

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



---

Fakulta  
tělesné kultury

## **HYDRATACE VE FOTBALU: GENDEROVÉ ROZDÍLY VE STAVU ZAVODNĚNÍ**

Diplomová práce

Autor: Bc. Tomáš Berčák

Studijní program: Trenérství a management sportu

Vedoucí práce: PhDr. Iva Klimešová, Ph.D.

Olomouc 2024



## **Bibliografická identifikace**

**Jméno autora:** Tomáš Berčák

**Název práce:** Hydratace ve fotbalu: genderové rozdíly ve stavu zavodnění

**Vedoucí práce:** PhDr. Iva Klimešová, Ph.D.

**Pracoviště:** Katedra přírodních věd v kinantropologii

**Rok obhajoby:** 2023

### **Abstrakt:**

Hlavním cílem práce bylo zjistit genderové rozdíly ve stavu zavodnění u hráčů a hráček fotbalu hrajících na výkonnostní úrovni. Výzkumný soubor obsahoval celkem 335 probandů, z toho 252 mužů (věk  $17,0 \pm 4,8$  [let]; výška  $171,3 \pm 14,6$  [cm]; hmotnost  $61,2 \pm 16,7$  [kg]; BMI  $20,4 \pm 2,8$  [kg/m<sup>2</sup>]) a 83 žen (věk  $16,2 \pm 3,8$  [let]; výška  $162,9 \pm 8$  [cm]; hmotnost  $55,2 \pm 10,1$  [kg]; BMI  $20,7 \pm 2,7$  [kg/m<sup>2</sup>]). Dílčími cíli bylo zjistit, kolik probandů bude euhydratovaných, dehydratovaných a závažně dehydratovaných, a zjistit rozdíly v příjmu tekutin během dne a během tréninkové jednotky mezi muži a ženami a dále pak mezi skupinami euhydratovaných, dehydratovaných a závažně dehydratovaných. Stav hydratace byl hodnocen dle výsledků specifické hustoty moči (USG). Příjem tekutin během dne a během tréninkových jednotek byl zjišťován v anketním šetření. Z výsledků vyplývá, že ženy (průměrná hodnota USG  $1,017 \pm 0,008$ ) byly lépe hydratované než muži (průměrná hodnota USG  $1,021 \pm 0,008$ ) ( $p = 0,001$ ). Dehydratovaných bylo 29 % žen a závažně dehydratovaných bylo 8 % žen. Dehydratovaných mužů bylo 53 % a závažně dehydratováno bylo 9 % mužů. Muži vypili více tekutin během dne i během tréninkové jednotky než ženy.

### **Klíčová slova:**

Fotbal, hydratace, dehydratace, specifická hustota moči, příjem tekutin

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

**Bibliographical identification****Author:** Tomáš Berčák**Title:** Hydration in football: gender differences in waterlogging condition**Supervisor:** PhDr. Iva Klimešová, Ph.D.**Department:** Department of Natural Sciences in Kinanthropology**Year:** 2023**Abstract:**

The main aim of the thesis was to ascertain gender differences in hydration of male and female football players giving high performance. The study assemblage included 335 probands, who were 252 men (age  $17.0 \pm 4.8$  [years]; height  $171.3 \pm 14.6$  [cm]; weight  $61.2 \pm 16.7$  [kg]; BMI  $20.4 \pm 2.8$  [kg/m<sup>2</sup>]) and 83 women (age  $16.2 \pm 3.8$  [years]; height  $162.9 \pm 8$  [cm]; weight  $55.2 \pm 10.1$  [kg]; BMI  $20.7 \pm 2.7$  [kg/m<sup>2</sup>]). Partial aims were to ascertain how many probands were euhydrated, dehydrated and severely dehydrated, and find differences in a fluid intake during night and day and during a training unit of men and women, differences in groups of euhydrated, dehydrated and severely dehydrated. The state of hydration was ranked according to the results of the urine specific gravity (USG). The fluid intake during day and the training units was found out in a survey. The research shows that women (average figure of USG was  $1.017 \pm 0.008$ ) were hydrated better than men (average figure of USG was  $1.021 \pm 0.008$ ) ( $p = 0.001$ ). Twenty-nine percent of women were dehydrated and 8 % of women were severely dehydrated. Fifty-three percent of men were dehydrated and 9 % of men were severely dehydrated. The fluid intake of men during day was higher than the fluid intake of women.

**Keywords:**

Football, hydration, dehydration, urine specific gravity, fluid intake

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

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

V Hrubčicích dne 27. dubna 2024

.....

Děkuji vedoucí práce PhDr. Ivě Klimešové, Ph.D., za ochotu, odborné a cenné rady, které mi poskytla při zpracování diplomové práce.

## OBSAH

Obsah .....	7
1 Úvod .....	9
2 Přehled poznatků .....	10
2.1 Voda v organismu .....	10
2.1.1 Genderové rozdíly v obsahu vody .....	11
2.1.2 Příjem a výdej vody .....	11
2.1.3 Bilance vody .....	13
2.1.4 Fyzická aktivita a její vliv na bilanci vody.....	14
2.1.5 Potní bilance.....	15
2.1.6 Elektrolyty.....	16
2.1.7 Sodík .....	17
2.1.8 Draslík.....	17
2.1.9 Pitný režim.....	18
2.2 Hydratace a sportovní výkon .....	18
2.2.1 Hydratace před sportovním výkonem.....	20
2.2.2 Hydratace během sportovního výkonu .....	21
2.2.3 Hydratace po sportovním výkonu .....	21
2.2.4 Dehydratace .....	22
2.2.5 Hyponatremie.....	24
2.2.6 Hodnocení stavu hydratace.....	25
2.2.7 Sportovní nápoje .....	26
2.3 Hydratace ve fotbale .....	27
3 Cíle.....	30
3.1 Hlavní cíl.....	30
3.2 Dílčí cíle.....	30
3.3 Hypotézy.....	30
4 Metodika .....	31
4.1 Výzkumný soubor .....	31
4.2 Metody sběru dat .....	31
4.2.1 Metodika měření somatických parametrů.....	31

4.2.2	Metodika hodnocení stavu hydratace .....	31
4.2.3	Metodika hodnocení barvy moči .....	32
4.2.4	Metodika hodnocení pitného režimu .....	32
4.3	Statistické zpracování dat .....	34
5	Výsledky .....	35
6	Diskuse .....	50
7	Závěry .....	54
7.1	Vyhodnocení hypotéz .....	55
8	Souhrn .....	57
9	Summary .....	59
10	Referenční seznam .....	61
11	Přílohy .....	65
11.1	Anketní šetření .....	65



# 1 ÚVOD

Fotbal patří mezi nejpobulárnější sporty světa, hraje se na všech kontinentech, ve všech možných přírodních podmínkách, na všech možných výkonnostních úrovních a také ve všech věkových kategoriích. Stejně tak, jak se vyvíjí vše kolem nás, vyvíjí se i fotbal. Nároky na hráče a hráčky fotbalu na výkonnostních úrovních se neustále zvětšují. Vzdálenost, kterou fotbalista uběhne během zápasu, se pohybuje od 8 do 13 km, odhadovaný průměrný energetický výdej fotbalových hráčů během utkání je 16 kcal/min, což odpovídá spotřebě kyslíku (VO<sub>2</sub>) ~75 % z maxima pro průměrného hráče (Bangsbo et al., 2006; Bangsbo, 2014). Variabilita uběhnuté vzdálenosti je způsobena faktory, jako je úroveň fyzické kondice hráčů, herní pozice, úroveň utkání, taktika, teplota ovzduší a povětrnostní podmínky (Da Silva et al., 2012; Duffield et al., 2012; Maughan et al., 2007; Mohr et al., 2012). Mezi další stěžejní faktor ovlivňující herní výkon hráčů a hráček fotbalu je úroveň hydratace organismu. Výsledky mnoha studií však ukazují, že hráči a hráčky fotbalu jsou často nedostatečně hydratováni a do utkání a tréninkových jednotek nastupují již v dehydratovaném stavu (Klimešová et al., 2022; Mohr et al., 2021; Kiitam et al., 2018; Maughan et al., 2005). Dehydratace může negativně ovlivňovat sportovní výkon a již při ztrátách 1-2 % tělesné hmotnosti se začnou projevovat příznaky dehydratace jako zvýšená tělesná teplota, snížená pracovní výkonnost, zhoršený rychlostní, silový a vytrvalostní výkon (Vilikus, 2015; Maughan, 2006). U fotbalistů je vstup do utkání v dehydratovaném stavu o to závažnější, protože během 45 minut trvajících poločasu nemají žádný nebo velice omezený příjem tekutin. Dostatečné hydrataci by tedy měla být věnována stejná pozornost jako úrovni kondice hráčů nebo technickým a taktickým dovednostem, které jsou stěžejní pro optimální herní výkon.

Hlavním cílem této diplomové práce je zjistit genderové rozdíly ve stavu zavodnění u hráčů a hráček fotbalu. Zjistíme, která genderová skupina byla lépe hydratována a celkový počet euhydratovaných, dehydratovaných a závažně dehydratovaných fotbalistů a fotbalistek. Budeme také zjišťovat a porovnávat příjem tekutin během dne a během tréninkové jednotky, dále pak zjistíme subjektivní vnímání pocitu žízně a subjektivní hodnocení příjmu tekutin.

## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1 Voda v organismu

Voda je největší složkou lidského těla, tvoří více než 60 %, je nezbytná pro buněčnou homeostázu, hraje důležitou roli ve fyziologických a biomechanických funkcích. Mnoho faktorů ovlivňuje denní potřeby hydratace i naši schopnost se hydratovat (Driskell & Wolinsky, 2009).

Univerzálním prostředím, kde se odehrávají biochemické děje, je voda. Obsah vody v organismu je závislý na:

- věku – s věkem obsah klesá, u kojenců tvoří voda asi 70 % tělesné hmotnosti, u seniorů jen asi 50 %;
- pohlaví – muži mají vyšší obsah vody v těle než ženy, rozdíl je daný zejména rozdílným složením těla;
- složení těla – množství tukové tkáně a svalové složky, kdy tuková tkáň na rozdíl od svalové obsahuje minimální množství vody, proto obézní jedinci mají nižší podíl vody na celkové hmotnosti ve srovnání se štíhlými (Botek et al., 2017).

Pravidelný přísun vody je nezbytný k udržení zdraví. Můžeme se setkat jak s příznaky nedostatku, tak předávkování (Maughan, 2006).

Celková tělesná voda (CVT) je tvořena intracelulární tekutinou (ICT, uvnitř buněk, což představuje cca 40 % tělesné hmotnosti a 66 % z celkové tělesné vody) a extracelulární tekutinou (ECT, mimo buňky, což představuje cca 20 % tělesné hmotnosti a 33 % z celkové tělesné hmotnosti). Extracelulární tekutinu dále rozlišujeme dle místa výskytu a funkce:

- 75 % ECT tvoří intersticiální tekutina (tkáňový mok, představuje 15 % tělesné hmotnosti). Je to tekutina obklopující buňky, které díky ní přijímají živiny a uvolňují do ní zplodiny látkové přeměny;
- 25 % ECT tvoří intravaskulární tekutina (krevní plazma, představuje 5 % tělesné hmotnosti);
- malou část ECT tvoří transcelulární tekutina (oční komorová voda, mozkomíšní mok, představuje 1 % tělesné hmotnosti).

Objem a složení tělesné vody jsou udržovány v dynamické rovnováze. Tuto rovnováhu zajišťují elektrolyty v ní obsažené. Rozhodují o osmotickém tlaku a pH vnitřního prostředí. Hlavním iontem extracelulární tekutiny je sodík, který určuje objem ECT, hlavním iontem intracelulární tekutiny je draslík. Udržování objemu a minerálního obsahu extracelulární tekutiny a intracelulární tekutiny je řízeno tak, aby byl objem celkové tělesné vody stabilizován v rozmezí přibližně  $\pm 0,2$  % tělesné hmotnosti (Botek et al., 2017).

### **2.1.1 Genderové rozdíly v obsahu vody**

Z pohledu obsahu a distribuce vody v těle jsou mezi muži a ženami rozdíly. U žen voda tvoří pouze 53 % tělesné hmotnosti, procentuální zastoupení vody v těle je tedy nižší než u mužů. Obsah vody v těle u ženy vážící 75 kg je zhruba 40 l. Intracelulární tekutina následně představuje 32 % hmotnosti (24 l) a extracelulární 21 % hmotnosti (16 l). Nižší obsah vody u žen je způsoben rozdílným tělesným složením, především pak tukovou tkání, která je i u neobézních žen procentuálně výše zastoupena než u mužů (Rokyta, 2000; Rokyta, 2016).

### **2.1.2 Příjem a výdej vody**

Potřeba příjmu tekutin je dána celkovou ztrátou vody, ke které dochází různými cestami. Ve všech situacích, s výjimkou velmi krátkých období, musí příjem vody pokrýt její ztráty (Maughan, 2006).

K udržení stálé hladiny vody v těle slouží příjem tekutin, který je základní potřebou každého člověka. Podporuje trávení potravin, absorpci, transport živin, využití živin a eliminaci toxinů a odpadních látek z těla. Úroveň hydratace nebo změny stavu hydratace v těle jsou ovlivňovány zejména příjmem a výdejem tekutin. Rozdíl mezi příjmem a výdejem tekutin v těle se definuje jako bilance vody v těle, ta je různá u žen a mužů a mezi dospělými a dětmi (Vilikus, 2015).

Tělo zdravého štíhlého muže o hmotnosti 70 kg obsahuje celkem asi 42 l vody. Obrat vody v organismu je větší než obrat všech ostatních látek. U osoby se sedavým způsobem života žijící v mírném klimatu je denní obrat vody 2-4 l nebo 5-10 % celkového tělesného obsahu vody. Je nutné udržet tělesný obsah vody v přesném rozmezí, protože organismus se mnohem hůře vypořádá s nedostatečným příjmem tekutin než s nedostatkem potravy (Maughan, 2006).

Příjem tekutin, složení tekutin, okolní teplota, vlhkost vzduchu, tlak, nadmořská výška, všechny tyto parametry ovlivňují úroveň hydratace organismu. Optimální míra hydratace pomáhá udržovat tělesnou teplotu, objem plazmy, nižší srdeční frekvenci a oddaluje nástup únavy. U aktivit delšího trvání (1 hodina a více) by sportovci měli před pitím pouze čisté vody upřednostnit konzumaci tekutin obsahující sacharidy a elektrolyty (sodík, draslík, chloridy, vápník a hořčík). Při nedostatečném doplňování těchto složek dochází k poklesu výkonnosti a v některých případech může ohrozit i zdraví jedince. Na opačné straně stojí nadměrný příjem tekutin, který může naopak vést k poklesu hladiny sodíku a způsobit hyponatrémii (Duvillard et al., 2004).

Přijetí strategií k omezení ztráty tělesné hmotnosti v důsledku pocení je rozhodující pro udržení výkonu (zejména v horkém/vlhkém prostředí). Lidem, kteří intenzivně cvičí nebo pracují v teplém prostředí, se běžně doporučuje pravidelně přijímat vodu nebo sportovní nápoje (např. 350-450 ml tekutin každých 10-15 min), přičemž hlavním cílem je minimalizovat ztráty tělesné hmotnosti běžně pozorované v důsledku cvičení v horkém a vlhkém prostředí (Kerksick et al., 2018).

Průměrný příjem a výdej tekutin dle Vilikus (2015):

Příjem tekutin:

- v nápojích 1600 ml,
- ve stravě 1000 ml,
- metabolická voda 400 ml,

Výdej tekutin:

- močí 1400 ml,
- pocením 100-1400 ml,
- kůží 500 ml,
- dýcháním 300 ml,
- stolicí 100 ml.

Při běžných klimatických podmínkách probíhá výdej tekutin především močí. Vysoká teplota okolí a zvýšená fyzická námaha zvyšují ztráty tekutin pocením. Rozdíly ve ztrátě tekutin za běžných podmínek, v horkém počasí a při dehydratující těžké práci uvádí Tabulka 1 (Botek et al., 2017).

**Tabulka 1.** Běžné ztráty tekutin (Botek et al., 2017)

	<b>Při normální teplotě (ml/den)</b>	<b>V horkém počasí (ml/den)</b>	<b>Během delší těžké práce (ml/den)</b>
Kůže	350	350	350
Dýchání	350	250	650
Moč	1400	1200	500
Pot	100	1400	5000
Stolice	100	100	100
<b>Celkem</b>	<b>2300</b>	<b>3300</b>	<b>6600</b>

Dle Maughana (2006) ovlivňuje ztráty vody z organismu několik faktorů:

- klimatické podmínky,
- úroveň fyzické aktivity,
- tělesná hmotnost,
- tělesný povrch,
- složení těla – metabolicky aktivní tkáň.

### **2.1.3 Bilance vody**

Příjem a vylučování vody jsou řízeny vzájemným komplexním působením neurálních a humorálních faktorů, které reagují na mnoho různých podnětů. Za normálních podmínek se objem vody a osmolalita extracelulární tekutiny udržuje v přesném rozmezí. Zvýšení nebo pokles osmolality plazmy o 5 mmol/l stačí ledvinám k přechodu z maximálního šetření vodou k tvorbě maximálního objemu moči (Maughan, 2006).

Organismus disponuje schopností zajistit vyrovnanou bilanci tělních tekutin a udržet tak rovnováhu mezi příjmem a výdejem tekutin a iontů. Tato schopnost je zajištěna pomocí receptorů (volumoreceptory, osmoreceptory), které reagují na změny objemu tekutin. Osmolární a objemová homeostáza je řízena hormonálně (Botek et al., 2017).

Hormony podílející se na regulaci hospodaření s vodou:

- zadržování vody v těle:
  - antidiuretický hormon – zvýšená reabsorpce vody v renálním tubulu,
  - renin-angiotenzin-aldosteronový systém – reabsorpce sodíku v renálním tubulu,
- vylučování vody z těla:
  - atriální natriuretický faktor – zvýšené vylučování sodíku močí.

#### **2.1.4 Fyzická aktivita a její vliv na bilanci vody**

Cvičení představuje velké energetické nároky a dochází při něm ke tvorbě velkého množství tepla. Teplo je vedlejším (odpadním) produktem při svalové kontrakci. Při fyzické práci tak tělesná teplota velice rychle stoupá, aby nedošlo k nežádoucímu přehřátí tělesného jádra, musí být teplo z těla odstraněno. Nejúčinnějším mechanismem pro výdej tepla je odpařování. Odpařením potu vyloučeného na kůži se ztrácí určité množství tepla. Při tomto procesu však dochází také ke ztrátě vody z organismu (Botek et al., 2017; Maughan, 2006).

Davis et al. (2022) ve své studii hodnotili přesnost odhadované ztráty potu vysokoškolských fotbalistů ve třech tréninkových jednotkách. Studie se účastnilo 17 hráčů (věk  $21 \pm 3$  roků; výška  $178 \pm 123$  cm; hmotnost  $68,7 \pm 15,8$  kg), kteří odhadovali ztrátu potu po každé tréninkové jednotce. Každá tréninková jednotka trvala 90 minut a probíhala při vysokých okolních teplotách. Průměrná teplota při prvním tréninku byla  $31,2$  °C, průměrná teplota při druhém tréninku byla  $26,9$  °C a průměrná teplota při třetím tréninku byla  $31,5$  °C. Po každé tréninkové jednotce naplnili hráči kelímek vodou množstvím, o kterém se domnívali, že ztratili během tréninku. Odhadované ztráty byly výrazně menší než skutečnost. Přesnost odhadu po první tréninkové jednotce  $40,2 \pm 21,5$  %, přesnost odhadu po druhé tréninkové jednotce  $40,1 \pm 19,9$  %, přesnost odhadu po třetí tréninkové jednotce  $31,8 \pm 11,6$  %. Výsledek studie poukazuje na nevhodnost posuzování ztrát potu a následné rehydratace pouze na základě odhadu a subjektivních pocitů. Při pravidelném fyzickém výkonu, především u výkonnostních a profesionálních sportovců, je třeba pro hodnocení ztrát použít také objektivní ukazatele.

Dle Klimešové (2016) mají muži vyšší ztráty tekutin pocením v porovnání se ženami. Důvodem je odlišná stavba těla a nižší rychlost metabolismu při cvičení. Existují také rozdíly mezi dětmi a dospělými, kdy děti mají nižší schopnost tvorby potu a jejich pot obsahuje nižší koncentraci elektrolytů. Stejně tak je u dětí nižší schopnost odvodu tepla pocením, z čehož vyplývá vyšší riziko přehřátí organismu.

Ztráty tekutin při fyzické aktivitě jsou rozděleny v různém poměru mezi plazmu, extracelulární a intracelulární tekutinu. Pokles objemu plazmy může ovlivnit objem práce, kterou jsme schopni vykonat. Pro zajištění dostatečného přísunu kyslíku a živin pro pracující svaly je třeba zachovat průtok krve na vysoké úrovni. Stejně tak je důležité zachovat vysoký průtok krve kůží, pro zajištění odvodu tepla na tělesný povrch. Je však obtížné udržet vysoký průtok krve oběma tkáněmi při vysoké okolní teplotě a dlouhodobé zátěži. Při této situaci dochází k poklesu průtoku krve kůží, což umožní zachovat vysoký průtok krve svaly, ovšem za cenu omezení výdeje tepla a zvýšení tělesné teploty (Maughan, 2006).

### **2.1.5 Potní bilance**

Stanovení potní bilance je velice dobrý způsob, jak pochopit správnou potřebu hydratace při zatížení. Při výpočtu potní bilance je potřeba zohlednit místo tréninkové jednotky (uvnitř, venku), prostředí, teplotu, vlhkost, nadmořskou výšku. Z toho důvodu je zapotřebí zopakovat měření potní bilance několikrát na různých místech a za různých podmínek (Skolnik & Chernus, 2011).

Návod pro stanovení potní bilance během zatížení uvádějí Skolnik & Chernus (2011)

1. Dle návodu postupujte 3-7 dní.
2. Vymočte se před měřením, případně vykonejte stolici.
3. Zvažte se na spolehlivé váze, nazi, případně ve stejném suchém oblečení před i po tréninkové jednotce.
4. Cvičte při obvyklých tréninkových a soutěžních podmínkách.
5. Zaznamenejte si přesné množství vypitých tekutin.
6. Sprchu či vanu použijte až po druhém vážení.
7. Zvažte se za stejných podmínek jako před tréninkovou jednotkou.
8. Po výpočtu hodinové potní bilance vydělte 6 a doplňujte tekutiny každých 10 minut na základě výpočtu ztrát, případně upravte dle individuálních potřeb pro frekvenci rehydratace.

Výpočet potní bilance:

1. počáteční hmotnost v kg (\_\_\_) – konečná hmotnost v kg (\_\_\_) = \_\_\_ ztracených kg,
2. \_\_\_ ztracených kg x 1000 (1 kg = 1000 ml) = \_\_\_ ztracených ml,
3. \_\_\_ ztracených ml + \_\_\_ ml přijatého nápoje = \_\_\_ ml hodinové potní bilance,
4. \_\_\_ ztracených ml : \_\_\_ doba cvičení (v hodinách) = \_\_\_ hodinová potní bilance.

Vysoká koncentrace sodíku a chloridů v potu je důsledkem ztráty vody převážně z extracelulárního prostoru. Ztráta elektrolytů potem je funkcí podílu tvorby potu a jeho složení, obě tyto hodnoty se v průběhu času mění a jsou neustále ovlivňovány intenzitou zátěže, okolními podmínkami a fyziologickým stavem jedince. Spolehlivě zjistit složení potu je z tohoto důvodu obtížné. V porovnání s plazmou je pot i přes rozdíly ve složení vždy izotonický. Hlavními elektrolyty potu jsou sodík a chloridy. Ztráta 1 l potu s koncentrací sodíku 50 mmol/l představuje úbytek 2,9 g chloridu sodného. Při 5 l potu za den je ztráta téměř 15 g soli. I když připustíme nižší koncentraci sodíku v potu a jeho snížené vylučování močí při tvorbě velkého množství potu, je toto množství při porovnání s běžně uváděnými hodnotami pro příjem sodíku vysoké. Z toho vyplývá, že bilance soli u sportovců podávajících fyzické výkony při vysoké okolní teplotě nemusí být příznivá (Maughan, 2006).

### 2.1.6 Elektrolyty

Elektrolyt je látka, která při rozpuštění v kapalině vede elektrický proud. Mezi hlavní elektrolyty v lidském těle patří sodík, draslík a chloridy, které se nacházejí v krvi a tekutině tělesných tkání. Jejich důležitost spočívá v udržování rovnováhy tekutin, vedení nervových impulzů, podílejí se na svalové kontrakci. Rozdíly v elektrickém náboji umožňují pohyb tekutin uvnitř, vně a kolem buněk. V případě dostatku jednotlivých elektrolytů lze docílit rovnováhy tekutin mezi tělesnými tkáněmi a krví. Mezi elektrolyty patří také vápník a hořčík, ty ale zastávají menší roli v řízení rovnováhy tekutin (Skolnik & Chernus, 2011). Koncentrace elektrolytů v tělních tekutinách je uvedena v Tabulce 2.

**Tabulka 2.** Koncentrace hlavních iontů v potu, plazmě a ICT dle Maughan (2006)

Elektrolyt	Pot (mmol/l)	Plazma (mmol/l)	ICT (mmol/l)
Sodík	20-80	130-155	10
Draslík	4-8	3,2-5,5	150
Vápník	0-1	2,1-2,9	0
Hořčík	<0,2	0,7-1,5	15
Chloridy	20-60	96-110	8



Při pocení dochází k velkým ztrátám elektrolytů. Jak uvádí Tabulka 3, největší ztráty představují sodík, draslík a chloridy. V jednom litru potu se vyloučí 460-1610 mg sodíku (20-80 mmol/l). Sportovci aklimatizovaní na horko zpravidla ztrácejí potem méně sodíku. Naopak sportovci, kteří aklimatizovaní nejsou anebo jde o geneticky naprogramované těžké producenty slaného potu, mohou ztrácet významná množství sodíku (Skolnik & Chernus, 2011).

**Tabulka 3.** Ztráta elektrolytů v 1 litru potu dle Coyle (2004)

Elektrolyt	Průměrná ztráta (mg)	Rozsah ztráty na 1 l (mg)
Sodík	920-1150	460-1840
Chlor	1065	177-2130
Draslík	195	117-585
Vápník	40	12-80
Hořčík	19	5-36

### **2.1.7 Sodík**

Sodík je hlavní extracelulární kationt, který se podílí na udržování acidobazické rovnováhy a osmolarity krve. Vytváří základ elektrolytu, ve kterém probíhají všechny životní projevy buněk. Sodík je nezbytný pro nervovou a svalovou činnost, podílí se na udržování homeostázy krve a společně s draslíkem regulují vodní rovnováhu v těle. Nedostatek sodíku se vyskytuje jen vzácně, může však vést k dehydrataci, nízkému krevnímu tlaku a svalovým křečím (Klimešová & Stelzer, 2013).

Sodík je hlavním iontem, který ztrácíme při pocení. Běžné doporučení pro spotřebu sodíku je asi 6 g/den, u některých sportovců může být toto množství nedostatečné. Při sportovních výkonech, kdy očekáváme výrazné ztráty sodíku potem, je doporučováno vypít 15 minut před výkonem 200-300 ml vody obsahující 2 g rozpuštěné soli (Botek et al., 2017).

### **2.1.8 Draslík**

Draslík je hlavní intracelulární iont, vyrovnává účinky nadměrného příjmu sodíku. Draslík je nezbytný pro šíření nervových vzruchů. Buňky, nervy a svaly by bez jeho přítomnosti nemohly správně pracovat. Nedostatek draslíku může způsobit slabost, pomatenost, srdeční selhání (Klimešová & Stelzer, 2013).

### 2.1.9 Pitný režim

Pod pojmem pitný režim rozumíme vědomé udržování dostatečného množství tekutin a minerálních látek v organismu. Pít bychom měli pravidelně, po menších dávkách po celý den. Pro zajištění dostatečného množství tekutin během výkonu je taktéž důležité jejich pravidelné doplňování (Šefčíková et al., 2014).

Sportovci, kteří nevěnují dostatečnou pozornost pitnému režimu, se vystavují riziku nedostatečné hydratace, která může způsobovat zvýšenou koncentrací metabolitů, dřívější nástup únavy, zhoršenou a prodlouženou dobu regenerace a celkový pokles fyzické výkonnosti. V případě, že je nedostatek tekutin chronický, zhoršuje se psychická koncentrace, objevuje se zácpa, bolest hlavy, pokles tvorby erythropoetinu (Vilikus, 2015).

Doporučení pro denní příjem tekutin se u různých autorů a organizací liší. Odlišná doporučení najdeme také u mužů a žen kvůli rozdílnému podílu vody v organismu. Rozdílnost v doporučeném příjmu tekutin můžeme dle Tabulky 4 pozorovat od 9. roku.

**Tabulka 4.** Doporučený příjem tekutin (Botek et al., 2017)

Věk (roky)	USA a Kanada (IoM, 2004)		Evropa (EFSA, 2010)		WHO (2005)	
	Děvčata	Chlapci	Děvčata	Chlapci	Ženy	Muži
9-13	2,1 l/den	2,4 l/den	1,9 l/den	2,1 l/den	Ženy 2,2 l/den	Muži 2,9 l/den
14-18	Děvčata 2,3 l/den	Chlapci 3,3 l/den	Ženy 2 l/den	Muži 2,5 l/den		
18 a více	Ženy 2,7 l/den	Muži 3,7 l/den				

*Poznámka.* V doporučení je zahrnut příjem tekutin z nápojů i potravin.

## 2.2 Hydratace a sportovní výkon

K hlavním cílům doplňování tekutin patří optimalizace stavu hydratace před sportovním výkonem, doplnění tekutin a živin během zatížení a následná rehydratace a zotavení po výkonu. Při pití vody nebo sportovních nápojů obsahujících sacharidy a elektrolyty bylo prokázáno, že během cvičení pomáhají zabránit poklesu plazmatického objemu, ke kterému běžně dochází. Je tak udržen srdeční výdej, průtok krve mozky a zvyšuje se krevní průtok kůží, která vydává teplo a brání zvýšení teploty tělesného jádra (Maughan, 2006).

Dostatečná hydratace organismu před, během a po skončení sportovního výkonu patří tedy k základním stavebním kamenům pro podání a pravidelné opakování optimálního sportovního výkonu. Dostatečně hydratovaný organismus označujeme termínem euhydratace, naopak při nedostatečné hydrataci hovoříme o dehydrataci.

Tělesné zatížení vede ke zvýšení prokrvení pracujících svalů, ty tak vyprodukují až 20x více tepelné energie než v klidovém období. Vytvořené teplo je z pracujících svalů odváděno krví a následně je z těla vyloučeno potem a dechem. Při tomto procesu dochází ke ztrátám vody a v ní obsažených elektrolytů. Snížení objemu tělních tekutin a současně zvýšení tělesné teploty limituje sportovní výkon (Botek et al., 2017).

Tvorbu časového plánu pro doplňování tekutin označujeme jako hydratační strategii. Pro naplnění denní potřeby tekutin nám přispívá běžná konzumace tekutin během dne, avšak čím více se blíží tréninková jednotka, tím specifičtější musí být druh a množství vybrané tekutiny (Skolnik & Chernus, 2011).

Plán pro doplňování tekutin vhodný pro většinu sportovců hovoří o hodnotách od 0,4 do 0,8 litru za hodinu. Je však nutné zohlednit individualitu sportovce a plán upravit dle jeho preferencí. Výhodou je doplnění nápoje o sacharidy. Také teplota nápoje hraje svoji roli, kdy vypití studeného nápoje (0,5 °C) může pomoci snížit teplotu jádra (Dietitians of Canada, 2016).

Sportovcům účastnícím se vytrvalostních závodů delších než 1 hodina se dle Duvillard (2004) doporučuje konzumace roztoku obsahujícího sacharidy a sodík v hodnotách 30-60 gramů sacharidů na 600-1200 ml roztoku a s obsahem 0,5-0,7 g/l sodíku každou hodinu aktivity.

Naplánovaný příjem tekutin by měl sportovci zajistit stav plné hydratace před výkonem a vhodné doplňování tekutin během a po výkonu (Botek et al., 2017). Doporučení příjmu tekutin před, během a po zatížení je uvedeno v Tabulce 5.

**Tabulka 5.** Doporučení příjmu tekutin před, během a po zatížení (Botek et al., 2017)

Načasování	Doporučení	Poznámky
2-4 h před zátěží	5-10 ml/kg tělesné hmotnosti	Současný příjem sodíku nápoji nebo potravinami zvýší zadržování vody v organismu
30 min před zátěží	400-500 ml	
Během zátěže	0,4-0,8 l/h	Příjem tekutin je vhodné rozložit a konzumovat 120-150 ml nápoje každých 15-20 min <ul style="list-style-type: none"> <li>- U výkonů do 30-45 min není nutné doplňovat tekutiny během zatížení</li> <li>- U výkonů do 90 min lze doplňovat tekutiny čistou vodou, i když využití sportovního nápoje je obvykle sportovcem lépe tolerováno (v množství 120-250 ml nápoje každých 15-20 min)</li> <li>- U výkonů nad 90 min je doporučená konzumace hypotonického rehydratačně-energetického nápoje v množství 120-250 ml nápoje každých 15-20 min</li> </ul>
Po zátěži	Doplnit množství tekutin odpovídající 125-150 % ztráty tělesné hmotnosti	Při ztrátách hmotnosti do 1 kg je vhodné volit hypotonické rehydratační nápoje a při vyšších ztrátách využít nápoje s vyšší koncentrací iontů i sacharidů (izotonické rehydratačně-energetické nápoje)

### 2.2.1 Hydratace před sportovním výkonem

Sportovec jeden den před sportovním výkonem vypije o 1 litr izotonické tekutiny více, než je jeho běžný příjem. Z důvodu zadržování tekutiny v těle, musí být tekutina izotonická. V případě užití hypotonického nápoje zvýšíme pro daný den příjem soli. Doporučuje se nepít na noc, aby nedocházelo k přerušení spánku. Předzásobením vodou není však zcela nezbytné, a každý sportovec by tuto variantu měl nejdříve vyzkoušet v tréninku. V den závodu či zapasu by sportovec měl pít naposledy 60-90 minut před výkonem cca 250-500 ml iontového nápoje tak, aby dal ledvinám čas k vyloučení přebytku vody (Vilikus, 2015).

Casa et al. (2000) doporučuje vypít 510-600 ml tekutiny 2-3 hodiny před sportovním výkonem a 210-300 ml tekutiny 10-20 minut před výkonem. Doporučení dle Stand (2009) je trochu odlišné a do svého doporučení zahrnuje i tělesnou hmotnost jednotlivce. Jeho návrh zní vypít 5-7 ml/kg tělesné hmotnosti nejméně 4 hodiny před výkonem a dále podle potřeby 3-5 ml/kg tělesné hmotnosti 2 hodiny před výkonem.

Pro přípravu na sportovní výkon by sportovci měli přijmout 500 ml vody den před výkonem a poté 400-600 ml vody 20-30 minut před výkonem. Zbytek denního příjmu tekutin se řídí dle běžných doporučení (Kerkick et al., 2018).

Opačný názor na předzásobení se tekutinami udává Clark (2009), který uvádí, že nemá smysl předzásobit tělo tekutinami, protože tělo je schopno vstřebat jen tolik tekutin, kolik aktuálně potřebuje a zbytek vyloučí.

### **2.2.2 Hydratace během sportovního výkonu**

Dle Skolnik & Chernus (2011) je nutné přijmout nějaký druh tekutiny při sportovním výkonu trvajícím 1 hodinu a déle. Pro výkon trvajícím do 1 hodiny je dostatečné přijímat tekutiny pouze ve formě vody. Při výkonech delších než 1 hodina bude vhodný sportovní drink.

Kerksick et al. (2018) doporučuje přijmout 340-450 ml tekutin každých 5-15 minut sportovního výkonu.

Vilikus (2015) doporučuje pro přípravu sportovního nápoje použít třetinové pravidlo. Tzn. 1/3 minerální vody, 1/3 vody, 1/3 stoprocentního džusu. Doporučuje také rozdělit dávky do několika menších doušků po 150-200 ml.

### **2.2.3 Hydratace po sportovním výkonu**

Vilikus (2015) doporučuje přijímat tekutiny po výkonu v malých dávkách a pít častěji. Dle úbytku hmotnosti se určuje ztráta tekutin, kdy jeden 1 kg odpovídá 1 l tekutin.

Rehydratace je nutnou součástí regenerace a zotavení po sportovním výkonu. Obvyklé doporučení hovoří o doplnění tekutin na základě ztráty tělesné hmotnosti. Pokud tekutinu chceme udržet v organismu, je nutné doplňovat také elektrolyty. Konzumace pouze čisté vody není zcela ideální rehydratační strategií, protože příjem vody po dehydrataci snižuje osmolalitu plazmy a koncentraci plazmatického sodíku, což dále způsobuje zvýšení diurézy a snížení pocitu žízně. Pokud je však s vodou podáván sodík, je snížen výdej moči a zvyšuje se dobrovolný příjem tekutin, což vede k rychlejší obnově plazmatického objemu (Maughan, 2006).

Skolnik & Chernus (2011) v Tabulce 6 uvádějí možnou strategii pro rehydrataci organismu po zatížení. Množství tekutin je uvedeno v závislosti na hmotnostních ztrátách během zatížení.

**Tabulka 6.** Množství a frekvence příjmu tekutin v závislosti na hmotnostních ztrátách během cvičení (Skolnik & Chernus, 2011)

Ztráta hmotnosti (kg/h)	Příjem tekutin (ml)	Frekvence příjmu (min)
0,45	120	15
0,9	225	15
1,4	240	10
1,8	300	10
2,3	380	10
2,7	450	10

#### **2.2.4 Dehydratace**

Dehydratace má negativní vliv na fyzický výkon a celkový zdravotní stav. Zhoršuje sportovní výkon, ovlivňuje vytrvalostní, rychlostní i silové disciplíny. Uvádí se, že fyzický výkon je narušen již při dehydrataci, která představuje ztrátu 2 % tělesné hmotnosti. Při ztrátě 5 % tělesné hmotnosti, může dojít ke snížení výkonnosti až o 30 % (Maughan, 2006).

Ztráta tekutin, která odpovídá 1 % tělesné hmotnosti způsobuje vzestup tělesné teploty, ztráta 1-2 % tělesné hmotnosti zhoršuje výkon vytrvalostní, rychlostní, silový nebo obratnostní. Při ztrátě 1-2 % tělesné hmotnosti již dochází k poklesu výkonu, ale až v tento moment se dostaví pocit žízně. Spoléhat se na subjektivní pocit žízně je tedy nedostatečné (Vilikus, 2015).

Bernaciková et al. (2013) upozorňuje, že pokles hmotnosti po sportovním výkonu je téměř výlučně spojen se ztrátami tělních tekutin. Tedy pokud sportovec ukončí sportovní aktivitu s nižší hmotností, než s jakou začínal, jedná se již o stav rozvíjející se dehydratace. Clark (2009) dále uvádí, že při ztrátě 1 % tělesné hmotnosti musí srdce zvýšit činnost o 3-5 tepů za minutu. Dle Botek et al. (2017) jsou příznaky dehydratace žízeň, svalová únava, zhoršení pohybové koordinace, svalové křeče, šokový stav, bezvědomí. Tabulka 7 rozděluje symptomy dehydratace dle závažnosti příznaků.

**Tabulka 7.** Symptomy dehydratace (Driskell & Wolinsky, 2009)

<b>Rané příznaky</b>	<b>Závažné příznaky</b>
Únava	Obtížné polykání
Ztráta chuti k jídlu	Nemotornost
Zčervenálá kůže	Scvrklá kůže
Pálení v žaludku	Zapadlé oči a slabé vidění
Točení hlavy	Bolestivé močení
Suchá ústa	Necitlivá kůže
Suchý kašel	Svalová křeč
Tepelná intolerance	Delirium
Tmavá moč se silným zápachem	

European Hydration Institute dělí dehydrataci dle poměru ztrát vody a elektrolytů.

Dělení dehydratace dle European Hydration Institute (2018):

- izotonická dehydratace – ztráta vody a sodíku z extracelulární tekutiny, to znamená stejná ztráta sodíku i vody, nelze proto osmoticky přesunout vodu z intracelulární tekutiny do extracelulární,
- hypertonická dehydratace – ztráta vody převyšuje ztrátu sodíku, voda osmoticky přestupuje z intracelulární tekutiny do extracelulární, z místa nižší koncentrace do místa vyšší koncentrace,
- hypotonická dehydratace – ztráta sodíku převyšuje ztrátu vody, voda osmoticky přestupuje z extracelulární tekutiny do intracelulární.

Skolnik & Chernus (2011) uvádějí v Tabulce 8 fyzické symptomy, které poukazují na ztrátu tělesné hmotnosti vyjádřenou v procentech.

**Tabulka 8.** Symptomy ztráty tekutin na různých úrovních (Skolnik & Chernus, 2011)

Procento ztráty tělesné hmotnosti	Podíl hmotnosti u 60 kg sportovce	Podíl hmotnosti u 90 kg sportovce	Fyzické symptomy
1 %	0,6 kg	0,9 kg	Nástup žízně a snížená schopnost regulovat tělesnou teplotu, pracovní kapacita začíná klesat
2 %	1,2 kg	1,8 kg	Silnější žízeň, neurčitý diskomfort a pocit tíhy, ztráta chuti k jídlu
3 %	1,8 kg	2,7 kg	Sucho v ústech, hustší krev, snížené močení (snaha zadržet tělesnou tekutinu)
4 %	2,4 kg	3,6 kg	Ztráta 20-30 % fyzické pracovní kapacity
5 %	2,9 kg	4,5 kg	Obtížná koncentrace, bolesti hlavy, netrpělivost, ospalost
6 %	3,5 kg	5,4 kg	Závažné zhoršení termoregulace během cvičení, zvýšená respirační aktivita (dechová frekvence) vedoucí k brnění a extrémní otupělosti
7 %	4,1 kg	6,3 kg	Pravděpodobný kolaps, selhání organismu, pokud je spojeno s horkem a fyzickou aktivitou

### 2.2.5 Hyponatremie

Při vytrvalostním výkonu dlouhé doby trvání může dojít k opačnému jevu než k dehydrataci. Tento stav nazýváme hyponatremie nebo hyperhydratace. Vzniká při pití značně velkého objemu hypotonických roztoků (čistá voda), jejichž příjem není úměrný podávanému výkonu a především ztrátám minerálů při pocení. K většině těchto případů dochází při výkonech



trvajících 8 hodin a déle. Mírná forma hyponatremie (plazmatická koncentrace Na 130-135 mmol/l) se projevuje vzestupem tělesné hmotnosti během výkonu, což souvisí s vysokým příjmem vody a omezením tvorby moči, dále pak zmateností a ztrátou orientace. Těžká forma hyponatremie (plazmatická koncentrace Na < 120 mmol/l) se projevuje prohloubením zmatenosti a ztráty orientace, zvracením, bolestmi hlavy, křečemi, snížením kožní citlivosti a počínajícími příznaky oběhového selhání. Při tomto stavu hrozí také plicní edém a nekardiální edém mozku. Je nutná lékařská pomoc a následná hospitalizace s komplexní korekcí vnitřního prostředí (Vilikus, 2015; Maughan, 2006).

### **2.2.6 Hodnocení stavu hydratace**

Orientační pomůcku, kterou lze využít pro ověření stavu hydratace, je sledování barvy a množství moči. Barvu moči hodnotíme dle barevné škály, což je solidní ukazatel stavu zavodnění především v terénních podmínkách. Tmavá moč v malém množství je znakem vysoké koncentrace odpadních produktů v moči a je známkou dehydratace. Dalším ukazatelem může být pravidelné sledování ranní hmotnosti, avšak za předpokladu dlouhodobě vyvážené energetické bilance sportovce. Aktuální změny tělesné hmotnosti poté poukazují na změny objemu vody v organismu. V laboratorních podmínkách hodnotíme hydrataci rozbořením moči nebo krve. V praxi se nejčastěji setkáváme s hodnocením specifické hustoty nebo osmolality moči. Za stav euhydratace považujeme hodnoty < 1,020 (osmolalita < 700 mOsmol/kg), hodnoty ≥ 1,025 (osmolalita > 900 mOsmol/kg) značí dehydrataci (Botek et al., 2017).

Metody pro hodnocení stavu hydratace dle Driskell & Wolinsky (2009):

- neutronová aktivační analýza,
- bioelektrická impedance (BIA),
- změna tělesné hmoty,
- osmolalita plazmy,
- změna objemu plazmy,
- osmolalita moči,
- specifická hmotnost moči,
- vodivost moči,
- barva moči,
- 24 hodinový objem moči,
- průtok slin (osmolalita, průtok, obsah bílkovin),

- hodnocení pocitu žízně.

### **2.2.7 Sportovní nápoje**

Ideální sportovní nápoj obsahuje kromě vody, kterou ztrácíme v průběhu výkonu, také sacharidy a elektrolyty. Z toho důvodu je pro kvalitní výběr sportovních nápojů potřeba sledovat obsah minerálních látek a sacharidů (Klimešová, 2016).

Dělení sportovních nápojů podle koncentrace minerálních látek dle Klimešová (2016):

- hypotonické sportovní nápoje – osmolarita je nižší než osmolarita krve. Hlavním úkolem hypotonického nápoje je doplnit tekutiny. Obecně platí, že čím menší je osmolarita, tím lépe přechází látky do krve. Hypotonické sportovní nápoje se doporučují při déle trvajícím aerobním výkonu, kdy dochází k velkým ztrátám potu,
- izotonické sportovní nápoje – osmolarita izotonických nápojů je stejná jako osmolarita krve. Tím je snížena rychlost vstřebávání oproti hypotonickým nápojům. Využití při sportovních činnostech trvajících do 1 hodiny. Jsou vhodné také jako rehydratační nápoje po ukončení tréninkové jednotky,
- hypertonické sportovní nápoje – osmolarita je vyšší než osmolarita krve. Nevhodné pro využití při sportovních činnostech.

Dělení sportovních nápojů podle koncentrace sacharidů dle Klimešová (2016):

- rehydratační – obsahují 2-3 % sacharidů na 1 l nápoje (10-15 g sacharidů). Jsou vhodné při výkonu za vysokých teplot nepřekračujících 2 hodiny,
- rehydratačně-energetické – obsahují 4-8 % sacharidů. Příjem vhodný u zátěže překračující 2 hodiny. Koncentrace sacharidů nijak významně neovlivňuje rychlost vstřebávání vody, zároveň je také dobrým doplňkem energie,
- energetické – obsahují 8-20 i více % sacharidů. Nevýhodou nápoje je vyšší koncentrace energie, která brání rychlému vstřebání nápoje. Může být i příčinou střevních potíží.

Dle Maughan et al. (2015) má objem a složení nápojů silný vliv na jejich vstřebávání. Každý druh nápoje se vstřebává v různých časových intervalech, je možné určit index hydratace nápoje (BHI) pro jakýkoliv nápoj či tekutinu. Čím vyšší je BHI nápoje, tím se tekutina lépe vstřebává.

## 2.3 Hydratace ve fotbale

Fotbal je týmový sport charakterizovaný opakovanými krátkými sprinty s vysokou intenzitou ve vytrvalostním kontextu. Vyžaduje udržování vysoké míry dovedností po celý zápas. Doba trvání zápasu je 90 minut, plus nastavený čas (podle potřeby). Devadesát minut je rozděleno do dvou 45minutových poločasů s 15minutovou pauzou (Kirkendall, 2000).

Vzdálenost, kterou fotbalista uběhne během zápasu, se pohybuje od ~8 do 13 km. Variabilita uběhnuté vzdálenosti je způsobena několika faktory. Úroveň fyzické kondice hráčů, herní pozicí, úrovní utkání, taktikou, teplotou ovzduší a povětrnostními podmínkami (Da Silva et al., 2012; Duffield et al., 2012; Maughan et al., 2007; Mohr et al., 2012).

Odhadovaný průměrný energetický výdaj fotbalových hráčů během utkání je 16 kcal/min, což odpovídá spotřebě kyslíku (VO<sub>2</sub>) ~75 % z maxima pro průměrného hráče (Bangsbo et al., 2006; Bangsbo, 2014). Vysoké pracovní nasazení je spojeno s vysokou hladinou produkce metabolického tepla, ~75-80 % energie je přeměněno na teplo v pracujících svalech (Shirreffs et al., 2005).

García Jiménez et al. (2010) se zabývali příjmem tekutin během utkání a stavem hydratace hráčů v závislosti na herní pozici. Výsledky ukázaly, že nejméně tekutin vypili brankáři (1205 ± 333 ml), naopak nejvíce útočníci (1747 ± 789 ml). Nejvyšší dehydratace dosáhli útočníci a brankáři (1,27 ± 0,61 % a 1,27 ± 1,1 %). Příjmy tekutin brankářů a útočníků nedostatečně kompenzovaly ztráty tekutin vzniklé pocením. Útočníci a brankáři končili zápasy ve stavu dehydratace, což vedlo ke snížení výkonu, obránci si udrželi potřebný stav hydratace. V závěru doporučují přistupovat k hydratační strategii individuálně dle potřeb a herní pozice hráče. Podobnou studii, která zkoumala stav hydratace hráčů v závislosti na herní pozici, publikovali Djaoui et al. (2018). Ti rozdělili hráče do šesti skupin dle herní pozice. Brankáři (GK), střední obránci (CD), stopeři (FB), střední záložníci (CM), krajní záložníci (WM) a útočníci (FW). Změny tělesné hmotnosti a příjem tekutin byly zaznamenávány před, během a po skončení utkání. Hráči během utkání vypili 1,4 ± 0,6 l tekutin a ztratili 1,4 ± 0,6 kg tělesné hmotnosti. Krajní záložníci ztratili více tělesné hmotnosti než brankáři, stopeři a útočníci (p < 0,05). V příjmu tekutin mezi jednotlivými pozicemi nebyly nalezeny žádné rozdíly. Dále doplňují, že krajní záložníci uběhli během utkání výrazně větší vzdálenost než hráči na ostatních postech. Výsledky z této studie naznačují, že ztráta potu byla významně odlišná při srovnání různých herních pozic. V důsledku toho může být ztráta potu více ovlivněna aktivitou a naběhanou vzdáleností během hry. Nakonec doporučují, aby hráči s nejvyšší aktivitou a naběhanou vzdáleností během zápasu dbali více na svoji rehydrataci.

Individuální strategii pro příjem tekutin během fotbalového utkání doporučují Van Campenhout et al. (2021), Cariolo et al. (2019) a Camacho & Amaya (2016), kteří zkoumali, zda hráči dokáží přijmout dostatečné množství tekutin pouze dle pocitu „ad libitum“. Výsledky ukázaly, že příjem tekutin založený pouze na pocitu je nedostatečný, hráči vykazovali menší známky dehydratace při předem připravené strategii pro příjem tekutin. Doporučují tedy přijímat tekutiny dle předem připravené strategie.

Kolektiv autorů Bongiovanni et al. (2022) publikoval studii, která se zabývala asociací mezi změnou tělesného složení, stavem hydratace a změnami v neuromuskulárním výkonu dolních končetin. Studie se zúčastnilo 22 profesionálních fotbalistů hrajících za tým v italské Sérii A. Hráči byli měřeni na začátku sezony a poté na jejím konci. Pro hodnocení stavu hydratace byla měřena specifická hustota moči, tělesné složení bylo měřeno pomocí bioelektrické impedance, sledoval se také celkový obsah tělesné vody (TBW) zahrnující extracelulární (ECW) a intracelulární (ICW) tekutinu. Pro hodnocení neuromuskulárního výkonu dolních končetin byl použit skok vysoký na silové platformě. Výsledky ukázaly, že změny v tělesném složení a intracelulární tekutině (ICW) byly statisticky významné ( $p < 0,01$ ) a korelovaly ( $r^2 = 0,39$ ) se zlepšením výšky a síly při skoku na silové plošině.

Zlepšením stavu hydratace se zabývala studie, kterou publikovali Mohr et al. (2021), ti zkoumali elitní hráče fotbalu ( $n = 31$ , věk  $27 \pm 4$  let) během tří po sobě jdoucích reprezentačních srazech v září, říjnu a listopadu 2020. Popisné charakteristiky hráčů byly měřeny první den srazu. Status hydratace byl měřen na základě specifické hustoty moči (USG). Po prvním měření hráči absolvovali šedesátiminutovou intervenci, při které byli seznámeni s důležitostí vhodné hydratace a jejími důsledky na lidský organismus. Po každém dalším měření, které hráči absolvovali, dostal každý hráč individuální zpětnou vazbu a návod k dalšímu postupu pro zlepšení. Výsledky prokázaly zlepšení, kdy při prvním srazu bylo 51 % hráčů hodnoceno jako dehydratovaných, při druhém srazu 34 % a při třetím srazu 31 %. V závěru studie autoři doporučují zaměřit se na dostatečné vzdělání a informovanost hráčů v oblasti hydratace, hovoří také o důležitosti individuální a plánovité strategie pro příjem tekutin.

Maughan et al. (2007) uvádí, že při vysokých okolních teplotách zvyšuje teplo z okolního prostředí tepelné zatížení organismu. Během cvičení je primárním mechanismem, který odvádí teplo z organismu, odpařování potu z povrchu kůže. Ačkoli se jedná o nezbytný mechanismus pro kontrolu teploty tělesného jádra, vede k dehydrataci způsobené ztrátou tekutin.

Studie, které se naopak zabývaly vlivem chladných okolních podmínek na změny hydratace u hráčů fotbalu, publikovali Kiitam et al. (2018) a Maughan et al. (2005). Výsledky prokázaly, že ztráty potu jsou podobné těm, které byly zaznamenávány u fotbalistů trénujících

v teplejším okolním prostředí. Lišil se však objem přijatých tekutin, kterých v chladném počasí hráči vypili méně.

Autoři Bandelow et al. (2010); Edwards et al. (2007); McGregor et al. (1999) se shodují, že ztráta tekutin do 2 % z tělesné hmotnosti neovlivní kognitivní výkon a soustředěnost při fotbalovém utkání.

## **3 CÍLE**

### **3.1 Hlavní cíl**

Hlavním cílem práce bylo zjistit rozdíly ve stavu hydratace mezi muži a ženami hrajícími fotbal na výkonnostní úrovni.

### **3.2 Dílčí cíle**

- 1) Zjistit, kolik probandů se nachází v pásmu euhydratace, dehydratace a závažné dehydratace.
- 2) Zjistit, zda existují rozdíly v příjmu tekutin během dne mezi muži a ženami.
- 3) Zjistit, zda existují rozdíly v příjmu tekutin během tréninkové jednotky mezi muži a ženami.
- 4) Zjistit, zda existují rozdíly v příjmu tekutin během dne mezi skupinami euhydratovaných, dehydratovaných a závažně dehydratovaných.
- 5) Zjistit, zda existují rozdíly v příjmu tekutin během tréninkové jednotky mezi skupinami euhydratovaných, dehydratovaných a závažně dehydratovaných.

### **3.3 Hypotézy**

- 1) Více jak 50 % mužů bude dehydratováno\*.
- 2) Méně jak 50 % žen bude dehydratováno.
- 3) Ženy přijmou během dne více tekutin než muži.
- 4) Ženy přijmou během tréninkové jednotky více tekutin než muži.

\* Hypotéza je stanovena na základě výsledku studie, kterou publikovala Klimešová et al. (2022). Tato studie zkoumala stav hydratace 124 fotbalistů hrajících českou nejvyšší soutěž a došla ke zjištění, že 56 % hráčů bylo dehydratováno.

## 4 METODIKA

### 4.1 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor obsahoval celkem 335 probandů, z toho 252 mužů a 83 žen hrajících fotbal na výkonnostní úrovni. Průměrný věk mužů byl  $17,0 \pm 4,8$  let, muži měřili  $171,3 \pm 14,6$  cm, jejich hmotnost byla  $61,2 \pm 16,7$  kg a jejich BMI bylo  $20,4 \pm 2,8$  kg/m<sup>2</sup>. Průměrný věk žen byl  $16,2 \pm 3,8$  let, ženy měřily  $162,9 \pm 8$  cm, jejich hmotnost byla  $55,2 \pm 10,1$  kg a jejich BMI bylo  $20,7 \pm 2,7$  kg/m<sup>2</sup>.

### 4.2 Metody sběru dat

Data pro tuto diplomovou práci byla získána při testování výkonnostních fotbalistů a fotbalistek v období od 19. 5. 2022 do 18. 8. 2022. Testování probíhalo formou komplexní diagnostiky, probandi odevzdali vzorek ranní moči, ze které byla měřena specifická hustota moči a hodnocena barva moči. Dále byly měřeny somatické parametry a nakonec vyplněno anketní šetření, které obsahovalo otázky týkající se příjmu tekutin. Probandi byli rozděleni dle pohlaví a věku do 4 skupin. Skupina mužů 11-17 let, skupina mužů 18-30 let, skupina žen 11-17 let a skupina žen 18-30 let. Experiment byl schválený Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem 67/2016.

#### 4.2.1 Metodika měření somatických parametrů

Tělesná výška (cm) a tělesná hmotnost (kg) byla měřena pomocí přístroje SOEHNLE 7307 (Leifheit, Nassau, Germany). Pro určení procent tělesného tuku a tukuprosté hmoty byla použita bioimpedanční analýza (Tanita BC-418 MA, Tanita, Tokyo, Japan).

#### 4.2.2 Metodika hodnocení stavu hydratace

Probandi odevzdali vzorky ranní moči, které byly vyhodnoceny na refraktometru (ATAGO SUR-NE, Tokyo, Japan). Dle Oppliger et al. (2005) byly výsledky rozděleny do tří skupin. Euhydratovaný, dehydratovaný a závažně dehydratovaný. Hodnotící škála je uvedena v Tabulce 9.

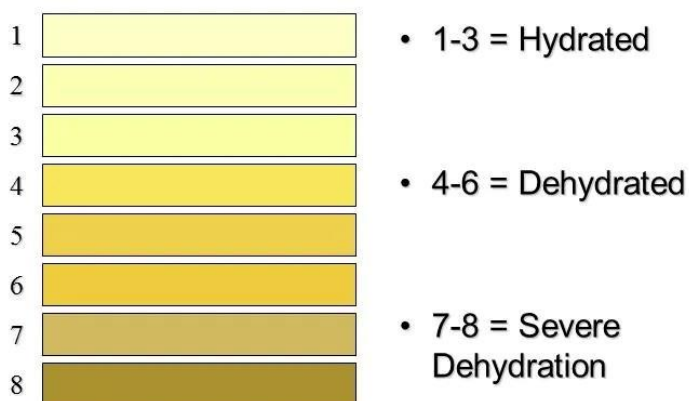
**Tabulka 9.** Klasifikace specifické hustoty moči dle Oppliger et al. (2005)

Klasifikace hydratace	Specifická hustota moči (kg/m <sup>3</sup> )
Euhydratovaný	do 1,020
Dehydratovaný	1,021-1,029
Závažně dehydratovaný	1,030 a více

#### 4.2.3 Metodika hodnocení barvy moči

Pro hodnocení barvy moči byly použity stejné vzorky, které probandi odevzdali pro posouzení specifické hustoty moči. Zkumavka se vzorkem moči byla přiložena k barevné škále 1-8 dle Armstrong et al. (1994) a posouzena. Tato škála dělí výsledky na tři skupiny: 1-3 euhydratace, 4-6 dehydratace a 7-8 závažná dehydratace.

#### Hydration Urine Chart



**Obrázek 1.** Barevná škála pro posouzení hydratace (<https://www.trenovani.com/voda-hydratace-a-jeji-dulezitost-pro-organismus/>)

#### 4.2.4 Metodika hodnocení pitného režimu

Anketní šetření obsahovalo 14 otázek, 7 otázek bylo otevřených a 7 uzavřených. Toto anketní šetření bylo sestaveno pro hodnocení pitného režimu při testování v laboratoři FTK UP. Anketní šetření je k vidění v příloze 11.1.

V anketním šetření byli nejprve probandi tázáni na tréninkový proces, četnost tréninků týdně a délku trvání tréninkových jednotek. Poté byli tázáni na otázky ohledně pitného režimu.



Pro potřeby této diplomové práce byly zpracovány 4 otázky. Příjem tekutin během dne, příjem tekutin během tréninkové jednotky, subjektivní příjem tekutin, kde probandi hodnotili svůj příjem na škále 1–9 a subjektivní pocit žízně taktéž hodnocen na škále 1-9. Škály pro hodnocení subjektivního příjmu tekutin a subjektivního pocitu žízně jsou uvedeny na Obrázku 2 a Obrázku 3. Škála pro hodnocení subjektivního pocitu žízně, publikovaná Engell et al. (1987), je standardizovanou škálou používanou ve studiích zabývajících se hydratací. Dle Armstrong et al. (2014) je vhodným nástrojem pro hodnocení pocitu žízně u mladých a zdravých atletů.

1	velmi, velmi špatný
2	
3	velmi špatný
4	
5	ani dobrý, ani špatný
6	
7	velmi dobrý
8	
9	velmi, velmi dobrý

**Obrázek 2.** Škála pro hodnocení subjektivního příjmu tekutin

1	vůbec žádnou žízeň
2	
3	malou žízeň
4	
5	střední žízeň
6	
7	velkou žízeň
8	
9	velmi velkou žízeň

**Obrázek 3.** Škála pro hodnocení subjektivního pocitu žízně

### 4.3 Statistické zpracování dat

Statistické zpracování proběhlo v prostředí programu Statistica. Před samotným zvolením statistických testů byla testována normalita dat. K ověření normality rozložení dat byl použit Kolmogorov-Smirnovův test. Normální rozdělení bylo zamítnuto pro všechny sledované proměnné, proto byl pro statistické hodnocení využit neparametrický Mann-Whitneyův test, který je vhodný i pro data, která nemají normální rozdělení. Zvolené statistické vyhodnocení bylo testováno na hladině významnosti 95 %, hodnota  $p < 0,05$  je tedy považována za statisticky signifikantní.

## 5 VÝSLEDKY

Z výsledků měření somatických a antropometrických parametrů vyplývá, že rozdíly v tělesné výšce, tělesné hmotnosti, tělesném tuku a tukuprosté hmotě mezi skupinami mužů a žen jsou statisticky významné. Jako statisticky nevýznamné hodnotíme rozdíly ve věku a BMI. Výsledky měření somatických a antropometrických parametrů výzkumného souboru jsou uvedeny v Tabulce 10.

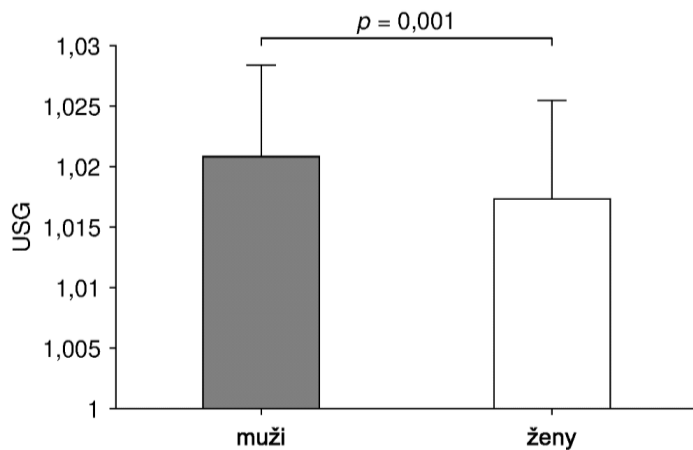
**Tabulka 10.** Somatické a antropometrické parametry probandů

	<b>Pohlaví</b>	<b>n</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>MED</b>	<b>MR</b>	<b>SV</b>
<b>Věk [roky]</b>	muži	252	17,0	4,8	16,0	6,0	P = 0,43
	ženy	83	16,2	3,8	16,0	5,0	
<b>Výška [cm]</b>	muži	252	171,3	14,6	176,0	22,0	P < 0,001
	ženy	83	162,9	8,0	163,0	10,0	
<b>Hmotnost [kg]</b>	muži	252	61,2	16,7	62,9	28,1	P < 0,001
	ženy	83	55,2	10,1	55,9	11,9	
<b>BMI [kg/m<sup>2</sup>]</b>	muži	252	20,4	2,8	20,6	4,6	P = 0,58
	ženy	83	20,7	2,7	21,1	3,8	
<b>TT [%]</b>	muži	252	10,8	5,4	10,7	7,8	P < 0,001
	ženy	83	20,5	4,9	19,8	4,5	
<b>TPH [kg]</b>	muži	252	55,0	16,6	59,2	30,0	P < 0,001
	ženy	83	43,8	7,6	44,7	7,9	

BMI = body mass index, TT = tělesný tuk, TPH = tukuprostá hmota, n = počet probandů, M = aritmetický průměr, SD = směrodatná odchylka, MED = medián, MR = mezikvartilové rozpětí, SV = statistická významnost

Průměrný výsledek specifické hustoty moči ve skupině mužů byl  $1,021 \pm 0,008$ . Dle tohoto zjištění hodnotíme muže jako dehydratované, naopak ženy s výsledkem  $1,017 \pm 0,008$ , hodnotíme jako euhydratované. Z výsledků vyplývá, že rozdíly ve specifické hustotě moči mezi skupinami mužů a žen jsou statisticky významné ( $p = 0,001$ ) (Graf 1).

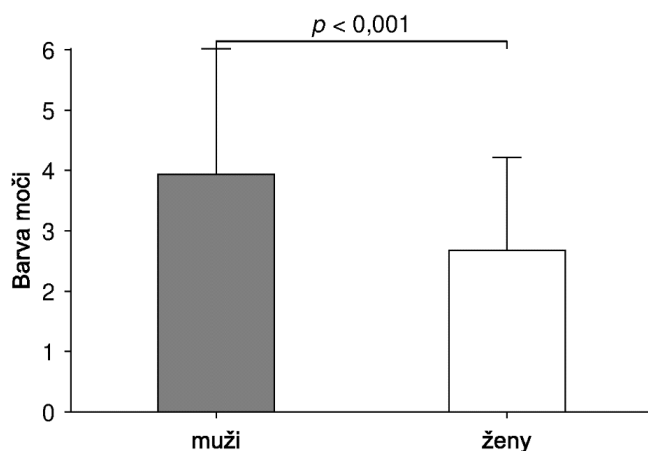
**Graf 1.** Hodnocení stavu hydratace (specifická hustota moči)



USG = specifická hustota moči

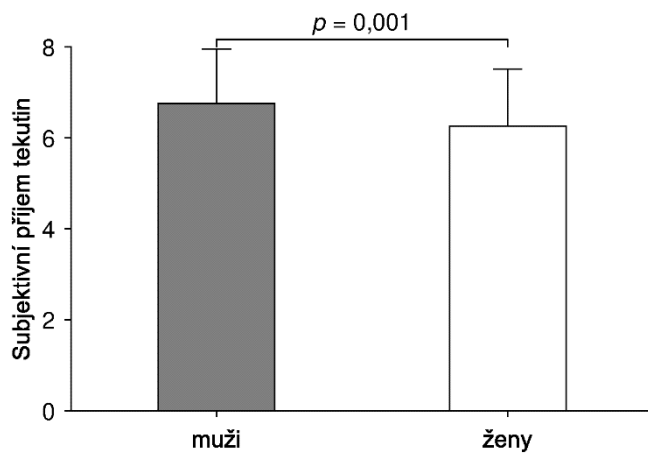
Ke stejnému závěru v rámci srovnání skupin mužů a žen jsme dospěli na základě výsledků hodnocení barvy moči dle hodnotící škály 1-8. Skupinu mužů s výsledkem  $3,9 \pm 2,1$  hodnotíme jako dehydratované, skupinu žen s výsledkem  $2,7 \pm 1,5$  hodnotíme jako euhydratované. Z výsledků vyplývá, že rozdíly mezi skupinami jsou statisticky signifikantní ( $p < 0,001$ ) (Graf 2).

**Graf 2.** Hodnocení stavu hydratace (barva moči)



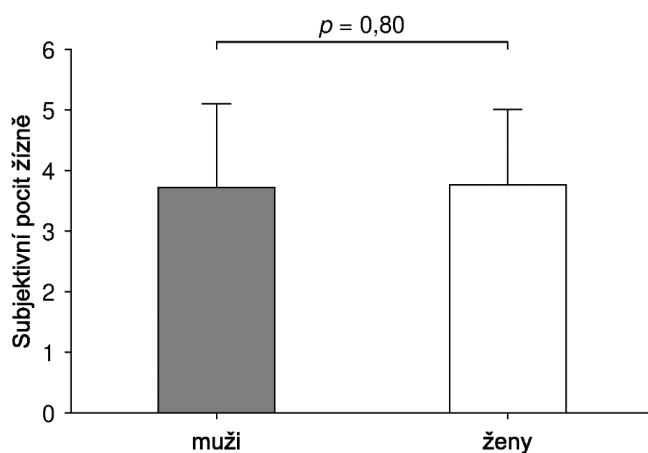
Přestože při srovnání obou skupin dle výsledků specifické hustoty moči a barvy moči jsme hodnotili muže jako dehydratované a ženy jako euhydratované, tak svůj subjektivní příjem tekutin dle hodnotící škály hodnotili lépe muži s výsledkem  $6,8 \pm 1,2$ , tedy jako velmi dobrý. Skupina žen zhodnotila svůj subjektivní příjem tekutin s výsledkem  $6,3 \pm 1,3$ , taktéž jako velmi dobrý. Rozdíly v subjektivním příjmu tekutin mezi skupinami jsou statisticky signifikantní ( $p = 0,001$ ) (Graf 3).

**Graf 3.** Subjektivní příjem tekutin



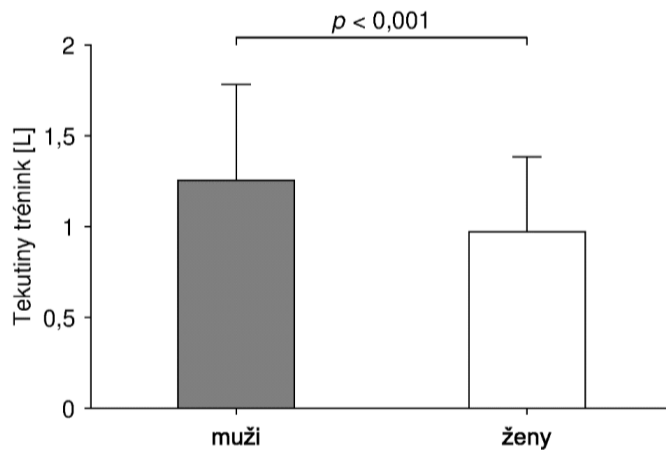
Výsledky subjektivního pocitu žízně dle hodnotící škály. Muži i ženy hodnotili svůj subjektivní pocit žízně na spodní hranici škály, tedy jako malou až střední žízeň. Muži s výsledkem  $3,7 \pm 1,4$ , ženy  $3,8 \pm 1,2$ . Statistická významnost nebyla prokázána ( $p = 0,80$ ) (Graf 4).

**Graf 4.** Subjektivní pocit žízně

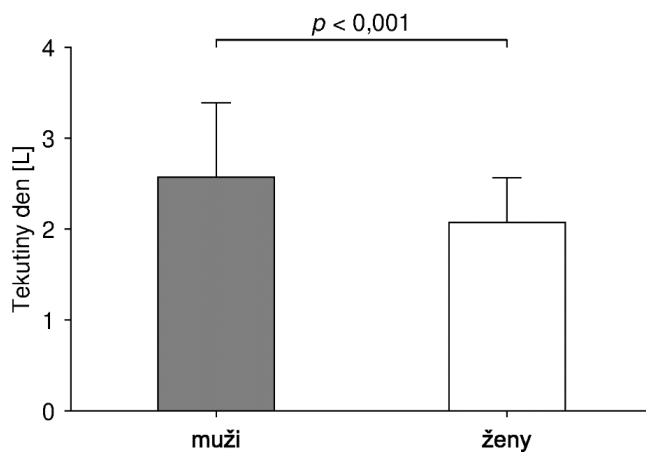


Výsledky příjmu tekutin během tréninkové jednotky a příjmu tekutin za den ukázaly, že větší objem tekutin přijali muži. Během tréninkové jednotky vypili  $1,25 \pm 0,53$  litru, během dne pak  $2,57 \pm 0,82$  litrů. Ženy přijaly  $0,97 \pm 0,41$  litru během tréninkové jednotky a  $2,07 \pm 0,49$  litrů během dne. Z výsledků vyplývá, že rozdíly v obou měřených hodnotách jsou statisticky významné ( $p < 0,001$ ) (Graf 5, Graf 6).

**Graf 5.** Příjem tekutin během tréninkové jednotky



**Graf 6.** Příjem tekutin za den



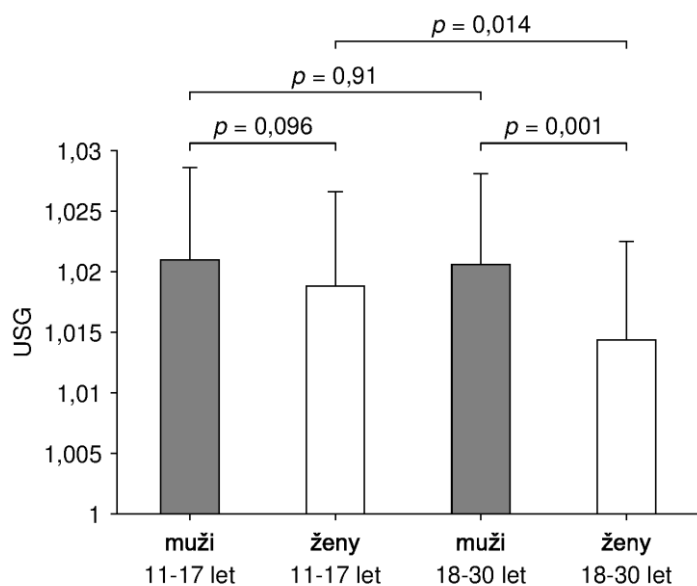
**Byla stanovena hypotéza, že ženy přijmou více tekutin během tréninkové jednotky než muži, hypotézu zamítáme.**

**Byla stanovena hypotéza, že ženy přijmou více tekutin během dne než muži, hypotézu zamítáme.**

Pro další statistické zpracování jsme rozdělili skupiny mužů a žen na dvě věkové kategorie. Skupina mužů 11-17 let ( $n = 157$ ), skupina mužů 18-30 let ( $n = 95$ ), skupina žen 11-17 let ( $n = 55$ ) a skupina žen 18-30 let ( $n = 28$ ).

Při hodnocení specifické hustoty moči jsme obě skupiny mužů (11-17 let a 18-30 let) vyhodnotili jako dehydratované. Průměrný výsledek u mužů 11-17 let byl  $1,021 \pm 0,008$ , průměrný výsledek u mužů 18-30 let byl  $1,021 \pm 0,007$ . Obě skupiny žen (11-17 let a 18-30 let) byly hodnoceny jako euhydratované. Průměrný výsledek ve skupině žen 11-17 let byl  $1,019 \pm 0,008$ , průměrný výsledek žen 18-30 let byl  $1,014 \pm 0,008$ . Statistická významnost se prokázala mezi skupinou mužů 18-30 let a skupinou žen 18-30 let ( $p = 0,001$ ) a dále mezi skupinami žen 11-17 let a 18-30 let ( $p = 0,014$ ). Další rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny jako statisticky nevýznamné ( $p = 0,096-0,91$ ) (Graf 7).

**Graf 7.** Hodnocení stavu hydratace (specifická hustota moči)

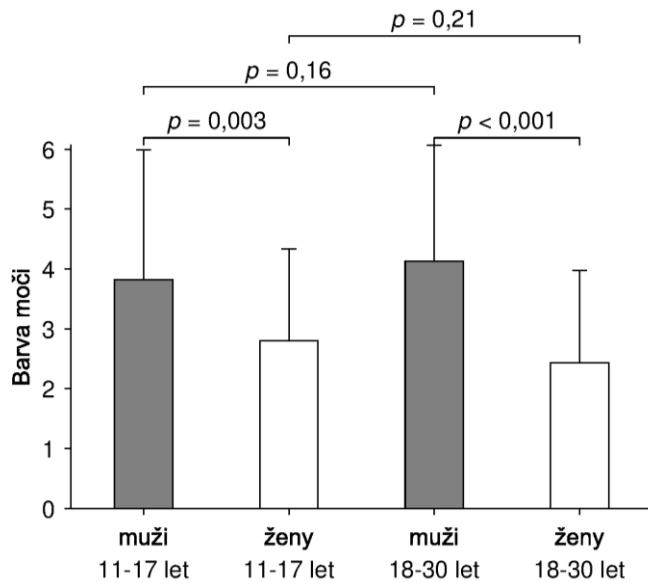


USG = specifická hustota moči

Hodnocení barvy moči dle hodnotící škály prokázalo stejný závěr jako výsledky specifické hustoty moči, a to ten, že obě skupiny mužů byly dehydratovány a obě skupiny žen byly euhydratovány. Muži 11-17 let dosáhli výsledku  $3,8 \pm 2,2$ , muži 18-30 let dosáhli výsledku  $4,1 \pm 1,9$ . Ženy 11-17 let dosáhly výsledku  $2,8 \pm 1,5$ , ženy 18-30 let dosáhly výsledku  $2,4 \pm 1,5$ . Statistická významnost se neprokázala při srovnání skupin stejného pohlaví ( $p = 0,16-0,21$ ), naopak jako statisticky významné hodnotíme porovnání skupin odlišného pohlaví. Statistická

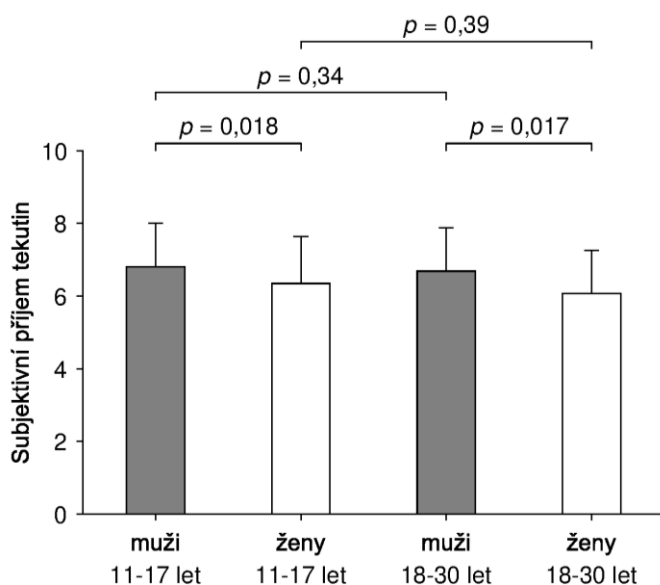
významnost se prokázala jak mezi skupinou 11-17 let ( $p = 0,003$ ), tak mezi skupinou 18-30 let ( $p < 0,001$ ) (Graf 8).

**Graf 8.** Hodnocení stavu hydratace (barva moči)



Subjektivní příjem tekutin dle hodnotící škály hodnotily všechny skupiny na horní hranici škály (6,1-6,8), tedy jako velmi dobrý. Statisticky signifikantní rozdíl byl prokázán mezi skupinami odlišného pohlaví ( $p = 0,017-0,018$ ). Rozdíly mezi skupinami stejného pohlaví jsou statisticky nevýznamné ( $p = 0,34-0,39$ ) (Graf 9).

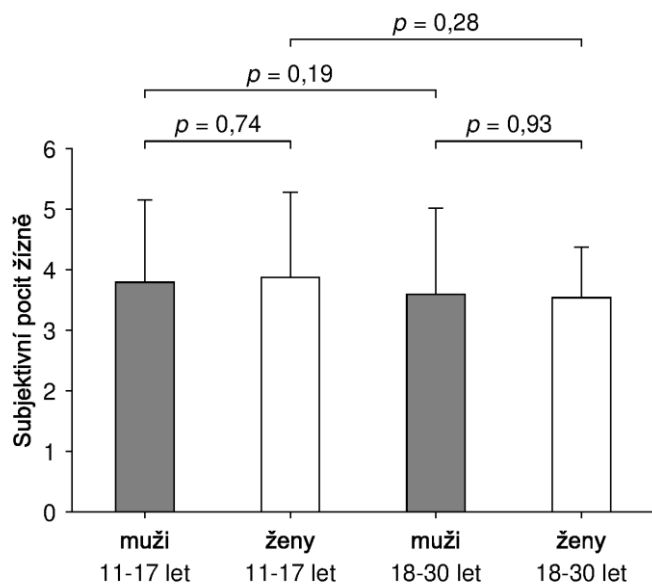
**Graf 9.** Subjektivní příjem tekutin





Všechny skupiny hodnotily svůj subjektivní pocit žízně v rozmezí 3,5-3,9, což dle škály hodnotíme jako malou žízeň. Jako statisticky nevýznamné hodnotíme porovnání mezi všemi skupinami ( $p = 0,19-0,93$ ) (Graf 10).

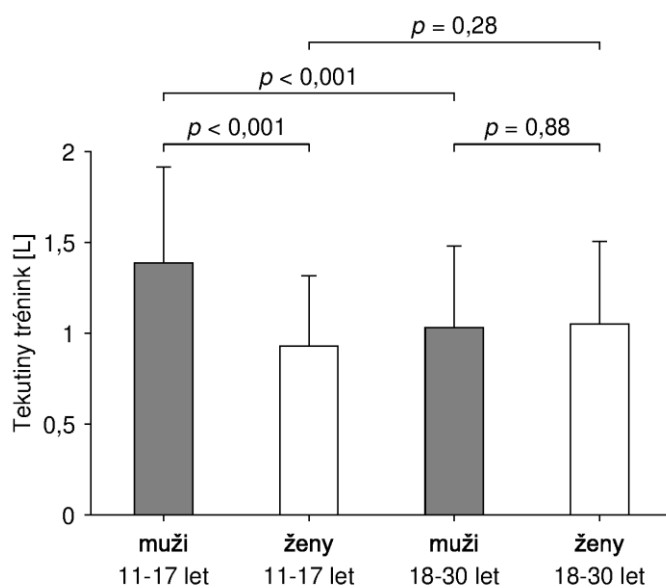
**Graf 10.** Subjektivní pocit žízně



Nejvíce tekutin přijali během tréninkové jednotky muži 11-17 let, a to  $1,39 \pm 0,53$  litru, naopak nejméně ženy 11-17 let, které přijaly  $0,93 \pm 0,39$  litru.

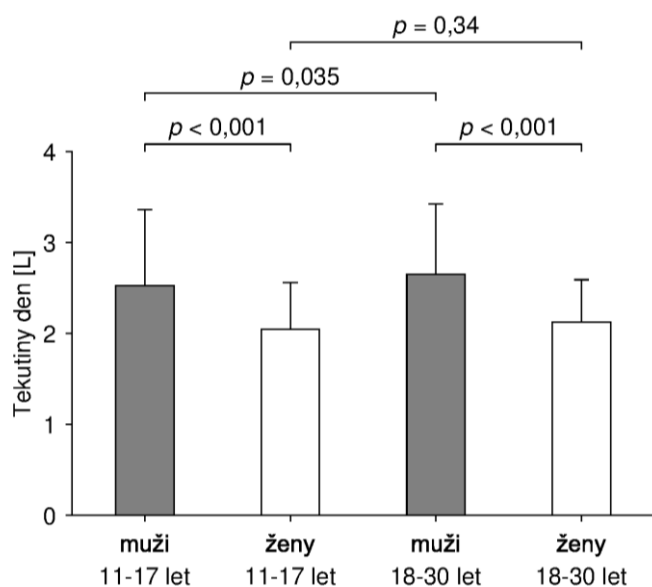
Rozdíl v příjmu tekutin mezi skupinami mužů 11-17 let a 18-30 let byl hodnocen jako statisticky signifikantní ( $p < 0,001$ ), přičemž skupina mladších mužů přijala v průměru o 350 mililitrů tekutin více než starší skupina mužů. Na ještě znatelnější rozdíl poukázalo srovnání mladších skupin odlišného pohlaví, kdy ženy 11-17 let přijaly pouze  $0,93 \pm 0,39$  litru. Muži 11-17 let tedy v průměru přijali o 450 mililitrů více než stejně stará skupina opačného pohlaví (Graf 11).

**Graf 11.** Příjem tekutin během tréninkové jednotky



Příjem tekutin za den ve skupině mužů 11-17 let byl  $2,52 \pm 0,84$  litrů, muži 18-30 let přijali  $2,65 \pm 0,77$  litrů. Příjem tekutin za den ve skupině žen 11-17 let byl  $2,05 \pm 0,51$  litrů, ženy 18-30 let přijaly  $2,13 \pm 0,46$  litrů. Z výsledků vyplývá, že nejvíce tekutin během dne přijali muži 18-30 let, nejméně pak ženy 11-17 let. Statistická významnost byla prokázána při porovnání obou skupin odlišného pohlaví ( $p < 0,001$ ), stejně tak se prokázala statistická významnost mezi skupinami mužů rozdílného věku ( $p = 0,035$ ) (Graf 12).

**Graf 12.** Příjem tekutin za den



V rámci statistického zpracování byla dále vyhodnocována specifická hustota moči respondentů. Respondenti byli rozděleni na muže a ženy náležící do skupin euhydratovaných, dehydratovaných a závažně dehydratovaných. Výsledky hodnocení stavu hydratace dle specifické hustoty moči jsou uvedeny v Tabulce 11.

**Tabulka 11.** Výsledky stavu hydratace respondentů dle specifické hustoty moči

Skupina	Euhydratovaní do 1,020	Dehydratovaní 1,021 až 1,029	Závažně dehydratovaní 1,030 a více
muži	96	133	23
ženy	52	24	7

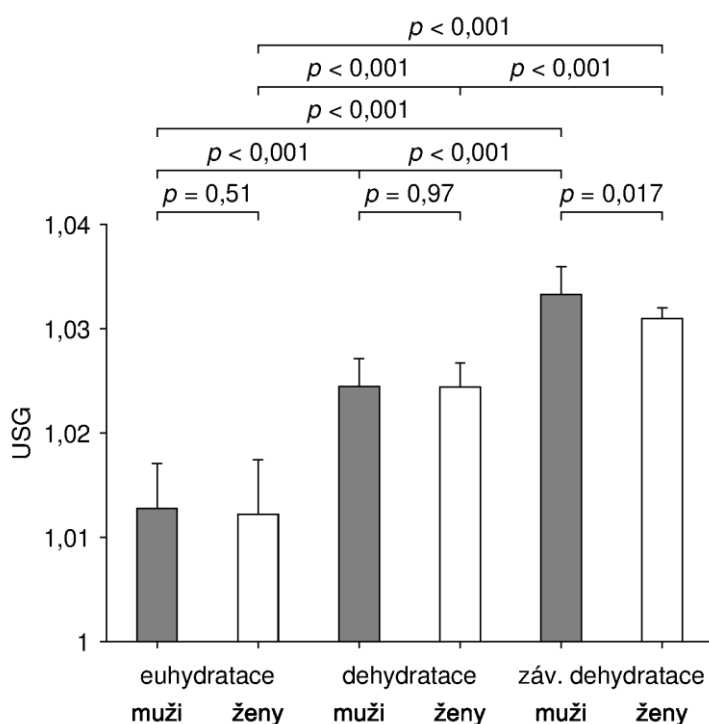
Byla stanovena hypotéza, že více než 50 % mužů bude dehydratováno, hypotézu přijímáme.

Byla stanovena hypotéza, že více než 50 % žen bude euhydratováno, hypotézu přijímáme.

Tyto identifikované skupiny byly následně mezi sebou vzájemně srovnávány Mann-Whitneyovým testem. Srovnávány byly rozdíly specifické hustoty moči, barvy moči, subjektivního příjmu tekutin, subjektivního pocitu žízně, příjmu tekutin během tréninkové jednotky a příjmu tekutin během dne.

Z výsledků vyplývá, že rozdíly mezi specifickou hustotou moči jsou statisticky významné ( $p < 0,001$ ) při srovnávání stejného pohlaví v rámci jednotlivých skupin hydratace. Rozdíly mezi muži a ženami v rámci těchto jednotlivých skupin dle hydratace se však ukázaly jako statisticky neprůkazné u skupiny euhydratovaných a dehydratovaných ( $p = 0,51-0,97$ ). Rozdíl ve specifické hustotě moči u mužů a žen skupiny závažně dehydratovaných byl statisticky signifikantní ( $p = 0,017$ ) s vyšší specifickou hustotou moči mužů v rámci této skupiny (Graf 13).

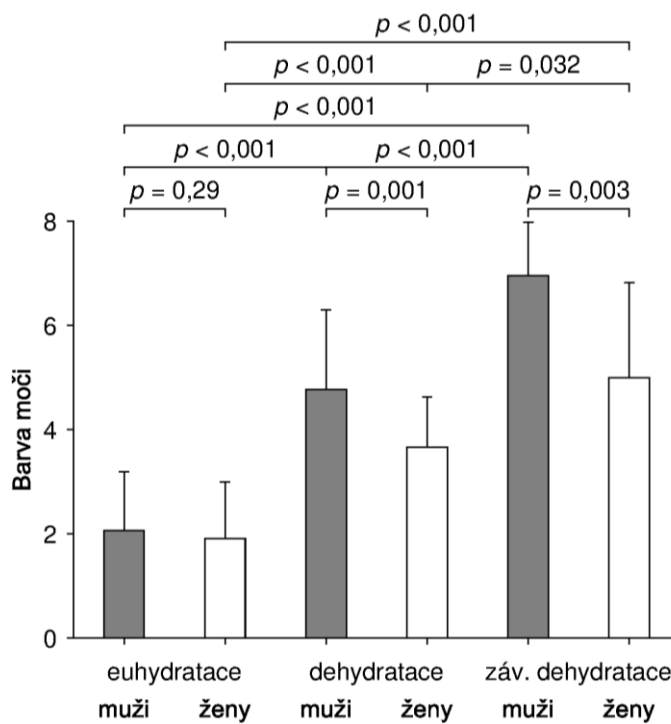
**Graf 13.** Hodnocení stavu hydratace (specifická hustota moči)



USG = specifická hustota moči

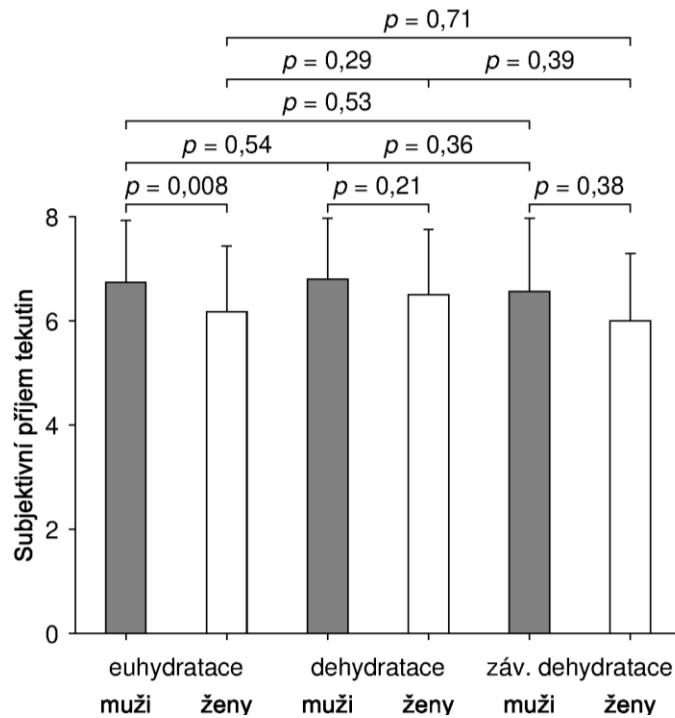
Skupina euhydratovaných mužů a žen se pohybovala na spodní hranici škály pro hodnocení barvy moči, euhydratovaní muži s výsledkem  $2,1 \pm 1,1$ , euhydratované ženy s výsledkem  $1,9 \pm 1,1$ . Obě skupiny posuzujeme dle hodnotící škály jako euhydratované, což potvrzuje výsledek dle hodnocení specifické hustoty moči. Výsledky se shodují také u skupiny dehydratovaných a závažně dehydratovaných. Statistická významnost se prokázala mezi všemi skupinami stejného pohlaví ( $p < 0,001-0,032$ ), stejně tak se prokázala mezi skupinami odlišného pohlaví ( $p < 0,001-0,003$ ). Statisticky neprůkazný se ukázal výsledek mezi skupinou euhydratovaných mužů a žen ( $p = 0,29$ ) (Graf 14).

**Graf 14.** Hodnocení stavu hydratace (barva moči)



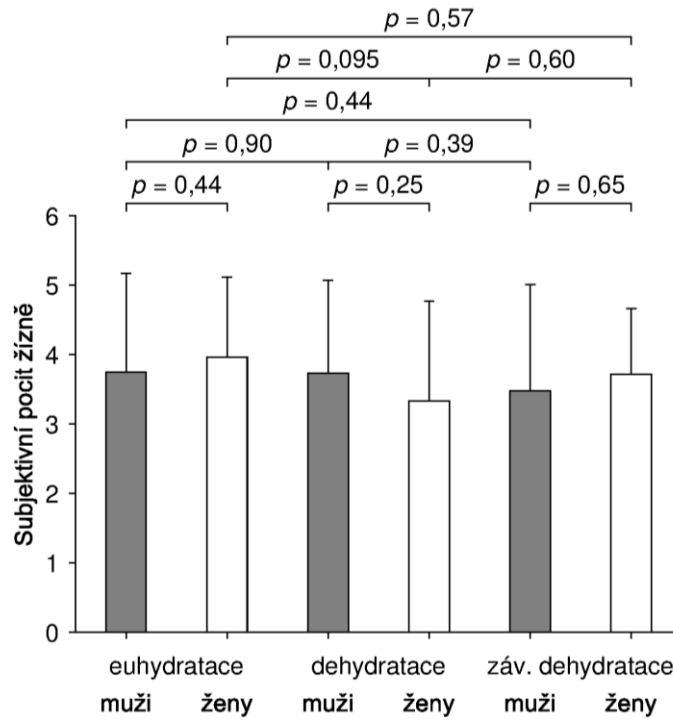
Všechny skupiny hodnotily svůj subjektivní příjem tekutin na horní hranici škály (6,0-6,7), tedy jako velmi dobrý. Z výsledků vyplývá, že rozdíly v subjektivním příjmu tekutin jsou statisticky neprůkazné při srovnání skupin stejného pohlaví a odlišné hydratace, stejně tak jako u skupin odlišného pohlaví a totožného stavu hydratace ( $p = 0,21-0,71$ ). Statisticky signifikantní se prokázal pouze rozdíl mezi skupinou euhydratovaných mužů a žen ( $p = 0,008$ ) (Graf 15).

**Graf 15.** Subjektivní příjem tekutin



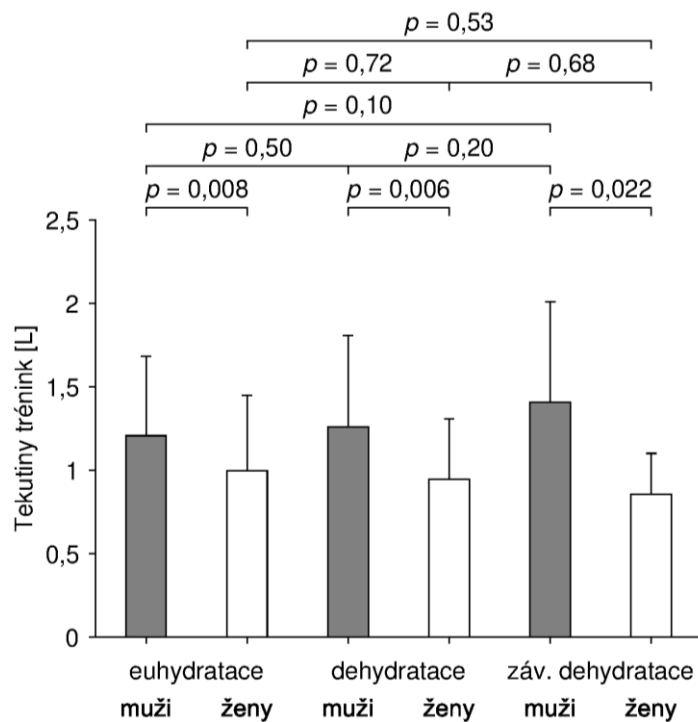
Všechny skupiny se při posuzování svého subjektivního pocitu žízně pohybovaly na hodnotící škále v rozmezí 3,3-3,7, posuzovaly tedy svůj pocit žízně jako malou žízeň. Jako statisticky neprůkazné se prokázalo srovnání mezi všemi skupinami ( $p = 0,095-0,90$ ) (Graf 16).

**Graf 16.** Subjektivní pocit žízně



Z výsledků příjmu tekutin během tréninkové jednotky vyplývá, že všechny skupiny mužů přijaly více tekutin než ženy. Nejvíce tekutin během tréninkové jednotky přijala skupina závažně dehydratovaných mužů ( $1,41 \pm 0,6$  litru), naopak nejméně skupina závažně dehydratovaných žen ( $0,86 \pm 0,24$  litru). Rozdíly jsou statisticky signifikantní při srovnání skupin stejného stavu hydratace a odlišného pohlaví ( $p = 0,006-0,022$ ). Jako statisticky neprůkazné se ukázalo srovnání skupin stejného pohlaví a odlišného stavu hydratace ( $p = 0,10-0,72$ ) (Graf 17).

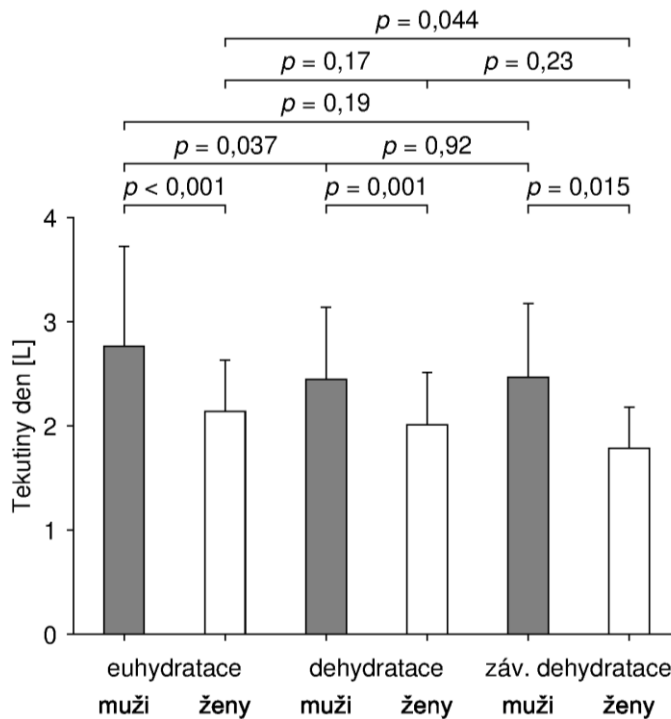
**Graf 17.** Příjem tekutin během tréninkové jednotky





Z výsledků příjmu tekutin během dne vyplývá, že všechny skupiny mužů přijaly více tekutin než ženy. Nejvíce tekutin během dne přijala skupina euhydratovaných mužů ( $2,76 \pm 0,96$  litrů), nejméně pak, stejně jako při příjmu během tréninkové jednotky, skupina závažně dehydratovaných žen ( $1,79 \pm 0,39$  litru). Rozdíly jsou statisticky signifikantní při srovnání skupin stejného stavu hydratace a odlišného pohlaví ( $p = 0,001-0,015$ ). Statisticky signifikantní se také ukázalo srovnání skupin euhydratovaných mužů s dehydratovanými muži ( $p = 0,097$ ) a euhydratovaných žen se závažně dehydratovanými ženami ( $p = 0,044$ ) s vyšším příjmem tekutin pro euhydratované skupiny. Všechna další porovnání byla hodnocena jako statisticky neprůkazná ( $p = 0,17-0,92$ ) (Graf 18).

**Graf 18.** Příjem tekutin za den



## 6 DISKUSE

Testovaný soubor se skládal z 252 mužů v průměrném věku  $17 \pm 4,8$  let a 83 žen v průměrném věku  $16,2 \pm 3,8$  let. Všichni respondenti byli hráči a hráčky fotbalu hrající fotbal na výkonnostní úrovni. Testování se zúčastnili před soutěžním obdobím a některá mužstva na začátku soutěžního období v rámci komplexní diagnostiky organismu v laboratoři na Fakultě tělesné kultury v Olomouci.

Průměrné hodnoty specifické hustoty moči jako ukazatele stavu hydratace dosáhly ve skupině mužů hodnot  $1,021 \pm 0,008$ . Na základě tohoto zjištění jsme muže posoudili jako dehydratované. Ke stejnému závěru došla ve své studii Klimešová et al. (2022), kdy 124 fotbalistů, hrajících českou nejvyšší soutěž, dosáhlo taktéž průměrného výsledku  $1,021 \pm 0,008$ . Výsledky poukazující na nedostatečnou hydrataci fotbalistů publikoval také Mohr et al. (2021), jehož respondenti byli reprezentační fotbalisté. Kiitam et al. (2018) a Maughan et al. (2005) zkoumali stav hydratace fotbalistů trénujících v chladném prostředí a taktéž poukázali na nedostatečnou hydrataci hráčů. Je tedy nutné upozornit na fakt, že se pravidelně opakují výsledky, které potvrzují, že fotbalisté jsou dehydratováni, což může ovlivňovat jejich sportovní výkon i regeneraci.

Průměrné hodnoty ve skupině žen dosáhly  $1,017 \pm 0,008$ , což značí, že ženy se pohybovaly v pásmu euhydratace. Studii, která ukázala odlišné výsledky publikoval, Castro-Sepulveda et al. (2016), ti zkoumali stav hydratace u 17 fotbalistek a pouze 1 hráčka byla dostatečně hydratovaná. V naší studii jsou výsledky zcela odlišné, z 83 žen bylo 52 euhydratovaných.

Ke stejným závěrům v rámci posouzení stavu hydratace jsme dospěli na základě hodnocení barvy moči. Mužská skupina byla s výsledkem  $3,9 \pm 2,1$  (na hodnotící škále 1-8) hodnocena jako dehydratovaná, naopak ženská skupina s výsledkem  $2,7 \pm 1,5$  hodnocena jako euhydratovaná, čímž se potvrdily stejné výsledky stavu hydratace jako při hodnocení dle specifické hustoty moči. Můžeme tedy říci, že hodnocení stavu hydratace dle barvy moči může být v terénních podmínkách dobrým nástrojem pro posouzení stavu hydratace sportovců, protože výsledky se shodují s měřením dle USG v laboratorních podmínkách. Toto tvrzení potvrzují i Sekiguchi et al. (2023), Armstrong (2005) a Kavouras (2002). Zmiňují však i možná rizika, při kterých mohou být výsledky barvy moči ovlivněny. Mezi tato rizika uvádějí konzumaci velkého množství tekutin za krátký časový úsek, dále konzumaci alkoholu a kofeinu. Tyto faktory mohou ovlivnit čírost moči, která může následně svým odstínem poukazovat na dobře hydratovaný organismus.

Svůj subjektivní příjem tekutin zhodnotily obě skupiny jako velmi dobrý. Skupina žen dosáhla na bodové škále od 1 do 9 průměrného výsledku  $6,3 \pm 1,3$ . Muži dokonce hodnotili svůj příjem tekutin ještě lépe, a to s výsledkem  $6,8 \pm 1,3$ .

Z výsledků je patrné, že ženy zhodnotily svůj subjektivní příjem adekvátně vzhledem k výsledkům, protože dle výsledků USG a hodnocení barvy moči jsme zjistili, že byly euhydratované. Naopak muži, kteří svůj subjektivní příjem zhodnotili ještě lépe než ženy, byli dle USG a hodnocení barvy moči dehydratovaní. Výsledky ukazují, že lepší vnímání a odhad svého příjmu tekutin měly ženy, muži svůj příjem tekutin nadhodnotili. Stejně tak se ukázalo, že kvalitní a dostatečný pitný režim, který bude splňovat sportovcovy potřeby, nemůže být založen pouze na subjektivním pocitu, ale na předem připravené a měřitelné strategii příjmu tekutin. Toto tvrzení potvrzují i studie publikované Campenhout et al. (2021), Cariolo et al. (2019) a Camacho & Amaya (2016), kteří zkoumali příjem tekutin sportovců „ad libitum“ a došli ke stejnému závěru.

Jako nedostatečný ukazatel pro hodnocení stavu hydratace se ve skupině mužů ukázal i subjektivní pocit žízně. Muži hodnotili na bodové škále svoji žízeň jako malou žízeň, přestože byli dehydratovaní. Výsledky pocitu žízně ve skupině žen odpovídaly jejich euhydratovanému stavu, což opět potvrdilo lepší subjektivní vnímání ve skupině žen. Skolnik & Chernus (2011) uvádějí, že pocit žízně se dostavuje až v okamžiku, kdy ztratíme 1 % tělesné hmotnosti. Při ztrátě 1 % tělesné hmotnosti se však začínají projevovat negativní dopady na sportovní výkon. Spoléhat se při sportovním výkonu pouze na pocit žízně je nedostatečné a opět to může vést ke sníženému výkonu nebo zhoršené regeneraci.

Během tréninkové jednotky přijali muži  $1,25 \pm 0,53$  litru tekutin, během dne pak  $2,57 \pm 0,82$  litrů tekutin. Muži se pohybovali v hodnotách, které jsou doporučovány pro příjem tekutin během dne a během tréninkové jednotky, což činí dle různých světových organizací 2,5-3,7 litrů tekutin za den (v doporučení je zahrnut i příjem tekutin z potravin) a 0,8 litru tekutin na 60 minut tréninkové jednotky. Přestože muži toto doporučené množství tekutin přijali, bylo dle výsledků USG a hodnocení barvy moči zjištěno, že byli dehydratováni. Na základě tohoto výsledku můžeme říci, že doporučení příjmu tekutin pro běžnou populaci je pro sportující muže nedostatečné, a to především pro příjem tekutin během dne. Příjem tekutin během tréninkové jednotky považují za dostatečný. Pro podání dobrého sportovního výkonu není možné pít litry vody navíc. Sportovec by se mohl vystavit velkému diskomfortu a pocitu těžkosti v oblasti dutiny břišní. Doporučuji tedy zvýšit příjem tekutin během dne a dbát na dostatečnou rehydrataci po sportovním výkonu, kdy je potřeba doplnit i to, co sportovec nebyl schopen doplnit při podávání výkonu.

Ženy během tréninkové jednotky přijaly  $0,97 \pm 0,41$  litru tekutin a během dne  $2,07 \pm 0,49$  litrů tekutin. Doporučené množství pro příjem tekutin u ženské populace činí 2,0-2,7 litrů tekutin za den, pro příjem tekutin během tréninkové jednotky je doporučení totožné jako u mužů, tedy 0,8 litru tekutin na 60 minut tréninkové jednotky. Stejně jako muži se ženy pohybovaly v hodnotách doporučeného příjmu tekutin. Na rozdíl od skupiny mužů byly však hodnoceny jako euhydratované. Můžeme tedy říci, že doporučení příjmu tekutin pro ženskou populaci jsou dostatečná.

Při dalším hodnocení výsledků jsme zjistili, že 96 mužů bylo euhydratovaných, 133 mužů bylo dehydratovaných a 23 mužů bylo závažně dehydratovaných. Celkem 52 žen bylo hodnoceno jako euhydratovaných, 24 žen jako dehydratovaných a 7 žen jako závažně dehydratovaných.

Při hodnocení stavu hydratace dle barvy moči se potvrdily výsledky u všech skupin, které byly dle USG rozděleny na euhydratované, dehydratované a závažně dehydratované. Nejnižší hodnoty dle bodové škály od 1 do 8 dosáhly euhydratované ženy ( $1,9 \pm 1,1$ ), naopak nevyšších hodnot dosáhli závažně dehydratovaní muži ( $7,0 \pm 1,0$ ). Hraniční hodnoty, která byla na pomezí mezi euhydratací a dehydratací, dosáhly dehydratované ženy ( $3,7 \pm 1,0$ ).

Můžeme tedy opět opakovat tvrzení, že hodnocení stavu hydratace dle barvy moči je věrohodný ukazatel stavu zavodnění, který můžeme aplikovat v terénních podmínkách. Pro každého sportovce tak může být jednoduchým pomocníkem při sledování stavu hydratace organismu.

Hodnocení subjektivního příjmu tekutin ukázalo ve skupinách euhydratovaných, dehydratovaných a závažně dehydratovaných zajímavé výsledky. Všechny skupiny hodnotily svůj subjektivní příjem tekutin na horní hranici škály, považovaly tedy svůj příjem tekutin za velmi dobrý, přestože dle výsledků USG a barvy moči byly hodnoceny jako dehydratované a závažně dehydratované. I závažně dehydratované skupiny hodnotily svůj příjem tekutin jako velmi dobrý (muži  $6,6 \pm 1,4$ , ženy  $6,0 \pm 1,3$ ).

Stejně tak zajímavé výsledky ukázalo hodnocení pocitu žízně. Všechny skupiny se pohybovaly v rozmezí 3,3-4,0, což hodnotíme jako malou žízeň. Nejvyšší hodnoty, a tedy největší žízeň měly paradoxně euhydratované ženy ( $4,0 \pm 1,2$ ).

Již výše bylo zmíněno, že pitný režim sportovce, který je založen pouze na subjektivních pocitech, je nevhodný. Výsledky, které ukázaly, že i závažně dehydratovaní sportovci nepociťují žízeň a svůj pitný režim hodnotí jako velmi dobrý, to jen potvrzují. Každý sportovec, požadující od svého organismu maximální možný výkon, by měl znát a dodržovat svoje potřeby pro příjem

tekutin. Možné návody a strategie jsou uvedeny v syntéze poznatků v kapitole 2.2 Hydratace a sportovní výkon.

Příjem tekutin během tréninkové jednotky se ve všech skupinách pohyboval v doporučených hodnotách. Nejméně tekutin během tréninku přijaly závažně dehydratované ženy ( $0,86 \pm 0,24$  litru), nejvíce tekutin přijali závažně dehydratovaní muži ( $1,41 \pm 0,6$  litru). I přes nižší příjem tekutin ve skupině závažně dehydratovaných žen můžeme říci, že tekutiny přijaté během tréninku byly v normě.

Výsledky příjmu tekutin během dne již ukazují, že euhydratované skupiny přijaly tekutin nejvíce (muži  $2,76 \pm 0,96$  litrů, ženy  $2,14 \pm 0,49$  litrů) a závažně dehydratované skupiny přijaly tekutin nejméně (muži  $2,47 \pm 0,71$  litrů, ženy  $1,79 \pm 0,39$  litru). Na základě těchto výsledků můžeme říci, že dostatečný příjem tekutin během tréninkové jednotky je nezbytný pro optimální fungování organismu, ale následná rehydratace a příjem tekutin během dne se zdá být rozhodující pro celkový stav hydratace sportovce. Je důležité také upozornit, že doporučené hodnoty pro příjem tekutin mohou být pro sportující populaci nedostatečné. Závažně dehydratovaní muži přijali 2,47 litrů během dne a 1,41 litru během tréninkové jednotky, přesto byli dle hodnocení specifické hustoty moči zařazeni do kategorie závažně dehydratovaných. I přes možné individuální odlišnosti a další proměnné, které mohou mít vliv na hydrataci organismu a v tomto výzkumu se s nimi nepracuje (teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, povětrnostní podmínky), doporučuji sportovcům přijímat o 1,0-1,5 litru tekutin během dne více, než jsou běžně uváděné hodnoty.

## 7 ZÁVĚRY

Cílem diplomové práce bylo zjistit rozdíly ve stavu hydratace mezi muži a ženami hrajícími fotbal na výkonnostní úrovni.

Prvním dílčím cílem bylo zjistit, kolik probandů se nachází v pásmu euhydratace, dehydratace a závažné dehydratace. Dostatečná úroveň hydratace se prokázala u 96 mužů (průměr USG do 1,020), dehydratace se prokázala u 133 mužů (průměr USG od 1,021 do 1,029), závažná dehydratace se prokázala u 23 mužů (průměr USG nad 1,030). To znamená, že 38 % mužů bylo dostatečně hydratováno, 53 % mužů bylo dehydratováno a 9 % mužů bylo závažně dehydratováno. Celkový průměr USG ve skupině mužů byl  $1,021 \pm 0,008$ , což značí dehydrataci. Dle tohoto zjištění jsme muže hodnotili jako dehydratované.

Dostatečná úroveň hydratace se prokázala u 52 žen (průměr USG do 1,020), dehydratace se prokázala u 24 žen (průměr USG od 1,021 do 1,029), závažná dehydratace se prokázala u 7 žen (průměr USG nad 1,030). To znamená že, 63 % žen bylo dostatečně hydratováno, 29 % žen bylo dehydratováno a 8 % žen bylo závažně dehydratováno. Celkový průměr USG ve skupině žen byl  $1,017 \pm 0,008$ , což značí euhydrataci. Dle tohoto zjištění jsme ženy hodnotili jako euhydratované.

Při porovnání výsledků USG u obou skupin jsme došli k závěru, že ženy byly lépe hydratované než muži ( $p = 0,001$ ).

Druhým dílčím cílem bylo zjistit, zda existují rozdíly v příjmu tekutin během dne mezi muži a ženami. Muži během dne přijali  $2,57 \pm 0,82$  litrů tekutin, ženy přijaly o 0,5 litru méně, a to  $2,07 \pm 0,49$  litrů ( $p < 0,001$ ). Obě skupiny vypily během dne doporučené množství pro příjem tekutin, přesto byla skupina mužů hodnocena jako dehydratovaná.

Třetím dílčím cílem bylo zjistit, zda existují rozdíly v příjmu tekutin během tréninkové jednotky mezi muži a ženami. Muži během tréninkové jednotky přijali  $1,25 \pm 0,53$  litru tekutin, ženy přijaly  $0,97 \pm 0,41$  litru tekutin ( $p < 0,001$ ). Obě skupiny vypily doporučené množství pro příjem tekutin během sportovního výkonu.

Čtvrtým dílčím cílem bylo zjistit, zda existují rozdíly v příjmu tekutin během dne mezi skupinami euhydratovaných, dehydratovaných a závažně dehydratovaných. Euhydratovaní muži vypili během dne  $2,76 \pm 0,96$  litrů tekutin, euhydratované ženy přijaly  $2,14 \pm 0,49$  litrů tekutin. Dehydratovaní muži vypili během dne  $2,45 \pm 0,69$  litrů tekutin, dehydratované ženy přijaly  $2,14$

$\pm 0,50$  litrů tekutin. Závažně dehydratovaní muži vypili během dne  $2,47 \pm 0,71$  litrů tekutin, závažně dehydratované ženy přijaly  $1,79 \pm 0,39$  litru tekutin. Obě euhydratované skupiny vypily více tekutin během dne než dehydratované skupiny. Dehydratované ženy vypily více tekutin než závažně dehydratované ženy, příjem tekutin ve skupině dehydratovaných a závažně dehydratovaných mužů byl přibližně stejný.

Pátým dílčím cílem bylo zjistit, zda existují rozdíly v příjmu tekutin během tréninkové jednotky mezi skupinami euhydratovaných, dehydratovaných a závažně dehydratovaných. Euhydratovaní muži vypili během tréninkové jednotky  $1,21 \pm 0,48$  litru tekutin, euhydratované ženy vypily  $1,00 \pm 0,45$  litru tekutin. Dehydratovaní muži vypili  $1,26 \pm 0,55$  litru tekutin, dehydratované ženy přijaly  $0,96 \pm 0,36$  litru tekutin. Závažně dehydratovaní muži vypili  $1,41 \pm 0,60$  litru tekutin, závažně dehydratované ženy vypily  $0,86 \pm 0,24$  litru tekutin. Euhydratované ženy vypily více tekutin během tréninkové jednotky než dehydratované a závažně dehydratované ženy. Příjem tekutin ve skupině mužů byl paradoxně v obráceném pořadí. Nejvíce tekutin přijali závažně dehydratovaní muži, nejméně pak euhydratovaní muži. Výsledky příjmu tekutin během tréninkové jednotky v mužských skupinách ukazují, že pouze dostatečný příjem tekutin během pohybové aktivity nestačí k potřebnému stavu hydratace. Klíčový se zdá být příjem tekutin během dne, kterých euhydratovaní muži vypili více než dehydratovaní a závažně dehydratovaní muži.

## **7.1 Vyhodnocení hypotéz**

1. Více jak 50 % mužů bude dehydratováno

Euhydratováno bylo 38 % mužů, 53 % mužů bylo dehydratováno a 9 % mužů bylo závažně dehydratováno. Hypotézu, že více než 50 % mužů bude dehydratováno, přijímáme.

2. Méně jak 50 % žen bude dehydratováno

Euhydratováno bylo 63 % žen, 29 % žen bylo dehydratováno a 8 % žen bylo závažně dehydratováno. Hypotézu, že více než 50 % žen bude euhydratováno, přijímáme.

3. Ženy přijmou během dne více tekutin než muži

Ženy přijaly během dne  $2,07 \pm 0,49$  litrů tekutin, muži přijali  $2,57 \pm 0,82$  litrů tekutin. Muži přijali o 0,5 litru tekutin více než ženy ( $p < 0,001$ ). Hypotézu, že ženy přijmou během dne více tekutin než muži, zamítáme.

#### 4. Ženy přijmou během tréninkové jednotky více tekutin než muži

Ženy během tréninkové jednotky přijaly  $0,97 \pm 0,41$  litru tekutin, muži přijali  $1,25 \pm 0,53$  litru tekutin. Muži přijali o 0,28 litru tekutin více než ženy ( $p < 0,001$ ). Hypotézu, že ženy přijmou během tréninkové jednotky více tekutin než muži, zamítáme.



## 8 SOUHRN

Voda tvoří více než 60 % lidského organismu a hraje nezastupitelnou roli ve fyziologických a biomechanických funkcích. Muži mají větší zastoupení vody v těle než ženy, což je dáno zejména rozdílným složením těla (odlišné zastoupení svalové a tukové tkáně). Objem a složení tělesné vody jsou udržovány v dynamické rovnováze. Tuto rovnováhu zajišťují elektrolyty v ní obsažené (sodík, draslík, vápník, hořčík). Pro udržení vhodného množství tělesné vody v těle je nezbytný pravidelný pitný režim. Doporučení pro příjem tekutin u mužské populace hovoří o 2,5-3,7 litrech za den, u žen je to 2,0-2,7 litrů za den. Potřeba příjmu tekutin je dána celkovou ztrátou vody, ke které dochází různými cestami. Tekutiny ztrácíme močí, stolicí, dýcháním a pocením. Zásadní vliv na bilanci vody v těle má fyzická aktivita, dochází při ní k největším ztrátám vody a také důležitých elektrolytů podílejících se na udržování dynamické rovnováhy vody v těle. Pro zmírnění a doplnění ztrát je třeba věnovat hydrataci pozornost již před započítáním fyzického výkonu. Doporučení autorů pro příjem tekutin před výkonem se různí, průměrně se však pohybuje kolem 500 mililitrů tekutin 1 až 2 hodiny před sportovním výkonem. Doporučení pro příjem tekutin během pohybové aktivity se také různí a je potřebné zvážit další okolnosti, jako délku trvání pohybové aktivity, intenzitu, teplotu ovzduší, povětrnostní podmínky. Jako dostačující se zdá doporučení přijmout 0,8 litru tekutin na 60 minut pohybové aktivity. Není však možné spoléhat se pouze na pocit žízně. Autoři uvádějí, že příznaky pocitu žízně se začínají objevovat až při ztrátě 1-2 % tělesné hmotnosti. To je však okamžik, kdy již můžeme pozorovat snížené funkční možnosti organismu. Mezi další příznaky dehydratace patří únava, snížená pracovní kapacita, suchá ústa, zčervenalá kůže. Pro udržení vhodného stavu hydratace a doplnění ztrát tekutin po pohybové aktivitě slouží rehydratace. Doporučení jsou opět různá, jako jednoduché a poměrně dobře realizovatelné vnímám doporučení přijmout 1 litr tekutin na 1 kilogram ztracené hmotnosti. Fotbal je sport, při kterém máme velice omezený přísun tekutin během hry. Hráči mohou pít jen při nečekaných událostech na herní ploše, pokud k nim nedojde, jsou 45 minut bez možnosti příjmu tekutin. Z tohoto důvodu je pro fotbalisty o to zásadnější věnovat maximální pozornost hydrataci před výkonem a po skončení utkání. Stav hydratace organismu můžeme měřit několika způsoby. V laboratorních podmínkách je to osmolalita moči, osmolalita plazmy, specifická hustota moči. V terénních podmínkách pak barva moči, případně změna tělesné hmotnosti.

Cílem práce bylo zjistit genderové rozdíly ve stavu zavodnění mezi muži a ženami hrajícími fotbal na výkonnostní úrovni. Výzkumný soubor obsahoval 252 mužů (věk  $17,0 \pm 4,8$  let, výška  $171,3 \pm 14,6$  cm, hmotnost  $61,2 \pm 16,7$  kg, BMI  $20,4 \pm 2,8$  kg/m<sup>2</sup>) a 83 žen (věk  $16,2 \pm 3,8$  let,

výška  $162,9 \pm 8$  cm, hmotnost  $55,2 \pm 10,1$  kg, BMI bylo  $20,7 \pm 2,7$  kg/m<sup>2</sup>). Stav hydratace byl hodnocen dle výsledků specifické hustoty moči (USG). Bylo zjištěno, že průměrná specifická hustota moči u mužů byla  $1,021 \pm 0,008$ , čímž byli muži hodnoceni jako dehydratovaní. Toto zjištění se shoduje i s výsledky jiných autorů. Průměr specifické hustoty moči u žen byl  $1,017 \pm 0,008$ , ženy jsme zhodnotili jako euhydratované. Na základě těchto zjištění jsme konstatovali, že ženy byly lépe hydratované než muži.

Dílnými cíli bylo zjistit, kolik probandů bude euhydratovaných, dehydratovaných a závažně dehydratovaných, a zjistit rozdíly v příjmu tekutin během dne a během tréninkové jednotky mezi muži a ženami a dále pak mezi skupinami euhydratovaných, dehydratovaných a závažně dehydratovaných.

Zjistili jsme, že 96 mužů a 52 žen bylo euhydratovaných, 133 mužů a 24 žen bylo dehydratovaných a 23 mužů a 7 žen bylo závažně dehydratovaných. Byly přijaty hypotézy, že více než 50 % mužů bude dehydratováno a více než 50 % žen bude euhydratováno.

Dále bylo zjištěno, že muži vypili více tekutin během dne i během tréninkové jednotky, čímž byly zamítnuty hypotézy, že ženy vypijí více tekutin během dne a během tréninkové jednotky než muži. Euhydratované skupiny vypily během dne více tekutin než dehydratované a závažně dehydratované skupiny. Během tréninkové jednotky pili více muži, všechny mužské skupiny (euhydratovaní, dehydratovaní a závažně dehydratovaní) vypily více tekutin než ženské skupiny.

Z výsledků vyplývá, že příjem tekutin se ve všech skupinách pohyboval v doporučených hodnotách pro příjem tekutin během dne. U mužské populace se však doporučení zdá být nedostatečné, protože pouze 38 % mužů, kteří se zúčastnili výzkumu, bylo dostatečně hydratováno. K tomuto tvrzení přispívá i fakt, že všechny mužské skupiny vypily doporučené množství tekutin i během tréninkové jednotky. Závažně dehydratovaná skupina mužů dokonce vypila tekutin nejvíce. Klíčovou rolí pro udržení dostatečné hydratace organismu pravděpodobně hraje, především příjem tekutin během dne a po ukončení fyzické aktivity. U sportující populace bych doporučil zvýšit příjem tekutin během dne o 1,0-1,5 litru tekutin více, než uvádějí doporučené hodnoty.

## 9 SUMMARY

More than 60 % of a human body constitutes of water, and it has an irreplaceable role in physiological and biomechanical functions. The amount of water in a male body is higher than in a female body which is determined by the difference in body composition (different proportion of muscle tissue and fat tissue). The content and composition of bodily fluid is kept in a dynamic balance. The balance is ensured by electrolytes contained in the fluid (sodium, potassium, calcium, magnesium). The regular fluid intake is essential for keeping an appropriate amount of bodily fluid. The recommended fluid intake is 2.5-3.7 litres for a male population, and 2.0-2.7 litres for women (per day). The need of fluid intake is given by the total fluid loss which happens in various ways. We lose fluid in urine, stools, breathing and sweating. The physical activity has the principal effect on the amount of water in a body, during the activity there happens the largest loss of fluid and also important electrolytes that participate in keeping the dynamic balance of bodily fluid. In order to reduce and fill in loss it is important to pay attention to hydration before the start of a physical performance. The authors' recommendations in the fluid intake before the performance differ, the average, however, is about 500 millilitres of fluid 1 to 2 hours before the sports performance. The recommendations in the fluid intake during the physical activity differ, too, and it is necessary to consider other circumstances such as the duration of the physical activity, intensity, air temperature, weather conditions. It seems efficient (according to recommendations) to take 0.8 litre of fluid for 60 minutes of a physical activity. However, it is not possible to be dependent on the subjective sensation of a need for water. The authors claim that the sign of the need for water starts to appear after the loss of 1-2 % of the bodily weight. This is the moment when we can notice lowered function possibilities of the organism. The fatigue, lowered working capacity, dry mouth, reddish skin are other signs of dehydration. The rehydration helps keep the right state of hydration and refill the fluid loss after the physical activity. The recommendations differ again, I comprehend an intake of 1 litre of fluid per 1 kilogramme of lost weight being an efficient recommendation, it is easy and well feasible. Football is a sport during which we have a limited fluid intake while in progress. Players only can drink during unexpected events on a playing field, if the situations do not happen, the players are kept 45 minutes without the possibility of fluid intake. Thus it is crucial that footballers pay maximal attention to hydration before the performance and after the end of the match. The state of hydration can be measured in several ways. In laboratory conditions, osmolality of urine, osmolality of plasma, urine specific gravity are possible to be measured. In a field research, urine colour, or change in the body weight can be detected.

The aim of the thesis was to ascertain gender differences in hydration of male and female football players giving high performance. The study assemblage included 252 men (age  $17.0 \pm 4.8$  years, height  $171.3 \pm 14.6$  cm, weight  $61.2 \pm 16.7$  kg, BMI  $20.4 \pm 2.8$  kg/m<sup>2</sup>) and 83 women (age  $16.2 \pm 3.8$  years, height  $162.9 \pm 8$  cm, weight  $55.2 \pm 10.1$  kg, BMI  $20.7 \pm 2.7$  kg/m<sup>2</sup>). The state of hydration was ranked according to the results of the urine specific gravity (USG). The research shows that the urine specific gravity of men was  $1.021 \pm 0.008$  which appraised men as dehydrated. The findings correspond with the results of other authors. The urine specific gravity of women was  $1.017 \pm 0.008$ , they were appraised euhydrated. We concluded that women were hydrated better than men.

Partial aims were to ascertain how many probands were euhydrated, dehydrated and severely dehydrated, and find differences in the fluid intake during night and day and during a training unit of men and women, differences in groups of euhydrated, dehydrated and severely dehydrated.

We ascertained that 96 men and 52 women were euhydrated, 133 men and 24 women were dehydrated, and 23 men and 7 women were severely dehydrated. The fluid intake of men during day was higher than the fluid intake of women. The hypotheses that more than 50 % of men would be dehydrated and more than 50 % of women would be euhydrated were accepted.

Moreover, it was found out that men drank more fluids during day and during the training unit which rejected hypotheses that women drink more fluid than men during day and during the training unit. Euhydrated groups, during day, drank more than dehydrated and severely dehydrated groups. Men drank more during the training unit, all male groups (euhydrated, dehydrated and severely dehydrated) drank more than female groups.

The research shows that the fluid intake of all groups ranked within recommended fluid intake values during day. However, the recommendation for the male population seems to be insufficient because only 38 % of men who participated in the research were hydrated sufficiently. The assertion is supported by the fact that all male groups drank the recommended amount of fluids even during the training unit. The severely dehydrated group of men even drank the highest amount of fluid. The fluid intake during day and after the physical activity plays a crucial role for keeping sufficient hydration of an organism. I would recommend that the sporty population increases the fluid intake during day, within 1.0-1.5 litre of fluid more than recommended amounts state.

## 10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Armstrong, L. E., Maresh, C. M., Castellani, J. W., Bergeron, M. F., Kenefick, R. W., LaGasse, K. E., & Riebe, D. (1994). Urinary indices of hydration status. *Int. J. Sport Nutr.*, 4, 265–279.
- 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., Johnson, E. C., Kunces, L. J., Ganio, M. S., Judelson, D. A., Kupchak, B. R., & Williamson, K. H. (2014). Drinking to thirst versus drinking ad libitum during road cycling. *Journal of Athletic Training*, 49(5), 624-631.
- Bandelow, S., Maughan, R., Shirreffs, S., Ozgüven, K., Kurdak, S., Ersöz, G., & Dvorak, J. (2010). The effects of exercise, heat, cooling and rehydration strategies on cognitive function in football players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20, 148-160.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006) Physical and metabolic demands of training and match play in the elite player. *J. Sports Sci.* 24:665-674.
- Bangsbo, J. (2014). Physiological Demands of Football. *Sports Science Exchange* #1.
- Bernaciková, M., Cacek, J., Dovrtělová, L., Hrnčíříková, I., Kapounková, K., Kopřivová, J., & Ulbrich, T. (2013). *Regenerace a výživa ve sportu*. Brno, Czech republic: Masarykova univerzita.
- Bongiovanni, T., Tinsley, G., Martera, G., Orlandi, C., Genovesi, F., Puleo, G., & Trecroci, A. (2022). Regional Lean Soft Tissue and Intracellular Water Are Associated with Changes in Lower-Body Neuromuscular Performance: A Pilot Study in Elite Soccer Players. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 12(8).
- Botek, M., Neuls, F., Klimešová, I., & Vyhnánek, J. (2017). *Fyziologie pro tělovýchovné obory:(vybrané kapitoly)*. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Cariolo, A., Del Coso, J., Argudo, F. M., & Borges-Hernandez, P. J. (2019). Effects of rehydration on the physical and technical condition in soccer players. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 54(201), 5-11.
- Casa, D. J., Armstrong, L. E., Hillman, S. K., Montain, S. J., Reiff, R. V., Rich, B. S., & Stone, J. A. (2000). National athletic trainers' association position statement: fluid replacement for athletes. *Journal of athletic training*, 35(2), 212.
- 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.
- Clark, N. (2009). *Sportovní výživa: nové, přepracované vydání*. Grada Publishing, as.
- Coyle, E. F. (2004). Fluid and fuel intake during exercise. *Journal of Sports Sciences*, 22(1), 39.

- Da Silva, R.P., Mündel, T., Natali, A. J., Filho, M. G. B., Alfenas, R. C. G., Lima, J. R. P., Belfort, F. G., Lopes, P. R. N. R., & Marins J. C. B. (2012) Pre-game hydration status, sweat loss, and fluid intake in elite Brazilian young male soccer players during competition. *J. Sports Sci.* 30(1): 37-42.
- Davis, B. A., Bowling, L. R., Dean, T. M., Knight, S. N., Robinson, M. A., Russell, A. R., & O'Neal, E. K. (2022). Collegiate soccer players consistently underestimate practice sweat losses regardless of practice sweat loss volume. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 11(2), 65-70.
- Dietitians of Canada. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Canadian journal of dietetic practice and research: a publication of Dietitians of Canada*. 77(1), 54.
- Djaoui, L., Pialoux, V., Vallance, E., Owen, A., & Dellal, A. (2018). Relationship between fluid loss variation and physical activity during official games in elite soccer players. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 14(51), 5-15.
- Driskell, J. A., & Wolinsky, I. (2009). *Nutritional concerns in recreation, exercise, and sport*. CRC Press.
- Duffield R., McCall, A., Coutts, A. J., & Peiffer, J. J. (2012) Hydration, sweat and thermoregulatory responses to professional football training in the heat. *J. Sports Sci.* 30(10):957-965.
- Duvillard, S. P., Braun, W. A., Markofski, M., Beneke, R., & Leithäuser, R. (2004). Fluids and hydration in prolonged endurance performance. *Nutrition*, 20(7), 651–656.
- Edwards, A. M., Mann, M. E., Marfell-Jones, M. J., Rankin, D. M., Noakes, T. D., & Shillington, D. P. (2007). The influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45-min of outdoors match-play and the immediate subsequent performance of sport-specific and mental concentration tests. *British journal of sports medicine*.
- 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.
- European Hydration Institute (2018). Dehydration. Retrieved from <https://www.europeanhydrationinstitute.org/dehydration>.
- García Jiménez, J. V., Yuste Lucas, J. L., & García Pellicer, J. J. (2010). Fluid intake and dehydration in professional indoor football players depending on the specific position on the field. *Apunts Sports Medicine*, 45(166), 69-74.
- Hernández Camacho, J. D., & Amaya, M. (2016). Water balance and ad libitum water intake in football players during a training session. *18-20 Febrero ICTS Sevilla 2016-España*, 41.

- Kavouras, S. A. (2002). Assessing hydration status. *Current opinion in clinical nutrition & metabolic care*, 5(5), 519-524.
- Kerksick, C. M., Wilborn, C. D., Roberts, M. D., Smith-Ryan, A., Kleiner, S. M., Jäger, R., & Kreider, R. B. (2018). ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the international society of sports nutrition*, 15(1), 38.
- Kirkendall, D.T. (2000) Physiology of soccer. In. *Exercise and Sports Science*, edited by E. William, E. Garret, Jr., and D.T. Kirkendall. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Kiitam, U., Voitkevica, L., Timpmann, S., Pontaga, I., Ereline, J., Unt, E., & Ööpik, V. (2018). Pre-practice hydration status in soccer (football) players in a cool environment. *Medicina*, 54(6), 102.
- Klimešová, I., & Stelzer, J. (2013). *Fyziologie výživy*. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Klimešová, I. (2016). *Základy sportovní výživy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Klimesova, I., Krejci, J., Botek, M., McKune, A. J., Jakubec, A., Neuls, F., & Valenta, M. (2022). Prevalence of Dehydration and the Relationship with Fluid Intake and Self-Assessment of Hydration Status in Czech First League Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 82(1), 101-110.
- Maughan, R. J., Shirreffs, S. M., Merson, S. J., & Horswill, C. A. (2005). Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. *Journal of sports sciences*, 23(1), 73-79.
- Maughan, R. J. (2006). *Výživa ve sportu: příručka pro sportovní medicínu*. Galén.
- Maughan, R. J., Shirreffs, S. M., & Leiper, J. B. (2007) Errors in the estimation of hydration status from changes in body mass. *J Sports Sci* 25:797-804.
- Maughan, R. J., Watson, P., Evans, G. H., Broad, N., & Shirreffs, S. (2007) Water balance and salt losses in competitive football. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 17, 583-594.
- Maughan, R. J., Watson, P., Cordery, P. A., Walsh, N. P., Oliver, S. J., Dolci, A., & Galloway, S. D. (2015). A randomized trial to assess the potential of different 73 beverages to affect hydration status: development of a beverage hydration index. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 103(3), 717-723.
- McGregor, S. J., Nicholas, C. W., Lakomy, H. K. A., & Williams, C. (1999). The influence of intermittent high-intensity shuttle running and fluid ingestion on the performance of a soccer skill. *Journal of sports sciences*, 17(11), 895-903.
- Mohr, M., Nybo, L., Grantham, J., & Racinais, S. (2012) Physiological responses and physical performance during football in the heat. *PLoS One*. 7(6):e39202.

- Mohr, M., Nólsoe, E. L., Krstrup, P., Fatouros, I. G., & Jamurtas, A. Z. (2021). Improving hydration in elite male footballers during a national team training camp—an observational case study. *Physical activity and nutrition*, 25(4), 10.
- Rehrer, N. J., & Burke, L. M. (1996). Sweat losses during various sports. *Australian Journal of Nutrition and Dietetics*, 53(Supplement 4).
- Rokyta, R. (2000). Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech. Praha: ISV.
- Rokyta, R. (2016). Fyziologie. Praha: Galén.
- Sekiguchi, Y., Martin, D. G., Yoshihara, A., & Casa, D. J. (2023). Comparison between digital and paper urine color to assess hydration status. *European Journal of Nutrition*, 62(4), 1915-1919.
- Shirreffs, S. M. (2003). The optimal sports drink. *Schweizerische zeitschrift fur sportmedizin und sporttraumatologie*, 51(1), 25-30.
- Shirreffs, S. M., Aragon-Vargas, L. F., Chamorro, M., Maughan, R. J., Serratosa, L., & Zachwieja, J. J. (2005) The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. *Int. J. Sports Med.* 26(2):90-5.
- Skolnik, H., & Chernus, A. (2011). Výživa pro maximální sportovní výkon: správně načasovaný jídelníček. Grada.
- Šefčíková, M., Sochorová, M. N., Hilšerová, S., & Šarapatka, M. J. (2014). Tekutiny a lidský organizmus. *Urologie pro praxi*, 15(2), 86-88.
- Stand, A. P. (2009). Exercise and fluid replacement. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(2), 377-390.
- 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/ijsem.15.3.236.
- Van Campenhout, K., Chapelle, L., Deliens, T., D'Hondt, E., & Clarys, P. (2021). The Effect of a Tailored Intervention on Female Soccer Players' Hydration Status. *Journal of Human Kinetics*, 78(1), 131-140.
- Vilikus, Z. (2015). *Výživa sportovců a sportovní výkon*. Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum.



# 11 PŘÍLOHY

## 11.1 Anketní šetření

Vážení sportovci,

Žádáme o vyplnění přiložené ankety, která je zaměřená na váš pitný režim. Pozorně si otázky přečtete a snažte se co nejpravdivěji na ně odpovědět. Vybranou odpověď zaškrtněte, popřípadě dopište.

Datum:.....

Jméno a příjmení:.....

Věk:.....

Druh provozované sportovní aktivity:.....

1. Kolik hodin TÝDNĚ trvá váš tréninkový proces:.....
2. Jak dlouho obvykle trvá vaše JEDNA tréninková jednotka:.....
3. Nosíte si s sebou na trénink nápoj?

ano, na každý trénink	ano, na většinu tréninků	málokdy	nikdy

4. Pokud si nápoj na trénink nosíte, jaký je to nejčastěji?  
.....
5. Jaké množství tekutin přibližně vypijete v průběhu tréninku nebo bezprostředně po něm?  
.....

6. Přijímáte v rámci soutěže (utkání, závodu) nápoj?

ano, vždy	ano, většinou	málokdy	nikdy

7. Pokud nápoj pijete během soutěže, jaký je to nejčastěji:  
.....
8. Jaké množství tekutin přibližně vypijete v průběhu soutěže nebo bezprostředně po ní?  
.....
9. Jaké množství tekutin přibližně vypijete za den (*nepočítejte tekutiny, které vypijete během tréninku*)  
.....

10. Zvyšujete svůj příjem tekutin před plánovanou fyzickou zátěží?

rozhodně ano	spíše ano	spíše ne	rozhodně ne

11. Používáte sportovní (iontové) nápoje?

ano, každý trénink/soutěž	ano, většinu tréninků/soutěží	málokdy	nikdy

**12. Jak hodnotíte svůj běžný příjem tekutin?**

(zaškrtněte odpovídající číslo)

1	velmi, velmi špatný
2	
3	velmi špatný
4	
5	ani dobrý ani špatný
6	
7	velmi dobrý
8	
9	velmi, velmi dobrý

**13. Jakou máte nyní žízeň?**

(zaškrtněte odpovídající číslo)

1	vůbec žádnou žízeň
2	
3	malou žízeň
4	
5	střední žízeň
6	
7	velkou žízeň
8	
9	velmi velkou žízeň

**14. Pil(a) jste už dnes nějaké tekutiny?**

ne	ano

**Pokud ANO, doplňte další informace:**

**jaké tekutiny:**

.....

**jejich množství:**

.....

**kdy (v kolik hodin):**

.....