

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv tělesné zátěže, příjmu potravy a tekutin na hodnoty
tělesných parametrů stanovených metodou bioimpedance
bezprostředně před vlastním měřením**

Diplomová práce

Bc. Michaela Kulíková

Výživa a potraviny

Bc. Ing. Mgr. Diana Chrpová, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv tělesné zátěže a příjmu potravy a tekutin na hodnoty tělesných parametrů stanovených metodou bioimpedance bezprostředně před vlastním měřením" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.04.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Bc. Ing. Mgr. Dianě Chrlové, Ph.D. za cenné rady, vstřícnost a čas věnovaný této diplomové práci. Mé poděkování náleží i všem účastníkům tohoto výzkumu za jejich ochotu a strávený čas při měření a vyplňování dotazníkového šetření. Také bych ráda poděkovala Mgr. Drahomíře Sedmidubské za umožnění a pomoc při měření praktické části práce. Nakonec bych chtěla také poděkovat rodině a přátelům za podporu.

Vliv tělesné zátěže, příjmu potravy a tekutin na hodnoty tělesných parametrů stanovených metodou bioimpedance bezprostředně před vlastním měřením.

Souhrn

Měření tělesného složení metodou bioimpedance se stává preferovaným nástrojem v oblasti medicíny a vědeckého výzkumu. Tato neinvazivní metoda umožňuje získat důležité informace o tělesné kompozici, jako je procentuální podíl tuku, svalové hmoty a vody.

Hlavním cílem diplomové práce bylo prozkoumat vliv a tělesné zátěže, příjmu potravy a tekutin na hodnoty tělesných parametrů stanovených metodou bioimpedance u sportovců, konkrétně u skupiny judistů ve věku 21-23 let. Pro měření těchto tělesných parametrů byl využit bioimpedanční analyzátor Tanita MC-980 MA Plus, který je nejvyšším modelem na trhu vhodný jak pro lékařské, tak komerční účely.

Teoretická část práce byla zaměřena na princip metody bioimpedance a faktory, které ovlivňují její přesnost a spolehlivost. Dále byla důkladně prozkoumána problematika složení těla, zahrnující modely a komponenty tělesného složení, stejně jako faktory, které tělesné složení ovlivňují. V neposlední řadě byla popsána role výživy ve sportu, včetně energetického metabolismu, důležitých živin jako jsou sacharidy, bílkoviny a tuky. V poslední teoretické části byly popsány doplňky stravy a jejich role v podpoře sportovního výkonu.

Praktická část práce se zabývala vlivem příjmu potravy, tekutin a tělesné zátěže na hodnoty tělesných parametrů stanovených metodou bioimpedance bezprostředně před vlastním měřením. Kromě samotného měření bylo provedeno dotazníkové šetření, které sloužilo k propojení zjištěných výsledků s dalšími faktory ovlivňujícími sportovní výkonnost a životní styl měřených sportovců. Tímto komplexním přístupem bylo možné získat ucelený obraz o vztahu mezi příjmem potravy a tekutin, fyzickou zátěží a tělesným složením u vybrané skupiny sportovců.

Přijetí potravy vedlo ke změně naměřené tukové a beztukové hmoty. Bylo zaznamenáno zvýšení celkové tělesné hmotnosti (0,27 %) a svalové hmoty (0,42 %). Tuková hmota byla mírně podhodnocena (0,27 %). Příjem tekutin ovlivnil naměřené tělesné parametry. Bylo zaznamenáno zvýšení celkové tělesné hmotnosti (0,45 %) a tukové hmoty (0,79 %). Následně došlo ke snížení celkové tělesné vody (0,17 %) a svalové hmoty (0,51 %). Tělesná zátěž vedla k významnému snížení celkové tělesné hmotnosti (1,55 %) a procentuálního zastoupení tukové hmoty (1,05 %), přičemž celková tělesná voda klesla pouze mírně (0,28 %). Z výsledků dotazníku nebylo zjištěno žádné přímé spojení mezi odpověďmi respondentů a výsledky měření tělesného složení. To naznačuje, že faktory jako frekvence stravování, zájem o nutriční složení potravin nebo sledování kalorického příjmu neměly vliv na naměřené hodnoty.

Klíčová slova: Tělesné složení, bioimpedance, tělesný tuk, svalová hmota, celková tělesná voda, tělesná zátěž

The influence of physical activity and food and fluid intake on the values of body parameters determined by the bioimpedance method immediately before the actual measurement.

Summary

Measuring body composition by bioimpedance is becoming the preferred tool in medicine and scientific research. This non-invasive method allows for the easy acquisition of important information about body composition, such as the percentage of fat, muscle mass, and water.

The main aim of this diploma thesis was to investigate the influence of physical activity, food, and fluid intake on the values of body parameters determined by the bioimpedance method in athletes, specifically in a group of judo players aged 21-23. The Tanita MC-980 MA Plus bioimpedance analyzer, the highest model on the market suitable for both medical and commercial purposes, was used to measure these body parameters.

The work's theoretical part focused on the bioimpedance method principle and factors that affect its accuracy and reliability. In addition, the issue of body composition was thoroughly investigated, including models and components of body composition and factors that influence body composition. Finally, the role of nutrition in sports was described, including energy metabolism and essential nutrients such as carbohydrates, proteins, and fats. The last theoretical section described dietary supplements and their role in supporting athletic performance.

The practical part of the thesis dealt with the effect of food, fluid intake and exercise on the values of body parameters determined by bioimpedance immediately before the actual measurement. A questionnaire survey was conducted alongside measurements to understand other factors influencing athletes' performance and lifestyle, offering a holistic view of the relationship between nutrition, activity, and body composition in a selected group of athletes.

Food intake led to changes in measured fat and fat-free mass. There was an increase in total body mass (0.27%) and muscle mass (0.42%). Fat mass was slightly underestimated (0.27%). Fluid intake affected the measured body parameters. There was an increase in total body weight (0.45 %) and fat mass (0.79 %). Subsequently, there were decreases in total body water (0.17 %) and muscle mass (0.51 %). Exercise resulted in significant reductions in total body weight (1.55%) and percentage of fat mass (1.05%), while total body water decreased only slightly (0.28%). No direct association was found between respondents' answers and the results of the body composition measurements from the questionnaire. This suggests that factors such as frequency of eating, interest in the nutritional composition of foods or monitoring caloric intake did not influence the measured values.

Keywords: Body composition, bioelectrical impedance, body fat, muscle mass, total body water, physical activity

Obsah

1. Úvod	8
2. Vědecká hypotéza a cíle práce	9
3. Literární rešerše	10
3.1 Bioimpedanční analýza	10
3.1.1 Princip analýzy	10
3.1.2 Přístroje založené na bioimpedanční analýze	11
3.1.3 Faktory ovlivňující bioimpedanční analýzu.....	13
3.2 Tělesné složení	15
3.2.1 Modely tělesného složení	15
3.2.2 Složky tvořící hmotnost těla	17
3.2.3 Faktory ovlivňující složení těla.....	20
3.2.4 Složení těla sportovců.....	21
3.3 Výživa ve sportu	22
3.3.1. Energetická bilance.....	23
3.3.2. Bílkoviny ve výživě sportovců	24
3.3.3. Sacharidy a sportovní výkon	26
3.3.4. Tuky a sportovní výkon	27
3.3.1. Voda a sportovní výkon	28
3.4 Doplněk stravy	29
4. Metodika	32
4.1 Charakteristika souboru	32
4.2 Metody sběru dat	32
4.2.1 Měření vlivu příjmu tekutin na naměřené hodnoty	33
4.2.2 Měření vlivu příjmu potravy na naměřené hodnoty	33
4.2.3 Měření vlivu tělesné zátěže	34
4.2.4 Dotazníkové šetření	34
4.3 Statistické metody	34
5. Výsledky	36
5.1 Vyhodnocení vlivu příjmu potravy	36
5.1.1 Celková tělesná hmotnost	36
5.1.2 Celková tělesná voda	37
5.1.3 Tuková hmota	38
5.1.4 Svalová hmota	39
5.2 Vyhodnocení vlivu příjmu tekutin	40
5.2.1 Celková tělesná hmotnost	40

5.2.2	Celková tělesná voda	41
5.2.3	Tělesný tuk	42
5.2.4	Svalová hmota.....	43
5.3	Vliv tělesné zátěže	44
5.3.1	Celková tělesná hmotnost	44
5.3.2	Celková tělesná voda	45
5.3.3	Tuková hmota	46
5.3.4	Svalová hmota.....	47
5.4	Vyhodnocení dotazníkového šetření	48
5.4.1	Stravovací návyky.....	48
5.4.2	Pitný režim	49
5.4.3	Doplňky stravy	51
6.	Diskuze	52
7.	Závěr	56
8.	Literatura.....	57
9.	Seznam zkratk.....	63
10.	Samostatné přílohy	I
10.1	Dotazníkové šetření.....	I
10.2	Vyhodnocení dotazníkové šetření	IV

1. Úvod

Metoda bioimpedance je jednou z nejčastěji používaných metod měření tělesného složení. Tato neinvazivní technika využívá elektrické vodivosti tkání k odhadu tělesných komponentů. Lze tak získat procentuální zastoupení tukové a beztukové tkáně v těle (Ward 2019). Tělesné složení je důležitým ukazatelem zdraví a životního stylu. Není důležité pouze pro sportovce, ale také pro lékaře, výživové poradce, fyzioterapeuty a další odborníky, kteří se zabývají lidským zdravím. Znalost tělesného složení je klíčová pro diagnostiku, léčbu různých onemocnění a prevenci obezity (Sergi et al. 2017). Sportovci se zajímají o toto téma za účelem optimalizovat sportovní výkon a maximalizovat efektivitu tréninku. Sledování tělesného složení u sportovců tak může přispět k lepšímu porozumění individuálních potřeb sportovce (Malá et al. 2015).

Diplomová práce se detailněji zaměřuje na principy bioimpedanční analýzy a faktory, které tuto metodu a její výsledky ovlivňují. Mezi tyto faktory patří právě tělesná zátěž, stravovací návyky, hydratace organismu nebo přesnost měření. Dále se teoretická část zabývá konkrétními parametry složení lidského těla, jako je svalová, kostní a tuková tkáň nebo také celková tělesná voda. Poslední část literární rešerše se věnuje výživě sportovců. Stravovací návyky jsou důležitou součástí sportovního výkonu, nezávisle na tom, zda se jedná o vrcholové či rekreační sportovce. Stravovacími návyky lze ovlivnit fyzickou zdatnost sportovce, ať už jde o kondici či maximální sílu (Cui et al. 2022). energii potřebnou pro zachování správné funkce organismu získáváme z jednotlivých živin, kterými jsou sacharidy, tuky a bílkoviny. Z hlediska příjmu těchto živin je důležitý nejen jejich vyvážený příjem, ale také poměr. Živinový trojpoměr je tak klíčovým konceptem ve výživě sportovců a hraje významnou roli v podpoře optimálního zdraví a fyzické výkonnosti (Vilikus 2015).

Výzkum v oblasti bioimpedance a tělesného složení je zásadní pro porozumění fyziologických adaptací organismu na tělesnou zátěž, výživu a hydrataci sportovce. Tato práce se zabývá zhodnocením vlivu tělesné zátěže, příjmu potravy a tekutin na naměřené hodnoty parametrů stanovených metodou bioimpedance bezprostředně před vlastním měřením.

2. Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem této diplomové práce bylo zpracovat literární rešerši zabývající se hodnotami tělesné kompozice, které lze stanovit metodou bioimpedance. Praktická část se zabývala možným vlivem tělesné zátěže a příjmu potravy a tekutin na hodnoty tělesných parametrů stanovených metodou bioimpedance.

Byly stanoveny následující hypotézy:

Hypotéza 1: Tělesná zátěž ovlivňuje hodnoty tělesných parametrů stanovených metodou bioimpedance bezprostředně před vlastním měřením.

Hypotéza 2: Příjem potravy bezprostředně před vlastním měřením ovlivňuje hodnoty tělesných parametrů stanovených metodou bioimpedance.

Hypotéza 3: Příjem tekutin bezprostředně před vlastním měřením ovlivňuje hodnoty tělesných parametrů stanovených metodou bioimpedance.

3. Literární rešerše

3.1 Bioimpedanční analýza

Bioimpedanční analýza je známou a využívanou metodou zejména pro lékařské a klinické využití. Mezi výhody této metody patří především nízké náklady, neinvazivnost a bezpečnost. Metoda bioimpedance umožňuje charakteristiku tkání a funkční monitorování a přispívá tak ke sledování zdravotního stavu osoby (Jossinet 2005). Fyziologické a patologické procesy, které mohou ve tkáni probíhat, ovlivňují buněčnou strukturu a následně způsobují změny impedance. Z tohoto důvodu umožňuje bioimpedance jak charakterizaci tkáně, tak funkční monitorování (Strauss 1995; Sergi et al. 2017).

Bioimpedance neboli biologická impedance je definována jako schopnost tkáně bránit průchodu elektrického proudu (Khalil et al. 2014). Metoda je založena na principu šíření střídavého proudu tkáňovými strukturami. Získává se tak procentuální zastoupení tukové a beztukové tkáně v těle. Beztuková hmota, která obsahuje v průměru 70–75 % vody umožňuje průchod signálu mnohem rychleji, impedance je nejmenší. Naopak tuková tkáň obsahuje pouze 10–20 % vody, impedance je tedy největší. Na základě této metody můžeme určit složení těla, které je důležité při posuzování a predikci zdravotního stavu jedinců a sledování účinku cvičení a výživy u sportovců (Jossinet 2005).

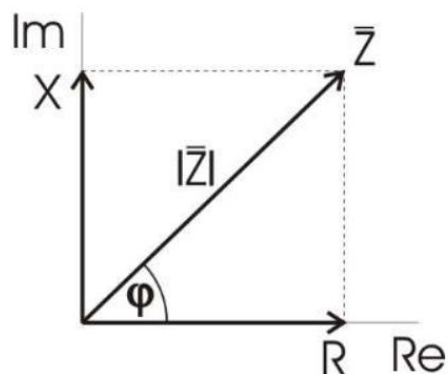
Složení těla dělíme na dvě složky, a to tukovou a beztukovou hmotu. Beztuková hmota zahrnuje tělesné netukové tkáně jako jsou svaly, kosti, orgány a tělní tekutiny. Na druhé straně tuková hmota odkazuje na nalezený tuk ve všech orgánech těla a tukových buňkách, které se nachází pod kůží nebo v okolí orgánů (Strauss 1995; Malá et al. 2015).

3.1.1 Princip analýzy

Bioimpedanční analýza je založena na principu šíření střídavého proudu tkáňovými strukturami nízké intenzity při využití většího počtu frekvencí (Jossinet 2005). Tato metoda využívá odlišných elektrických vlastností tkání, tuku, a hlavně tělesné vody. Tukuprostá hmota, obsahující vysoký podíl vody a elektrolytů je dobrým vodičem proudu, zatímco tuková tkáň se chová jako izolátor a je tedy špatným vodičem (Lukaski 1990; Ward 2019).

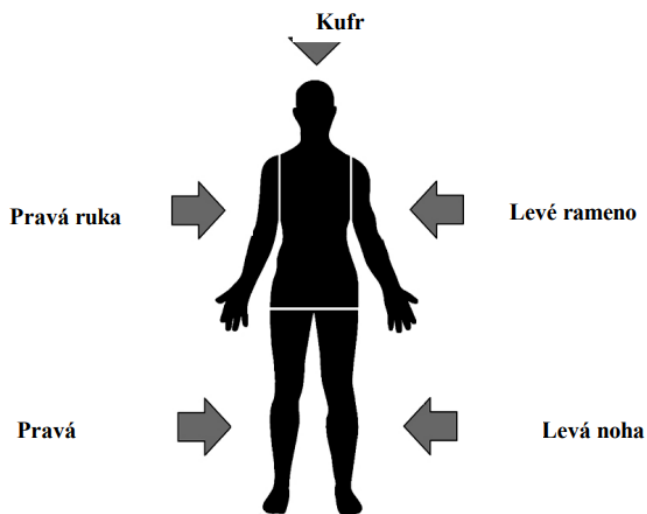
Impedance (Z) je vyjádřena dvěma parametry a to rezistancí (R_i) a reaktancí (X_c). Rezistance vyjadřuje tělesný odpor, kdy tkáň zpomaluje nebo zastavuje proud (Khalil et al. 2014). Dobré vodiče kladou malý odpor, a naopak špatné vodiče kladou odpor velký. (Kushner et al. 1996; Kyle et al. 2004).

Reaktance odpovídá kapacitním vlastnostem buněčné membrány a závisí na integritě, funkci a složení buňky. Při vysokých frekvencích dokáže nepřímo určit množství extracelulárního a intracelulárního obsahu vody. Impedanci můžeme vyjádřit pomocí rovnice jako $Z = R_i^2 + X_c$, (viz Obr. 1) (Khalil et al. 2014).



Obrázek 1: Rovnice impedance (Ward 2019)

Při bioimpedančních měřeních je lidské tělo rozděleno na pět nehomogenních segmentů. Dva pro horní končetiny, dva pro dolní končetiny a jeden pro trup. V modulu pěti oddílů se lidské tělo skládá z tukové tkáně (FM) a beztukové tkáně (FFM). (Strauss 1995; Tinsley 2021). Na obrázku (viz Obr. 2) je znázorněno pět segmentů a oddílů lidského těla. Měření bioimpedance se provádí z celého těla a z jednotlivých tělesných segmentů, a to pomocí jednofrekvenční, vícefrekvenční a bioimpedanční spektroskopické analýzy (Khalil et al.2014).



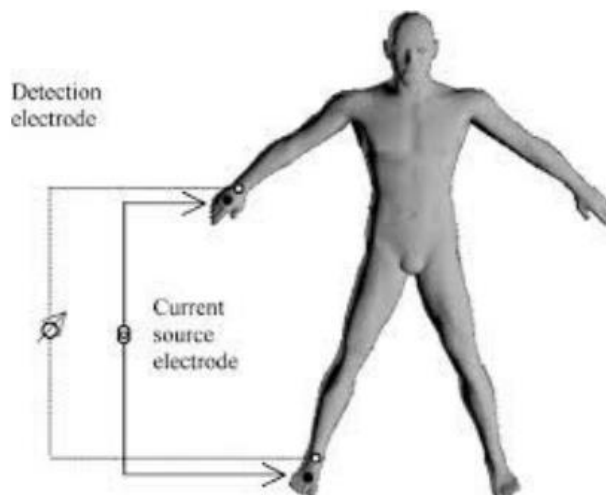
Obrázek 2: Hlavní segmenty těla (Khalil et al.2014)

3.1.2 Přístroje založené na bioimpedanční analýze

Existuje mnoho přístrojů založených na metodě bioimpedance. Tyto přístroje se mohou lišit frekvencí měření či umístěním elektrod. Hodnoty naměřené metodou bioimpedance můžeme získávat z celého těla nebo z jednotlivých částí, a to pomocí jednofrekvenční, multifrekvenční analýzy nebo spektroskopie (Khalil et al. 2014).

Jednofrekvenční analýza

Jednofrekvenční analýza bioimpedance (SF-BIA) je založena na principu střídavého proudu o nízké intenzitě. Během SF-BIA prochází proud elektrodami umístěnými na noze a ruce (viz Obr.3) o frekvenci 50 kHz. Analýza předpovídá celkový objem tělesné vody (TBW), který se skládá z extracelulární a intracelulární tekutiny (Mialich et al. 2014). SF-BIA měří odpor mezi extracelulární tekutinou, která představuje zhruba 33 % celkové tělesné vody a intracelulární tekutinou, která představuje zbytek. Jednofrekvenční analyzátoři jsou spolehlivé pouze pro zdravou populaci (Khalil et al. 2014).



Obrázek 3: Umístění elektrod u analýzy SF-BIA (Khalil et al.2014)

Vícefrekvenční analýza

Vícefrekvenční analyzátoři (MF-BIA) analyzují bioimpedanci pomocí více než dvou frekvencí. Tato metoda využívá různých frekvencí v rozmezí 0-500 kHz. Nízké frekvence nepronikají buněčnými membránami a můžeme jimi stanovit obsah extracelulárních (ECW) tekutin. Naopak vysoké frekvence dokážou procházet buněčnými membránami a můžeme tedy stanovit obsah intracelulární tekutiny (ICW) (Mialich et al. 2014). Touto metodou se určuje jak celková tělesná voda, tak intra a extracelulární tekutina. Tato metoda oproti metodě SF-BIA předpovídá mnohem přesnější výsledky obsahu ECW. Metoda MF-BIA je velmi citlivá a dokáže zaznamenat příjem nebo ztrátu tekutiny v objemu nižším než 500 ml (Khalil et al. 2014).

Bioimpedanční spektroskopie

Bioimpedanční spektroskopie (BIS) získává data pomocí širokého spektra frekvencí v rozsahu od 5 do 1000 kHz. Metoda BIS je založena na principu určení odporu při nulové frekvenci (R_0) a odporu při nekonečné frekvenci (R_{inf}), které jsou následně použity k odhadu objemu extracelulární tekutiny a celkovému objemu vody v těle (Ward 2019). Odhad TBW a ECW pomocí technik BIS lze provést buď pomocí rovnice modulů nebo přístupem analyticky

odvozených rovnic. V rovnicích je referenční metoda založena na předpokladu, že naměřený odpor (R) představuje celkový vodivý objem beztukové tělesné hmoty (Ayllon 2009). Díky těmto rovnicím je metoda BIS nejvyužívanější a nejobektivnější metodou, která dokáže popsat fyziologický i patologický stav tkání (Kyle 2004).

Segmentální multifrekvenční analýza

Segmentální BIA technika je založena na principu, že lidské tělo je tvarově složitě a nepředstavuje jeden jednoduší celek, ale pět různorodých válců (viz Obr. 2.) Tyto válce mají odlišné odpory, které se měří odděleně (Ling et al. 2011). Znalost segmentálního složení těla je důležitá pro identifikaci rizikových faktorů souvisejících se zdravím, protože rozložení tuku (např. v oblasti trupu a břicha) je prediktorem rizika diabetu mellitu a srdečních onemocnění. Použití této multifrekvenční analýzy získáváme přesnější měření a výsledky (Shafer et al. 2009).

3.1.3 Faktory ovlivňující bioimpedanční analýzu

Standardizace podmínek měření je zásadní pro získání přesných a reprodukovatelných dat z bioelektrické impedanční analýzy (BIA). Chyby způsobené nedostatkem kontroly měření jsou přenášeny do následných výpočtů tělesného složení a přispívají k rozdílům v naměřených hodnotách (Rallison et al. 1993; Ward 2019). BIA ovlivňují různé individuální faktory a faktory prostředí. Patří mezi ně například poloha při měření, fyzická aktivita, příjem potravy a tekutin nebo také teplota kůže (Kushner et al. 1996); Sergi et al. 2017).

Přesnost měření výšky a hmotnosti

Jedním z faktorů, který může ovlivnit naměřené hodnoty jsou měření výšky a hmotnosti. Na základě celkové hmotnosti a výšky určíme pomocí rovnic obsah TWB a beztukovou hmotu. Proto by špatné měření hmotnosti a výšky mohlo ovlivnit odhad tělesného složení (Ward 2019). Nadhodnocení nebo podhodnocení výšky o 2,5 cm může vést k chybě odhadu TBW ve výši 1,0 litru. Podobně chyba 1 kg hmotnosti vede k chybě 0,2 litru. Proto, aby se zlepšila přesnost a preciznost BIA, by měly být subjekty změřeny vertikálně s přesností na 0,5 cm. Hmotnost by měla být měřena s přesností na 0,1 kg (Kushner et al. 1996).

Příjem potravy

Konzumace potravy před měřením BIA může ovlivnit impedanci i naměřené parametry. V závislosti na čase měření a množství přijaté potravy je možné předpokládat, že tento příjem může mít minimální nebo žádný vliv na změnu celotělové impedance (Dixon et al. 2013). Bezprostředně po příjmu potravy a několik hodin poté se v gastrointestinálním traktu udržují složky jídla, stejně jako žaludeční, žlučové, pankreatické a střevní šťávy stimulované jídlem. Již dříve bylo prokázáno, že až 2 litry tekutiny v břišní dutině jsou "elektricky tiché

(Rallison et al. 1993). Na tomto základě se předpokládalo, že nedávné požití jídla má během první hodiny minimální vliv na celotělovou impedanci (Kushner et al. 1996; Dixon et al. 2013).

Ve studii Gallagher et al. (1998) bylo měřeno 29 dospělých zdravých osob před a po konzumaci snídaně. V této studii bylo pozorováno výrazné snížení impedance, ať už u snídaně složené převážně z tuků, nebo ze snídaně složené převážně ze sacharidů. Došlo také k podhodnocení celkové tukové tkáně (Gallagher et al. 1998). Naopak u studie Dixon et al. (2013), které se účastnilo 43 dospělých jedinců, se impedance po konzumaci jídla zvýšila. Kromě impedance se také zvýšila hmotnost tukové tkáně a celková tělesná hmotnost. Tyto procentuální změny tukové tkáně jsou důsledkem změn tělesné hmotnosti a měření impedance. Celkově lze říci, že konzumace jídla v této studii zvýšila tělesnou hmotnost i impedanci, což vedlo k mírnému nadhodnocení celkového tuku o 0,9-1,5 % (Dixon et al. 2013).

Příjem tekutin

Příjem tekutin má podle řady studií vliv nejen na impedanci, ale také naměřené hodnoty tělesných parametrů, a to především procenta tělesného tuku. Ve studii Androutsos et al. (2015), která zkoumala vliv příjmu vody a elektrolytového nápoje pomocí metody BIA, došlo ke zvýšení impedance. Příjem tekutin bezprostředně před měřením měl podle studie také vliv na odhad procentuálního zastoupení tukové tkáně. I přesto, že v této studii byly pozorovány statisticky významné změny, byly všechny relativně malé. Změny v naměřené impedanci dosahovaly 10-15 Ω a změny v odhadu tukového zastoupení byly přibližně 1 % (Androutsos et al., 2015). Ve studii Dixon et al. (2009) byla měřena skupina sportujících mužů pomocí BIA. Bylo zjištěno, že % tělesného tuku se po vypití vody nebo nápoje obsahujícího sacharidy a elektrolyty zvýšilo o 1-1,2 %, pravděpodobně v důsledku zvýšení tělesné hmotnosti, přičemž mezi oběma typy nápojů nebyl žádný rozdíl. Naopak studie Evans et al. (1998) nezjistila žádnou významnou změnu hodnot impedance po konzumaci 1 l vody.

Na základě těchto studií předpokládáme, že nedávný příjem tekutin má minimální vliv na celotělovou impedanci. Hmotnost se však zvýší, a tak může dojít k naměření nadměrného množství tělesného tuku (Kushner et al. 1996; Dixon et al. 2009; Androutsos et al. 2015).

Fyzická aktivita

Cvičení může ovlivnit měření BIA nejméně třemi předpokládanými mechanismy. Během cvičení dochází k hemodynamické odpovědi, což znamená, že dochází ke zvýšení srdečního výdeje a průtoku krve ve svalové tkáni. Zvýšená cirkulace krve a zahřátí svalové tkáně vedou k poklesu impedance a odporu svalů. Tento proces také zahrnuje zvýšený průtok krve v kůži, rozšíření cév a zvýšení teploty kůže, což vede k pocení a pomáhá v termoregulaci těla při odvádění tepla. Tyto změny by měly rovněž snížit impedanci (Sergi et al. 2017). Ve studii Lukaski et al. (1990) provedli měření BIA u 104 sportovkyň a sportovců po tréninku. Došlo ke klinicky nevýznamné průměrné změně <1 % v predikci beztukové hmoty, zároveň se snížila hmotnost v průměru o 0,8 kg. Přestože změny byly mírné, tyto studie ukazují, že měření BIA

jsou ovlivněna nedávným cvičením. Ve studii Gatterer et al. (2014) byly zkoumány účinky cvičení a následné ztráty tekutin na hodnoty bioimpedance. Zjištění ukázala, že po cvičení došlo ke zvýšení impedance, právě díky ztrátě tekutin o $2,1 \pm 0,4$ %. Ztráta tekutin má za následek dehydrataci, ztrátu celkové tělesné vody a zvýšení impedance. Měření BIA by se tedyměla lišit v závislosti na zapojených svalových skupinách, intenzitě cvičení a množství ztrát tekutin (Gatterer et al. 2014).

3.2 Tělesné složení

Složení těla je důležitým ukazatelem zdraví a životního stylu, který se mění s věkem a dalšími faktory. Je klíčové pro pohyb každého jednotlivce, bez ohledu na to, zda jde o běžného jedince nebo sportovce (Malá et al. 2015). Hodnocení tělesného složení spojuje různé vědecké obory, jako je biologie a medicína (Riegerová et al. 2006). Optimální složení z hlediska zdraví je individuální a je vždy dáno věkem, pohlavím, somatotypem, genetickým faktorem, úrovní fyzické aktivity a individuální variabilitou. Studie naznačují, že nejen podíl tělesného tuku, ale i jeho rozložení může ovlivňovat výskyt různých civilizačních chorob (Stewart & Sutton 2012). Z fyziologického hlediska jsou parametry tělesného složení klíčovými faktory ovlivňujícími sportovní výkon. Jinými slovy, některé sportovní disciplíny vyžadují specifické vlastnosti tělesného složení pro optimální výkonnost. Lidské tělo lze chápat jako model skládající se z různých složek. Existuje několik hledisek, podle kterých můžeme tělo charakterizovat (viz Obr. 4) (Malá et al. 2015).

3.2.1 Modely tělesného složení

Anatomický model

Anatomický model vychází z prvků vyskytujících se v lidském těle. Přibližně 50 ze 106 prvků, které se vyskytují v přírodě, se nachází také v lidském těle. Mnoho z nich člověk potřebuje pro svůj růst a udržení zdraví (Stewart & Sutton 2012). Lidské tělo je složeno převážně ze čtyř atomů – C, O, H, N, a to více než z 95 % celkové hmotnosti. Zbýlých 5 % je pokryto dalšími 46 prvky (Malá et al. 2015).

Molekulární model

Lidské tělo je složeno z chemických sloučenin, které tvoří více než 100 000 různých molekul. Tyto molekuly se od sebe liší v komplexnosti, od jednoduchých látek jako je voda až po složité sloučeniny jako je deoxyribonukleová kyselina. Hlavní složky těla zahrnují lipidy, vodu, proteiny, minerály a glykogen. Tyto složky představují základní parametry pro posouzení tělesného složení jedince (Wang et al. 1992).

Molekulární úroveň tělesného složení slouží jako konceptuální základ pro studium komplexních interakcí mezi jednotlivými složkami těla. To umožňuje propojení výzkumných oblastí jako je biochemie a tělesné složení (Malá et al. 2015). Molekulární úroveň lze popsat následující rovnicí:

Hmotnost těla = lipidy + voda + proteiny + minerály + glykogen (Malá et al. 2015)

Buněčný model

Spojení molekulárních složek do buněk je další fází vnímání lidského těla. Tělesná buněčná hmota je aktivní energeticky metabolizující část lidského těla související se svalovou hmotou. Extracelulární voda je také často sledovanou složkou tělesného složení (Heymsfield et al. 1997). Dalšími složkami jsou extracelulární organické a anorganické pevné látky. Buněčnou úroveň lze popsat následující rovnicí:

Tělesná hmotnost = hmotnost tělesných buněk + extracelulární voda
+ extracelulární pevné látky

Hmotnost tělesných buněk = svaly + tkáň + epitelové + nervové buňky.

Extracelulární voda = plazma + intersticiální tekutina

Extracelulární pevné látky = organické + anorganické pevné látky

Tělesná hmotnost = hmotnost tukových buněk + hmotnost tělesných buněk
+ extracelulární voda + mimobuněčná pevná látka (Malá et al. 2015)

Tkáňově systémový model

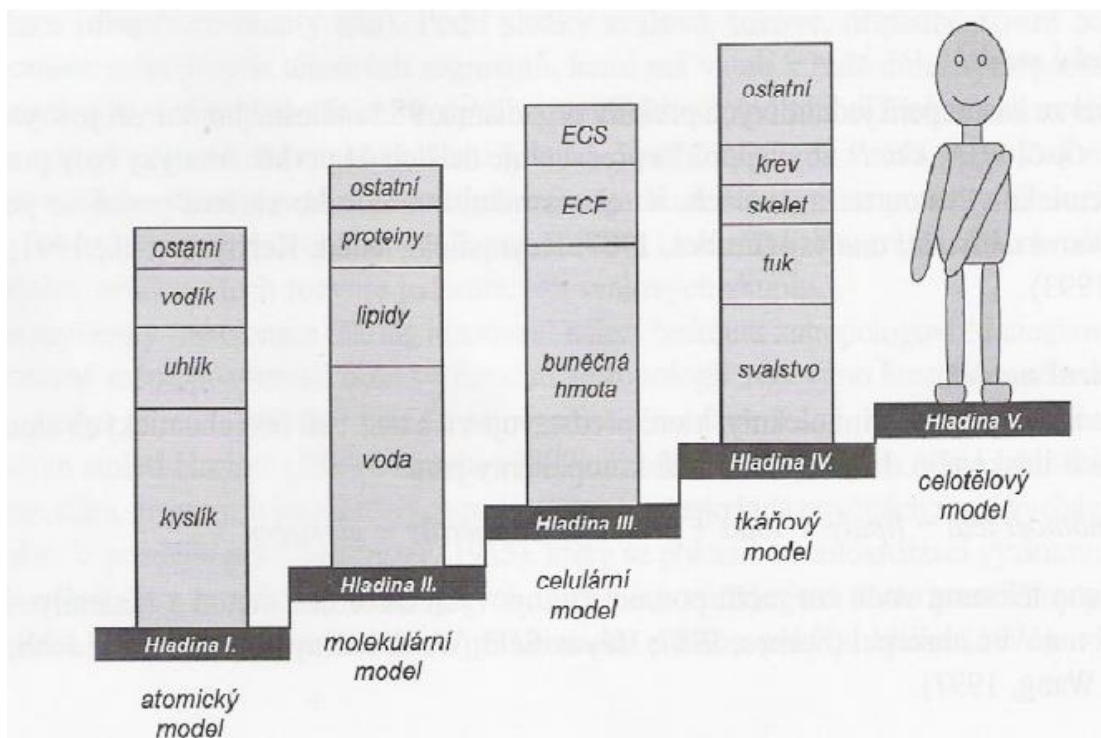
Tkáňově systémový model tělesného složení je založen na zapojení různých tkání, orgánů a systémů lidského těla. Tento model zahrnuje kostní, svalovou a tukovou tkáň, které dohromady tvoří přibližně 75 % celkové tělesné hmotnosti. Molekuly a tkáň jsou organizovány do složitých struktur, které charakterizují celkovou hmotnost těla (Malá et al. 2015).

Hmotnost těla = muskuloskeletální + kožní + nervový + respirační + oběhový + zažívací + vyměšovací + reprodukční + endokrinní systém (Malá et al. 2015)

Tento komplexní model poskytuje podrobný pohled na složení těla a slouží jako rozhraní mezi různými obory, jako je lidská biologie, histologie, anatomie a fyziologie (Wang et al. 1992).

Celotělový model

Pro sledování celotělového modelu tělesného složení se používají antropometrická měření různých ukazatelů, jako je tělesná výška, hmotnost, index tělesné hmotnosti (BMI), obvodové a délkové rozměry, kožní řasy a objem těla. Tyto parametry umožňují výpočet denzity těla a nepřímý odhad množství depotního tuku a svalové hmoty (Wang et al. 1992). Celotělový model zahrnuje také šířkové, obvodové a délkové rozměry, objem těla a denzitu těla, která indikuje množství aktivní tělesné hmoty a depotního tuku (Malá et al. 2014).



Obrázek 4: Modely tělesného složení (upraveno dle Heymsfield et al. 1997)

3.2.2 Složky tvořící hmotnost těla

Pro hodnocení vývojových trendů tělesného složení jsou klíčové změny poměrů mezi jednotlivými komponentami. Tělesné složení je výrazně ovlivněno prostředím a vnějšími faktory, jako je výživa, celkový zdravotní stav a fyzická aktivita. Nedostatečný příjem hodnotných proteinů a nevhodné stravovací návyky mohou omezit rozvoj svalové tkáně nebo negativně ovlivnit již existující svalovou hmotu. Nevhodné stravovací návyky a nedostatečný příjem hodnotných proteinů ve stravě limituje rozvoj svalové tkáně nebo může negativně ovlivnit stávající svalovou hmotu (Stewart & Sutton 2012).

Kostra

Lidská kostra je tvořena z kostí a přidružených chrupavek. Většina koster dospělých osob obsahuje 206 kostí, které lze klasifikovat různými způsoby. Kosterní soustava plní mnoho důležitých funkcí, včetně zajištění tvaru a opory, ochrany vnitřních orgánů, pomoci při pohybu, ukládání minerálů a tvorby krvinek. Kost je tvořena ze silného materiálu, který se pevností vyrovná litině, ale má třetinovou hmotnost a je podstatně pružnější. Dokáže odolat velkým silám, aniž by se zlomila. Hmotnost kostí odpovídá 14 % hmotnosti těla, u průměrného člověka tedy 10–11 kilogramů (viz Obr.5) (Stewart & Sutton 2012).

Svalová tkáň

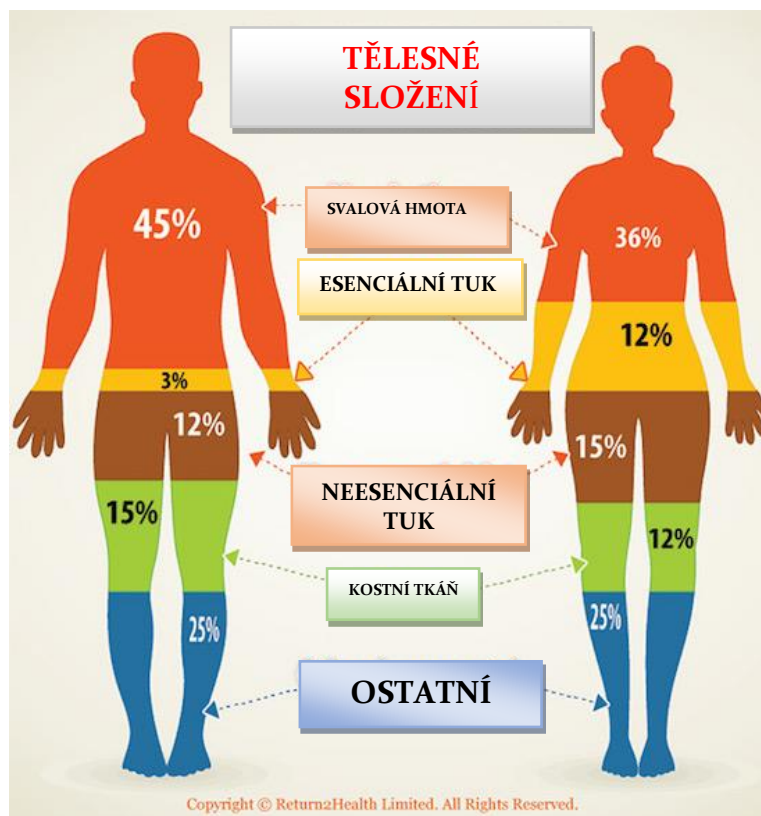
Svalová tkáň je složená ze svalových buněk, pojivové tkáně a extracelulárních materiálů. Tvoří přibližně 35 % z celkové tělesné hmotnosti (viz Obr.5). Slovo sval pochází z latinského termínu *musculus*, což znamená "malá myš". Tento název vznikl na základě vzhledu některých svalů, například dvojhlavého svalu pažního, při kontrakci. Úkolem svalové tkáně je vytvářet sílu a provádět tělesný pohyb. Svalové buňky uvnitř tkáně mají kontraktilní vlastnosti a schopnost vést elektrické impulsy, což umožňuje pohyb (Stewart & Sutton 2012).

Růst svalů se označuje jako hypertrofie a úbytek svalů jako atrofie. Dalším jevem je hyperplazie, která znamená tvorbu nových svalových buněk. Hypertrofie a atrofie jsou ovlivňovány řadou faktorů včetně fyzické zátěže, dostupnosti živin a různých růstových faktorů. K přirozené hypertrofii dochází během růstu, ale svalová hypertrofie může být vyvolána také fyzickou zátěží (Coglianese 2006). Svalová atrofie je charakterizována úbytkem svalové hmoty. Ke snížení obsahu bílkovin dochází, když rychlost odbourávání převyšuje rychlost syntézy a svalové buňky se zmenšují. K atrofii může dojít z různých důvodů, například v důsledku nemoci, stárnutí, hladovění nebo fyzické nečinnosti (Stewart & Sutton 2012).

Tuková tkáň

Tuková tkáň je snadno ovlivnitelná pomocí správné výživy a pravidelné pohybové aktivity. Tento parametr má významný vliv na riziko vzniku a průběh mnoha chorob. Tuk v optimálním složení je nezbytný pro celkové zdraví a normální biologické funkce organismu. Příliš nízké i příliš vysoké procento podkožního tuku může být pro organismus nebezpečné. Nízké množství tuku může způsobovat různé disfunkce, protože tuk je nezbytný pro mnoho základních fyziologických funkcí, jako je stavba buněčných membrán a transport živin. Naopak vysoké procento tuku je spojeno s obezitou, což zvyšuje riziko mnoha civilizačních chorob. Tuková tkáň slouží také při ochraně vnitřních orgánů, zásobě energie, regulace hormonů a izolace proti tepelným ztrátám (Malá et al. 2015).

Určité množství tuku, které je nezbytné pro zdravé biologické fungování organismu, se označuje jako esenciální tuk. Ten představuje minimální hranici nebo spodní limit pro zachování zdraví u obou pohlaví (Bienertová & Vašků 2011). Esenciální tuk se nachází ve svalech, orgánech, střevech, kostní dřeni a jako součást struktury buněčných membrán, mozkové a srdeční tkáně. Množství esenciálního tuku potřebného pro normální biologické funkce je specifické pro každé pohlaví. U mužů tvoří asi 3 až 5 % a u žen 11 až 14 % celkové hmotnosti (viz Obr.5) (Strausse et al. 1995). Vyšší potřeba esenciálních tuků u žen je přímo spojena s plodností, naopak nižší podíl esenciálních tuků u žen je spojován s neplodností. Druhou složkou tělesného tuku jsou neesenciální tuky. Neesenciální tuky jsou uloženy především v adipocytech, pod kůží a v okolí hlavních orgánů. Množství esenciálního a neesenciálního tuku uloženého v těle se liší v závislosti na věku, pohlaví, stravě, dědičnosti, metabolických funkcích a fyzické aktivitě (Bienerová & Vašků 2011).



Obrázek 5: Složení lidského těla v % (upraveno dle: <https://sportsci.blogspot.com>)

Celková tělesná voda

Voda, která tvoří největší procento hmotnosti těla, je bezpochyby i nejdůležitější složkou. Má největší vliv na funkci a strukturu lidského těla. Lidské tělo je vůči některým změnám odolné. Nicméně během fyzické aktivity může následkem nedostatku vody docházet ke snížení tělesných a duševních funkcí (Meyer et al. 2016). Mezi specifické funkce, které voda v těle plní, patří metabolické reakce, transport živin a odpadních produktů, různými způsoby také přispívá k termoregulaci. Pro sportovce je termoregulace, transport živin a odpadních látek obzvláště důležitá (Malá et al. 2015).

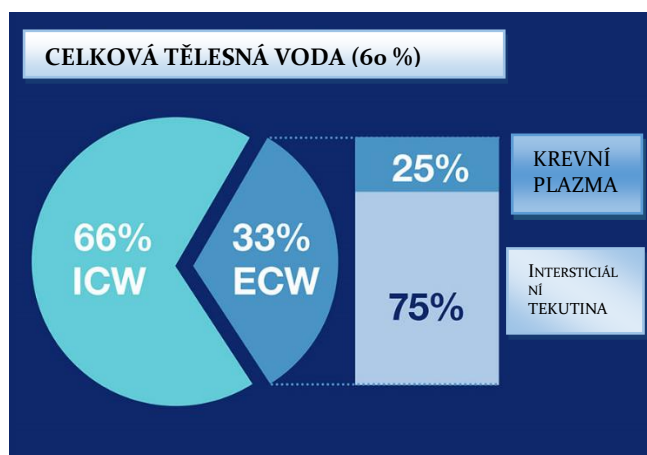
Veškerá voda v lidském těle tvoří přibližně 50-65 % tělesné hmotnosti (Mack & Nadel 1996). U novorozenců je to dokonce okolo 75–80 %, naopak u starších lidí je to okolo 50 %. Procentuální obsah vody v těle klesá s přibývajícím věkem. To souvisí s nárůstem tělesného tuku, který snižuje procento TBW. Kromě věku má vliv na podíl vody v těle také pohlaví. U žen je procento tělesného tuku vyšší než u mužů, a proto je jejich průměr TBW okolo 50 %. Muži za to mají více svalové hmoty, jenž je tvořena až z 76 % vody, a proto se jejich TBW pohybuje okolo 60 % (Meyer et al 2016).

Celková tělesná voda se dělí do dvou základních skupin – na intracelulární (Intracellular Water – ICW) a extracelulární tekutinu (Extracellular Water – ECW) v poměru přibližně 2:1 (viz Obr. 6).

Tekutina vně buňky se nazývá extracelulární tekutina (ECW). ECW se dělí na intersticiální tekutinu, která má objem přibližně 11 litrů, a krevní plazmu, která má objem

přibližně 3 litrů (Mack & Nadel 1996). ECW obsahuje vysokou koncentraci chloridových a sodíkových iontů s nízkou koncentrací draslíku, vápníku, fosfátu a hořčíku.

Tekutina uvnitř buněk se nazývá intracelulární tekutina. ICW má objem přibližně 28 litrů, respektive přibližně 40 % celkové tělesné hmotnosti průměrného člověka. Na rozdíl od ECW obsahuje ICW vysoké koncentrace bílkovin, draslíku a fosfátů a nízké koncentrace sodíku a chloridů (Meyer et al. 2016).



Obrázek 6: Procentuální zastoupení vody v lidském těle

(Upraveno dle: Peritoneal dialysis overview Fresenius Medical Care)

3.2.3 Faktory ovlivňující složení těla

Mezi faktory ovlivňující tělesné složení patří věk, pohlaví, etnický původ, genetika, úroveň fyzické aktivity a další. Jedním z rozhodujících faktorů, v jejichž průběhu se mění tělesné složení, je věk. Pokud se tuková hmotnost mění v závislosti na věku, dala by se považovat nejvariabilnější složkou. Podíl tukové hmoty se pohybuje v rozmezí 6–60 % celkové tělesné hmotnosti (Heymsfield et al. 1997). Dospělý věk je charakteristický nárůstem tukové hmoty až do období stáří. Nutnost optimálního podílu tukové hmoty poukazuje na vysoká zdravotní rizika, a to jak v případě nadměrné tukové hmoty (spojující se s problémy obezity), tak i v případě nízkého podílu tukové hmoty. Obecně lze říci, že přiměřené rozmezí podílu tukové hmoty pro běžnou populaci je 15–18 % u mužů a 20–24 % u žen (viz Tab.1). Hodnoty vyšší než 25 % u mužů a vyšší než 29 % u žen jsou považovány za zdravotně rizikové (Malá et al. 2015). U jedinců provozujících pohybovou aktivitu na vrcholové úrovni je podíl tukové hmoty nižší než u nesportující populace (viz Tab.1). Obvykle také závisí na typu provozované pohybové aktivity (bojové a vytrvalostní sporty vykazují nižší procento podílu tukové hmoty) a na pohlaví (ženy mají více tukové hmoty než muži).

Hmotnost tuku lze snadno ovlivnit výživou a pohybovou aktivitou (Riegerová et al. 2006). Z hlediska zdravotního a estetického v běžné populaci, i z hlediska výkonnostního u sportující populace je nadměrné množství tukové hmoty nežádoucí, a proto se ji snažíme minimalizovat (Malá et al. 2015).

Spolu s hmotností volného tuku se v průběhu ontogeneze mění také množství celkové tělesné vody. Změna množství celkové tělesné vody odráží úbytek intracelulární vody, který odpovídá úbytku svalové hmoty. Tento proces je urychlován nízkou fyzickou aktivitou jedince (Meyer et al. 2016). Intracelulární hmota je součtem hmotnosti všech buněk, které využívají kyslík. Tento parametr je považován za kvalitní ukazatel hodnocení svalové hmoty, která výrazně ovlivňuje svalovou výkonnost. Extracelulární tekutina je tvořena součtem extracelulární vody a extracelulárních pevných látek. Tyto parametry jako součást beztukové hmoty lze rovněž ovlivnit fyzickou aktivitou, ale pouze v omezené míře (Malá et al. 2015).

Tabulka 1: Porovnání procentuálního zastoupení tuku u různých skupin (Malá et al. 2015)

	MUŽI	ŽENY
Esenciální tuk	2-5 %	11-13 %
Sportovci	6-13 %	14-20 %
Zdravá norma	14-17 %	21-24 %
Nadváha	18-24 %	25-31 %
Obezita	25 %+	32 %+

3.2.4 Složení těla sportovců

Tělesné složení je důležitým základem pohybu jednotlivce z běžné i sportovní populace. Sledování hodnot základních somatických charakteristik u dětí, mládeže i dospělých je nejjednodušším způsobem hodnocení zdravotního stavu a výživy jedince nebo skupiny populace (Wagner et al. 1999).

U sportovců je tělesné složení považováno nejen za předpoklad zdraví, ale pevně zapadá i do struktury sportovního výkonu. V současné době je sledování tělesného složení součástí komplexního zkoumání výkonnosti sportovců spolu s dalšími sledovanými ukazateli (svalová síla, aerobní a anaerobní zdatnost, flexibilita atd. Poskytuje nám podrobný fyziologický profil sportovce (Malá et al. 2015). Množství svalové hmoty určuje hodnoty jednotlivých parametrů funkční zdatnosti. Informace o tělesném složení jsou důležité i pro odhad optimální tělesné hmotnosti sportovce a jeho zařazení do hmotnostních kategorií, např. v bojových sportech (Wagner et al. 1999). Je obtížné definovat optimální tělesné složení pro konkrétní sportovní disciplínu. Obecně platí, že neaktivní tuková hmota je nežádoucí, a naopak aktivní svalová hmota je pro fyzickou aktivitu žádoucí. Nadměrná tuková tkáň působí jako mrtvá váha při činnostech, kdy je třeba tělesnou hmotnost opakovaně zvedat proti gravitaci. V některých sportech je nízký podíl tukové hmoty estetickým problémem (fitness, kulturistika), ale nejčastěji se jedná o problém fyziologický (Lukaski et al. 1990). V bojových sportech s váhovými kategoriemi, jako jsou box, judo a karate, je nezbytné pravidelně monitorovat tělesnou hmotnost a sledovat podíl tukové hmoty. To je důležité pro udržení předepsané váhové kategorie a může zahrnovat cílené a rychlé úpravy tělesné hmotnosti. Rychlá redukce tělesné hmotnosti před soutěží je spojena s rizikem negativního dopadu těchto redukčních režimů na zdraví a výkonnost sportovce v případě, že je snížení tělesné hmotnosti extrémní.

Pokud tělesná hmotnost klesne pod určitou kritickou úroveň, zvyšuje se riziko zranění a onemocnění (Malá et al. 2015). Je však velmi obtížné tuto kritickou úroveň definovat, protože je individuální. Sportovní výkonnost není dána pouze procentuálním podílem tukové hmoty, ale i dalšími složkami tělesné stavby, jako jsou výška nebo hmotnost těla. Míra změn tělesného složení závisí na druhu cvičení a také na frekvenci, intenzitě a délce tréninku (Wagner et al. 1999). Proto můžeme hovořit o typickém tělesném složení v některých sportovních disciplínách. Praktické výstupy této práce popisují tělesné složení fyzicky aktivních lidí, vrcholových sportovců, judistů (Kinkorová & Vrba 2015).

Změny složení svalové tkáně související s tělesnou zátěží

Tělesná zátěž lze jednoduše rozdělit do dvou kategorií, a to na silový a vytrvalostní trénink. Silový nebo odporový trénink zahrnuje cvičení, při nichž se svaly musí smršťovat proti odporu kladenému vnějšími, protichůdnými silami (Stewart, Sutton 2012). Odporový trénink se obecně používá ke zvýšení svalové silové kapacity, vyvolání hypertrofické reakce nebo zvýšení svalové vytrvalosti. Takový trénink vyžaduje vysokou míru anaerobní produkce energie. Během odporového cvičení dochází k rozpadu bílkovinných vláken, která jsou následně obnovována během následného období zotavení (anabolismus). Je předpokládáno, že tělo nadměrně kompenzuje poškození způsobené tréninkem, což vede k posílení anabolické fáze, jejímž výsledkem je svalová hypertrofie (Malá et al. 2015).

Trénink vytrvalosti se obvykle označuje jako cvičební program zaměřený na posílení aerobního energetického systému. Svalové reakce na vytrvalostní trénink zahrnují zvýšenou kapilarizaci, která umožňuje větší přísun kyslíku a odvod tepla. Zlepšuje se příjem glukózy i schopnost ukládat glukózu a tuk ve svazech. Zvyšuje se lipolýza, tedy odbourávání tuků, což usnadňuje jejich využívání jako zdroje energie. Kromě adaptací aspecifických pro kosterní svalstvo dochází k adaptacím na i vytrvalostní trénink (Stewart & Sutton 2012).

Změny celkové tělesné vody související s tělesnou zátěží

Během cvičení dochází k zvýšení produkce metabolického tepla, což zvyšuje tělesnou teplotu a je spuštěn mechanismus pocení. Množství pocení během cvičení je pak ovlivněno produkcí tepla v závislosti na délce a intenzitě fyzické aktivity (Meyer et al. 2016). Dlouhodobé pocení podporuje větší ztráty vody a zvyšuje pravděpodobnost, že dojde k rozvoji chronické dehydratace těla (Stewart & Sutton 2012).

3.3 Výživa ve sportu

Výživa je proces, který zahrnuje příjem potravy organismem s cílem získat nezbytné živiny pro růst, vývoj a správné fungování těla. Je také klíčovým faktorem pro udržení optimálního zdraví a podporu fyzických a mentálních funkcí (Truswell et al. 2024).

Spojení mezi výživou a fyzickou výkonností je nesporné, a tato vazba je patrná již od dob starověku. Správnost stravovacích návyků má zásadní vliv na fyzickou výkonnost, ať už jde

o rekreační nebo vrcholové sportovce. Bez správného tréninku a odpovídající výživy nelze dosáhnout maximálního výkonu. Výživové strategie hrají významnou roli v podpoře vrcholových sportovců při zvyšování kondice, zlepšování kardiovaskulární zdatnosti a nárůstu síly. Výživa má významný vliv nejen na dosahování výkonnostních cílů, ale i na udržení celkového zdravotního stavu (Woodruff 2016).

3.3.1. Energetická bilance

Každý živý organismus potřebuje energii a látky ke zdravému fungování organismu, které získává z vnějšího nebo vnitřního prostředí. Termodynamické zákony říkají, že energie se nemůže ztratit, ale pouze přeměnit z jedné formy na druhou. Většina energie potřebná k životu je získávána z potravy nebo z tělesných rezerv (Vilikus 2015).

Zdroji energie jsou jednotlivé živiny – sacharidy, tuky a bílkoviny. Množství energie v potravě je vyjádřeno v kilokaloriích (kcal) nebo v kilojoulech (kJ). Jednu kilokalorii (kcal) lze přepočítat na 4,18 kilojoulů (kJ). Sacharidy a bílkoviny obsahují 4 kcal na 1 g. Tuky jsou energeticky vydatnější a obsahují 9 kcal na 1 g. V rámci zjišťování a výpočtu energetického příjmu je třeba vycházet z těchto údajů o energetické hodnotě jednotlivých živin (Hrnčířiková 2020). Zjistit skutečný energetický výdej je poněkud komplikovanější než stanovit energetický příjem. Energetický příjem lze jednoduše vypočítat z tabulek energetických hodnot potravin nebo pomocí nutričních programů (Vilikus 2015).

Mezi základní komponenty celkového energetického výdeje patří bazální metabolismus (klidový energetický výdej), fyzická aktivita (FA) a termický vliv stravy. Bazální výdej energie je množství energie potřebné pro zachování existence organismu (Hrnčířiková 2020). Bazální metabolismus je ovlivněn řadou faktorů jako jsou: tělesná hmotnost, výška, složení těla, věk a pohlaví. U dospělého muže činí bazální metabolismus přibližně 40 kcal (165 kJ) na 1 m² tělesného povrchu za hodinu. U žen je pak bazální metabolismus o 10–15% nižší (Woodruff 2016). Přibližně 60 % klidového energetického výdeje je věnováno produkci tepla, zbývajících 40 % na udržování základních životních funkcí.

Je třeba také vzít v úvahu tělesnou zátěž. Práce kosterního svalstva je složkou energetického metabolismu, která nejvíce ovlivňuje energetický výdej člověka. Zatímco v klidu využívají svaly asi 1/3 celkové spotřebované energie, při lehké práci jsou to asi 2/3 a při maximální zátěži až 95 % (Hrnčířiková 2020). V tabulce níže (viz Tab. 2) srovnáváme energetický výdej různých typů aktivit dle jejich intenzity.

Termický vliv stravy představuje energii potřebnou pro trávení, odbourávání, přestavbu a ukládání přijatých živin. Liší se pro jednotlivé živiny, nicméně při smíšené stravě představuje přibližně 10 % z energetického příjmu. Energetická bilance vyjadřuje vztah mezi denním energetickým příjmem a energetickým výdejem. Pro optimální funkci a výkonnost organismu je klíčové udržovat rovnováhu mezi těmito faktory (Roubík & Šindelář 2018).

Pro správné fungování těla je také nezbytný vyvážený příjem živin a jejich poměr. Živinový trojpoměr je klíčovým konceptem ve výživě, který vyjadřuje ideální poměr mezi třemi základními makroživinami – sacharidy, bílkovinami a tuky. Tento koncept hraje důležitou roli v podpoře optimálního zdraví a fyzické výkonnosti (Vilikus 2015). U sportovců je živinový

poměr velmi individuální. Závisí na mnoha faktorech jako jsou současné sportovní a zdravotní cíle, druh pohybové aktivity, výkonnostní úroveň, pohlaví, věk a také preferovaný výživový styl (Roubík & Šindelář 2018).

Tabulka 2: Energetický výdej podle intenzity činnosti (Wildman & Miller, 2004)

INTENZITA ČINNOSTI	TYP AKTIVITY	FAKTOR AKTIVITY X BM)	ENERGETICKÝ VÝDEJ (KCAL/KG/DEN)
Velmi lehká	sezení, stání, řídič, student, hraní karet, malování, hra na hudební nástroj	(1,3 muži)	31
		(1,3 ženy)	30
Lehká	golf, péče o dítě, chůze, stolní tenis, práce v restauraci	(1,6 muži)	38
		(1,5 ženy)	35
Střední	cyklistika, tanec, tenis, práce na zahradě, chůze	(1,7 muži)	41
		(1,6 ženy)	37
Těžká	chůze do kopce, basketbal, fotbal, horolezectví	(2,1 muži)	50
		(1,9 ženy)	44
Mimořádná	Profesionální sportovci	(2,4 muži)	58
		(2,2 ženy)	51

3.3.2. Bílkoviny ve výživě sportovců

Bílkoviny mají ve výživě sportovce velký význam. Většina sportovců je chápána jako jedna z hlavních součástí tréninku. Bílkoviny jsou součástí všech tkání a fyziologických pochodů v organismu (Hrnčířiková 2020). Nacházejí se v každé buňce živých organismů a jsou potřebné pro všechny životní funkce, katalýzu metabolických reakcí, obnovu tělesné a svalové tkáně (Lemon 2011).

Bílkoviny se skládají z aminokyselin, které jsou pro život nezbytné. V lidském organismu se nachází 20 proteinogenních aminokyselin. Ty se dělí na esenciální a neesenciální (Hrnčířiková 2020). Protože lidské tělo není schopno syntetizovat všechny esenciální aminokyseliny z běžně dostupných prekurzorů v dostatečném množství, je nezbytné tyto aminokyseliny přijímat stravou. Existují potraviny, které obsahují všechny nepostradatelné aminokyseliny. Tyto potraviny mohou být označovány jako zdroje plnohodnotných bílkovin. Příkladem jsou živočišné zdroje, jako je drůbež, ryby, maso, vejce a mléčné výrobky. V rostlinných zdrojích se nachází jen malé množství těchto esenciálních aminokyselin (tzv.

"limitující" aminokyseliny), a proto se označují jako nekompletní bílkovinné potraviny (Lemon 2011). Většina sportovců se snaží doplnit esenciální aminokyseliny zejména ve formě BCAA doplňků (branched-chain amino acids), které jsou důležité pro optimální regeneraci a růst svalů (Vilikus 2015).

Někteří sportovci se domnívají, že pro dosažení dobrých výkonů je nezbytný vysoký příjem bílkovin. Význam této myšlenky je v dnešní době často zpochybňován. Ve skutečnosti nejsou výživová doporučení pro bílkoviny (0,8 g/kg/den) v mnoha zemích nijak upravena pro jedince, kteří pravidelně sportují, a to ani pro ty, kteří se věnují náročnému každodennímu sportovnímu tréninku (Cui et al. 2022).

Bílkoviny by měly tvořit přibližně 12–15 % z celkového energetického příjmu. Doporučená denní dávka bílkovin pro zdravé dospělé osoby činí 0,8 g/kg tělesné hmotnosti (Hrnčířiková 2020). Studie naznačují, že sportovci účastníci se intenzivního tréninku by měli během vysoké intenzity cvičení konzumovat přibližně dvojnásobek doporučené denní dávky, tedy 1,4-1,8 g/kg (Morton et al. 2018). Na základě studie Egan (2016), která se zabývá optimálním příjmem bílkovin u sportovců, byla vytvořena tabulka s doporučeným denním příjmem bílkovin (viz Tab. 3). Někteří siloví sportovci, zvláště vzpěrači a kulturisté, usilují o co největší příjem bílkovin, který může činit až 4 g/kg. Takto vysoký příjem bílkovin lidský organismus nemusí do svalových buněk zakomponovat. Přebytky bílkovin se pak mohou spalovat jako energetické substráty nebo se přeměnit na zásobní tuky. V lidském těle není proteosyntéza (tvorba bílkovin) přizpůsobena na tak vysoký příjem bílkovin (Vilikus 2015). Při stanovení optimálního množství bílkovin ve stravě sportovců je důležité zohlednit kvalitu bílkovin, celkový energetický příjem nebo také intenzitu a dobu tělesné zátěže (Lemon 2020; Cui et al. 2022).

Bílkoviny mají velký význam při budování svalové hmoty, a v této souvislosti se syrovátkový protein často stává preferovaným produktem na oblasti sportovní výživy. Sirovátkové bílkoviny jsou snadno stravitelné a vstřebatelné tělem, což přispívá k transportu aminokyselin do tkání, urychluje syntézu svalových vláken a podporuje regeneraci poškozených svalů. Sirovátko navíc může posílit syntézu bílkovin, podporovat imunitní systém, oddalovat únavu nebo zvýšit antioxidační kapacitu (Hrnčířiková 2020).

Po určení množství přijímaných bílkovin je stejně tak důležité správné načasování jejich příjmu. Během tréninku probíhá řada metabolických procesů v organismu, včetně katabolismu, který může ovlivnit svalové bílkoviny, zejména pokud dojde k vyčerpání svalového glykogenu. Tělo poté využívá alternativních zdrojů energie, což může zahrnovat i rozklad svalových bílkovin. Tento stav může vést ke ztrátě svalové hmoty (Vilikus 2015). Obecně doporučeným postupem při prevenci rozkladu bílkovin je jejich konzumace spolu s jednoduchými sacharidy bezprostředně po ukončení tělesné zátěže. Tímto způsobem lze chránit svalovou hmotu, podpořit růst nových svalových vláken a zajistit efektivní obnovu svalového glykogenu. Tato kombinace bílkovin a sacharidů pomáhá dodat tělu potřebné živiny pro regeneraci. Bílkoviny jsou klíčové pro opravu a růst svalové tkáně, zatímco sacharidy přispívají k obnově svalového glykogenu a poskytují energii potřebnou pro tento proces.

Společně tvoří ideální podmínky pro udržení svalové hmoty a zlepšení výkonnosti při tréninku (Roubík & Šindelář 2018).

Tabulka 3: Doporučený denní příjem bílkovin (Egan 2016)

Úroveň zátěže	Doporučený příjem (g/kg)
Rekreační sportovci	0,8-1,0
Středně vytrvalostní sportovci	1,2-1,4
Vytrvalostní sportovci	1,2-2,0
Silový sportovci	1,6-1,8

3.3.3. Sacharidy a sportovní výkon

Sacharidy jsou důležitým a zároveň největším zdrojem energie pro lidské tělo. Oproti jiným zdrojům dodávají energii svalovým vláknům relativně rychle a s menším úsilím. Sacharidy slouží také jako zásobní látky, např. inulin, škrob a glykogen (Vilikus 2015).

Sacharidy jako takové většinou tvoří 45–60 % z celkového energetického příjmu za den. Minimální doporučené denní množství sacharidů je 50 g (Hrnčířiková 2020). V případě, že je přijímané množství sacharidů menší, nastává v těle tzv. ketóza. Během ketózy se nevyužívají jako zdroj energie sacharidy, ale bílkoviny a tuky. Ideální množství přijatých sacharidů se pohybuje mezi 100–300 g za den. U sportovců se tato hodnota pohybuje v závislosti na konkrétním sportovním odvětví, druhu tréninku a úrovni výkonnosti (Vilikus 2015).

Sacharidy jsou ve stravě většinou zastoupeny ve formě polysacharidů, a to z více než 60 %. Zbytek následně tvoří oligosacharidy, disacharidy a monosacharidy (Hrnčířiková 2020). Nejvýznamnějším monosacharidem je glukóza. Glukóza představuje primární zdroj energie pro lidský organismus. Tato látka je využívána jako energie podle aktuální potřeby, ale především se ukládá do zásob ve formě glykogenu v játrech a ve svalech. (Henselmans et al. 2022). Glykogen je omezenou zásobou energie. Jeho vyčerpání vede k únavě organismu a snížení výkonnosti. Množství glykogenu ve svalu závisí na trénovanosti sportovce. U jedinců, kteří se nevěnují sportu, činí zásoba svalového glykogenu přibližně 250–300 g, zatímco u trénovaných sportovců dosahuje hodnoty mezi 400 až 700 g. Trénovanost jedince zvyšuje zásoby glykogenu ve svalech, které poskytují energii pro svalovou činnost a oddalují pocit únavy. Díky tomu může daný jedinec prodloužit dobu a intenzitu tělesné zátěže (Vilikus 2015). Obnova svalového a jaterního glykogenu je základním cílem regenerace mezi tréninku a závody (Burke et al. 2011). Nejrychleji probíhá bezprostředně po fyzické zátěži. Nejefektivnější strategií obnovy glykogenu je tedy okamžitý příjem sacharidů po cvičení a následná konzumace jídla s vysokým obsahem sacharidů v průběhu dne (Jeukendrup & Williams 2011). Celkový doporučený příjem sacharidů pro optimalizaci tréninku stanovili (Thomas et al. 2016) podle tělesné hmotnosti, fyzické náročnosti a délky tréninku. Podle této studie byla sestavena tabulka doporučeného příjmu sacharidů během dne (viz Tab. 4).

Tabulka 4: Doporučený příjem sacharidů (Thomas et al. 2016)

Denní příjem	Fyzická náročnost	Délka aktivity
3-5 g/kg	Nízká intenzita	-
5-7 g/kg	Střední intenzita	1 h
6-10 g/kg	Vytrvalostní trénink střední až vysoké intenzity	1-3 h
8-12 g/kg	Extrémně náročný trénink	4-5 a více

3.3.4 Tuky a sportovní výkon

Tuky neboli lipidy, jsou jednou ze základních živin vyskytující se v potravinách a jsou významným zdrojem energie (Hrnčířiková 2020). Základní funkcí tuků je udržení tělesné teploty a ochrana vnitřních orgánů. Nicméně mají i další, méně důležité funkce. Umožňují vstřebávání vitaminů rozpustných v tucích. Jsou nositeli různých ochranných látek, např. rostlinných sterolů nebo antioxidantů. Tuky jsou v lidském organismu uloženy převážně ve formě zásobního tuku v tukové tkáni (Vilikus 2015).

Tuky jsou největším zdrojem energie. Jeden gram tuku obsahuje 38 kJ nebo také 9 kcal. Na rozdíl od sacharidů mají několik výhod. Mají vyšší energetickou hustotu, což znamená, že v malém objemu poskytují více energie. Navíc v poměru k jejich hmotnosti obsahují více uložené energie než sacharidy (Kiens & Hawley 2011).

Doporučený příjem tuků z celkového energetického příjmu ve stravě se pohybuje v rozmezí 20–30 %. Optimální množství tuků v gramech na den pro dospělého člověka je zhruba 70–120 g. Důležitý je také poměr nasycených a nenasycených mastných kyselin. Nasycené tuky by měli tvořit maximálně 10 % z celkového příjmu. Doporučuje se také sledovat příjem omega-3 a omega-6 mastných kyselin, které jsou pro člověka esenciální. Esenciální mastné kyseliny si tělo nedokáže samo syntetizovat, a proto je třeba je v dostatečném množství přijímat stravou (Kiens et al. 2011). V posledních letech se ukázalo, že tyto kyseliny působí protizánětlivě a také pomáhají předcházet kardiovaskulárním onemocněním (Hrnčířiková 2020).

Tuky prochází složitým metabolickým procesem, a proto nejsou pro organismus pohotovým zdrojem energie. V trávicím traktu se triacylglyceroly, obsažené v potravě, rozloží na jednotlivé mastné kyseliny. Krví se pak dostávají přímo do svalů nebo do adipocytů, kde uvolňují mastné kyseliny. Než se mastné kyseliny dostanou do svalu a dojde k jejich převedení na energii, jsou několikrát rozloženy na triglyceridy a opět složeny zpátky (Thomas et al. 2016).

Velké, téměř neomezené zásoby tuku v těle ve vztahu k dostupným zásobám sacharidů z něj činí atraktivní cíl pro prodloužení vytrvalostního cvičení. To znamená, že zvýšení hydrolýzy triacylglycerolu a následná oxidace volných mastných kyselin by měly ušetřit omezené zásoby glykogenu. Problém spočívá v tom, že organismus nemá dostatečnou

metabolickou kapacitu (dostatek enzymů) k jejich energetickému využití (β -oxidaci) ani k jejich přeměně (Kiens & Hawley 2011).

Vytrvalostně trénovaný sportovec je schopen spalovat více tuků než jedinec, který není trénován. Tato zvýšená schopnost využití tuků jako energie během tělesné zátěže je částečně důsledkem pravidelného tréninku. I když jsou v těle rozsáhlé zásoby vlastních lipidů, schopnost oxidovat mastné kyseliny během cvičení je omezená (Lowery 2004). Na rozdíl od sacharidů, které jsou spalovány podle aktuálních potřeb svalu, tělo nemá mechanismy, které by mohly zvýšit dostupnost a využití mastných kyselin podle okamžité potřeby energie. Proto jsou tuky využívaným zdrojem energie převážně v klidovém režimu nebo aerobním cvičení (Muscella et al. 2020).

3.3.1 Voda a sportovní výkon

Voda je největší složkou lidského těla a její celkový obsah se pohybuje přibližně 45-70 % celkové tělesné hmotnosti. Přestože se obsah vody v těle u jednotlivých jedinců značně liší, v tkáních je udržena na relativně konstantní úrovni. Například tuková tkáň má nízký obsah vody (10 %) a naopak svalová tkáň velmi vysoký (76 %) (Thomas et al. 2016). Celkový podíl vody v těle je tedy do značné míry určen obsahem tuku. Proto je vysoký obsah tuku spojen s nižším celkovým obsahem vody v procentech tělesné hmotnosti (Beval et al. 2019). Voda se v těle nevyskytuje jen jako obyčejná voda. V tělesných tekutinách je v různých koncentracích rozpuštěna celá řada elektrolytů. Hlavními kationty (kladně nabitě elektrolyty) v tělesné tekutině jsou sodík, draslík, vápník a hořčík. Naopak hlavními anionty (záporně nabitě elektrolyty) jsou chlorid a hydrogenuhličitan. Umístění těchto elektrolytů v tělesné vodě není v jednotlivých tělních oddílech jednotné. V ECW je hlavním elektrolytem sodík, zatímco draslík je přítomen v mnohem nižších koncentracích. V ICW je situace opačná. Hlavním elektrolytem je draslík, přičemž sodík se vyskytuje v mnohem nižších koncentracích (Shirreffs 2011).

Udržování euhydratace, tedy stavu, kdy se voda v těle udržuje v optimálním homeostatickém rozmezí, je pro organismus nezbytné (Beval et al. 2019). Vhodná hydratace přispívá k optimálnímu zdraví a výkonnosti při cvičení. Kromě obvyklých denních ztrát vody dýcháním, z gastrointestinálního traktu a ledvin musí sportovci nahrazovat ztráty způsobené pocením. Pocení napomáhá odvádět teplo, které vzniká jako vedlejší produkt při svalové práci. Často je zhoršováno podmínkami prostředí, a pomáhá tak udržovat tělesnou teplotu v přijatelných mezích. Dominantní složkou potu je voda, dále v menším množství sodík, draslík, vápník a hořčík. Sportovci by měli usilovat o udržování správného množství tekutin před, během a po cvičení, aby zajistili optimální tělesné funkce, výkonnost a pocit pohody (Thomas et al. 2016).

Pocení je velmi variabilní složkou výdeje vody. Obvykle se maximální množství potu pohybuje v rozmezí 2–3 l/hod. Intenzita pocení závisí na klimatu, objemu fyzické aktivity, procentu tělesného tuku a na fyzické zdatnosti (Vilikus 2015).

Během tréninku může docházet k redukci tělesné hmotnosti až o 2–3 % (Shirreffs 2011). Při ztrátě tekutin odpovídající 1 % tělesné hmotnosti dochází k mírnému vzestupu tělesné teploty. U ztráty 1–2 % tělesné hmotnosti se zhoršuje výkon ať již rychlostní, silový

nebo vytrvalostní. Teprve při tomto stupni odvodnění se dostaví žízeň (Thomas et al. 2016). Při ztrátě odpovídající 5 % tělesné hmotnosti se dostavují křeče, třes, suchost jazyka, pocit zvracení a sportovní výkon klesá o 20–30 % (Beval et al. 2019). U sportů s váhovými kategoriemi je to poměrně častý jev, někdy dokonce podporovaný zakázanými diuretiky. Ztráta tekutin v rozmezí 6–10% tělesné hmotnosti již vede k závratím, bolestem hlavy a pocitu vyčerpání. Mohou se také objevit halucinace, zastavuje se tvorba moči a potu a může dojít k oběhovému selhání a k ohrožení života sportovce (Vilikus 2015).

Důležité je také načasování pitného režimu před, během a po tréninku. Sportovci mohou dosáhnout euhydratace před výkonem přijmutím tekutin v objemu 5–10 ml/kg tělesné hmotnosti během 2–4 hodin před výkonem (Thomas et al. 2016). Různorodost sportovního tréninku a soutěží, včetně intenzity, délky trvání, frekvence a podmínek prostředí znamená, znamená, že poskytování konkrétních doporučení ohledně objemů a složení nápojů a způsobů jejich příjmu je téměř nemožné. (Shirreffs 2011). Cílem pitného režimu během cvičení by mělo být zabránit nadměrným (>2 %) ztrátám tělesné hmotnosti a zabránit změnám elektrolytové rovnováhy (Beval et al. 2019).

Mezi vhodné nápoje přijímané během cvičení patří hypotonické a isotonické nápoje, ovocné čaje nebo také voda slazená glukózou. Hypotonické nápoje slouží k hydrataci a rychlému doplnění tekutin při sportovní aktivitě. Isotonické nápoje napomáhají udržovat výkonnost při cvičení a oddalují pocit únavy (Ruiz et al. 2022). Vhodnou přísadou nápojů může být i karnitin. Při dlouhodobé vytrvalostní zátěži se také doporučuje konzumovat nápoje s aminokyselinami (BCAA). Naopak mezi nevhodné nápoje patří hypertonické minerální vody, bylinkové čaje, káva, bublinkové nápoje a limonády. Silná káva a silný čaj vedou k žludeční hypersekreci a mají diuretický účinek (Vilikus 2015).

3.4 Doplnky stravy

Profesionální sportovci často využívají doplňky stravy ke zvýšení efektivity svého sportovního výkonu. Na trhu je široká škála přírodních doplňků stravy, které sportovci využívají ke zlepšení výkonu a regeneraci (Kaufman et al. 2022). Je však důležité si uvědomit, že sportovní výkon je ovlivněn genetickými predispozicemi, dlouhodobým tréninkem, optimální výživou, regenerací a dalšími faktory, které nelze pouhým užíváním doplňků stravy nahradit. Přesto může správné zařazení doplňků stravy pomoci při zátěži, urychlení regenerace a v některých specifických případech také ke zlepšení dosavadního výkonu.

Pro sportovce je důležité rozlišovat doplňky stravy podle jejich typu účinku a účelu (Garthe & Maughan 2018). Podpora závodního výkonu nebo intenzivního tréninkového zatížení zahrnuje látky jako je kofein nebo kreatin. Další oblastí, kde doplňky mohou být prospěšné, je podpora regenerace, kterou zajišťují například sacharidy, bílkoviny a aminokyseliny s rozvětveným řetězcem (BCAA). Doplnky stravy také slouží k podpoře zdraví a vitality. Mezi ně patří omega-3 mastné kyseliny, vitamíny, minerální látky a antioxidanty. Správné používání těchto doplňků může pomoci sportovcům maximalizovat jejich výkonnost

a podporovat jejich zdraví v průběhu tréninku a soutěžení. Byli vybrány a popsány nejdůležitější doplňky stravy (Kumstát & Hlinský 2020).

Kofein

Suplementace kofeinem je běžnou praxí mezi sportovci, kteří usilují o zvýšení své výkonnosti během tréninku a soutěží. Kofein je známý stimulant, který může zvýšit energii a vytrvalost. Sportovci často užívají kofeinové doplňky před výkonem, aby zlepšili svou fyzickou výkonnost a mentální soustředění (Lopes-Silva et al. 2022). Kofein se přirozeně vyskytuje v různých rostlinách, jako jsou kávové nebo kakaové boby, listy čajovníku, plody rostliny guarana a ořechy koly. Nejvýznamnějšími zdroji kofeinu ve výživě jsou káva, černý čaj, kolové a energetické nápoje nebo kofeinem obohacené doplňky stravy. Kofein stimuluje nervovou soustavu, oddaluje fyzickou i duševní únavu, zvyšuje koncentraci a paměť, stimuluje oběhový a respirační systém. Snižuje také míru vnímání únavy při zátěži. Kofein je po příjmu trávicím traktem rychle vstřebán a během 10–20 minut je vstřebán až do krve (Vilikus 2015). Stimulační účinek kofeinu na centrální nervovou soustavu spočívá v jeho schopnosti ovlivňovat hladiny mozkových neurotransmiterů. Kofein působí jako tzv. antagonist adenosinu. Adenosin je látka, která reguluje aktivity mozku, snižuje bdělost a aktivitu člověka. Kofein blokuje specifické adenosinové receptory v nervové tkáni včetně mozku, působí tak protichůdně, antagonisticky, a udržuje organismus ve stavu bdělosti (Kumstát & Hlinský 2020). Doporučené dávkování kofeinu se obvykle pohybuje 3–6 mg na kilogram tělesné hmotnosti, podávané přibližně 30–60 minut před výkonem. Důležité je však respektovat individuální toleranci kofeinu a případné negativní účinky. Příliš vysoké dávky kofeinu mohou vést k nepříjemným vedlejším účinkům, jako je nervozita, neklid, nepravidelný srdeční rytmus nebo nespavost. Každý sportovec může reagovat na kofein jinak, a proto je důležité experimentovat s dávkováním a časováním, aby bylo zjištěno, co funguje nejlépe pro konkrétní jednotlivce (Garthe & Maughan 2018).

Kreatin

Kreatin je jedním z nejpoužívanějších doplňků stravy mezi vysoce trénovanými sportovci na různých úrovních. Jedná se o nebílkovinný derivát aminokyseliny, který je přirozeně produkován především játry nebo ledvinami a nachází se také v potravinách, jako je červené maso a mořské plody. Suplementace kreatinu spočívá ve zvýšení množství kreatinfosfátu, což je vysokoenergetická forma energie v kosterních svalech, která umožňuje rychlou fosforylaci ATP a zvyšuje tak cyklickou kontrakci svalových vláken (Vilikus 2015). To umožňuje buňkám ukládat kreatinfosfát pro vysoce intenzivní činnosti, a to přibližně během prvních 10 sekund od zahájení aktivity. Suplementace kreatinem má řadu funkcí, včetně jeho vlivu na tělesné složení sportovců. Zvyšuje svalovou hmotu prostřednictvím zvýšené hypertrofie kosterního svalstva, což vede k nárůstu objemu svalové tkáně (Kaufman et al. 2022).

Proteinové suplementy

Bílkoviny a aminokyseliny jsou často používané jako doplňky stravy pro sportovce, kteří chtějí optimalizovat svou výživu a podpořit svůj trénink a regeneraci. Suplementace bílkovinami může hrát klíčovou roli v podpoře svalového růstu a regenerace. Pro sportovce účastníci se intenzivního tréninku nebo soutěží je důležité zajistit dostatečný příjem bílkovin, aby podpořili svalový růst a regeneraci (Cui et al. 2022). Existuje mnoho různých typů bílkovinných doplňků, včetně syrovátkového proteinu, kaseinu, sójového proteinu a rostlinných bílkovin. Důležitá je i suplementace BCAA, která podporuje svalový růst a regeneraci. Může být zvláště užitečná při tréninku na lačný žaludek nebo při dlouhodobých aktivitách, které zvyšují riziko rozkladu svalů (Garthe & Maughan 2018). BCAA jsou specifickou skupinou aminokyselin s rozvětvenou strukturou postranního řetězce, konkrétně leucin, izoleucin a valin. Tyto esenciální aminokyseliny jsou během námahy oxidovány a předpokládá se, že jejich suplementace prodlužuje zdroje energie a chrání před poškozením a únavou svalů (Kaufman et al. 2022). Doporučené dávkování BCAA se obvykle pohybuje kolem 5–10 gramů denně a je zpravidla rozdělena do 2–3 dávek během dne. Sportovci často konzumují jednu porci před tréninkem, jednu během tréninku a další po tréninku, aby maximalizovali účinky BCAA na svalovou regeneraci a ochranu před rozkladem svalové hmoty (Garthe & Maughan 2018).

Sacharidové doplňky

Sacharidové doplňky používají zejména sportovci jako součást jejich stravovacího režimu, zejména před, během a po fyzické aktivitě. Tyto doplňky jsou zaměřeny na poskytnutí rychlého a snadno dostupného zdroje energie pro svaly. Mezi nejběžnější formy sacharidových doplňků patří glukóza, maltodextrin a gainer. Glukóza je jednoduchý cukr, který je rychle vstřebáván do krevního oběhu a poskytuje okamžitou energii. Maltodextrin je komplexní sacharid složený z krátkých řetězců glukózy, který poskytuje dlouhodobou energii (Vilikus 2015). Gainery jsou kategorie produktů sportovní výživy s vysokým obsahem živin, hlavně sacharidů a bílkovin v různém poměru. Výsledná směs je tedy bohatá na energii. Slouží tak k jejímu doplnění nebo ke zvýšení energetického příjmu. Užívání gaineru je vhodné hlavně pro sportovce, kteří chtějí nabrat tělesnou hmotnost, urychlit regeneraci a budovat svalovou hmotu. Sacharidové doplňky jsou obzvláště užitečné před dlouhodobou nebo intenzivní fyzickou aktivitou, kdy je potřeba dodat organismu dostatek energie pro optimální výkon (Garthe & Maughan 2018).

4. Materiál a metody

4.1 Charakteristika souboru

Soubor tohoto výzkumu tvořilo 10 (n= 10) elitních judistů, mužů ve věku od 21 do 23 let (viz Tab. 5). Všichni jedinci jsou v širším výběru české reprezentace juda a účastní se vrcholových soutěží. Během měření se tři účastníci zranili nebo z časových důvodů nemohli absolvovat všechna měření, a proto nebyli zahrnuti do výsledků. Výsledný soubor tedy zahrnuje 7 účastníků.

Tabulka 5: Charakteristika souboru

	PRŮMĚR	SMĚRODATNÁ ODCHYLKA
Věk	22,4	± 0,9
Výška (cm)	181,5	± 2,4
Hmotnost (kg)	87,9	± 9,7
Tuk (%)	8,9	± 5,0
BMI (kg/m²)	26,6	± 2,8

4.2 Metody sběru dat

Měření probíhalo v pražském klubu USK (Univerzitní sportovní klub). Ke sběru dat byla použita bioimpedanční analýza pomocí přístroje TANITA MC-980 MA Plus (viz Obr. 7). Jedinci byli vždy poučeni a seznámeni s následujícími pravidly a podepsali informovaný souhlas před začátkem měření.

- Nekonzumujte alkohol 48 hodin před měřením.
- Nekonzumujte jídla a nápoje (obzvláště s obsahem kofeinu) 4 hodiny před testem.
- Přijďte dobře hydratovaní.
- Vyprázdněte močový měchýř 30 minut před měřením.
- Užívání diuretik může významně ovlivnit přesnost měření. V případě, že užíváte tuto medikaci a není pro vás její krátkodobé vynechání ohrožující, udělejte tak na dobu 7 dní před měřením.
- Jste-li nemocní (nachlazení, chřipka, zánět apod.), vyhněte se raději měření. Nemoc může ovlivnit aktuální stav hydratace a tím i přesnost měření.



Obrázek 7: Tanita MC-980 MA Plus

4.2.1 Měření vlivu příjmu tekutin na naměřené hodnoty

Měření vlivu příjmu tekutin na parametry stanovené metodou BIA metodou bylo vždy prováděno v ranních hodinách na lačno. Jedinci byli měřeni za stejných podmínek, na lačno, ve spodním prádle, chodidla řádně na elektrodách, paže od mírně od sebe. Po prvním měření jedinci vypili 500 ml čisté vody. Po dvaceti minutách proběhlo druhé měření za identických podmínek. Toto měření se konalo celkem třikrát.

4.2.2 Měření vlivu příjmu potravy na naměřené hodnoty

Měření vlivu příjmu potravy na naměřené tělesné parametry metodou BIA bylo prováděno v ranních hodinách na lačno. První měření proběhlo za stejných podmínek jako u příjmu vody. Po prvním měření měli jedinci připravené jídlo, které se skládalo z obložené bagety a jogurtu. Připravené jídlo bylo zvoleno na dvou základech. Za prvé, volba jídla se musela přizpůsobit faktu, že jedinci po tomto měření absolvovali svůj tréninkový program, a proto připravené jídlo muselo být lehké a snadno stravitelné. Za druhé, jídlo bylo zvolené tak, aby splňovalo zásady zdravého stravování a výživový trojpoměr. Suroviny byly zaznamenány v programu *Nutriservis profesional*, kde byla vypočítána jejich energetická bilance. Seznam surovin a jejich energetická bilance byl znázorněn na obrázku (viz Obr.8). Toto měření bylo také třikrát opakováno za stejných podmínek.

Množství	Název	Energie [kcal]	Energie [kJ]	Bílkoviny [g]	Tuky [g]	Sacharidy [g]
Snídaně		677	2 837	42,63	17,48	81,75
120 g	Ciabatta	300	1 260	10,68	0	60
50 g	Ricotta	87	364,5	5,65	6,5	1,5
20 g	Sýr polotvrdý Cheddar President 35 g tuku	83,4	349,2	5	7	0,1
40 g	Prosciutto cotto	43,2	180,4	7,6	1,2	0,4
20 g	Sušená rajčata Baresa (Lidl)	32,6	134,8	0,6	2,38	1,4
130 g	Skyr vanilka Milko	130	544,7	13	0,39	18,2
5 g	Polníček salát	0,8	3,4	0,1	0,01	0,15

Obrázek 8: Seznam potravin a jejich nutriční hodnoty

(upraveno dle: <https://www.nutriservis.cz>)

4.2.3 Měření vlivu tělesné zátěže

Měření vlivu tělesné zátěže na parametry stanovené metodou BIA bylo měřeno v odpoledních hodinách před tréninkem juda. Jedinci před měřením nejedli 4 h. Trénink se skládal z rozcvičky (10'), gymnastiky (10'), intervalového cvičení (20') a cvičného zápasu 8x4 minuty. Celý trénink trval 90 minut. Druhé měření proběhlo do dvaceti minut po ukončení tréninku. Měření vlivu tělesné zátěže bylo taktéž měřeno celkem třikrát za identických podmínek.

4.2.4 Dotazníkové šetření

V rámci diplomové práce bylo provedeno dotazníkové šetření, které se zaměřovalo na stravovací návyky, pitný režim a užívání doplňků stravy u probandů, kteří se účastnili měření BIA. Dotazník byl vytvořen prostřednictvím platformy Google Formuláře, což umožnilo snadný a efektivní sběr dat. Výsledky z dotazníkového šetření byly následně vyhodnoceny a porovnány s výsledky měření. Tímto způsobem byla získána doplňující data, která přispěla k celkovému pochopení vztahů mezi stravovacími návyky, pitným režimem a tělesným složením měřených jedinců. Kompletní grafické znázornění odpovědí dotazníkového šetření bylo přiloženo do příloh.

4.3 Statistické metody

Statistické vyhodnocení výsledků bylo provedeno s využitím několika nástrojů, včetně programu Microsoft Excel a specializovaného statistického softwaru STATISTICA 12. Pro analýzu změn před a po určitém zásahu jsme použili párový t-test pro závislé vzorky. Tento statistický test je vhodný pro porovnání dvou podmínek nebo opakovaných měření u stejných jedinců. Data byla připravena v tabulkách v Excelu a následně importována do programu

STATISTICA 12, kde byl proveden párový t-test. Tento test nám umožnil posoudit, zda jsou rozdíly mezi dvěma měřeními statisticky významné.

5. Výsledky

Tato část se zaměřovala na vyhodnocení získaných dat z měření provedených pomocí metody bioimpedanční analýzy, přístrojem Tanita 980-MC MA Plus. Byly hodnoceny rozdíly před a po vlivu příjmu potravy, tekutin a tělesné zátěže v naměřených hodnotách u celkové tělesné hmotnosti, celkové tělesné vody, tukové a svalové hmoty. Výsledky jsou zpracovány v přehledných tabulkách doplněné o příslušné grafy, které zahrnují chybové úsečky v rámci opakování měření. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v průměrných hodnotách ze tří opakování měření (n=3), doplněné o směrodatné odchytky ($\bar{x} \pm SD$). Dále byl zaznamenán rozdíl mezi měřenými jednotkami (kg) a procentuálním rozdílem. V posledním sloupci každé tabulky byla vyhodnocena hladina statistické významnosti ($p < 0,05$). Poslední část zahrnovala vyhodnocení výsledků dotazníkového šetření.

5.1 Vyhodnocení vlivu příjmu potravy

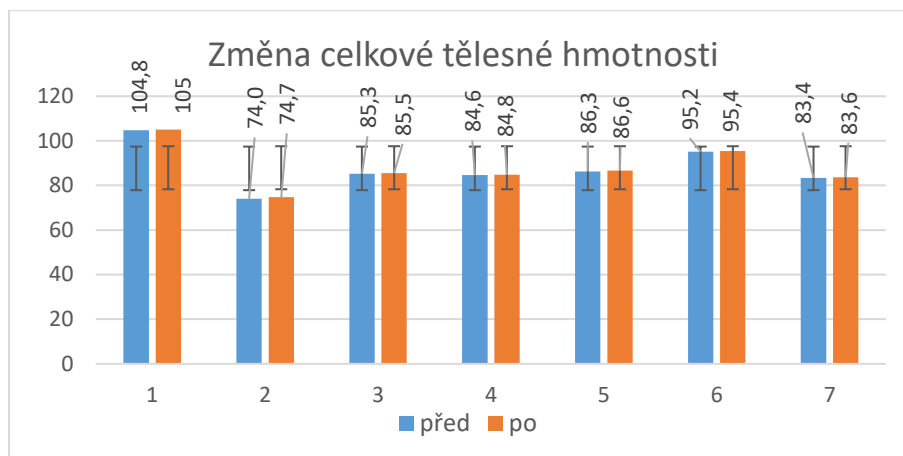
Tato část se zaměřuje na vyhodnocení vlivu příjmu potravy na vybrané parametry měřené metodou bioimpedance. V rámci této diplomové práce byly sledovány změny hodnot v tělesném tuku, celkové tělesné hmoty, celkové tělesné vody a svalové hmoty bezprostředně po příjmu potravy.

5.1.1 Celková tělesná hmotnost

Z výsledků měření celkové tělesné hmotnosti (viz Tab. 6); (Graf 1) mezi prvním a druhým měřením lze pozorovat mírný nárůst hmotnosti u všech probandů. Průměrný rozdíl mezi prvním a druhým měřením činí 0,27 %, což odpovídá přibližně 0,24 kg. Tento nárůst hmotnosti byl způsoben přijetím potravy před druhým měřením. Celkově lze tedy říci, že přijetí potravy vyvolalo mírný nárůst hmotnosti u všech probandů. Výsledky p-hodnoty jsou nižší než úroveň hladiny významnosti 0,05, což naznačuje statistickou významnost rozdílu mezi měřeními před a po příjmu potravy. Tento výsledek ukazuje, že příjem potravy mělo statisticky významný vliv na celkovou tělesnou hmotnost.

Tabulka 6: Vliv příjmu potravy na celkovou tělesnou hmotnost (kg)

	VSTUP	VÝSTUP	ROZDÍL (KG)		P <0,05
Proband 1	104,8 ± 0,9	105,1 ± 1,0	0,3	0,22 %	
Proband 2	74,4 ± 1,0	74,7 ± 1,0	0,3	0,36 %	
Proband 3	85,3 ± 1,0	85,5 ± 1,0	0,2	0,31 %	
Proband 4	84,6 ± 0,8	84,8 ± 0,8	0,2	0,26 %	
Proband 5	86,3 ± 0,9	86,6 ± 0,9	0,3	0,27 %	
Proband 6	95,2 ± 0,7	95,4 ± 0,7	0,2	0,24 %	
Proband 7	83,4 ± 0,8	83,6 ± 0,8	0,2	0,27 %	
Průměr			0,24 kg	0,27 %	0,00000



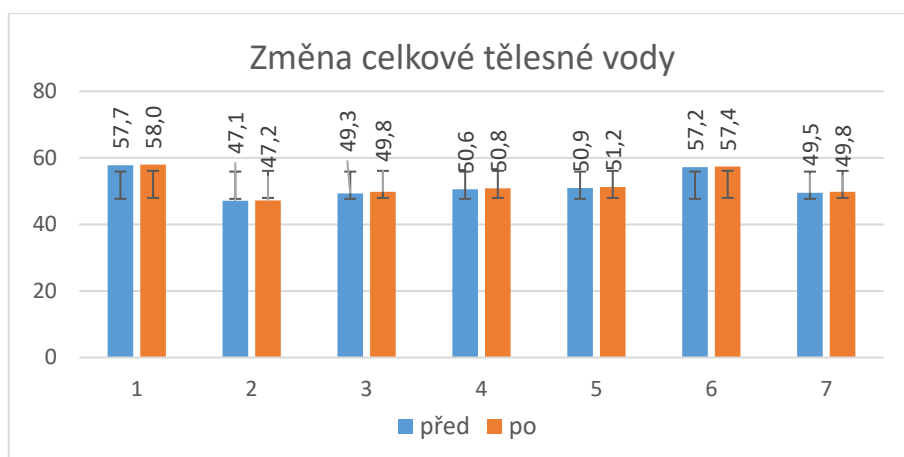
Graf 1: Změna celkové tělesné hmotnosti

5.1.2 Celková tělesná voda

Z výsledků měření celkové tělesné vody (viz Tab. 7); (Graf 1) mezi prvním a druhým měřením lze pozorovat mírný nárůst u všech probandů. Průměrný rozdíl mezi prvním a druhým měřením činí 0,26 %, což odpovídá přibližně 0,23 kg. Celkově lze tedy říci, že příjem potravy vyvolalo mírný nárůst celkové tělesné vody u všech probandů. Výsledky p-hodnoty jsou nižší než úroveň hladiny významnosti 0,05, což naznačuje statistickou významnost rozdílu mezi měřeními před a po příjmu potravy. Tento výsledek ukazuje, že příjem potravy měl statisticky významný vliv na celkovou tělesnou vodu.

Tabulka 7: Vliv příjmu potravy na celkovou tělesnou vodu (kg)

	VSTUP	VÝSTUP	ROZDÍL (KG)		P <0,05
Proband 1	57,7 ± 1,1	57,9 ± 0,1	0,2	0,19 %	
Proband 2	47,1 ± 0,7	47,2 ± 0,9	0,1	0,13 %	
Proband 3	49,3 ± 0,4	49,7 ± 0,4	0,4	0,47 %	
Proband 4	50,6 ± 0,3	50,8 ± 0,6	0,2	0,23 %	
Proband 5	50,9 ± 0,4	51,2 ± 0,1	0,3	0,35 %	
Proband 6	57,2 ± 0,4	57,3 ± 0,3	0,1	0,10 %	
Proband 7	49,5 ± 0,8	49,8 ± 0,3	0,3	0,35 %	
Průměr			0,23 kg	0,26 %	0,00107



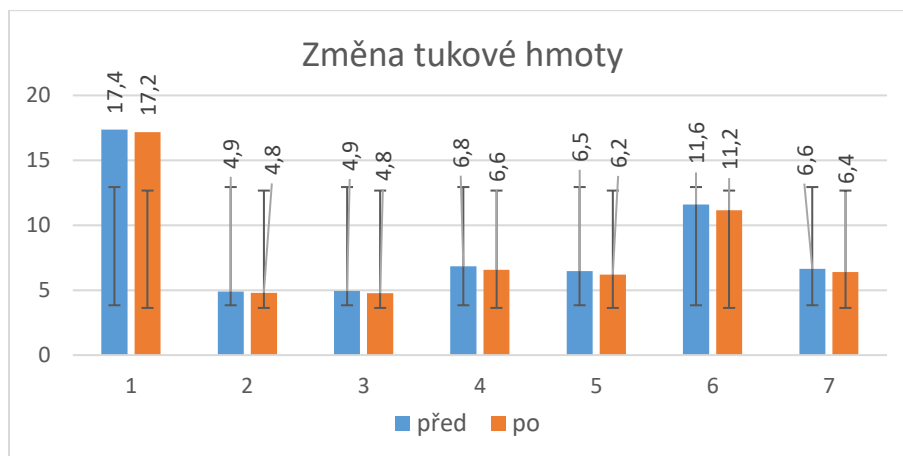
Graf 2: Změna celkové tělesné vody

5.1.3 Tuková hmota

Hodnoty celkové tukové hmoty se po přijetí potravy u všech účastníků snížily (viz Tab.8; Graf 3). Tato snížení se pohybují od 0,13 % do 0,51 %, tedy poměrně v nízkém rozsahu. Průměrně se tuková hmota snížila o 0,27 %. Nízká hodnota hladiny významnosti ($p < 0,05$) naznačuje, že existuje statisticky významný rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami tukové hmoty u účastníků. Jinými slovy, přijetí potravy mělo vliv na změnu tukové hmoty.

Tabulka 8: Vliv příjmu potravy na hodnoty tukové hmoty (kg)

	VSTUP	VÝSTUP	ROZDÍL (KG)		P < 0,05
Proband 1	17,3 ± 0,6	17,1 ± 0,5	-0,2	-0,19 %	
Proband 2	4,9 ± 0,4	4,8 ± 0,2	-0,1	-0,13 %	
Proband 3	4,9 ± 0,5	4,7 ± 0,3	-0,2	-0,23 %	
Proband 4	6,8 ± 0,6	6,5 ± 0,5	-0,3	-0,34 %	
Proband 5	6,4 ± 1,2	6,2 ± 1,1	-0,2	-0,23 %	
Proband 6	11,6 ± 1,2	11,1 ± 1,1	-0,5	-0,51 %	
Proband 7	6,6 ± 1,1	6,4 ± 1,2	-0,2	-0,23 %	
Průměr			-0,24 kg	-0,27 %	0,14154



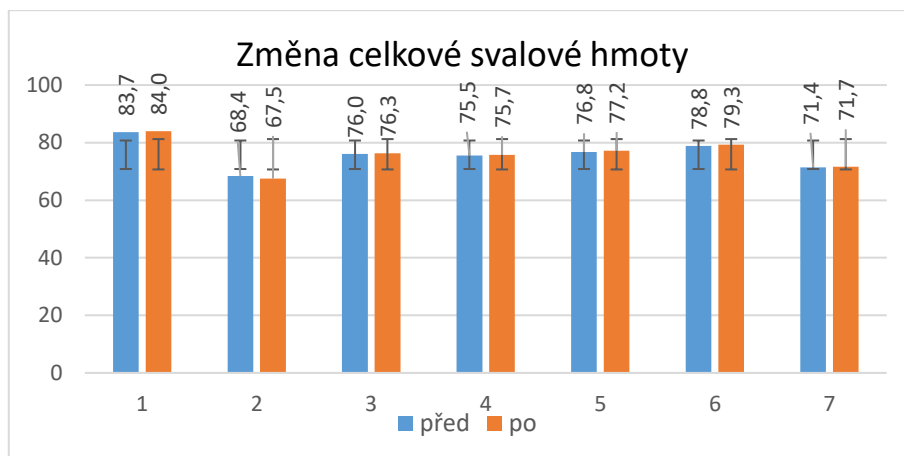
Graf 3: Změna tukové hmoty

5.1.4 Svalová hmota

Výsledky ukazují, že příjem potravy měl minimální vliv na hodnoty svalové hmoty účastníků (viz Tab.9; Graf 4). V průměru došlo ke zvýšení svalové hmoty o 0,42 %, a to v rozmezí 0,3–0,5 kg. Výsledek p-hodnoty je vyšší než určená hladina významnosti ($p < 0,05$). To naznačuje, že neexistuje významný statistický rozdíl mezi měřeními před a po příjmu potravy. Závěrem lze říci, že příjem potravy bezprostředně před měřením neměl významný vliv na svalovou hmotu.

Tabulka 9: Vliv příjmu potravy na hodnoty svalové hmoty (kg)

	VSTUP	VÝSTUP	ROZDÍL (KG)		P <0,05
Proband 1	83,6 ± 0,6	83,9 ± 0,8	0,3	0,28 %	
Proband 2	68,3 ± 1,7	68,7 ± 1,2	0,4	0,52 %	
Proband 3	76,0 ± 0,7	76,3 ± 0,6	0,3	0,35 %	
Proband 4	75,4 ± 0,4	75,7 ± 0,2	0,3	0,34 %	
Proband 5	76,7 ± 1,4	77,2 ± 1,3	0,5	0,59 %	
Proband 6	78,8 ± 0,5	79,3 ± 0,3	0,5	0,51 %	
Proband 7	71,3 ± 0,8	71,6 ± 0,9	0,3	0,35 %	
Průměr			0,37 kg	0,42 %	0,36612



Graf 4: Změna svalové hmoty

5.2 Vyhodnocení vlivu příjmu tekutin

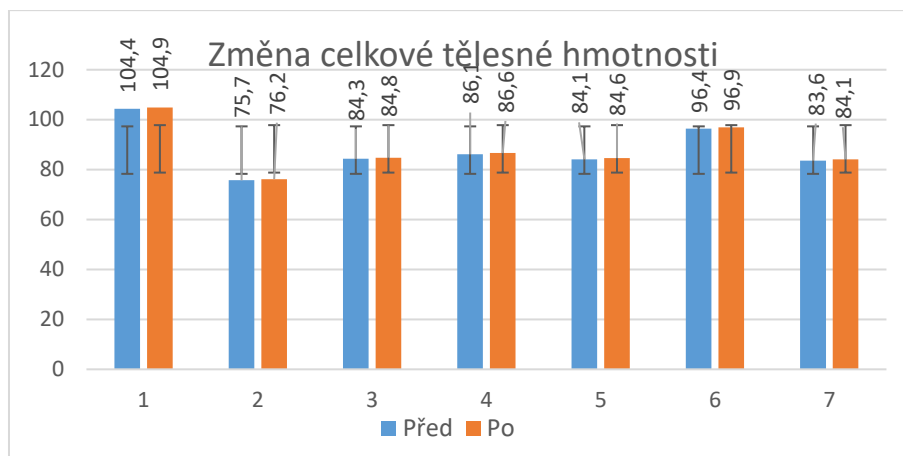
Tato část práce je zaměřena na vyhodnocení vlivu příjmu tekutin na vybrané tělesné parametry stanovené bioimpedanční metodou (BIA). V rámci této diplomové práce byla provedena analýza změn parametrů měřených touto metodou před a po příjmu 500 ml vody. Cílem této analýzy je porozumět, jaký vliv má hydratace na změny složení těla, a to konkrétně na celkovou tělesnou hmotu, celkovou tělesnou vodu, úroveň tělesného tuku a svalovou hmotu.

5.2.1 Celková tělesná hmotnost

Z výsledků měření celkové tělesné hmotnosti (viz Tab.10; Graf 5) mezi prvním a druhým měřením lze pozorovat mírný nárůst hmotnosti u všech probandů. Průměrný rozdíl mezi prvním a druhým měřením činí 0,57 %, což odpovídá přibližně 0,45 kg. Tento nárůst hmotnosti je způsoben přijetím 500 ml vody před druhým měřením. Celkově lze tedy říci, že přijetí 500 ml vody vyvolalo mírný a očekávatelný nárůst hmotnosti u všech probandů, který je zřejmý z rozdílů naměřených hodnot mezi dvěma měřeními. Výsledky statistické analýzy naznačují významný rozdíl mezi hodnotami celkové tělesné hmotnosti před a po příjmu tekutin, přičemž p-hodnota je nižší než 0,05. Tyto výsledky naznačují, že příjem tekutin má vliv na celkovou tělesnou hmotnost.

Tabulka 10: Vliv příjmu tekutin na celkovou tělesnou hmotnost (kg)

	VSTUP	VÝSTUP	ROZDÍL (KG)		P <0,05
Proband 1	104,4 ± 1,1	104,8 ± 1,1	0,4	0,47 %	
Proband 2	75,7 ± 0,6	76,2 ± 0,4	0,5	0,66 %	
Proband 3	84,3 ± 0,4	84,8 ± 0,4	0,5	0,59 %	
Proband 4	86,1 ± 0,3	86,6 ± 0,4	0,5	0,58 %	
Proband 5	84,1 ± 0,5	84,6 ± 0,5	0,5	0,59 %	
Proband 6	96,4 ± 0,5	96,9 ± 0,5	0,5	0,51 %	
Proband 7	83,6 ± 0,6	84,1 ± 0,5	0,5	0,59 %	
Průměr			0,45 kg	0,57 %	0,0000



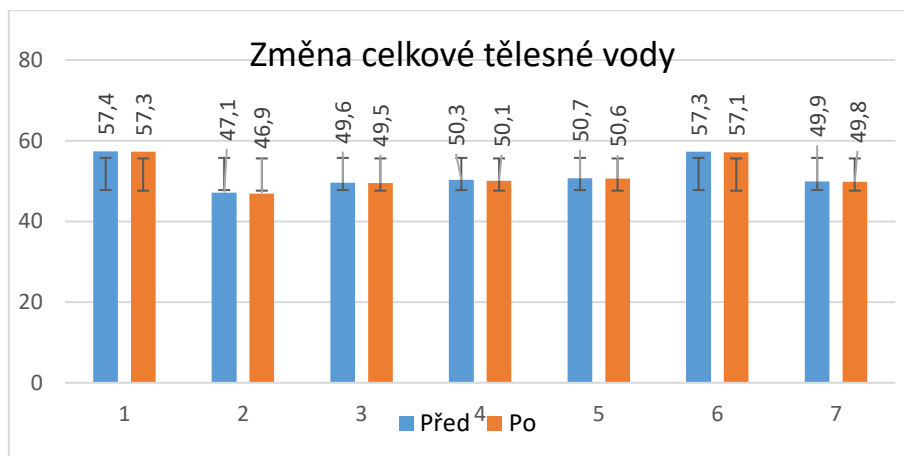
Graf 5: Změna celkové tělesné hmotnosti

5.2.2 Celková tělesná voda

Zhodnocení výsledků měření ukazuje, že přijetí 500 ml vody nemělo významný vliv na celkovou tělesnou vodu u většiny probandů (viz Tab.11; Graf 6). Většina jednotlivců vykazuje minimální snížení naměřených rozdílů, které jsou blízké nule. Průměrný rozdíl mezi prvním a druhým měřením činí 0,17 %, což naznačuje, že přijetí vody mělo jen minimální dopad na celkovou hydrataci těla. Výsledky statistické analýzy ukazují významný rozdíl mezi hodnotami celkové tělesné vody před a po příjmu tekutin, s p-hodnotou nižší než 0,05. Tato zjištění naznačují, že příjem tekutin má vliv na celkovou tělesnou vodu.

Tabulka 11: Vliv příjmu tekutin na celkovou tělesnou vodu (kg)

	VSTUP	VÝSTUP	ROZDÍL (KG)		P <0,05
Proband 1	57,4 ± 0,4	57,3 ± 0,3	-0,1	-0,09 %	
Proband 2	47,1 ± 0,4	46,9 ± 0,5	-0,2	-0,26 %	
Proband 3	49,6 ± 0,2	49,5 ± 0,2	-0,1	-0,11 %	
Proband 4	50,3 ± 0,2	50,1 ± 0,4	-0,2	-0,23 %	
Proband 5	50,7 ± 0,1	50,6 ± 0,2	-0,1	-0,11 %	
Proband 6	57,3 ± 0,3	57,1 ± 0,4	-0,2	-0,20 %	
Proband 7	49,9 ± 0,2	49,8 ± 0,3	-0,1	-0,11 %	
Průměr			-0,14 kg	-0,17 %	0,000401



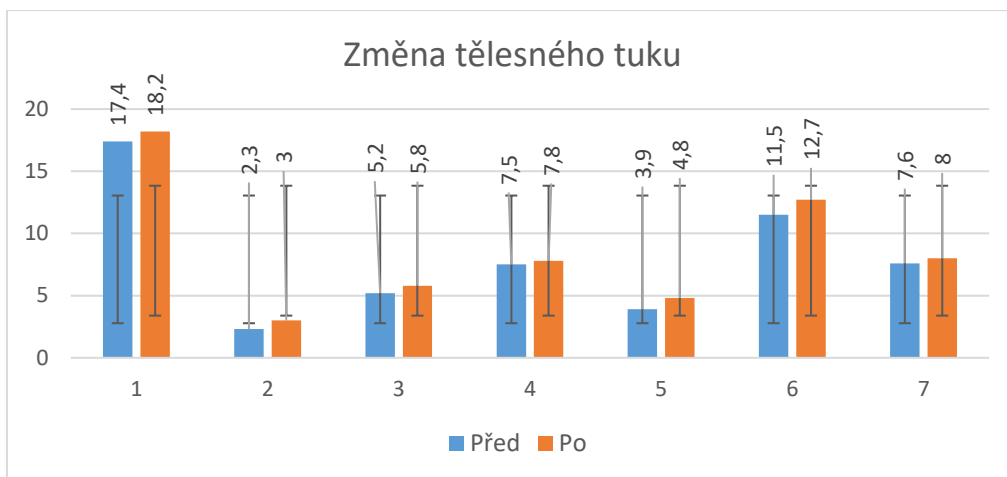
Graf 6: Změna celkové tělesné vody

5.2.3 Tělesný tuk

Výsledky měření celkového tělesného tuku po příjmu 500 ml vody ukazují, že u většiny probandů došlo k nárůstu tukové hmoty (viz Tab.12; Graf 7). Tento nárůst se pohyboval od 0,3 kg do 1,2 kg, což představuje procentuální změnu tělesného tuku od 0,47 % do 1,24 %. Průměrný rozdíl mezi prvním a druhým měřením činí 0,7 kg, což představuje 0,79 % změny v celkovém tělesném tuku. Tyto výsledky naznačují, že příjem 500 ml vody může mít vliv na měření celkového tělesného tuku, přičemž tento vliv je individuálně variabilní. V analýze tukové hmoty byl nalezen významný rozdíl mezi hodnotami před a po příjmu potravy, jak naznačuje p-hodnota menší než 0,05. Tato zjištění nasvědčují tomu, že příjem potravy má vliv na tukovou hmotu.

Tabulka 12: Vliv příjmu tekutin na hodnoty tělesného tuku (kg)

	VSTUP	VÝSTUP	ROZDÍL (KG)		P <0,05
Proband 1	17,4 ± 0,2	18,2 ± 0,3	0,8	0,76 %	
Proband 2	2,3 ± 0,1	3,0 ± 0,1	0,7	0,92 %	
Proband 3	5,2 ± 0,2	5,8 ± 0,2	0,6	0,71 %	
Proband 4	7,5 ± 0,2	7,8 ± 0,1	0,3	0,34 %	
Proband 5	3,9 ± 0,2	4,8 ± 0,7	0,9	1,07 %	
Proband 6	11,5 ± 1,2	12,7 ± 1,6	1,2	1,24 %	
Proband 7	7,6 ± 0,5	8,0 ± 0,4	0,4	0,47 %	
Průměr			0,7 kg	0,79 %	0,000914



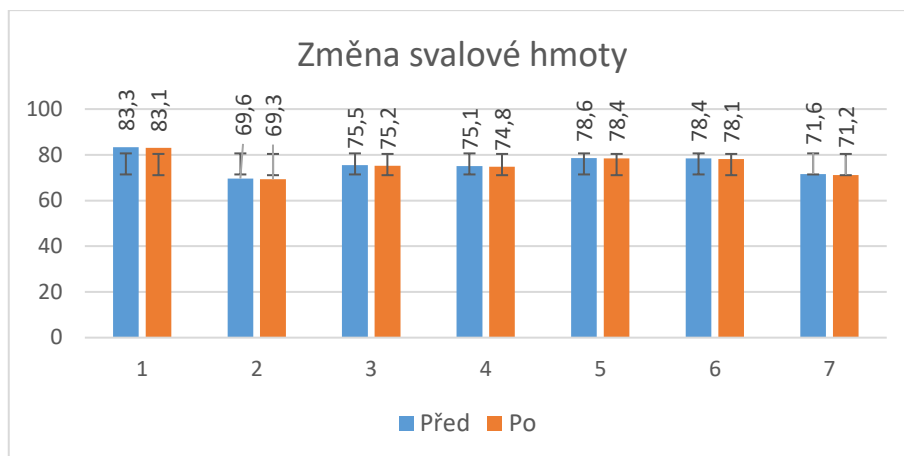
Graf 7: Změna tělesného tuku

5.2.4 Svalová hmota

Analýza výsledků ukázala, že všichni účastníci vykazují pokles svalové hmoty po příjmu 500 ml vody (viz Tab.13; Graf 8). Tento pokles se pohybuje v rozmezí 0,19 % až 1,66 %, s průměrným snížením o 0,59 %. Je důležité si uvědomit, že přestože u všech jedinců došlo ke snížení svalové hmoty, snížení není u všech jedinců stejné. U některých jedinců bylo snížení větší než u ostatních. Ve statistické analýze byl nalezen významný rozdíl mezi hodnotami před a po příjmu potravy, jak naznačuje p-hodnota menší než 0,05. Tato zjištění podporují hypotézu, že příjem potravy může mít vliv na svalovou hmotu.

Tabulka 13: Vliv příjmu tekutin na hodnoty svalové hmoty (kg)

	VSTUP	VÝSTUP	ROZDÍL (KG)		P <0,05
Proband 1	83,3 ± 0,4	83,1 ± 0,4	-0,2	-0,19 %	
Proband 2	69,6 ± 0,5	69,3 ± 0,5	-0,3	-0,39 %	
Proband 3	75,5 ± 0,4	75,2 ± 0,3	-0,3	-0,35 %	
Proband 4	75,1 ± 0,3	74,8 ± 0,2	-0,3	-0,34 %	
Proband 5	78,6 ± 1,7	77,2 ± 1,6	-1,4	-1,66 %	
Proband 6	78,4 ± 0,7	77,7 ± 0,8	-0,7	-0,72 %	
Proband 7	71,6 ± 0,5	71,2 ± 0,5	-0,4	-0,47 %	
Průměr			-0,51kg	-0,59 %	0,000034



Graf 8: Změna svalové hmoty

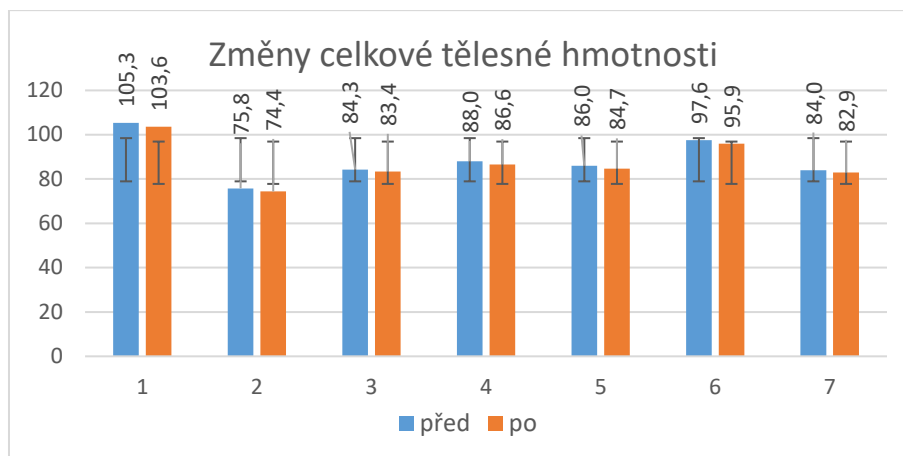
5.3 Vliv tělesné zátěže

5.3.1 Celková tělesná hmotnost

Výsledky naznačují pokles celkové tělesné hmoty po zátěži (viz Tab.14; Graf 9). Změny v tělesné hmotnosti se pohybovaly v rozmezí od 1,1 kg do 1,7 kg. Celkový procentuální průměr těchto změn byl 1,55 %. Tento pokles je pozorován u všech probandů, což naznačuje, že fyzická aktivita může mít vliv na změnu tělesné hmotnosti. Změny v celkové tělesné hmotnosti u všech sledovaných probandů byly statisticky významné ($p < 0,05$), což naznačuje výrazný úbytek hmotnosti po absolvování tělesné zátěže. Tyto výsledky nasvědčují, že fyzická aktivita může mít významný dopad na tělesnou hmotnost.

Tabulka 14: Vliv tělesné zátěže na celkovou tělesnou hmotnost (kg)

	VSTUP	VÝSTUP	ROZDÍL (KG)		P <0,05
Proband 1	105,3 ± 0,7	103,6 ± 0,6	-1,7	-1,67 %	
Proband 2	75,8 ± 1,2	74,4 ± 1,3	-1,4	-1,84 %	
Proband 3	84,3 ± 0,9	83,4 ± 0,8	-0,9	-1,25 %	
Proband 4	88,0 ± 0,4	86,6 ± 0,5	-1,4	-1,53 %	
Proband 5	86,0 ± 0,8	84,7 ± 0,7	-1,3	-1,58 %	
Proband 6	97,6 ± 0,8	95,9 ± 0,3	-1,7	-1,67 %	
Proband 7	84,0 ± 1,0	82,9 ± 0,8	-1,1	-1,37 %	
Průměr			-1,3 kg	-1,55 %	0,00018



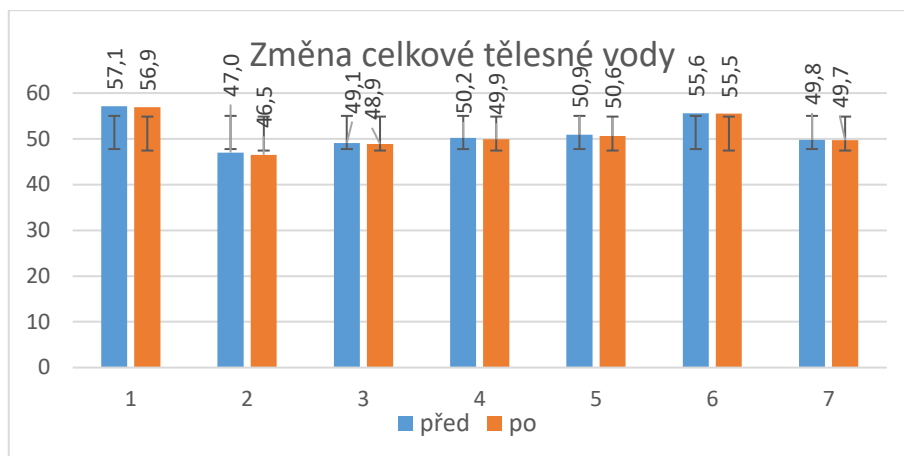
Graf 9: Změna celkové tělesné hmoty

5.3.2 Celková tělesná voda

Výsledky ukazují, že po absolvování tělesné zátěže došlo k průměrnému poklesu hodnot celkové tělesné vody o 0,25 kg, což představuje pokles o 0,28 % oproti výchozím hodnotám (viz Tab.15; Graf 10). Tento pokles je statisticky významný ($p < 0,05$), což naznačuje, že existuje statisticky významný rozdíl mezi hodnotami před a po zátěži. Tento výsledek je v souladu s očekávaným fyziologickým účinkem tělesné aktivity, která může vést k dočasné ztrátě tekutin.

Tabulka 15: Vliv tělesné zátěže na celkovou tělesnou vodu (kg)

	VSTUP	VÝSTUP	ROZDÍL (KG)		P <0,05
Proband 1	57,1 ± 0,2	56,9 ± 0,3	-0,2	-0,18 %	
Proband 2	47,0 ± 0,3	46,5 ± 0,5	-0,5	-0,66 %	
Proband 3	49,1 ± 0,6	48,9 ± 0,6	-0,2	-0,24 %	
Proband 4	50,2 ± 0,4	49,9 ± 0,3	-0,3	-0,34 %	
Proband 5	50,9 ± 0,2	50,6 ± 0,5	-0,3	-0,35 %	
Proband 6	55,6 ± 0,9	55,5 ± 0,8	-0,1	-0,10 %	
Proband 7	49,8 ± 0,2	49,7 ± 0,2	-0,1	-0,12 %	
Průměr			-0,25 kg	-0,28 %	0,00369



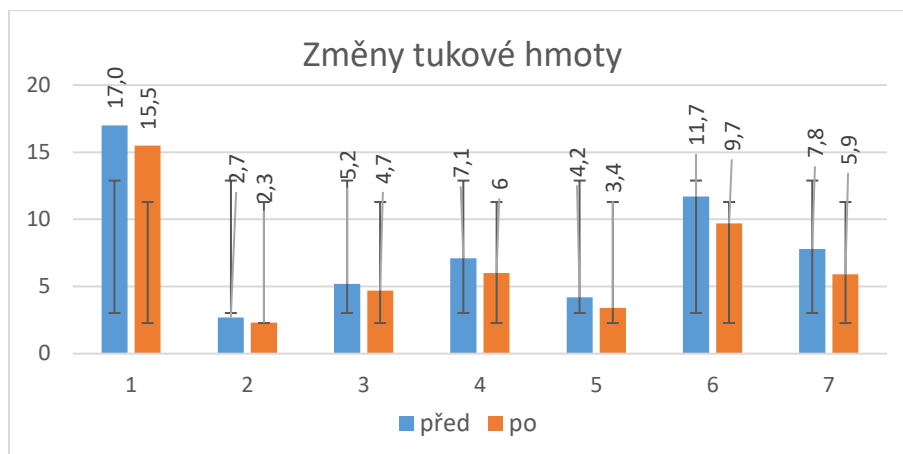
Graf 10: Změna celkové tělesné vody

5.3.3 Tuková hmota

Výsledky naznačují významný úbytek tělesného tuku po tělesné zátěži (viz Tab.16; Graf 11). Průměrný pokles tělesného tuku po tréninku byl 1,05 kg, což představuje úbytek o 1,29 % oproti výchozím hodnotám. Tato změna je statisticky významná ($p < 0,05$), což naznačuje, že existuje statisticky významný rozdíl mezi hodnotami před a po tělesné zátěži. Tento výsledek je v souladu s očekávaným fyziologickým účinkem tělesné aktivity, která může vést k redukci tělesného tuku v důsledku vyššího energetického.

Tabulka 16: Vliv tělesné zátěže na hodnoty tukové hmoty (kg)

	VSTUP	VÝSTUP	ROZDÍL (KG)		P <0,05
Proband 1	17 ± 0,4	15,5 ± 0,3	-1,5	-1,42 %	
Proband 2	2,7 ± 0,5	2,3 ± 0,3	-0,4	-0,52 %	
Proband 3	5,2 ± 0,5	4,7 ± 0,4	-0,5	-0,59 %	
Proband 4	7,1 ± 0,6	6,0 ± 0,3	-1,1	-1,25 %	
Proband 5	4,2 ± 0,3	3,4 ± 0,8	-0,8	-0,93 %	
Proband 6	11,7 ± 0,8	9,7 ± 1,0	-2,0	-2,05 %	
Proband 7	7,8 ± 0,6	5,9 ± 0,6	-1,9	-2,26 %	
Průměr			-1,05 kg	-1,29 %	0,003039



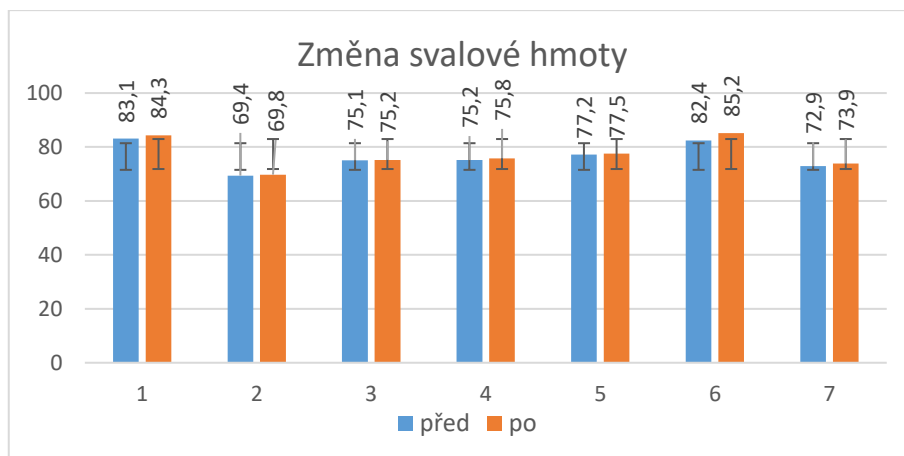
Graf 11: Změna tukové hmoty

5.3.4 Svalová hmota

Výsledky měření naznačují významný nárůst svalové hmoty po tělesné zátěži (viz Tab. 17; Graf 12). Průměrný nárůst svalové hmoty po tréninku byl 0,85 kg, což představuje zvýšení o 0,93 %. Tato změna je statisticky významná ($p < 0,05$), a tedy existuje statisticky významný rozdíl mezi hodnotami před a po tělesné zátěži. Tento výsledek je v souladu s očekávaným fyziologickým účinkem tělesné zátěže, která může vést k hypertrofii svalů v důsledku opakovaného mechanického namáhání. Je důležité brát v úvahu individuální variabilitu odpovědi organismu na trénink, která může být ovlivněna genetickými faktory, stravou nebo fyzickou úrovní jedince.

Tabulka 17: Vliv tělesné zátěže na hodnoty svalové hmoty (kg)

	VSTUP	VÝSTUP	ROZDÍL (KG)		P <0,05
Proband 1	83,1 ± 0,2	84,3 ± 0,2	1,2	1,14 %	
Proband 2	69,4 ± 0,8	69,7 ± 0,6	0,3	0,39 %	
Proband 3	75,1 ± 0,5	75,2 ± 0,5	0,1	0,12 %	
Proband 4	75,1 ± 0,9	75,8 ± 0,8	0,7	0,79 %	
Proband 5	77,2 ± 0,5	77,5 ± 0,5	0,3	0,35 %	
Proband 6	82,4 ± 1,2	85,1 ± 1,1	2,5	2,56 %	
Proband 7	72,9 ± 0,3	73,9 ± 0,3	1,0	1,19 %	
Průměr			0,85 kg	0,93 %	0,03294



Graf 12: změna svalové hmoty

5.4 Vyhodnocení dotazníkového šetření

Vyhodnocení dotazníkového šetření bylo rozděleno do tří částí. První část se zabírala otázky související se stravovacími návyky dotazovaných jedinců. Tyto otázky a odpovědi byly podrobně vyhodnoceny. Vybrané otázky, které by mohly souviset se změnami parametrů stanovených metodou BIA jsou porovnány s výsledky měření. Pro tyto otázky byly sestaveny tabulky s konkrétními probandy, jejich odpověďmi a procentuální změnou vybraného měření.

5.4.1 Stravovací návyky

V části dotazníku, který se zabýval stravovacími návyky bylo 8 otázek. První otázka se zabývala kolikrát denně se jednotlivci stravují. Zhruba 71 % respondentů odpovědělo, že se stravují 3–5x denně. Zbýlých 29 % se stravuje pouze 2–3x denně. Druhá otázka se zabývala pravidelností stravování. Z výsledků této otázky vyplývá, že většina respondentů (71 %) odpověděla kladně, a to buď "Ano" nebo "Spíše ano". Odpověď "Spíše ne" odpovědělo 29 % respondentů. Žádný respondent neuvádí, že by se nejedl pravidelně vůbec. Další otázkou bylo, zdali účastníci snídají. Z výsledků vyplývá, že 5 z 7 respondentů (71 %) snídá. Dvě osoby odpověděly negativně, přičemž jedna uvádí "Ne" a druhá "Spíše ne". Odpovědi na tuto otázku byly porovnány s výsledky měření vlivu příjmu potravy na procentuální změnu tukové a svalové hmoty. Byla sestavena tabulka (viz Tab.18) s tímto porovnáním.

Tabulka 18: Srovnání odpovědí s naměřenými hodnotami po příjmu potravy

	ODPOVĚĎ	ROZDÍL % (SVALOVÁ HMOTA)	ROZDÍL % (TUKOVÁ HMOTA)
Probant 1	Ano	0,28 %	-0,19 %
Probant 2	Ano	0,52 %	-0,13 %
Probant 3	Ano	0,35 %	-0,23 %
Probant 4	Ano	0,34 %	-0,34 %
Probant 5	Ano	0,59 %	-0,23 %
Probant 6	Spíše ne	0,51 %	-0,51 %
Probant 7	Ne	0,35 %	-0,23 %

Rozdíly mezi odpověďmi respondentů na otázku týkající se konzumace snídaně a procentuálními změnami ve svalové a tukové hmotě nejsou jednoznačné. U respondentů, kteří uvedli, že snídají, dochází ke zvýšení svalové hmoty a současně k poklesu tukové hmoty. Stejně změny byly zjištěny i u respondentů, kteří pravidelně nesnídají nebo nesnídají vůbec. Tyto výsledky naznačují, že pravidelná konzumace nebo absence snídaně nemusí být rozhodujícím faktorem ovlivňujícím změny naměřených parametrů.

Další otázkou bylo jaké je vaše hlavní jídlo dne. Z odpovědí respondentů vyplývá, že většina respondentů (57 %) preferuje jako hlavní jídlo dne oběd, zatímco zbylých 43 % respondentů preferuje večeři. Dále byli respondenti tázáni, zdali se zaměřují na nutriční složení potravin, které konzumují a pokud ne, proč. Na základě odpovědí respondentů lze vidět, že většina z nich (57 %) se nezabývá nutričním složením potravin, které konzumuje, zatímco menší část (43 %) se na ně ano. Mezi důvody, proč se respondenti nezabývají nutričním složením potravin nezaměřují, patří především nedostatek zájmu (60 %) a času (40 %). Podobné byly i odpovědi na otázku, zdali respondenti sledují svůj kalorický příjem. Podle odpovědí respondentů většina z nich (86 %) nesleduje svůj denní kalorický příjem, zatímco menší část (14 %) se na sledování kalorií zaměřuje. Poslední otázka v této části byla, zdali respondenti mění svůj jídelníček během různých období (závodní, silové období). Většina respondentů (86 %) uvádí, že upravuje svůj jídelníček během různých období, jako jsou například období silové přípravy nebo závodní sezóny. Menší část (14 %) uvádí, že svůj jídelníček spíše neupravuje.

5.4.2 Pitný režim

Tato část dotazníkového šetření byla zaměřena na pitný režim měřených jedinců. První otázkou bylo, kolik v průměru denně vypijí tekutin. Výsledek odpovědí na otázku o denním příjmu tekutin ukazuje, že většina respondentů (71 %) průměrně denně vypije 3–4 litry tekutin. Pouze jeden respondent uvedl, že vypije pouze 1–2 litry za celý den. Také pouze jeden respondent uvedl, že vypije více jak 4 litry. Tyto odpovědi byly porovnány s výsledky měření vlivu přijatých tekutin na procentuální změny tukové a svalové hmoty a změnou celkové tělesné vody. Byla sestavena následující tabulka (viz Tab. 19).

Tabulka 19: Srovnání odpovědí a naměřenými hodnotami po příjmu tekutin

	ODPOVĚĎ (L)	ROZDÍL % (TUKOVÁ HMOTA)	ROZDÍL % (TBW)
Proband 1	3–4	0,76 %	0,09 %
Proband 2	3–4	0,92 %	0,26 %
Proband 3	3–4	0,71 %	0,11 %
Proband 4	3–4	0,34 %	0,23 %
Proband 5	3–4	1,07 %	0,11 %
Proband 6	1–2	1,24 %	0,20 %
Proband 7	4 a více	0,47 %	0,11 %

Tyto výsledky naznačují, že existuje určitá korelace mezi průměrným denním příjmem tekutin a procentuální změnou tělesného tuku. Respondent, který uvedl nižší průměrný příjem tekutin (1–2 litry denně), vykazoval největší procentuální změnu tělesného tuku v porovnání s těmi, kteří uvedli vyšší průměrný příjem (3–4 litry denně). Také respondent, který uvedl, že má nejvyšší průměrný příjem tekutin (4 litry a více), měl jednu z nejmenších naměřených změn v procentuálním zastoupení tukové tkáně. Výsledky pro tělesnou vodu nebyly jednoznačné. Je třeba zdůraznit, že analýza byla provedena na malém vzorku účastníků (7 respondentů), což může ovlivnit obecnost výsledků. Další otázkou bylo jaké typy nápojů obvykle pijete během dne. Na základě odpovědí respondentů lze konstatovat, že většina z nich upřednostňuje konzumaci vody během dne. Pouze jeden respondent uvádí konzumaci minerálních vod a slazených nápojů. Zatímco další respondent zmiňuje i čaje jako součást svého pitného režimu. Tyto výsledky ukazují, že jednoznačně nejpreferovanějším nápojem byla voda. Dále byli respondenti tázáni, jak často pijí kofeinové nápoje jako jsou káva nebo čaj. Většina respondentů (57 %) odpověděla, že pijí kofeinové nápoje pouze výjimečně. Dalších 29 % respondentů odpověděla, že konzumují kofeinové nápoje každý den. Zbýlých 14 % respondentů pije kofeinové nápoje párkrát v týdnu. Na otázku, zdali pijí alkoholické nápoje všichni respondenti uvedli odpověď pouze při výjimečných příležitostech. Další otázkou bylo, kolik v průměru vypijete tekutin během tréninku. Odpovědi na tuto otázku byly porovnány s vlivem tělesné zátěže hodnoty parametrů celkové tělesné vody, celkové tělesné hmotnosti a tukové hmoty. Odpovědi a procentuální změny byly vyhodnoceny v následující tabulce (viz Tab. 20).

Tabulka 20: Srovnání odpovědí s výsledky měření změn po tělesné zátěži

	ODPOVĚĎ	ROZDÍL % (TUKOVÁ HMOTA)	ROZDÍL % (TBW)	CELKOVÁ TĚLESNÁ HMOTNOST
Proband 1	500-1000 ml	-1,42 %	-0,18 %	-1,67 %
Proband 2	0-500 ml	-0,52 %	-0,66 %	-1,84 %
Proband 3	500-1000 ml	-0,59 %	-0,24 %	-1,25 %
Proband 4	1000-2000 ml	-1,25 %	-0,34 %	-1,53 %
Proband 5	0-500 ml	-0,93 %	-0,35 %	-1,58 %
Proband 6	0-500 ml	-2,05 %	-0,10 %	-1,67 %
Proband 7	1000-2000 ml	-2,26 %	-0,12 %	-1,37 %

Tato tabulka poskytuje informace o vlivu příjmu tekutin během tréninku na procentuální změny tukové hmoty, celkové tělesné vody a celkové tělesné hmoty u účastníků. Výsledky naznačují, že neexistuje jednoznačná souvislost mezi množstvím vypité tekutiny během tréninku a procentuální změnou tukové hmoty, celkové tělesné hmoty nebo celkové tělesné vody. Například, respondenti, kteří pijí v průměru 0-500 ml tekutin, vykazovali různé procentuální změny tukové hmoty a tělesné vody po tréninku. Stejně tak to platí i pro

respondenty, kteří pijí v průměru 500-1000 ml nebo 1000-2000 ml tekutin. Tato nejednoznačnost naznačuje, že existují pravděpodobně další faktory, které mohou ovlivnit změny tělesného složení po tréninku, a tyto výsledky vyžadují další zkoumání a analýzu.

5.4.3 Doplnky stravy

V této části jsou vyhodnoceny otázky týkající se užívání doplňků stravy. První otázka zněla, jaké nápoje preferujete během tréninku. Respondenti mohli odpovídat na více možností. Vyhodnocení této otázky ukazuje, že většina respondentů (71 %) preferuje vodu během tréninku. Někteří upřednostňují také iontové nápoje (57 %) nebo BCAA (28 %) nápoje. Odpovědi na otázku, jaké nápoje preferují po tréninku byly podobné. Téměř 72 % respondentů preferuje vodu, zbylých 28 % iontové nápoje. Další otázka zněla, zdali respondenti užívají doplňky stravy nebo suplementy, a pokud ano jaké. Tato odpověď mohla mít opět vícero možností. Většina respondentů uvádí, že užívá doplňky stravy (71 %), zejména anabolické suplementy jako BCAA a kreatin (84 %), a to v kombinaci s vitamíny (57 %), minerálními látkami (42 %) a proteiny (66 %). Poslední otázka měla vyhodnotit subjektivní pocit respondentů, zdali vnímají vliv užívání suplementů a doplňků stravy na jejich sportovní výkon. Většina respondentů (71 %) odpověděla, že užívání suplementů a doplňků stravy má nebo spíše má vliv na jejich sportovní výkon. Zbylých 29 % žádný vliv suplementace nevnímá.

6. Diskuze

Znalost složení lidského těla je důležitá z několika důvodů. Napomáhá lékařům a odborníkům lépe porozumět zdravotnímu stavu jednotlivce a je tedy důležitým ukazatelem zdraví a životního stylu. Pro sportovce je znalost složení těla nezbytná k optimalizaci výkonu, který může vést k dosažení lepších sportovních výsledků. Metoda bioimpedance slouží k měření tělesného složení za pomoci elektrické vodivosti tkání. Tato neinvazivní technika umožňuje odhadnout procentuální zastoupení tukové a beztukové tkáně v těle. V první části byl měřen vliv předem stanovené potravy na změny tělesných parametrů stanovené metodou BIA. Účastníci tohoto výzkumu byli požádáni, aby před začátkem experimentu přišli na lačno. Každý účastník zkonsumoval 320 g potravy, což představovalo celkový příjem 677 kcal. Druhé měření bylo provedeno po 20 minutách. Tato časová prodleva byla zvolena na základě předchozích studií, které naznačovaly, že změny v tělesné kompozici mohou být pozorovány již po relativně krátkém období po příjmu potravy (Dixon et al. 2013; Kushner et al. 1996; Gallagher et al. 1998). V této práci bylo zjištěno, že po konzumaci jídla došlo k průměrnému zvýšení hmotnosti o 0,24 kg, což představovalo nárůst o 0,27 %. Současně s tímto zvýšením hmotnosti došlo k mírnému podhodnocení tukové hmoty oproti stavu nalačno o přibližně 0,27 %. Podobné výsledky byly zaznamenány i ve studii Gallagher et al. (1998), kde jednotlivci konzumovali jídlo s kalorickou hodnotou 547 kcal. Tato studie podporuje zjištění výsledků této práce, že konzumace jídla vedla ke krátkodobému nárůstu hmotnosti a současně ke snížení tukové hmoty. Naopak výsledky této práce jsou v rozporu s výsledky studie Dixon et al. (2013), kde došlo k nadhodnocení tukové hmoty v průměru o 1 %. Jedním možným vysvětlením tohoto rozdílu může být právě rozdíl v konzumovaném jídle mezi oběma studiemi. Ve studii Dixon et al. (2013) bylo konzumováno jídlo s výrazně vyšším objemem a energetickým obsahem než v této práci. Konkrétně bylo podáno jídlo s obsahem 915 ± 214 kcal, což je mnohem větší energetický obsah, než byl podáván při měření v této práci (677kcal). Tento rozdíl v množství a energetickém obsahu přijatého jídla mohl mít vliv na tělesnou reakci a metabolické procesy po jeho konzumaci. Je pravděpodobné, že ve studii Dixon et al. (2013) vedl vyšší energetický příjem k většímu nárůstu impedance, což je proměnná, která se využívá pro výpočet odhadu procenta tělesného tuku. Naopak, v této práci, kde bylo podáno jídlo s nižším energetickým obsahem, mohlo dojít k podhodnocení impedance, které by mohlo vysvětlit rozdílné výsledky mezi oběma studiemi. V této práci bylo také zaznamenáno zvýšení svalové hmoty v průměru o 0,42 %, což může být spojeno se změnami tukové hmoty, které jsou vzájemně propojeny. Přijetí potravy pravděpodobně ovlivnilo celkovou impedanci, která mohla vést ke změně naměřené tukové a beztukové hmoty. Závěrem lze konstatovat, že po příjmu potravy došlo ke zvýšení celkové tělesné hmotnosti a svalové hmoty. Tento nárůst byl doprovázen mírným podhodnocením tukové hmoty. Tyto změny naznačují, že příjem potravy může mít vliv na parametry tělesného složení.

Druhá část výzkumu se zaměřovala na vliv příjmu tekutin na parametry tělesného složení stanovené metodou bioimpedance. Stejně jako v předchozí části, se účastníci dostavili na lačno a podstoupili první měření. Následně bylo účastníkům podáno 500 ml vody a po 20 minutách byli opět podrobeni měření. Tato část byla zaměřena na zkoumání změn parametrů

tělesného složení po příjmu tekutin. Po dvaceti minutách bylo zaznamenáno zvýšení hodnot celkové tělesné hmotnosti a tukové hmoty. Naopak došlo ke snížení svalové tkáně a celkové tělesné vodě. Změna tukové tkáně se pohybovala v rozmezí od 0,34 %-1,24 %, což v průměru představovalo zvýšení o 0,79 %. Toto zvýšení bylo pozorováno i ve studii Dixon et al. (2009), kde 76 dospělých jedinců přijmulo 591 ml vody a po 20 minutách se zaznamenalo zvýšení procenta tukové tkáně v průměru o 1,0 %. Tato stejná studie byla provedena i o tři roky dříve (Dixon et al. 2006) za podobných podmínek, s tím rozdílem, že se účastnilo 21 rekreačně sportujících mužů. V této studii byla zaznamenána změna v tukové hmotě pouze o 0,5 %. Studie Tinsley et al. (2022) také hodnotila vliv příjmu vody na naměřenou impedanci a následné odhady tělesného složení. Studie se zúčastnilo dvacet zdravých dospělých jedinců, kteří přišli na lačno a následně vypili 11 mL/kg vody. Poté bylo bioimpedanční měření provedeno každých 10 minut po dobu jedné hodiny. Tato studie také zaznamenala nárůst tukové hmoty v průměru o 1,3 %. Také studie Androutsos et al. (2015) zaznamenala nárůst tukové hmoty v průměru o 1 % po přijetí 700 mL vody. Na základě výsledků této práce a ve srovnání s dostupnými studiemi lze konstatovat, že příjem tekutin má významný vliv na změny tukové hmoty. Zjištění naznačují, že hodnoty tukové hmoty bezprostředně po příjmu tekutin se zvyšují v malém, ale významném měřítku. Příjem tekutin měl rovněž vliv na celkovou tělesnou vodu, kde došlo v průměru ke snížení o 0,17 %, což představuje zhruba 0,14 kg. Tato změna byla velmi nízká a naznačuje minimální dopad přijatých tekutin na celkovou tělesnou vodu. Ve studii Tinsley et al. (2022) bylo zaznamenáno zvýšení celkové tělesné vody v průměru o 0,5 kg. Tento nárůst je výrazně vyšší než v této práci, kde bylo zjištěno zvýšení o 0,14 kg. Rozdíl ve výsledcích pravděpodobně souvisí s odlišným množstvím konzumované vody. Ve studii Tinsley et al. (2022) účastníci konzumovali 11 ml vody na každý kilogram své hmotnosti, zatímco v této práci bylo přijato pevně dané množství vody (500 ml). Tato variabilita v množství přijaté vody by mohla vysvětlit rozdíly ve změnách celkové tělesné vody mezi oběma výzkumy. Stejně tak i studie Dixon et al. (2006) zaznamenala změnu celkové tělesné vody, kde došlo k jejímu snížení. V této studii nebylo konkrétně popsáno, o kolik se tato hodnota snížila. Bylo zaznamenáno i snížení svalové hmoty v průměru o 0,51 %. Toto snížení by mohlo být vysvětleno změnou tělesné impedance, která je jedním z faktorů, na základě, kterých metoda bioimpedance určuje tukovou a beztukovou hmotu. Pokud dojde ke změně impedance, může dojít k nadhodnocení tukové hmoty a současně ke podhodnocení svalové hmoty.

Z výsledků měření vlivu příjmu tekutin vyplývá, že tento příjem měl významný vliv na zvýšení hodnot celkové tělesné hmotnosti a tukové hmoty. Tato zjištění jsou v souladu s výsledky ostatních studií, které také pozorovaly podobné změny. Dále bylo zaznamenáno snížení celkové tělesné vody a svalové hmoty. Snížení celkové tělesné vody bylo relativně malé a téměř nevýznamné. Naopak snížení svalové hmoty bylo významné a lze říci, že příjem tekutin má vliv na naměřené hodnoty svalové hmoty.

Poslední část byla zaměřena na vliv tělesné zátěže na naměřené hodnoty stanovené metodou bioimpedance. Měření probíhalo v odpoledních hodinách před a po tréninku juda (90'), který představuje fyzickou aktivitu s vysokou intenzitou. Cílem bylo porozumět,

jak tělesná zátěž ovlivňuje bioelektrické vlastnosti těla a následně odhadované hodnoty tělesného složení. Byl hodnocen vliv nejenom změn v celkové tělesné hmotnosti, ale také ve změnách svalové a tukové hmoty a celkové tělesné vody, které mohou být ovlivněny tělesnou zátěží. Bylo zaznamenáno snížení hmotnosti o 1,3 kg, což představuje průměrnou změnu o 1,55 %. Zjištěné změny se pohybovaly v rozmezí od 0,9 kg do 1,7 kg. Tato variabilita může být spojena s délkou a intenzitou tréninku, individuálním metabolismem každého jedince a skutečností, že příjem tekutin během tréninku nebyl nijak kontrolován. Ve studii Neves et al. (2012) také došlo ke snížení tělesné hmotnosti v průměru o 1,4 kg. Tato studie měřila vojáky po 4hodinovém tréninku, a stejně jako v této práci, šlo o nekontrolovaný stav ve příjmu tekutin. Ve studii Jürimäe et al. (2000) byla měřena skupina 12 veslařů během dlouhého intenzivního tréninku trvajícím 2 hodiny. V této studii také došlo ke snížení hmotnosti v průměru o 1,6 kg. Přestože se jednalo o podstatně delší doby cvičení ve srovnání s touto prací, tělesná hmotnost se snížila téměř o stejnou hodnotu, což by mohlo souviset s různými úrovněmi zátěže. Judo je známo svou vysokou energetickou náročností, což může vést k větší ztrátě tekutin a hmotnosti během tréninku. Dále byl zjištěn také pokles procenta celkové tělesné vody o 0,28 %, což odpovídá průměrnému úbytku hmotnosti o 0,25 kg. Tento pokles byl relativně malý v porovnání s očekáváním po tak intenzivní zátěži. To může naznačovat, že tělesná voda byla udržována na relativně stabilní úrovni během tréninku. Naopak ve studiích Neves et al. (2012) a Jürimäe et al. (2000) se snížila celková tělesná voda u obou studií v průměru o 0,8 kg. Rozdíl v úbytku celkové tělesné vody mezi touto prací a studii Neves et al. (2012) a Jürimäe et al. (2000) by mohl být způsoben délkou trvání fyzické zátěže. Zatímco v této práci byla fyzická aktivita prováděna po dobu 90 minut, ve studii Neves et al. (2012) trval trénink až 4 hodiny a ve studii Jürimäe et al. (2000) až 2 h. Delší trvání zátěže může vést k většímu úbytku tělesné vody z důvodu zvýšeného pocení a ztrát elektrolytů.

Kromě snížení tělesné hmotnosti a tělesné vody byla zaznamenána změna v tukové hmotě, která se snížila v průměru o 1,05 kg, což odpovídá poklesu o 1,29 %. Ve studii Neves et al. (2012) bylo pozorováno mnohem výraznější snížení tukové hmoty, a to o 3 %. Tento významnější úbytek tuku by mohl být způsoben rozdíly v tréninkovém režimu, délce trvání fyzické aktivity nebo intenzitě cvičení mezi oběma výzkumy. Došlo ke zvýšení svalové hmoty o 0,93 %, což představuje nárůst o 0,85 kg.

Závěrem lze konstatovat, že tělesná zátěž měla vliv na naměřené hodnoty stanovené metodou bioimpedance. Docházelo k významnému snížení celkové tělesné hmotnosti, procentuálního zastoupení tukové hmoty. Tyto změny byly v souladu s výsledky podobných studií (Neves et al. 2012; Jürimäe et al. 2000) provedených v oblasti sportovní zátěže. Nicméně, bylo zaznamenáno, že celková tělesná voda se snížila pouze mírně v porovnání s těmito studii.

Pro zajištění srovnatelných podmínek měření při porovnání výsledků s budoucími pracemi, bylo provedeno dotazníkové šetření jako součást praktické části této diplomové práce. Dotazník je uvedený v Příloze 1. Dotazníkové šetření poskytlo ucelený přehled informací ohledně účastníků měření. Dotazníkové šetření proběhlo u 7 mužů ve věku 21-23 let, kdy

71,4 % respondentů uvedlo, že se stravují 3-5x denně. 42,9 % probandů se aktivně zajímá o nutriční složení potravin. Zbylé množství respondentů uvedlo, že se této problematice nevěnují, a to z důvodu nezájmu a nedostatek času. Bylo dále zjištěno, že 42,9 % účastníků nesleduje svůj denní příjem kalorií, naopak pouze 14,3 % uvedlo, že se aktivně zajímají o naplnění denních kalorických potřeb. Dále bylo zjištěno, že 71,4 % respondentů vypije za den 3-4 litry tekutin, z toho 42,9 % během tréninku vypije 0-500 ml tekutin. Celkové vyhodnocení dotazníkové šetření je doplněné v Příloze 2. Veškeré zjištěné informace mohou mít potencionální vliv na výsledky měření.

7. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo určit, zdali tělesná zátěž a příjem potravy a tekutin ovlivňují tělesné parametry stanovené pomocí metody bioimpedance bezprostředně před vlastním měřením u sportovců, konkrétně u skupiny judistů. Tato metoda poskytuje důležité informace o tělesné kompozici, včetně celkové tělesné hmotnosti, celkové tělesné vody, svalové a tukové hmoty. Tímto způsobem se práce snažila přispět k lepšímu pochopení interakcí mezi příjmem potravy a tekutin, tělesnou zátěží a hodnotami tělesných parametrů.

Z výsledků této práce vyplývá, že tělesná zátěž statisticky ovlivnila naměřené parametry stanovené metodou bioimpedance bezprostředně před vlastním měřením. První hypotéza byla tedy potvrzena. Výsledky naznačují, že tělesná zátěž vedla ke snížení celkové tělesné hmotnosti, celkové tělesné vody a tukové hmoty. Významně se však snížila pouze tělesná hmotnost a tělesný tuk. Naopak u svalové hmoty byl po tělesné zátěži pozorován mírný nárůst této hmoty.

Stejně tak i druhá hypotéza, která se zabývala vlivem příjmu potravy na naměřené tělesné parametry stanovené metodou bioimpedance bezprostředně před vlastním měřením byla potvrzena. Došlo ke zvýšení tělesné hmotnosti a svalové hmoty. Zároveň bylo pozorováno podhodnocení tělesného tuku.

Třetí hypotéza zabývající se vlivem příjmu tekutin na naměřené tělesné parametry stanovené metodou bioimpedance bezprostředně před vlastním měřením byla také potvrzena. Konzumace tekutin vedla ke zvýšení tělesné hmotnosti a tělesného tuku. Naopak celková tělesná voda a svalová hmota se snížily.

Z výsledků dotazníku nevyplývalo žádné přímé spojení mezi odpověďmi respondentů a naměřenými hodnotami tělesného složení. Tyto výsledky naznačují, že faktory jako je frekvence stravování, zájem o nutriční složení potravin nebo sledování kalorického příjmu neměly vliv na výsledky měření.

Závěrem lze říci, že vliv tělesné zátěže, příjmu potravy a tekutin na tělesné parametry stanovené metodou bioimpedance vyžadují průběžné a častější studie. Standardizace podmínek před měřením je nezbytná k dosažení co nejpřesnějších a reprodukovatelných výsledků. Pro dosažení uceleného pochopení těchto procesů je třeba provádět další výzkumy, které by mohly přinést cenné poznatky pro standardizaci podmínek bioimpedančních měření.

8. Literatura

Androutsos O, Gerasimidis K, Karanikolou A, Reilly JJ, Edwards CA. 2015. Impact of eating and drinking on body composition measurements by bioelectrical impedance. *J Hum Nutr Diet* 28: 165-171. DOI: 10.1111/jhn.12259.

Ayllon D, Seoane F, Gil-Pita R. 2009. Cole equation and parameter estimation from electrical bioimpedance spectroscopy measurements – A comparative study. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society 2009*;2009: 3779–3782. DOI:10.1109/IEMBS.2009.5334494.

Belval LN, et al. 2019. Practical Hydration Solutions for Sports. *Nutrients* 11(7): 1550. DOI: 10.3390/nu11071550.

Bienertová-Vašků J. 2011. *Body Fat: Composition, Measurements and Reduction Procedures: Composition, Measurements and Reduction Procedures*. Nova Science Publishers, New York.

Burke LM, Hawley JA, Wong SHS, Jeukendrup AE. 2011. Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences* 29: 17–27. DOI: 10.1080/02640414.2011.585473.

Coglianesi D. 2006. *Muscles: Testing and Function With Posture and Pain*. 5th edition (with Primal Anatomy CD-ROM). *Physical Therapy* 86(2): DOI: 10.1093/ptj/86.2.304.

Cui P, Li M, Yu M, Liu Y, Ding Y, Liu W, Liu J. 2022. Advances in sports food: Sports nutrition, food manufacture, opportunities and challenges. *Food Research International* 157: 111258. DOI: 10.1016/j.foodres.2022.111258.

Dixon CB, LoVallo SJ, Andreacci JL, Goss FL. 2006. The effect of acute fluid consumption on measures of impedance and percent body fat using leg-to-leg bioelectrical impedance analysis. *European Journal of Clinical Nutrition* 60(1): 142–146. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1602282.

Dixon CB, Masteller B, Andreacci JL. 2013. The effect of a meal on measures of impedance and percent body fat estimated using contact-electrode bioelectrical impedance technology. *European Journal of Clinical Nutrition* 67(9): 950–955. DOI: 10.1038/ejcn.2013.118.

Dixon CB, Ramos L, Fitzgerald E, Reppert D, Andreacci JL. 2009. The effect of acute fluid consumption on measures of impedance and percent body fat estimated using segmental bioelectrical impedance analysis. *European Journal of Clinical Nutrition* 63(9): 1115–1122. DOI: 10.1038/ejcn.2009.42.

Egan B. 2016. Protein intake for athletes and active adults: Current concepts and controversies. *Nutrition Bulletin* **41**(3): 202–213. DOI: 10.1111/nbu.12215.

Evans WD, McClagish H, Trudgett C. 1998. Factors affecting the In vivo precision of bioelectrical impedance analysis. *Applied Radiation and Isotopes* **49**(5–6): 485–487. DOI: 10.1016/S0969-8043(97)00061-4.

Fresenius Medical Care. 2018. Fresenius Medical Care. Homburg. Available from Peritoneal dialysis overview | Fresenius Medical Care (accessed February 2024).

Gallagher M, Walker K, O’Dea K. 1998. The influence of a breakfast meal on the assessment of body composition using bioelectrical impedance. *European Journal of Clinical Nutrition* **52**(2): 94–97. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1600520.

Garthe I, Maughan RJ. 2018. Athletes and Supplements: Prevalence and Perspectives. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* **28**(2): 126–138. DOI: 10.1123/ijsnem.2017-0429.

Gatterer H, Schenk K, Laninschegg L, Schlemmer P, Lukaski H, Burtcher M. 2014. Bioimpedance identifies body fluid loss after exercise in the heat: a pilot study with body cooling. *PLoS One* **9**(10): 109729. DOI: 10.1371/journal.pone.0109729.

Henselmans M, Bjørnsen T, Hedderman R, Vårvik FT. 2022. The Effect of Carbohydrate Intake on Strength and Resistance Training Performance: A Systematic Review. *Nutrients* **14**(4): 856. DOI:10.3390/nu14040856.

Heymsfield S, Wang Z, Baumgartner RN, Ross R. 1997. Human Body Composition: Advances in Models and Methods. *Annual Review of Nutrition* **17**(1): 527–558. DOI: 10.1146/annurev.nutr.17.1.527.

Hrnčíříková I. 2020. Výživa v regeneraci a podpoře sportovního výkonu. Pages 201–250 in Bernaciková M, Cacek J, Dovrtělová L. *Regenerace a výživa ve sportu*. Masarykova univerzita, Brno.

Jeukendrup A, Williams C. 2011. Carbohydrates. Pages 31–40 in Lanham-New SA, Stear SJ, Shirreffs SM, Collins AL, editors. *Sport and Exercise*. John Wiley & Sons, Hoboken. DOI:10.1002/9781444344905.

Jossinet J. 2005. Bioimpedance and p-Health. *Studies in Health Technology and Informatics* **117**, 35–42.

JÜRIMÄE J, JÜRIMÄE T, PIHL E. 2000. Changes in Body Fluids during Endurance Rowing Training. *Annals of the New York Academy of Sciences* **904**(1): 353–358. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2000.tb06481.x.

Kaufman MW, Roche M, Fredericson M. 2022. The Impact of Supplements on Sports Performance for the Trained Athlete: A Critical Analysis. *Current Sports Medicine Reports* **21**(7): 232–238. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000972.

Khalil S, Mohktar M, Ibrahim F. 2014. The Theory and Fundamentals of Bioimpedance Analysis in Clinical Status Monitoring and Diagnosis of Diseases. *Sensors* **14**(6): 10895-10928. DOI: 10.3390/s140610895.

Kiens B, Hawley JH. 2011. Fat Metabolism. Pages 52-64 in Lanham-New SA, Stear SJ, Shirreffs SM, Collins AL. 2011. *Sport and Exercise Nutrition*. ProQuest Ebook Central. DOI: 10.1002/9781444344905.

Kinkorová I, Vrba M. 2015. Stav antropometrických parametrů a tělesného složení u studentů Vojenského oboru UK FTVS v Praze. *Studia Sportiva* **9**(2): 57–67. DOI: 10.5817/StS2015-2-5.

Kohout P, Růžičková L, Pánek J, Chrpová D. 2005. *Nutriservis*. Praha. Dostupné z <https://www.nutriservis.cz>. (accessed Januar 2024)

Kumstát M, Hlinský T. 2020. Výživa v regeneraci a podpoře sportovního výkonu. Pages 234-250 in Bernaciková M, Cacek J, Dovrtělová L. *Regenerace a výživa ve sportu*. Masarykova univerzita. ProQuest Ebook Central.

Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA. 1996. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *The American Journal of Clinical Nutrition* **64**(3): 423-427. DOI:10.1093/ajcn/64.3.423S.

Kyle U. 2004. Bioelectrical impedance analysis part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition* **23**(5): 1226-1243. DOI: 10.1016/j.clnu.2004.06.004.

Lemon P. 2011. Protein and Amino Acid. Pages 41-50 in Lanham-New SA, Stear SJ, Shirreffs SM, Collins AL. *Sport and Exercise*. John Wiley & Sons. DOI:10.1002/9781444344905.

Ling CHY, de Craen AJM, Slagboom PE, Gunn DA, Stokkel MPM, Westendorp RGJ, Maier AB. 2011. Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population. *Clinical Nutrition* **30**(5): 610–615. DOI: 10.1016/j.clnu.2011.04.001.

Lopes-Silva JP, da Rocha ALS, Rocha JCC, Silva VS, Correia-Oliveira CR. 2022. Caffeine ingestion increases the upper-body intermittent dynamic strength endurance performance of combat sports athletes. *European Journal of Sport Science* **22**(2): 227–236. DOI: 10.1080/17461391.2021.1874058.

Lowery LM. 2004. Dietary fat and sports nutrition: a primer. *Journal of Sports Science & Medicine* **3**(3):106–117.

Lukaski HC, Bolonchuk WW, Siders WA, Hall CB. 1990. Body composition assessment of athletes using bioelectrical impedance measurements. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* **30**(4): 434–440.

Mack GW, Nadel ER. 1996. Body Fluid Balance During Heat Stress in Humans. In *Comprehensive Physiology*. 187–214. DOI: 10.1002/cphy.cp040110.

Malá L, Malý T, Zahálka F, Bunc V. 2015. *Fitness Assessment. Body Composition*. Karolinum Press, Charles University. DOI: 10.2307/jj.608085.

Meyer F, Szygula Z, Wilk B. 2016. *Fluid Balance, Hydration, and Athletic Performance*. CRC Press. DOI: 10.1201/b19037.

Mialich MS, Sicchieri JMF, Junior AAJ. 2014. Analysis of Body Composition: A Critical Review of the Use of Bioelectrical Impedance Analysis. *International Journal of Clinical Nutrition* **2**(1): 1–10.

Morton RW et al. 2018. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *British Journal of Sports Medicine* **52**(6): 376–384. DOI:10.1136/bjsports-2017-097608.

Muscella A, Stefàno E, Lunetti P, Capobianco L, Marsigliante S. 2020. The Regulation of Fat Metabolism During Aerobic Exercise. *Biomolecules* **10**(12). DOI: 10.3390/biom10121699

Neves EB, Ulbricht L, Krueger E, Romaneli EFR, Souza MN. 2012. Effects of Intense Physical Activity with Free Water Replacement on Bioimpedance Parameters and Body Fluid Estimates. *Journal of Physics: Conference Series*, 407, 012002. DOI:10.1088/1742-6596/407/1/012002

Rallison LR, Kushner RF, Penn D, Schoeller DA. 1993. Errors in estimating peritoneal fluid by bioelectrical impedance analysis and total body electrical conductivity. *Journal of the American College of Nutrition* **12**(1): 6–72. DOI:10.1080/07315724.1993.10718285

Riegerová J, Přidalová M, Ulbrichová M. 2006. Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie) /. 3. vyd. 700 výt.

Roubík L, Šindelář M. 2018. Principy moderní výživy. In: Institut Moderní Výživy. Dostupné z: <https://institutmodernivizivy.cz/principy-moderni-vyzivy/>

Ruiz Díaz Y, García Pérez MA. 2022. Bebidas deportivas isotónicas: formulación y efectos fisiológicos de su consumo. QhaliKay. Revista de Ciencias de La Salud ISSN: 2588-0608 **6**(2). DOI: 10.33936/qkracs.v6i2.4534

Sergi G, de Rui M, Stubbs B, Veronese N, Manzato E. 2017. Measurement of lean body mass using bioelectrical impedance analysis: a consideration of the pros and cons. *Aging Clinical and Experimental Research* **29**(4): 591–597. DOI: 10.1007/s40520-016-0622-6

Shafer KJ, Siders WA, Johnson LK, Lukaski HC. 2009. Validity of segmental multiple-frequency bioelectrical impedance analysis to estimate body composition of adults across a range of body mass indexes. *Nutrition* **25**(1), 25–32. DOI: 10.1016/j.nut.2008.07.004

Shirreffs SM. 2011. Fluids and Electrolytes. Pages 59–65 in Lanham-New SA, Stear SJ, Shirreffs SM, Collins AL. *Sport and Exercise*. John Wiley & Sons. DOI:10.1002/9781444344905

Stewart A, Sutton L. 2012. *Body Composition in Sport, Exercise and Health* (1st ed.). Routledge. DOI: 10.4324/9780203133040

Strauss BJ. 1995. Measuring fat and fat-free mass: clinical significance and limitations. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* **4**(1): 103–104.

Thomas D, Burke L, Erdman K. 2016. *Nutrition and Athletic Performance*. *medicine and science*. 48. 543–568. 10.1249/MSS.0000000000000852.

Tinsley, GM. 2021. Five-component model validation of reference, laboratory and field methods of body composition assessment. *British Journal of Nutrition* **125**(11), 1246–1259. DOI: 10.1017/S0007114520003578

Tinsley GM, Stratton MT, Harty PS, Williams AD, White SJ, Rodriguez C, Dellinger JR, Johnson BA, Smith RW, Trexler ET. 2022. Influence of acute water ingestion and prolonged standing on raw bioimpedance and subsequent body fluid and composition estimates. *Journal of Electrical Bioimpedance* **13**(1), 10–20. DOI: 10.2478/joeb-2022-0003

Truswell A, Stewart, Snell, Esmond E, Carpenter, Kenneth. 2024. *Nutrition*. Encyclopedia Britannica.

Vilikus Z. 2015. *Výživa Sportovců a Sportovní Výkon*. Prague: Karolinum Press. Accessed March 9, 2024.

Wagner DR, Heyward VH. 1999. Techniques of Body Composition Assessment: A Review of Laboratory and Field Methods. *Research Quarterly for Exercise and Sport* **70**(2), 135–149. DOI: 10.1080/02701367.1999.10608031

Wang Z, Pierson R, Heymsfield S. 1992. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *The American Journal of Clinical Nutrition* **56**(1):19–28. DOI: 10.1093/ajcn/56.1.19

Ward LC. 2019. Bioelectrical impedance analysis for body composition assessment: reflections on accuracy, clinical utility, and standardisation. *European Journal of Clinical Nutrition* **73**(2), 194–199. DOI: 10.1038/s41430-018-0335-3

Wildman RE, Miller BS. 2004. *Sports and fitness nutrition*. Belmont, CA: Thomson/Wadsworth, xviii, 509 p. ISBN 0534575641.

Woodruff K. 2016. *Sports Nutrition*. New York: Momentum Press. Accessed March 9, 2024.

9. Seznam použitých zkratk a symbolů

BCAA	aminokyseliny s rozvětveným řetězcem
BIA	bioimpedanční analýza
BIS	bioimpedanční spektroskopie
ECW	extracelulární tekutina
FA	fyzická aktivita
FFM	beztuková tkáň
FM	tuková tkáň
ICW	intracelulární tekutina
Kcal	kalorie
KJ	kilojoule
MF-BIA	vícefrekvenční analýza bioimpedance
R	odpor
RO	odpor při nulové frekvenci
Ri	rezistance
Rinf	odpor při nekonečné frekvenci
SF-BIA	jednofrekvenční analýza bioimpedance
TWB	celková tělesná voda
USK	univerzitní sportovní klub
Xc	reaktance
Z	impedance

10. Samostatné přílohy

Příloha 1: Dotazníkové šetření

1 Informace o respondentovi

1.1 Jaké je vaše pohlaví?

- a) Muž
- b) Žena

1.2 Kolik Vám je let?

Odpověď:

2 Stravovací návyky

2.1 Kolikrát denně jíte?

- a) 2-3x denně
- b) 3-5x denně
- c) 5x a více

2.2 Jíte pravidelně (ve stejné časy)?

- a) Ano
- b) Spíše ano
- c) Spíše ne
- d) Ne

2.3 Snídáte?

- a) Ano
- b) Spíše ano
- c) Spíše ne
- d) Ne

2.4 Jaké je vaše hlavní jídlo dne?

- a) Snídaně
- b) Oběd
- c) Večeře

2.5 Zaměřujete se na nutriční složení potravin, které konzumujete?

- a) Ano, vždy
- b) Spíše ano
- c) Spíše ne
- d) Ne

2.6 Pokud ne, proč?

- a) Nemám čas
- b) Nemám zájem
- c) Nerozumím dané problematice
- d) Jiné

2.7 Sledujete svůj denní kalorický příjem?

- a) Ano, vždy
- b) Spíše ano
- c) Spíše ne
- d) Ne

2.8 Upravujete svůj jídelníček během různých období (silová příprava, závodní období)?

- a) Ano
- b) Spíše ano
- c) Spíše ne
- d) Ne

3 Pitný režim

3.1 Kolik v průměru denně vypijete tekutin (v litrech)?

- a) 0-1
- b) 1-2
- c) 3-4
- d) 4 a více

3.2 Jaké typy nápojů obvykle pijete během dne?

- a) Výhradně vodu
- b) Minerální vody
- c) Slazené nápoje
- d) Čaje

3.3 Jak často pijete kofeinové nápoje jako je káva nebo čaj?

- a) Každý den
- b) Několikrát v týdnu
- c) Výjimečně
- d) Nikdy

3.4 Pijete alkoholické nápoje?

- a) Ano, pravidelně
- b) Ano, při výjimečných příležitostech
- c) Nikdy

3.5 Kolik v průměru vypijete tekutin během tréninku?

- a) 0-500 ml
- b) 500-1000 ml
- c) 1000-2000 ml
- d) 2000 ml a více

3.6 Jaké nápoje preferujete během tréninku?

- a) Vodu
- b) Iontové nápoje
- c) BCAA nápoje
- d) Jiné

3.7 Jaké nápoje preferujete po tréninku?

- a) Vodu
- b) Iontové nápoje
- c) BCAA nápoje
- d) Jiné

4 Doplnky stravy

4.1 Užíváte nějaké doplňky stravy?

- a) Ano
- b) Spíše ano
- c) Spíše ne
- d) Ne

4.2 Pokud ano, jaké konkrétní doplňky užíváte?

- a) Vitamíny
- b) Minerální látky
- c) Anabolické suplementy (BCAA, karnitin)
- d) Jiné

4.3 Jaké konkrétní suplementy používáte?

- a) BCAA
- b) Karnitin
- c) Proteiny
- d) Kreatin
- e) Jiné

4.4 Mají suplementy vliv na váš fyzický výkon během tréninku?

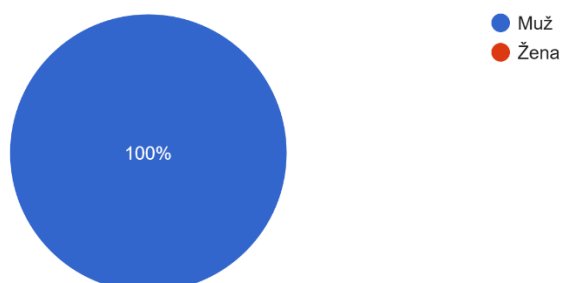
- a) Ano
- b) Spíše ano
- c) Spíše ne
- d) Ne

10.1 Příloha 2: Vyhodnocení dotazníkové šetření

Kompletní grafické znázornění odpovědí v dotazníkovém šetření.

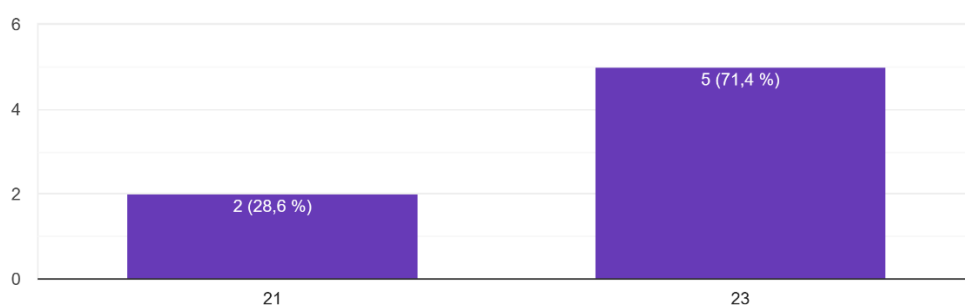
Jaké je Vaše pohlaví?

7 odpovědí



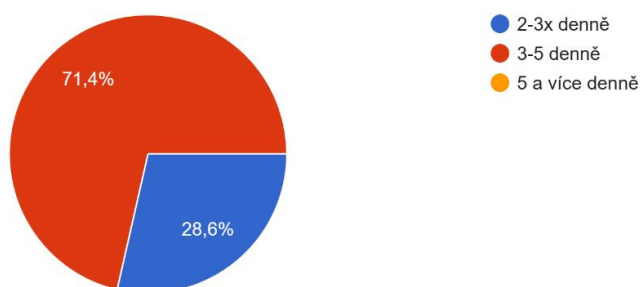
Jaký je Váš věk?

7 odpovědí



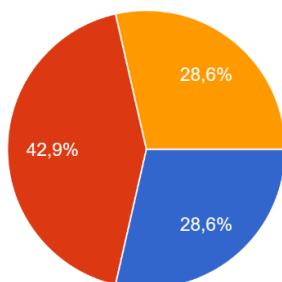
Kolikrát denně jíte?

7 odpovědí



Jíte pravidelně (ve stejné časy)?

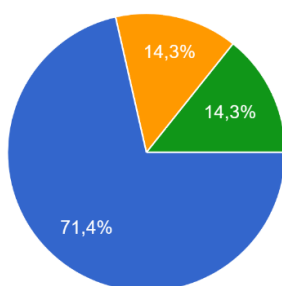
7 odpovědí



- Ano
- Spíše ano
- Spíše ne
- Ne

Snídáte?

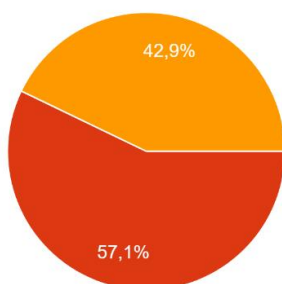
7 odpovědí



- Ano
- Spíše ano
- Spíše ne
- Ne

Jaké je vaše hlavní jídlo dne?

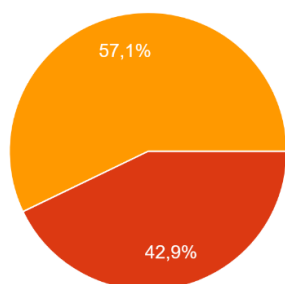
7 odpovědí



- Snídaně
- Oběd
- Večeře

Zaměřujete se na nutriční složení potravin, které konzumujete?

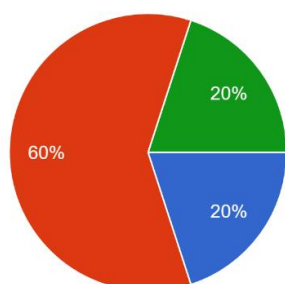
7 odpovědí



- Ano, vždy
- spíše ano
- Spíše ne
- Ne

Pokud ne, proč?

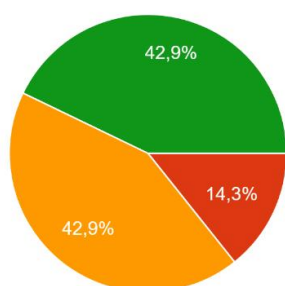
5 odpovědí



- Nemám čas
- Nemám zájem
- Nerozumím dané problematice
- Jiné

Sledujete svůj denní kalorický příjem?

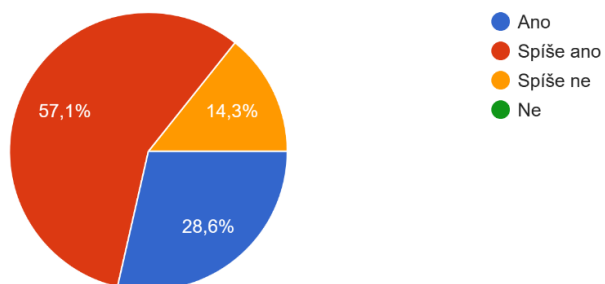
7 odpovědí



- Ano, vždy
- Spíše ano
- Spíše ne
- Ne

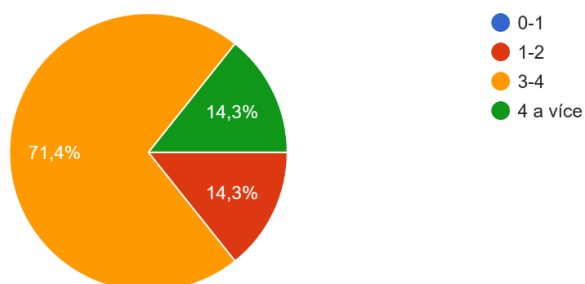
Upravujete svůj jídelníček během různých období (silová příprava, závodní období)?

7 odpovědí



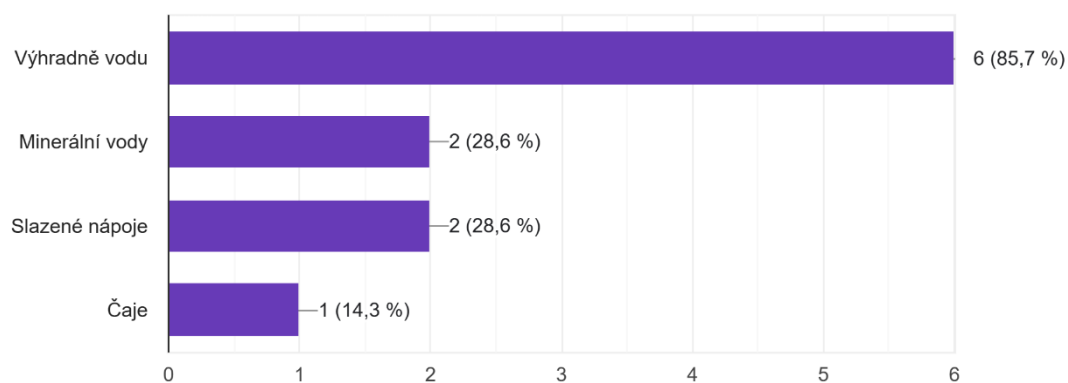
Kolik v průměru denně vypijete tekutin (v litrech)?

7 odpovědí



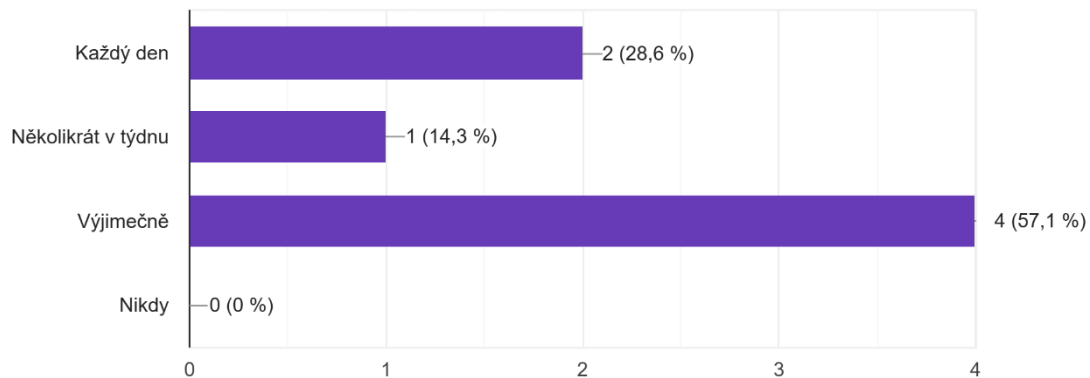
Jaké typy nápojů obvykle pijete během dne?

7 odpovědí



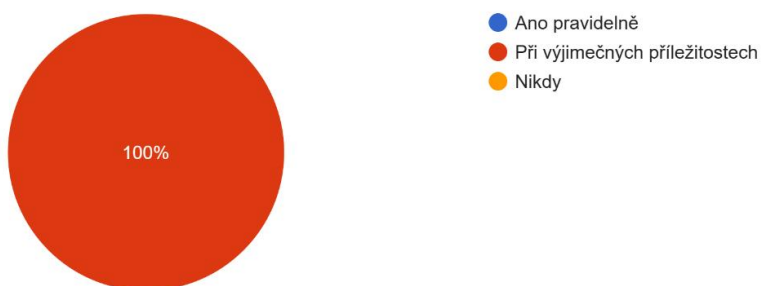
Jak často pijete kofeinové nápoje jako je káva nebo čaj?

7 odpovědí



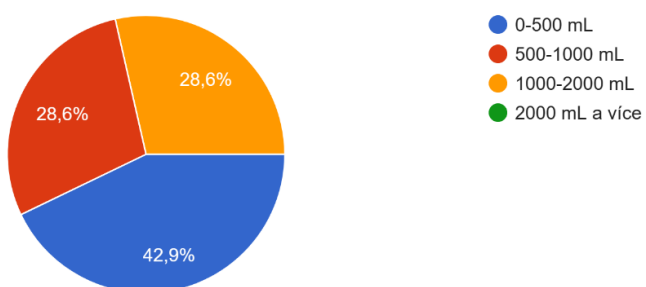
Pijete alkoholické nápoje?

7 odpovědí



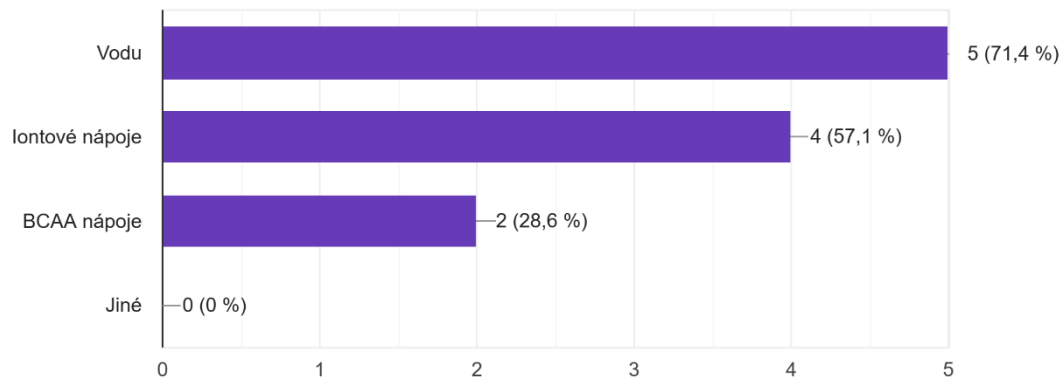
Kolik v průměru vypijete tekutin během tréninku?

7 odpovědí



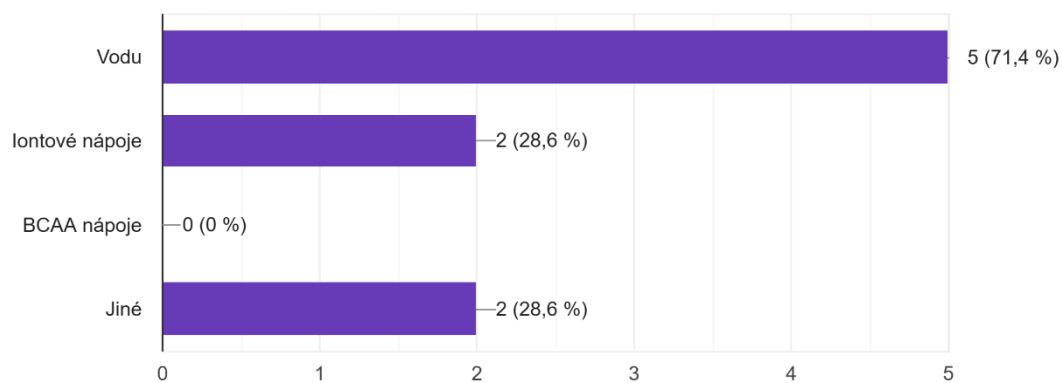
Jaké nápoje preferujete během tréninku?

7 odpovědí



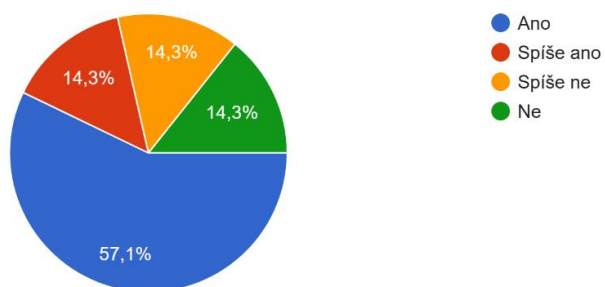
Jaké nápoje preferujete po tréninku?

7 odpovědí



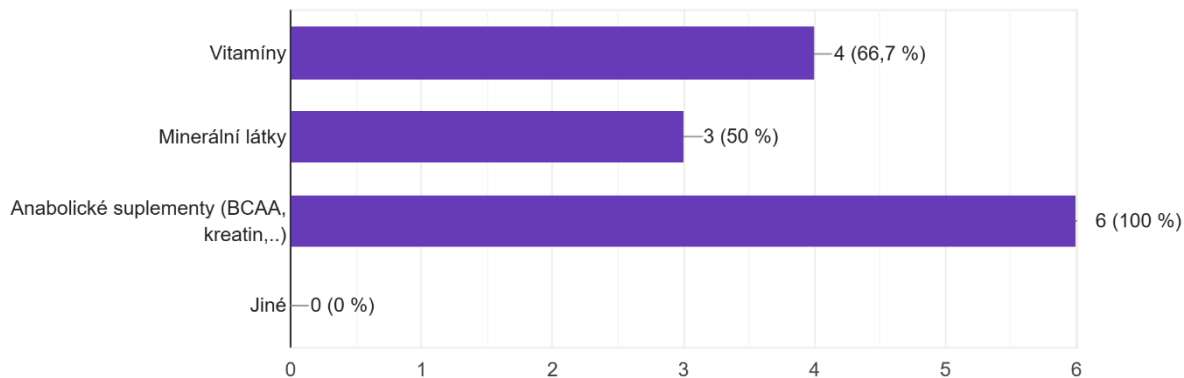
Užíváte nějaké doplňky stravy?

7 odpovědí



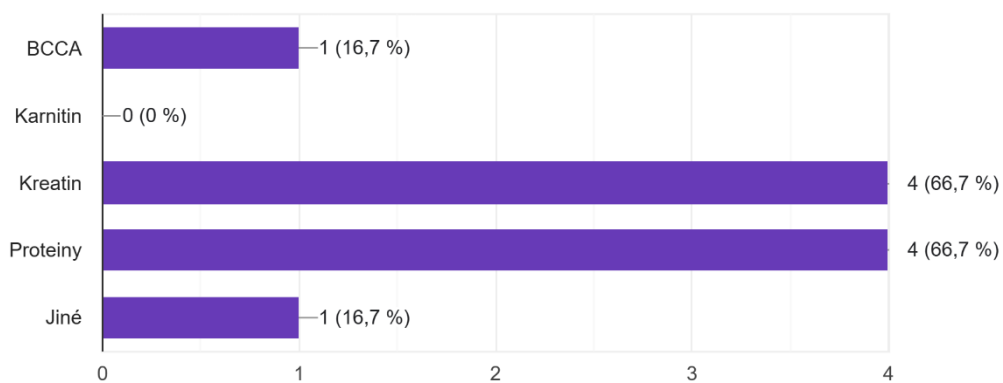
Pokud ano, jaké konkrétní doplňky užíváte?

6 odpovědí



Jaké konkrétní suplementy používáte?

6 odpovědí



Mají suplementy vliv na váš fyzický výkon během tréninku?

7 odpovědí

