

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

ZMĚNY TĚLESNÉHO SLOŽENÍ VESLAŘŮ NA ZÁKLADĚ BIOELEKTRICKÉ
IMPEDANCE

Bakalářská práce

Autor práce: Jakub Gefing
Vedoucí práce: Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.
Olomouc 2013

Jméno a příjmení autora: Jakub Gefing
Název diplomové práce: Změny tělesného složení veslařů na základě bioelektrické impedance
Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph. D.
Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii
Rok obhajoby diplomové práce: 2013

Abstrakt: Osm členů ve věku 14-15 let olomouckého Veslařského klubu podstoupilo na Katedře přírodních věd v kinantropologii na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci měření metodou bioelektrické impedance. Skupina se skládala ze čtyř děvčat a čtyř chlapců. Veslaři byli měřeni dvakrát, a to v listopadu 2011 a v březnu 2012. Každý z veslařů absolvoval měření na přístroji InBody 720. Naměřené hodnoty vybraných parametrů tělesného složení byly statisticky zpracovány a vyhodnoceny. Z výsledků vyplynulo, že po absolvování zimní přípravy došlo ke snížení hodnot tukové frakce a navýšení hodnot kosterního svalstva. Výsledky měření byly předány trenérům dorosteneckého družstva Veslařského klubu Olomouc a sloužily ke zjištění jak aktuálního tak i celkových změn fyzického stavu závodníků v uvedeném období.

Klíčová slova:

InBody 720, tělesný tuk, svalová hmota, veslování, segmentální analýza svalů

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovnických služeb.

Author's first name and surname: Jakub Gefing
Title of the masters thesis: Changes in body composition rowers based on bioelectrical impedance
Supervisor: Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.
Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology
The year of presentation: 2013

Abstract: Eight members aged 14-15 years underwent Olomouc Rowing Club at the Department of Natural Sciences in Kinanthropology the Faculty of Physical Culture, Palacky University in Olomouc measurement by bioelectrical impedance. The group consisted of four girls and four boys. The rowers were timed twice, in November 2011 and March 2012. Each of the rowers graduated measurements on device InBody 720. The measured values of selected parameters of body composition were statistically processed and evaluated. The results showed that, after passing the winter preparation to reduce the fat fraction values, values increase skeletal muscle. The results were transmitted to the junior team coaches Rowing Club Olomouc and were used to determine both the current and the total changes in the physical condition of athletes in that period.

Keywords:

InBody 720, body fat, muscle mass, rowing, segmental analysis of muscle

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením Doc. RNDr. Miroslavy Přidalové, Ph.D. a uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 29. 4. 2013

Děkuji vedoucí diplomové práce Doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D. za cenné rady, podněty a připomínky při zpracování diplomové práce. Rovněž děkuji Renátě Slezákové za pomoc při měření a zpracování údajů.

Obsah

1	ÚVOD.....	8
2	SYNTÉZA POZNATKŮ	9
2.1	Tělesné složení.....	9
2.2	Tělesný tuk.....	12
2.3	Svalová hmota	13
2.4	Celková tělesná voda.....	15
2.5	Bioelektrická impedanční analýza – BIA	16
2.6	Specifické vývojové problémy pubescentů.....	22
2.7	Somatické dispozice veslařů.....	23
2.8	Funkční a metabolická charakteristika veslování	24
2.9	Hmotnostně – výškový index	24
3	CÍLE.....	25
4	SOUBOR A METODIKA	26
4.1	Charakteristika sledovaného souboru.....	26
4.2	Získání a zpracování dat.....	26
4.3	InBody 720.....	27
5	VÝSLEDKY	30
5.1	Hodnocení probandů podle růstových grafů	30
5.2	Hmotnostní a výškové parametry u souboru chlapců	36
5.3	Zastoupení tělesné vody u chlapců.....	38
5.4	Zastoupení tukové a svalové složky u chlapců	40
5.5	Zastoupení proteinů, minerálů a fitness skóre u chlapců	42
5.6	Segmentální analýza svalové hmoty u chlapců	43
5.7	Segmentální analýza tělesného tuku u chlapců	46
5.8	Analýza indexu otoků (EDEMA) u chlapců.....	46
5.9	Hmotnostní a výškové parametry u souboru dívek	48

5.10	Zastoupení tělesné vody u dívek	50
5.11	Zastoupení tukové a svalové složky u dívek.....	52
5.12	Zastoupení proteinů, minerálů a fitness skóre u dívek.....	54
5.13	Segmentální analýza svalové hmoty u dívek	55
5.14	Segmentální analýza tělesného tuku u dívek.....	57
5.15	Analýza indexu otoků (EDEMA) u dívek	58
6	ZÁVĚR.....	59
7	SOUHRN	60
8	SUMMARY.....	62
9	REFERENČNÍ SEZNAM.....	64
10	SEZNAM PŘÍLOH	67

1 ÚVOD

Tématem této bakalářské práce je analýza změn tělesného složení veslařů na základě bioelektrické impedance.

Veslování je jedním z vrcholových sportů, ve světě více uznávané než v Čechách, a přesto patří mezi sporty s vysokou úrovní. Spojuje sílu, vytrvalost, technické, ale i taktické schopnosti jedince a kolektivu.

Zvolené téma je mi blízké, protože mám vztah k veslování. Od roku 2000 jsem členem Veslařského klubu Olomouc, od roku 2010 jsem byl asistentem trenéra a v současné době jsem hlavním trenérem chlapecké dorostenecké kategorie. Své poznatky proto mohu přenést do této práce. Za spolupráce s trenérkou dorostenek jsem mohl využít možnost ke sběru dat nejen svých svěřenců, ale i děvčat.

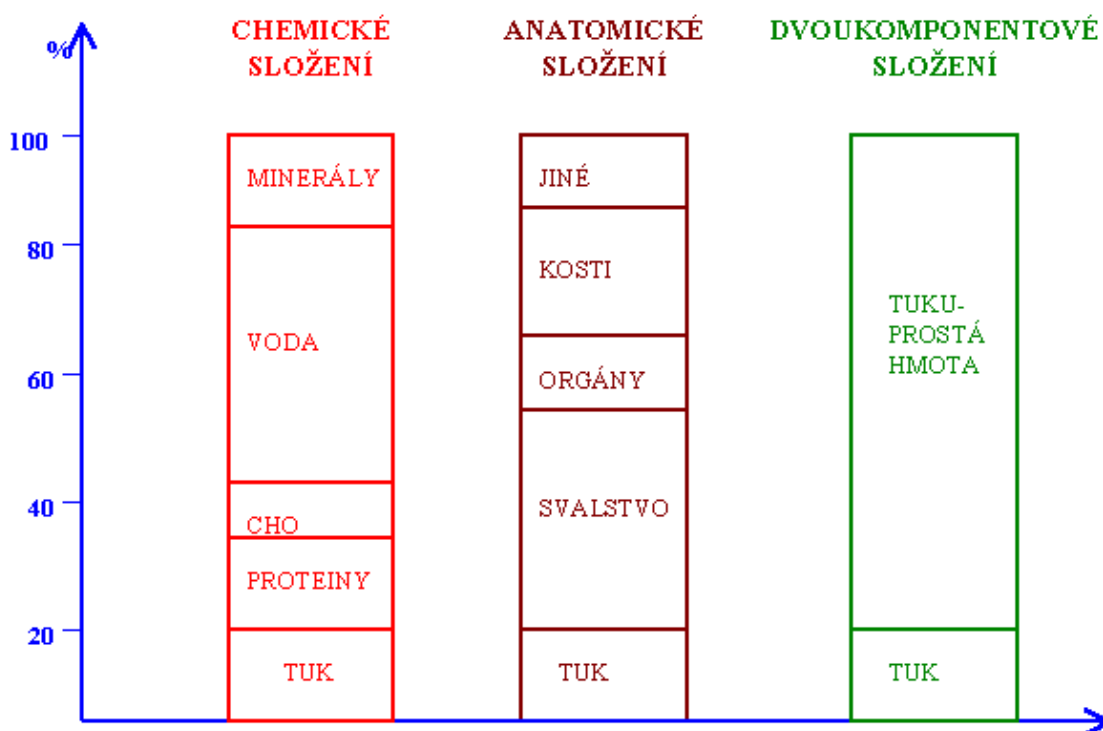
Tělesné složení se měří různým způsobem. Velký průlom v oblasti měření tělesného složení nastal při využitím bioelektrické impedanční analýzy. Právě metoda bioelektrické impedanční analýzy je v současné době nejvíce využívána, jak v komerčních sférách, tak při odborných studiích. Bioelektrická impedanční analýza je metodou neinvazní, relativně levnou, terénní a bezpečnou. Tuto metodu lze využít pro stanovení konkrétních parametrů u zdravých jedinců i u pacientů s různými klimatickými diagnózami. Tělesné zatížení jedince při samotném měření je minimální (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Díky tomu mohou trenéři snadno a rychle zjistit například tělesnou zdatnost jedince a při opakovaném měření srovnávat výsledky, zda se jejich svěřenci zlepšili nebo zhoršili v průběhu tréninkového procesu. Dále mohou porovnávat hodnoty sportovců vzájemně mezi sebou. Tělesné složení vypovídá rovněž o stavu výživy organismu a zavodnění jedince.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 Tělesné složení

Lidské tělo je podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006) složeno z komponent, které je možno charakterizovat z hlediska chemického či anatomického. Chemicky je tělo tvořeno tukem, bílkovinami, uhlovodany, minerály a vodou. Anatomicky je tělo tvořeno tukovou tkání, svalstvem, kostmi, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi. Oba klasifikační systémy jsou znázorněny na obrázku 1.



Obrázek 1. Chemický, anatomický a dvoukomponentový model tělesného složení (upraveno podle Willmora, 1992)

Z těchto systémů byl odvozen tzv. čtyřkomponentový model lidského těla, kde po sečtení tuku, extracelulární tekutiny, buněk a minerálů nám vyjde celková hmotnost. Dále je to model tříkomponentový, který je tvořen tukem, vodou a sušinou (proteiny, minerály). V praxi se zjednodušuje na podíl tuku, svalstva a kostní tkáně. Kvůli velmi obtížnému měření každé z těchto komponent in vivo, byl problém tělesného složení zjednodušen na

dvoukomponentový model, kde je lidské tělo děleno na dvě základní komponenty, a to tuk a tukuprostou hmotu (fat – free mass FFM). Podle Behnkeho byl zaveden termín „lean body mass“ (aktivní tělesná hmota). Tento termín původně představoval tukuprostou hmotu a malé množství tzv. esenciálního tuku, ale k nemožnosti odlišení esenciálních a neesenciálních lipidů se v současné době doporučuje používat koncepci tukuprosté hmoty (tukuprostá hmota = hmotnost všech tkání – extrahovatelný tuk). Avšak v běžné praxi se často využívá termín aktivní tělesná hmota – ATH (lean body mass LBM).

Zatímco tuková složka je poměrně homogenní, nezahrnuje vodu ani draslík a její denzita je 0,9 g/cm³, tukuprostá hmota v sobě obsahuje značně odlišné složky jak z hlediska chemického a morfologického, tak z hlediska jejich biologické aktivity. Z pohledu chemického složení je FFM tvořena 72–74 % vody, u žen 50 – 60 mmol/kg draslíku. Denzita ATH je 1,1 g/cm³ při 37 °C (Bláha et al. 1986).

Modely tělesného složení

Anatomický model

Atomy neboli prvky jsou základními kameny lidského organismu. Z celé škály 106 prvků se jich v těle vyskytuje 50 a jejich rozdělení v různorodých tkáních a orgánech je dobře prokázáno. Největší procento tělesné hmotnosti (98 %) je kryto šesti prvky, kterými jsou kyslík, uhlík, vodík, dusík, vápník a fosfor. K rekonstrukci atomárního složení prvků se používá neutronová aktivační analýza (IVNAA).

Molekulární model

Molekulární model tělesného složení posuzuje chemické sloučeniny podle druhu molekul, které jsou v nich zastoupeny. Lidské tělo tvoří více než sto tisíc chemických sloučenin vycházejících z 11 základních chemických prvků, kterými jsou kyslík, uhlík, vodík, dusík, vápník, fosfor, síra, draslík, sodík, chlór a hořčík. Důležitými komponenty, které vycházejí ze současného pojetí molekulárního modelu, jsou voda, lipidy, bílkoviny, minerály a glykogen.

Buněčný model

Přestože může být lidské tělo rozděleno na molekulární úrovni do různých komponent, jejich sestavení do buněk tvoří živý organismus. Na úrovni buněčného modelu rozdělujeme lidské tělo do tří hlavních složek, kterými jsou buňky, extracelulární tekutina (ECT = plasma + intersticiální tekutina) a extracelulární pevné látky, neboli organické a anorganické látky.

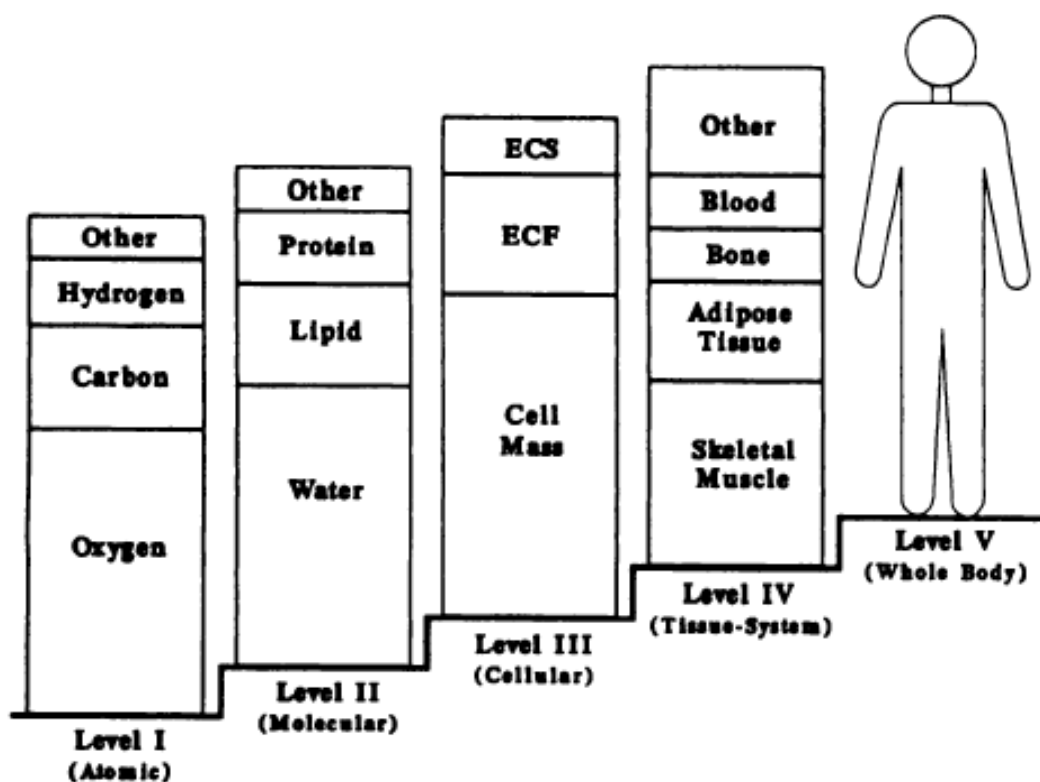
Tkáňově - systémový model

V lidském organismu rozlišujeme tkáň kostní, tukovou a svalovou, které zahrnují přibližně 75 % celkové tělesné hmotnosti. Jednotlivé tkáně jsou tvořeny buňkami s podobným vzhledem, funkcí a původem. Podobně jako buňky, můžeme i tkáň dělit na svalové, pojivové, epitelální a nervové. Tkáňově – systémový model v sobě zahrnuje muskuloskeletární, kožní, nervový, respirační, reprodukční, zažívací, oběhový, vyměšovací a endokrinní systém.

Celotělový model

Tento model zjišťuje hmotnost lidského těla na základě určení antropometrických hodnot (tělesná výška, hmotnost, délkové, šířkové obvodové rozměry, kožní řasy), hmotnostně-výškových indexů a objemu těla. Z hodnoty objemu těla lze vypočítat denzitu těla, která určí nepřímo množství aktivní tělesné hmoty a depotního tuku.

Jedná se o názory autorů; (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006; Wang, Pierson, & Heymsfield, 1992).



Obrázek 2. Pětiúrovňový model tělesného složení lidského těla (upraveno podle Wang, Pierson & Heymsfield, 1992)

2.2 Tělesný tuk

Nejvariabilnější částí hmotnosti těla je tuk, který se především během ontogeneze jedince neustále vyvíjí. Celkové množství tělesného tuku je tvořeno esenciálním tukem a zásobním tukem, který se hromadí v tukové tkáni. Je snadno ovlivnitelný výživou a pohybovou aktivitou. Tuk dále hraje hlavní roli ve vzniku a průběhu řady onemocnění (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Esenciální tuk je malá část tuku, kterou naše tělo potřebuje a bez které nemůže fungovat. Je důležitý pro tvorbu buněčných membrán.

Zásobní tuk je lokalizován okolo vnitřních orgánů (vnitřní zásobní tuk) a přímo pod kůží (podkožní zásobní tuk). Souvislost mezi podkožním a vnitřním tukem nemusí být pro všechny jedince stejná a může kolísat během života (Rössner, 2002).

Obecně platí, že muži mají vyšší densitu těla než ženy prakticky ve všech obdobích vývoje. K významné sexuální odlišnosti dochází v období dospívání. Dalším jevem je postupný pokles denzity těla se zvyšujícím se věkem. Srovnání různých etnických skupin umožňuje soudit i na genetickou dispozici.

S ohledem na zdraví se přikládá důraz při složení těla na množství tělesného tuku. Množství tělesného tuku se pohybuje okolo 3-5 % u velmi štíhlých lidí a u morbidní obezity do 60-70 % z celkové tělesné hmotnosti. Procento tělesného tuku, uváděné jako relativní tělesný tuk, je vyjádřeno jako podíl tukové hmoty z celkové hmotnosti těla. Průměrné procento tělesného tuku pro muže je 15 %, pro ženy 23 %. Obezita, charakterizována zmnožením celkového tělesného tuku, je diagnostikována při zvýšení množství tělesného tuku na 25 % u mužů a 32 % u žen (Wang, Pierson & Heymsfield, 1992).

The American College of Sports Medicine (1996) doporučuje minimální hodnoty tělesného tuku na 7 % pro 16 leté chlapce a mladší, 5 % pro chlapce starší 16 let. Pro ženskou sportovní populaci od 12 % do 14 %. To jsou nejnižší možné hodnoty tělesného tuku potřebné pro normální fyziologické a metabolické funkce. Heyward & Wagner (2004) publikovali hodnoty typické pro daný sport. Veslaři dosahují hodnot v rozmezí 8 % – 15 % tělesného tuku. Ženy v tomto sportu dosahují rozmezí 14 % - 18 % tělesného tuku.

2.3 Svalová hmota

Svalová tkáň je složena z buněk, které jsou schopny reagovat na podráždění změnou své délky nebo napětí. Obecně se svaly dělí na tři typy: kosterní, srdeční a hladké. Hladké svaly však nejsou homogenní skupinou. Kosterní svaly se skládají ze svalových vláken tvořených svalovými buňkami a vytváří velkou hmotu svalstva těla, přibližně 40 % tělesné hmotnosti. Tyto svaly ovládáme vůlí a jsou součástí podpůrně – pohybového aparátu. Většina kosterních svalů začíná a končí ve šlachách a svalová vlákna jsou uspořádána paralelně, takže síla kontrakce každé jednotky se sčítá se silou kontrakce dalších jednotek. Základní fyziologickou vlastností svalů je dráždivost a

stažlivost. Dále fyzikálními vlastnostmi svalů jsou pružnost a pevnost (Ganong, 2005; Rokyta, 2000).

Svalová vlákna jsou složena z myofibril, které lze rozdělit na jednotlivá filamenta. Filamenta se skládají z kontraktilních bílkovin. Nazývají se kontraktilní aparát svalů a jsou to aktin a myozin.

„Myozinové vlákno tvoří myozinové molekuly, které jsou jedna do druhé zapleteny jako květiny ve věnečku. Jedno vlákno tvoří více než 200 myozinových molekul. Hlavy odstupující z myozinového vlákna mají ATPázovou aktivitu (jsou schopné štěpit ATP) a zajišťují energii pro svalový vztah. Aktinové vlákno je tvořeno komplexem aktinu, tropomyozinu a troponinu. Aktin je dvojšroubovice s aktivními místy, krytými dvojšroubovici tropomyozinu, která se otáčí mezi vlákny aktinu. Troponin je regulační bílkovina spojující aktinové a tropomyozinové vlákno a umožňující po navázání Ca^{2+} iontů aktivaci celého komplexu“ (Rokyta et al., 2000, 246).

Typy příčně pruhovaných svalů

Kosterní svaly můžeme makroskopicky rozdělit na dva typy: červené a bílé svaly.

Červené svaly – neboli svaly typu I., nazýváme je červené svaly, protože jsou tmavší než ostatní svaly, obsahují totiž velké množství myoglobinu (bílkoviny vážící ve svalu kyslík) a mitochondrií. Bohaté prokrvení je důkazem, že se tento typ svalu specializuje na aerobní metabolismus. Svaly typu I. šetří energii, ale pracují poměrně pomalu, proto se jim také říká pomalé svaly. Vyskytují se hlavně tam, kde je třeba udržovat tonus (např. šijové svaly).

Bílé svaly – neboli svaly typu II., nazýváme je bílé svaly, protože mají méně myoglobinu a mitochondrií než svaly typu I. Oproti tomu mají velmi bohaté sarkoplazmatické retikulum a velké množství glykolytických enzymů. Jsou schopné velmi rychlých pohybů, tudíž u nich převládá anaerobní metabolismus. Spotřebují velké množství energie a velice snadno se unaví. Jejich výskyt je např. v okohybných svalech (Ganong, 2005; Rokyta, 2000).

Červená i bílá vlákna jsou obsažena v kosterních svalech, avšak některé svaly mají výraznou převahu vláken určitého typu. Zajímavostí je, že výskyt

jednotlivých typů vláken, zejména bílých, je dáno geneticky (např. lýtkový sval). Můžeme říci, že sprinterem se člověk rodí a maratonce můžeme vytrénovat.

Svalová síla

Lidský kosterní sval může vyvinout sílu 3 – 4 kg na cm². Svalová síla je maximální hmotnost, kterou sval udrží v rovnováze proti gravitaci. Usilovný trénink nezvětšuje svalovou sílu, ale svalový objem. Pozoruhodný příklad je m. gluteus maximus, který může vyvinout napětí až 1200 kg (Ganong, 2005).

Svalová únava

Svalovou únavu vyvolává dlouhá a silná nebo opakovaná svalová kontrakce. Únava se projevuje snížením zásob glykogenu, zvýšené hladině kyseliny mléčné, sníženému pH ve tkáni a změně prokrvení. Svalovou únavu cítíme jako nepříjemné pocity, pálení nebo jako svalové křeče. Vnímáme to jako signál k ukončení práce než dojde k úplnému vyčerpání a případně poškození svalu. Tento signál se dá oddálit tréninkem a postupnou adaptací metabolismu na zvýšenou zátěž (Rokyta, 2000).

Rozdělení svalové tkáně podle InBody 720:

- Tukuprostá hmota – Fat Free Mass (FFM) – tvoří ji komponenty: svalstvo, opěrné a pojivové tkáně, vnitřní orgány.
- Kosterní svalová hmota - Sceletal Muscle Mass (SMM)
- Štíhlá tělesná hmota - Soft Lean Mass (SLM) – vypočítá se jako rozdíl mezi FFM a kostními minerály

2.4 Celková tělesná voda

Celková tělesná voda se dělí na vodu uloženou v buňkách intracelulární tekutinu (ICT) a vodu uloženou mimo buňky extracelulární tekutinu (ECT). ECT se dále dělí ještě na tekutinu uloženou v mezibuněčných prostorech intrasticiální tekutinu (IST) a tekutinu v cévách intravaskulární tekutina (IVT).

Nejvíce vody je v krvi, ve svalové tkáni a v kůži. Podstatně méně vody obsahují kosti (22 %) a tuková tkáň (10 %). Obsah vody je proto nízký u obézních lidí – u nich tvoří pouze 45 % tělesné hmotnosti. Nejméně vody má zubní sklovina (2 %) (Rokyta, 2000).

Odpovídající denní hydratace je nezbytná pro udržení energetické hladiny, regulaci tělesné teploty, trávení, vstřebávání živin, vylučování toxinů a produktů metabolismu. Aby bylo tělo dospělého člověka dostatečně hydratováno, musí obsahovat 35–45 % tělesné hmotnosti intracelulární voda (ICW), 20–30 % tělesné hmotnosti extracelulární voda (ECW), celková tělesná voda (TBW) tedy tvoří 55–65 % celkové hmotnosti těla (Shanholtzer & Patterson, 2003).

Samostatnou skupinu tvoří transcelulární tekutiny (nejdou zařadit do žádné z předchozích skupin. Patří sem například mozkomíšní mok, tekutiny v kloubních pouzdrech primární moč, trávicí šťávy v trávicí trubici).

Voda v těle plní řadu důležitých funkcí. Vytváří transportní prostředí pro živiny, elektrolyty, hormony, krevní plyny, teplo a elektrické proudy. Voda také slouží jako rozpouštědlo a vytváří vhodné prostředí pro různé chemické reakce probíhající v organismu. Kromě toho má důležitou funkci při zvlhčování a ochraně sliznice. Voda taky udržuje pružnost a vlhkost kůže.

Objem tělesných tekutin závisí rovněž na příjmu a výdeji tekutin. V ideálním případě je příjem i výdej stejný a pak mluvíme o vyrovnané bilanci tekutin. Pokud je příjem vyšší než výdej, mluvíme o pozitivní bilanci – objem tekutin v těle se zvyšuje a mohou vzniknout otoky. Pokud jsou ztráty tekutin vyšší, než jejich příjem mluvíme o negativní bilanci a hrozí dehydratace. U zdravého člověka si tělo řídí přísun a výdej tekutin pomocí regulačních mechanismů.

2.5 Bioelektrická impedanční analýza – BIA

„Princip této metody spočívá na rozdílech v šíření elektrického proudu nízké intenzity v různých biologických strukturách. Aktivní tělesná hmota,

obsahující vysoký podíl vody a elektrolytů, je dobrým vodičem, zatímco tuková tkáň se chová jako izolátor. Aplikace konstantního střídavého proudu nízké intenzity vyvolává impedanci vůči šíření proudu, závislou na frekvenci, délce vodiče, jeho konfiguraci a průřezu“ (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006, 27).

Princip bioelektrické impedance

Tato metoda měří kompozici těla šířením vysokofrekvenčního střídavého elektrického proudu nízké intenzity (frekvence 1 - 1000 kHz, 800 mikroampérů) v různých biologických strukturách. Proud volně prochází tekutinami ve svalových tkáních, kostech, vnitřnostech (celkový obsah vody až 74 % v organismu), ale při průchodu tukovými tkáněmi se setkává s odporem. Tento odpor je vyhodnocen přístrojem a z poměru výšky, hmotnosti a dalších korekcí vypočítá procento tělesného tuku a další hodnoty (Kyle, Bosaeus, et al., 2004).

Historie BIA

Firma RJL Corporation of the United States představila v roce 1979 první ukázkou impedančních měřících přístrojů. Test probíhal v lehu na zádech a elektrody byly vedeny do rukou a nohou. Tato metoda byla jednoduchá, rychlá, levná a neinvazivní na rozdíl od měření pomocí kaliperu a fyzikální antropometrie, hydrostatického vážení nebo metody DEXA. V pozdějších letech projevilo mnoho odborníků zájem o tuto metodu. Začali ji zkoumat a využívat. Nyní jsou dostupné tři technologie měření. Monofrekvenční technologie (SF – BIA) využívající pouze jednu frekvenci a dochází tedy ke značné chybě, zejména u osob, které se vymykají z průměru (obézní lidé, děti, sportovci). Dále multifrekvenční technologie (MF – BIA), která využívá více frekvencí a je schopna měřit tekutiny mimo i uvnitř buňky. Je tedy více používanou a měří tukovou složku, tukuprostou hmotu, buněčnou hmotu, celkovou tělesnou vodu, intracelulární a extracelulární tekutinu. Novinka v podobě DSM - BIA tzv. přímo rozdělující multifrekvenční technologie. Jak již název napovídá, tato technologie neměří tělo jako celek, ale rozděluje ho na jednotlivé části. Používá více frekvencí podobně jako MF - BIA (<http://www.e-inbody.com/Tech/history.html>, <http://www.biospace.cz/dsm-bia.php>).

TĚLESNÁ HMOTNOST			
TĚLO BEZ TUKU		ELEKTRICKY VODIVÁ TKÁŇ	ELEKTRICKY NEVODIVÁ TKÁŇ
SVALOVINA		MINERÁLY	TĚLESNÝ TUK
TĚLNÍ TEKUTINA		PROTEINY	
NITROBUNĚČNÁ TEKUTINA	MIMOBUNĚČNÁ TEKUTINA		

Obrázek 3. Podíl jednotlivých vodivých a nevodivých tělesných složek na celkové tělesné hmotnosti (upraveno dle www.corazonplus.cz)

Přístroje BIA

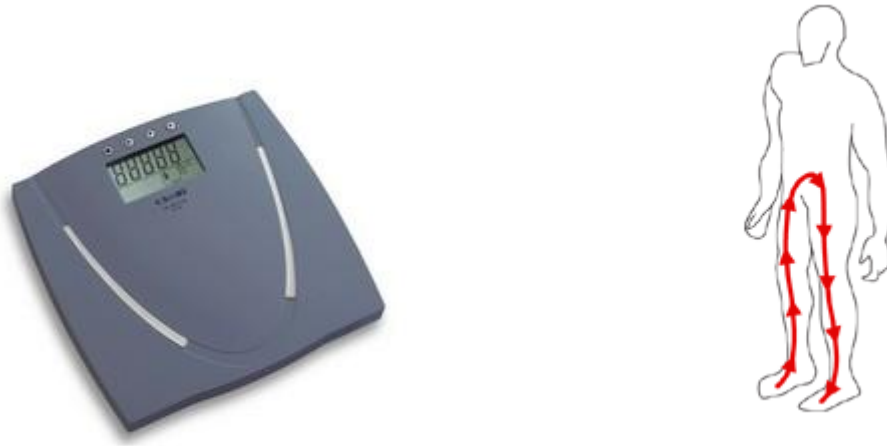
Pro měření metody tělesného složení na základě bioelektrické impedance existuje mnoho typů přístrojů. Zde jsem uvedl příklad vybraných přístrojů:

Ruční tukoměry – patří mezi první přístroje pro měření tuku metodou BIA. Proud probíhá pouze přes horní část těla (Obrázek 4).



Obrázek 4. Bipolární přístroj (upraveno podle www.inbody.cz)

Klasické váhy – k použití jsou také vyráběny osobní váhy pro měření tuku metodou BIA. Impedance se zjišťuje pouze dolní částí těla. Slouží spíše pro komerční použití (Obrázek 5).



Obrázek 5. Bipedální přístroje (upraveno podle www.inbody.cz)

Analyzátory tuku – patří k nejpřesnějším přístrojům využívajících metodu bioelektrické impedance. Proud prochází horní i dolní částí těla a výsledky měření nejsou ovlivňovány typem obezity, jak se muselo zadávat u předchozích přístrojů. Tyto přístroje jsou dražší, protože měří na několika frekvencích a tělo je rozděleno na 5 segmentů, používají je především odborníci v různém odvětví sportu a zdraví. Informace pořízené z těchto přístrojů se dají převést do počítače a poté dále zpracovat a vyhodnotit. Využívají se celkem čtyři elektrody, dvě elektrody jsou umístěné na styčné podložce nohou a zbylé dvě elektrody držíme v rukou. Analyzátory se dají také použít při terénní determinaci, avšak z hlediska funkčnosti a přesnosti se doporučuje tyto testy provádět laboratorně.



Obrázek 6. Tetrapolární přístroj (upraveno podle www.inbody.cz)



Obrázek 7. Přístroj IOI 353 od společnosti JAWON (upraveno podle www.jawon.com)

Analyzátor kompozice těla ioi 353 pracuje na principu MF-BIA, kdy měří tetrapolární metodou pomocí 8 dotykových elektrod. Pro větší přesnost měří při 3

frekvencích (5, 50 a 250 kHz) a umožňuje celkové i segmentální měření 5 částí těla (trup, horní a dolní končetiny).



Obrázek 8. Příklad přístroje MC-980MA od společnosti TANITA (upraveno podle www.tanita.com)

Tanita začlenila nejmodernější multi-frekvenční BIA technologie spolu se zobrazením dat pomocí vestavěných Microsoft Windows software. Kompletní složení těla je provedena za méně než 30 sekund (Obrázek 8).



Obrázek 9. Příklad přístroje Bodystat 1500 od společnosti BODYSTAT (upraveno podle www.bodystat.com)

Přístroj funguje na principu, že bezpečný vygenerovaný signál o síle baterie projde tělem a změří bioelektrickou impedanci při stálé frekvenci 50 kHz. Jakmile je test proveden, během tří sekund se Vám zobrazí na LCD displeji kompletní analýza složení těla, která zahrnuje skladbu tělesného tuku, aktivní tělesné hmoty, celkové tělesné vody a optimální rozsahy. Metabolické sazby, BMI a poměr obvodu pasu a boků jsou také zobrazeny na LCD displeji (Obrázek 9).

2.6 Specifické vývojové problémy pubescentů

Období pubescence je zařazeno do adolescence. Pro období jsou typické nerovnoměrné biologické změny, odrážející se i v psychologickém vývoji. Hlavním problémem puberty je, že v poměrně krátkém období dochází k zásadním změnám ve vnitřním prostředí organismu. V důsledku hormonálního působení se urychluje růst, výrazněji se mění hmotnost a výška těla. Pro sport je významné, že vzestup pohlavních hormonů zřetelně zvyšuje svalovou sílu, tomu však nejsou současně uzpůsobeny šlachy, vazy a zejména jejich úpony.

Celkově se puberta projevuje nezřídka v menší pohybové koordinaci, v jakési klátivosti až neohrabanosti. Změny mohou mít individuálně různé tempo, rozdíly se srovnávají až na konci období staršího školního věku i později.

Není jistě bez zajímavosti, že u mnohých dětí – hlavně u těch, které v předchozích letech pravidelně cvičily, trénovaly a trénují – dochází ke zhoršení koordinace v menší míře či se nemusí vůbec objevit. (Dovalil, 2009)

Zajímavá je také informace z Langmeiera a Krejčířové (1998), kde je zmíněno, že za posledních sto let ve všech rozvinutých evropských a amerických zemích urychlil nástup dospívání a urychlil se i celkový růst. Asi od poloviny minulého století se například menarché objevila u dívek stále v nižším věku, za desetiletí zpravidla o 4 – 5 měsíců. Růst do výšky se také výrazně urychlil – ovšem už v útlém věku. Prvá i druhá dentice a osifikace se vcelku urychlily.

I když podle Dovalila (2009) s nástupem puberty mohou vznikat určité potíže s obratností a hlavně chlapci hůře zvládají složitější cvičení, zhruba do 13 let se proces pohybového učení, tj. osvojování nových a zdokonalování

osvojených pohybů, uskutečňuje tak rychle a efektivně jako nikdy později. Zdá se dokonce, že pohyby naučené v této době jsou pevnější než ty, které se učí v dospělosti.

Nervový systém je natolik tvárný, že umožňuje komplexní rozvoj rychlostních schopností: reakce, jednotlivých pohybů i rychlosti frekvence, důležité je v tomto směru proporčně působit na různé svalové skupiny, nejen na dolní končetiny. Období 10 – 13 let je považováno za období velice příznivé pro získání „rychlostního základu“. Jeho zanedbání se v pozdějším tréninku kompenzuje velice obtížně.

Nelze připustit zatížení, které by pro dítě znamenalo extrémní vyčerpání. Tím může být především anaerobní činnost delšího trvání (aktivace LA systému) a používání těžkých břemen při silovém tréninku. Naopak soustředěnější vytrvalostní trénink (hlavně metodami nepřerušovaného zatížení nevysoké intenzity a delšího trvání) odpovídá možnostem tohoto věkového období.

2.7 Somatické dispozice veslařů

V roce 1982 – 1989 prováděla Ulbrichová a Sukop opakované antropometrické vyšetření 219 veslařů ve věku 16 – 36 let a 107 veslařek ve věku 15 – 26 let, tito veslaři byli členy dospělých a juniorských reprezentačních výběrů. Kromě tělesné výšky a hmotnosti měřili i celkový rozvoj svalstva hodnocený pomocí Matiechkovy rovnice a rozvoj svalstva na segmentech končetin. Podíl tuku byl hodnocen ze součtu tloušťky deseti kožních řas měřených Bestovým kaliperem (Ulbrichová, 1990).

Srovnávali výsledky vývoje tělesné výšky a hmotnosti s daty cvičenců Česko – slovenské spartakiády (Bláha, 1982). Ukázalo se, že veslaři a veslařky ve všech věkových třídách patřili k nadprůměrným až vysoce nadprůměrným kategoriím výšky i hmotnosti. Z výsledků je patrné, že úroveň svalového rozvoje byla v průběhu sledovaného intervalu u veslařů vysoce nadprůměrná, s vrcholem ve 26. roce. Při tom podíl tuku byl v juniorském období na průměrné úrovni, po 20. roce byl ve srovnání s cvičenci spartakiády podprůměrný. Úroveň rozvoje svalstva veslařek – juniorek byla nadprůměrná a u dospělých veslařek až vysoce nadprůměrná, s vrcholem ve 22. roce. Výrazný byl pokles podílu tuku

z nadprůměrných hodnot juniorek (nad 20 %) až k podprůměrným hodnotám (pod 15 %) u nejstarších závodnic (Ulbrichová & Sukop, 1990).

Dále analyzovali vztah somatických parametrů k výkonu na veslařském trenažéru. Tyto testy jednoznačně prokázaly význam rozvoje svalstva jako jednoho z nejdůležitějších předpokladů vysoké úrovně výkonnosti. Průměrná hmotnost svalstva u juniorů s nadprůměrným výkonem (17 let) činí 43,4 kg a u juniorek 33,1 kg.

Ulbrichová (1980) uvádí průměrné hodnoty českých (resp. československých) reprezentantů ve veslování u mužů: tělesná výška 189 cm, hmotnost 91 kg, 10 % tělesného tuku. U žen pak tělesnou výšku 175 cm, hmotnost 78 kg a 14 % tuku. Jedná se o závodníky v kategorii bez váhového omezení.

2.8 Funkční a metabolická charakteristika veslování

„Veslování lze charakterizovat jako cyklický pohyb dynamického charakteru, pro který je typické střídání kontrakcí a relaxací (popř. i negativní excentrické práce) velkých svalových skupin“. (Havlíčková a kol., 1993) Veslařský závod je výkon submaximální až maximální intenzity. Zpravidla trvá 5-8 minut, podle disciplíny a výkonnosti závodníků. V průběhu závodu je maximálně zatížen kardio-respirační systém. Pro hrazení energetických potřeb jsou využity všechny tři způsoby energetického krytí.

2.9 Hmotnostně – výškový index

Body mass index je poměr tělesné výšky a celkové tělesné hmotnosti. Je to metoda, která se používá k determinaci obezity u celkové populace. Při měření vzniká často chyba, zejména u sportovců, protože jejich celkovou tělesnou hmotnost tvoří tělesný tuk, ale svalová hmota.

3 CÍLE

Hlavním cílem této práce je kazuistické zhodnocení změn tělesného složení u souboru čtyř veslařů a čtyř veslařek metodou bioelektrické impedance prostřednictvím přístroje InBody 720. Měření probíhala v časovém rozmezí 145 dní.

Dílčí cíle

- Vyhodnocení změn individuálních hodnot vybraných parametrů tělesného složení.
- Vyhodnocení změn individuálních hodnot segmentální analýzy kosterního svalstva a tělesného tuku.

4 SOUBOR A METODIKA

4.1 Charakteristika sledovaného souboru

Soubor čtyř děvčat a čtyř chlapců podstoupilo měření bioelektrickou impedancí. První test byl proveden začátkem listopadu 2011, druhý test koncem března 2012 v antropometrické laboratoři katedry přírodních věd na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Tedy v rozmezí 145 dní, kdy se veslaři připravují na důležitou jarní část sezóny. V těchto pěti měsících probíhá zimní příprava, která zahrnuje trénink vytrvalosti, síly a zvyšování celkové fyzické zdatnosti. Testovaný soubor byl ve věku 14 – 15 let. Měření probíhalo za standardizovaných podmínek.

Měření bylo provedeno před zahájením zimní přípravy a po jejím ukončení. Zimní příprava zahrnuje trénink vytrvalosti a síly. Veslaři se v tomto období připravují na hlavní sezónu. Dorostenecké kategorie stráví v posilovně, na veslařském trenažéru nebo běháním až deset hodin tréninku týdně. Výběr termínu těchto měření bylo tedy cílené a výsledky hodnot ovlivněny touto každoroční přípravou. V březnu se také pravidelně koná jarní soustředění. Soustředění trvá týden a sportovci mají zdvojnásobenou tréninkovou dávku. Všichni probandi a probandky se tohoto veslařského soustředění zúčastnili.

4.2 Získání a zpracování dat

Sběr dat byl proveden metodou bioelektrické impedance na přístroji InBody 720. Před vlastní analýzou byla každému subjektu změřena antropometrem tělesná výška. Analýza tělesného složení byla měřena v laboratoři, za standardizovaných podmínek a předepsaným způsobem. Individuální data byla zpracována v Microsoft Excel 2007 a softwarem InBody. Hodnoty segmentální analýzy tělesného tuku byly použity pouze z 2. měření, protože při 1. měření nebylo k dispozici softwarem InBody.

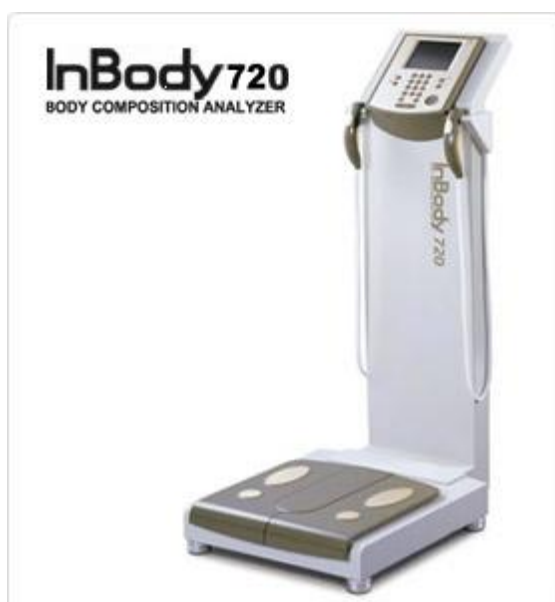
4.3 InBody 720

InBody 720 je uznáván světovými lékařskými experty a profesionály pro své schopnosti analyzovat mnoho údajů tělesného složení a spolehlivosti. InBody technologie je jako jediná svého druhu patentována ve vyspělých zemích světa včetně USA, Japonska a Evropské unie. Pracuje na principu 8 – bodových dotykových elektrod, přístroj měří tělo po segmentech pomocí nejpřesnější technologie DSM – BIA (využití empirických faktorů jako je věk nebo pohlaví). Touto technologií se zabývá společnost BIOSPACE. Bioelektrická impedanční analýza má mnoho výhod oproti ostatním metodám, a to z hlediska bezpečnosti, rychlosti, jednoduchosti a ovladatelnosti. Tato technika analyzuje tělesnou kompozici na základě elektrických vodivých vlastností biologických tkání. Místy, kde se často využívá tato technika, jsou nemocnice, univerzitní pracoviště, soukromí lékaři, lázeňská zařízení, sportovní a wellness centra.

InBody 720 poskytuje tyto výsledky analýzy:

- Vnitrobuněčná voda, mimobuněčná voda, proteiny, kostní/nekostní minerály, tuková hmota, kostní a svalová hmota, svalová hmota, beztuková hmota, tělesná hmotnost
- BMI, procentuální podíl tělesného tuku, poměr pasu k bokům (WHR)
- Svalová hmota v jednotlivých tělesných částech, procento svaloviny v jednotlivých tělesných částech
- Edém, jedná se o hodnocení vztahu mezi ECW a TBW
- Percentilová růstová a hmotnostní pásma (growth chart), graf ukazuje růstový a hmotnostní vývoj odpovídající danému věku v percentilech.
- Nutriční diagnóza (proteiny, minerály, tuk, edém)
- Tělesná vyváženost, tělesná síla, zdravotní diagnóza

- Cílová tělesná hmotnost, kontrola tělesné hmotnosti, tuková kontrola, svalová kontrola, stav tělesné zdatnosti, stupeň obezity, buněčná hmota (Body Cell mass), odhad množství minerálů (Bone Mineral Content), bazální metabolismus (Basal Metabolic Rate), AC – obvod paže (měřený mezi loketním a ramením kloubem, AMC – obvod pažních svalů
- Historie tělesného složení (výsledky 10 testů)
- Impedance v jednotlivých tělesných částech stanovené každou frekvencí zvlášť



Obrázek 10. Ukázka přístroje InBody 720 (upraveno podle www.biospace.cz)

Princip měření

Díky několika klinickým studiím a výzkumným projektům BIOSPACE vyvinul z běžné BIA metody lepší technologie. Rozdělení lidského těla do pěti válců trupu, horních a dolních končetin. Množství vody v těle je tak měřeno segmentálně. Dále je používáno nízkofrekvenčních (do 50 kHz) a vysokofrekvenčních (nad 200 kHz) proudů k měření intercelulární a extracelulární vody odděleně (upraveno podle www.biospace.cz).

Pro větší přesnost měření je nutno dodržet několik bezpečnostních pravidel. Před zahájením testu se nesmí dvě hodiny jíst, pít, cvičit a sprchovat

se. Těsně před měřením se musí využít toalety. Test provádíme při pokojové teplotě (20 - 25°C). Dívky a ženy se nesmí testovat během menstruačního cyklu. U žen během menstruace dochází k navýšení celkové tělesné vody. Při opakovaném testování dbáme na přibližně stejné podmínky jako u 1. měření (upraveno podle www.inbody.cz).



Obrázek 11. Ukázka postavení a držení elektrod na InBody 720 (upraveno podle www.biospace.cz)

5 VÝSLEDKY

Pro zpracování bakalářské práce jsem použil výstupy ze dvou měření. Výsledky byly zpracovány do grafů a tabulek. V grafech jsou znázorněny procentuální podíly jednotlivých parametrů a v tabulkách v příloze jsou uvedeny popisové charakteristiky jednotlivých parametrů.

5.1 Hodnocení probandů podle růstových grafů

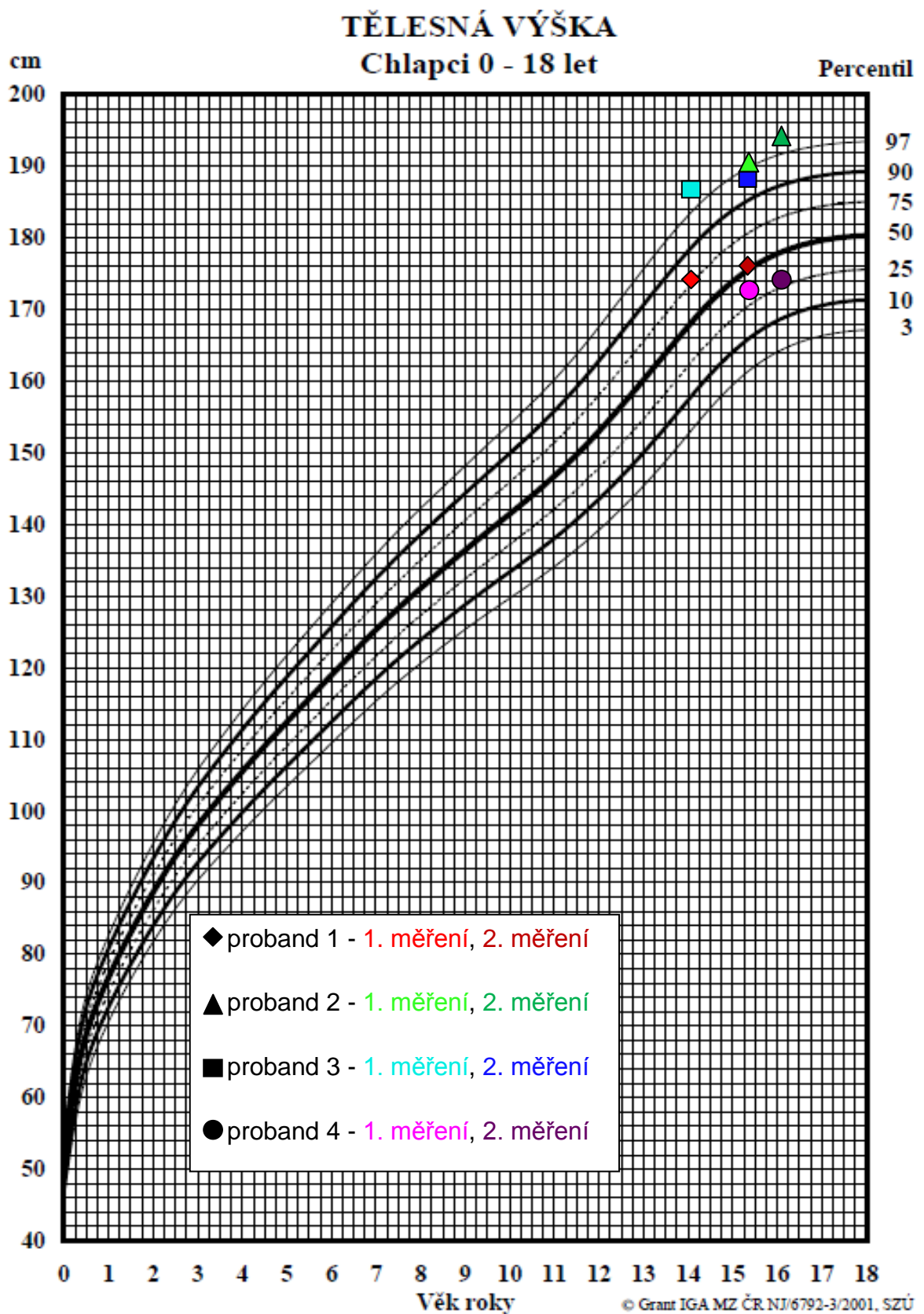
Dle Státního zdravotního ústavu (www.szu.cz) se k hodnocení růstu mladistvých v pediatrické praxi v České republice používají percentilové grafy. Percentilové křivky člení graf do pěti pásem, resp. šesti pásem, podle kterých je možné dítě libovolného věku zařadit podle tělesné výšky (Tabulka 1) a BMI (Tabulka 2) do následující škály:

Tabulka 1. Hodnocení tělesné výšky podle percentilových grafů (upraveno podle www.szu.cz)

Percentilové pásmo Centile channel	Hodnocení Classification
90 <	velmi vysoké / very tall
75 - 90	vysoké / tall
25 - 75	střední / medium
3 - 25	malé / short
< 3	velmi malé / very short

Tabulka 2. Hodnocení BMI podle percentilových grafů (upraveno podle www.szu.cz)

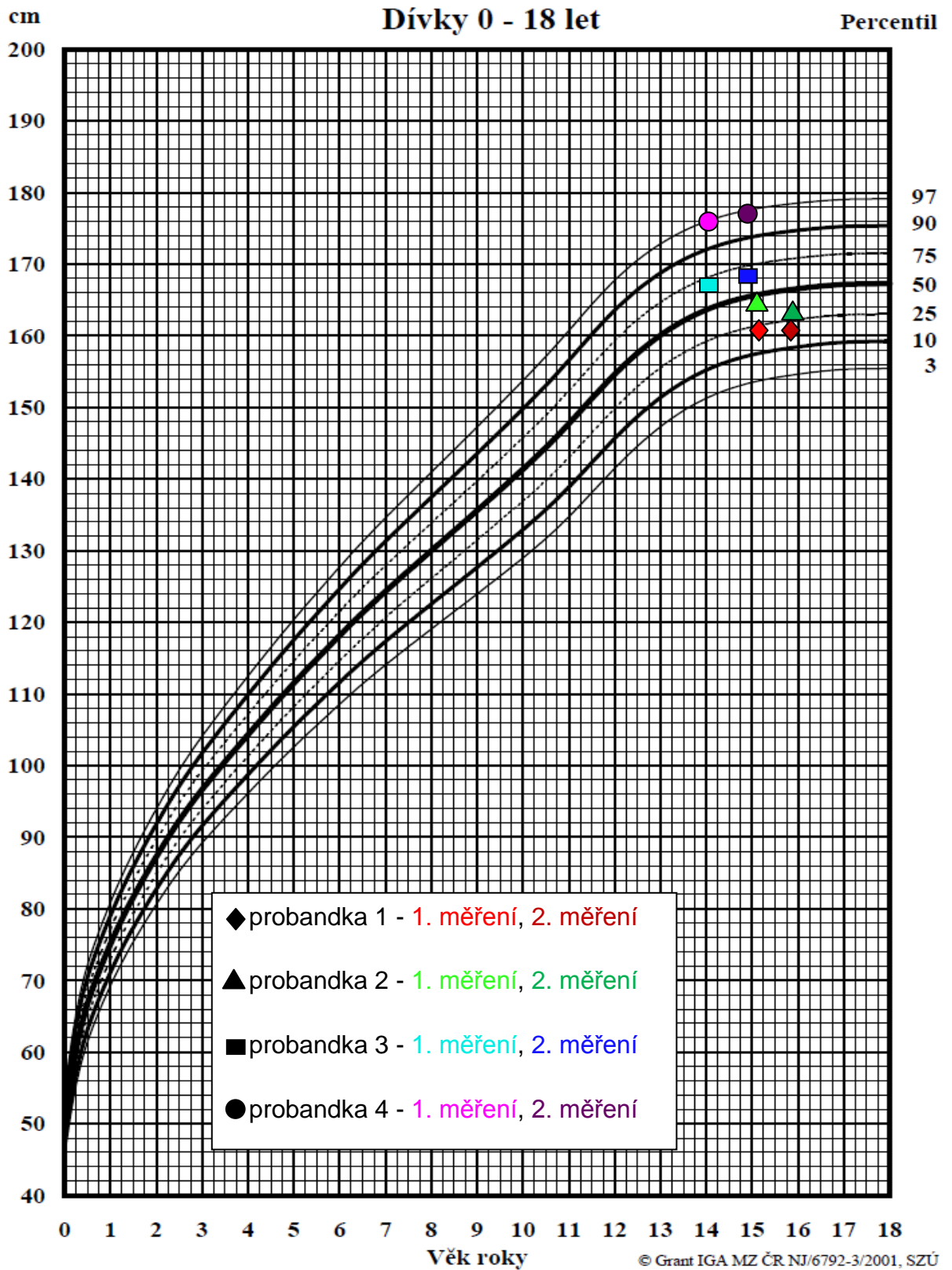
Percentilové pásmo Centile channel	Hodnocení Classification
97 <	obézní / obese
90 - 97	nadměrná hmotnost
75 - 90	robustní / plump
25 - 75	proporcionální / proportionate
10 - 25	štíhlé / thin
< 10	hubené / underweight



Obrázek 12. Percentilový graf tělesné výšky pro chlapce (1. a 2. měření)

TĚLESNÁ VÝŠKA

Dívky 0 - 18 let



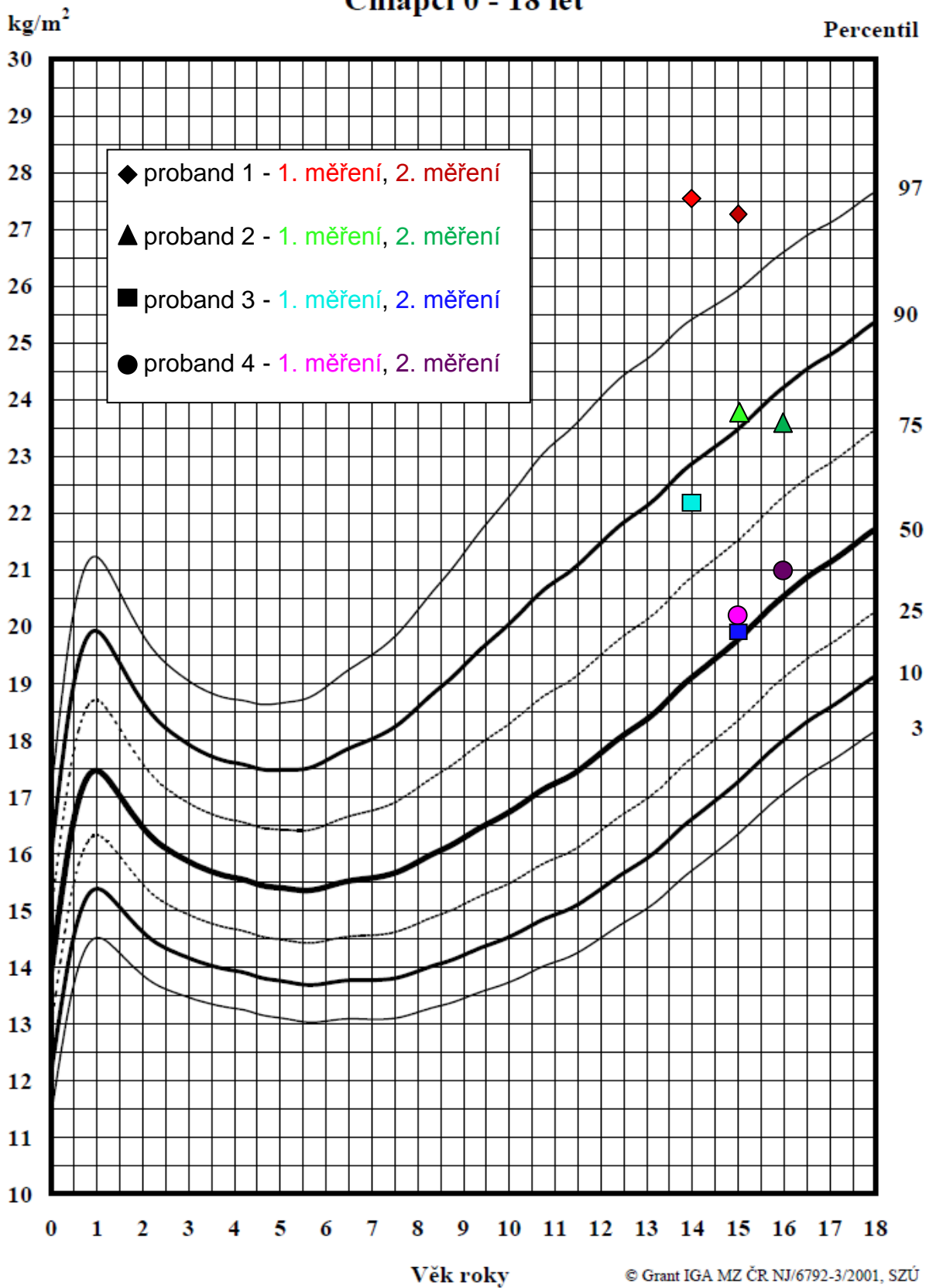
Obrázek 13. Percentilový graf tělesné výšky pro dívky (1. a 2. měření)

Na obrázku 12 a 13 je znázorněna tělesná výška probandů prostřednictvím percentilových grafů dle serveru www.szu.cz. Podle hodnocení se proband 1 a 4 nalézají ve středním pásmu a proband 2 a 3 ve velmi vysokém pásmu (Obrázek 12). Probandka 1 je klasifikována jako malá, probandky 2 a 3 jako střední a probandka 4 je velmi vysoká.

Index BMI je vypočítáván z hmotnosti a tělesné výšky jedince, proto není zcela spolehlivý pro hodnocení u sportovní populace. Index totiž nerozlišuje tukovou a svalovou složku. Proto někteří probandi mohou být klasifikováni jako obézní, ačkoliv mají nízké procento tukové složky. Pro hodnocení indexu probandů prostřednictvím BMI jsem použil a upravil percentilové grafy (Obrázky 14, Obrázek 15) ze serveru www.szu.cz.

Z hodnocení BMI vyplývá, že proband 1 je při 1. a 2. měření v obézní kategorii, proband 2 při 1. měření byl v kategorii nadměrné hmotnosti a při 2. měření spadá do kategorie robustní (Tabulka 2). Do kategorie robustní spadá také při 1. měření i proband 3, kterého při 2. měření zařazujeme už do kategorie proporcionální. Proband 4 je při obou měřeních v kategorii proporcionální. U dívek hodnocení indexu BMI dopadlo následovně: probandka 1 při 1. měření spadá do kategorie nadměrné hmotnosti a v 2. měření do robustní. Probandky 2 a 4 se z kategorie robustní posunuly do kategorie proporcionální. Probandka 3 má stejné hodnocení při obou měřeních a řadí se do kategorie proporcionální.

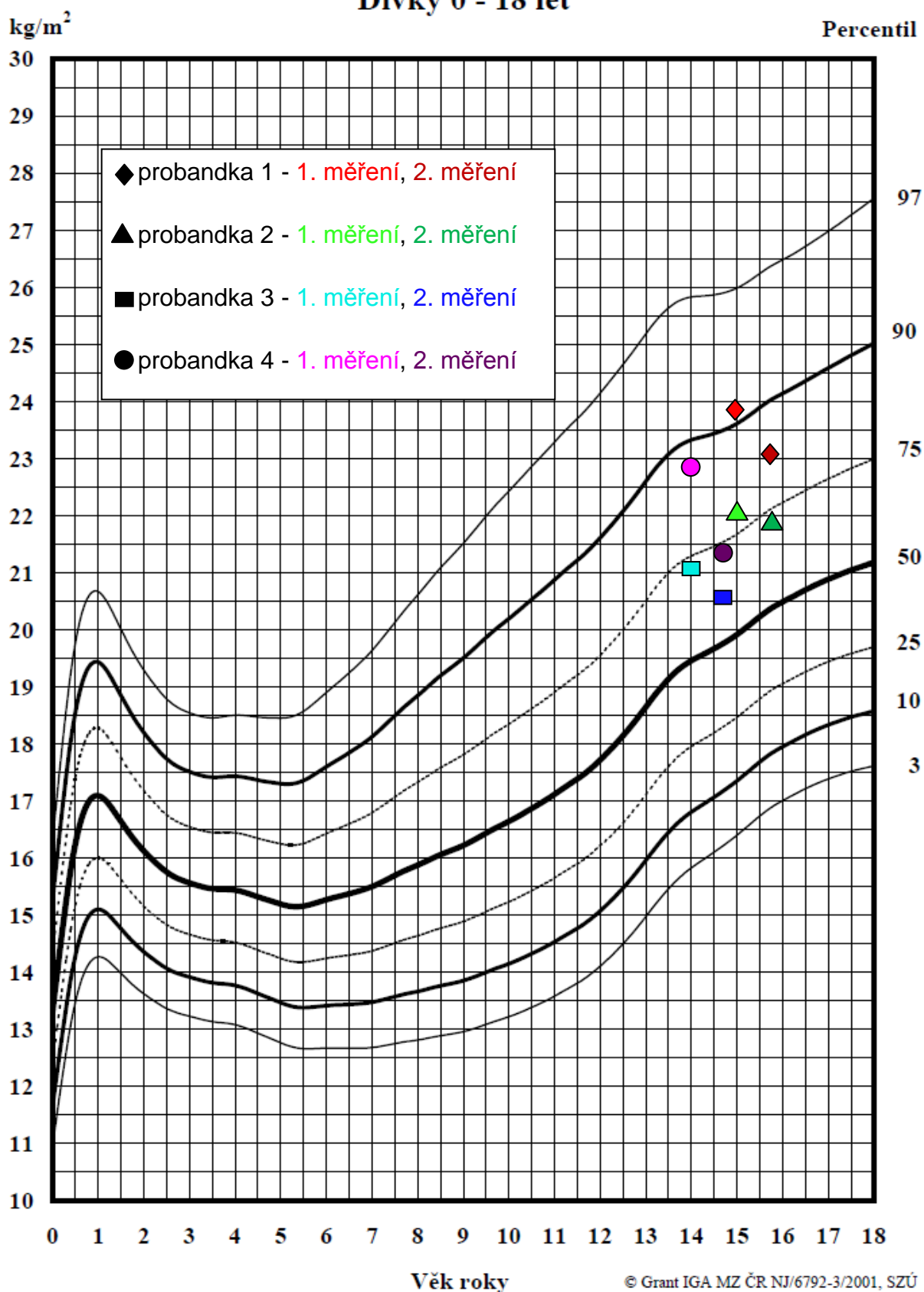
BODY MASS INDEX (BMI) Chlapci 0 - 18 let



Obrázek 14. Percentilový graf BMI pro chlapce (1. a 2. měření)

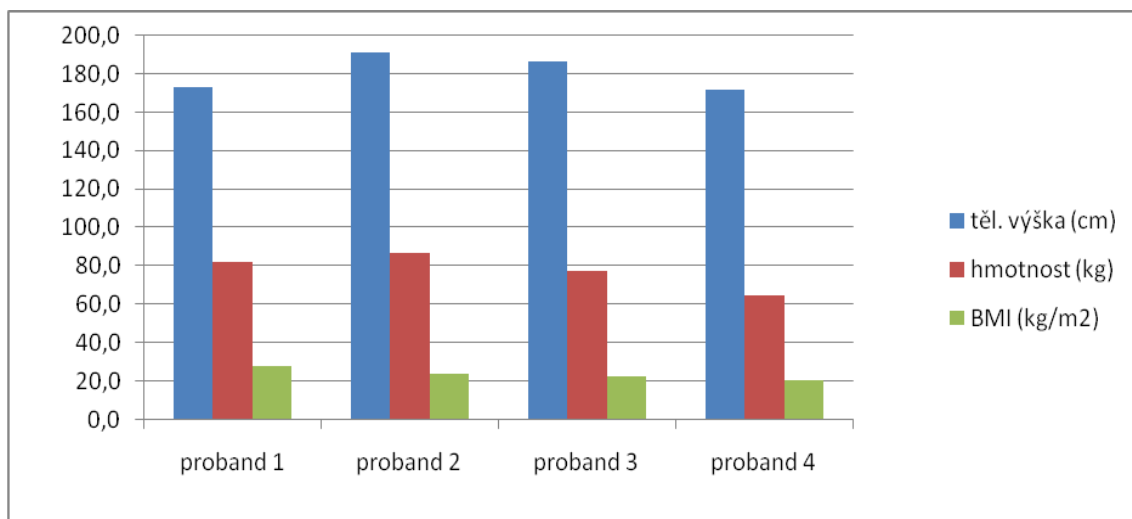
BODY MASS INDEX (BMI)

Dívky 0 - 18 let



Obrázek 15. Percentilový graf BMI pro dívky (1. a 2. měření)

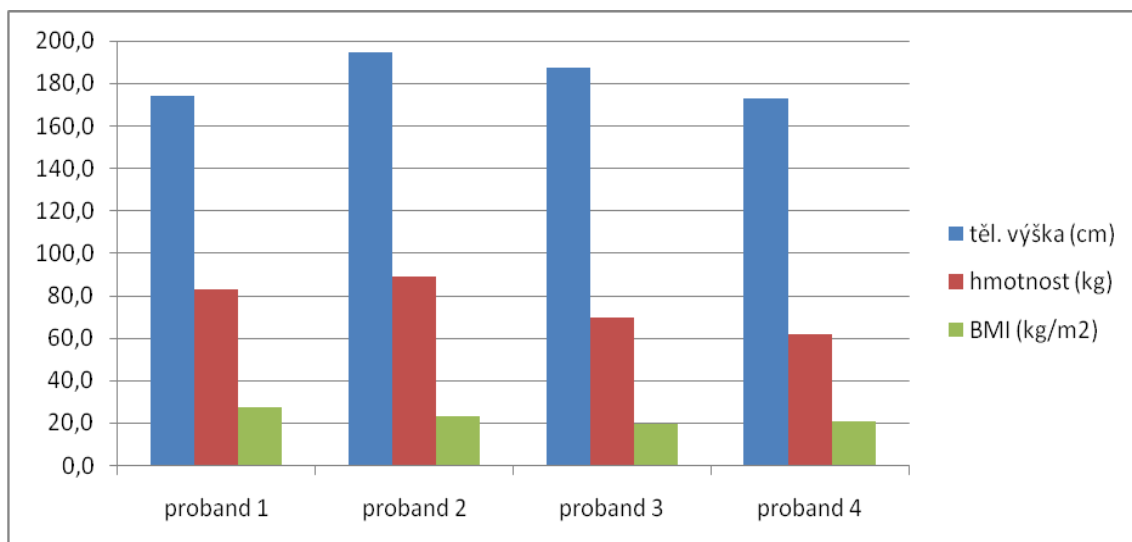
5.2 Hmotnostní a výškové parametry u souboru chlapců



Vysvětlivky: BMI – Body Mass Index (kg/m²)

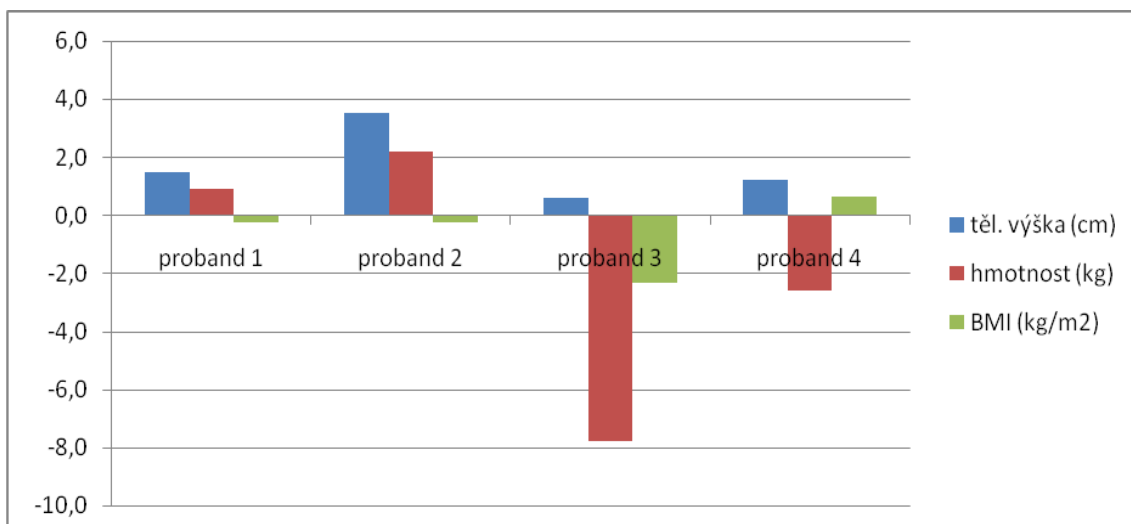
Obrázek 16. Individuální hodnoty vybraných somatických parametrů (1. měření)

Tělesná výška probandů se pohybovala od 171,6 cm do 194,6 cm. Změny tělesné výšky mezi 1. a 2. měřením se pohybují v mezích chyby měření. Chlapci dosahovali tělesné hmotnosti od 62,1 kg do 88,9 kg. Změny tělesné hmotnosti kolísaly od 2,2 kg do 7,8 kg.



Vysvětlivky: BMI – Body Mass Index (kg/m²)

Obrázek 17. Individuální hodnoty vybraných somatických parametrů (2. měření)



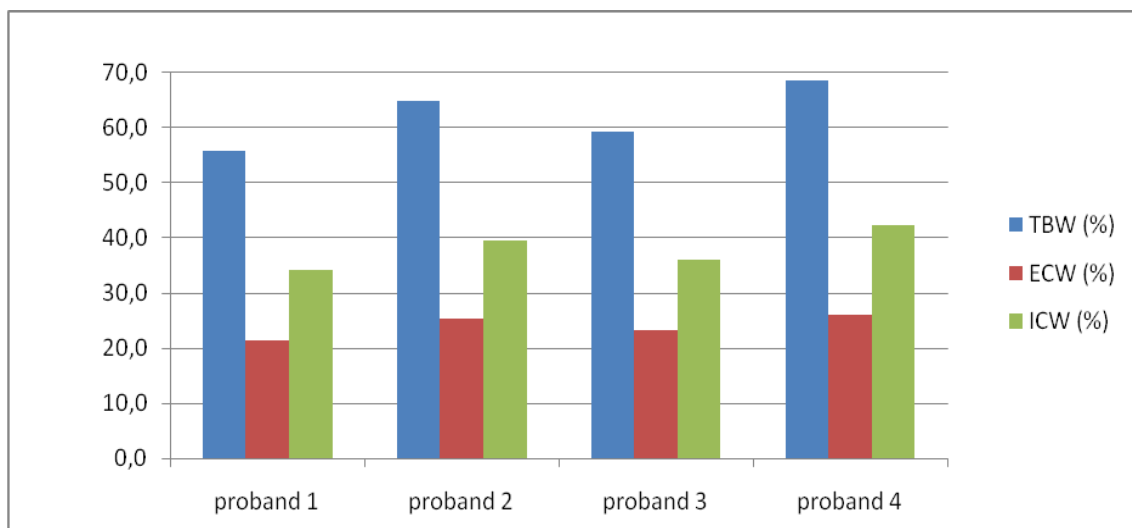
Vysvětlivky: BMI – Body Mass Index (kg/m²)

Obrázek 18. Změny individuálních hodnot vybraných somatických parametrů

Dle EHIS (2011), průměrná celková tělesná hmotnost mužské populace ve věku od 15 do 24 let činí 74,4 kg. Průměrná tělesná výška je 178,4 cm. Průměrný index tělesné hmotnosti v 15 letech (BMI) je 19,8 kg/m² (WHO). Z pohledu základních antropometrických charakteristik se jedná o skupinu probandů, kde polovinu tvoří jedinci přesahující tyto normativní hodnoty a druhá polovina je pod touto hranicí.

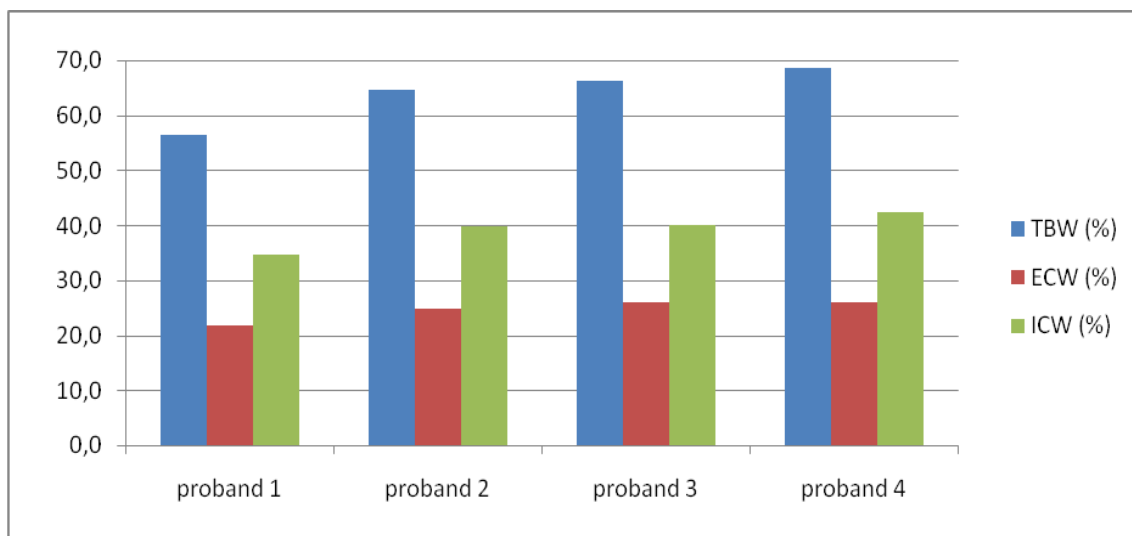
Na obrázku 16 jsou hodnoty BMI v rozmezí od 20,2 kg/m² do 27,5 kg/m². Na obrázku 17 se hodnoty BMI pohybují v rozmezí od 19,8 kg/m² do 27,2 kg/m². Z obrázku 18 plyne, že u probanda 3 se celková tělesná hmotnost snížila o 7,8 kg. Ostatní změny hodnot u ostatní chlapců nejsou výrazné. Absolutní hodnoty jsou uvedeny v příloze (Tabulka 4, Tabulka 5).

5.3 Zastoupení tělesné vody u chlapců



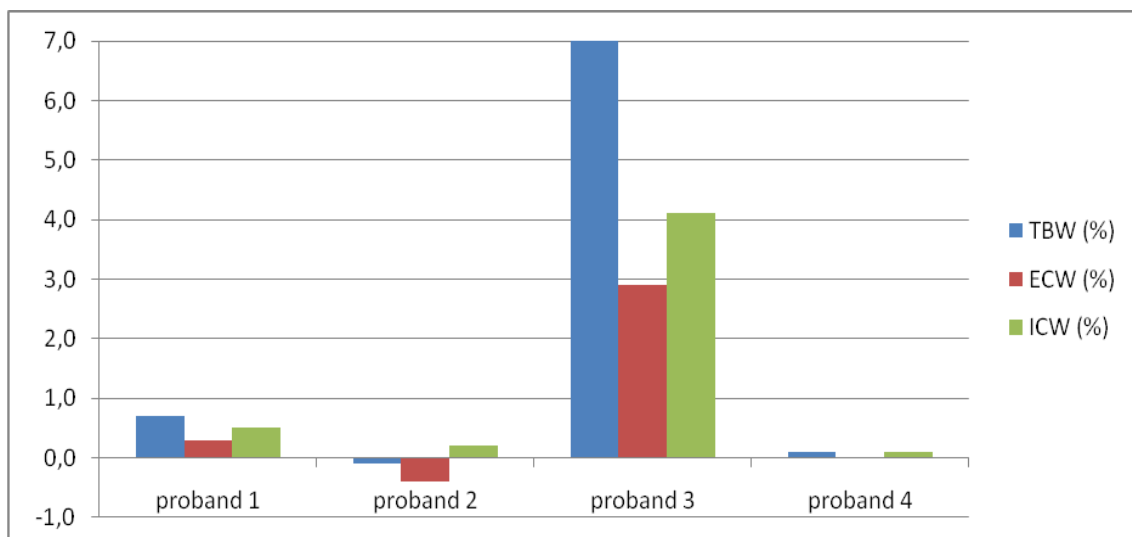
Vysvětlivky: TBW – celková tělesná voda (%), ECW – extracelulární voda (%), ICW – intracelulární voda (%)

Obrázek 19. Individuální hodnoty TBW, ECW a ICW (1. měření)



Vysvětlivky: TBW – celková tělesná voda (%), ECW – extracelulární voda (%), ICW – intracelulární voda (%)

Obrázek 20. Individuální hodnoty TBW, ECW a ICW (2. měření)



Vysvětlivky: TBW – celková tělesná voda (%), ECW – extracelulární voda (%), ICW – intracelulární voda (%)

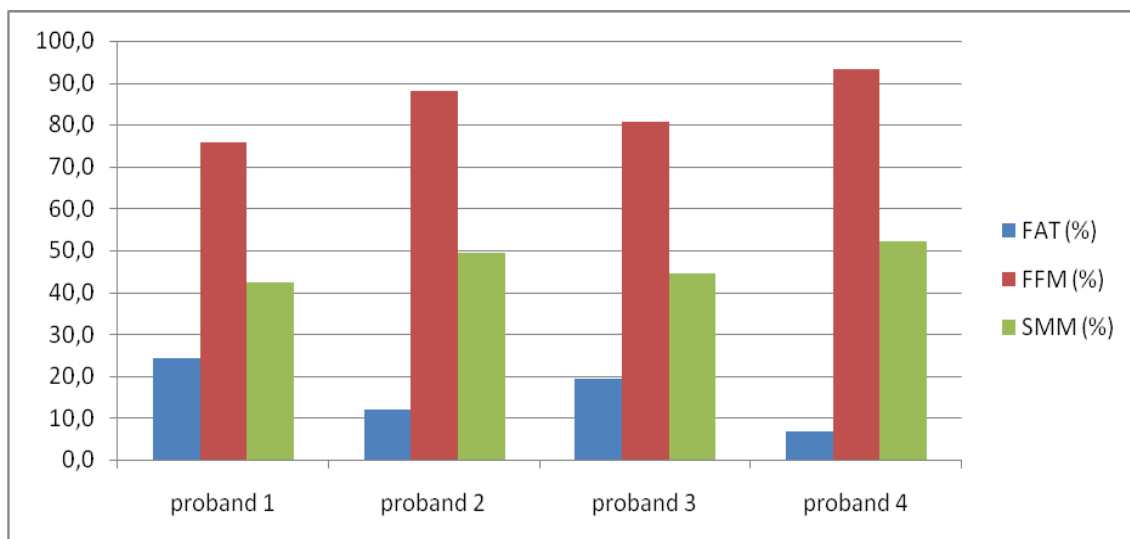
Obrázek 21. Změny individuálních hodnot vybraných somatických parametrů

Při 1. měření dosahovaly hodnoty TBW rozmezí od 55,8 % do 68,5 % (Obrázek 19). Na obrázku 20 jsou znázorněny hodnoty TBW z 2. měření, které dosahovaly rozmezí od 56,5 % do 68,6 %. Ganong (2005) uvádí, že referenční hodnoty mužské populace u zdravých jedinců jsou 55 – 65 %. Celková tělesná voda je tedy na horní hranici ve srovnání s běžnou populací. Z obrázku 19 plyne, že u probanda 3 nastala výrazná změna, která se projevila zvýšením TBW o 7 %, tedy o 1,1 l. Z počátku měl problémy se stravováním. To se projevilo snížením hmotnosti o 8 kg v průběhu 145 dní. Navzdory tomu je u probanda 3 možné pozitivně hodnotit výrazný nárůst FFM a výrazné snížení FM. Změny v objemu celkové tělesné vody se projevily u probanda 3 proporcionalně také ve změnách jejich kompartmentů. Poměr mezi ECW a ICW odpovídá doporučené hodnotě, která je 0,61 +/- 0,19 (Tabulka 3). Změny hodnot u ostatních chlapců nejsou výrazné. Absolutní hodnoty celkové tělesné vody a jejich kompartmentů jsou uvedeny v tabulkách 4 a 5 v příloze.

Tabulka 3. Poměr mezi extra- a intracelulární vodou

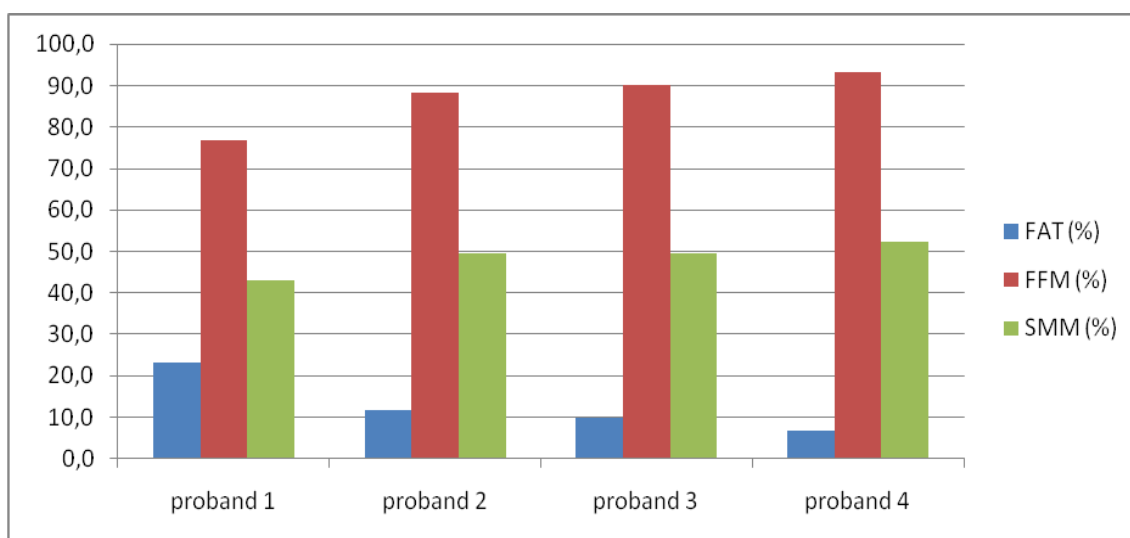
	proband 1	proband 2	proband 3	proband 4
ECW/ICW	0,63	0,63	0,65	0,61

5.4 Zastoupení tukové a svalové složky u chlapců



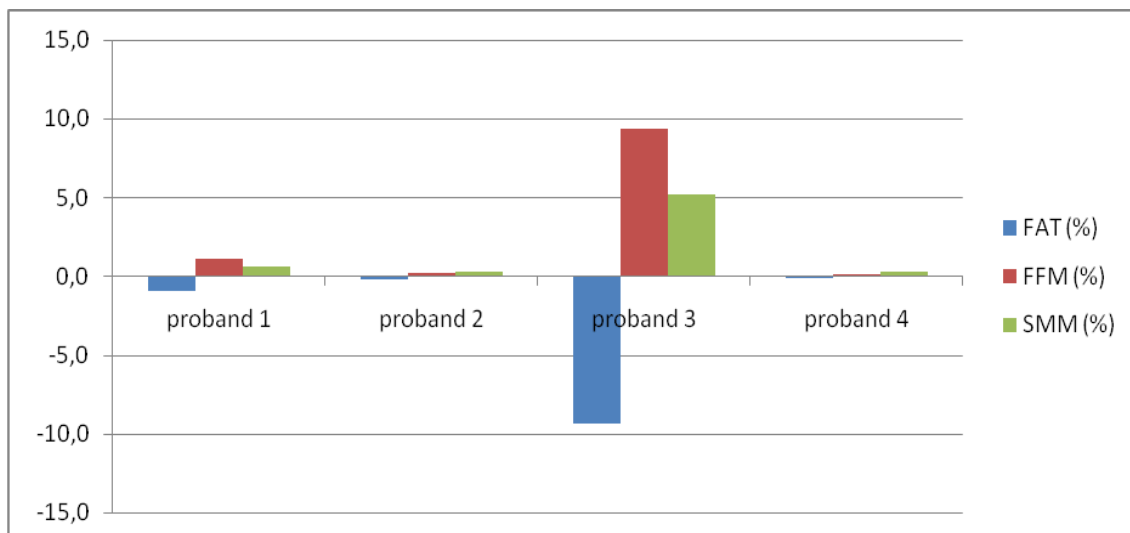
Vysvětlivky: FAT – tělesný tuk (%), FFM – tukuprostá hmota (%), SMM - svalová hmota (%)

Obrázek 22. Individuální hodnoty vybraných somatických parametrů (1. měření)



Vysvětlivky: FAT – tělesný tuk (%), FFM – tukuprostá hmota (%), SMM - svalová hmota (%)

Obrázek 23. Individuální hodnoty vybraných somatických parametrů (2. měření)



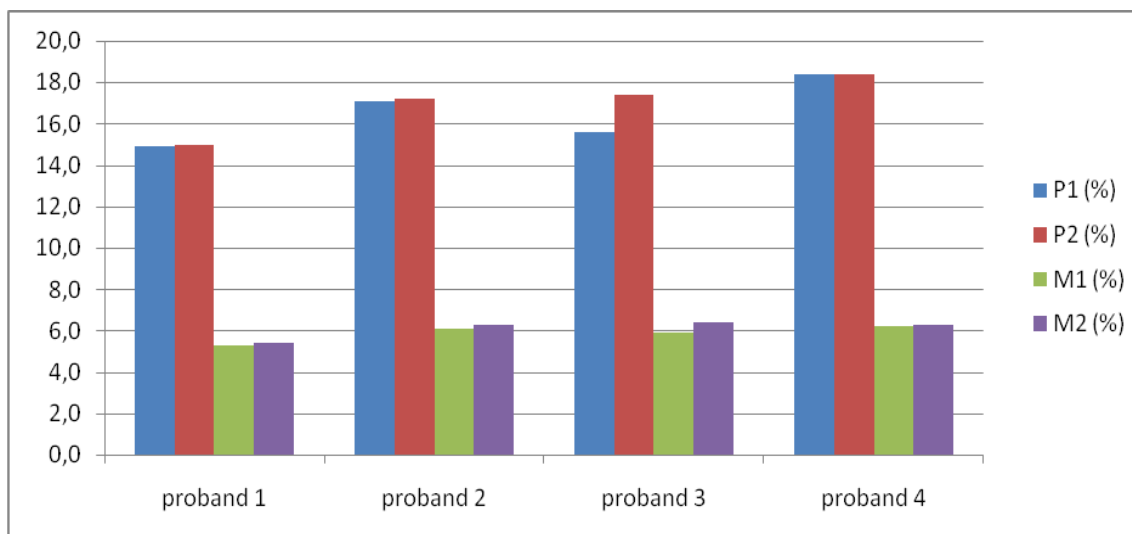
Vysvětlivky: FAT – tělesný tuk (%), FFM – tukuprostá hmota (%), SMM - svalová hmota (%)

Obrázek 24. Změny individuálních hodnot vybraných somatických parametrů

Hodnoty tělesného tuku při 1. měření se pohybovaly v rozmezí od 6,9 % do 24,1 %, tukuprosté hmoty od 75,8 % do 93,1 % a svalové hmoty od 42,3 % do 52,0 % (Obrázek 22). Hodnoty tělesného tuku při 2. měření dosahovaly rozmezí od 6,8 % do 23,2 %, tukuprosté hmoty od 76,9 % do 93,2 % a svalové hmoty od 42,9 % do 52,3 %. Dle softwaru InBody jsou doporučené hodnoty tělesného tuku v rozmezí od 10,0 % do 20,0 % (Obrázek 23).

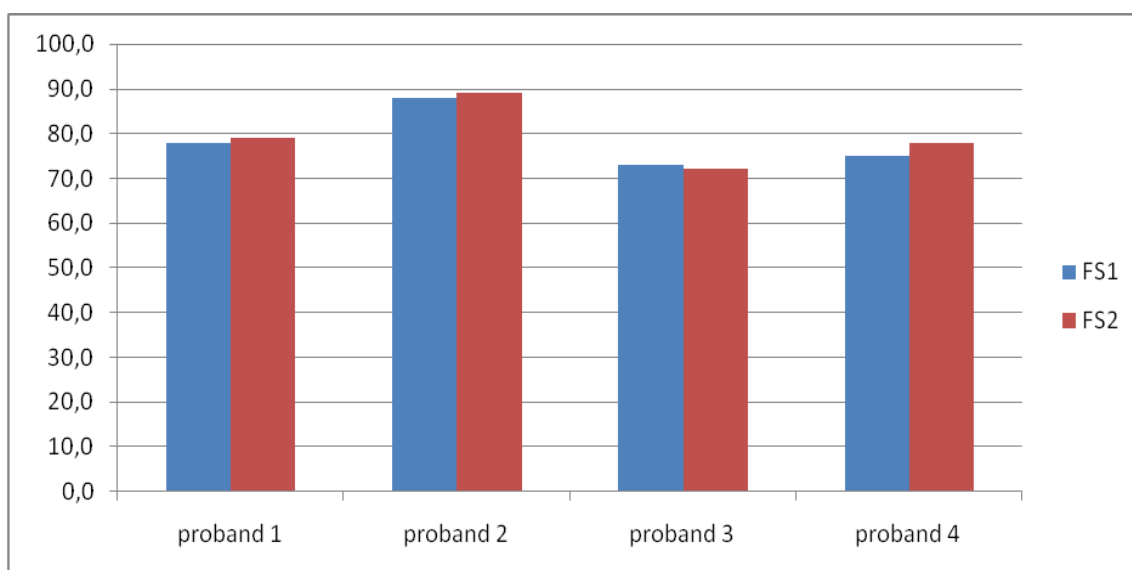
Výrazné změny v úbytku tělesného tuku jsme zaznamenali u probanda 3 (9,4 %), dále je zřejmý nárůst tukuprosté hmoty o 9,4 % a svalové hmoty o 5,2 %. U ostatních probandů jsme nezaznamenali výrazné změny výše jmenovaných parametrů. U probanda 1 nacházíme vyšší podíl tělesného tuku, než je uvedená doporučená hodnota. Poměrně k tomu zaznamenáváme nižší hodnotu fat free mass a skeletal muscle mass. Hodnota fat free mass a skeletal muscle mass se jeví jako nejnižší. Také ve 2. měření sledujeme podobné výsledky. Také BMI je u 1. a 2. probanda nad hranicí 90. percentilu. Absolutní hodnoty jsou uvedeny v příloze (Tabulka 4, Tabulka 5).

5.5 Zastoupení proteinů, minerálů a fitness skóre u chlapců



Vysvětlivky: P1 – proteiny 1. měření (%), P2 – proteiny 2. měření (%), M1 – minerály 1. měření (%), M2 – minerály 2. měření (%)

Obrázek 25. Stav proteinů a minerálů u chlapců v 1. a 2. měření



Vysvětlivky: FS1 – fitness skóre 1. měření, FS2 – fitness skóre 2. Měření

Obrázek 26. Hodnocení FS u chlapců v 1. a 2. měření

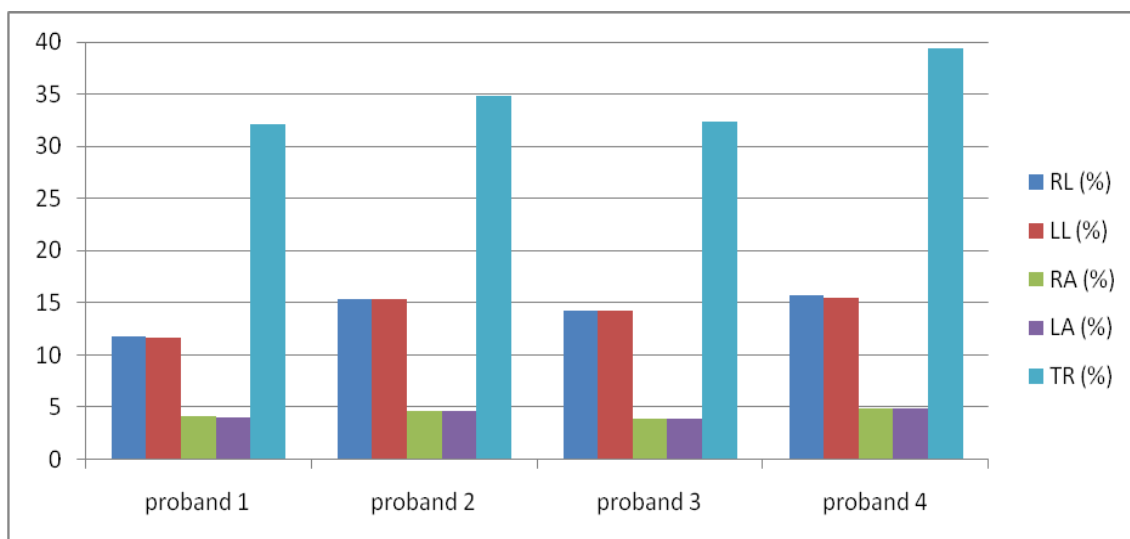
Hodnoty fitness skóre se u všech čtyř probandů pohybovaly nad dolní hranicí doporučených normativních hodnot. Pouze u probanda 2 se hodnota blížila horní hranici 90 bodů.

Nejnižší FS (73) nacházíme u probanda 3, nachází se na dolní hranici referenčních hodnot. Nejvyšší FS (88) dosáhl proband 2. Při 2. měření došlo u 1., 2. a 4. probanda k mírnému navýšení FS, přestože se zastoupení tukuprosté hmoty a kosterní frakce téměř nezměnilo.

Hodnoty proteinů se při 1. měření pohybovaly v rozmezí od 14,9 % do 18,4 %, minerálů od 5,3 % do 6,2 %. Tyto podíly jsou průměrně o 2 % vyšší než doporučené hodnoty. U probanda 3 sledujeme při 2. měření navýšení proteinů o 1,8 %. U ostatních probandů se hodnoty nezměnily.

U probanda 4 došlo ke zvýšení fitness skóre o 3 body. Proband 3 se propadl o 1 bod. Přestože došlo k zoptimalizování tělesného složení u probanda 3, snížila se hodnota FS o 1 bod. Je otázka, jakým způsobem je definováno fitness skóre a jakou má vypovídací schopnost. V tomto případě bychom očekávali spíše navýšení FS. Absolutní hodnoty jsou uvedeny v příloze (Tabulka 4, Tabulka 5).

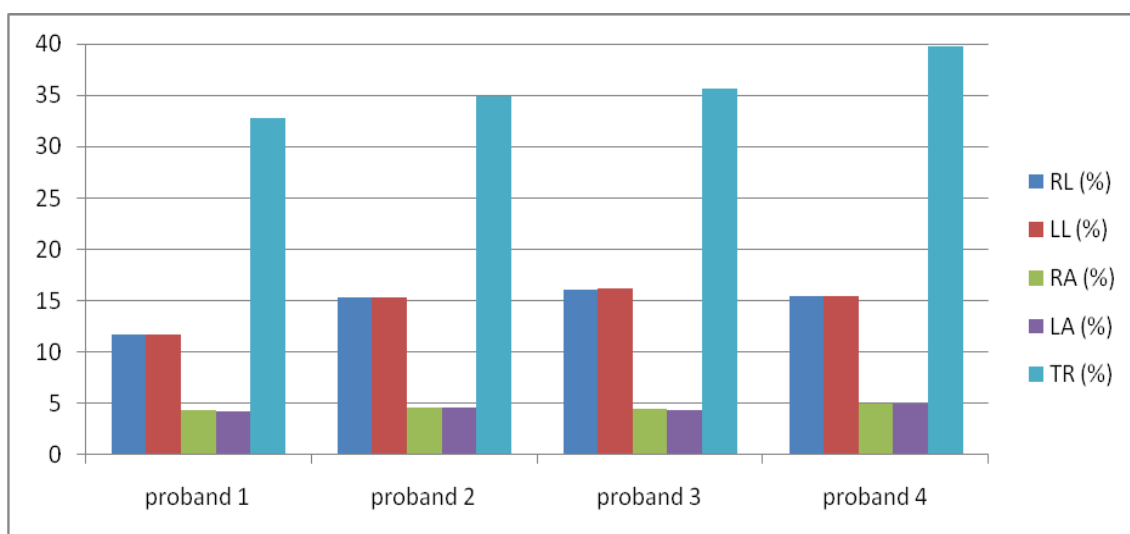
5.6 Segmentální analýza svalové hmoty u chlapců



Vysvětlivky: RL – pravá dolní končetina (%), LL – levá dolní končetina (%), RA – pravá horní končetina (%), LA – levá horní končetina (%), TR – trup (%)

Obrázek 27. Individuální hodnoty segmentální analýzy svalové hmoty (1. měření)

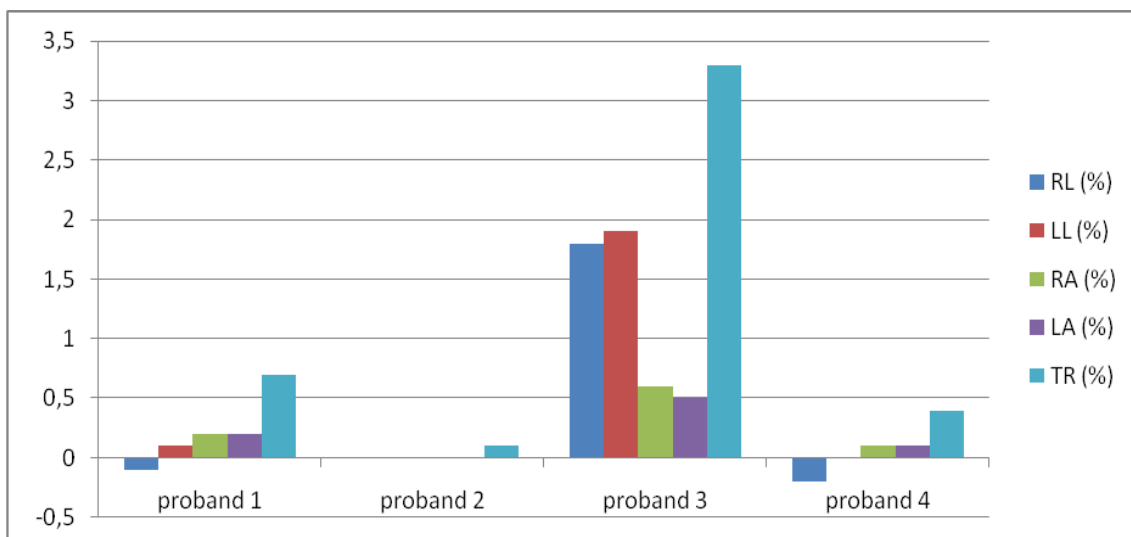
Největší množství kosterního svalstva bylo uloženo na trupu, dále na dolních a následně na horních končetinách. Rozložení svalstva z pohledu laterality se jeví jako vyrovnané. Z pohledu hodnocení opakovaného měření je možno hodnotit bez výrazných změn, s výjimkou probanda 3, kde došlo ke změně poměrného zastoupení v rámci všech segmentů. Největší nárůst jsme pozorovali na trupu.



Vysvětlivky: RL – pravá dolní končetina (%), LL – levá dolní končetina (%), RA – pravá horní končetina (%), LA – levá horní končetina (%), TR – trup (%)

Obrázek 28. Individuální hodnoty segmentální analýzy svalové hmoty (2. měření)

Svalová hmotu na levé dolní končetině se pohybuje v rozmezí od 11,6 % do 15,5 %, téměř shodné je zastoupení svalové hmoty na pravé dolní končetině (11,8 % - 15,8 %).



Vysvětlivky: RL – pravá dolní končetina (%), LL – levá dolní končetina (%), RA – pravá horní končetina (%), LA – levá horní končetina (%), TR – trup (%)

Obrázek 29. Změny individuálních hodnot segmentální analýzy svalové hmoty

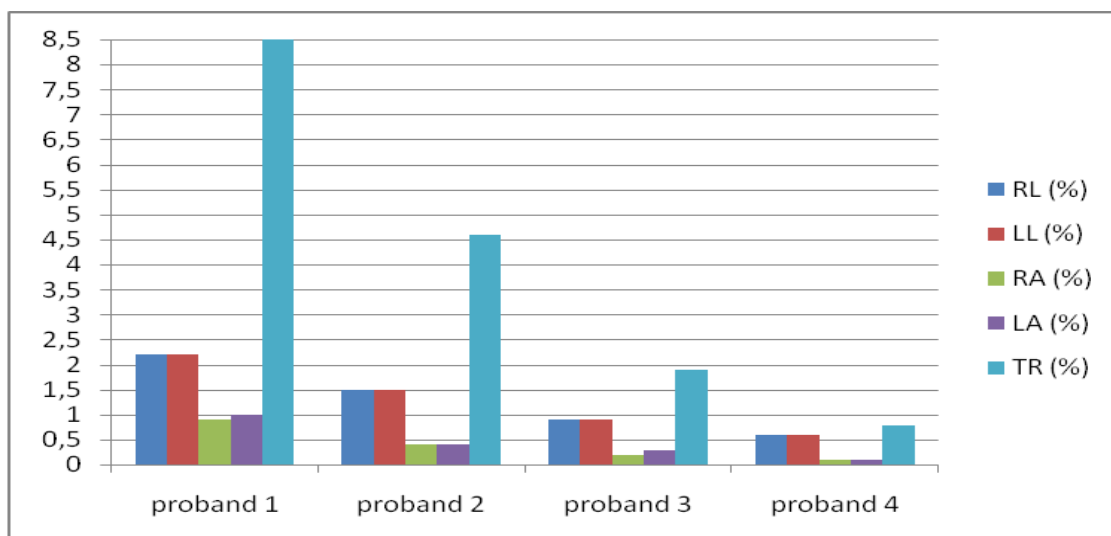
Zastoupení svalové hmoty na horních končetinách je výrazně nižší; na levé i pravé paži dosahují rozmezí 4,2 % - 5 %. Na trupu nacházíme 32,4 % - 39,4 % svalové hmoty (Obrázek 27).

Na obrázku 29 sledujeme přírůstek u probanda 3 na levé dolní končetině o 1,9 %, na pravé dolní končetině o 1,8 %, na levé horní končetině o 0,5 %, na pravé horní končetině o 0,6 % a na trupu o 3,3 % svalové hmoty.

Software InBody uvádí doporučené hodnoty segmentální analýzy svalové hmoty dolních končetin v rozmezí od 6,5 % do 13,5 %; na horních končetinách v rozmezí od 2,1 % do 4,4 %; na trupu v rozmezí od 17,8 % do 38,1 %.

Při 2. měření nacházíme téměř shodné zastoupení svalové frakce na trupu a na horních končetinách. Na dolních končetinách došlo k navýšení horní hranice na 16,2 % shodně na obou stranách. Popisové charakteristiky jsou uvedeny v příloze (Tabulka 6, Tabulka 7).

5.7 Segmentální analýza tělesného tuku u chlapců



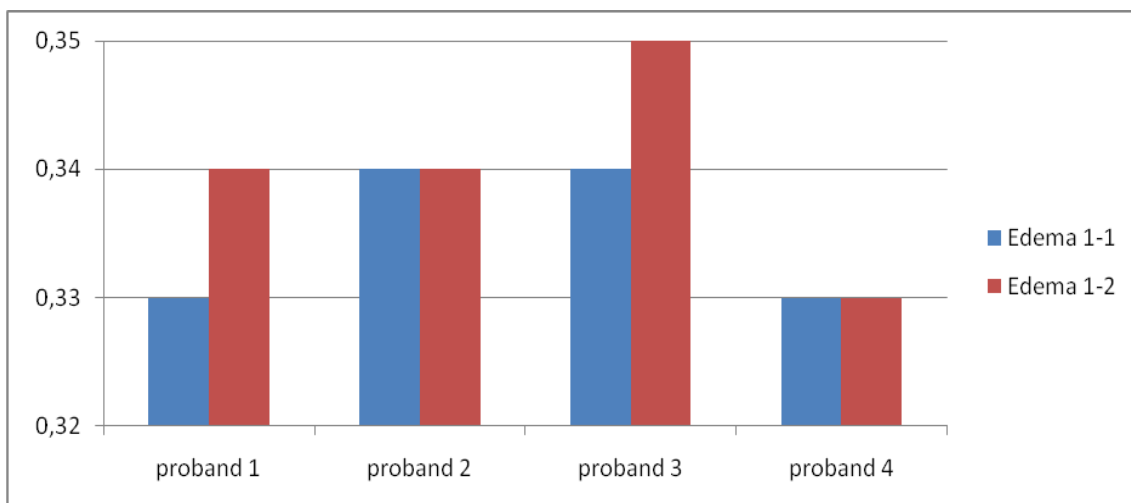
Vysvětlivky: RL – pravá dolní končetina (%), LL – levá dolní končetina (%), RA – pravá horní končetina (%), LA – levá horní končetina (%), TR – trup (%)

Obrázek 30. Individuální hodnoty segmentální analýzy tělesného tuku

Hodnoty segmentální analýzy tělesného tuku na dolních končetinách se u chlapců při 2. měření pohybovaly v rozmezí od 0,6 % do 2,2 %, na horních končetinách od 0,1 % do 1 %. Na trupu od 0,8 % do 8,5 % tělesného tuku (Obrázek 30). Absolutní hodnoty jsou uvedeny v příloze (Tabulka 8).

5.8 Analýza indexu otoků (EDEMA) u chlapců

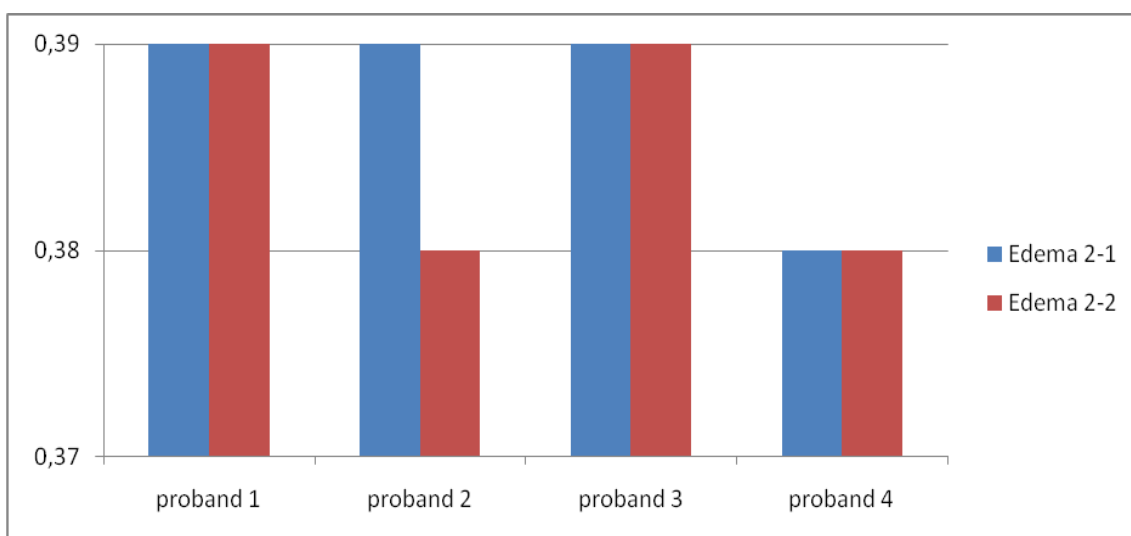
Index EDEMA 1 je poměr mezi ECW (Extracellular Water) a TBW (Total Body Water). Zvýšené hodnoty indexu EDEMA 1 vypovídají o větším množství tekutin v extracelulárním prostředí, které mohou zapříčínovat otoky. Index EDEMA 2 je poměr mezi ECF (Extracellular Fluid) a TBF (Total Body Fluid). Jedná se o stav, ve kterém jsou proteiny a minerály v TBF v poměru 2:1.



Vysvětlivky: Edema 1 – 1 – index Edema 1 1. měření, Edema 1 – 2 – index Edema 1 2. Měření

Obrázek 31. Individuální hodnoty analýzy indexu Edema 1 (1. a 2. měření)

Hodnoty probandů se při 1. měření pohybují v rozmezí od 0,33 do 0,34 a při 2. měření od 0,33 do 0,35. U probanda 1 a 3 došlo k navýšení indexu Edema 1 u probanda 2 se index Edema 2 snížil (Obrázek 31).

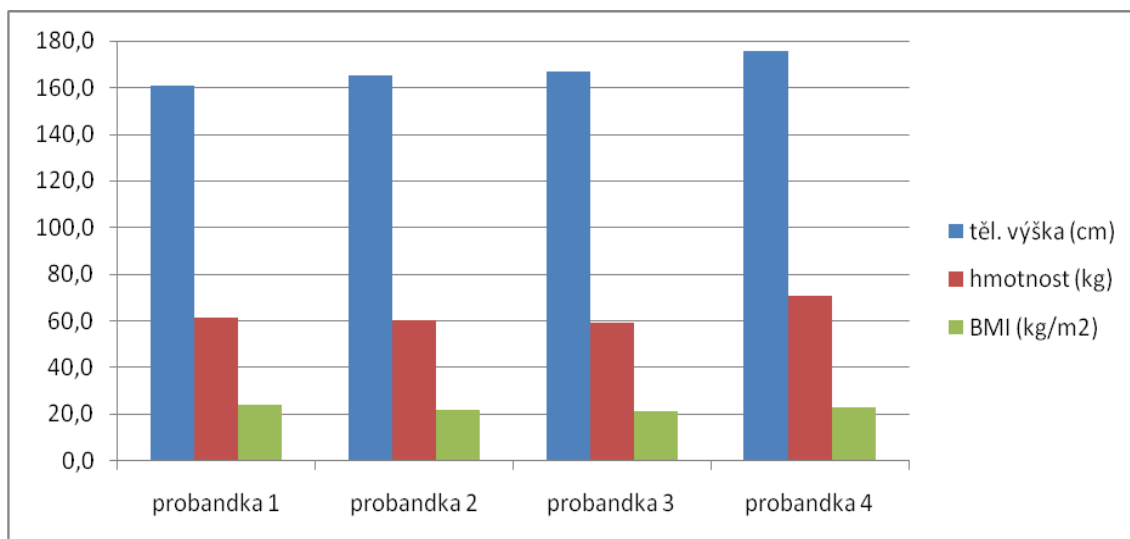


Vysvětlivky: Edema 2 – 1 – index Edema 2 1. měření, Edema 2 – 2 – index Edema 2 2. měření

Obrázek 32. Individuální hodnoty analýzy indexu Edema 2 (1. a 2. měření)

Na obrázku 46 se hodnoty probandů se při 1. a 2. měření pohybují v rozmezí od 0,38 do 0,39. Index Edema 1 a Edema 2 je u chlapců v normě.

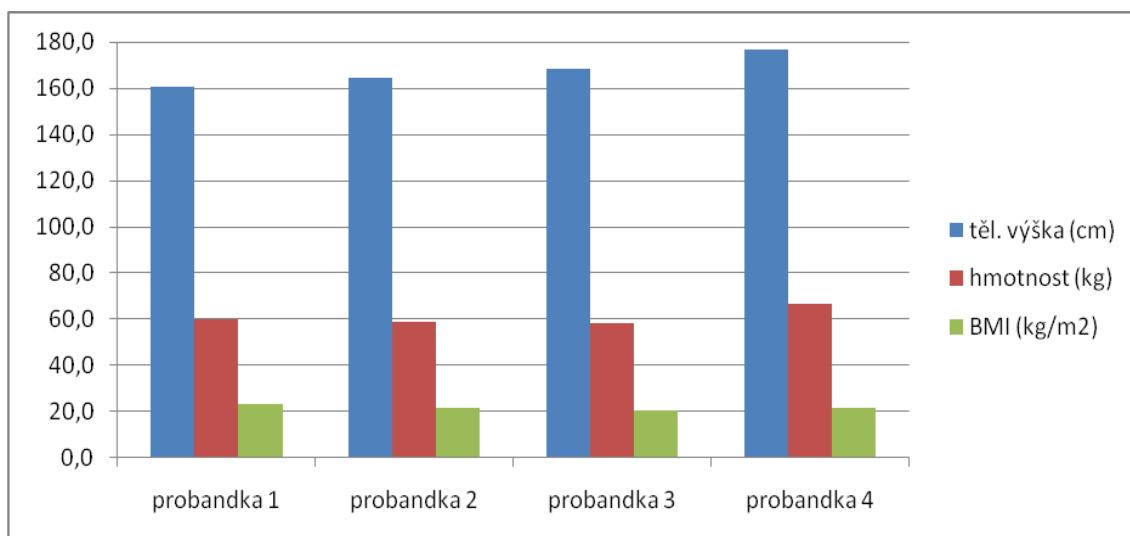
5.9 Hmotnostní a výškové parametry u souboru dívek



Vysvětlivky: BMI – Body Mass Index (kg/m²)

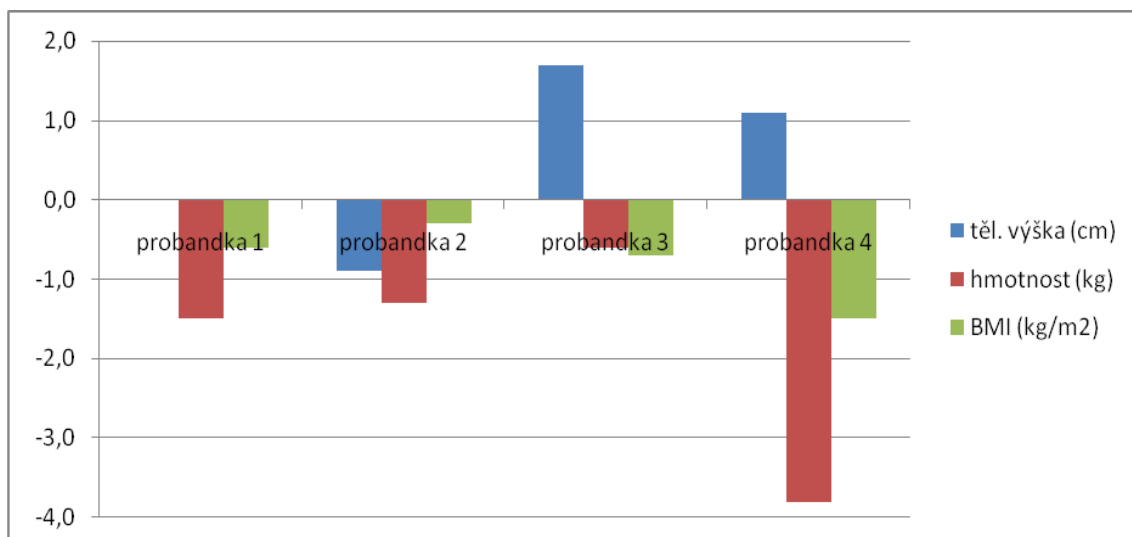
Obrázek 33. Individuální hodnoty vybraných somatických parametrů (1. měření)

Průměrná tělesná výška dosahovala 166,9 cm. Tělesná výška u dívek se pohybovala od 160,8 cm do 175,9 cm.



Obrázek 34. Individuální hodnoty vybraných somatických parametrů (2. měření)

Vysvětlivky: BMI – Body Mass Index (kg/m²)



Obrázek 35. Změny individuálních hodnot vybraných somatických parametrů

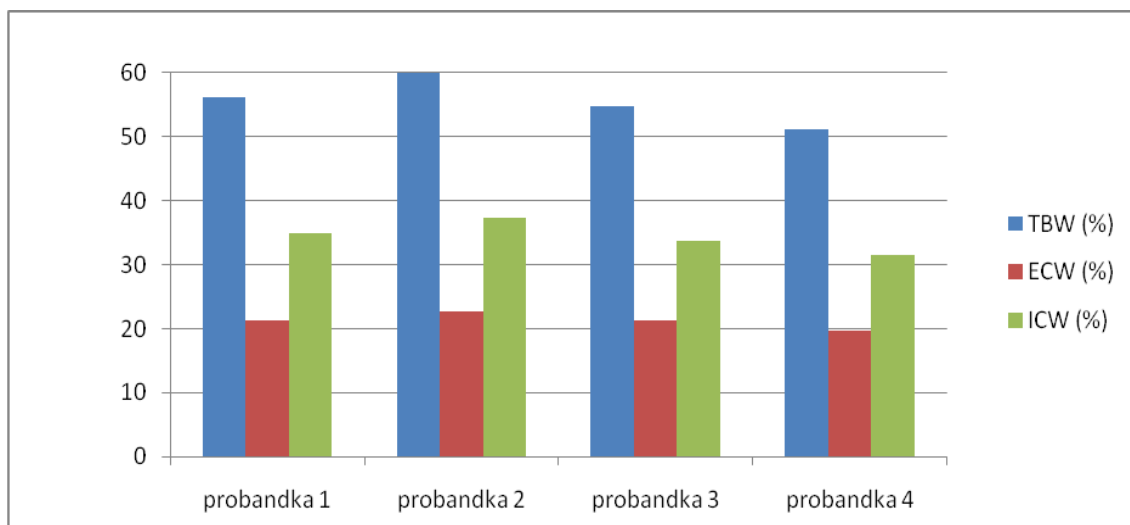
Vysvětlivky: BMI – Body Mass Index (kg/m^2)

Dle EHIS (2011), průměrná celková tělesná hmotnost ženské populace ve věku od 15 do 24 let činí 59,3 kg. Průměrný index tělesné hmotnosti (BMI) je $20,2 \text{ kg}/\text{m}^2$ (WHO). Z pohledu základních antropometrických charakteristik se jedná o skupinu probandek, kde polovinu tvoří jedinci přesahující tyto normativní hodnoty a druhá polovina je pod touto hranicí.

Na obrázku 33 jsou stanovené hodnoty BMI z 1. měření v rozmezí od $21,2 \text{ kg}/\text{m}^2$ do $23,7 \text{ kg}/\text{m}^2$. Individuální hodnoty BMI při 2. měření byly v rozmezí od $20,5 \text{ kg}/\text{m}^2$ do $23,1 \text{ kg}/\text{m}^2$. Hodnoty BMI jsou u všech děvčat v normě.

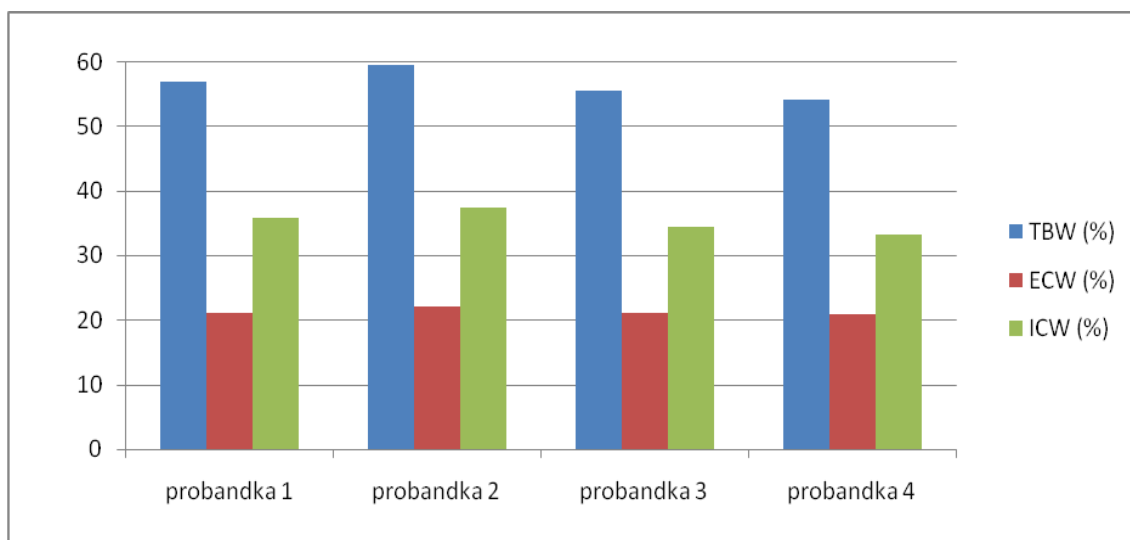
Obrázek 35 znázorňuje, že tělesná výška u probandky 1 zůstala beze změn. U probandek 3 a 4 vidíme přírůstek tělesné výšky. Úbytek tělesné hmotnosti byl nalezen u všech probandek v rozmezí od 0,6 kg do 3,8 kg. U všech 4 sledovaných dívek došlo ke snížení BMI. Úbytek se pohyboval v rozmezí od $0,3 \text{ kg}/\text{m}^2$ do $1,5 \text{ kg}/\text{m}^2$. Absolutní hodnoty jsou popsány v příloze (Tabulka 9, Tabulka 10).

5.10 Zastoupení tělesné vody u dívek



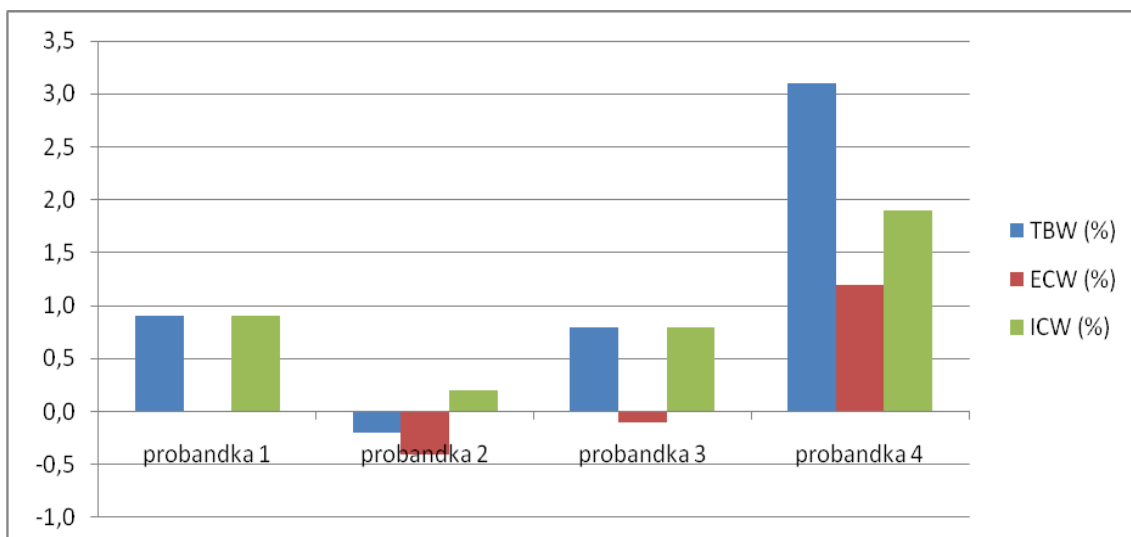
Vysvětlivky: TBW – celková tělesná voda (%), ECW – extracelulární voda (%), ICW – intracelulární voda (%)

Obrázek 36. Individuální hodnoty TBW, ECW a ICW (1. měření)



Vysvětlivky: TBW – celková tělesná voda (%), ECW – extracelulární voda (%), ICW – intracelulární voda (%)

Obrázek 37. Individuální hodnoty TBW, ECW a ICW (2. měření)

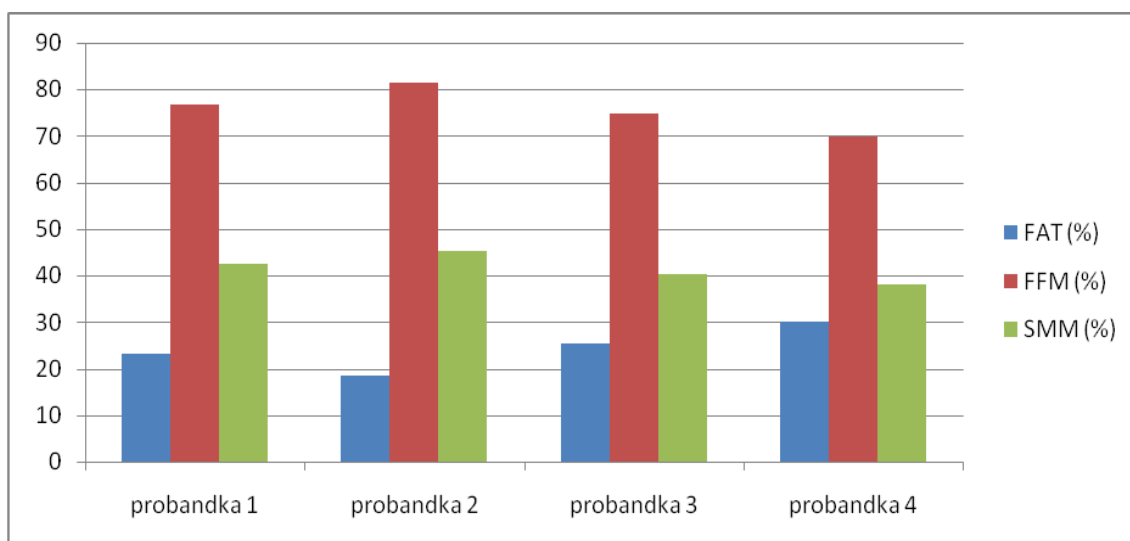


Vysvětlivky: TBW – celková tělesná voda (%), ECW – extracelulární voda (%), ICW – intracelulární voda (%)

Obrázek 38. Změny individuálních hodnot vybraných somatických parametrů

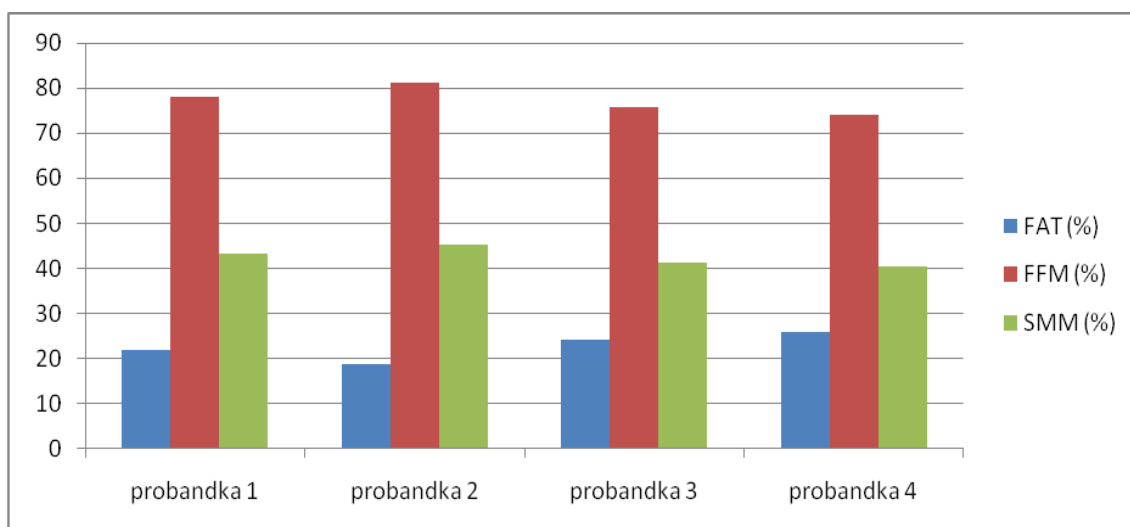
Hodnoty TBW se pohybují při 1. měření v rozmezí od 51,1 % do 59,8 % (Obrázek 36). Hodnoty TBW při 2. měření kopírovaly přibližně hodnoty 1. měření (od 54,2 % do 59,6 %). Ganong (2005) uvádí, že referenční hodnoty ženské populace u zdravých jedinců jsou 55 – 65 %. Celková tělesná voda je tedy v normě ve srovnání s běžnou populací. Z obrázku 38 plyne, že TBW se navýšila u 2. měření u probandky 1, 3 a 4; u probandky 2 došlo k mírnému snížení. Největší změna nastala u probandky 4 a to přírůstkem TBW o 3,1 %, což je 0,1 l. U této probandky došlo k navýšení ECW. U všech 4 dívek došlo k navýšení intracelulární vody. Pozitivní změna odpovídající tomuto nárůstu byla zaznamenána také u svalové frakce. Absolutní hodnoty jsou uvedeny v příloze (Tabulka 9, Tabulka 10).

5.11 Zastoupení tukové a svalové složky u dívek



Vysvětlivky: FAT – tělesný tuk (%), FFM – tukuprostá hmota (%), SMM - svalová hmota (%)

Obrázek 39. Individuální hodnoty vybraných somatických parametrů (1. měření)

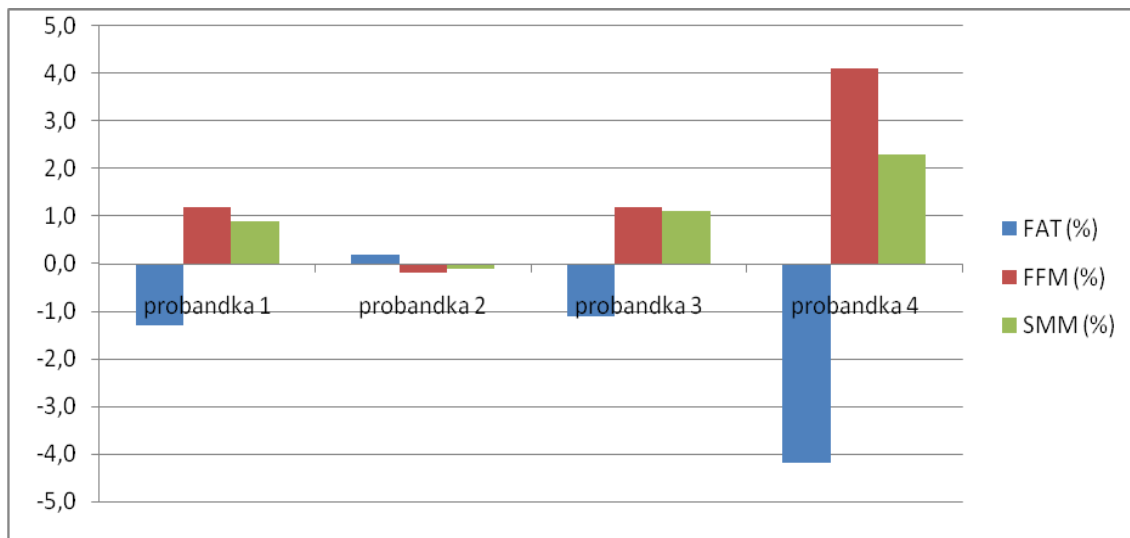


Vysvětlivky: FAT – tělesný tuk (%), FFM – tukuprostá hmota (%), SMM - svalová hmota (%)

Obrázek 40. Individuální hodnoty vybraných somatických parametrů (2. měření)

Popisné charakteristiky tělesného tuku, svalové hmoty a tukuprosté hmoty jsou uvedeny v tabulkách 3 a 4 v příloze. Na obrázku 38 sledujeme individuální hodnoty sledovaných frakcí při 1. měření u dívek. Množství tukové složky se pohybovalo od 18,6 % do 30,1 %. Množství tukuprosté hmoty (FFM) je zastoupeno podílem od 69,9 % do 81,4 %. Kosterní svaly dosahovaly individuálních hodnot od 38,2 % do 45,2 %.

Naměřené hodnoty svalové a tukové frakce ve 2. měření sledujeme na obrázku 40.

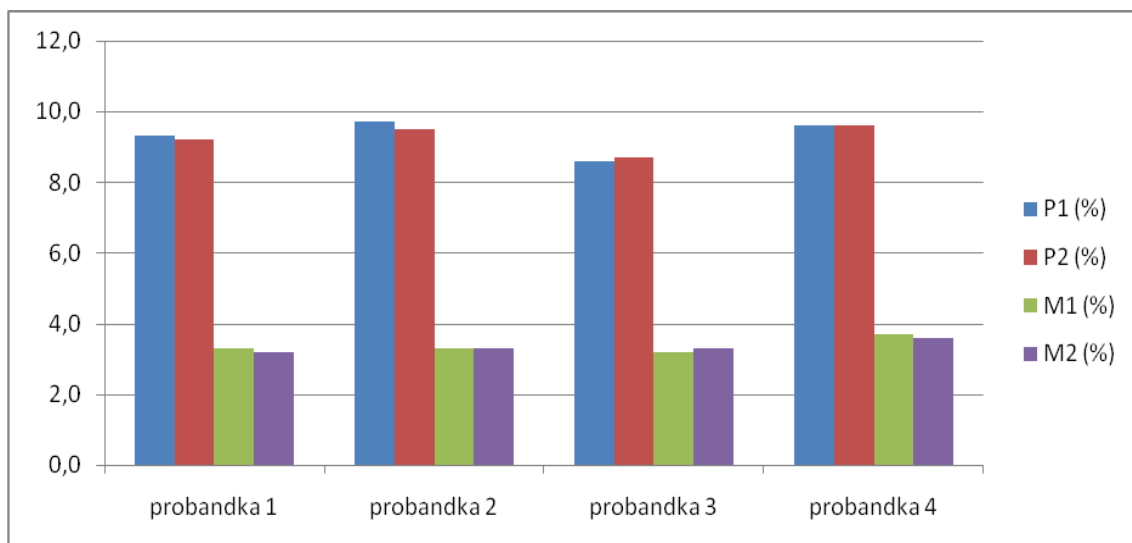


Vysvětlivky: FAT – tělesný tuk (%), FFM – tukuprostá hmota (%), SMM - svalová hmota (%)

Obrázek 41. Změny individuálních hodnot vybraných somatických parametrů

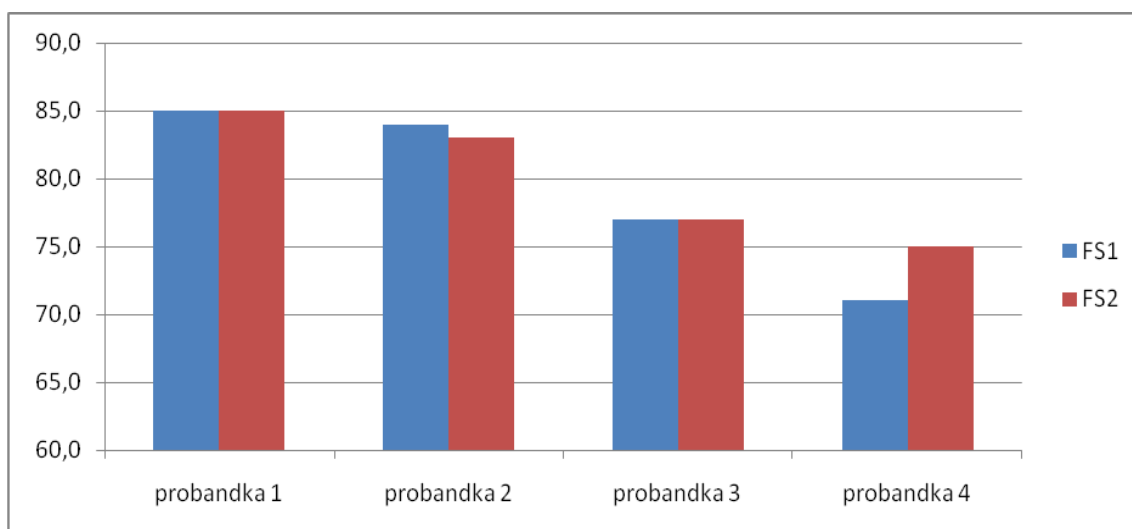
U probandky 4 došlo ke snížení tělesného tuku o 4,2 %, tukuprostá hmota vzrostla o 4,1 % a svalová hmota o 2,3 % (Obrázek 41). U všech probandek zaznamenáváme úbytek tělesného tuku, s výjimkou probandky 2, u které nedošlo téměř k žádným změnám. U ostatních probandek nacházíme nárůst FFM i SMM. Popisové charakteristiky jsou uvedeny v příloze (Tabulka 9, Tabulka 10).

5.12 Zastoupení proteinů, minerálů a fitness skóre u dívek



Vysvětlivky: P1 – proteiny 1. měření (%), P2 – proteiny 2. měření (%), M1 – minerály 1. měření (%), M2 – minerály 2. měření (%)

Obrázek 42. Stav proteinů a minerálů u dívek v 1. a 2. měření



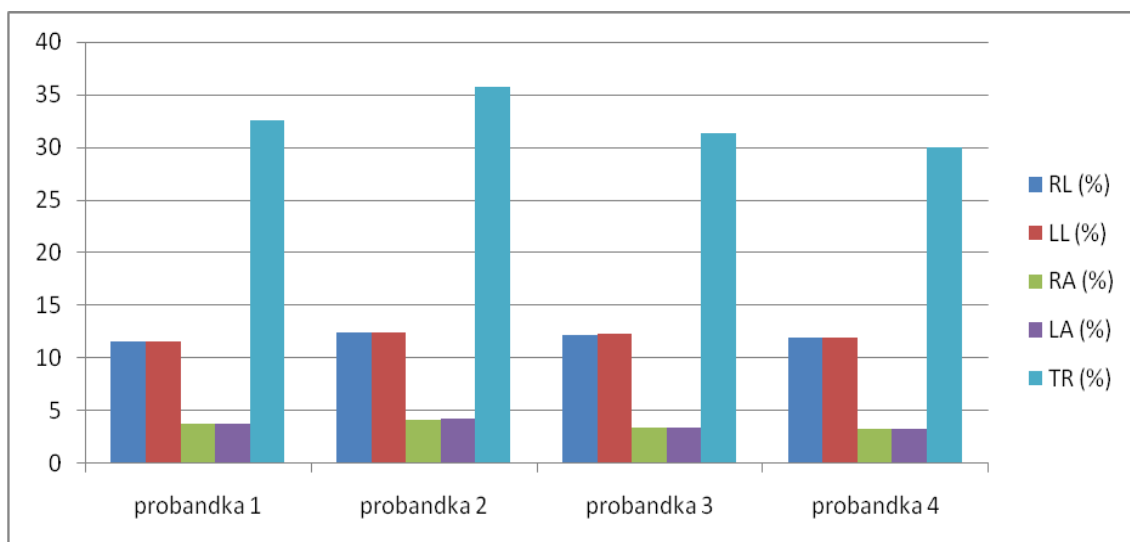
Vysvětlivky: FS1 – fitness skóre 1. měření, FS2 – fitness skóre 2. měření

Obrázek 43. Hodnocení FS u dívek v 1. a 2. měření

Hodnoty proteinů se při 1. měření pohybovaly v rozmezí od 8,6 % do 9,7 %. Tyto hodnoty jsou v mezích doporučených hodnot. Při 2. se tyto hodnoty nezměnily. Individuální hodnoty minerálů dosahovaly rozmezí od 3,2 % do 3,7 %.

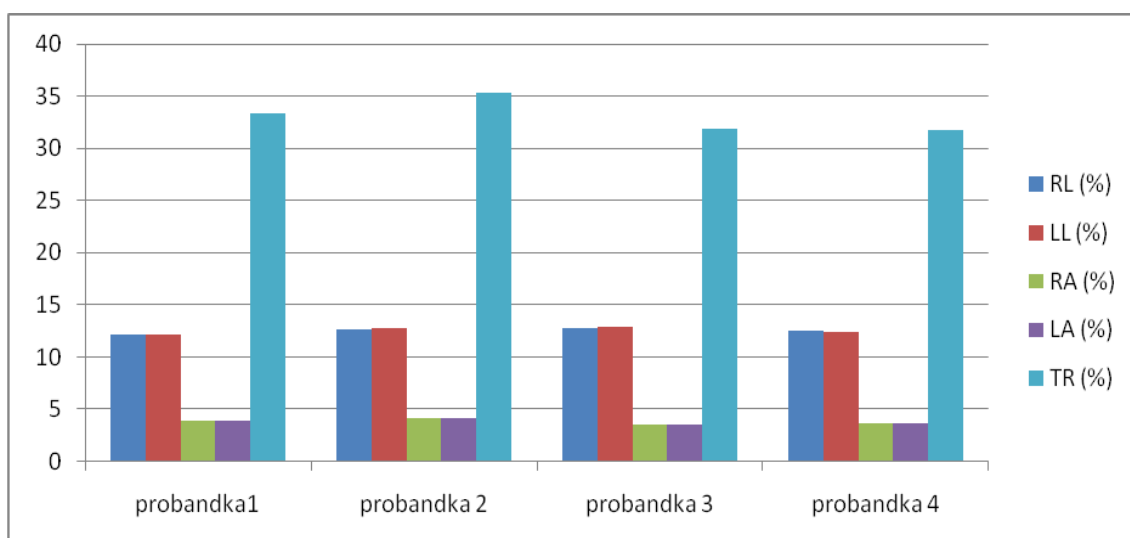
Fitness skóre u 1. měření dosahovalo rozmezí 71 až 85 bodů. U 2. měření došlo k nárůstu FS u probandky 4 na 75 bodů. Horní hranice (85 bodů) u probandky 1 zůstala zachovaná. U probandky 2 se hodnota FS mírně snížila. Absolutní hodnoty jsou uvedeny v příloze (Tabulka 9, Tabulka 10).

5.13 Segmentální analýza svalové hmoty u dívek



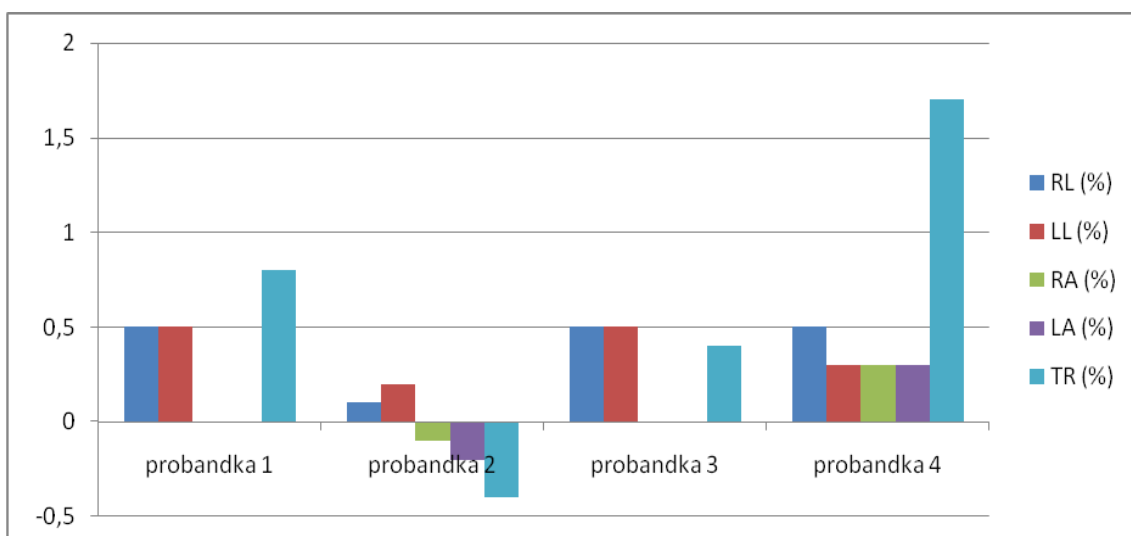
Vysvětlivky: RL – pravá dolní končetina (%), LL – levá dolní končetina (%), RA – pravá horní končetina (%), LA – levá horní končetina (%), TR – trup (%)

Obrázek 44. Individuální hodnoty segmentální analýzy svalové hmoty (1. měření)



Vysvětlivky: RL – pravá dolní končetina (%), LL – levá dolní končetina (%), RA – pravá horní končetina (%), LA – levá horní končetina (%), TR – trup (%)

Obrázek 45. Individuální hodnoty segmentální analýzy svalové hmoty (2. měření)



Vysvětlivky: RL – pravá dolní končetina (%), LL – levá dolní končetina (%), RA – pravá horní končetina (%), LA – levá horní končetina (%), TR – trup (%)

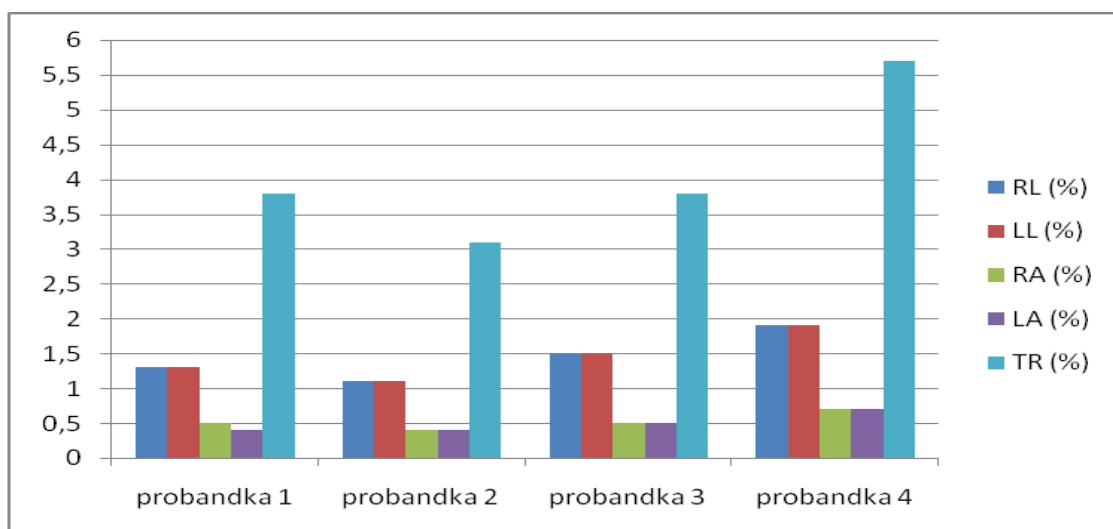
Obrázek 46. Změny individuálních hodnot segmentální analýzy svalové hmoty

Je zřejmý přírůstek svalové hmoty u probandky 1 na trupu o 0,8 % a u probandky 4 o 1,7 % (Obrázek 46).

Hodnoty segmentální analýzy svalové hmoty na dolních končetinách se u dívek při 1. měření pohybovaly v rozmezí od 11,6 % do 12,5 %, na levé horní končetině od 3,3 % do 4,2 %, na pravé horní končetině od 3,3 % do 4,3 %; Na trupu od 32,4 % do 39,1 % svalové hmoty. Při 2. měření došlo k mírnému navýšení zastoupení svalové frakce na dolních končetinách. Mírně se snížila hranice ze 4,1 % na 4,3 % u horních končetin.

Dle softwaru InBody jsou doporučovány referenční hodnoty segmentální analýzy svalové hmoty dolních končetin v rozmezí od 5,2 % do 10,0 %, na horních končetinách v rozmezí od 1,4 % do 2,9 % a na trupu jsou v rozmezí od 14,8 % do 29,3 %. Probandky tyto hodnoty značně převyšují, nejvíce na trupu. Popisové charakteristiky jsou uvedeny v příloze (Tabulka 11, Tabulka 12).

5.14 Segmentální analýza tělesného tuku u dívek

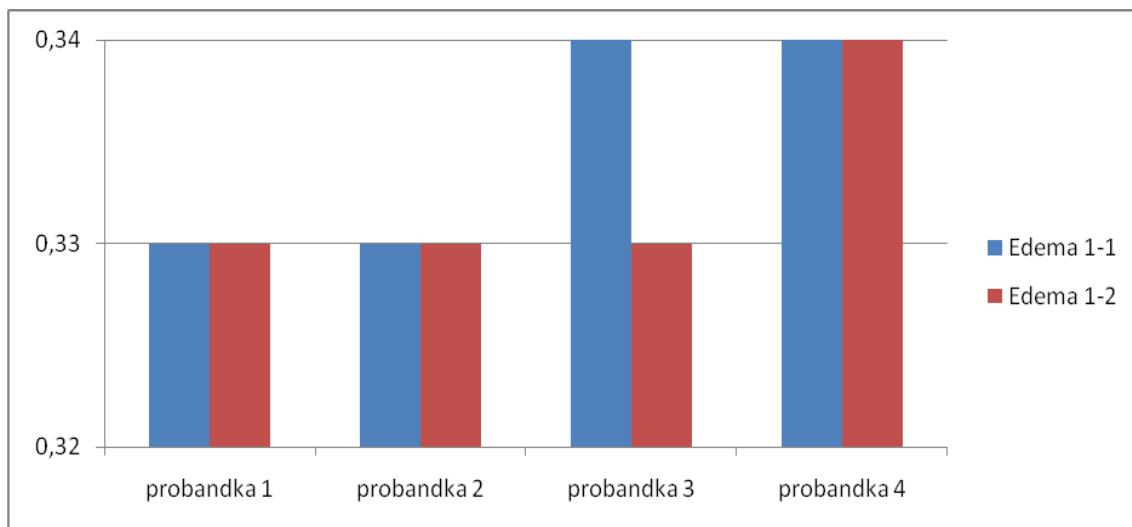


Vysvětlivky: RL – pravá dolní končetina (%), LL – levá dolní končetina (%), RA – pravá horní končetina (%), LA – levá horní končetina (%), TR – trup (%)

Obrázek 47. Individuální hodnoty segmentální analýzy tělesného tuku

Zastoupení tělesného tuku na dolních končetinách se u dívek při 2. měření pohybovalo v rozmezí od 1,1 % do 1,9 %, na horních končetinách od 0,4 % do 0,7 %. Na trupu od 3,1 % do 5,7 % tělesného tuku (Obrázek 47). Absolutní hodnoty jsou uvedeny v příloze (Tabulka 13).

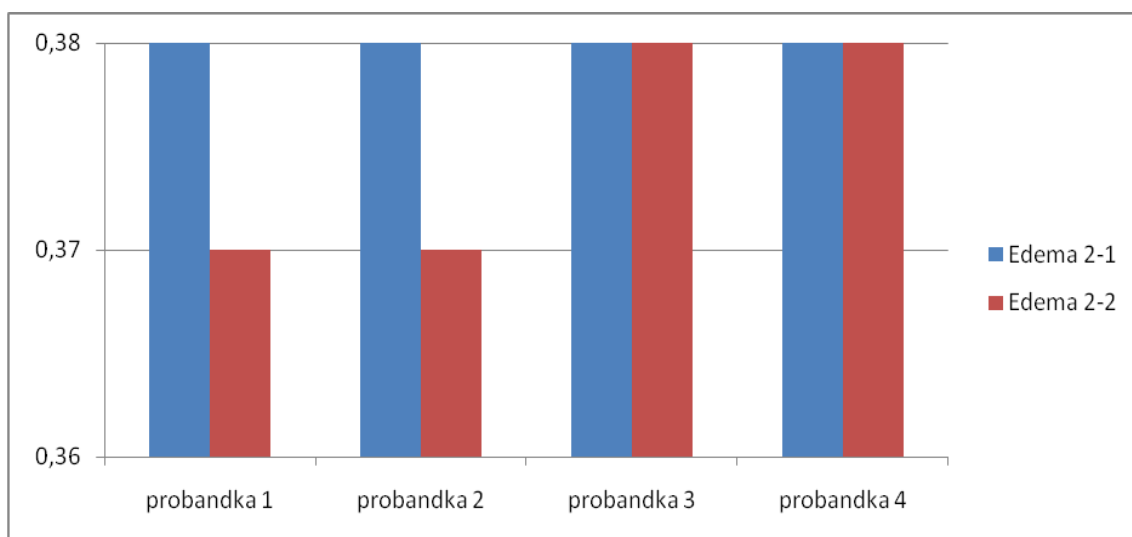
5.15 Analýza indexu otoků (EDEMA) u dívek



Vysvětlivky: Edema 1 – 1 – index Edema 1 1. měření, Edema 1 – 2 – index Edema 1 2. Měření

Obrázek 48. Individuální hodnoty analýzy indexu Edema 1 (1. a 2. měření)

Z obrázku 48 vyplývá, že hodnoty probandek se při 1. a 2. měření pohybují v rozmezí od 0,33 do 0,34. U probandky 3 došlo ke snížení indexu



Vysvětlivky: Edema 2 – 1 – index Edema 2 1. měření, Edema 2 – 2 – index Edema 2 2. měření

Obrázek 49. Individuální hodnoty analýzy indexu Edema 2 (1. a 2. měření)

Hodnoty probandek se při 1. a 2. měření pohybují v rozmezí od 0,37 do 0,38. Indexy Edema 1 a Edema 2 jsou u dívek v normě (Obrázek 49).

6 ZÁVĚR

Z výsledků vyplývá, že na růstových grafech chlapců se dva jedinci jeví jako středně vysocí a zbylí dva jako velmi vysocí. Percentilový graf BMI nám znázorňuje dva jedince jako robustní a další dva jedince jako obézního a proporcionalního.

V souboru děvčat jsou dvě probandky hodnocené jako středně vysoké a zbylé dvě jsou klasifikovány jako malá a velmi vysoká. Z pohledu percentilového grafu BMI se dívky jeví jako proporcionalní, až na probandku 1, která je hodnocena jako robustní.

U probanda 3 nastala výrazná změna, která se projevila zvýšením TBW o 7 %, tedy o 1,1 l a snížením celkové tělesné hmotnosti o 8 kg. Poměr mezi ECW a ICW odpovídá doporučeným hodnotám. Změny hodnot celkové tělesné vody a jejich kompartmentů u ostatních probandů nejsou výrazné.

U probanda 1 nacházíme vyšší podíl tělesného tuku, než je uvedená doporučená hodnota. U probanda 4 došlo ke zvýšení fitness skóre o 3 body. Proband 3 se propadl o 1 bod. Přestože došlo k zoptimalizování tělesného složení u probanda 3, snížila se hodnota FS o 1 bod.

U všech 4 sledovaných dívek došlo ke snížení BMI. Úbytek se pohyboval v rozmezí od 0,3 kg/m² do 1,5 kg/m².

V souboru dívek se nejvíce změnily hodnoty u probandky 4. Přírůstek TBW o 3,1 %, FFM o 4,1 %, SMM o 2,3 % a snížení tělesného tuku o 4,2 %. Hodnoty ostatních dívek nevykazovaly výrazné změny.

Největší množství kosterního svalstva při segmentální analýze bylo uloženo na trupu, dále na dolních a následně na horních končetinách. Rozložení svalstva z pohledu laterality se u obou souborů jeví jako vyrovnané.

Segmentální analýza tukové frakce prokázala rovnoměrné rozložení z pohledu laterality. Nejvíce bylo nalezeno na trupu a dolních končetinách. Nejméně na horních končetinách s vyrovnaným rozložením na obou stranách těla.

7 SOUHRN

Cílem této bakalářské práce bylo porovnat změny vybraných parametrů u souboru chlapců a děvčat ve věku 14 – 15 let, které nastaly během 145 dní. Probandi se aktivně věnují veslování.

V teoretické části bakalářské práce je věnována pozornost tělesnému složení, jejich modelům, tělesnému tuku a svalové hmotě. Dále v části označené jako syntéza poznatků je představena metoda bioelektrické impedance a typy přístrojů.

Měření probíhalo v laboratorních podmínkách s pomocí moderních přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418 MA. Výsledky byly vyhodnoceny softwarem Lookin'Body3, resp. Health Ware Software a dále zpracovávány v programech Microsoft Word a Excel 2007. Tělesná výška byla stanovena z antropometrického vyšetření.

Soubor chlapců dosahoval tělesné výšky 182,5 cm a jejich tělesná hmotnost byla 77,7 kg. Tělesná výška u děvčat byla 167,8 cm a tělesná hmotnost 60,9 kg. Celková tělesná voda i její kompartmenty u souboru chlapců i dívek odpovídá normě.

Proband 3 snížil svoji celkovou tělesnou hmotnost o 9,4 % a probandka 4 o 4,2 %. Toto snížení hmotnosti se projevilo převážně na tukové složce probandů. U Probanda 1 došlo k navýšení FFM o 1,1 %. Ostatní probandi neprojevily během měření výrazné změny na celkové hmotnosti těla a jejich kompartmentů.

Segmentální analýza svalové hmoty u celého souboru probandů a probandek je z pohledu laterality v normě. Soubor chlapců vykazoval vyšší nárůst svalové frakce až o 0,8 % než soubor dívek.

Segmentální analýza tukové hmoty byla změřena pouze v 2. měření. Nejvíce tuku bylo naměřeno u probanda 1 na trupu (8,5 %), dolních končetinách (2,2 %) a následně na horních končetinách (1 %). Můžeme tvrdit, že tuková složka se jeví u všech probandů z pohledu laterality jako vyrovnaná.

Při analýze indexů edema 1 a edema 2, nebyly nalezeny výrazné změny, které nejsou v normě.

Výstupy obou měření tělesného složení byly předány trenérům veslařského klubu Olomouc za účelem posouzení kvality zimní přípravy. Cíle bakalářské práce byly splněny.

8 SUMMARY

The aim of this work was to compare the changes of selected parameters in a group of boys and girls aged 14 to 15 years, which occurred during 145 days. Subjects are actively involved with rowing.

In the theoretical part of the thesis is given to the physical composition of their models, bodily fat and muscle mass. Furthermore, in a section marked as a synthesis of findings is presented bioelectrical impedance method and device types.

Measurements under laboratory conditions using modern instruments InBody 720 and Tanita BC-418 MA. Results were evaluated by software Lookin'Body3 respectively. Health Ware Software and further processed in Microsoft Word and Excel 2007. Body height was determined from the anthropometric examination.

File boys reached 182.5 cm body height and body weight was 77.7 kg. Body height in girls was 167.8 cm and body weight 60.9 kg. Total body water and its compartments in a group of boys and girls corresponds to the standard.

Proband 3 reduced their total body weight by 9.4 % and Proband 4 by 4.2 %. This weight reduction was reflected mainly in the fat component of probands. Proband 1 was increased FFM by 1.1 %. Other probands did not show significant changes during the measurement of total body weight and their compartments.

Segmental analysis of muscle mass in the sample of probands and probands from the perspective of laterality in the standard. File boys showed a greater increase in muscle fraction to about 0.8 % over a set of girls.

Segmental analysis of fat mass was measured only in the second measurement. Most fat was measured in the proband 1 on the trunk (8.5 %), lower extremities (2.2 %), followed by the upper extremity (1 %). We argue that the fat component appears in all probands from the perspective of laterality as balanced.

When analyzing edema indices 1 and 2 edema, found significant changes that are not normal.

The outputs of the two measurements of body composition were transmitted coaches rowing club Olomouc in order to assess the quality of winter training.

The objectives of this thesis were met.

9 REFERENČNÍ SEZNAM

- Bača, J. (1968). *Veslovanie*. Bratislava: Edičné stredisko Univerzity Komenského.
- Biospace (n. d.). *Ukázka výstupu z přístroje InBody720*. Retrieved 17. 6. 2012 from the World Wide Web: <http://www.biospace.cz/soubory/katalogy-cz/inbody720-cz-katalog.pdf>
- Biospace (n. d.). *Ukázka přístroje InBody 720*. retrieved 19. 6. 2012 from the World Wide Web: <http://www.biospace.cz/inbody-720-pb4.php>
- Bláha, P. et al. (1986). *Antropometrie československé populace od 6 do 55 let*. Praha: Ústřední štáb Československé spartakiády.
- Bláha, P. et al. (1991). *BMI index současné československé populace od 3 do 70 let*. Praha: Ústav sportovní medicíny.
- Bláha, P. et al. (2006). *6. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001 Česká republika*. Praha: Univerzita Karlova v Praze.
- Bodystat (n. d.). *Jednofrekvenční analyzátor složení těla pomocí bioelektrické impedance*. Retrieved from the World Wide Web: <http://www.bodystat.cz/Bodystat/Typy-Bodystatu/Bodystat-1500.aspx>.
- Bunc, V. et al. (2000). Estimation of body composition by multifrequency bioimpedance measurement in children. *Ann N Y Acad Sci*, 904, 203-204.
- Bunc, V. et al. (2001). *Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou*. In Válková, H., Hanelová, Z. (Eds) *Pohyb a zdraví*. Olomouc: UP, FTK, 102-106.
- Borovanský, L. (1992). *Anatomie, soustava svalová*. Praha: Triton
- Corazonplus (n. d.). *Podíl jednotlivých vodivých a nevodivých tělesných složek na celkové tělesné hmotnosti*. Retrieved 15. 5. 2012 from the World Wide Web: <http://www.corazonplus.cz/analyzatory/bia.html>.
- Deurenberg, P., van der Kooij, K., Evers, P., & Hulshof, T. (1990). Assessment of body composition by bioelectrical impedance in a population aged greater than 60 y. *Am J Clin Nutr*, 51(1), 3-6.
- Dovalil, Josef. et al. (2009) *Výkon a trénink ve sportu*. 3. vyd. Praha: Olympia.
- E-inbody (n. d.). *Historie BIA*. Retrieved 20. 5. 2012 from World Wide Web: <http://www.e-inbody.com/Tech/history.html>.

- Forbes, G. M. (1987). *Human body composition*. New York: Harper and Brothers.
- Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: Galén.
- Grasgruber, P. Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Praha: Computer press.
- Hainer, V., et al. (2004) *Základy klinické obezitologie*. Praha: Grada Publishing.
- Havlíčková, L. (1994). *Fyziologie obecné zátěže I*. Praha: Karolinum.
- Herberger, E., et al. (1990). *Rowing*. Toronto: Sport Books Publisher.
- Heyward, V. H. & Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment*. Champaign. IL: Human Kinetics.
- InBody (n. d.). *Přístroj, kdy proud probíhá pouze přes horní část těla, Bipedální přístroje, kdy se impedance zjišťuje pouze dolní částí těla, Tetrapolární přístroj, kdy se informace získávají z celého těla*. Retrieved 20. 5. 2012 from the World Wide Web: <http://www.inbody.cz/pristroje-bia.php>.
- Jawon (n. d.). *Přístroj IOI 353 od společnosti JAWON*. Retrieved 24. 4. 2013 from the World Wide Web: <http://www.jawon.com/eng/product/body-composition-analyzer/ioi353.php>.
- Jebb, S. A., & Elia, M. (1993). Techniques for the measurement of body composition: a practical guide. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 17(11), 611-621.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. et al. (2004). Bioelectrical impedance analysis part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23(5), 1226-1243.
- Langmeier, J., Krejčířová, D. (1998) *Vývojová psychologie*. Praha: Grada Publishing.
- Lohman, T. G. (1992). *Advances in Body Composition Assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Malinčíková, J. (2006). Bioimpedanční analýza. [Vysokoškolská skripta]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Lékařská fakulta.
- Otakar, J. (1955). *Veslování*. Praha: Státní tělovýchovné nakladatelství.
- Pařízková, J. (1962). *Rozvoj aktivní hmoty a tuku u dětí a mládeže. Thomaerova sbírka 413*. Praha: SZN.
- Pařízková, J. (1973). *Složení těla a lipidový metabolismus za různého pohybového režimu*. Praha: Avicenum, zdravotnické nakladatelství

- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex.
- Roche, A. F., Heymsfield, S. B., & Lohmann, T. G. (1996). *Human body composition*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Rokyta, R., et al. (2000). *Fyziologie*. Praha: ISV.
- Rössner, S. (2002). Obesity: the disease of the twenty-first century. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 26 Suppl 4, S2-4.
- Syrový, I. (1985). *Kontraktinální bílkoviny a funkční požadavky svalu*. Praha: Academia.
- Tanita (n. d.) *MC-980MA Multi Frequency Segmental Body Composition Monitor*. Retrieved 24. 4. 2013 from the World Wide Web: <http://www.tanita.com/en/mc-980/>
- Trojan, S. et al. (2003). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada publishing.
- Ulbrichová, M. & Sukop, J. (1992). Vývoj specifické tělesné výkonnosti a somatických dispozic u veslařů. *Telesná výchova a šport*, roč. 2., 40-44 Bratislava: Vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport.
- Vodrážka, Z. (2007). *Biochemie*. Praha: Academia
- Voet, D. & Voet, J. (1995). *Biochemie.*, 1. vyd. Praha: Victoria publishing
- Wilmore, J. H. (1992). *Body composition and body energy stores*. In Shepard R. J., Astrand, P. O. (Eds.) *Endurance in sport*. Oxford: Blackwell Scientific Publ., 244.

10 SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1.** Tabulka 4. Individuální hodnoty vybraných parametrů u souboru chlapců při 1. měření
- Tabulka 5. Individuální hodnoty vybraných parametrů u souboru chlapců při 2. měření
- Tabulka 6. Individuální hodnoty segmentální analýzy svalové hmoty u souboru chlapců 1. měření.
- Tabulka 7. Individuální hodnoty segmentální analýzy svalové hmoty u souboru chlapců 2. měření.
- Tabulka 8. Individuální hodnoty segmentální analýzy tělesného tuku u souboru chlapců 2. měření.
- Tabulka 9. Individuální hodnoty vybraných parametrů u souboru dívek při 1. měření
- Tabulka 10. Individuální hodnoty vybraných parametrů u souboru dívek při 2. měření
- Tabulka 11. Individuální hodnoty segmentální analýzy svalové hmoty u souboru dívek 1. měření
- Tabulka 12. Individuální hodnoty segmentální analýzy svalové hmoty u souboru dívek 2. měření
- Tabulka 13. Individuální hodnoty segmentální analýzy tělesného tuku u souboru dívek 2. měření
- Příloha 2.** Seznam zkratk
- Příloha 3.** Obrázek 1. Ukázka výstupu z přístroje InBody 720 (upraveno podle www.biospace.cz).
- Příloha 4.** Tabulka 14. Vysvětlivky k výstupu ze softwaru přístroje InBody720

Příloha 1. Tabulka 4. Individuální hodnoty vybraných parametrů u souboru chlapců při 1. měření

	proband 1		proband 2		proband 3		proband 4	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
TBW	45,8	55,8	56,2	64,8	45,7	59,3	40,7	68,5
ECW	17,7	21,5	21,9	25,3	17,9	23,2	15,5	26,1
ICW	28,1	34,2	34,3	39,6	27,8	36,1	25,2	42,4
FAT	19,8	24,1	10,4	12,0	15,0	19,3	4,1	6,9
FFM	62,3	75,8	76,3	88,0	62,2	80,7	55,3	93,1
SMM	34,7	42,3	42,7	49,3	34,2	44,4	30,9	52,0
minerály	5,3	-	6,1	-	5,9	-	6,2	-
proteiny	14,9	-	17,1	-	15,6	-	18,4	-
fitness skóre		78,0		88,0		73,0		75,0

Tabulka 5. Individuální hodnoty vybraných parametrů u souboru chlapců při 2. měření

	proband 1		proband 2		proband 3		proband 4	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
TBW	46,9	56,5	57,5	64,7	46,0	66,3	42,6	68,6
ECW	18,1	21,8	22,1	24,9	18,1	26,1	16,2	26,1
ICW	28,8	34,7	35,7	39,8	27,9	40,2	26,4	42,5
FAT	19,2	23,2	10,5	11,8	6,9	9,9	4,2	6,8
FFM	63,8	76,9	78,4	88,2	62,5	90,1	57,9	93,2
SMM	35,6	42,9	44,1	49,6	34,4	49,6	32,5	52,3
minerály	5,4	-	6,3	-	6,4	-	6,3	-
proteiny	15,0	-	17,2	-	17,4	-	18,4	-
fitness skóre		79,0		89,0		72,0		78,0

Tabulka 6. Individuální hodnoty segmentální analýzy svalové hmoty u souboru chlapců 1. měření

	proband 1		proband 2		proband 3		proband 4	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
RL	9,7	11,8	13,3	15,3	11	14,3	9,3	15,7
LL	9,5	11,6	13,3	15,3	11	14,3	9,2	15,5
RA	3,4	4,1	4	4,6	3	3,9	2,9	4,9
LA	3,3	4	4	4,6	3	3,9	2,9	4,9
TR	26,4	32,1	30,2	34,8	25	32,4	23,4	39,4

Tabulka 7. Individuální hodnoty segmentální analýzy svalové hmoty u souboru chlapců 2. měření

	proband 1		proband 2		proband 3		proband 4	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
RL	9,7	11,7	13,6	15,3	11,2	16,1	9,6	15,5
LL	9,7	11,7	13,6	15,3	11,3	16,2	9,6	15,5
RA	3,6	4,3	4,1	4,6	3,1	4,5	3,1	5
LA	3,5	4,2	4,1	4,6	3	4,4	3,1	5
TR	27,2	32,8	31	34,9	24,8	35,7	24,7	39,8

Tabulka 8. Individuální hodnoty segmentální analýzy tělesného tuku u souboru chlapců 2. měření

	proband 1		proband 2		proband 3		proband 4	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
RL	2,7	2,2	1,7	1,5	1,3	0,9	0,9	0,6
LL	2,7	2,2	1,7	1,5	1,3	0,9	0,9	0,6
RA	1,1	0,9	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1
LA	1,2	1	0,4	0,4	0,4	0,3	0,1	0,1
TR	10,2	8,5	5,2	4,6	2,8	1,9	1,3	0,8

Tabulka 9. Individuální hodnoty vybraných parametrů u souboru dívek při 1. měření

	probandka 1		probandka 2		probandka 3		probandka 4	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
TBW	34,4	56,1	36	59,8	32,3	54,7	36	51,1
ECW	13	21,2	13,6	22,6	12,5	21,2	13,9	19,7
ICW	21,4	34,9	22,4	37,2	19,8	33,6	22,1	31,4
FAT	14,3	23,3	11,2	18,6	14,9	25,3	21,2	30,1
FFM	47	76,7	49	81,4	44,1	74,7	49,2	69,9
SMM	26	42,4	27,3	45,3	23,8	40,3	26,9	38,2
minerály	3,3	-	3,3	-	3,2	-	3,7	-
proteiny	9,3	-	9,7	-	8,6	-	9,6	-
fitness skóre		85,0		84,0		77,0		71,0

Tabulka 10. Individuální hodnoty vybraných parametrů u souboru dívek při 2. měření

	probandka 1		probandka 2		probandka 3		probandka 4	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
TBW	34,1	57	35,1	59,6	32,4	55,5	36,1	54,2
ECW	12,7	21,2	13,1	22,2	12,3	21,1	13,9	20,9
ICW	21,4	35,8	22	37,4	20,1	34,4	22,2	33,3
FAT	13,2	22	11,1	18,8	14,1	24,2	17,3	25,9
FFM	46,6	77,9	47,8	81,2	44,3	75,9	49,3	74
SMM	25,9	43,3	26,6	45,2	24,2	41,4	27	40,5
minerály	3,2	-	3,3	-	3,3	-	3,6	-
proteiny	9,2	-	9,5	-	8,7	-	9,6	-
fitness skóre	85,0		83,0		77,0		75,0	

Tabulka 11. Individuální hodnoty segmentální analýzy svalové hmoty u souboru dívek 1. měření

	probandka 1		probandka 2		probandka 3		probandka 4	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
RL	7,1	11,6	7,5	12,5	7,2	12,2	8,4	12
LL	7,1	11,6	7,5	12,5	7,3	12,3	8,4	12
RA	2,3	3,8	2,5	4,2	2	3,4	2,3	3,3
LA	2,3	3,8	2,6	4,3	2	3,4	2,3	3,3
TR	19,9	32,5	21,5	35,7	18,5	31,4	21	30

Tabulka 12. Individuální hodnoty segmentální analýzy svalové hmoty u souboru dívek 2. měření

	probandka 1		probandka 2		probandka 3		probandka 4	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
RL	7,1	12,1	7,4	12,6	7,4	12,7	8,3	12,5
LL	7,1	12,1	7,5	12,7	7,5	12,8	8,2	12,3
RA	2,3	3,8	2,4	4,1	2	3,4	2,4	3,6
LA	2,3	3,8	2,4	4,1	2	3,4	2,4	3,6
TR	19,9	33,3	20,8	35,3	18,6	31,8	21,1	31,7

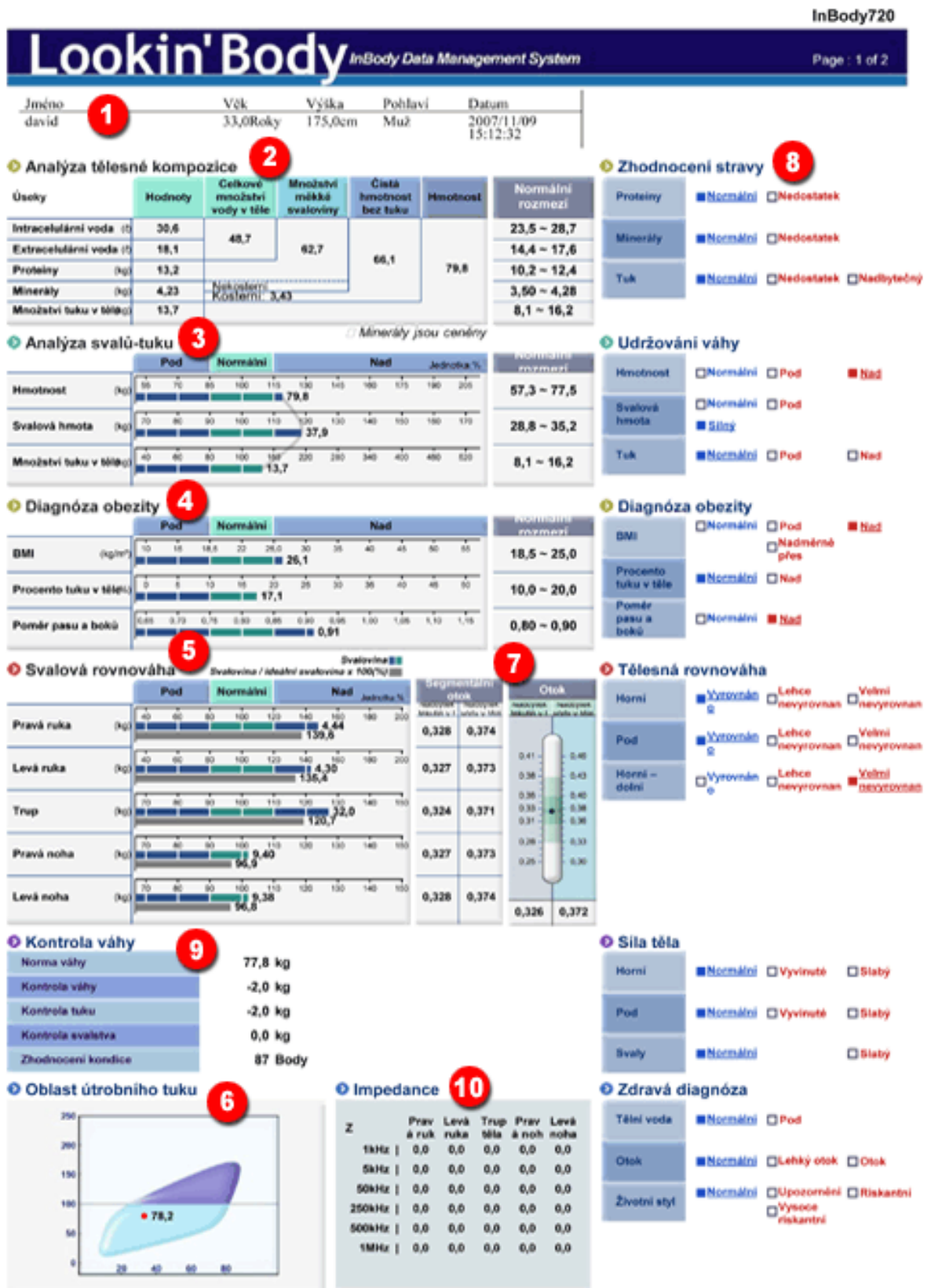
Tabulka 13. Individuální hodnoty segmentální analýzy tělesného tuku u souboru dívek 2. měření

	probandka 1		probandka 2		probandka 3		probandka 4	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
RL	2,2	1,3	1,8	1,1	2,5	1,5	2,8	1,9
LL	2,2	1,3	1,8	1,1	2,5	1,5	2,8	1,9
RA	0,8	0,5	0,6	0,4	0,9	0,5	1,1	0,7
LA	0,7	0,4	0,6	0,4	0,9	0,5	1,1	0,7
TR	6,3	3,8	5,2	3,1	6,5	3,8	8,5	5,7

Příloha 2. Seznam zkratk

TBW	Total Body Water	celková tělesná voda
ECW	Extracellular Water	extracelulární voda
ICW	Intracellular Water	intracelulární voda
FAT		tuk
FFM	Fat Free Mass	tukuprostá hmota
SMM	Skeletal Muscle Mass	kosterní svalstvo
RL	Right Leg	pravá dolní končetina
LL	Left Leg	levá dolní končetina
RA	Right Arm	pravá horní končetina
LA	Left Arm	levá horní končetina
TR	Trunk	trup

Příloha 3. Obrázek 1. Ukázka výstupu z přístroje InBody 720 (upraveno podle www.biospace.cz)



Příloha 4. Tabulka 14. Vysvětlivky k výstupu podle softwaru přístroje InBody720

1. Osobní údaje	Informace o měřené osobě, jako je jméno věk, výška, pohlaví a především datum a čas měření. Tyto údaje nám pomáhají pro rychlé a snadné vyhledání měřené osoby v registru a pro výpočet doporučených hodnot – normální rozmezí.
2. Analýza tělesné kompozice	V této části představují hodnoty hmotnost jednotlivých kompozičních elementů těla a dohromady tvoří celkovou pacientovu hmotnost. Získané hodnoty jsou potom porovnávány se standardními hodnotami.
3. Analýza svalstva a tuku	Kosterní svalstvo a tuková hmota jsou hlavními subjekty pro kontrolu hmotnosti. Horizontální sloupový graf pomáhá pacientům rozumět stavu jejich tělesné kompozice srovnáním se standardní hodnotou. Údaje vedle grafu představují naměřené hodnoty a na konci grafu je umístění ve standardním rozmezí. Pokud jsou díly grafu podobné, je pacientova tělesná kompozice vyvážená. Pokud se délky grafu liší, pacientova tělesná kompozice vyvážená není.
4. Diagnóza obezity	Zobrazení údajů, jako je BMI, tak i procenta tuku v těle, InBody 720 dokáže určit skrytou obezitu u lidí. Celkové diagnózy obezity mohou být založeny na mnoha faktorech PBF (procento tuku v těle) a WHR (poměr boků a pasu) přes analýzu tělesné kompozice.
5. Svalová rovnováha	Je více možností, jak informovat pacienta o jeho stavu. Třeba poskytováním grafů s absolutními hodnotami ve vztahu ke standardní hmotnosti. Měřením rozložení svalstva v segmentech můžeme pozorovat vyváženost a stupeň vývoje v těchto segmentech. InBody 720 poskytuje informaci nezbytnou pro kontrolu účinnosti rehabilitace nebo určení způsobu cvičení.
6. Oblast útrobního tuku	Informuje o tom, kolik množství tuku je nahromaděno v útrobních oblastech – 8růstová stupnice. U dětí pod 18 let se místo tukové útrobní oblasti používá růstová stupnice. Pomocí grafu, který zohledňuje věk, pohlaví, výšku a váhu může pacient vidět vývojový stav jejich růstu.

7. Segmentální otok – EDEMA	<p>Graf ukazuje poměr extracelulární vody k celkovému množství vody v těle a extracelulární tekutiny v poměru s celkovým množstvím tělních tekutin. Obvykle edema vzroste, když se zvětší ECW. U stárnoucího nebo podvyživeného pacienta se svalové buňky smrští a meziprostor se naplní vodou. Jako důsledek se zvýší ECW.</p> <p>Znamená nahromadění tekutin mezi tkáněmi jednotlivých končetin a trupu. Tento graf zobrazuje poměr ECW k TBW a ECF k TBF. Normální rozmezí u zdravých osob bývá 0,36–0,40 a 0,31–0,35.</p>
8. Různé všeobecné hodnoty	<p>Nutriční hodnota, správa hmotnosti, diagnóza obezity, vyvážení těla, tělní síla, diagnóza zdraví. Výslední lístek InBody 720 shrnuje veškeré získané hodnoty na pravou stranu. To pacientovi velice usnadňuje pohled na jeho tělesnou kondici. Použitím různých barev je rozlišena dobrá a špatná kondice.</p>