

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
FAKULTA TĚLESNÉ KULTURY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2011

Zdeněk Beker

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA TĚLESNÉ KULTURY
Katedra přírodních věd v kinantropologii



TĚLESNÉ SLOŽENÍ U CHLAPCŮ Z FOTBALOVÝCH SPORTOVNÍCH TŘÍD
Bakalářská práce

Autor: Zdeněk Beker, učitelství pro základní školy
kombinace Tělesná výchova + Německý jazyk se zaměřením na vzdělávání
Vedoucí práce: Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.

Olomouc 2011

Jméno a příjmení autora: Zdeněk Beker
Název bakalářské práce: Tělesné složení u chlapců z fotbalových sportovních tříd
Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii
Vedoucí bakalářské práce: Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.
Rok obhajoby bakalářské práce: 2011

Abstrakt: Tato bakalářská práce se zabývá tělesným složením u chlapců z fotbalových sportovních tříd. Konkrétně se jedná o soubor třiceti osmi mladých fotbalistů SK Sigmy Olomouc, jejichž somatické vyšetření proběhlo na podzim roku 2008. Bylo provedeno antropometrické vyšetření a stanovení tělesného složení metodou bioelektrické impedanční analýzy pomocí přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418 MA. Cílem práce byla analýza vybraných somatických dat determinujících tělesné složení podle metody bioelektrické impedance. Z výsledků vyplynulo, že tyto děti mají vysoký podíl tukuprosté hmoty, přičemž ostatní námi sledované parametry se pohybují spíše na dolní hranici referenčních hodnot nebo dokonce pod její úrovní.

Klíčová slova: fotbal, bioelektrická impedanční analýza, frakcionace tělesné hmotnosti, přístroje InBody 720 a Tanita BC-418 MA, segmentální analýza

Bakalářská práce byla zpracována v rámci projektu „Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn“ (IK: 6198959221).

Souhlasím s půjčováním bakalářské práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Zdeněk Beker
Title of the bachelor thesis: Body composition in boys from football sport classes
Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology
Supervisor: Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.
The year of presentation: 2011

Abstract: This bachelor thesis deals with body composition in boys from football sport classes. To be exact, I dealt with a group of thirty-eight young footballers of the club SK Sigma Olomouc, whose somatic research was held in autumn 2008. We did the anthropometrical research and we set the body composition using the method of bioelectrical impedance analysis via InBody 720 and Tanita BC-418 MA devices. The aim was the analysis of chosen data which determine body composition according to the method of bioelectrical impedance. In accordance with the results, I found out that the children have high percentage of the fat free mass, other parameters, which we monitored, are rather at lower level of the reference value or even below this value.

Key words: football, bioelectrical impedance analysis, fractionation of body weight, InBody 720 and Tanita BC-418 MA devices, segmental analysis

The bachelor thesis was elaborated within the project “Physical Activity and Inactivity of the Inhabitants of the Czech Republic in the Context of Behavioural Changes“(IC: 6198959221).

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

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně pod vedením vedoucí práce Doc. RNDr. Miroslavy Přidalové, Ph.D. Uvedl jsem všechny použité literární zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 27. 4. 2011

.....

Poděkování

Děkuji vedoucí bakalářské práce Doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D. a technické pracovníci Renátě Slezákové za pomoc a cenné rady, které mi poskytly při zpracování bakalářské práce. Dále za to, že bakalářská práce mohla být řešena v rámci výzkumného projektu „Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn“ pod identifikačním číslem: 6198959221.

Děkuji rovněž panu Gregovskému a panu Kalinovi za ochotu, čas a pomoc při měření jejich svěřenců a v neposlední řadě také všem probandům, kteří se měření zúčastnili a naslouchali pokynům.

Dík patří také mým rodičům za podporu během celého studia.

OBSAH

1 ÚVOD.....	8
2 SYNTÉZA POZNATKŮ	10
2.1 Fotbal	10
2.1.1 Stručná charakteristika fotbalu.....	10
2.1.2 Dějiny fotbalu	10
2.1.3 Základní pravidla fotbalu.....	12
2.1.4 Fyzické předpoklady	12
2.2 Vymezení základních antropologických pojmů	14
2.3 Tělesné složení	15
2.3.1 Tělesná voda	20
2.3.2 Tuk.....	22
2.3.3 Tukuprostá hmota	23
2.3.4 Modely tělesného složení	25
2.3.5 Metody odhadu tělesného složení	26
2.3.5.1 Antropometrie	26
2.3.5.2 Biofyzikální a biochemické metody	27
2.3.5.2.1 Bioelektrická impedance (BIA)	27
3 CÍLE	34
4 MATERIÁL A METODIKA	35
4.1 Charakteristika souboru	35
4.2 Průběh měření	35
4.3 Zpracování dat	35
4.4 Přístrojová technika.....	36
5 VÝSLEDKY	41
5.1 Hodnocení vybraných parametrů mladší (první) skupiny	43
5.2 Hodnocení vybraných parametrů starší (druhé) skupiny	45

5.3 Srovnání stavu vybraných somatických znaků.....	47
6 ZÁVĚR	55
7 SOUHRN.....	56
8 SUMMARY	58
9 REFERENČNÍ SEZNAM	60
10 SEZNAM PŘÍLOH.....	64

1 ÚVOD

Práce je zaměřena na analýzu tělesného složení na základě bioelektrické impedanční metody u dětí navštěvujících sportovní fotbalové třídy.

Fotbal jako stále nejrozšířenější a divácky nejnavštěvovanější kolektivní hra prošel v posledních letech dynamickým vývojem a v současné době se nové talenty, jako budoucí možné fotbalové hvězdy, ale také stroje na peníze, hledají již od nejtělejšího věku a podstupují pak namáhavý tréninkový proces, který zajisté zanechává také své stopy v lidském organismu. Ve světových profesionálních klubech se hráči již od dětství podrobují různým testům a jsou měřeni pro zjišťování tělesných kompozic a jejich optimalizaci. Díky těmto měřením pak může trenér individuálně přizpůsobovat trénink nejen pro jednotlivé hráče, ale i pro jednotlivé partie jejich těla.

Diagnostika tělesného složení je tedy v současnosti již nedílnou součástí pro výběr sportovců, ale i pro sestavení tréninkového plánu a poskytuje zpětnou kontrolu a hodnocení.

S nabídkou pro měření tělesného složení špičkovými přístroji InBody 720 a Tanita BC-418 jsme přišli za trenéry žákovských družstev SK Sigma Olomouc a zároveň jejich učitelé ve třídě specializované na tělesnou výchovu se zaměřením na fotbal ZŠ Heyrovského v Olomouci. Ti nabídku s radostí přijali a tak se uskutečnilo první měření na podzim roku 2008. Měření byla dále v půlročních intervalech opakována, díky čemuž si trenéři mohli ověřit cílenost a efektivitu změny náplně tréninkových jednotek a pro nás byla získána data v širokém spektru, která později můžou sloužit k porovnání a tím pokračování práce.

Výsledky jsme spolu s krátkým vysvětlením trenérům předali k vlastnímu využití při sestavování tréninkových jednotek a informací o jejich svěřencích. Trenéři tak dostali aktuální a přesné informace o stavu jejich svěřenců, díky nimž, jak nám sami sdělili, mohli jednotlivé tréninkové jednotky uzpůsobit k trénování a posílení slabších oblastí jejich svěřenců, které se projeví u celého kolektivu, ale i cíleně pro jednotlivé hráče a tím tak dosáhli možnosti optimalizování tréninkového cyklu s kontrolou.

Pro nás se pak v téhle práci stalo důležitým stanovení tělesného složení a zhodnocení vybraných somatických parametrů ve smyslu frakcionace tělesné hmotnosti – především absolutní a relativní množství tuku, zastoupení tukuprosté

hmoty a její procentuální vyjádření stejně jako celková tělesná voda s ohledem na její rozdělení do intra- nebo extracelulárního kompartmentu.

Práce byla řešena v rámci výzkumného projektu FTK UP „Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn“ (IK: 6198959221).

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 Fotbal

2.1.1 Stručná charakteristika fotbalu

Fotbal, někdy také kopaná, je kolektivní míčová hra, která je v současné době nejpopulárnějším kolektivním sportem na světě. O jeho oblibu se zasloužilo především nenáročné a nenákladné vybavení, díky jemuž si fotbal může zahrát téměř každý a všude. Vrcholový fotbal se těší velké oblibě médií, které pravidelně podávají zprávy nejen o dění na domácích, evropských i světových trávnicích, ale i o všem, co s tím i jen nepatrně souvisí. Kluby a hráči se stávají pro mnohé idoly a velkokluby si vyhledávají své hráče již od útlého dětství a nedílnou součástí jsou pak i mnohamilionové investice do přístrojů k poznání tělesného složení a tím umožnění individuálního přístupu k sestavení tréninkových plánů pro dosažení co nejlepších fyzických výsledků jedinců, které se pak většinou odráží na výsledcích klubových.

2.1.2 Dějiny fotbalu

Hry, při kterých se nohou pohání kulatý míč, zná lidstvo již několik tisíciletí. Existují o tom písemná svědectví od prastarých národů a kultur.

„Ze starých vykopávek je zřejmé, že kulatý míč proháněli nohama již staří Egypťané téměř 2000 let před n. l.“ (Bauer, 1996, 8). Například přesně dochovaná pravidla hry „Ts'uh Küh“, která se dá označit jako jeden z předchůdců fotbalu, pocházejí asi z 3. století před n. l. Tuto hru hráli čínští císařští vojáci. Zmínky o podobných hrách lze objevit také v Japonsku.

Podle Bauera (1996) se hry podobné fotbalu hrály i ve starém Řecku a v římském impériu. V Řecku pod názvem „episkyros“, v Římě „harpastum“ a „calcio“. Tyto hry přinesli Římané v rámci svých tažení a výbojů i do Británie.

Bauer (1996) také popisuje, že v dnešní Anglii a Skotsku zaznamenal fotbal obrovský rozmach. Hra však stále nebyla přesně vymezena regulemi, a proto při ní docházelo k hrubým násilnostem a výtržnostem. Angličtí a skotští králové se fotbal marně pokoušeli několikrát zakázat.

Za kolébku moderního fotbalu je považována Anglie, kde byly míčové hry podobné fotbalu důležitou součástí výchovy a studia na školách. 26. října roku 1863 založilo jedenáct londýnských klubů a škol fotbalovou asociaci s názvem „Football Association“, neboli první fotbalový svaz na světě, od kterého se 8. prosince 1863 odřhli zástupci školy z Rugby a fotbal se tak začal bouřlivě vyvíjet, jak uvádí Bauer (1996).

Fotbal se postupně rozšířil i na kontinent, kde je nejstarším fotbalovým mužstvem patrně švýcarský Lausanne Football and Cricket Club založený v roce 1860. Díky anglickým dělníkům pracujícím na stavbě železnice se fotbal dostal až do Jižní Ameriky, přičemž ale tato teorie rozšíření fotbalu na jihoamerický kontinent nebyla nikdy přesvědčivě doložena (Anonymous. Fotbal. Retrieved 18. 3. 2009 from the World Wide Web: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotbal>).

U nás se fotbal začal hrát koncem 19. století. V Čechách se hrál zejména v cyklistických a veslařských klubech a v kroužcích na pražských gymnáziích. Podle dochovaných pramenů patří prvenství vzniku fotbalu v Čechách Roudnici. K prvnímu utkání došlo v roce 1892, ve kterém mužstvo ČAC Roudnice zvítězilo 1:0 nad mužstvem Sokola Roudnice. 19. 10. 1901 vznikl Český fotbalový svaz, který byl v roce 1906 přijat za člena FIFA, ale na zákrok tehdejšího rakouského fotbalového svazu ho v roce 1908 z FIFA vyloučili. V roce 1922 byla dobudována celostátní fotbalová organizace Československá asociace fotbalová – ČSAF a byla přijata za řádného člena FIFA. V roce 1992 došlo k rozpadu ČSAF a byl vytvořen samostatný Českomoravský fotbalový svaz.

Dnes fotbal hrají profesionální fotbalisté po celém světě, mnoho dalších lidí se mu pak věnuje na amatérské či rekreační úrovni. Podle průzkumu, uspořádaného v roce 2001 mezinárodní fotbalovou federací FIFA, hraje pravidelně fotbal nejméně 240 miliónů lidí ve více než 200 zemích světa. Mezi příčinami jeho popularity jsou bezesporu jednoduchá pravidla a naprosto minimální náročnost na vybavení (Anonymous. Fotbal. Retrieved 18. 3. 2009 from the World Wide Web: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotbal>).

2.1.3 Základní pravidla fotbalu

Oficiální pravidla fotbalu (*Laws of the Game*) se používají ve všech soutěžních utkáních a jsou rozdělena do sedmnácti částí. Ve fotbale hrají proti sobě dvě družstva, z nichž každé má 11 hráčů včetně brankáře, na obdélníkovém, nejčastěji travnatém hřišti. Hraje se nohama, ale hráči mohou používat i ostatní části těla, kromě rukou a paží. Pouze brankář může ve vymezeném území hrát i rukama. Cílem hry je vstřelit více branek (gólů) než soupeř. Branka je uznána tehdy, přejde-li míč brankovou čáru mezi tyčemi branky. Minimální počet hráčů na hřišti nesmí být na začátku ani kdykoliv během hry nižší než sedm. Hráči jsou povinni mít příslušnou výstroj. Délka utkání je odlišná podle věkové kategorie a také podle toho, zda se jedná o mužské, či ženské soutěže. Během utkání je dovoleno vyměnit hráče, s podmínkou, že vystřídaný se už nesmí vrátit do hřiště. Na správný průběh utkání dohlíží jeden hlavní rozhodčí a jeho dva asistenti, označovaní též „pomezni rozhodčí“. Rozhodčí řeší všechny situace vzniklé v utkání. Hra může být z různých důvodů přerušena a následné rozehrání je ustanoveno příslušnými pravidly. Hraje se s fotbalovým míčem, jehož velikost, tvar, váha a rozměry jsou dány pravidly dané soutěže (podle http://www.fifa.com/mm/document/affederation/generic/81/42/36/lawsOfthegame_2010_11_e.pdf).

2.1.4 Fyzické předpoklady

„Ve fotbalu funguje velmi těsné sepětí mezi výkonem podávaným při hře a kondičními dispozicemi hráče. To platí jak pro příležitostné „kopálisty“, kteří hrají jen tak pro radost nebo si hraním fotbalu udržují tělesnou kondici, tak zejména pro profesionální a vrcholové hráče“ (Bauer, 1996, 60).

„Fotbal zahrnuje různé druhy cyklických činností (běhu, startů aj.) a acyklických pohybů, sloužících k ovládnutí a usměrňování míče. Úder do míče nohou (kop) nebo hlavou umožňuje přihrávání a střelbu. Počáteční rychlost vystřeleného míče dosahuje až 170 km/h“ (Demetrovič a kol., 1988, 158).

Bauer (1996) uvádí, čeho se týká vylepšení pohybové a tělesné kondice:

- celkové tělesné vytrvalosti,
- rychlosti reakcí,
- rychlosti pohybů,
- obratnosti a šikovnosti.

Pro vrcholové fotbalisty je pak nutné věnovat pozornost celkové kondiční způsobilosti i trénování jednotlivých speciálních kondičních faktorů a schopností, které se uplatňují, jak při bránění, tak i útoku. Jedná se o vytrvalost, rychlost a obratnost.

V současném fotbalu dochází u hráčů k výraznému snižování množství tělesného tuku ve prospěch relativního zvyšování aktivní tělesné hmoty. V sedmdesátých letech minulého století byly u hráčů elitních evropských týmů běžné nálezy 10–15 % tuku, zatímco u současných hráčů spíše 8–12 % tuku. Těmito hodnotami se přibližují elitním vytrvalcům (4–7 % tuku) (Psotta a kol., 2006)

Zatížení je v utkáních charakterizováno nepravidelným střídáním maximální, submaximální, střední a mírné intenzity. Tato intenzita je ovlivňována důležitostí utkání, rozdílnou úrovní soupeřů a konkrétním zapojováním hráče do určitých herních situací. Typickým ukazatelem současného pojetí hry je stále zvyšování požadavků kladených na hráče za ztížených podmínek z hlediska času, prostoru a soupeře. Náročnost kladená na hráče je závislá na jeho individuálních schopnostech, zkušenostech, hráčské osobnosti, na druhu taktických úkolů, ale i na vyspělosti soupeře a významu utkání. Z dlouhodobých pozorování vyplývá, že např. středový hráč, který bývá zpravidla nejvíce zatížen, překoná v utkání 5–7 km, za utkání v průměru 160x běží vpřed, 29krát vzad, 32krát stranou. Provede 123 startů, 19 výskoků, 14 pádů apod. Nejvyšší intenzitou překoná středový hráč vzdálenost 800–1400 m, krajní obránce 600–1000 m, útočník 700–1000 m (Večeřa, 1995, 7).

2.2 Vymezení základních antropologických pojmů

Termín antropologie má řecký původ a označuje „vědu o člověku“ (anthropos – člověk, logos – věda). První použití tohoto termínu je připisováno Aristotelovi (384–322 př. n. l.), který jej použil především pro označení zkoumání duchovních vlastností člověka. Pro označení fyzických vlastností člověka použil tento termín jako první zřejmě Magnus Hundt (1501), dále G. Capellg (1533) a Kasmann (1594). Tak se v západoevropské literatuře již poměrně brzy zakořenilo dvojí pojmání antropologie – jako vědy o lidském těle a jako vědy o duševních vlastnostech. V průběhu 19. století, a v anglosaské literatuře dosud, je antropologie chápána jako věda, která se zabývá především fyzickou organizací člověka, jeho kulturou, způsobem života a jeho projevy jak v minulosti, tak v současnosti (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 6).

„Antropologie (z řeckého anthrōpos člověk) je věda zabývající se člověkem, lidskými společnostmi, kulturami a lidstvem vůbec. Patří mezi vědy holistické – snaží se vytvořit celkový obraz člověka, zabývá se všemi lidmi ve všech dobách a zároveň také všemi rozměry lidství“ (podle <http://cs.wikipedia.org/wiki/Antropologie>).

Funkční antropologie je relativně mladým oborem fyzické antropologie. Její náplň lze odvodit z prací J. E. Purkyně, který již v roce 1828 ve své úvodní přednášce na univerzitě ve Vratislavi, uvedené pod názvem „Antropologie jako vstupní nauka veškeré fyziologie“, položil mimořádný důraz na spojení morfologie a funkce organismu. Současná funkční antropologie je v tomto smyslu zaměřena na studium vztahů mezi morfologickou a funkční variabilitou člověka. (...) Rozvoji tělesné zdatnosti a výkonnosti člověka se v moderní medicíně věnuje tělovýchovné lékařství. Při tvorbě nové koncepce tělovýchovného lékařství byla na konci 60. let jako trvalá součást tohoto oboru zařazena i sportovní antropologie (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 7).

Kvůli komplikovanosti studia pohybu a pohybových činností člověka vznikl v řadě zemí samostatný obor kinantropologie, k jehož subdisciplinám Hebbelinck a Ross (1974) řadí: anatomii, kinantropometrii, biomechaniku, fyziologii, pedagogiku a psychologii, sociologii i kulturní vědy.

Kinantropometrie jako součást kinantropologie je, jak uvádí Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006), „oblast studia lidského pohybu vztahující se k rozměrům, tvaru, proporcím, složení těla, ale i některým funkčním parametrům, s ohledem na růstové zákonitosti, tempo dospívání, pohybovou aktivitu, výkonnost a výživu.

„Význam funkční antropologie vyplývá i z nutnosti sledovat vliv tréninkového zatížení na dětský organismus. Téměř každý sport pěstovaný na špičkové úrovni zanechává na organismu, i dospělého člověka, změny vyvolané nerovnoměrným zatížením jednotlivých svalových skupin, někdy dokonce i poruchy orgánové“ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 8).

Funkční antropologie je závislá na metodickém rozvoji. Uplatňují se zde klasické standardizované metody, na které navazují somatometrické metody speciální, a metody pro odhad tělesného složení, mezi které se řadí antropometrické metody a metody založené na fyzikálních i chemických vlastnostech jednotlivých komponent tělesného složení

2.3 Tělesné složení

Studie týkající se tělesného složení se v současné době zaměřují na změny podílu jednotlivých tělesných frakcí v různých fázích ontogeneze, především v období růstu a stárnutí, změny v důsledku působení tělesné zátěže a sportovního tréninku, změny tělesného složení u různých metabolických onemocnění, klinických syndromů, tělesně postižených klientů nebo klientů s různými psychickými onemocněními (...)

Pravidelné sledování tělesného složení může být využito k monitorování efektivity pohybového zatížení, ke sledování vhodně či nevhodně zvolených tělesných cvičení při snaze o úpravu tělesné hmotnosti. Informaci o proporcionalitě lidského těla, konstituci a tělesném složení považujeme za jednu z důležitých komponent zdravotně orientované zdatnosti. Stavba těla, tělesné složení a tělesné rozměry jsou podstatnými faktory motorické

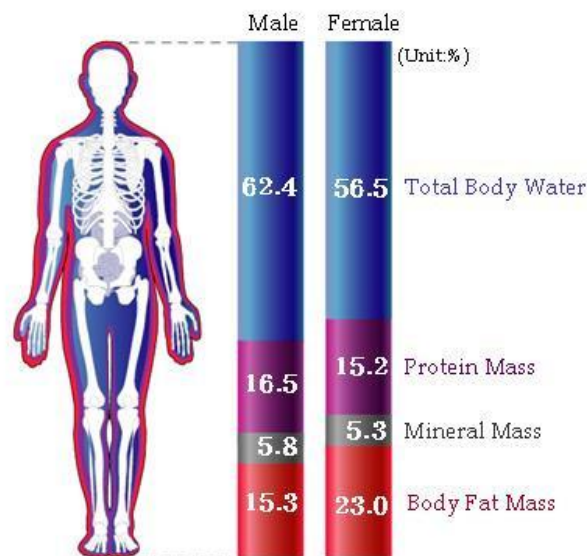
výkonnosti a fyzické zdatnosti (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 24).

Srovnáme-li dva jedince stejné tělesné výšky a hmotnosti, můžeme často již pouhým pohledem zjistit, že navzdory shodě v těchto vlastnostech se jejich tělesné složení výrazně odlišuje. Kvantitativní kritéria jako tělesná výška, hmotnost nebo různé indexy podstatu tohoto rozdílu nedokážou postihnout, podávají totiž pouze orientační informaci o tělesné konstituci. Pro podrobnější analýzu hmotnosti musíme provést frakcionaci na jednotlivé komponenty (Pařízková, 1961).

Hmotnost těla lze podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006) chápat ze dvou aspektů: jako podíl jednotlivých tkání na celkové hmotnosti těla, tzv. tělesné složení, nebo jako hodnocení hmotnosti jednotlivých segmentů těla jako článků kinematického řetězce, kde hmotnost jednotlivých tělesných segmentů podmiňuje podíl složky svalové, tukové, případně kostní.

S myšlenkou frakcionace tělesné hmotnosti přišel podle Fettera (1967) již v roce 1921 jako první český antropolog Matiegka.

Lidské tělo se skládá z vody, minerálů, proteinů a tuku. U zdravých jedinců je podíl těchto látek téměř konstantní, přičemž muži mají zpravidla vyšší procento vody a menší množství tuku než ženy, což můžeme vidět na obrázku 1. (Anonymous. Složení těla - poměr. Retrieved 17. 3. 2010 from the World Wide Web: <http://www.inbody.cz/slozeni-tela-pomer.php>, 17. 3. 2010).



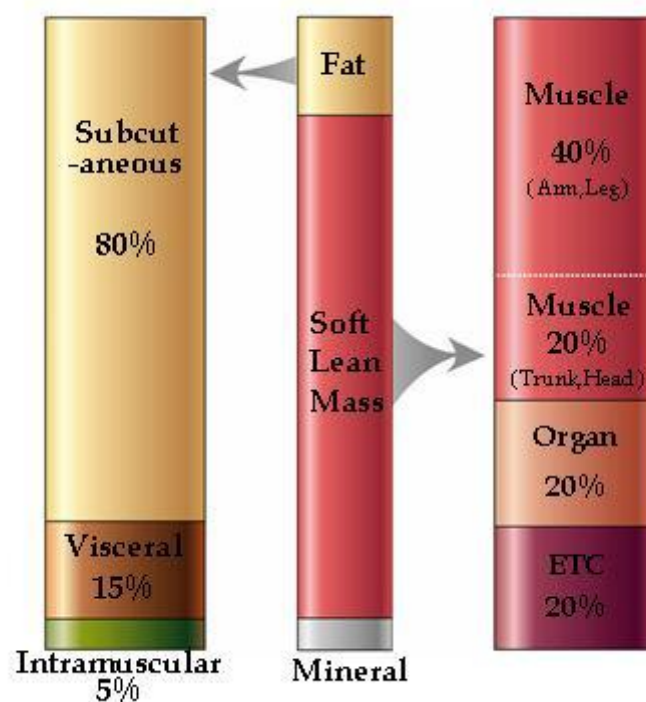
Obrázek 1. Model složení lidského těla (podle <http://www.inbody.cz/soubory/lookin-body/prezentace-lidske-telo.pdf>, 17. 3. 2010)

Obrázek 1 ukazuje nejdůležitější složky lidského těla. Tělo se z pohledu bioelektrické impedance skládá z vody, minerálních látek, proteinů a tělesného tuku, jejichž zastoupení je rozdílné u žen, mužů a v různých fázích ontogeneze.

Tabulka 1. Optimální složení těla u zdravých dospělých jedinců v procentech (podle <http://www.inbody.cz/slozeni-tela-pomer.php>, 17. 3. 2010)

Základní složky (%)	Muži	Ženy
Voda	62,40	56,50
Minerální látky	5,80	5,30
Proteiny	16,50	15,20
Tělesný tuk	15,30	23,00
Celkem	100,00	100,00

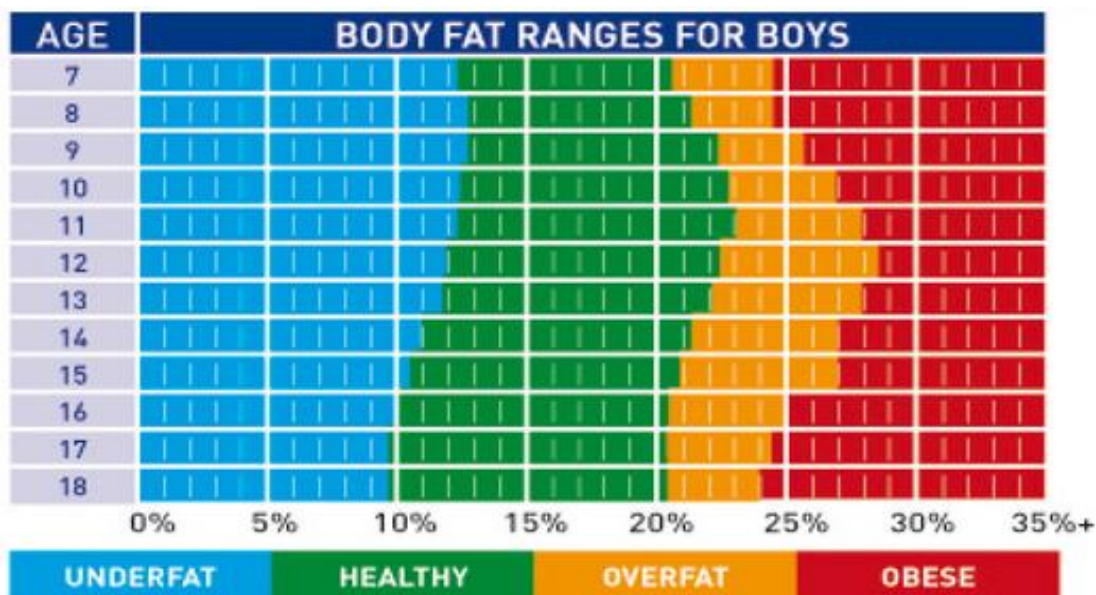
Tělesná kompozice se podle InBody 720 dělí především na tělesný tuk a beztukovou hmotu. Tělesný tuk se dělí na podkožní, útrobní a nitrosvalový v poměru 80 : 15 : 5. Beztuková hmota je složena z minerálů a svalů a přibližně 40 % tohoto svalstva je umístěno na končetinách.



Obrázek 2. Tělesná kompozice (podle <http://www.inbody.cz/soubory/lookinbody/prezentace-lidske-telo.pdf>, 17. 3. 2010)

Na obrázku 2 vidíme rozdělení tuku a měkké štíhlé hmoty, které se skládá ze svalů, orgánů a extracelulární tekutiny, v lidském těle.

Pro udržení optimálního zdraví jedince je v dnešní době důležité sledování tělesného složení a udržování jeho optimální skladby. A dvojnásobně to platí pro sportovce. Obézní lidé jsou pak více náchylní na onemocnění, jako je např. vysoký krevní tlak, cukrovka, kardiovaskulární onemocnění a rakovina, než lidé se standardní hmotností. Snížení obezity má tedy velmi pozitivní efekt na léčbu těchto nemocí, a proto je důležité sledování somatického stavu. Podle nejnovějších medicínských výzkumů a vyšetření je důležité hlídat u dětí v období růstu podíl tuku v těle a starat se o to, aby se nerozvíjel ve větší míře než je zdravo (Anonymous. Körperfett und Visceralfett. Retrieved 17. 3. 2010 from the World Wide Web: <http://www.tanita.de/index.php?id=28&L=0>).



Obrázek 3. Hodnoty tělesného tuku v těle pro chlapce (převzato z <http://www.tanita.de/index.php?id=96>)

Na obrázku 3 vidíme měnící se procentuální zastoupení tělesného tuku v průběhu ontogeneze u chlapců ve věku od 7 do 18 let. Zdravotně bezpečné pásmo se pohybuje od 10 do 22 % se zvyšujícím se zastoupením tukové složky v období 9–12 let.

Körpergesamtmasse celková tělesná hmota			
fettfreie Körpermasse beztuková hmota			Körperfett tělesný tuk
Körperzellmasse nitrobuněčná hmota		extrazelluläre Masse mimobuněčná hmota	Körperfett tělesný tuk
Kno- chen- masse kostní hmota	Protein bílkoviny	Körperwasser tělesná voda	Körperfett tělesný tuk

Obrázek 4. Tělesné složení (podle http://www.gmon.info/man_de/k.rperwerteallgemein.htm)

Obrázek 4 nám znázorňuje rozdělení celkové tělesné hmoty do několika kompartmentů. Jedná se především o tělesný tuk a beztukovou hmotu, kterou můžeme dále členit na nitrobuněčnou a mezibuněčnou hmotu a ty pak ještě na tělesnou vodu, bílkoviny a kostní hmotu. Z pohledu aerobní zdatnosti je důležitá nitrobuněčná hmota a nitrobuněčná tekutina, která se jeví z pohledu metabolické aktivity neaktivnější.

2.3.1 Tělesná voda

Podle Seligera a Vinařického (1980) je lidské tělo složeno převážně z látek organických a anorganických, z nichž důležité postavení má voda. U dospělého jedince obsahuje aktivní tělesná hmota (po odečtení tuku) asi 71 % vody. V různých literárních zdrojích (Seliger & Vinařický, Rokyta) je ale uváděno různé rozpětí množství vody v těle, což signalizuje, že se toto množství v průběhu života mění v závislosti na jedinci, jeho věku, pohlaví, hmotnosti a příjmu a výdeji vody během dne.

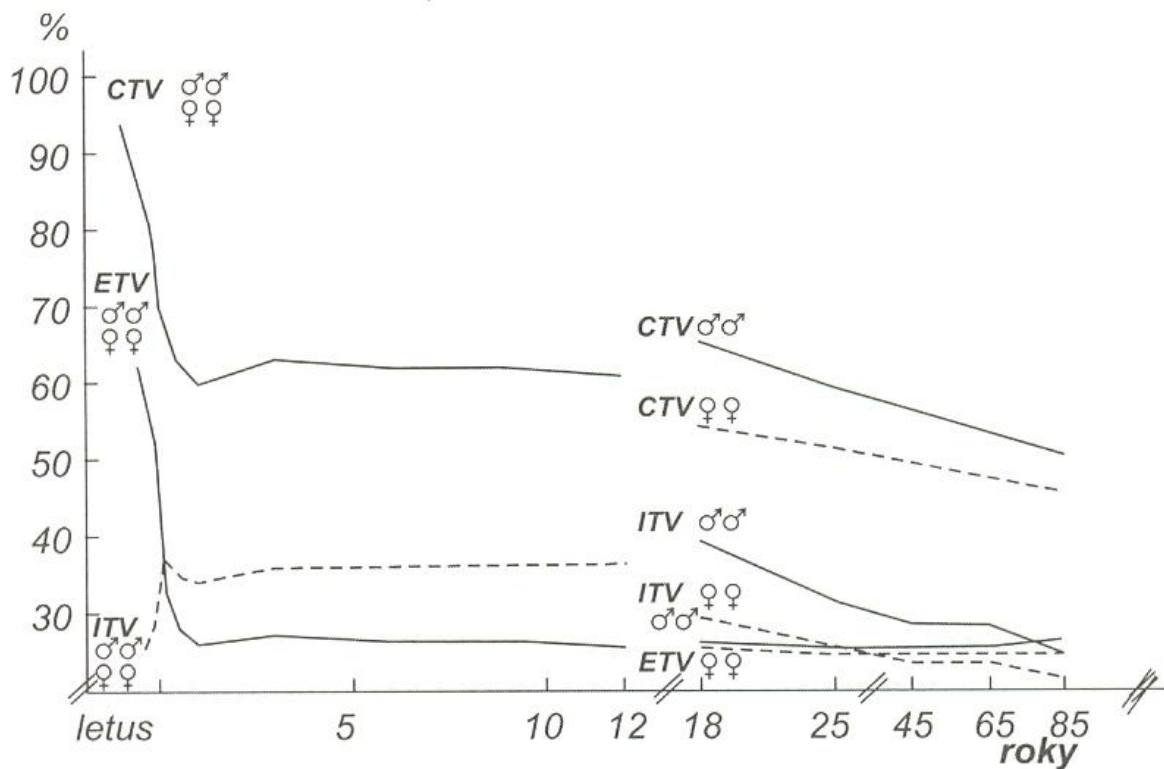
Normativy WHO pro osoby s normální hmotností: (upraveno dle http://www.medizin-forum.de/components/com_mambowiki/index.php?title=K%C3%B6rperwasser).

- Děti 60–75 %
- Ženy 50–55 %
- Muži 60–65 %

Tabulka 2: Podíl vody v těle (upraveno dle http://www.gmon.info/man_de/bersichtderimgmonverwendetenbewertungsbereiche3.htm)

Hodnocení (%)	Muži (od 18 let)	Ženy (od 18 let)	Děti (do 18 let)
nízký	< 50	< 45	< 65
optimální	50–65	45–60	65–75
zvýšený	> 65	> 60	> 75

V tabulce vidíme, že podíl tělesné vody se s věkem snižuje a u žen jsou hodnoty nižší.



Obrázek 5. Vývoj celkové (CTV), extracelulární (ETV) a intracelulární (ITV) vody (podle Maliny 1969)

„Voda je rozdělena do dvou kompartmentů (prostorů) – intracelulárního a extracelulárního“ (Rokyta et al, 2008, 51).

Extracelulární voda (ECW) – tvoří podle Rokyty et al (2008, 51) 20 % celkové tělesné hmotnosti, to znamená 1/3 (33 %) celkové tělesné vody (u mužů). U žen pak 21 % tělesné hmotnosti.

Intracelulární voda (ICW) – tvoří podle Rokyty et al (2008, 51) 40 % tělesné hmotnosti, neboli 66 % veškeré tělesné vody (u mužů). U žen pak 32 % tělesné hmotnosti.

Organické látky jsou zastoupeny ve formě sacharidů, bílkovin a tuků. Sacharidy slouží především jako zdroj energie, bílkoviny tvoří vlastní živou hmotu – jsou to tedy látky stavební a jsou součástí imunitního systému.

2.3.2 Tuk

Jak uvádí Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006, 50) „nejvariabilnější komponentou hmotnosti těla je tuk, který je hlavním faktorem inter- i intraindividuální variability tělesného složení v průběhu celého vývoje. Je snadno ovlivnitelný výživovými aspekty a pohybovou aktivitou, je však významných faktorem vzniku a průběhu řady onemocnění“.

Tabulka 3. Standardy % FM (fat mass) pro muže a ženy (podle Heyward & Wagner, 2004)

Standardy % tuku (Heyward, Wagner, 2004)	Věk (v letech)			
	6–17	18–34	35–55	55+
Muži				
zdravotní minimum tuku	< 5	< 8	< 10	< 10
nízká hodnota (podprůměr)	5–10	8	10	10
střední hodnota (průměr)	11–25	13	18	16
vysoká hodnota (nadprůměr)	26–31	22	25	23
obezita	> 31	> 22	> 25	> 23
Ženy				
zdravotní minimum tuku	< 12	< 20	< 25	< 25
nízká hodnota (podprůměr)	12–25	20	25	25
střední hodnota (průměr)	16–30	28	32	30
vysoká hodnota (nadprůměr)	31–36	35	38	35
obezita	> 36	> 35	> 38	> 35

V tabulce 3 vidíme proměnlivost podílu tuku v těle.

Nadmíra tělesného tuku vede k poklesu sportovní výkonnosti. Schopnosti jedince jsou tak negativně ovlivněny velkým množstvím podkožního tuku (Wilmore & Costill, 1994).

Tabulka 4. Podíl tělesného tuku u dětí a dospívajících v % (upraveno dle http://www.gmon.info/man_de/.bersichtderimgmonverwendetenbewertungsbereich e2.htm)

	nízký	optimální	zvýšený	vysoký
7 let	< 13	13–20	20–25	> 25
8 let	< 13	13–21	21–26	> 26
9 let	< 13	13–22	22–27	> 27
10–12 let	< 13	13–23	23–28	> 28
13 let	< 12	12–22	22–27	> 27
14 let	< 12	12–21	21–26	> 26
15 let	< 11	11–21	21–24	> 24
16–18 let	< 10	10–20	20–24	> 24
19–20 let	< 9	9–20	20–24	> 24

Z tabulky 4 vyplývá, že optimální hodnoty tělesného tuku se u dětí nejdříve mírně zvyšují do přibližně 12 let a dále pak u dospívajících opět mírně klesají.

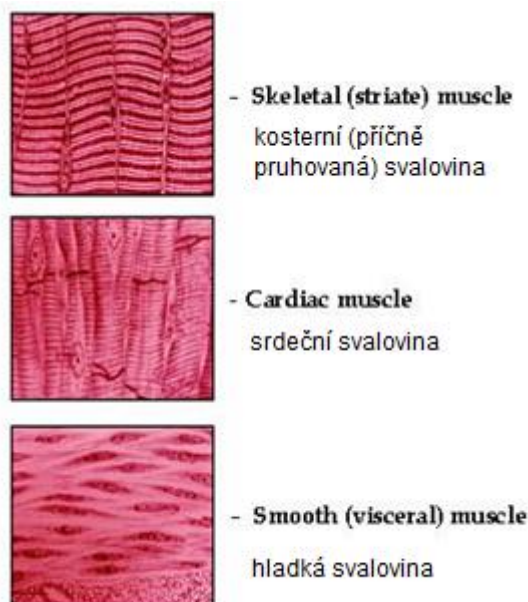
2.3.3 Tukuprostá hmota

Tukuprostá hmota je heterogenní komponentou. Vzájemný poměr jejích složek (kostra, svalstvo, ostatní tkáně) je variabilní v závislosti na věku, pohybové aktivitě a dalších exo- i endogenních faktorech. Uvádí se, že FFM tvoří z 60 % svalstvo, z 25 % opěrné a pojivové tkáně a 15 % tvoří hmotnost vnitřních orgánů (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 60).

Tabulka 5. Podíl svalstva na hmotnosti v průběhu vývoje (podle Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 60)

Věk (roky)	Kreatininurie		Matiegkova metoda		Drinkwaterova metoda		Autoři: 1 – Clark (1951) 2 – Ulbrichová (1988) 3 – Bláha (1986) 4 – Norris (1963) 5 – Young (1963)
	muži	ženy	muži	ženy	muži	ženy	
5	42,0 ¹	40,2 ¹					
7	42,5 ¹	46,6 ¹	39,5 ²	38,6 ²	41,1 ³	40,1 ³	
9	45,9 ¹	42,2 ¹	41,1 ²	38,4 ²	41,5 ³	40,7 ³	
11	45,9 ¹	44,2 ¹	41,5 ²	40,7 ²	41,7 ³	41,6 ³	
13	46,2 ¹	43,1 ¹	42,2 ²	40,7 ²	43,0 ³	41,8 ³	
15	50,3 ¹	43,2 ¹	45,1 ²	40,5 ²	44,2 ³	41,3 ³	
17	52,6 ¹	42,0 ¹	47,6 ²	40,8 ²	45,1 ³	40,6 ³	
20–29	51,5 ⁴	39,9 ⁴					
25–30					45,0 ³	39,8 ³	
40–49	43,4 ⁴	36,7 ⁵					
45–55					44,5 ³	36,4 ³	
60–69	39,7 ⁴	34,4 ⁵					
70–79	35,6 ⁴						
80–89	35,3 ⁴						

V lidském těle nacházíme tři typy svalové tkáně: kosterní svaly (příčně pruhované, 30 % u ženy, 40 % u muže), srdeční sval a hladké svalstvo (10 %). Tyto poměry se však v průběhu ontogeneze mění (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006, 24).



Obrázek 6. Tři typy svalové tkáně v těle (podle <http://www.inbody.cz/soubory/lookin-body/prezentace-lidske-telo.pdf>)

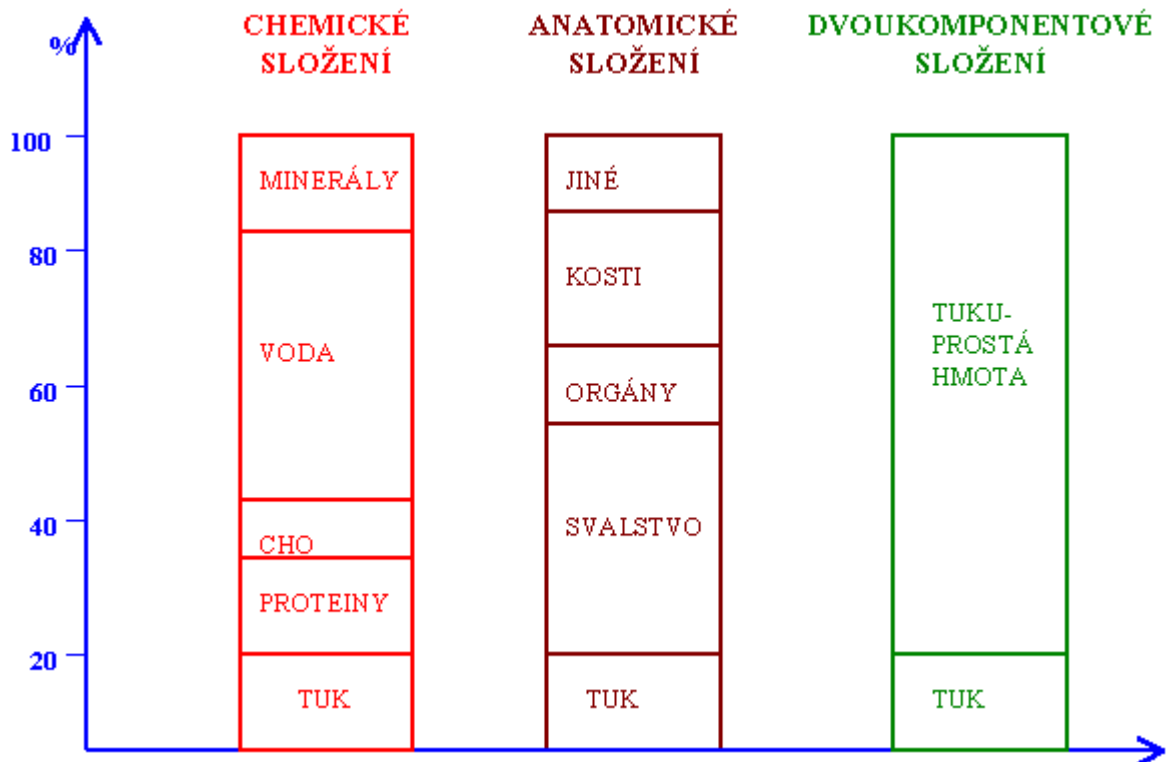
Tabulka 6. Oblasti hodnocení podílu tukuprosté hmoty v těle u dětí a dospívajících v % (upraveno podle: http://www.gmon.info/man_de/muskelmasseundknochenmasse.htm)

	nizký	snížený	optimální	zvýšený
7 let	< 31	31–36	36–47	> 47
8 let	< 31	31–35	35–47	> 47
9 let	< 30	30–34	34–47	> 47
10–12 let	< 30	30–33	33–47	> 47
13 let	< 31	31–34	34–48	> 48
14 let	< 32	32–35	35–48	> 48
15 let	< 33	33–36	36–49	> 49
16–18 let	< 33	33–37	37–50	> 50
19–20 let	< 34	34–38	38–51	> 51

Z tabulky 6 vyplývá, že optimální hodnoty tukuprosté hmoty u dětí a dospívajících rostou s věkem, vzhledem ke standardním změnám v nárůstu svalové frakce v průběhu ontogeneze.

2.3.4 Modely tělesného složení

Lidské tělo je složeno z komponent, které je možno charakterizovat z pohledu chemického (tuk, bílkoviny, sacharidy, minerály a voda) či anatomického (tuk, bílkoviny, sacharidy, minerály a voda). Vznikl tak tzv. čtyřkomponentový model (tuk, extracelurání tekutina, buňky, minerály), dále pak tříkomponentový (podíl tuku, svalstva a kostní tkáň) a pro zjednodušení a přesnost je v současnosti nejpoužívanějším model dvoukomponentový, který tvoří tuk a tukuprostá hmota (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).



Obrázek 7. Chemický, anatomický a dvoukomponentový model (upraveno podle Willmora, 1992)

Na obrázku 7 vidíme tři modely složení lidského těla. Je znázorněno, na jaké části jednotlivé metody lidské tělo člení.

2.3.5 Metody odhadu tělesného složení

K odhadu tělesného složení se využívá antropometrie a biofyzikální a biochemické metody.

2.3.5.1 Antropometrie

Antropometrie užívá zevní rozměry těla a nejčastěji používanou metodou u nás k odhadu tělesného složení je součet deseti kožních řas podle Pařízkové (1962), přičemž se však stále se uplatňuje i původní Matiegkova metoda (Fetter, 1967), či její modifikace podle Drinkwatera (1980) (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

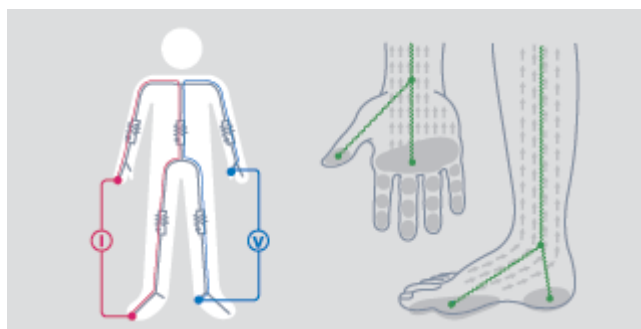
2.3.5.2 Biofyzikální a biochemické metody

Mezi tyto metody se řadí radiografie, ultrazvuk, infračervená interakce, magnetická rezonance, denzitometrie, hydrostatické vážení, voluminometrie, pletysmografie, hydrometrie, bioelektrická impedance, celková tělesná vodivost, DEXA (duální rentgenová absorpciometrie), izotopy vodíku, celkový tělesný draslík, neutronová aktivační analýza, celkový tělesný vápník, celkový tělesný dusík, kreatininurie, celkový plasmatický kreatinin a vylučování 3methylhistidinu.

Podrobněji se dále věnuji jen bioelektrické impedanci, jelikož touto metodou proběhlo naše měření.

2.3.5.2.1 Bioelektrická impedance (BIA)

BIA (Bioelektrická impedance) tato metoda měří kompozici těla malým, bezpečným elektrickým proudem, který prochází tělem. Proud volně prochází tekutinami ve svalových tkáních, ale při průchodu tukovými tkáněmi se setkává s odporem. Tento odpor tukových tkání vůči průchodu proudu se nazývá „**bioelektrická impedance**“ a je přesně měřen přístrojem na měření tělesného tuku. Z naměřené hodnoty impedance, poměru výšky, hmotnosti a dalších korekcí přístroj na měření tělesného tuku vypočítá procento tělesného tuku a další hodnoty (Anonymous. Retrieved 17. 3. 2010 from the World Wide Web: <http://www.inbody.cz/soucasnost.php>).



Obrázek 8. Model průchodu elektrického proudu tělem při měření metodou BIA (dle <http://www.inbody.cz/soucasnost.php>)

Obrázek znázorňuje průchod elektrického proudu tělem při měření metodou BIA. Vidíme, že proud prochází jak spodní, tak horní částí těla.

Jak uvádí Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) je BIA metodou neinvazivní, relativně levnou, terénní, bezpečnou a v poslední době velmi rozšířenou na celém světě. Využívá se pro stanovení konkrétních parametrů u zdravých jedinců i u pacientů s různými klinickými diagnózami. Metoda je založena na principu odlišných elektrických vlastností tkání, tuku a hlavně tělesné vody (Lukaski et al., 1987; Lukaski, Bolonchuk, 1988). Pro měření se využívá excitační proud 800 μ A, s frekvencí 50 kHz.

Přístroje pro stanovení BIA rozdělujeme na bipolární nebo tetrapolární. Bipolární přístroje využívají dvou elektrod a mohou být dále buďto ruční, nebo nožní, přičemž proud prochází horní, resp. dolní částí těla. Tetrapolární přístroje mají k dispozici čtyři elektrody, dvě na dolní a dvě na horní končetině a jsou proto přesnější a vhodnější k odborným studiím (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Nejnovější generace vah – Innenscan – využívají „dvoufrekvenční technologii“, která byla vyvinuta exklusivně od Tanity. Výzkumy ukázaly, že použití dvou různých elektrických frekvencí podává ještě preciznější obraz lidských buněčných struktur. Tato metoda umožňuje uživateli obdržet ještě detailnější informace s ohledem na jeho tělesné složení ze svalové hmoty, podílu tuku v orgánech, množství energie bazálního metabolismu a jeho tělesné stavby. (Anonymous. Wie funktionieren die Tanita Waagen. Retrieved 19. 2. 2010 from the World Wide Web: <http://www.tanita.de/index.php?id=21>).

Pokroková dvoufrekvenční technologie se zakládá na stejném principu jako BIA, je ale v tomto ohledu o něco dále, protože umožňuje uživateli další výsledky měření tělesného složení (útrobní tuk, stáří látkové výměny aj.). (Anonymous. BIA Messung und wie sie funktioniert. Retrieved 19. 2. 2010 from the World Wide Web: <http://www.tanita.de/index.php?id=21>)

Základní proměnnou, kterou BIA měří, je celková voda (TBW). Tukuprostá hmota (FFM je dána rozdílem mezi celkovou hmotností a hmotností tělesného tuku) je určována na základě následující rovnice: $FFM = TBW \cdot 0,732^{-1}$. Hodnota 0,732 (73,2 %) představuje průměrnou hydrataci tukuprosté hmoty u dospělých. U dětí nacházíme vyšší hydrataci tukuprosté hmoty.

Podíl objemu extracelulární vody (ECW) na celkové tělesné vodě s věkem klesá, intracelulární voda (ICW) naopak nabývá na objemu (...).

Analýza tělesného složení na základě bioelektrické impedance představuje analýzu hmotnosti ve smyslu: tukové složky, aktivní tělesné hmoty, obsahu celkové vody, obsahu extracelulární a intracelulární vody, stupně bazálního metabolismu. Metoda BIA je velmi citlivá na stav hydratace organismu, což může být její výhodou i nevýhodou. Dále záleží na termoregulaci a povrchové teplotě kůže. (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 38).

Pro získání objektivních hodnot a přesných výsledků je nutné dodržování konkrétních podmínek:

- 4–5 hodin před testem nejíst a nepít;
- 12 hodin před testem necvičit;
- 24 hodin před testem nepožívat alkohol;
- před testem vyprázdnit močový měchýř a dodat organismu neslazenou tekutinu k opětovnému zavodnění;
- běžná teplota místnosti;
- přesné umístění elektrod (měření vleže – Quadscan);
- žádné části těla se nesmějí dotýkat;
- proband se nesmí pohybovat a musí být uvolněný a v klidu (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 40).



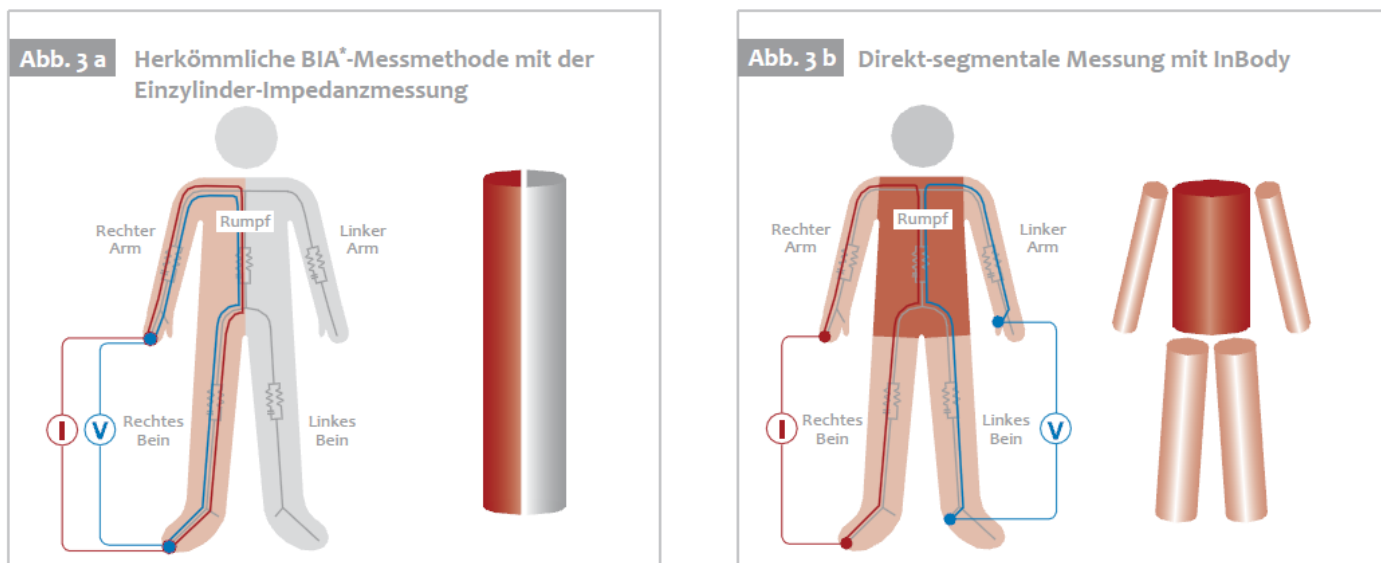
Obrázek 9. Vedení elektrického signálu tělem při BIA u bipolární osobní váhy Tanita (dle <http://www.tanita.de/index.php?id=21>)

Na obrázku 9 vidíme průchod elektrického signálu při měření BIA bipolární osobní váhou Tanita. Vidíme tedy, že bipolární přístroje vedou oproti tetrapolárním přístrojům proud pouze z elektrod na chodidlech, popř. jen na rukou, ten prochází pouze spodní, resp. horní částí těla a tím dochází ke zkreslení výsledných hodnot.

Pro měření v naší práci byla použita metoda bioelektrické impedance pomocí přístrojů Tanita BC-418 MA a InBody 720. Metody práce s přístroji jsou popsány v kapitole Materiál a metodika. Zde uvádím stručně další informace k měření oběma přístroji.

Přesnost BIA u Tanity závisí na:

- velikosti a počtu elektrod v kontaktu s nohou – pro zajištění maximální přesnosti měření tělesného tuku jsou zapotřebí 4 elektrody;
- kvalitě rovnic – používají se pro výpočet osobního měření tělesného tuku/tělesné analýzy. Čím větší je počet použitých náhodných zkoušek a k tomu použitých rozsáhlých technik ve výzkumu, tím přesnější jsou použité rovnice. S Tanitou se např. celosvětově měřilo přes 100 000 osob, aby byla docílena co možná nejlepší přesnost měření;
- přesnost měření – nutná pro stabilní přesné měření v průběhu času. Závisí na robustnosti (pevnosti, odolnosti) vážícího mechanismu a ploše k vážení (Anonymous. Wie funktionieren die Tanita Waagen. Retrieved 19. 2. 2010 from the World Wide Web: <http://www.tanita.de/index.php?id=21>).



Obrázek 10. Porovnání dřívějších BIA-měřících metod s přímým segmentálním měřením InBody (podle <http://www.inbody.de/pdf/inBodyInfo.pdf>)

Na první části obrázku 10 vidíme dřívější BIA-měřící metody (jednoválcové impedanční měření), které nezohledňují rozdílné formy a impedanci v jednotlivých segmentech těla. Proto stanovují dřívější BIA-měřící metody nejdříve impedanci celé pravé poloviny těla (pravá paže, dolní končetina a polovina trupu). Abychom získali hodnoty v celém těle, výsledek se zdvojnásobuje. Nepřesnosti se při tom vyrovnávají s pomocí dalších empirických výpočetních faktorů.

Na druhé části obrázku 10 pak můžeme vidět, že v protikladu k dřívějším BIA-měřícím metodám provádí InBody přímé vícefrekvenční segmentální měření a rozděluje při tom tělo na pět válců (4 končetiny a trup). Při tomto postupu se měří impedance v jednotlivých segmentech. Výsledky měření tak mohou být velice přesně a precizně vyhodnoceny (přeloženo podle Anonymous. Retrieved 19. 2. 2010 from the World Wide Web: <http://www.inbody.de/pdf/inBodyInfo.pdf>).

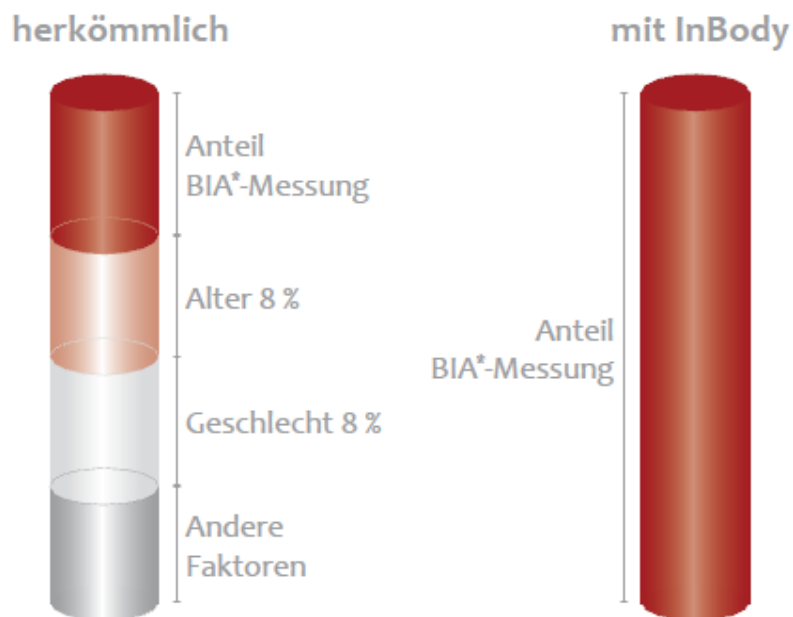
Abb. 4 8 feststehende Messkontakte für eine exakte Wiederholung der Messungen



Obrázek 11. Osm pevně stanovených kontaktů k měření pro jeho přesnou opakovatelnost (podle <http://www.inbody.de/pdf/inBodyInfo.pdf>)

Přímé segmentální měření se v současnosti jeví jako nepřekonatelně precizní a tetrapolární 8elektrodová technologie, zachycená na obrázku 11, zaručuje spolehlivou opakovatelnost měření. Výsledek z InBody představuje přesnost se zřeknutím se odhadování a v protikladu k dřívějším BIA-analýzám, které spočívají na odhadech, umožňuje přímé a individuální vyhodnocení naměřených výsledků (Anonymous. Retrieved 19. 2. 2010 from the World Wide Web: <http://www.inbody.de/pdf/inBodyInfo.pdf>)

Abb. 5 Unterschiede der BIA^{*}-Messungen



Obrázek 12. Rozdíly mezi tradičním a InBody BIA-měřením (podle <http://www.inbody.de/pdf/inBodyInfo.pdf>)

Obrázek 12 nám ukazuje rozdíl mezi použitím metody BIA s pomocí současného přístroje InBody 720, který je velice přesný, a pomocí dřívějších metod, ke kterým musely být zvláště doplňovány další důležité faktory, jako např. věk, pohlaví a další.

3 CÍLE

Cílem této práce je srovnání tělesného složení dle metody bioelektrické impedance prostřednictvím přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418 MA u sledovaných souborů chlapců dvou věkových kategorií ze sportovních fotbalových tříd ZŠ Heyrovského v Olomouci.

Dílčí cíle:

- Stanovení vybraných parametrů tělesného složení dle metody bioelektrické impedance prostřednictvím přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418 MA u dvou věkových kategorií sledovaných souborů.
- Analýza vybraných parametrů tělesného složení s ohledem na tukovou a tukuprostou složku vzhledem k věku.
- Porovnání segmentální analýzy tělesného tuku a svalové hmoty dle metody bioelektrické impedance prostřednictvím přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418 MA v rámci věkových kategorií sledovaných souborů.

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Charakteristika souboru

V listopadu a prosinci roku 2008 jsme měřili soubor 38 jedinců ($n = 38$), žáků sportovních tříd ZŠ Heyrovského v Olomouci se specializací na fotbal. Provedli jsme antropometrické měření a determinaci tělesného složení pomocí metody bioelektrické impedance. Konkrétně se jednalo o mladé hráče SK Sigma Olomouc, kteří hrají na vrcholové úrovni ve své věkové kategorii. Tým se účastní Moravskoslezské žákovské ligy. V průměru se jednotliví probandi fotbalu věnují od svých 7 let. Pátý ročník má 2 hodiny TV za týden a chlapci ze šestého ročníku 5 hodin za týden. Fotbalový trénink mají čtyřikrát týdně po 75 minutách a jednou týdně pak šedesátiminutový zápas. Průměrný věk souboru činí 11,87 let v rozpětí od 10,87 do 12,86 let. Průměrná hmotnost je 40,1 kg a výška 150,8 cm. Celý soubor jsme kvůli širokému věkovému rozpětí rozdělili na dvě skupiny, první (mladší) s 22 jedinci ($n = 22$, skupina 1) ve věkovém rozpětí od 10,00 do 11,99 let, druhý (starší) s 16 jedinci ($n = 16$, skupina 2) ve věkovém rozpětí od 12,00 do 12,99 let (fotografie Příloha 2, 3, 4, 5).

4.2 Průběh měření

U každého jedince bylo provedeno antropometrické měření a dále měření na přístrojích InBody 720 a Tanita BC-418 MA, které probíhalo za standardních podmínek v laboratoři katedry funkční antropologie a fyziologie FTK UP v ranních hodinách. Děti byly měřeny ve spodním prádle, za pokojové teploty a dodržení všech hygienických podmínek, se souhlasem rodičů a etické komise FTK UP v Olomouci.

4.3 Zpracování dat

Výsledky byly vyhodnoceny softwarem Lookin'Body3 a Health Ware Software a dále zpracovávány v programech Microsoft Word a Excel 2007.

4.4 Přístrojová technika

Přístroje pro odhad tělesného složení, které byly použity, jsou Tanita BC-418 MA a InBody 720. Při segmentální analýze je tělo rozděleno na pět válců (horní a dolní končetiny a trup). Každý segment je měřen jednotlivě a neovlivňuje tak jiný, což je výhodou pro přesnost naměřených dat.

Tanita

Při bioelektrické impedanci (BIA) u Tanity je veden tělem slabý elektrický signál prostřednictvím elektrod na chodidlech a rukou. Tato metoda se zakládá na principu, že svalová tkáň má vysoký podíl vody, tudíž vykonává funkci vodiče a že tuk naproti tomu obsahuje málo vody a tím tvoří odpor pro elektrický signál.

Tento odpor nebo impedance se přepočítává na pohlaví, tělesnou výšku a věk a používá se k výpočtu podílu množství tělesného tuku v těle a ostatních složek tělesného složení.

Metoda BIA používaná Tanitou poskytuje precizní výsledky, které se úzce vztahují k oběma metodám DEXA a hydrostatického vážení. Metoda přináší objektivní testové výsledky, které jsou za stejně zachovalých podmínek často opakovatelné (s méně než 1 % odchylkou). Při hydrostatickém vážení můžou odchylky dosahovat až 4 %. A k tomu není technické vybavení drahé, což dělá Tanitu profesionálně uznávanou metodou, která může být jednoduše použita i v domácích podmínkách. Nemá žádné fyzické nároky na uživatele a nepotřebuje vyškolené medicínsko-technické pracovníky k obsluze. A ještě k tomu trvá celé měření méně než jednu minutu (Anonymous. Tanita BIA im Vergleich. Retrieved 19. 2. 2010 from the World Wide Web: <http://www.tanita.de/index.php?id=21>).



Obrázek 13. Tanita BC-418 MA. Příklad pro analýzu tělesného složení (podle [http://www.tanita.de/index.php?id=102&L=0&tx_f03showxtcommerceproducts_pi1\[showUid\]=997&cHash=d8c416f807](http://www.tanita.de/index.php?id=102&L=0&tx_f03showxtcommerceproducts_pi1[showUid]=997&cHash=d8c416f807))

Obrázek 13 znázorňuje přístroj, na kterém měření probíhalo. Dole jsou patrné kontakty určené na chodidla, kontakty pro ruce jsou v rukojetích, které jsou zavěšeny na stranách horní části přístroje, kde se také nachází displej a funkční tlačítka a odtud získáme i přímo výsledky měření na papíře.

Na základě celkové tělesné analýzy jsou stanovovány:

tělesná hmotnost, BMI, tuk v %, tuková hmotnost v kg, tukuprostá hmotnost, predikovaná svalová hmotnost, celková tělesná voda v kg, celková tělesná voda v % a hodnota bazálního metabolismu.

Segmentální analýza prováděná na horních a dolních končetinách s ohledem na laterální a v oblasti trupu umožňuje stanovit v rámci jednotlivých segmentů tukovou frakci v kg a v %, segmentální tukuprostou hmotnost a predikovanou segmentální svalovou hmotnost a segmentální impedanci.

Parametry, které jsme ze získaných naměřených hodnot použili, byly tuková hmota, procentuální podíl tuku, tukuprostá hmota, procentuální podíl tukuprosté hmoty a celková tělesná voda.

InBody 720

Dalším přístrojem je InBody 720. InBody využívá také segmentální měření, což je technologie, která rozkládá tělo na pět válců – čtyři končetiny a trup a měří impedanci v těchto částech samostatně.

Problém běžné BIA s jednou nízkou frekvencí je, že nemůže odhadnout množství nitrobuněčné vody od mimobuněčné, protože nízká frekvence nemůže projít skrz membránu plazmy a do mimobuněčné vody. Dvojvrstvá buněčná membrána rozděluje tělo buňky na nitrobuněčnou a mimobuněčnou vodu. Nitrobuněčná a mimobuněčná voda jsou ve zdravém těle vzájemně proporcionální, nicméně, nerovnovážné rozdělení tělesné kapaliny se objevuje u těch osob, které jsou starší a trpí obezitou, nebo stařeckými chorobami a to jsou právě ti, kteří potřebují analyzovat své tělesné složení. Mimobuněčná voda se měří nízkofrekvenčním proudem (nižším než 50 kHz) a nitrobuněčná voda se měří vysokofrekvenčním proudem (vyšším než 200 kHz). InBody 720 vysílá elektrický proud o frekvencích 5, 20, 250, 500 a 1000 kHz, aby detekoval dokonce i ty nejmenší změny v tělesné kapalině a poskytuje tak užitečné informace o otocích, podvýživě a stařeckých nemocech (Anonymous. Retrieved 19. 2. 2010 from the World Wide Web: <http://www.biospace.cz/soubory/pdf/co-je-analyza-slozeni-tela.pdf>).

InBody 720 diferencuje tělesnou hmotnost na tři složky – celkovou tělesnou vodu (intracelulární a extracelulární tekutina), sušinu (proteiny a minerály) a tělesný tuk. Technologie využívá osmi dotykových elektrod (dvě jsou umístěny na dlani a palci ruky, další dvě na předním segmentu nohy a na patě) umožňující analyzovat pět základních tělesných segmentů (levá a pravá horní končetina, trup, levá a pravá dolní končetina) nezávisle na sobě. Mírný proud se dostává do těla pomocí kontaktu plosek nohou s deskou obsahující elektrody. Proband stejně jako u Tanity svírá dlaněmi držadla. Přístroj InBody používá překrývané proudy pro

izolování specifických částí těla a určuje jejich beztukovou tělesnou hmotu nezávisle na ostatní hmotě (podle www.biospace.cz).



Obrázek 14. Měření na přístroji InBody 720 (podle <http://www.inbody.cz/inbody720.php>)

Na obrázku 14 vidíme správný postoj testované osoby při měření na přístroji InBody 720

Standardní podmínky přesného měření na InBody 720:

- před jídlem (nejméně 2 hodiny po posledním jídle);
- před měřením použít toaletu (moč a odpadní látky jsou vyhodnocovány jako tuk);
- před měřením necvičit;
- v klidu stát asi 5 minut (tendence přesunu vody do spodní části těla);
- neprovádět test po sprchování nebo saunování;
- test provádět při normální teplotě (20–25°C);
- opakovaný test by měl být proveden při identických podmínkách (šaty, před cvičením atd.);

- správné držení těla;
- zadat přesné osobní údaje;
- správné držení rukojeti a postavení na podložce pro chodidla (podle <http://www.inbody.cz/soubory/lookin-body/vyklad-vysledku-a-aplikace-inbody720.pdf>).
-

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) (avšak nikoliv na základě antropometrických parametrů);
- svalová hmota v jednotlivých tělesných částech, procento svaloviny v jednotlivých tělesných částech;
- celkový edém a edém v jednotlivých tělesných částech;
- oblast tělesného tuku, pro děti mladší 18 let je poskytováno zhodnocení tělesné výšky v růstovém grafu;
- nutriční diagnóza (proteiny, minerály, tuk, edém);
- tělesná vyváženost, tělesná síla, zdravotní diagnóza;
- cílová hmotnost, kontrola hmotnosti, tuková kontrola, svalová kontrola, stav tělesné zdatnosti, stupeň obezity, BCM, BMC, BMR, AC, AMC;
- historie tělesného složení (výsledky 10 testů);
- impedance v jednotlivých tělesných částech stanovené každou frekvencí zvlášť (podle <http://www.inbody.cz/inbody720.php>).

Parametry, které jsme ze získaných naměřených hodnot použili, byly tuková hmota, procentuální podíl tuku, tukuprostá hmota, procentuální podíl tukuprosté hmoty, celková tělesná voda, její procentuální vyjádření a rozdělení na intra- a extracelulární vodu.

5 VÝSLEDKY

U souborů jsme stanovili základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů, vztahujících se k tělesnému složení. Hodnoty tělesné výšky, hmotnosti a BMI jsou uvedeny v tabulkách 7 a 8, které rovněž ukazují hmotnost kosterního svalstva a štíhlou tělesnou hmotu. V tabulkách 9 a 10 jsou pak uvedeny námi použité parametry při analýze – tuková hmota v kg a %, tukuprostá hmota v kg a %, celková tělesná voda v kg a % a podíl intra- a extracelulární vody v kg. Chlapci byli rozděleni na dvě věkové skupiny vzhledem k progresivním změnám v této fázi ontogenetického vývoje. Základní statistické charakteristiky jednotlivých sledovaných parametrů první (mladší) skupiny (n = 22) zobrazuje tabulka 9 a pro druhou (starší) skupinu (n = 16) jsou uvedeny v tabulce 10. V tabulkách jsou pro lepší srovnání uvedeny výsledky z Tanity i InBody společně, přičemž zde můžeme pozorovat určité odchylky, které jsou pravděpodobně způsobeny rozdílnými referenčními rovnicemi, resp. referenčními daty, které oba přístroje používají.

Průměrná hmotnost jedinců z první (mladší) skupiny je u Tanity 38,25 kg a u InBody pak 37,97 kg. Průměrná výška je 148,3 cm (tabulka 9).

Průměrná hmotnost jedinců z druhé skupiny, tedy starších, je z Tanity 42,59 kg, z InBody pak 42,40 kg. Výška má v průměru hodnotu 154,1 cm (Tabulka 10).

Námi sledované parametry jsou dále jednotlivě zobrazeny v následujících grafech v podkapitole 5.3. V grafech jsou pro přehlednost a porovnání odlišností uvedeny výsledky z obou použitých přístrojů a pro obě skupiny.

Na hladině významnosti $p = < 0,05$ se jako signifikantní ukázaly mnohé hodnoty, přičemž z námi sledovaných to byly všechny kromě tukové komponenty. V příloze 1 jsou pro zajímavost a informaci zobrazeny krabicové grafy vybraných somatických parametrů, u kterých byly rozdíly vyhodnoceny jako signifikantní a k tomu čtyři grafy s tukovou komponentou. V grafech jsou znázorněny hodnoty parametrů pro obě skupiny, díky čemuž můžeme snadno pozorovat rozdíly mezi těmito věkovými kategoriemi. V grafech Weight, BMI, Total Body Water mass, Extracellular Water Mass, Intracellular Water Mass, Fat Free Mass, Body Fat Mass, Percent Body Fat, Skeletal Muscle Mass, Skeletal Lean Mass, Protein

Mass, Mineral Mass a BCM jsou zobrazeny hodnoty naměřené na přístroji InBody. Grafy TBW, FFM, FatM a Fat% zobrazují hodnoty naměřené přístrojem Tanita.

Tabulka 7. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů nebo tělesné hmotnosti, výšky a BMI (Skupina 1, n = 22)

1. skupina (mladší)	M		SD		MIN		MAX	
	Tanita	InBody	Tanita	InBody	Tanita	InBody	Tanita	InBody
HMOTNOST (kg)	38,25	37,97	5,98	6,05	28,50	28,36	52,00	51,59
VÝŠKA (cm)	148,30		6,22		136,00		156,00	
BMI	17,38	17,16	1,94	1,97	15,30	15,23	22,50	22,24
SMM	–	17,86	–	2,48	–	12,74	–	23,52
SLM	–	31,45	–	3,87	–	23,40	–	40,10

Vysvětlivky: M – průměr
SD – směrodatná odchylka
MIN – minimum
MAX – maximum
BMI – body mass index (%)
SMM – skeletal muscle mass – hmotnost kosterních svalů v kg
SLM – skeletal lean mass – štíhlá tělesná hmota v kg

Tabulka 8. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů nebo tělesné hmotnosti, výšky a BMI (Skupina 2, n = 16)

2. skupina (starší)	M		SD		MIN		MAX	
	Tanita	InBody	Tanita	InBody	Tanita	InBody	Tanita	InBody
HMOTNOST (kg)	42,59	42,4	6,51	6,71	33,7	33,35	62,7	62,34
VÝŠKA (cm)	154,1		5,15		145,2		163,2	
BMI	17,87	17,69	1,84	1,86	15,4	15,14	23,32	23,32
SMM	–	20,56	–	2,94	–	16,63	–	28,32
SLM	–	35,74	–	4,71	–	29,3	–	48,3

Tabulky 7 a 8 ukazují rozdíly ve vybraných parametrech měřených oběma přístroji, které v případě hmotnosti a BMI nejsou příliš velké. Hmotnost je uvedena v kg, BMI v % a výška v cm. Dále zde můžeme vidět hmotnost kosterních svalů a štíhlé tělesné hmoty v kg, kterou jsme získali prostřednictvím InBody 720. Průměrná hodnota SMM u mladší věkové kategorie dosahuje 17,86 kg, u starší

pak 20,56 kg. Průměrné hodnoty SLM rovněž vykazují věkový rozdíl, tzn. nárůst u starší věkové kategorie.

Tabulka 9. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů z přístrojů Tanita BC-418 MA a In Body 720 (Skupina 1, n = 22)

1. skupina (mladší)	M		SD		MIN		MAX	
	Tanita	InBody	Tanita	InBody	Tanita	InBody	Tanita	InBody
BFM	7,10	4,67	2,47	2,50	4,60	1,70	14,70	12,50
BFM%	18,12	11,85	3,12	4,32	14,80	5,42	28,20	24,16
FFM	31,17	33,3	3,88	4,09	23,90	24,80	39,30	42,30
FFM%	81,89	88,16	3,09	4,22	71,73	75,79	85,33	94,64
TBW	22,82	24,46	3,01	2,83	17,50	18,20	28,80	31,10
TBW%	59,95	64,76	2,27	3,11	52,50	55,63	62,40	69,44
ICW	–	15,22	–	1,90	–	11,30	–	19,60
ECW	–	9,24	–	1,11	–	6,90	–	11,50
BCM	–	21,81	–	2,72	–	16,18	–	28,02
BCM%	–	57,73	–	2,79	–	49,72	–	62,18

Vysvětlivky: *BFM* – tuková hmota v kg
BFM% – tuková hmota v %
FFM – tukuprostá hmota v kg
FFM% – tukuprostá hmota v %
TBW – celková tělesná voda
TBW% – celková tělesná voda v %
ICW – intracelulární voda
ECW – extracelulární voda
BCM – buněčná hmota v kg
BCM% – buněčná hmota v %

5.1 Hodnocení vybraných parametrů mladší (první) skupiny

Průměrné referenční hodnoty pro tělesnou vodu u dětí se pohybují mezi 65–75 % celkové tělesné váhy (Tabulka 2). U první skupiny této hodnoty v průměrných číslech však není ani na jednom přístroji dosaženo, hodnoty jsou v našem případě nižší, u Tanity 59,95 % a u InBody 64,76 %.

V případě tělesného tuku se pro děti v rozmezí věku 10–12 let uvádí optimální referenční hodnoty 13–23 % (Obrázek 3 a Tabulka 4). Při našem měření na přístroji Tanita bylo rozmezí těchto hodnot v průměru dosaženo, což dokazuje

výsledek 18,12 %, přičemž na přístroji InBody je průměrná hodnota dokonce mírně pod hranicí referenčních tabulek a má hodnotu 11,82 %.

Rozmezí optimálních referenční hodnota pro tukuprostou hmotu u těchto dětí je vymezeno 33–47 % (Tabulka 6), přičemž námi naměřené hodnoty u první skupiny tohle rozmezí vysoce převyšují, u Tanity jsme se dostali na průměrnou hodnotu 81,89 % a u InBody dokonce na 88,16 %.

Hodnoty intra-a extracelulární vody nám poskytuje přístroj InBody. Obecně tvoří intracelulární voda podle Rokyty et al (2008, 51) 40 % celkové tělesné hmotnosti. V našem případě je její hodnota u první skupiny 40,27 %, což odpovídá 15,29 kg, takže v podstatě srovnatelná. Extracelulární voda tvoří podle Rokyty et al (2008, 51) obvykle 20 % celkové tělesné hmotnosti, přičemž průměrná hodnota v našem měření je 24,44 %, což odpovídá 9,28 kg, tedy mírně zvýšená.

V tabulce 9 můžeme rovněž pozorovat rozdíly v naměřených hodnotách vybraných parametrů mezi přístroji Tanita a InBody, které jsou v některých případech značně vysoké a jsou způsobeny pravděpodobně rozdílnými referenčními rovnicemi, které oba přístroje používají.

Tabulka 10. Základní statistické charakteristiky vybraných somatických parametrů z přístrojů Tanita BC-418 MA a In Body 720 (Skupina 2, n = 16)

2. skupina (starší)	M		SD		MIN		MAX	
	Tanita	InBody	Tanita	InBody	Tanita	InBody	Tanita	InBody
BFM	7,08	4,56	2,17	2,16	4,50	1,40	13,80	11,10
BFM%	16,38	10,46	2,50	3,31	12,90	4,20	22,00	17,87
FFM	35,54	37,83	4,84	4,98	29,20	31,00	48,90	51,20
FFM%	83,68	89,55	2,44	3,23	77,99	82,13	87,14	95,95
TBW	26,03	27,82	3,53	3,65	21,40	22,80	35,80	37,60
TBW%	61,29	65,86	1,77	2,42	57,10	60,31	63,69	70,46
ICW	–	17,32	–	2,26	–	14,30	–	23,30
ECW	–	10,50	–	1,40	–	8,50	–	14,30
BCM	–	24,78	–	3,23	–	20,45	–	33,30
BCM%	–	58,66	–	2,05	–	53,42	–	62,52

5.2 Hodnocení vybraných parametrů starší (druhé) skupiny

Průměrné referenční hodnoty pro tělesnou vodu u dětí se pohybují mezi 65–75 % celkové tělesné váhy (Tabulka 2). V případě měření druhé skupiny na přístroji InBody dosáhla průměrná hodnota 65,86 %, což znamená téměř optimum, avšak na přístroji Tanita je její hodnota nižší, a sice 61,29 %.

Pro tělesný tuk u věkové skupiny 13 let se optimální rozmezí referenčních hodnot udává mezi 12–22 % (Tabulka 4), čemuž odpovídá výsledek měření z Tanity 16,38 %, průměrná hodnota z InBody je v tomhle případě nižší a má hodnotu 10,46 %.

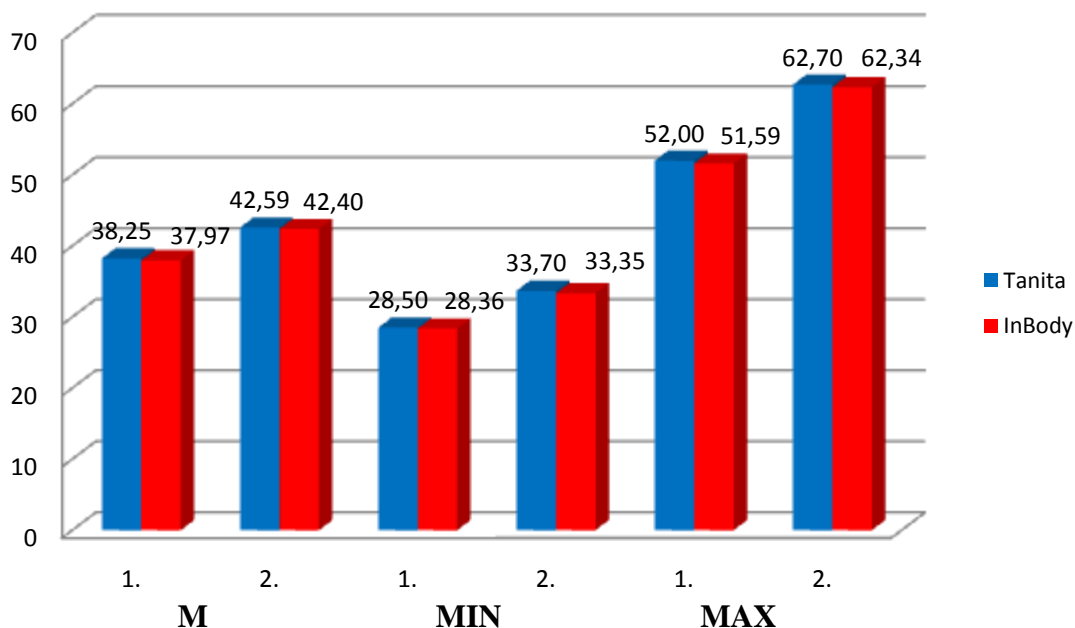
Optimální rozmezí referenčních hodnot u tukuprosté hmoty ve věku 13 let činí 34–48 % (Tabulka 6). Tahle hodnota je však v případě našeho měření, podobně jako u první skupiny, podstatně vyšší. Průměrná hodnota z Tanity je 83,68 % a z InBody dokonce ještě vyšší 89,55 %.

Z přístroje InBody můžeme opět uvést ještě hodnoty pro intra- a extracelulární vodu. Intracelulární voda tvoří u druhé skupiny v průměru 40,64 % (17,23 kg), což je odpovídající hodnota vzhledem k referenčním číslům a extracelulární voda je

podobně jako u první skupiny mírně zvýšená a dosahuje 24,62 % celkové tělesné hmotnosti, což odpovídá 10,44 kg.

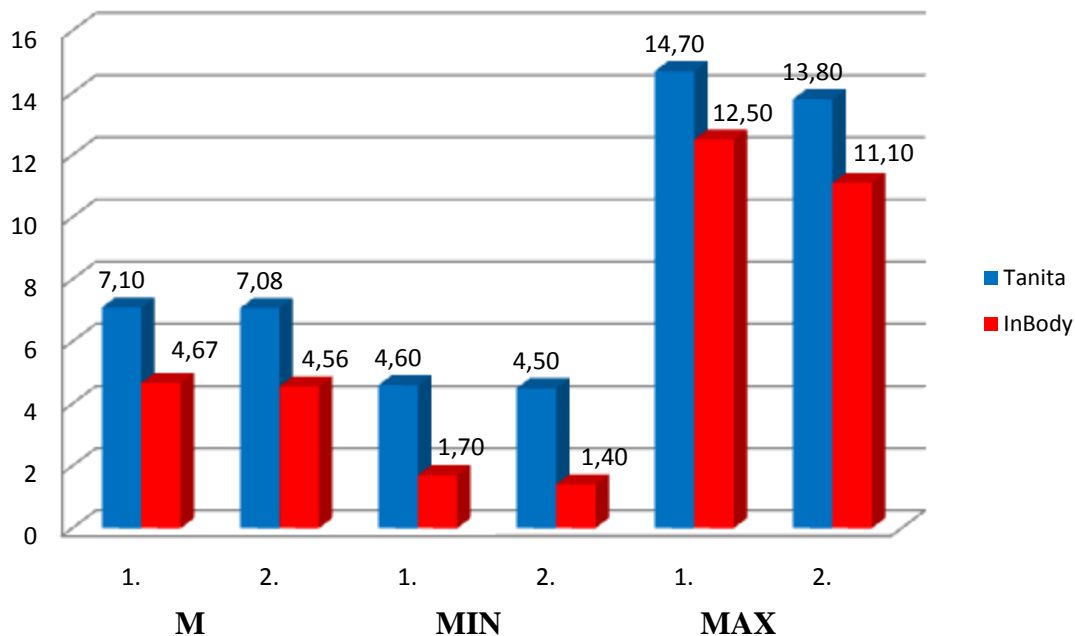
V tabulce 10 můžeme pozorovat rozdíly v naměřených hodnotách mezi přístroji Tanita a InBody, které jsou v některých případech značně veliké a jsou způsobeny pravděpodobně rozdílnými referenčními rovnicemi, které oba přístroje používají.

5.3 Srovnání stavu vybraných somatických znaků



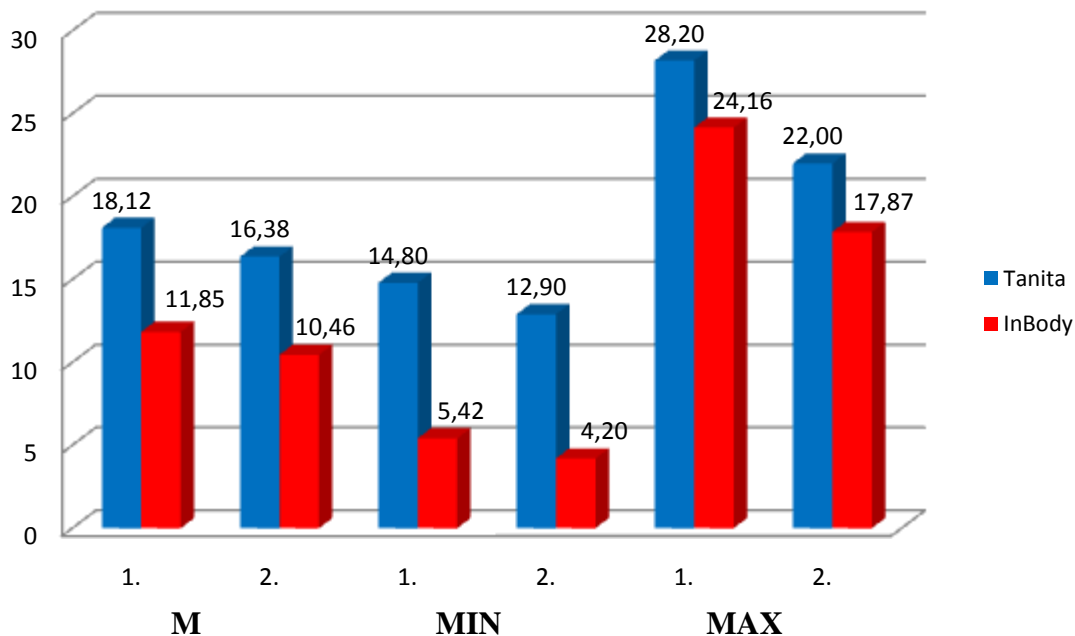
Obrázek 15. Srovnání hmotnosti v kg oběma přístroji u obou skupin

Data z obou přístrojů jsou téměř shodná, Tanita ukazuje mírně vyšší hodnoty u obou skupin. Všechny hodnoty druhé skupiny, tedy starší jsou přirozeně vyšší, což odpovídá ontogenetickému vývoji. Průměrná hodnota hmotnosti u mladší věkové kategorie dosahovala 38,25 kg, u starší věkové kategorie 42,59 kg. Průměrná hodnota se mezi první a druhou skupinou liší u Tanity o 4,34 kg, u InBody o 4,43 kg. Rozpětí mezi minimálními a maximálními hodnotami první i druhé skupiny jsou poměrně široká, u první skupiny je to z Tanity 23,50 kg, z InBody 23,23 kg, u druhé skupiny z Tanity 29 kg, z InBody pak 28,99 kg. Vidíme tedy, že všechny hodnoty jsou téměř shodné (Obrázek 15).



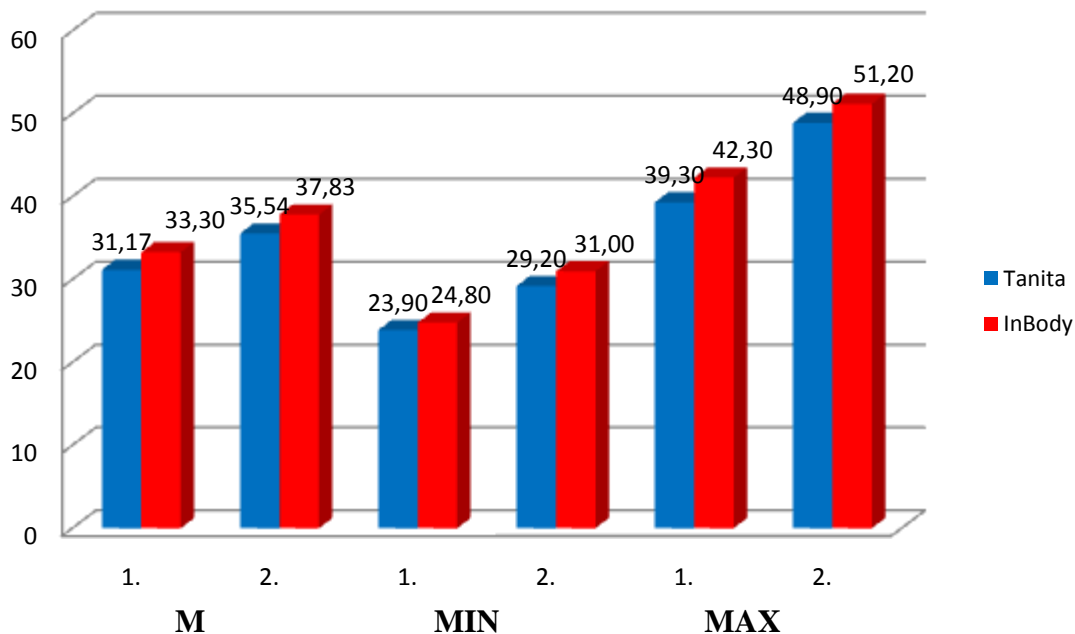
Obrázek 16. Srovnání vyhodnocení tukové hmoty v kg oběma přístroji u obou skupin

Vidíme, že data z obou přístrojů jsou odlišná, což je nejspíš způsobeno rozdílnými referenčními rovnicemi, které přístroje používají. Tanita v případě tukové hmoty ukazuje vyšší hodnoty u obou skupin než InBody. Hodnoty druhé skupiny, tedy starší jsou ve všech případech mírně nižší, což odpovídá ontogenetickému vývoji a tréninku. Průměrná hodnota se mezi první a druhou skupinou téměř neliší ani u Tanity ani u InBody. Rozpětí mezi minimálními a maximálními hodnotami první i druhé skupiny jsou však poměrně široká, u první skupiny je to z Tanity 10,10 kg, z InBody 10,80 kg, u druhé skupiny pak z Tanity 9,30 kg a z InBody 9,80 kg. Zajímavá je opravdu velice nízká minimální hodnota tukové hmoty, která je u obou skupin v případě měření InBody nižší než 2 kg (Obrázek 16).



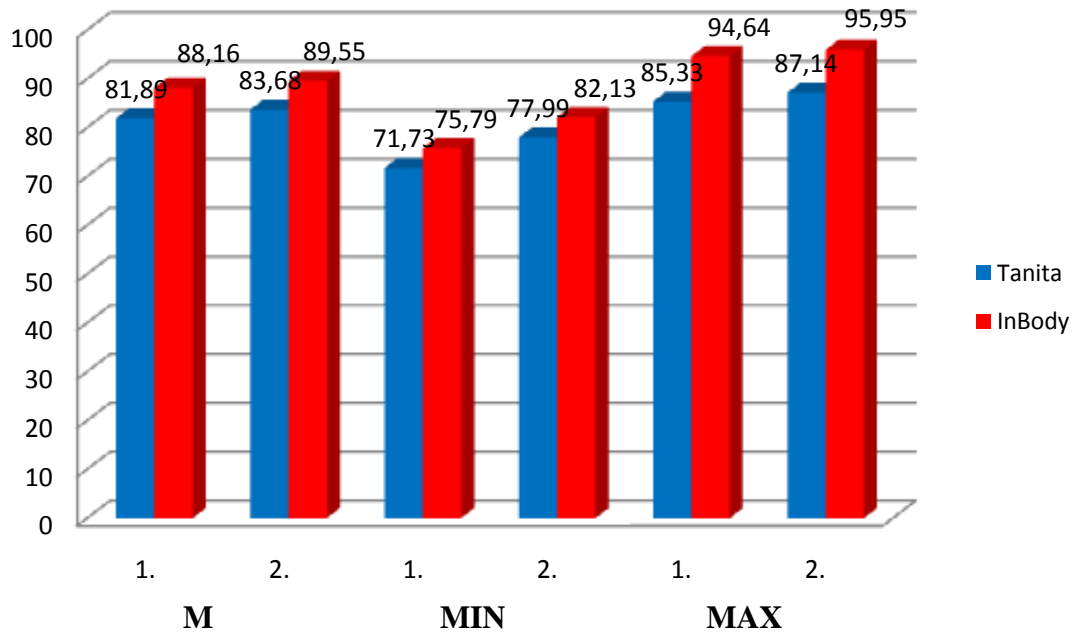
Obrázek 17. Srovnání vyhodnocení tukové hmoty v % oběma přístroji u obou skupin

U obou skupin pozorujeme velké rozdíly mezi přístroji. Naměřené hodnoty první skupiny podle Tanity jsou v případě průměru i minima v optimálním rozmezí referenčních hodnot, maximum je převyšuje. U InBody je maximum taktéž nad optimálními hodnotami, zatímco průměr ani minimum jich nedosahují. Hodnoty druhé skupiny naměřené Tanitou jsou všechny v optimu referenčních hodnot, hodnoty naměřené na InBody se kromě maxima nachází pod tímto optimem. Druhá, starší skupina vykazuje ve všech případech hodnoty nižší. V případě minimálních hodnot vidíme u obou skupin velice nízké výsledky (Obrázek 17).



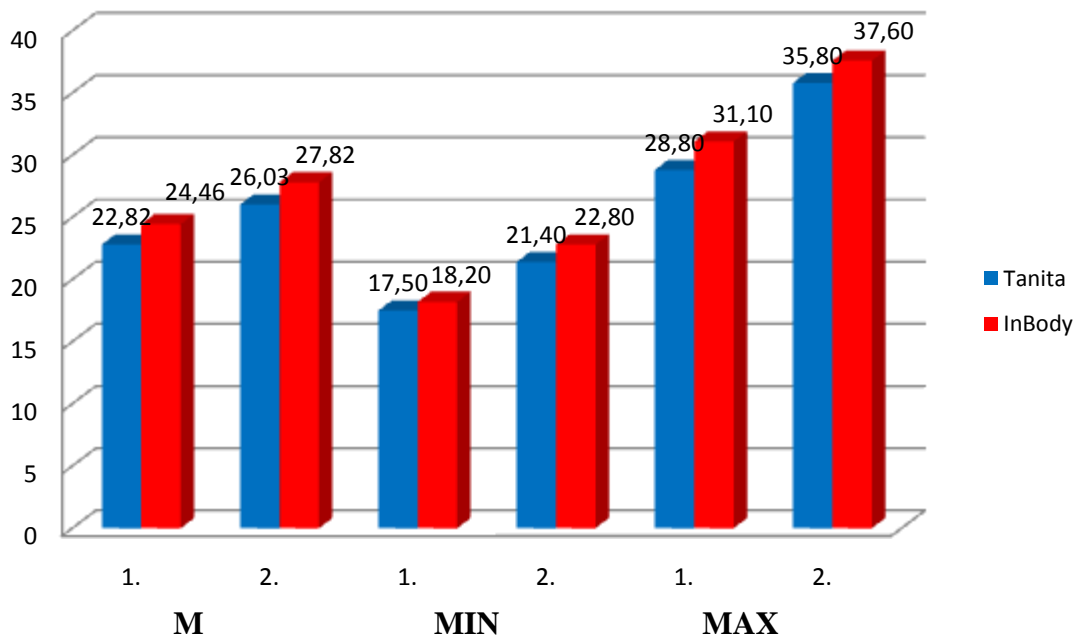
Obrázek 18. Srovnání vyhodnocení tukuprosté hmoty v kg oběma přístroji u obou skupin

Na obrázku 18 vidíme, že všechny hodnoty jsou vyšší u druhé, starší skupiny, což odpovídá ontogenetickému vývoji a tréninku. Hodnoty obou přístrojů se ve všech případech rovněž odlišují, přičemž vyšších hodnot je dosaženo v případě měření z InBody. Mezi minimem a maximem obou skupin jsou velké rozdíly, u první skupiny u Tanity je rozmezí 15,40 kg, u InBody pak 17,50 kg, u druhé skupiny z Tanity 19,70 kg, z InBody pak 20,2 kg.



Obrázek 19. Srovnání vyhodnocení tukuprosté hmoty v % oběma přístroji u obou skupin

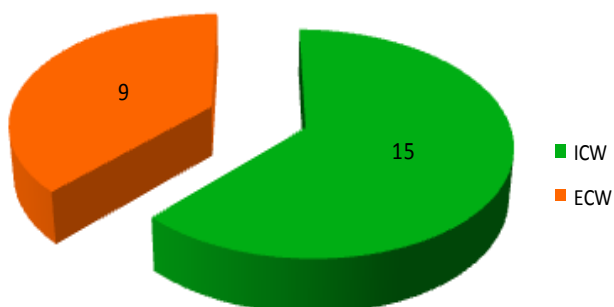
Hodnoty v grafu na obrázku 19 ukazují nadmíru tukuprosté hmoty u obou skupin, která se v optimálním rozmezí u této věkové kategorie pohybuje mezi 33/34–47/48 %. Průměrné hodnoty se pohybují u obou skupin a z obou přístrojů nad 80 % a v případě InBody se dokonce velice blíží hranici 90 %. Hodnoty z InBody jsou ve všech případech u obou skupin vyšší. V případě maximálních hodnot u obou skupin z InBody se čísla pohybují dokonce až okolo 95 %.



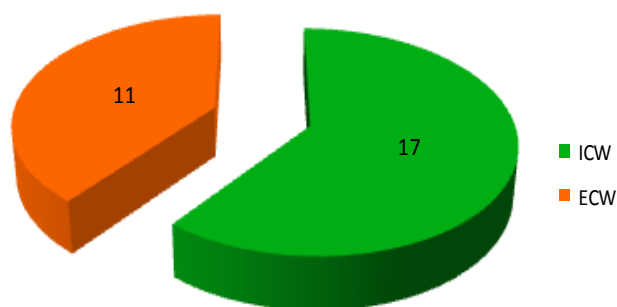
Obrázek 20. Srovnání vyhodnocení celkové tělesné vody v kg oběma přístroji u obou skupin

Rovněž u celkové tělesné vody pozorujeme rozdíly v měření oběma přístroji a vyšší hodnoty v případě InBody a to jak u první, tak u druhé skupiny, u které jsou navíc všechny hodnoty vyšší.

TBW – 1. skup. v kg

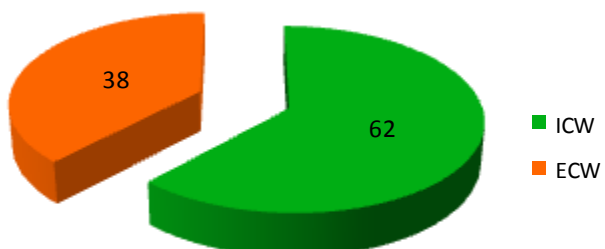


TBW – 2. skup. v kg

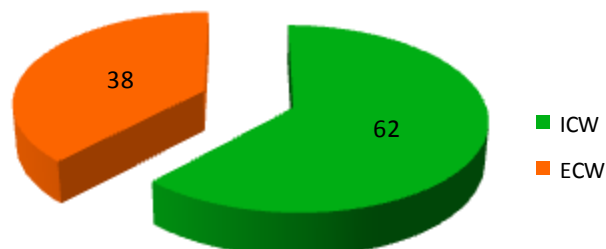


Obrázek 21. Poměr průměrných hodnot intracelulární a extracelulární vody v těle v kg naměřené přístrojem InBody 720

TBW – 1. skup. v %

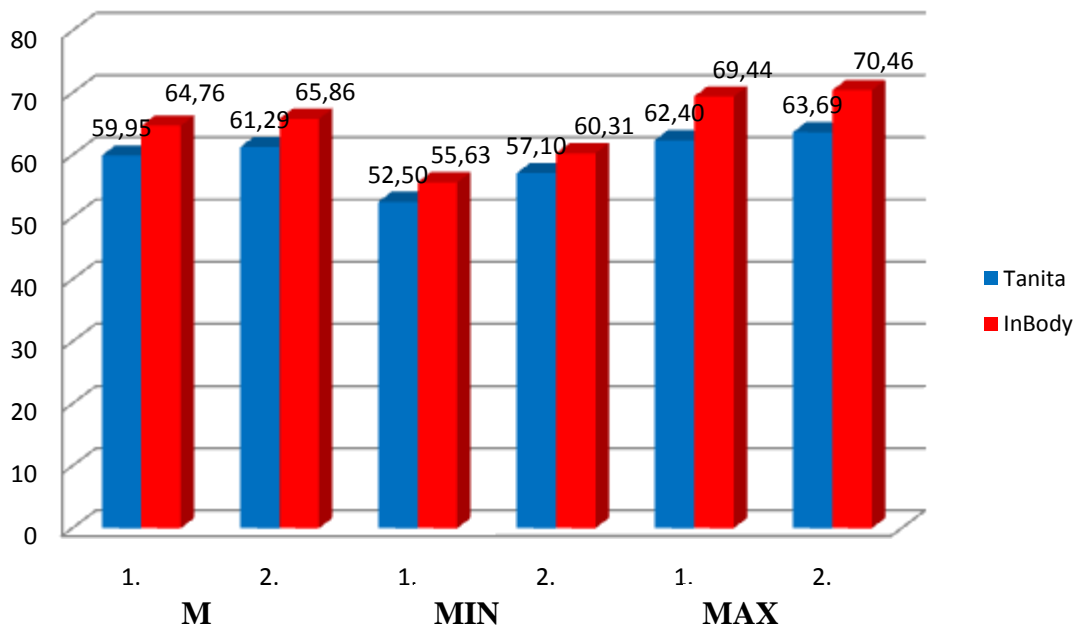


TBW – 2. skup. v %



Obrázek 22. Poměr průměrných hodnot intracelulární a extracelulární vody v těle v % naměřené přístrojem InBody 720

Na obrázcích 21 a 22 vidíme, že druhá, starší skupina má o 2 kg více intra- i extracelulární vody, než skupina mladší. V případě procentuálního vyjádření z celkové tělesné vody jsou hodnoty první i druhé skupiny stejné.



Obrázek 23. Srovnání vyhodnocení celkové tělesné vody v % oběma přístroji u obou skupin

Data z obou přístrojů jsou odlišná, mezi skupinami jsou však rozdíly nízké. U první skupiny leží v případě Tanity průměrná a minimální hodnota CTV pod referenčním optimem, které je 60–75 %, maximum je těsně nad minimální hranicí optima. V případě InBody není optimálního rozmezí referenčních hodnot dosaženo pouze v případě minimální hodnoty. U druhé skupiny vidíme, že optimálního referenčního rozmezí není dosaženo pouze v případě minimální hodnoty a to ještě pouze při měření Tanitou (Obrázek 23).

Vyšší hodnoty celkové tělesné vody, stejně jako intracelulární korespondují s vyššími hodnotami tukuprosté hmoty.

6 ZÁVĚR

Z výsledků vyplývá, že celková tělesná voda dosahovala nižších hodnot, než jsou doporučení v rámci referenčních hodnot. Pouze v případě InBody u starších chlapců odpovídala normě. Obecně tedy můžeme říci, že průměrné hodnoty pro celkovou tělesnou vodu jsou u našeho souboru podle normativů WHO nižší než průměrné referenční hodnoty pro děti.

Hodnoty intracelulární vody se u celého souboru jeví jako průměrné.

Relativní hodnota tukové hmoty dosáhla u první skupiny 18,12 % (dle Tanity), což koresponduje s referenčními hodnotami, které pro tuhle věkovou kategorii udávají hodnoty mezi 13 a 23 %. Průměrné hodnoty množství tukové složky stanovené přístrojem InBody (11,85 %) jsou v porovnání s referenčními hodnotami stejné věkové kategorie nižší. Podobné výsledky můžeme nalézt také u druhé skupiny. Podle Tanity dosáhla relativní hodnota tukové hmoty 16,38 % a podle InBody 10,46 %. U první skupiny leží naměřené maximum této hodnoty nad optimálními referenčními hodnotami této věkové kategorie, u druhé skupiny je i maximální naměřená hodnota v optimálním rozmezí. Jelikož ale ani v případě InBody nejsou v obou případech výsledky extrémně odlišné, můžeme konstatovat, že hodnoty tukové hmoty se u sledovaného souboru pohybují v doporučených hodnotách.

Naměřené hodnoty tukuprosté hmoty u obou skupin výrazně převyšují referenční hodnoty pro jejich věkové kategorie, což je pravděpodobně způsobeno velkým fyzickým zatížením, které je na tyto děti v tréninkovém procesu kladeno a umocněno ještě navštěvováním sportovních tříd.

Na základě měření oběma přístroji se nám ukazují značné rozdíly v hodnotách naměřených sledovaných parametrů tělesného složení způsobené pravděpodobně rozdílnými referenčními rovnicemi používanými u obou přístrojů.

Díky statistickému zpracování jsme zjistili, že většina naměřených hodnot byla $p = < 0,05$ a že jsou tedy rozdíly signifikantní.

7 SOUHRN

Cílem této bakalářské práce bylo stanovení tělesného složení u souboru 38 mladých fotbalistů SK Sigma Olomouc navštěvujících sportovní fotbalové třídy ZŠ Heyrovského v Olomouci a analýza vybraných naměřených parametrů. Vyšetřovaní jedinci byli rozděleni do 2 skupin podle věku. První (mladší) skupina je zastoupena 22 jedinci s průměrným věkem 11,41 let, průměrnou výškou 148,3 cm a průměrnou hmotností 38,11 kg a druhá (starší) 16 jedinci o průměrném věku 12,51 let, jejichž průměrná výška je 154,1 cm a průměrná hmotnost 42,5 kg.

V syntéze poznatků se věnuji vymezení základních pojmů, které jsou teoretickým východiskem pro naše téma. Dále patří teoretická část obecnému seznámení s pravidly a historií fotbalu, jakožto i fyzickým předpokladům. Zmiňuji základní antropologické pojmy a rozebírám části tělesného složení, které v práci hrají důležitou roli, a taktéž uvádím některé významné metody k odhadu tělesného složení a podrobněji pak popisují metodu bioelektrické impedanční analýzy, kterou jsme využili při měření.

Měření probíhalo v laboratorních podmínkách s pomocí špičkových 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.

Výsledky byly rovněž s vysvětlením předány vedoucím obou družstev, které se měření zúčastnili, pro zkvalitnění tréninku a pro informaci rodičům.

Sledovali jsme především tělesnou vodu, tělesný tuk a tukuprostou hmotu. Výsledky z obou přístrojů se do jisté míry liší, což je pravděpodobně způsobeno rozdílnými referenčními rovnicemi, resp. referenčními daty, které oba přístroje k vyhodnocení používají, a proto vždy zmiňuji výsledky z obou námi použitých přístrojů.

U první, mladší skupiny probandů je tělesná voda nižší, než u obvyklých jedinců v tomto věku. Z obou přístrojů pak v tomhle případě ukazuje nižší hodnotu Tanita. Přístroj InBody ukazuje taktéž rozdělení intra- a extracelulární vody, které se nachází u naší skupiny v normálních úrovních, při lehce zvýšené hodnotě vody extracelulární. Tuková hmota je podle Tanity v optimálním rozmezí, u InBody pak

pod úrovní. Tukuprostá hmota výrazně převyšuje optimum, při čemž výsledky z InBody jsou v tomhle případě vyšší.

Druhá, starší skupina probandů vykazuje podobné výsledky jako skupina první, mladší. Hodnota tělesné vody se v případě InBody nalézá v ideálním rozmezí, u Tanity je pak nižší. Poměr intra- a extracelulární vody je téměř stejný jako u první skupiny, tedy lehce zvýšená hodnota extracelulární vody a ideální hodnota intracelulární. U tělesného tuku bylo dosaženo při měření na Tanitě optimálních hodnot a u InBody hodnot nižších. Tukuprostá hmota opět vysoce převyšuje referenční hodnoty, přičemž u InBody je rozdíl opět ještě vyšší.

Práce přináší výsledky z dosud ne příliš sledovaných věkových kategorií, které se ale v dnešní době ve sportovní praxi stávají stále častěji vyhledávanými a díky kterým je náhodný výběr jedinců změněn na cílený. Pro predikci vhodnosti zvolené sportovní specializace při výběru talentů má tedy dnes somatodiagnostika obrovský význam a je stále více využívána.

8 SUMMARY

The aim of my bachelor thesis is to set body composition in group of thirty-eight young footballers of the club SK Sigma Olomouc who attend football sport classes at ZŠ Heyrovského in Olomouc and to analyse chosen parameters. Examined boys were divided into two groups according to their age. The first (younger) group consists of twenty-two boys with the average age of 11,41, the average height of 148,3 cm and the average weight of 38,11 kg. The second (older) group consists of sixteen boys with the average age of 12,51, the average height of 154,1 cm and the average weight of 42,5 kg.

In the synthesis of knowledge, I focus on the definition of basic terms, which are the starting point for this topic. The first part is also devoted to football rules, history of football and physical preconditions. I mention basic anthropological terms and analyse parts of body composition which are significant in my thesis. I also name important methods for analysing body composition and I focus on the used method: bioelectrical impedance analysis.

The measuring took place in laboratory conditions, using modern devices InBody 720 and Tanita BC-418 MA. The results were analysed by software Lookin'nBody 3 and Health Ware Software, then processed in programmes Microsoft Word and Excel 2007. The stature was set from the anthropometric analysis.

The results with the explanation were given to the parents and to the leaders of the teams to improve the quality of the training.

We monitored mainly total body water, body fat and fat free mass. The results from both devices differed to a certain extent, which was probably caused by different reference equations or reference data used for processing by both devices. Hence I present results from both devices we used.

The first (younger) group of boys had lower body water than is usual at children at this age. The Tanita device showed lower value. The InBody device also shows the division of intra- and extra cellular water which were at normal level, extracellular water was slightly increased. According to the Tanita device, fat mass is in optimum, according to the Tanita device below the level. Fat free mass significantly exceeds the optimum level, whereas the results from the InBody device are higher.

The second (older) group shows similar results as the first (younger) group. The InBody device shows body water in ideal range, whereas at the Tanita device is lower. The proportion between intra- and extra cellular water is nearly the same as at the first group, extracellular water is slightly increased and intracellular water is at normal level. The Tanita device showed optimal values of body fat, whereas the InBody device showed lower values. Fat free mass significantly exceeds reference values, whereas the difference is higher at the InBody device.

My thesis introduces results from the age group which is monitored very rarely. Nowadays these results are often sought in sports practice and thanks to them, random selection changed into targeting. The somatodiagnostic plays an important role in the prediction of the suitability of chosen sports specialization within the selection of talents nowadays.

9 REFERENČNÍ SEZNAM

Anonymous (n. d.). BIA Messung und wie sie funktioniert. Retrieved 19. 2. 2010 from the World Wide Web: <http://www.tanita.de/index.php?id=21>

Anonymous (n. d.). Fotbal. Retrieved 18. 3. 2009 from the World Wide Web: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotbal>

Anonymous (n. d.). Körperfett und Visceralfett. Retrieved 17. 3. 2010 from the World Wide Web: <http://www.tanita.de/index.php?id=28&L=0>

Anonymous (n. d.). Professionelle Körperanalysesysteme. Retrieved 19. 2. 2010 from the World Wide Web: [http://www.tanita.de/index.php?id=102&tx_f03showxtcommerceproducts_pi1\[showUid\]=997&cHash=7bf458a960](http://www.tanita.de/index.php?id=102&tx_f03showxtcommerceproducts_pi1[showUid]=997&cHash=7bf458a960)

Anonymous (n. d.). Retrieved 1. 2. 2010 from the World Wide Web: <http://www.biospace.cz/technologie.php>

Anonymous (n. d.). Retrieved 1. 6. from the World Wide Web: <http://www.biospace.cz/inbody-720-pb4.php>

Anonymous (n. d.). Retrieved 17. 3. 2010 from the World Wide Web: <http://www.inbody.cz/slozeni-tela-pomer.php>

Anonymous (n. d.). Retrieved 17. 3. 2010 from the World Wide Web: <http://www.inbody.cz/slozeni-tela-pomer.php>

Anonymous (n. d.). Retrieved 17. 3. 2010 from the World Wide Web: <http://www.inbody.cz/soubory/lookin-body/prezentace-lidske-telo.pdf>

Anonymous (n. d.). Retrieved 17. 3. 2010 from the World Wide Web: <http://www.inbody.cz/soucasnost.php>

Anonymous (n. d.). Retrieved 19. 2. 2010 from the World Wide Web: <http://www.biospace.cz/soubory/pdf/co-je-analyza-slozeni-tela.pdf>

Anonymous (n. d.). Retrieved 19. 2. 2010 from the World Wide Web:
<http://www.inbody.de/pdf/inBodyInfo.pdf>

Anonymous (n. d.). Retrieved 19. 2. 2010 from the World Wide Web:
<http://www.inbody.cz/inbody720.php>

Anonymous (n. d.). Tanita BIA im Vergleich. Retrieved 19. 2. 2010 from the World Wide Web: <http://www.tanita.de/index.php?id=21>

Anonymous (n. d.). Wie funktionieren die Tanita Waagen. Retrieved 19. 2. 2010 from the World Wide Web: <http://www.tanita.de/index.php?id=21>

Anonymous (n. d.). Wie funktionieren die Tanita Waagen. Retrieved 19. 2. 2010 from the World Wide Web: <http://www.tanita.de/index.php?id=21>

Anonymous (n. d.). Retrieved 17. 3. 2011 from the World Wide Web:
http://www.fifa.com/mm/document/affederation/generic/81/42/36/lawsofthegame_2010_11_e.pdf

Bauer, G. (1996). *Hrajeme fotbal*. České Budějovice: KOPP.

Demetrovič, E., a kolektiv autorů (1988). *Encyklopedie tělesné kultury a-o*. Praha: Olympia, 158.

Drinkwater, D. T., Ross, W. D. (1980). *Kinanthropometry II*. Baltimore: Univ. Park Press. Vol. 9, Anthropometric fractionation of body mass.

Fetter, V., Prokopec, M., Suchý, J., Titlbachová, S. (1967). *Antropologie*. Praha: Academia.

Hebbelinck, M., Ross, W. D. (1974). *Kinanthropometry and biomechanics*. In Nelson, R. C., Morehouse C. A. (Eds.) Biomechanics IV. Baltimore: Univ. Park Press.

- Heyward, V. H., Wagner, D. R. (2004) *Applied Body Composition Assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Jebb, S., McCarthy, D., Fry, T., Prentice, A. M. (2004). *Neue Körperfett Referenztabelle für Kinder*. Obesity Reviews (NAASO Suppl) A156.
- Luskaski, H. J. C. (1987). Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am. J. Clin. Nutr*, vol. 46 (4), 537-556.
- Malina, R. M., (1969). Exercise as an influence upon growth. Review and critique of current concepts. *Clin. Pediatr*, vol. 7 (2), 91–105.
- Martin, R., & Saller, K. (1959). *Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung*. Stuttgart: G. Fischer Verlag.
- Pařízková, J. (1998). Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi. *Med. Sport Boh Slov*, sv. 7(1), 1–6.
- Pavlík, J. (1999). *Tělesná stavba jako faktor výkonnosti sportovce*. Brno: Masarykova univerzita.
- Psotta, R. a kol. *Fotbal – kondiční trénink*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2006.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex.
- Rokyta et al. (2008). *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, ošetrovatelství, přírodovědných, pedagogických a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV nakladatelství, 51.
- Seliger, V. a Vinařický, R. a Trefný, Z. (1983). *Fyziologie člověka pro fakulty tělesné výchovy a sportu*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, n. p.

Trojan, S., et al. (1992). *Fyziológia 1*. Martin: Vydavatelství Osveta.

Trojan, S., et al. (1996). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing.

Valenta, M., Riegerová, J., Buben, J., & Kadlecová, Z. (2004). Hodnocení základních antropometrických charakteristik mladých fotbalistů SK Sigma Olomouc. *Česká antropologie*, 54, 200-202.

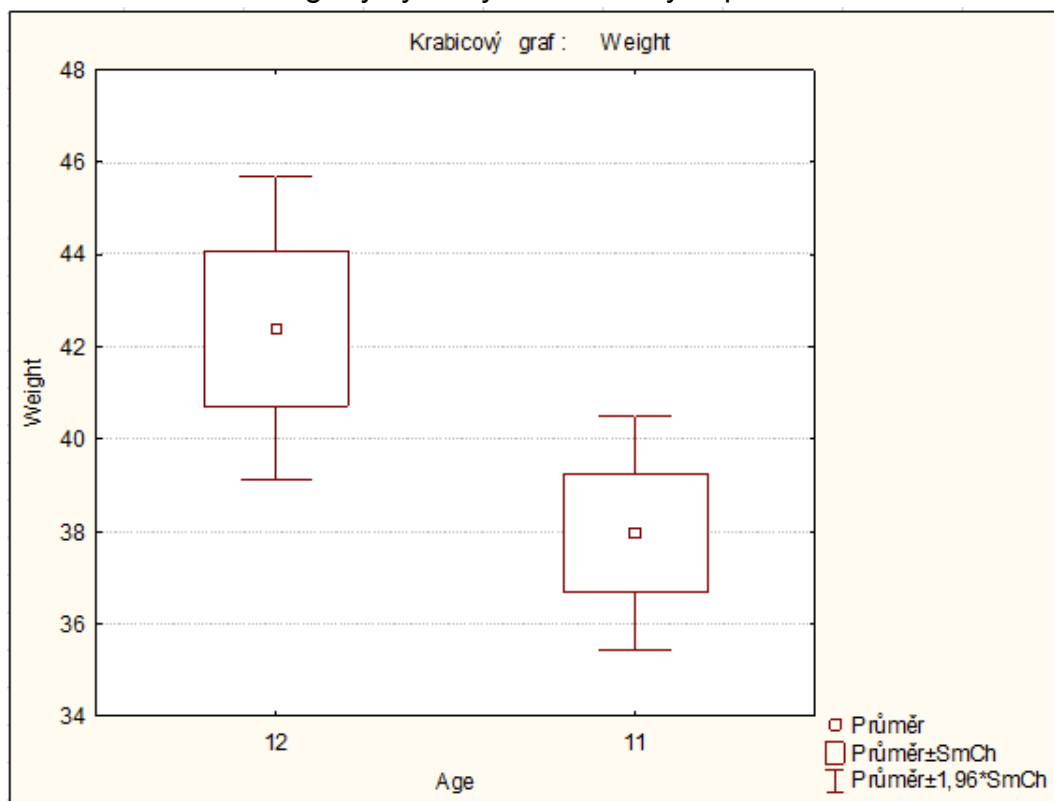
Večeřa, K., & Nováček, V. (1995). *Sportovní hry III. Kopaná*. Brno: Masarykova univerzita, 7.

Wilmore, J. H. (1992). *Body composition and body energy stores*. In Shepard R. J., Astrand, P. O. (Eds.) *Endurance in sport*. Oxford: Blacwell Scientific Publ.

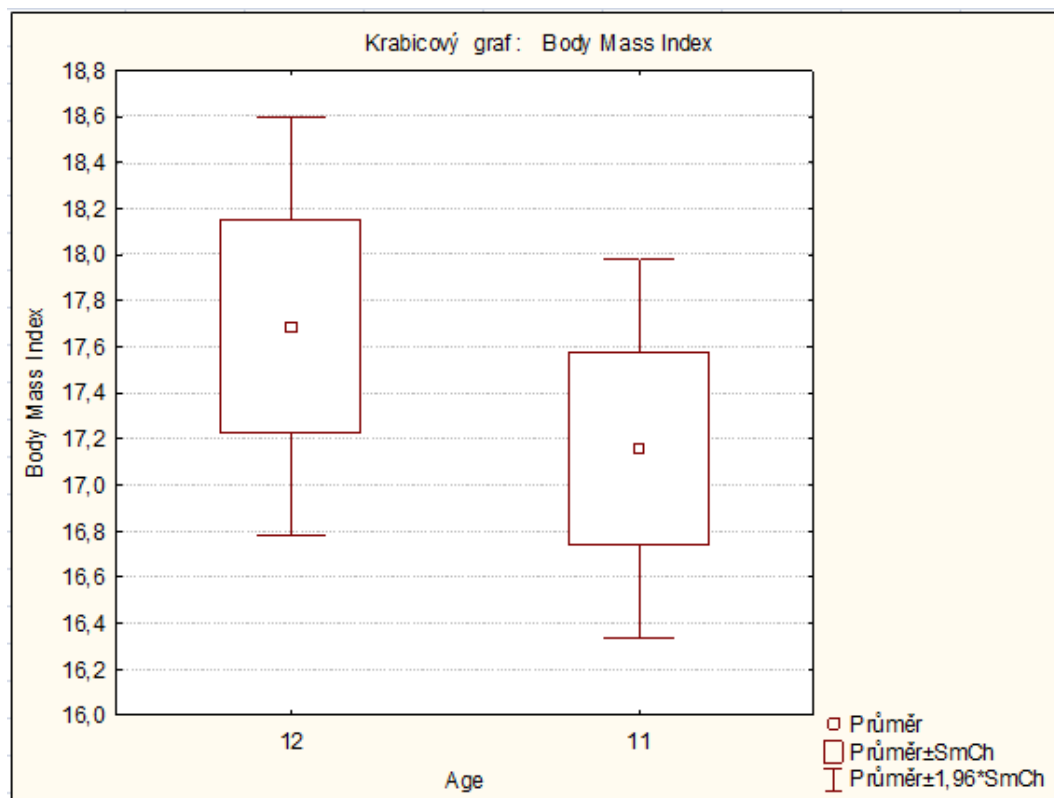
Wilmore, J. H., Costill, D. L. (1994). *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign, IL.: Human Kinetics.

10 SEZNAM PŘÍLOH

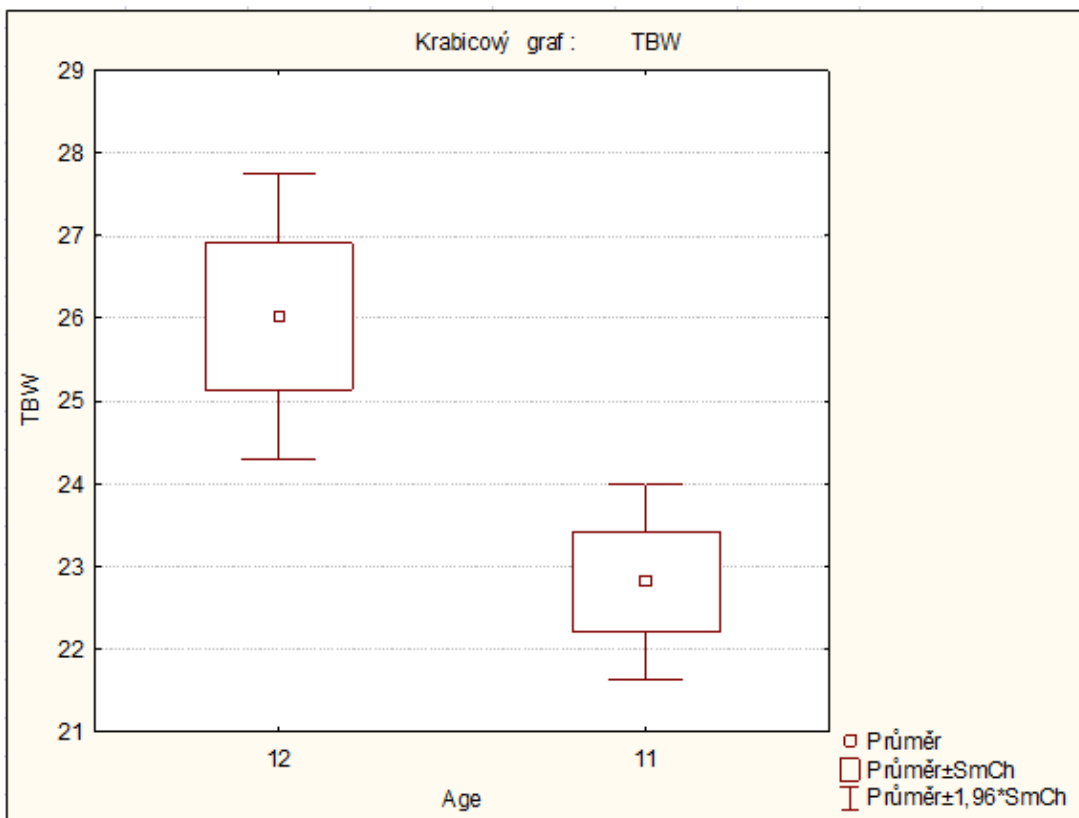
Příloha 1. Krabicové grafy vybraných somatických parametrů



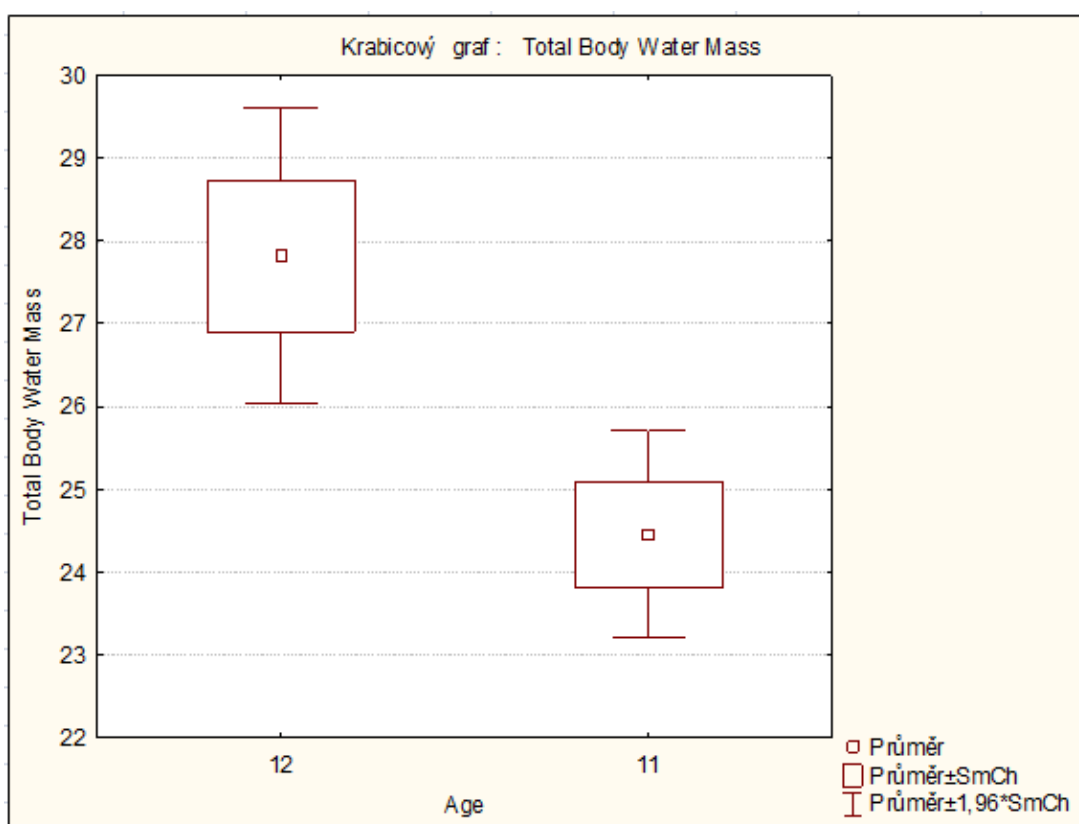
Obrázek 24. Srovnání průměrných hodnot hmotnosti v kg obou věkových kategorií



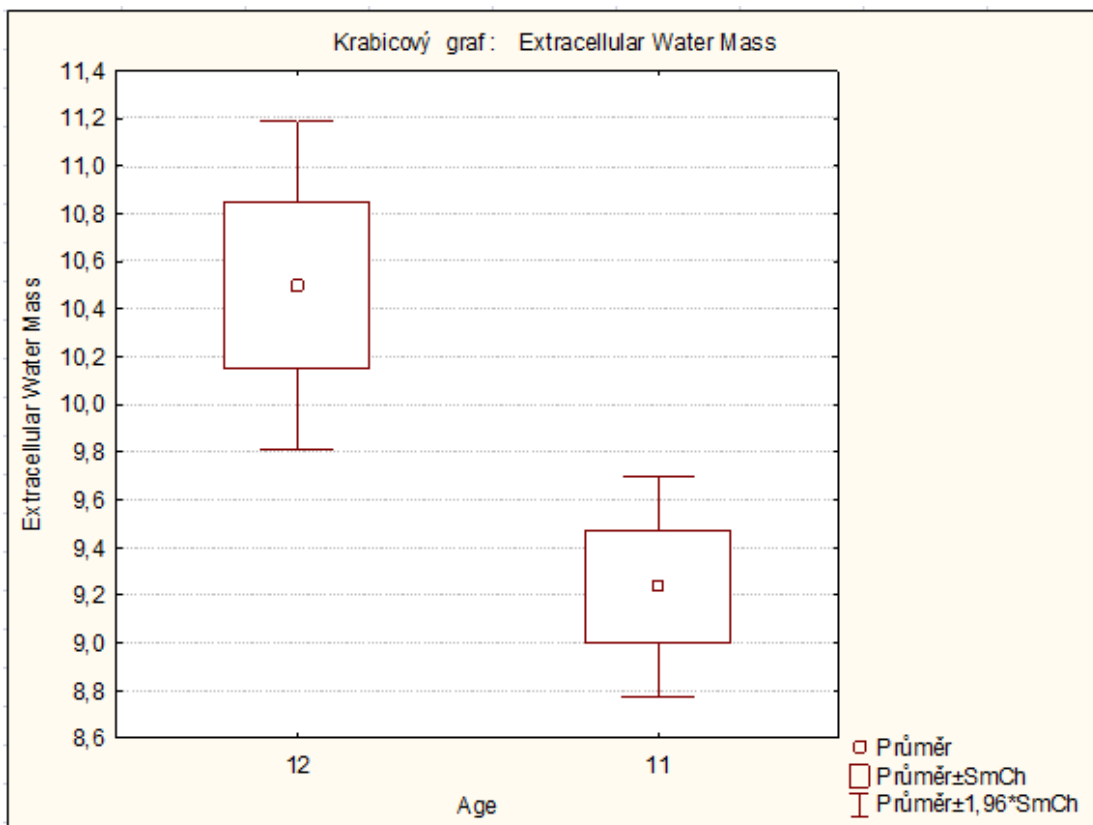
Obrázek 25. Srovnání průměrných hodnot BMI v % obou věkových kategorií naměřených na InBody



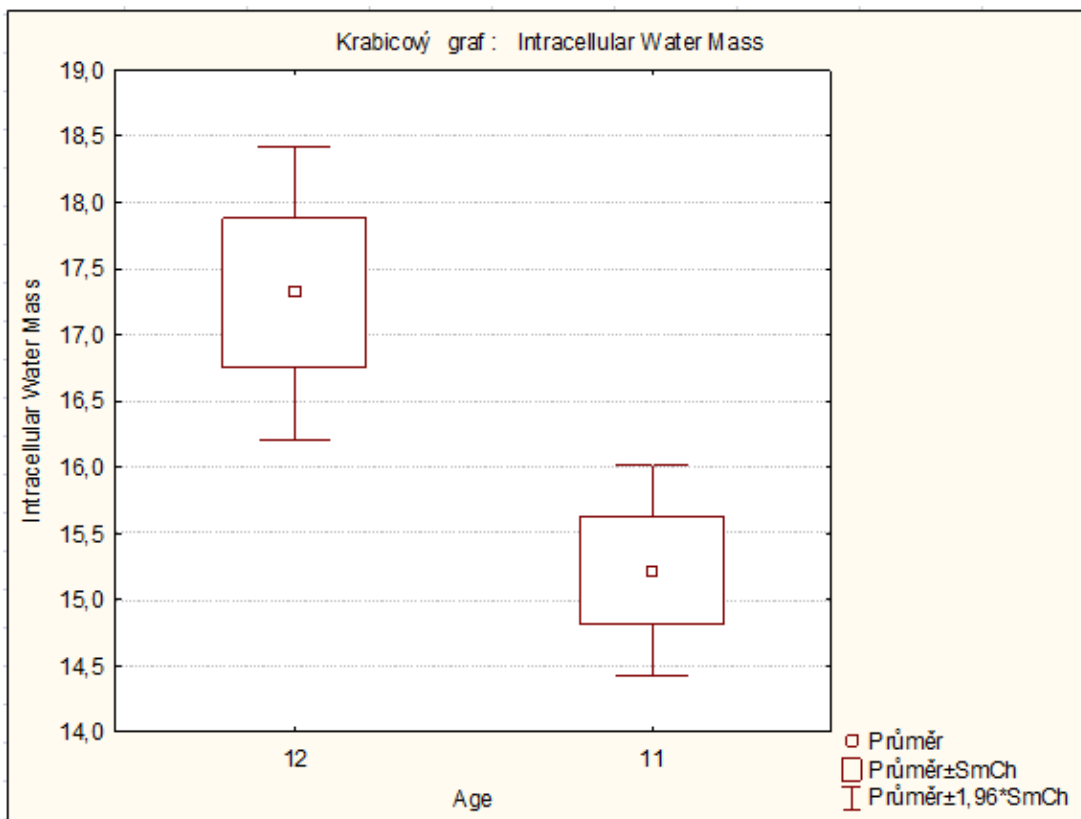
Obrázek 26. Srovnání průměrných hodnot celkové tělesné vody v kg obou věkových kategorií naměřených Tanitou



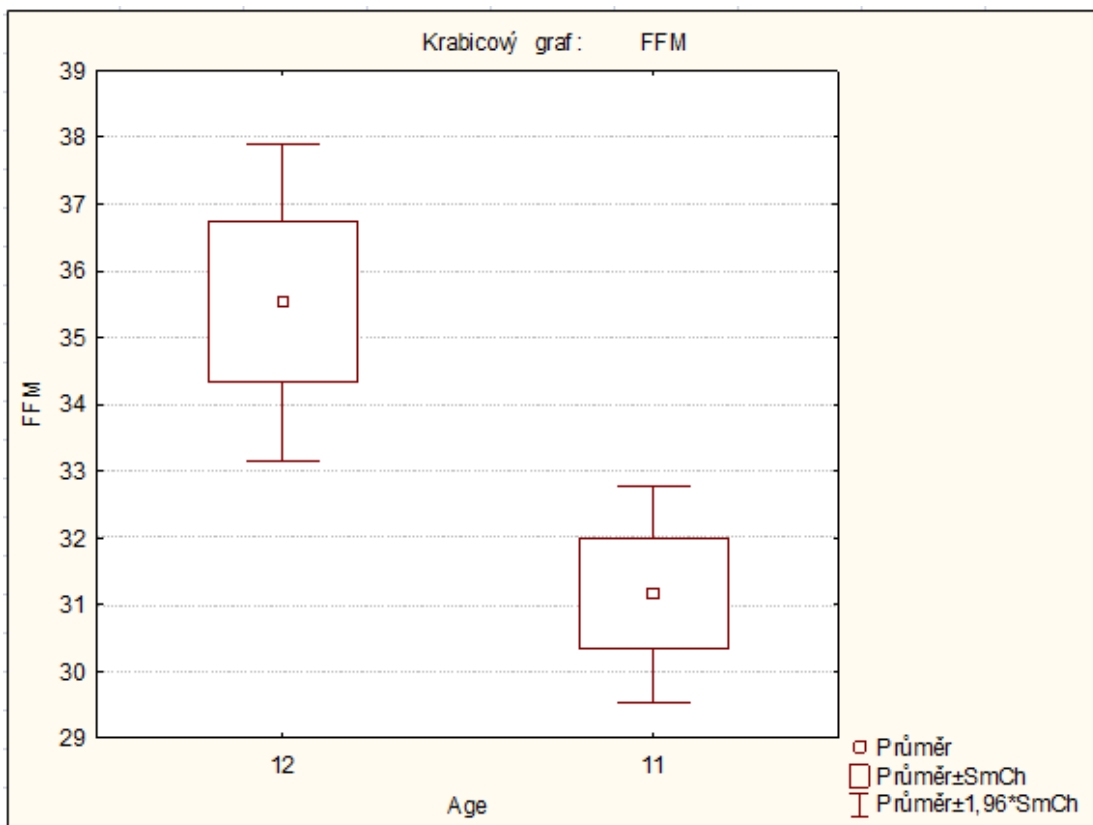
Obrázek 27. Srovnání průměrných hodnot celkové tělesné vody v kg obou věkových kategorií naměřených na InBody



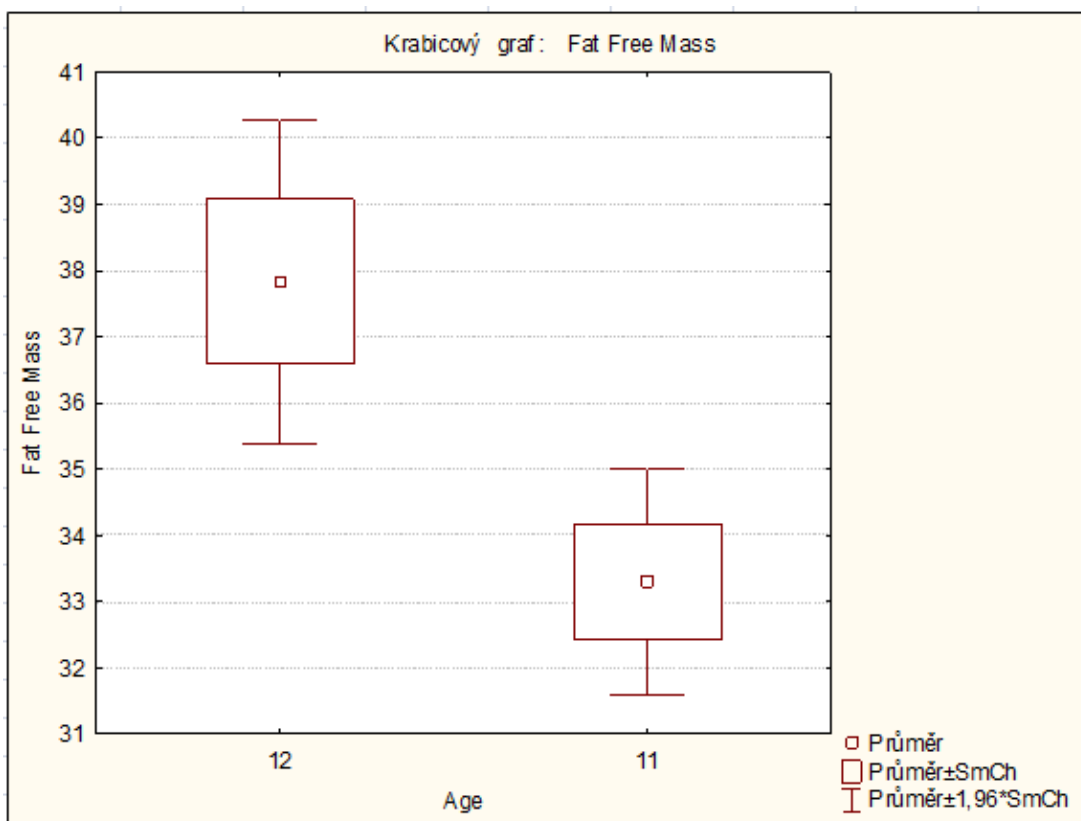
Obrázek 28. Srovnání průměrných hodnot ECW v kg obou věkových kategorií z InBody



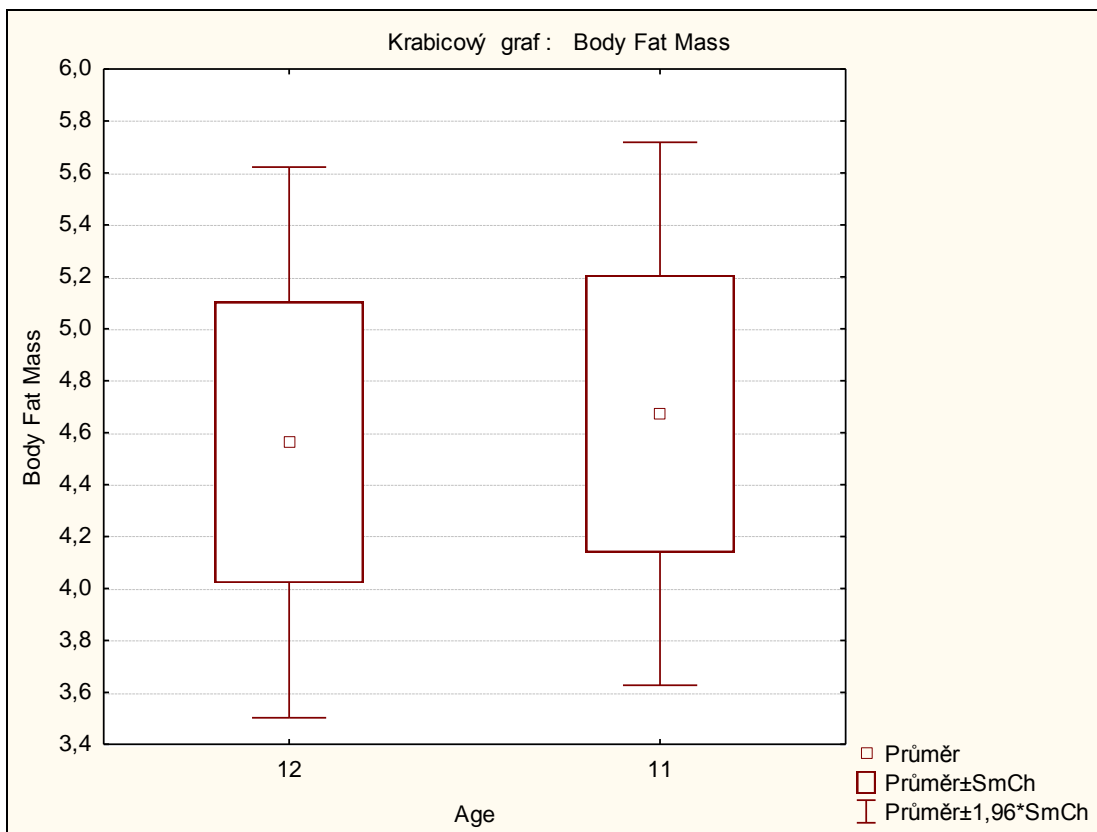
Obrázek 29. Srovnání průměrných hodnot ICW v kg obou věkových kategorií z InBody



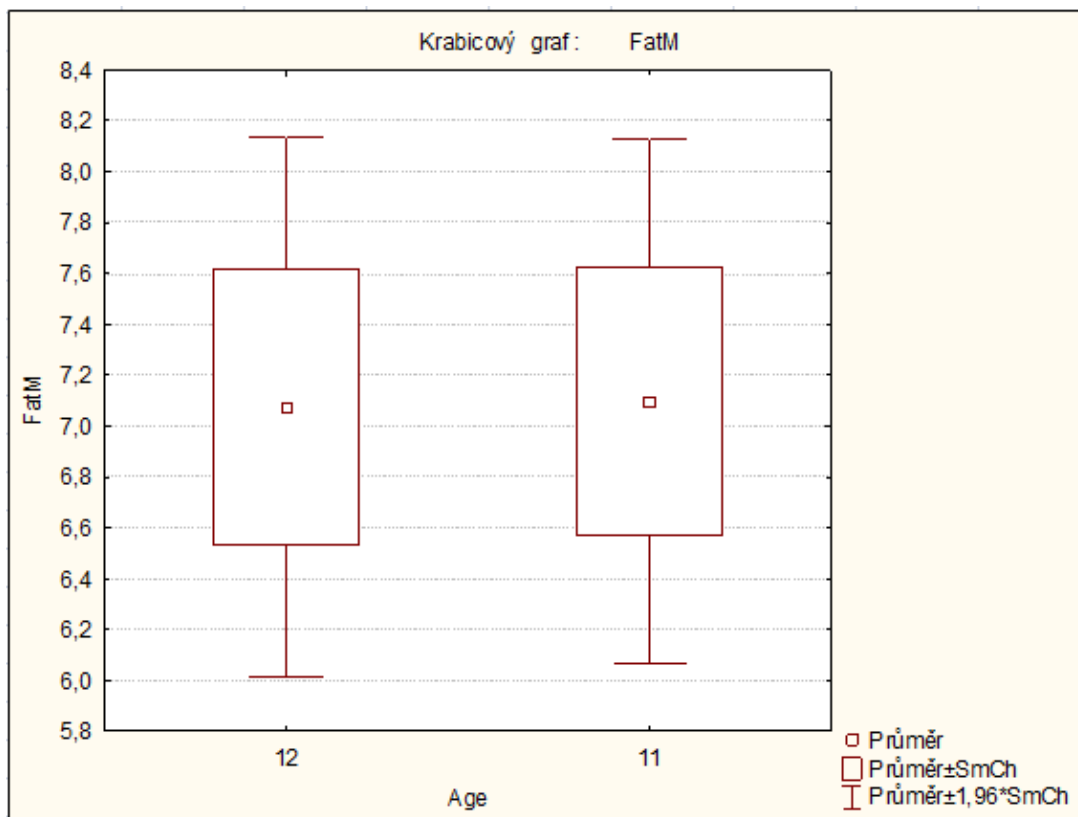
Obrázek 30. Srovnání průměrných hodnot tukuprosté hmoty v kg obou věkových kategorií z Tanity



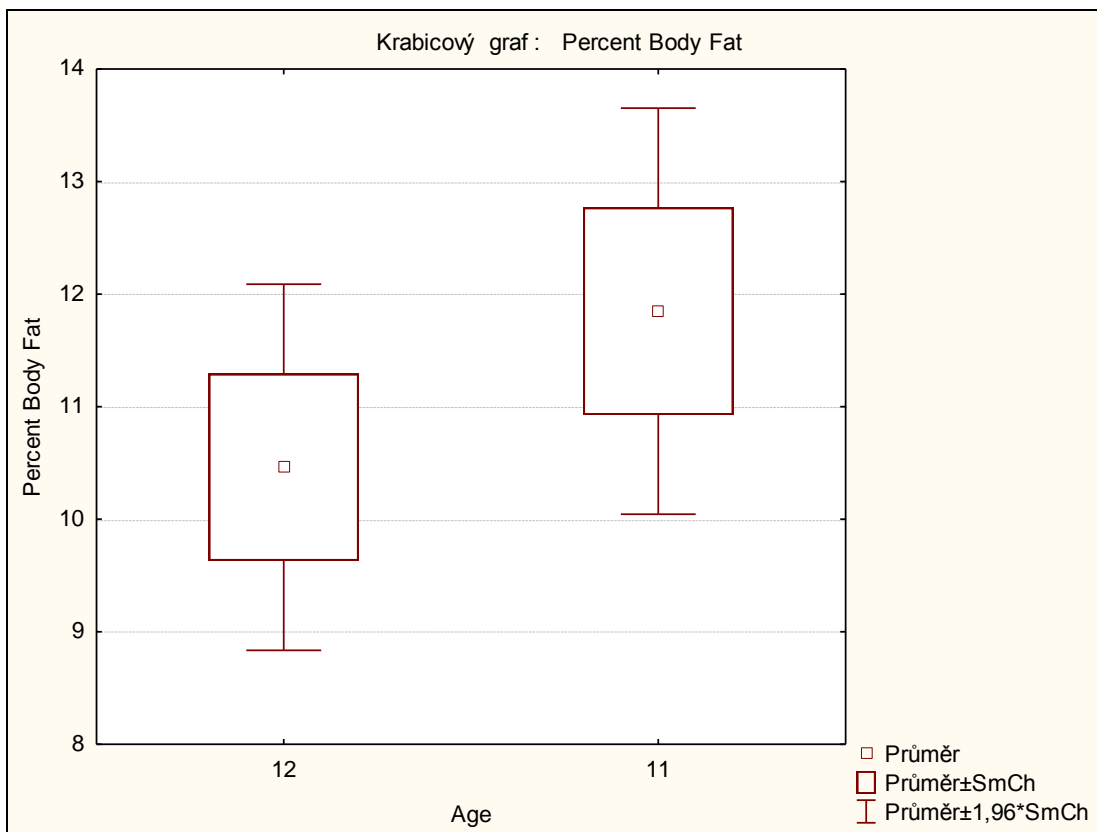
Obrázek 31. Srovnání průměrných hodnot tukuprosté hmoty v kg obou věkových kategorií z InBody



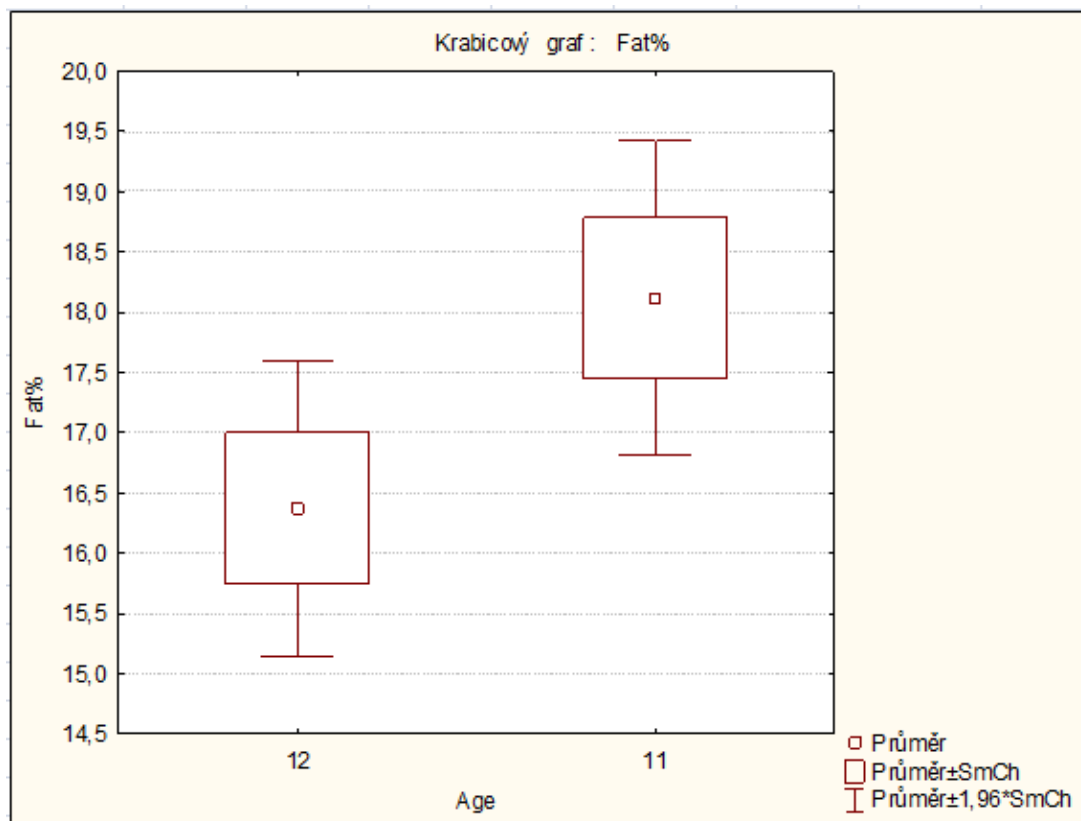
Obrázek 32. Srovnání průměrných hodnot tukové hmoty v kg obou věkových kategorií z InBody



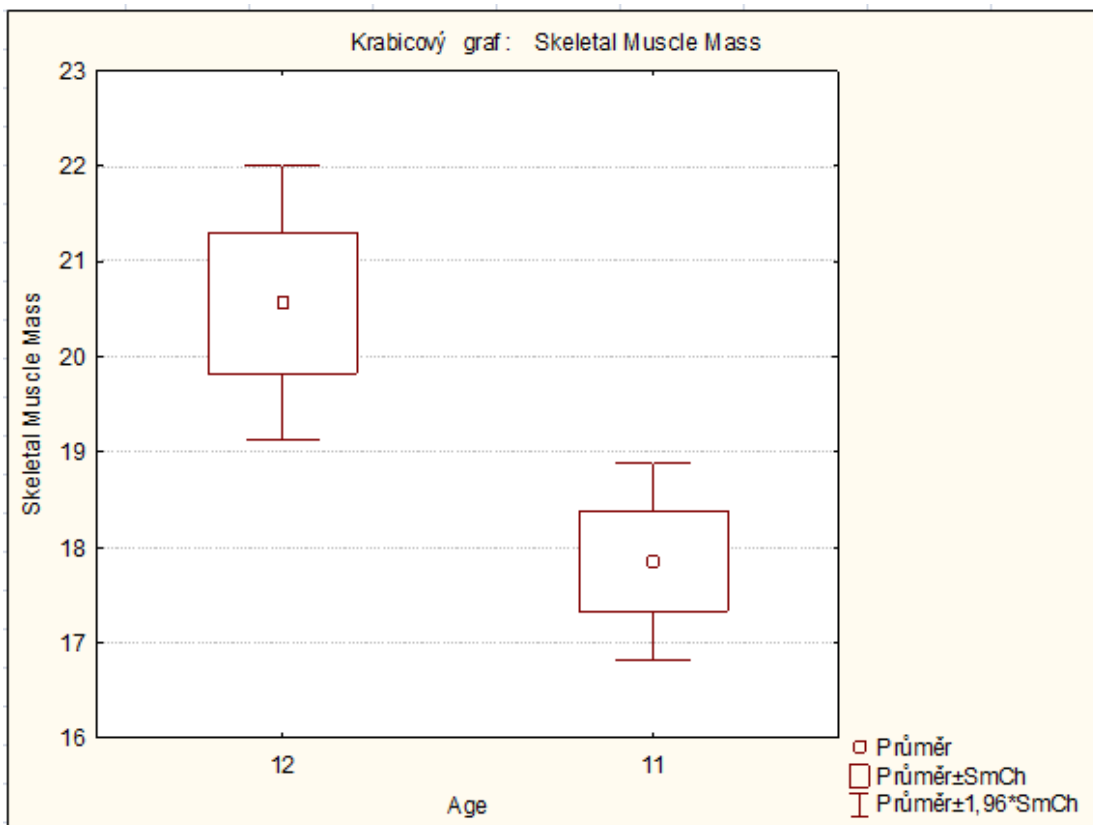
Obrázek 33. Srovnání průměrných hodnot tukové hmoty v kg obou věkových kategorií z Tanity



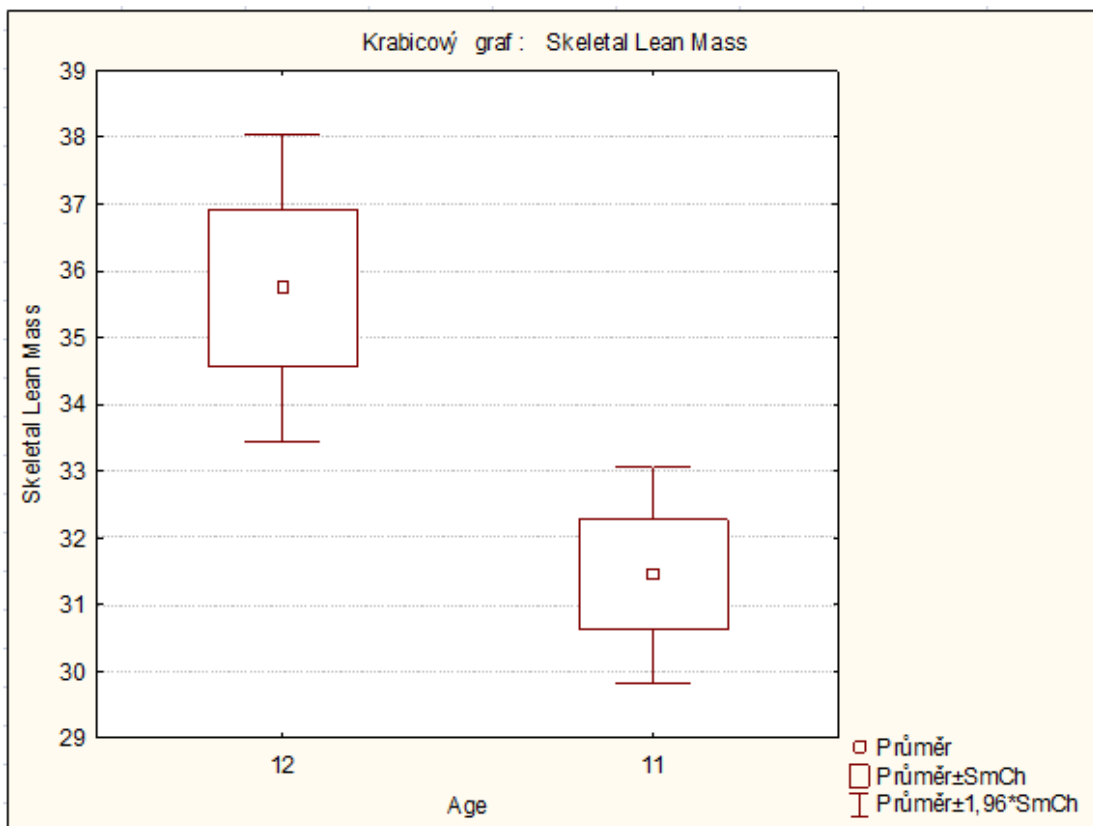
Obrázek 34. Srovnání průměrných hodnot tukové hmoty v % obou věkových kategorií z InBody



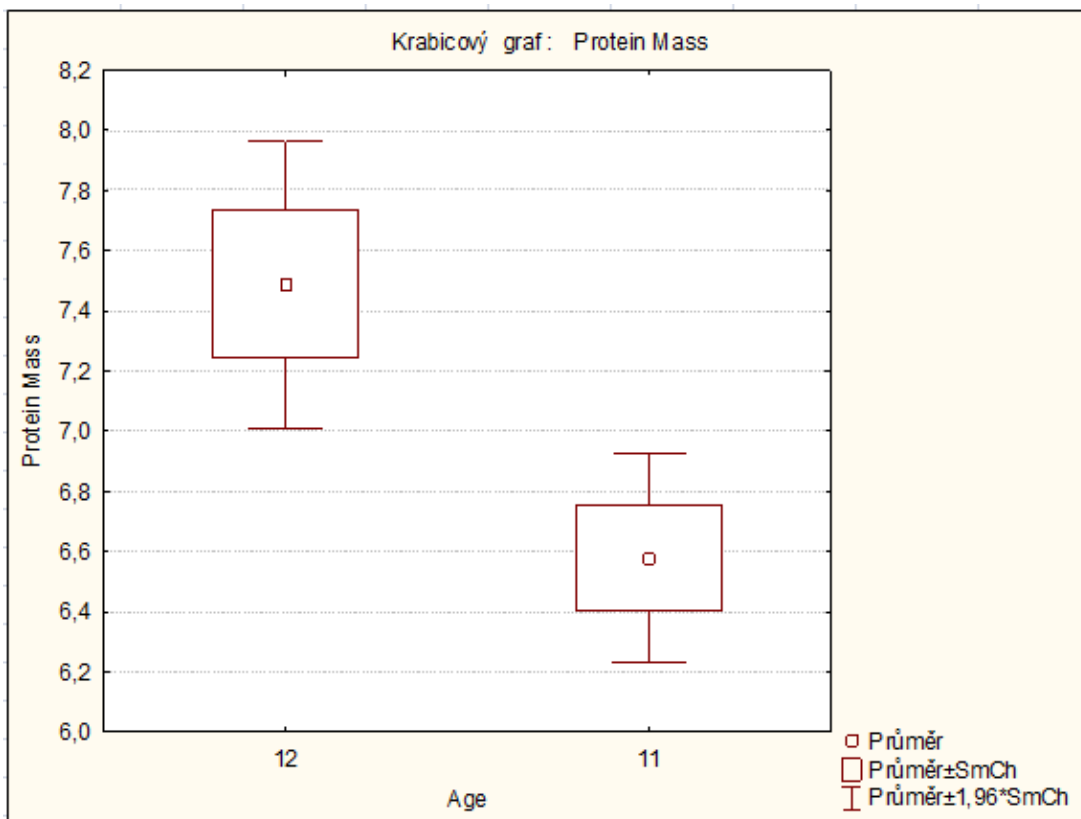
Obrázek 35. Srovnání průměrných hodnot tukové hmoty v % obou věkových kategorií z Tanity



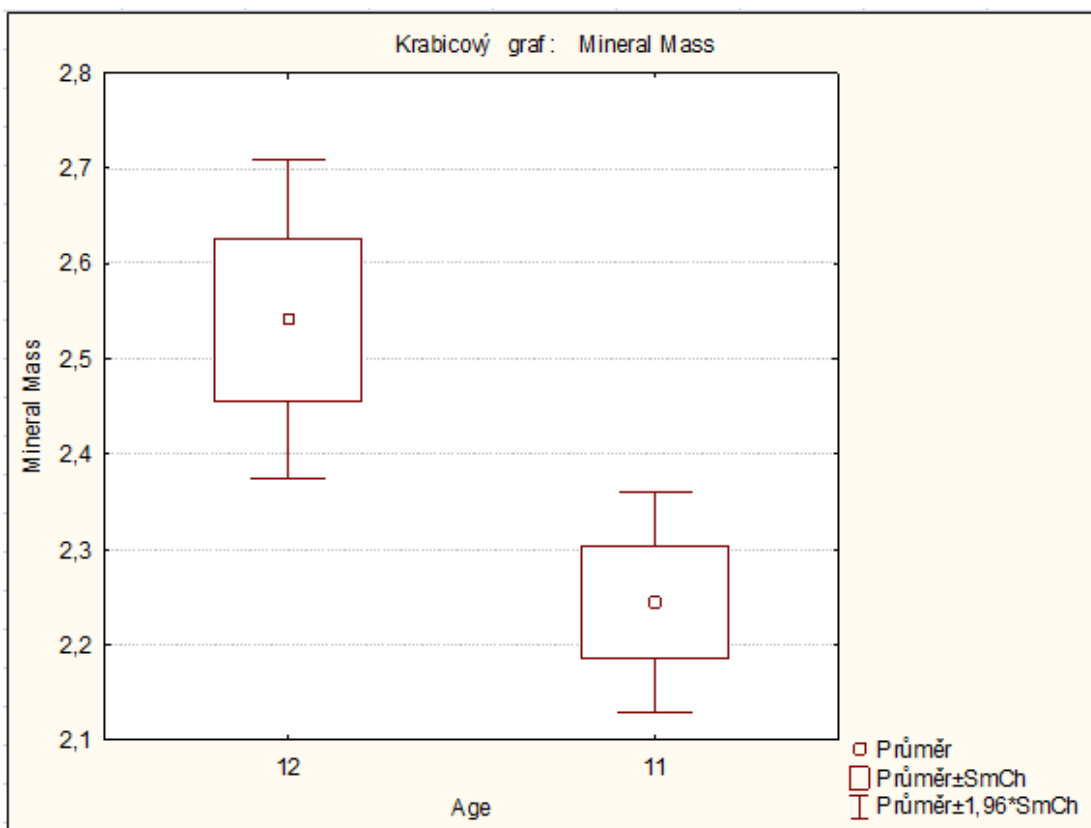
Obrázek 36. Srovnání průměrných hodnot SMM v kg obou věkových kategorií z InBody



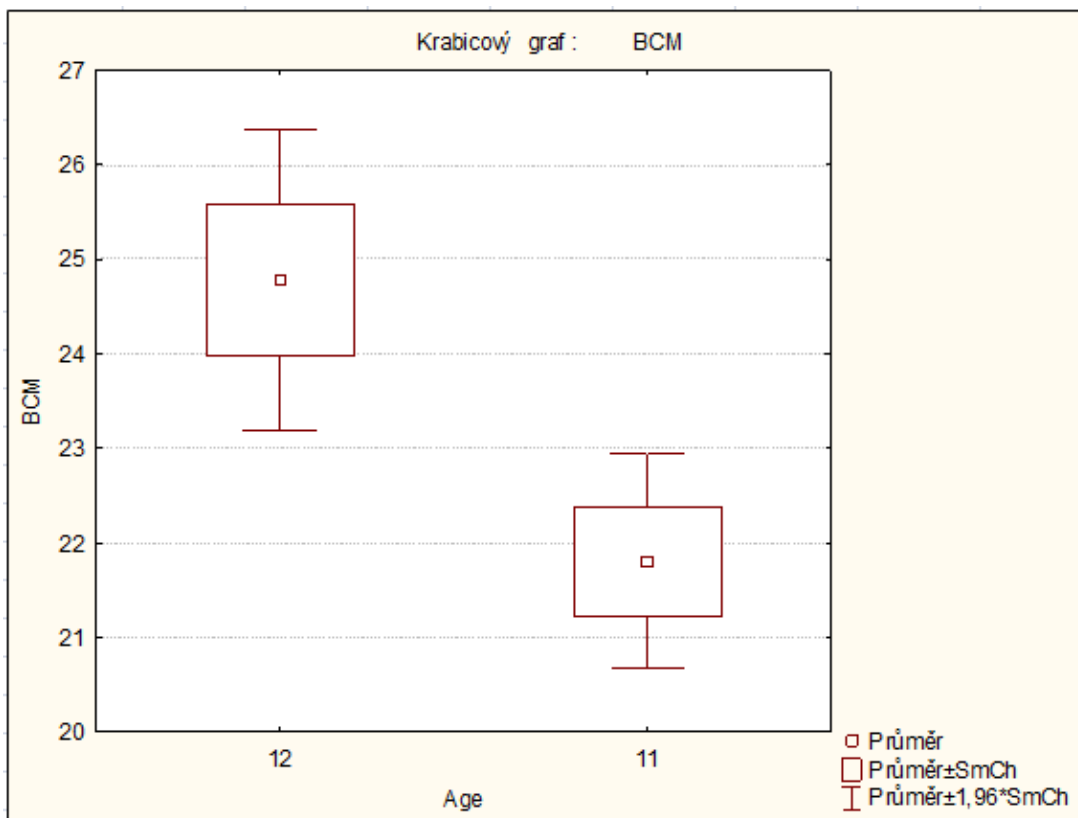
Obrázek 37. Srovnání průměrných hodnot SLM v kg obou věkových kategorií z InBody



Obrázek 38. Srovnání průměrných hodnot proteinů v kg obou věkových kategorií z InBody



Obrázek 39. Srovnání průměrných hodnot minerálů v kg obou věkových kategorií z InBody



Obrázek 40. Srovnání průměrných hodnot buněčné hmoty v kg obou věkových kategorií z InBody



Příloha 2. Skupinové foto probandů v laboratoři, skupina 1



Příloha 3. Skupinové foto probandů v laboratoři, skupina 2



Příloha 4. Skupinové foto probandů ve třídě, celý soubor



Příloha 5. Proband při měření na přístroji InBody 720

Jméno	Věk	Výška	Pohlaví	Datum
720 (720)	26,0Roky	175,0cm	Muž	2006/01/12 13:40:43

Analýza tělesné kompozice

Úseky	Hodnoty	Celkové množství vody v těle	Množství měkké svaloviny	Čistá hmotnost bez tuku	Hmotnost	Normální rozmezí
Intracelulární voda (L)	29,6	47,0	60,6	64,2	83,2	23,5 ~ 28,7
Extracelulární voda (L)	17,4					14,4 ~ 17,6
Proteiny (kg)	12,8	Nekosterní Kosterní: 3,60				10,2 ~ 12,4
Minerály (kg)	4,37					3,50 ~ 4,28
Množství tuku v těle(kg)	19,0					8,1 ~ 16,2

► Minerály jsou ceněny

Analýza svalů-tuku

	Pod	Normální	Nad	Jednotka: %	Normální rozmezí								
Hmotnost (kg)	55	70	85	100	115	130	145	160	175	190	205	83,2	57,3 ~ 77,5
Svalová hmota (kg)	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	36,6	28,8 ~ 35,2
Množství tuku v těle(kg)	40	60	80	100	160	220	280	340	400	460	520	19,0	8,1 ~ 16,2

Diagnóza obezity

	Pod	Normální	Nad	Normální rozmezí									
BMI (kg/m ²)	10	15	18,5	22	25,0	30	35	40	45	50	55	27,2	18,5 ~ 25,0
Procento tuku v těle(%)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	22,9	10,0 ~ 20,0
Poměr pasu a boků	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	0,90	0,75 ~ 0,85

Svalová rovnováha

	Pod	Normální	Nad	Jednotka: %	Segmentální otok	Otok							
Pravá ruka (kg)	40	60	80	100	120	140	160	180	200	96,9	3,62	0,323	0,369
Levá ruka (kg)	40	60	80	100	120	140	160	180	200	96,0	3,59	0,324	0,370
Trup (kg)	70	80	90	100	110	120	130	140	150	90,4	28,2	0,324	0,370
Pravá noha (kg)	70	80	90	100	110	120	130	140	150	90,2	10,30	0,325	0,371
Levá noha (kg)	70	80	90	100	110	120	130	140	150	90,9	10,38	0,324	0,371

Zhodnocení stravy

Proteiny	<input checked="" type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Nedostatek	
Minerály	<input checked="" type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Nedostatek	
Tuk	<input type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Nedostatek	<input checked="" type="checkbox"/> Nadbytečný

Udržování váhy

Hmotnost	<input type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Pod	<input checked="" type="checkbox"/> Nad
Svalová hmota	<input type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Pod	<input checked="" type="checkbox"/> Silný
Tuk	<input type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Pod	<input checked="" type="checkbox"/> Nad

Diagnóza obezity

BMI	<input type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Pod	<input checked="" type="checkbox"/> Nad
Procento tuku v těle	<input type="checkbox"/> Normální	<input checked="" type="checkbox"/> Nadměrné přes	<input checked="" type="checkbox"/> Nad
Poměr pasu a boků	<input type="checkbox"/> Normální	<input checked="" type="checkbox"/> Nad	

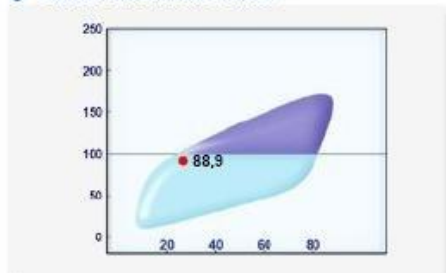
Tělesná rovnováha

Horní	<input checked="" type="checkbox"/> Vyrovnaný	<input type="checkbox"/> Lehce nevyrovnaný	<input type="checkbox"/> Velmi nevyrovnaný
Pod	<input checked="" type="checkbox"/> Vyrovnaný	<input type="checkbox"/> Lehce nevyrovnaný	<input type="checkbox"/> Velmi nevyrovnaný
Horní - dolní	<input checked="" type="checkbox"/> Vyrovnaný	<input type="checkbox"/> Lehce nevyrovnaný	<input type="checkbox"/> Velmi nevyrovnaný

Kontrola váhy

Norma váhy	75,5 kg
Kontrola váhy	-7,7 kg
Kontrola tuku	-7,7 kg
Kontrola svalstva	0,0 kg
Zhodnocení kondice	79 Body

Oblast útrobního tuku



Impedance

Z	Pravá ruka	Levá ruka	Trup	Pravá noha	Levá noha
1kHz	332,6	337,3	25,8	283,9	273,6
5kHz	324,7	329,9	24,0	276,9	267,1
50kHz	280,5	284,6	19,9	238,6	226,0
250kHz	247,3	253,2	16,2	211,7	201,4
500kHz	237,8	244,1	15,2	207,1	194,8
1MHz	230,2	236,7	14,4	199,2	190,2

Zdravá diagnóza

Tělní voda	<input checked="" type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Pod		
Otok	<input checked="" type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Lehký otok	<input type="checkbox"/> Otok	
Životní styl	<input checked="" type="checkbox"/> Normální	<input type="checkbox"/> Upozornění	<input type="checkbox"/> Riskantní	<input type="checkbox"/> Vysoce riskantní