POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ RŮZNÝCH METOD STANOVENÍ TĚLESNÉHO TUKU

COMPARISON OF VARIOUS METHODS FOR ASSESSMENT OF BODY FAT

MAREK BUŽGA[1], VLADISLAVA ZAVADILOVÁ[1], JANA VLČKOVÁ[2], ZUZANA OLEKSIAKOVÁ[1], VÍT ŠMAJSTRLA[3], HANA TOMÁŠKOVÁ[1], ZDENĚK JIRÁK[1], JINDRA KAVKOVÁ[3]

[1]Ostravská univerzita v Ostravě, Lékařská fakulta, Ostrava
[2]Vítkovická nemocnice, Oddělení rehabilitace, Ostrava
[3]Nestátní zdravotnické zařízení Bormed, Denzitometrická laboratoř, Ostrava

SOUHRN

Úvod: Měření podílu tělesného tuku je důležitým ukazatelem výživového a zdravotního stavu člověka. Na zvýšeném obsahu tělesného tuku se podílejí vedle faktorů genetických a hormonálních především výživa a pohybová aktivita. Existují různé metody na stanovení množství tělesného tuku, jejichž výsledky se mohou navzájem výrazně lišit.

Cíl práce: Cílem této studie bylo srovnání výsledků různých metod zaměřených na zjištění množství a distribuce tělesného tuku.

Metodika: Zkoumaný soubor tvořilo 86 žen (21–67 let). Byly měřeny parametry: tělesná hmotnost, výška, obvod pasu v polovině vzdálenosti posledního žebra a crista illiaca, vypočítán body mass index (BMI). Tělesné složení bylo zjišťováno pomocí kaliperace kožních řas metodami podle Pařízkové a podle Matiegky, bioelektrické impedance (BIA), duální rentgenové absorpciometrie (DXA). U 27 žen bylo provedeno stanovení abdominálního tuku pomocí CT ve výši L4–5.

Výsledky: Jednotlivé námi použité metodiky navzájem velmi dobře korelují. Nejlepší korelace byla zjištěna mezi metodou DXA a BIA (r = 0,929) a metodou DXA a podle Pařízkové (r = 0,925), horší korelace byla mezi metodou DXA a podle Matiegky (r = 0,870), a to jak pro váhové, tak pro procentuální vyjádření množství tuku. V absolutním množství tuku se jednotlivé metody v rámci celého souboru navzájem výrazně liší (p < 0,001). Metody DXA a BIA dávaly srovnatelné výsledky ve skupině obézních žen (p = 0,684). BMI koreloval velmi dobře s metodami DXA, BIA, metodami podle Pařízkové, Matiegky a s CT břicha (r = 0,920–0,812). Obvod pasu dobře koreluje s množstvím intraabdominálního tuku stanoveným pomocí CT (r = 0,737).

Klíčová slova: diagnostika obezity, bioelektrická impedance (BIA), duální rentgenová absorpciometrie (DXA), počítačová tomografie (CT), kaliperace

SUMMARY

Introduction: Body composition is an important indicator of male nutrition and health state and depends on a number of factors. Nutrition and physical activity are primary determinants of body composition aside from heredity and hormonal aspects. We can use different methods for assessment of body composition. If the various methods are used the results can differ widely.

Objective: The aim of this study was to compare selected methods for measurement of body fat and its distribution.

Methods: Body composition was assessed in a group of 57 overweight adults (21–67 years old). The following parameters were measured: body height, body weight, circumference of waist (between the 12th rib and crista illiaca), weight/height ratio (BMI). These methods were used for determination of body composition: skin fold thickness measurement by Parizkova, skin fold thickness measurement by Matiegka, bioelectrical impedance (BIA), dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). Abdominal computer tomography (CT) at L4–L5 was used for total abdominal fat assessment in a group of 27 women.

Results: The results of these methods correlate very well. The best correlation was found with DXA and BIA methods (r = 0.929) and DXA and Parizkova method (r = 0.925). Worse correlation was found with DXA and Matiegka method (r = 0.870) for the total amount of body fat and body fat percentage. There were significant differences in body fat amount assessed by DXA and other methods (p < 0.001). The results for DXA and BIA methods were similar in the group of obese women (p = 0.684). BMI correlated with DXA, BIA, Parizkova, Matiegka and abdominal CT very well (r = 0.920–0.812). Good correlation was found between waist circumference and abdominal fat estimated by CT (r = 0.737).

Key words: obesity diagnostics, bioelectrical impedance (BIA), dual-energy X-ray absorptiometry (DXA), computed tomography (CT), caliperation

Úvod

Obezita patří mezi nejrychleji se šířící civilizační choroby. Zasahuje dnes populaci nejen v rozvinutých státech světa, ale i v rozvojových zemích. Obezita paradoxně neznamená lepší výživu, ale může skrývat malnutrici s nedostatkem vlákniny, vitamínů a minerálů (1). Údaje zveřejněné International Obesity Task Force uvádějí nejméně 1,1 miliardy osob s nadváhou a obezitou, z nichž je 318 milionů obézních (2). Pokud u asijské populace po-

užijeme jako kritérium pro nadváhu BMI ≥ 23,0 kg/m^2 a ≥ 25,0 kg/m^2 pro obezitu, pak počet osob s nadváhou a obezitou vzroste na neuvěřitelných 1,7 miliardy osob (3, 4). Dle prognóz by v roce 2015 mohlo být na světě 2,3 miliardy dospělých s nadváhou a obezitou, z toho více než 700 milionů lidí trpících obezitou (5). Česká republika se řadí do čela evropského žebříčku prevalence nadváhy a obezity. Podle posledního velkého průzkumu, provedeného v letech 2008–2009 STEM/MARK, trpí 30 % Čechů nadváhou a 25 % obezitou (6).

K diagnostice nadváhy a obezity se v běžné klinické praxi a v epidemiologických studiích používá nejčastěji body mass index (BMI). Jedná se metodu levnou a jednoduchou. Její nevýhodou je, že neodráží podíl tělesného tuku a svalové hmoty. BMI není tedy vhodný například pro posouzení tělesné hmotnosti sportovců s vysoce vyvinutou svalovou hmotou, u nichž může vést k chybné diagnóze ve smyslu falešné pozitivní diagnózy obezity (4, 7). V klinické praxi jsou využívány metody umožňující stanovení množství tělesného tuku. Nejméně náročnou metodou je měření tloušťky kožních řas pomocí kaliperu. Existují různé metodiky měření a několik typů kaliperů. U nás hojně využívanou je kaliperace deseti kožních řas metodou podle Pařízkové kaliperem typu Best (8). Procento tuku se stanovuje pomocí rovnic nebo tabulek, jež byly odvozeny z výsledků referenční metody hydrodenzitometrie u pokusných osob. Nejstarší metodou na výpočet složení těla je metoda podle Matiegky (9). Ta spočívá v měření tloušťky šesti kožních řas, čtyř obvodových rozměrů a čtyř šířkových kostních parametrů. Podmínkou pro získání kvalitních výsledků u metod založených na kaliperaci je erudice vyšetřujícího. Další metodou, v posledních letech stále častěji využívanou, je metoda bioimpedanční analýzy (BIA). Tato metoda je založena na rozdílném odporu tukové tkáně a svalstva při průchodu elektrického proudu. Pro měření je využíván střídavý proudu o nízké intenzitě 400 až 800 μA a frekvenci 1 až 1000 kHz. Metoda BIA je pro vyšetřovaného i vyšetřujícího nenáročná. Avšak přesnost měření závisí zejména na adekvátní hydrataci organismu a uspořádání elektrod (7, 10, 11). V České republice jsou používány přístroje s elektrodami s uspořádáním bimanuálním (Omron) – elektrody na madlech pro uchopení rukama–, bipedálním (Tanita), při němž vyšetřovaná osoba stojí na váze s vyznačeným umístěním elektrod, nebo tetrapolárním, spočívajícím v kombinaci obou předchozích umístění elektrod (InBody, Tanita). Další možností je využití tetrapolárních přístojů BIA, kdy je měření prováděno vleže a elektrody se nacházejí po dvou na zápěstí a nad hlezenním kloubem pravostranných končetin (Bodystat, Nutriguard M). Výhodou tetrapolární bioimpedanční analýzy je komplexní měření tělesného složení s uvedením zastoupení jednotlivých tělesných tkání.

Referenční metodou pro stanovení množství tělesného tuku a složení těla je duální rentgenová absorpciometrie (DXA) (10). Princip metody spočívá v odlišné absorpci rentgenového záření (o dvou různých vlnových délkách a velmi nízké intenzitě) tukovou tkání, svalovou tkání a kostmi. Nevýhodou této metody je značná finanční náročnost na přístrojovou techniku a nemožnost jejího využití v terénních studiích.

Z hlediska posouzení rizika vzniku tzv. civilizačních onemocnění se klade v současné době velký důraz na sledování distribuce tělesného tuku. Jako vysoce rizikové se jeví zejména zvýšené množství intraabdominální tukové tkáně. Zlatým standardem pro stanovení intraabdominálního tuku je počítačová tomografie (CT). Nejjednodušší metodou pro posouzení kardiovaskulárního rizika je měření obvodu pasu. Obvod pasu velmi dobře koreluje s intraabdominálním obsahem tukové tkáně zjišťovaným pomocí CT a se vznikem komplikací obezity (4). Metoda CT není vhodná pro rutinní stanovení množství intraabdominálního tuku, jelikož značně zatěžuje vyšetřované rtg zářením.

Cíl práce

Cílem této práce bylo porovnat výsledky měření procenta tuku kaliperací (metody podle Pařízkové a podle Matiegky) a metodou BIA s výsledky získanými metodou DXA. Dalším cílem bylo vytvoření korekčních rovnic, pomocí nichž by bylo možno korigovat výsledky získané kaliperací a BIA tak, aby se co nejvíce přiblížily výsledkům měření metodou DXA.

Metodika

Tělesné složení souboru 86 žen ve věku 21 až 67 let: Jednalo se o skupinu 27 žen sledovaných v rámci obezitologické poradny oddělení rehabilitace Vítkovické nemocnice v Ostravě, 8 pacientek Fakultní nemocnice Ostrava indikovaných k bariatrické operaci – sleeve gastrektomii –, skupinu 20 zaměstnankyň oddělení rehabilitace Vítkovické nemocnice v Ostravě a skupinu 31 studentek a zaměstnankyň Ostravské univerzity v Ostravě. U všech vyšetřovaných osob byla změřena tělesná hmotnost a výška, vypočítán BMI. Dle hodnocení BMI mělo 47 žen optimální tělesnou hmotnost, 16 žen nadváhu a 23 žen bylo obézních. Pro stanovení množství tělesného tuku byly využity metody: kaliperace kožních řas metodami podle Pařízkové (8) a podle Matiegky (9) kaliperem typu Best, BIA přístrojem Tanita BC-418 s tetrapolárním uspořádáním elektrod a DXA (Discovery W, Hologic, USA) na oddělení denzitometrie NZZ Bormed v Ostravě. Pro posouzení distribuce tělesného tuku byl u vyšetřovaných osob měřen obvod pasu v polovině vzdálenosti posledního žebra a crista illiaca. U 27 žen sledovaných v rámci obezitologické poradny bylo provedeno CT břicha v úrovni L4–5. Všechna měření byla provedena u každé osoby v jednom dni. Vyšetřované osoby byly poučeny o zajištění adekvátního příjmu tekutin den před měřením. Časový odstup od posledního jídla a pití činil přibližně 1 hodinu.

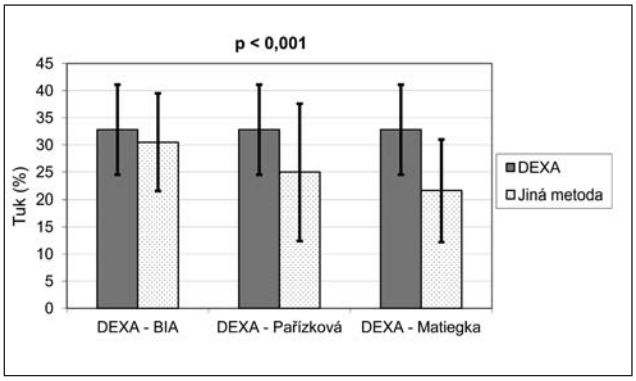
Pro statistické zhodnocení naměřených dat byla použita regresní a korelační analýza. Pro zjištění rozdílů výsledků různých metod měření procenta tělesného tuku byl použit párový t-test na hladině významnosti 5 %. Analýza byla provedena programem Stata v. 9.

Výsledky

Podrobnější charakteristika zkoumaného souboru je uvedena v tab. 1. BMI koreloval velmi dobře s procentem tělesného tuku stanoveným všemi metodami (r = 0,858–0,949). Obvod pasu koreloval velmi dobře

Tab. 1: Základní charakteristika souboru

N = 86	X ± SD	Min	Max
Věk (roky)	35,5 ± 13,5	21	67
Výška (cm)	165,1 ± 6,0	153,0	180,0
Hmotnost (kg)	70,8 ± 15,9	41,2	108,3
BMI (kg/m^2)	26,1 ± 6,2	16,5	45,2
DEXA – tuk (%)	32,8 ± 8,3	16,1	49,5
BIA – tuk (%)	30,5 ± 9,4	8,4	50,0
Pařízková – tuk (%)	25,0 ± 9,0	6,0	40,9
Matiegka – tuk (%)	21,6 ± 12,6	5,3	52,7



Obr. 1: Procento tuku stanovené jednotlivými metodami – celý soubor.

s tělesným tukem v procentech stanoveným pomocí DXA (r = 0,849) a množstvím abdominálního tuku zjišťovaným pomocí CT (r = 0,737). Abdominální tuk stanovený pomocí CT velmi dobře koreloval s procentem tělesného tuku stanoveným metodou DXA (r = 0,892). Z hlediska celkového procenta tělesného tuku vykazovala nejlepší korelaci s referenční metodou DXA metoda BIA (r = 0,929), velmi dobré korelace byly zjištěny i u metod podle Pařízkové (r = 0,925) a Matiegky (r = 0,870). V absolutních hodnotách dávaly však jednotlivé metody statisticky významně nižší hodnoty než DXA. Metoda BIA dávala hodnoty tuku v průměru o 2,3 % nižší. Výsledky metod podle Pařízkové a podle Matiegky vycházely v průměru o 7,8 % a 11,2 % nižší. Výsledky srovnávacích měření znázorňuje obr. 1. V rámci celého souboru byly odvozeny rovnice jednoduché lineární regrese (tab. 5).

Zahrnutí dalších sledovaných parametrů jako věk, obvod pasu, BMI, tloušťka kožní řasy nad tricepsem a nad patelou, jakož i šířka epikondylů humeru a femuru do výpočtu korekčních rovnic pro metodu BIA nepřineslo žádné zlepšení. Korelace sledovaných parametrů jsou uvedeny v tab. 2.

Zkoumaný soubor byl dále rozdělen na dvě skupiny podle BMI. První skupina zahrnovala ženy s optimální tělesnou hmotností a nadváhou (n = 63). Do druhé skupiny byly zařazeny ženy s obezitou I. až III. stupně (n = 23). Korelační koeficienty pro vztah mezi % tuku stanoveným metodou DXA a sledovanými metodami u obou dílčích souborů uvádí tab. 3 a 4.

Korekční rovnice, pomocí nichž by bylo možno korigovat výsledky získané kaliperací a BIA tak, aby se co nejvíce přiblížily výsledkům měření metodou DXA, jsou pro jednotlivé skupiny uvedeny v tab. 5.

Diskuse

V celém souboru byla zjištěna dobrá korelace mezi procentem tuku stanoveným referenční metodou DXA a všemi námi sledovanými metodami, přičemž nejlepší korelaci jsme zjistili u metody BIA. V absolutních hodnotách se však hodnoty procenta tuku stanovené jednotlivými metodami významně liší. Nejmenší rozdíl proti metodě DXA jsme zjistili opět u metody BIA, nejhorší výsledky dávala metoda podle Matiegky. Rozdílné hodnoty procenta tuku dosažené metodou BIA a DXA u souboru žen s normální hmotností a nadváhou a u skupiny obézních žen ukazují, že pro korekci hodnot naměřených metodou BIA nelze použít jednu rovnici, ale minimálně rovnice dvě v závislosti na hodnotě BMI.

Statisticky významně nižší u našeho souboru byly hodnoty procenta tuku zjišťované metodou podle Pařízkové v porovnání s výsledky standardní metody DXA, což udávají i jiní autoři (12–14). Metoda měření kožních řas podle Matiegky i další metody založené na kaliperaci kožních řas dávaly u našeho souboru a stejně tak i v dalších studiích v průměru nižší výsledky než metoda BIA (7, 15).

Metoda BIA dávala ve skupině žen s normální hmotností a nadváhou v průměru o 3,2 % nižší výsled-

Tab. 2: Výsledky korelační analýzy

	Věk	BMI	Obvod pasu	Řasa nad tricepsem	Řasa nad patelou	Epikond. humeru	Epikond. femuru	% tuku DEXA	% tuku BIA
Věk	1,000	0,197	0,206	0,117	–0,095	0,190	0,292	0,273	0,385
BMI	0,197	1,000	0,790	0,719	0,616	0,318	0,605	0,629	0,675
Obvod pasu	0,206	0,790	1,000	0,679	0,295	0,363	0,573	0,603	0,523
Řasa nad tricepsem	0,117	0,719	0,679	1,000	0,335	0,188	0,328	0,629	0,560
Řasa nad patelou	–0,095	0,616	0,295	0,335	1,000	0,210	0,423	0,545	0,685
Epikond. humeru	0,190	0,318	0,363	0,188	0,210	1,000	0,790	0,270	0,336
Epikond. femuru	0,292	0,605	0,573	0,328	0,423	0,790	1,000	0,450	0,516
% tuku DEXA	0,273	0,629	0,603	0,629	0,545	0,270	0,450	1,000	0,833
% tuku BIA	0,385	0,675	0,523	0,560	0,685	0,336	0,516	0,833	1,000

Tab. 3: Výsledky měření ve skupině žen s normální hmotností a nadváhou

Sledované parametry	DEXA	BIA	Pařízková	Matiegka
Tuk (%)	29,5 ± 7,0	26,3 ± 7,1	20,8 ± 6,7	14,9 ± 6,3
Korelace s DEXA	—	r = 0,869	r = 0,891	r = 0,849
T-test s DEXA (% tuku)	—	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
Tuk (kg)	18,6 ± 6,6	17,0 ± 6,8	13,5 ± 5,8	9,8 ± 5,5
Korelace s DEXA	—	r = 0,938	r = 0,950	r = 0,925
T-test s DEXA (kg tuku)	—	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001

Tab. 4: Výsledky měření ve skupině obézních žen

Sledované parametry	DEXA	BIA	Pařízková	Matiegka
Tuk (%)	41,9 ± 3,6	42,1 ± 3,6	36,4 ± 2,3	39,3 ± 6,2
Korelace s DEXA	—	r = 0,884	r = 0,558	r = 0,635
T-test s DEXA (% tuku)	—	p = 0,684	p < 0,001	p = 0,016
Tuk (kg)	38,5 ± 6,0	39,3 ± 6,2	33,9 ± 4,6	36,8 ± 8,7
Korelace s DEXA	—	r = 0,955	r = 0,873	r = 0,870
T-test s DEXA (kg tuku)	—	p = 0,067	p < 0,001	p = 0,104

Tab. 5: Korekční rovnice pro výpočet % tuku metodou BIA a kaliperací

Skupina	Korekční rovnice	T-test po korekci
Celý soubor	% tuku (DEXA) = 7,77 + 0,82 × % tuku (BIA)	p = 0,975
	% tuku (DEXA) = 11,50 + 0,85 × % tuku (podle Pařízkové)	p = 0,839
	% tuku (DEXA) = 20,32 + 0,58 × % tuku (podle Matiegky)	p = 0,892
Norma + nadváha	% tuku (DEXA) = 7,0 + 0,85 × % tuku (BIA)	p = 0,782
	% tuku (DEXA) = 10,21 + 0,93 × % tuku (podle Pařízkové)	p = 0,794
	% tuku (DEXA) = 15,35 + 0,95 × % tuku (podle Matiegky)	p = 0,565
Obezita	% tuku (DEXA) = 4,03 + 0,90 × % tuku (BIA)	p = 0,939
	% tuku (DEXA) = 10,19 + 0,87 × % tuku (podle Pařízkové)	p = 0,872
	% tuku (DEXA) = 27,32 + 0,37 × % tuku (podle Matiegky)	p = 0,873

ky. Statisticky významně nižší výsledky metody BIA v porovnání s metodou DXA uvádějí i další autoři (7, 16). Ve skupině obézních žen bylo procento tělesného tuku naměřené pomocí BIA nepatrně vyšší (v průměru o 0,2 %) než hodnoty zjištěné pomocí DXA. Výsledky metody BIA mohou být v souboru obézních žen vyšší než výsledky metody DXA, neboť při větším tělesném objemu se vyšetřovaný nemusí vejít do skenovaného pole. Se zvyšující se tloušťkou tukové tkáně navíc dochází také k vyšší absorpci fotonů (4, 10, 11).

Výsledky metod BIA, podle Pařízkové i podle Matiegky po přepočítání dle vytvořených korekčních rovnic odpovídaly výsledkům metody DXA v rámci celého souboru i jednotlivých skupin. Dobrou shodu výsledků vlastních vytvořených predikčních rovnic pro metody BIA a výsledků metody DXA uvádějí také další autoři (7, 16).

Výsledky metod zaměřených na zjišťování tělesného složení závisí na mnoha faktorech. V první řadě se jedná o typ použitého přístroje, zručnost a zkušenost obsluhujícího personálu. Dalšími faktory, které je nutné brát v úvahu při tvorbě predikčních rovnic, jsou věk, pohlaví, množství a distribuce tělesného tuku vyšetřovaných (7, 12, 16, 17). Někteří zahraniční autoři uvádějí mimo jiné, že predikční rovnice možná nefungují stejně dobře u všech etnických skupin (17, 18).

Další podmínkou pro stanovení tělesného složení pomocí metody BIA je adekvátní hydratace organismu. Všetulová a Bunc (16) uvádějí, že stav hydratace organismu může způsobit chybu o velikosti 2–4 %. Tomu jsme se snažili u našeho souboru předejít poučením vyšetřovaných o dodržování pitného režimu 24 hodin před měřením a v den měření minimálně hodinovým časovým odstupem od posledního jídla a pití.

K možným chybám při použití metody BIA dochází i v důsledku předpokladů válcového modelu a homogenní hustoty lidského těla (19).

Závěr

Pro klinickou praxi se na základě našich výsledků i výsledků jiných autorů metoda BIA jeví jako nejvhod-

nější metoda pro stanovení množství tělesného tuku. Při použití správných korekčních rovnic dává metoda BIA výsledky srovnatelné s metodou DXA. Pro terénní měření tělesného tuku je možné využívat metodu podle Pařízkové, která sice dává statisticky významně nižší výsledky, ale po přepočítání zjištěného procenta tělesného tuku pomocí korekčních rovnic se výsledky výrazně blíží výsledkům metody DXA. Pro vytvoření obecně platných rovnic je potřeba dalšího šetření na větších populačních skupinách různého věku, pohlaví a tělesného složení. Pro posouzení účinnosti léčby nadváhy a obezity je možné využívat i méně přesné metody měření tělesného složení. Je ale nezbytné používat vždy stejné přístroje a stejné podmínky opakovaných měření.

Poděkování:

Studie byla podpořena granty z rozpočtu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky, přidělenými prostřednictvím Ostravské univerzity v Ostravě pod registračními čísly SGS/ /FZS1/2010 a SGS2/LF/2011.

LITERATURA

1. Berková M, Berka Z. Obezita, body mass index, obvod pasu a mortalita. Vnitr Lek. 2011;57(1):85-91.
2. Fried M, Hainer V, Basdevant A, Buchwald H, Dietel M, Finer N, et al. Interdisciplinární evropská závazná doporučení pro chirurgickou léčbu těžké obezity. Vnitr Lek. 2008;54(4): 421-9.
3. Haslam DW, James WP. Obesity. Lancet. 2005 Oct 1;366(9492):1197-209.
4. Hainer V, et al. Základy klinické obezitologie. 2 vyd. Praha: Grada; 2011.
5. World Health Organization. Media centre. Obesity and overweight. Fact sheet N°311 [Internet]. Geneva: WHO; 2012 [cited 2012 Jun 20]. Available from: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html.
6. Matoulek M, Svačina Š, Lajka J. Výskyt obezity a jejích komplikací v České republice. Vnitr Lek. 2010;56(10):1019-27.
7. Větrovská R, Lačňák Z, Haluzíková D, Fábin P, Hájek P, Horák L, et al. Srovnání různých metod pro stanovení množství tuku v těle u žen s nadváhou a obezitou. Vnitr Lek. 2009;55(5):455-61.
8. Pařízková J. Body fat and physical fitness: body composition and lipid metabolism in different regimes of physical activity. Praha: Avicenum; 1977.
9. Bláha P, et al. Antropometrie československé populace od 6 do 35 let (Československá spartakiáda). Praha: Oddělení zdravotnického zajištění vrcholového sportu; 1982.
10. Thomson R, Brinkworth GD, Buckley JD, Noakes M, Clifton PM. Good agreement between bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry for estimating changes in body composition during weight loss in overweight young women. Clin Nutr. 2007 Dec;26(6):771-7.
11. Verdich C, Barbe P, Petersen M, Grau K, Ward L, Macdonald I, et al. Changes in body composition during weight loss in obese subjects in the NUGENOB study: comparison of bioelectrical impedance vs. dual-energy X-ray absorptiometry. Diabetes Metab. 2011 Jun;37(3):222-9.
12. Dlouhá R, Heller J, Bunc V, Giampietro M, Gambarara D, Andreoli A, et al. Srovnání rovnic Pařízkové pro zjišťování tělesného tuku sportujících žen. Med Sport Boh Slov. 1998;7(1):7-12.
13. Herm KP. Body fat estimation methods. Dtsch Z Sportmed. 2003;54(5):153-4. (In German.)
14. Korth O, Bosy-Westphal A, Müller MJ. Validity of body fat estimation methods compared to a 4-compartment model. Dtsch Z Sportmed. 2005;56(7-8):235. (In German.)
15. Riegrová J, Přidalová M, Valenta M, Dostálová I. Analýza složení těla pomocí bioimpedance a antropometrie u moravských žen ve věku senescence, vliv střednědobého pohybového experimentu. Med Sport Boh Slov. 2008;17(4):191-6.
16. Všetulová E, Bunc V. Využití bioimpedanční metody pro stanovení procenta tělesného tuku obézních žen. Cas Lek Ces. 2004;143(8):528-32.
17. Fakhrawi DH, Beeson L, Libanati C, Feleke D, Kim H, Quansah A, et al. Comparison of body composition by bioelectrical impedance and dual-energy x-ray absorptiometry in overweight/obese postmenopausal women. J Clin Densitom. 2009 Apr-Jun;12(2):238-44.
18. Loftin M, Nichols J, Going S, Sothern M, Schmitz KH, Ring K, et al. Comparison of the validity of anthropometric and bioelectric impedance equations to assess body composition in adolescent girls. Int J Body Compos Res. 2007;5(1):1-8.
19. Bunc V. Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. Cas Lek Ces. 2007;146(5):492-6.

Došlo do redakce: 26. 11. 2011
Přijato k tisku: 9. 5. 2012

Mgr. Marek Bužga
Ústav fyziologie
Lékařská fakulta OU
Syllabova 19
703 00 Ostrava
E-mail: marek.buzga@osu.cz