnocení hydratace pomocí barvy moči se tak zdá být validní.

Další výzkumná otázka se zabývala vztahem mezi hodnotou USG a věkem. Mezi těmito proměnnými se neukázal žádný vztah, který byl navíc statisticky nevýznamný. Se zvyšujícím se věkem fotbalistů se v průměru nesnižovala hodnota USG. Nebyl tak potvrzen předpoklad, že by starší profesionální fotbalisté přistupovali k hydrataci před výkonem zodpovědněji než fotbalisté mladších věkových skupin.

Třetí výzkumná otázka se věnovala závislosti mezi hodnotou USG a množstvím zkonsumovaných tekutin za den (mimo dobu výkonu). Vztah mezi proměnnými byl statisticky významný ( $p < 0,001$ ), avšak jejich závislost byla malá ( $r_s = -0,20$ ).

Poslední dvě výzkumné otázky se zabývali vztahem mezi USG a subjektivním hodnocením pitného režimu a mezi USG a stavem žízně. Výsledky ukázaly, že neexistuje žádný vztah mezi USG a subjektivním hodnocením běžného příjmu tekutin během dne. Hráči tedy dokázali odhadnout množství vypitých tekutin, ale toto množství hodnotili jako dostatečné, což vzhledem k tomu, že většina hráčů byla v pásmu dehydratace, dostatečné množství nebylo. Rovněž neexistuje vztah mezi USG a aktuálním pocitem žízně. Subjektivně vnímaný pocit žízně nestimuloval hráče k adekvátnímu doplňování ztracených tekutin.

Množství zkonsumovaných tekutin během dne mimo sportovní aktivitu bylo průměrně  $2,6 \pm 0,8$  litru. Během tréninku fotbalisti průměrně zkonsumují dalších  $1,3 \pm 0,5$  litru tekutin a během zápasu průměrně  $1,4 \pm 0,7$  litru tekutin. Celkové průměrné množství přijatých tekutin během dne se v závislosti na USG jeví jako nedostatečné a je potřeba jej zvýšit.

## 8 SOUHRN

Tekutiny v těle člověka vykonávají mnoho životně důležitých funkcí. Pro optimalizaci těchto funkcí je vyžadována dobrá úroveň hydratace (tzv. euhydratace).

Pro optimální množství tekutin v těle je doporučováno přijmout přibližně 35-40 ml na kilogram tělesné hmotnosti. Přijaté tekutiny pocházejí z pevné stravy (přibližně 20 %) a z nápojů (přibližně 80 %). Doporučené množství přijatých tekutin z nápojů je 2,0-2,3 litru pro muže a 1,5 – 1,8 litru pro ženy. Sportovci by navíc měli zvýšit příjem tekutin v období fyzické zátěže tak, aby se před výkonem nacházeli ve fázi euhydratace, během výkonu ztratili co nejmenší množství tekutin a po výkonu doplnili případné ztráty. Před výkonem je doporučováno přijmout alespoň 0,5 litru tekutin půl hodiny před začátkem aktivity a po výkonu doplnit ztráty tekutin až na 150 % jejich předzátěžového stavu. Vhodným zdrojem tekutin pro sportovce je především pitná voda, případně sportovní nápoje, které pomohou doplnit rychle vstřebatelné sacharidy a minerální látky.

Sportovcům se bohužel ne vždy daří udržet optimální množství tělních tekutin, protože při fyzické aktivitě dochází ke zvýšenému odvodu vody z organismu ve formě potu a dechu. Míra pocení závisí na vnějších (druh, intenzita, délka pohybové aktivity) a vnitřních (věk, tělesná hmotnost, pohlaví) faktorech. Stav zavodnění lze dělit do tří skupin podle ztrát tělesné hmotnosti. Při ztrátě do 0,5 % tělesné hmotnosti je jedinec euhydratovaný a všechny tělesné procesy fungují, jak mají. Při tomto stavu zavodnění není výkon z hlediska hydratace nijak ovlivněn. Pokud ztráty tělesných tekutin převyšují 2 % tělesné hmotnosti, může již docházet k negativnímu ovlivnění výkonu (horší odvod tepla z organismu, suchá ústa apod.). Vyšší ztráty tělesné hmotnosti ve formě tělesných tekutin mohou mít v průběhu výkonu negativní dopad na kognitivní funkce, technické dovednosti, na rozhodovací schopnosti a také na celkový fyzický výkon fotbalisty. Ztráty vyšší než přibližně 5-6 % tělesné hmotnosti jsou již považovány za „těžkou“ dehydrataci, kdy může dojít ke zvýšení tělesné teploty, k nižšímu průtoku krve, nevolnostem a v nejhorším případě ke kolapsu organismu.

U fotbalistů je typické rozmezí dehydratace v rozmezí 1-2 %. Takovému rozmezí se fotbalisti bohužel nevyhnou z důvodu nemožnosti konzumovat tekutiny v období zápasu. Proto je u fotbalistů kritická konzumace tekutin před výkonem, která může pomoci minimalizovat dehydrataci v průběhu výkonu.

Stav hydratace lze hodnotit mnoha způsoby. Za nejefektivnější jsou považovány laboratorní metody, jako je zjištění osmolality plazmy, osmolality moči a specifické hustoty moči.

Terénní metody jsou méně přesné, nicméně některé z nich lze v terénních podmínkách považovat za dobrou alternativu laboratorních metod. Mezi tyto metody se řadí klasifikace barvy moči a sledování tělesné hmotnosti.

Výzkumná část této práce se zabývala hodnocením stavu hydratace u fotbalistů českých prvoligových týmů. Výsledky práce ukazují, že více než polovina testovaných fotbalistů již před výkonem postrádala tekutiny. Dokazuje to jejich vyšší hodnota specifické hustoty moči a také tmavší barva moči. Pokud je v těle již před výkonem nedostatek tekutin, tak lze předpokládat, že v průběhu výkonu bude nedostatek ještě prohlouben, což může mít negativní dopady na sportovní výkon.

Z dalších výsledků této práce jsme zjistili, že hodnocení stavu zavodnění dle barvy moči je dobrou alternativou k hodnocení dle specifické hustoty moči. Dále v této práci nebylo prokázáno, že by profesionální fotbalisté byli před výkonem zavodnění lépe než fotbalisté mladších věkových skupin. Výsledky dále ukázaly, že vztah mezi specifickou hustotou moči a denním množstvím přijatých tekutin byl slabý, ale statisticky významný. Žízeň ani subjektivní hodnocení denního příjmu tekutin se neprokázaly jako validní ukazatele hydratace v porovnání s hodnotou specifické hustoty moči. Ačkoliv fotbalisté hodnotili svůj denní příjem tekutin v průměru jako „velmi dobrý“, tak byli hráči v průměru dehydratovaní. Stejně tak se nelze spoléhat na pocit žízně, který se nejspíše projeví až při vyšších ztrátách vody z těla.

Závěrem lze zhodnotit, že průměrný fotbalista z tohoto výzkumného souboru se před výkonem nacházel na spodní hranici dehydratace. Míra dehydratace se může během zátěže ještě zvýšit a negativně poznamenat výkon. Proto by bylo vhodné dbát na konzumaci tekutin před výkonem. Možností, jak zlepšit pitný režim před výkonem, je edukace sportovců nebo vytvoření individuálního hydratačního plánu.

## 9 SUMMARY

Fluids in the human body perform many vital functions. A good level of hydration (so-called euhydration) is required to optimize these functions.

For the optimal amount of fluids in the body, it is recommended to drink approximately 35-40 ml per kilogram of body weight. Received fluids come from solid food (approximately 20%) and beverages (approximately 80%). The recommended amount of liquids consumed from drinks is 2.0-2.3 liters for men and 1.5-1.8 liters for women. In addition, athletes should increase their fluid intake during periods of exercise so that they are in the euhydration phase before exercise, lose as little fluid as possible during exercise, and replace any losses after exercise. Before the sport performance, it is recommended to drink at least 0.5 liters of fluids half an hour before the start of the activity and to replace fluid losses up to 150 % of their pre-performance condition after the sport performance. A good source of fluids for athletes is primarily water or sports drinks, which will help to replace rapidly absorbable carbohydrates and minerals.

Unfortunately, athletes do not always manage to maintain the optimal amount of body fluids, because during physical activity there is an increased drainage of water from the body in the form of sweat and breath. The degree of sweating depends on external (type, intensity, length of physical activity) and internal (age, body weight, sex) factors. The state of fluids in the body can be divided into three groups according to weight loss. With a loss of up to 0.5 % of body weight, the individual is euhydrated and all bodily processes work as they should. In this state hydration, performance is not affected in any way. If the loss of body fluids exceeds 2% of body weight, performance may already be negatively affected (poorer heat dissipation from the body, dry mouth, etc.). Higher weight loss in the form of body fluids can have a negative impact on cognitive functions, technical skills, decision-making skills and also on the overall physical performance of a football player during exercise. Losses of more than about 5-6 % of body weight are already considered "severe" dehydration, which can lead to an increase in body temperature, lower blood flow, nausea and, in the worst case, collapse of the body.

For footballers, the typical range of dehydration is 1-2 %. Unfortunately, footballers cannot avoid such a range due to the inability to consume fluids during the match. Therefore, pre-exercise fluid consumption is critical for footballers, which can help minimize dehydration during exercise.

Hydration status can be assessed in many ways. Laboratory methods such as plasma osmolality, urine osmolality and specific urine gravity are considered to be the most effective.

Field methods are less accurate, however, some of them can be considered a good alternative to laboratory methods in field conditions. These methods include urine color classification and body weight monitoring.

The research part of this work dealt with the evaluation of the state of hydration in football players of Czech first league teams. The results of the work show that more than half of the tested football players already lacked fluids before the performance. This is proved by their higher value of specific urine density and also darker urine color. If there is a lack of fluids in the body before the exercise, it can be assumed that the deficiency will be exacerbated during the exercise, which can have negative effects on sports performance.

From other results of this work, we found that the evaluation of the state of hydration according to the color of urine is a good alternative to the evaluation according to the specific density of urine. Furthermore, it has not been proven in this work that professional footballers were better hydrated before the performance than footballers of younger age groups. The results further showed that the relationship between specific urine density and daily fluid intake was weak but statistically significant. Thirst and subjective assessment of daily fluid intake have not been shown to be valid indicators of hydration compared to specific urinary density. Although footballers rated their daily fluid intake as "very good" on average, players were dehydrated on average. In the same way, one cannot rely on the feeling of thirst, which is most likely to feel with higher water loss.

In conclusion, it can be assessed that the average football player from this research group was at the lower limit of dehydration before the performance. The rate of dehydration can increase during exercise and negatively affect performance. Therefore, it would be advisable to take care of fluids intake before the performance. The way to improve drinking regime before exercise is to educate athletes or create an individual hydration plan.



## 10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Akoglu, H. (2018). User's guide to correlation coefficients. *Turkish journal of emergency medicine, 18*(3), 91-93. doi: 10.1016/j.tjem.2018.08.001
- Armstrong, L. E. (2005). Hydration assessment techniques. *Nutrition reviews, 63*(1), 40-54. doi: 10.1111/j.1753-4887.2005.tb00153.x
- Armstrong, L. E., Barquera, S., Duhamel, J. F., Hardinsyah, R., Haslam, D., & Lafontan, M. (2012). Recommendations for healthier hydration: addressing the public health issues of obesity and type 2 diabetes. *Clinical obesity, 2*(5-6), 115-124. doi: 10.1111/cob.12006
- Armstrong, L. E., Johnson, E. C., McKenzie, A. L., & Muñoz, C. X. (2016). An empirical method to determine inadequacy of dietary water. *Nutrition, 32*(1), 79-82. doi: 10.1016/j.nut.2015.07.013
- Ayotte, D., & Corcoran, M. P. (2018). Individualized hydration plans improve performance outcomes for collegiate athletes engaging in in-season training. *Journal of the International Society of Sports Nutrition, 15*(1), 1-10. doi: 10.1186/s12970-018-0230-2
- Baker, L. B. (2016). Sweat testing methodology in the field: Challenges and best practices. *Sports Science Exchange, 28*(1), 1-6. Retrieved from <https://www.gssiweb.org/en/sports-science-exchange/article/sse-161-sweat-testing-methodology-in-the-field-challenges-and-best-practices>
- Baker, L. B. (2017). Sweating rate and sweat sodium concentration in athletes: a review of methodology and intra/interindividual variability. *Sports Medicine, 47*(1), 111-128. doi: 10.1007/s40279-017-0691-5
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences, 24*(07), 665-674. doi: 10.1080/02640410500482529
- Bangsbo, J. (2014). Physiological demands of football. *Sports Science Exchange, 27*(125), 1-6. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/PHYSIOLOGICAL-DEMANDS-OF-FOOTBALL-Bangsbo/2cc77c84224d971d0a9f15a6d06fb3ff3323f9b5#paper-header>
- Barnes, K. A., Anderson, M. L., Stofan, J. R., Dalrymple, K. J., Reimel, A. J., Roberts, T. J., ... & Baker, L. B. (2019). Normative data for sweating rate, sweat sodium concentration, and sweat sodium loss in athletes: An update and analysis by sport. *Journal of Sports Sciences, 37*(20), 2356-2366. doi: 10.1080/02640414.2019.1633159

- Belval, L. N., Hosokawa, Y., Casa, D. J., Adams, W. M., Armstrong, L. E., Baker, L. B., ... & Wingo, J. (2019). Practical hydration solutions for sports. *Nutrients*, *11*(7), 1550. doi: 10.3390/nu11071550
- Benelam, B., & Wyness, L. (2010). Hydration and health: a review. *Nutrition Bulletin*, *35*(1), 3-25. doi: 10.1111/j.1467-3010.2009.01795.x
- Berkulo, M. A., Bol, S., Levels, K., Lamberts, R. P., Daanen, H. A., & Noakes, T. D. (2016). Ad-libitum drinking and performance during a 40-km cycling time trial in the heat. *European journal of sport science*, *16*(2), 213-220. doi: 10.1080/17461391.2015.1009495
- Botek, M., Neuls, F., Klimešová, I., & Vyhnánek, J. (2017). *Fyziologie pro tělovýchovné obory: Vybrané kapitoly, část I*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Castro-Sepulveda, M., Astudillo, J., Letelier, P., & Zbinden-Foncea, H. (2016). Prevalence of dehydration before training sessions, friendly and official matches in elite female soccer players. *Journal of human kinetics*, *50*(1), 79-84.
- Cleveland Clinic. (2020). *Urine changes*. Retrieved from <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/15357-urine-changes>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Coombes, J. S., & Hamilton, K. L. (2000). The effectiveness of commercially available sports drinks. *Sports Medicine*, *29*(3). doi: 181-209. 0.2165/00007256-200029030-00004
- Da Silva, R. P., Mündel, T., Natali, A. J., Bara Filho, M. G., Alfenas, R. C., Lima, J. R., ... & Marins, J. C. (2012). Pre-game hydration status, sweat loss, and fluid intake in elite Brazilian young male soccer players during competition. *Journal of sports sciences*, *30*(1), 37-42. doi: 10.1080/02640414.2011.623711
- Edwards, A. M., & Noakes, T. D. (2009). Dehydration. *Sports Medicine*, *39*(1), 1-13. doi: 10.2165/00007256-200939010-00001
- EFSA & NDA. (2010). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water. *EFSA Journal*, *8*(3), 1-48. doi: 10.2903/j.efsa.2010.1459
- Engell, D. B., Maller, O., Sawka, M. N., Francesconi, R. N., Drolet, L., & Young, A. J. (1987). Thirst and fluid intake following graded hypohydration levels in humans. *Physiology & Behavior*, *40*(2), 229-236. doi: 10.1016/0031-9384(87)90212-5
- Ersoy, N., Ersoy, G., & Kutlu, M. (2016). Assessment of hydration status of elite young male soccer players with different methods and new approach method of substitute urine strip.

- Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13(1), 1-6. doi: 10.1186/s12970-016-0145-8
- FAČR. (2019). *Soutěžní řád mládeže a žen fotbalové asociace České republiky*. Retrieved from <https://urednideska.fotbal.cz/uredni-deska-predpisy/235?category=1>
- Fortes, L. S., Nascimento-Júnior, J. R., Mortatti, A. L., Lima-Júnior, D. R. A. A. D., & Ferreira, M. E. (2018). Effect of dehydration on passing decision making in soccer athletes. *Research quarterly for exercise and sport*, 89(3), 332-339. doi: 10.1080/02701367.2018.1488026
- Francescato, M. P., Venuto, I., Buoite Stella, A., Stel, G., Mallardi, F., & Cauci, S. (2019). Sex differences in hydration status among adolescent elite soccer players. *Journal of Human Sport and Exercise*, 14(2), 265-280. doi: 10.14198/jhse.2019.142.02
- Goulet, E. D., & Hoffman, M. D. (2019). Impact of ad libitum versus programmed drinking on endurance performance: a systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 49(2), 221-232. doi: 10.1007/s40279-018-01051-z
- Goulet, E. D., Asselin, A., Gosselin, J., & Baker, L. B. (2017). Measurement of sodium concentration in sweat samples: comparison of 5 analytical techniques. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 42(8), 861-868. doi: 10.1139/apnm-2017-0059
- Grandjean, A. C., Reimers, K. J., & Buyckx, M. E. (2003). Hydration: issues for the 21st century. *Nutrition reviews*, 61(8), 261-271. doi: 10.131/nr.2003.aug.261-271
- Guttierres, A. P. M., Natali, A. J., Vianna, J. M., Reis, V. M., & Marins, J. C. B. (2011). Dehydration in soccer players after a match in the heat. *Biology of Sport*, 28(4). doi: 10.5604/965483
- Haug, A., Høstmark, A. T., & Harstad, O. M. (2007). Bovine milk in human nutrition—a review. *Lipids in health and disease*, 6(1), 1-16. doi: 10.1186/1476-511X-6-25
- Hehlmann, A. (2010). *Hlavní symptomy v medicíně: praktická příručka pro lékaře a studenty*. Praha: Grada Publishing as.
- Hew-Butler, T., Rosner, M. H., Fowkes-Godek, S., Dugas, J. P., Hoffman, M. D., Lewis, D. P., ... & Verbalis, J. G. (2015). Statement of the third international exercise-associated hyponatremia consensus development conference, Carlsbad, California, 2015. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 25(4), 303-320. doi: 10.1097/JSM.0000000000000221
- Hillyer, M., Menon, K., Singh, R., Hillyer, M., & Menon, K. (2015). The effects of dehydration on skill-based performance. *International Journal of Sports Science*, 5(3), 99-107. Doi: 10.5923/j.sports.20150503.02
- Howard, G., Bartram, J., Water, S., & World Health Organization. (2003). *Domestic water quantity, service level and health*. Ženeva: World Health Organization.

- Chalupová, E., Kovaříková, S. (2018). *Fyzikální a chemické vlastnosti moči*. Retrieved from [https://www.vfu.cz/files/2390\\_59\\_FYZIKALNI\\_A\\_CHEMICKE\\_VLASTNOSTI\\_MOCI.pdf](https://www.vfu.cz/files/2390_59_FYZIKALNI_A_CHEMICKE_VLASTNOSTI_MOCI.pdf)
- Cheuvront, S. N., & Sawka, M. N. (2005). Hydration assessment of athletes. *Sports Science Exchange*, 18(2), 1-6. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/242115249\\_Sports\\_Science\\_Exchange\\_97\\_VOLUME\\_18\\_2005\\_Number\\_2\\_Hydration\\_Assessment\\_of\\_Athletes](https://www.researchgate.net/publication/242115249_Sports_Science_Exchange_97_VOLUME_18_2005_Number_2_Hydration_Assessment_of_Athletes)
- Inbodyusa.com. (2021). *InBody 770*. Retrieved from <https://inbodyusa.com/products/inbody770/>
- Jéquier, E., & Constant, F. (2010). Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *European journal of clinical nutrition*, 64(2), 115-123. doi: 10.1038/ejcn.2009.111
- Kavouras, S. A. (2002). Assessing hydration status. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 5(5), 519-524. Retrieved from [https://journals.lww.com/clinicalnutrition/fulltext/2002/09000/assessing\\_hydration\\_status.10.aspx](https://journals.lww.com/clinicalnutrition/fulltext/2002/09000/assessing_hydration_status.10.aspx)
- Kenefick, R. W. (2018). Drinking strategies: planned drinking versus drinking to thirst. *Sports Medicine*, 48(1), 31-37. doi: 10.1007/s40279-017-0844-6
- Klimešová, I. (2016). *Základy sportovní výživy*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Koliska, P. (2019). *Voda, hydratace a její důležitost pro organismus*. Retrieved from <http://www.trenovani.com/voda-hydratace-a-jeji-dulezitest-pro-organismus/>
- Kumstát, M. (2018). *Sportovní výživa jako vědecká disciplína*. Brno: Masarykova univerzita.
- Lucas, A. (2020). *Gatorade is a Super Bowl icon, but at stores, sports drinks are fighting for growth*. Retrieved from <https://www.cnn.com/2020/02/02/gatorade-and-powerade-try-to-adapt-as-sports-drinks-sales-decline.html>
- Malik, V. S., Pan, A., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2013). Sugar-sweetened beverages and weight gain in children and adults: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*, 98(4), 1084-1102. doi: 10.3945/ajcn.113.058362
- Maughan, R. J., Merson, S. J., Broad, N. P., & Shirreffs, S. M. (2004). Fluid and electrolyte intake and loss in elite soccer players during training. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 14(3), 333-346. doi: 10.1123/ijsnem.14.3.333
- Maughan, R. J., & Shirreffs, S. M. (2010). Development of hydration strategies to optimize performance for athletes in high-intensity sports and in sports with repeated intense efforts. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(1), 59-69. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01191.x

- McCubbin, A. J., Allanson, B. A., Odgers, J. N. C., Cort, M. M., Costa, R. J., Cox, G. R., ... & Burke, L. M. (2020). Sports dietitians Australia position statement: nutrition for exercise in hot environments. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, *30*(1), 83-98. doi: 10.1123/ijsnem.2019-0300
- McDermott, B. P., Anderson, S. A., Armstrong, L. E., Casa, D. J., Chevront, S. N., Cooper, L., ... & Roberts, W. O. (2017). National athletic trainers' association position statement: fluid replacement for the physically active. *Journal of Athletic Training*, *52*(9), 877-895. doi: 10.4085/1062-6050-52.9.02
- Nagapan, G., & Selvaduray, K.R. (2018). *Rice with Low and High Glycaemic Index (GI) Interacting with Oils: What Do We Know So Far?* Retrieved from <http://palmoilis.mpob.gov.my/publications/POD/pod67-gowri.pdf>
- Nuccio, R. P., Barnes, K. A., Carter, J. M., & Baker, L. B. (2017). Fluid balance in team sport athletes and the effect of hypohydration on cognitive, technical, and physical performance. *Sports Medicine*, *47*(10), 1951-1982. doi: 10.1007/s40279-017-0738-7
- Oppliger, R. A., Magnes, S. A., Popowski, L. A., & Gisolfi, C. V. (2005). Accuracy of urine specific gravity and osmolality as indicators of hydration status. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, *15*(3), 236-251. doi: 10.1123/ijsnem.15.3.236
- Orrù, S., Imperlini, E., Nigro, E., Alfieri, A., Cevenini, A., Polito, R., ... & Mancini, A. (2018). Role of functional beverages on sport performance and recovery. *Nutrients*, *10*(10), 1470. doi: 10.3390/nu10101470
- Phillips, S. M., Sykes, D., & Gibson, N. (2014). Hydration status and fluid balance of elite European youth soccer players during consecutive training sessions. *Journal of sports science & medicine*, *13*(4), 817. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4234951>
- Popkin, B. M., D'Anci, K. E., & Rosenberg, I. H. (2010). Water, hydration, and health. *Nutrition reviews*, *68*(8), 439-458. doi: 10.1111/j.1753-4887.2010.00304.x
- Rokyta, R. (2008). *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, ošetřovatelství, přírodovědných, pedagogických a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV.
- Room, R., Babor, T., & Rehm, J. (2005). Alcohol and public health. *The lancet*, *365*(9458), 519-530. doi: 10.1016/S0140-6736(05)17870-2
- Roubík, L. (2018). *Moderní výživa ve fitness a silových sportech*. Praha: Erasport.
- Sauder, H. M., & Rawla, P. (2021). *Beeturia*. Florida: StatPearls. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537012>

- Sawka, M. N., Cheuvront, S. N., & Kenefick, R. W. (2015). Hypohydration and human performance: impact of environment and physiological mechanisms. *Sports Medicine*, 45(1), 51-60. doi: 10.1007/s40279-015-0395-7
- Sedali-Schulman, J. (2020). *Can Dehydration Affect Your Blood Pressure?* Retrieved from <https://www.healthline.com/health/dehydration-and-blood-pressure>
- Shirreffs, S. M., Sawka, M. N., & Stone, M. (2006). Water and electrolyte needs for football training and match-play. *Journal of sports sciences*, 24(07), 699-707. doi: 10.1080/02640410500482677
- Shirreffs, S. M. (2009). Hydration in sport and exercise: water, sports drinks and other drinks. *Nutrition bulletin*, 34(4), 374-379. doi: 10.1111/j.1467-3010.2009.01790.x
- Teplan, J., Malý, T., Hráský, P., Zahálka, F., Kaplan, A., Malá, L., & Heller, J. (2012). Funkční charakteristiky hráčů fotbalu. *Studia sportiva*, 6(1), 69-82. doi: 10.5817/StS2012-1-8
- Vilikus, Z. (2015). *Výživa sportovců a sportovní výkon*. Praha: Univerzita Karlova.
- Walsh, N. P., Laing, S. J., Oliver, S. J., Montague, J. C., Walters, R., & Bilzon, J. L. (2004). Saliva parameters as potential indices of hydration status during acute dehydration. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(9), 1535-1542. doi: 10.1249/01.MSS.0000139797.26760.06