

ZMĚNA TĚLESNÉ BIOIMPEDANCE V ZÁVISLOSTI NA FYZICKÉ AKTIVITĚ

Jan HLÚBIK¹, Pavol HLÚBIK²

¹České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, katedra kybernetiky, Praha

²Univerzita obrany, Fakulta vojenského zdravotnictví, katedra vojenské hygieny, Hradec Králové

Souhrn

Měření a hodnocení tělesné bioimpedance představuje jednu z důležitých technicky náročných a současně pro kliniku jednoduchých neinvazivních metod vhodných pro sledování změn tělesného složení: fat mass, FFM a TBW. Cílem této práce je zjistit vliv fyzické aktivity na výsledky tělesného složení získaného přístroji InBody 720 a Tanita MC-180. Výsledky zjištěné ve sledování směřují k závěru, že krátkodobá fyzická zátěž významně neovlivňuje prokrvení jednotlivých tkání a tím nedochází k významným změnám impedance a tělesného složení. Nebyly prokázány statisticky významné změny obsahu tělesného tuku (fat mass) ani tukuprosté tělesné hmotnosti (fat free mass).

Klíčová slova: Tělesná bioimpedance; Celková tělesná voda; Tukuprostá tkáň; Tělesný tuk.

Change of Body Bioimpedance in Dependence on Physical Activity

Summary

Measurement and assessment of physical bioimpedance is one of important, technically demanding and simultaneously simple non-invasive methods for clinics, which is suitable for monitoring of body composition changes: fat mass, FFM and TBW. The goal of this work is to find out what effects has a physical activity on the human body composition obtained from InBody 720 a Tanita MC-180 MA. Results discovered by monitoring lead to the conclusion that a short-time physical load does not significantly influence blood return of individual tissues and thereby no important changes of impedance and body composition are observed. Neither statistically important changes of fat mass, nor fat free mass was proved.

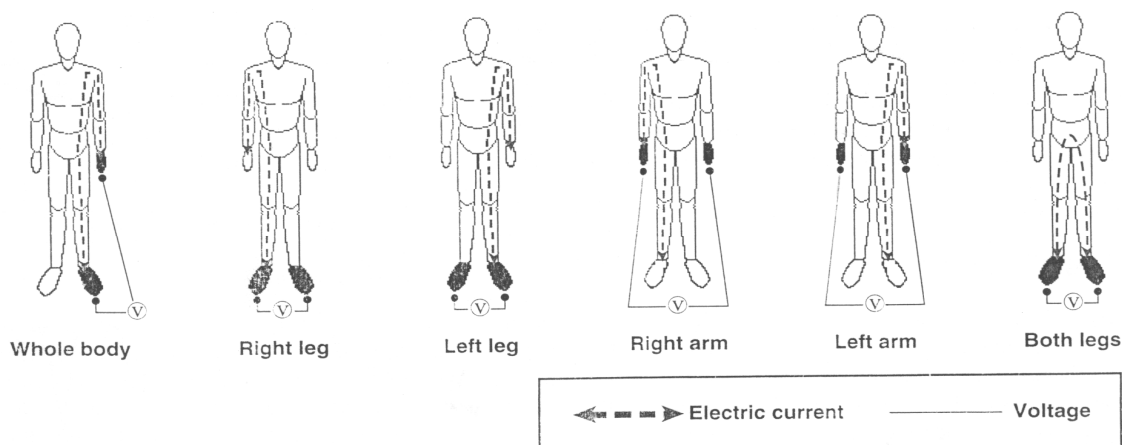
Key words: Bioelectrical impedance analysis; Total body water; Fat free mass; Fat body mass.

Úvod

V uplynulých padesáti letech došlo a neustále dochází k obrovskému nárůstu poznatků prakticky ve všech oblastech přírodních věd. Současně je pozorována integrace, prolínání a vzájemné využívání jednotlivých poznatků, roste význam mezioborové spolupráce. Uvedený interdisciplinární přístup je velice zřejmý i v medicíně, kde fyzika, chemie, elektrotechnika a další technické obory hrají důležitou roli nejenom při rozpoznávání podstaty onemocnění, ale významným způsobem zasahují i do terapie řady závažných onemocnění. Hodnocení tělesného složení za využití technicky náročných postupů, měření tělesné bioimpedance (BIA – bioelectrical impedance analysis) představuje v klinickém použití relativně jednoduché a neinvazivní metody vhodné pro stanovení poměru jednotlivých tělesných komponent (LBM – lean body mass – tukuprostá tělesná hmota, FBM – fat body mass – tělesný tuk, TBW – total body water – celková tělesná voda,

ECW – extracellular water – extracelulární voda, ICW – intracellular water – intracelulární voda).

Při měření bioimpedance vpravíme pomocí dvou a více elektrod do lidského těla definovaný elektrický proud a pak sledujeme tělesnou odpověď na tento podnět (1, 2, 3). Měří se pasivní elektrické vlastnosti tělesných tkání. Jedná se o metodu neinvazivní, bezpečnou, levnou, rychlou a při dodržení standardních podmínek i přesnou. Bioimpedance využívá ve své podstatě bioelektrinu proudící mezi měřicími elektrodami. Při použití této metody je nutno brát v úvahu určité faktory, jako jsou krev a krevní řečiště, srdeční aktivita, kontrakce dělohy, nervová aktivita, objem krevních buněk, krevní tlak, slinění, pocení a pravděpodobně i tělesnou aktivitu. V současné době se velmi často používá měření tělesného složení následujícími metodami: dvouelektrodové (bimanuální nebo bipedální) a čtyř-osmielektrodové (při kterém jsou snímány nohy a ruce současně). Měření může být prováděno monofrekvenčně nebo polyfrekvenčně (4, 6).



Obr. 1: Metoda měření jednotlivých tělesných segmentů (Manuál k přístroji Tanita MC-180 MA)

Cíl

Měření tělesné impedance je ovlivňováno řadou objektivních faktorů, např. teplotou a vlhkostí prostředí, jež by v extrémních podmínkách mohly případně vést ke zvýšení tělesné teploty a vlhkosti kůže, což by mohlo mít negativní vliv na výsledky měření. K subjektivním podmínkám lze řadit celou řadu patologických situací – stavy doprovázené horečkou, otoky, ascites, dehydratace a další. K fyziologickým situacím, které by mohly ovlivnit měření tělesné bioimpedance a tím i hodnocení tělesného složení, lze zařadit i zvýšenou fyzickou zátěž. V předložené studii byla pozornost zaměřena na hodnocení vlivu dózované fyzické zátěže na změny tělesné impedance.

Metody sledování a soubor sledovaných osob

Měření u sledovaných osob bylo prováděno za standardních podmínek přístrojem Tanita MC-180 MA a InBody 720. Oba přístroje jsou multifrekvenční a čtyř-osmielektrodové, schopné provést i tzv. segmentové měření (měření jednotlivých tělesných částí, nejčastěji se jedná o levou a pravou nohu a ruku). Samotné segmentové měření je následně prováděno tak, že elektrický proud vychází z elektrod na konci prstů u rukou a nohou. Napětí je pak měřeno na konci prstů a na patách. Touto metodou je možné dosáhnout měření pro jednotlivé tělesné části. Metoda je uvedena na obr. 1.

Tanita je multifrekvenční přístroj pro měření tělesného složení, který současně měří také tělesnou hmotnost. Před měřením se u každé pokusné osoby

zadáva věk, tělesná výška, pohlaví a evropský či asijský typ. V naší studii byli všichni jedinci evropského typu. Přístroj Tanita má možnost přímého připojení do počítače buď pomocí sériové linky, nebo pomocí USB. V našem případě bylo použito USB. Všechna data se zadávala do softwaru, který byl s přístrojem dodán. Jednalo se o software Health Monitor – Tanita Version 2.0.6 BETA, pomocí něhož byla následně prováděna komunikace s přístrojem. Druhým používaným přístrojem byl InBody 720. Jedná se o multifrekvenční osmielektrodový přístroj, který má možnost autonomní funkce, nicméně opět bylo použito spojení do počítače, tentokrát přes sériovou linku. Komunikace se zařízením probíhala pomocí dodávaného softwaru, do kterého se zadaly všechny potřebné hodnoty: výška, pohlaví a věk pokusné osoby.

Ve výsledkových listech z obou přístrojů lze vyčíst všechny požadované hodnoty. Je zde uvedeno: hmotnost pokusné osoby, výška (externě zadávána), tuk v %, tuk v kg, FFM, Muscle mass, TBW v %, BMI a Bone mass. K těmto hodnotám jsou následně uvedeny i standardy a rozmezí. Dále jsou uvedeny důležité hodnoty ECW a ICW. Je provedeno segmentační měření a ohodnoceno, jaké jsou hodnoty svalové a tukové tkáně v jednotlivých segmentech. Nakonec je uvedena důležitá tabulka hodnot impedance, rezistence a reaktance (pro přístroj Tanita MC-180 MA) v závislosti na frekvencích, na kterých je přístroj schopen měřit. U Tanita MC-180 MA jsou to frekvence 5 kHz, 50 kHz, 250 kHz a 500 kHz. U InBody 720 pak 1 kHz, 5 kHz, 50 kHz, 250 kHz, 500 kHz a 1 MHz. Každý přístroj má uvedenou škálu hodnocení tělesné kondice. V případě Tanity se jedná o rozmezí (které zařadí pokusnou osobu do určité

kategorie fyzické kondice), v případě InBody jsou to pak body pro zhodnocení tělesné kondice.

V souboru bylo sledováno celkem 15 pokusných osob – 3 ženy a 12 mužů ve věkové kategorii 22 až 39 let bez zjevných známek nemoci. Základní charakteristika sledovaného souboru je uvedena v tab. 1.

Tabulka 1

Vstupní hodnoty pokusných osob pro měření vlivu fyzické zátěže na výsledky tělesného složení

ID	Pohlaví	Věk (roky)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)	BMI
d1	Ž	26	166	59,5	21,6
d2	M	32	197	107,8	27,8
d3	Ž	22	164	66,3	24,6
d4	M	25	173	70,1	23,4
d5	Ž	30	162	85,3	32,5
d6	M	23	173	81,4	27,2
d7	M	22	181	86,3	26,3
d8	M	32	186	95,1	27,5
d9	M	26	183	77,8	23,2
d10	M	31	176	86,7	28,0
d11	M	31	189	91,0	25,5
d12	M	39	182	84,0	25,4
d13	M	29	175	74,2	24,2
d14	M	39	174	80,4	26,6
d15	M	28	175	76,4	24,9

V průběhu sledování byla zjišťována změna impedance a tělesného složení před fyzickou aktivitou a

po fyzické aktivitě. Tělesná impedance byla u pokusných osob změřena před zátěžovým testem. Následně byl proveden Ruffierův test (30 dřepů po dobu 30 s) a po něm byla opět změřena impedance.

Výsledky a diskuse

Lze předpokládat, že zvýšená fyzická zátěž může mít vliv na vzestup tepové frekvence, na změnu hemodynamických poměrů a na změnu prokrvení jednotlivých oblastí těla, což by mohlo vést ke změnám impedance a následně ke změnám hodnot sledovaných veličin tělesného složení LBM, FBM, TBW, ECW, ICW. V následujících tabulkách a grafu jsou zaznamenány výsledky sledování vlivu dózované fyzické aktivity na změny tělesné impedance a tělesného složení.

V tabulce 2 jsou zaznamenány změny hodnot TBW, ICW, ECW, fat %, fat free mass, před fyzickou zátěží a po fyzické zátěži na obou přístrojích u sledovaných jedinců. Nebyly zaznamenány významné změny v základních hodnotách tělesného složení u jednotlivých pokusných osob. Z tabulky vyplývá relativně velká intraindividuální rozdílnost v tělesném složení včetně reakce na tělesnou zátěž v závislosti na předpokládané tělesné zdatnosti.

U osob s nižší tělesnou zdatností dochází v průběhu zátěže k rychlejšímu nárůstu tepové frekvence, která dosahuje vyšších hodnot v porovnání s oso-

Tabulka 2

Hodnoty před fyzickou aktivitou a po fyzické aktivitě (FFM v kg)

Pacient	Tanita – před fyzickou zátěží			InBody – před fyzickou zátěží			Tanita – po fyzické zátěži			InBody – po fyzické zátěži		
	Tuk (%)	Tuk (kg)	FFM	Tuk (%)	Tuk (kg)	FFM	Tuk (%)	Tuk (kg)	FFM	Tuk (%)	Tuk (kg)	FFM
1	21,9	13,1	46,4	23,5	14,0	45,6	22,7	13,5	46,0	24,1	14,3	45,3
2	15,9	17,2	90,7	12,2	13,2	95,2	16,2	17,5	90,4	12,3	13,3	95,1
3	29,1	19,3	47,0	33,3	22,2	44,3	29,2	19,4	46,9	33,2	22,1	44,3
4	13,9	9,8	60,4	11,8	8,3	62,0	13,7	9,6	60,5	12,2	8,5	61,8
5	33,9	29,0	56,4	39,2	33,6	52,0	34,0	29,0	56,3	39,5	33,8	51,8
6	16,1	13,1	68,3	12,1	9,9	72,0	16,0	13,1	68,4	12,4	10,1	71,4
7	16,0	13,8	72,5	13,9	12,0	74,5	15,8	13,7	72,7	15,1	13,1	73,8
8	19,8	18,8	76,3	13,0	12,4	82,8	19,7	18,7	76,4	12,9	12,3	83,0
9	9,1	7,1	70,7	3,0	2,4	75,5	13,8	10,7	67,0	6,1	4,8	73,6
10	20,2	17,5	69,2	18,3	15,9	70,9	20,2	17,5	69,2	18,2	15,8	71,0
11	20,5	18,7	72,3	16,9	15,5	75,7	20,1	18,3	72,7	17,3	15,8	75,8
12	17,0	14,3	69,7	14,4	12,1	72,0	17,2	14,5	69,6	14,1	11,9	72,3
13	13,4	10,0	64,2	12,8	9,5	64,8	13,6	10,1	64,1	12,2	9,1	65,3
14	23,6	19,0	61,5	25,3	20,4	60,2	23,6	19,1	61,7	25,6	20,7	59,9
15	20,0	15,3	61,1	21,8	16,6	59,8	20,2	15,4	61,0	22,4	17,2	59,3
Průměr	19,36	15,71	65,76	18,10	14,53	67,15	19,73	15,98	65,49	18,51	14,85	66,91

Tabulka 3

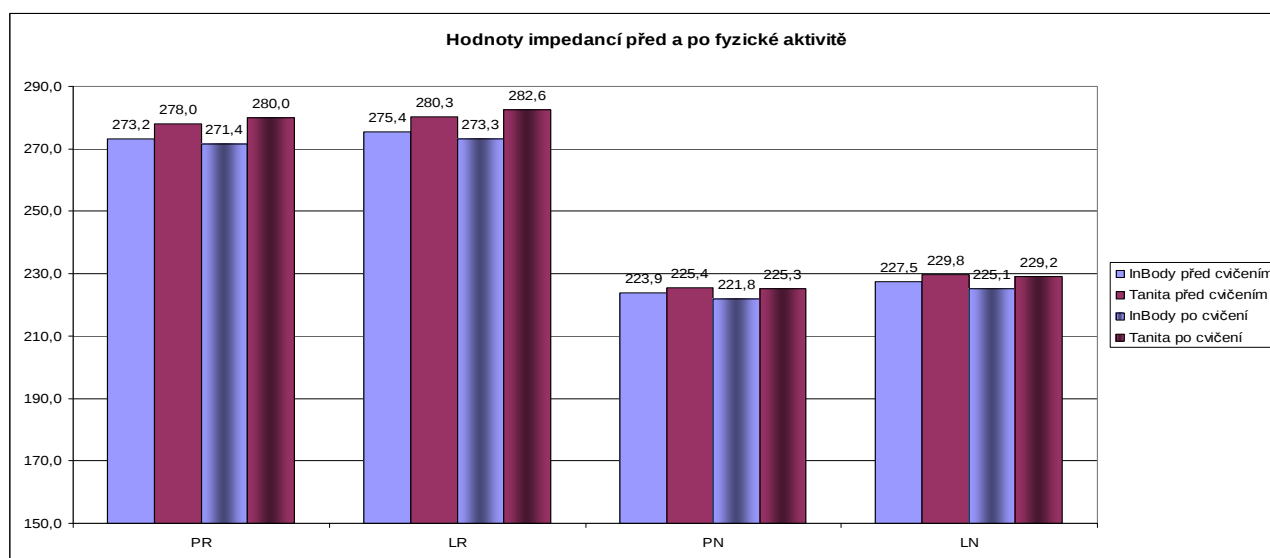
Změny tělesného složení – Tanita

Měření	Tuk (%)	Tuk (kg)	FFM	TBW	TBW (%)	ECW	ICW
Průměr před zátěží	19,360	15,707	65,757	47,377	58,140	18,577	28,797
sd	6,019	5,064	10,843	7,819	4,702	2,480	5,433
Průměr po zátěži	19,733	15,983	65,493	47,207	57,887	18,570	28,637
sd	5,627	4,720	10,812	7,798	4,468	2,480	5,385
p	0,259	0,273	0,306	0,338	0,256	0,653	0,358

Tabulka 4

Změny tělesného složení – InBody

Měření	Tuk (%)	Tuk (kg)	FFM	TBW	TBW (%)	ECW	ICW
Průměr před zátěží	18,100	14,533	67,153	49,187	59,973	18,173	31,013
sd	8,931	6,907	13,267	9,733	6,542	3,609	6,154
Průměr po zátěži	18,507	14,853	66,913	49,033	59,720	18,167	30,867
sd	8,667	6,689	13,249	9,717	6,358	3,629	6,114
p	0,089	0,089	0,124	0,175	0,130	0,818	0,096



Graf 1: Průběh změn impedance před zátěží a po zátěži na obou přístrojích

bou s vyšší fyzickou zdatností. Krátkodobá fyzická zátěž, při které nedošlo k statisticky významnému vzestupu srdeční tepové frekvence, neměla významný vliv na hodnoty vybraných parametrů tělesného složení.

V tabulkách 3 a 4 jsou uvedeny výsledky změn tělesného složení stanovené před fyzickou zátěží a po fyzické zátěži. Nebyl prokázán statisticky vý-

znamný rozdíl mezi hodnotami naměřenými před fyzickou zátěží a po fyzické zátěži u obou přístrojů. Lze předpokládat, že krátkodobá a málo intenzivní fyzická zátěž 30 dřepů po dobu 30 vteřin nemá významný vliv na změny prokrvení jednotlivých tělesných částí, a z tohoto ohledu nebyly zjištěny významné změny jednotlivých sledovaných parametrů tělesného složení.

Řadou autorů byla prokázána frekvenční závislost bioimpedance (5). V grafu 1 jsou uvedeny výsledky sledování změn tělesné impedance naměřené při frekvenci 50 Hz. Nebyly prokázány statisticky významné změny v segmentech PR – pravá ruka, LR – levá ruka, PN – pravá noha a LN – levá noha zjištěné před dózovanou fyzickou zátěží a okamžitě po ukončení krátkodobé dózované fyzické zátěže. Nízká fyzická zátěž, která významně neovlivňuje tepovou frekvenci a tím ani prokrvení jednotlivých tělesných kompartmentů, neovlivnila tělesnou bioimpedanci.

Závěr

Měření a hodnocení tělesné bioimpedance představuje jednu z důležitých technicky náročných a součastě pro kliniku jednoduchých neinvazivních metod vhodných pro sledování změn tělesného složení. Ve sledování bylo prokázáno, že krátkodobá málo intenzivní fyzická zátěž nemá významný vliv na hodnoty tělesného složení: Fat mass, FFM a TBW. Zjištěné výsledky směřují k závěru, že krátkodobá fyzická zátěž významně neovlivňuje prokrvení jednotlivých tkání a tím nedochází k významným změnám impedance a tělesného složení.

Publikace je podpořena granty Ministerstva obrany České republiky VZ0000502 a SGS10/279/OHK3/3T/13.

Literatura

1. GRIMNES, S. – MARTINSEN, ØG. *Bioimpedance and Bioelectricity Basics*. San Diego, CA: Academic Press, 2000.
2. GRIMNES, S. – MARTINSEN, ØG. *Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering*. Wiley, 2006.
3. GRIMNES, S. – MARTINSEN, ØG. Cole electrical impedance model – a critique and an alternative. *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, 2005, vol. 52, no. 1, p. 132–135.
4. GESELOWITZ, DB. An application of electrocardiographic lead theory to impedance plethysmography. *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, 1971, vol. 18, p. 38–41.
5. LAFARGUE, AL. – CABRALES, LB. – LARRAMENDI, RM. Bioelectrical Parameters of the Whole Human Body Obtained Through Bioelectrical Impedance Analysis. *Bioelectromagnetics*, 2002, vol. 23, p. 450–454.
6. KYLEA, UG. – BOSAEUSB, I. – DeLORENZOC, AD., et al. Composition of the ESPEN Working Group, Bioelectrical impedance analysis part I: review of principles and methods. *Clin. Nutrition*, 2004, vol. 23, p. 1226–1243.

Korespondence: Doc. MUDr. Pavol Hlúbik, CSc.
Univerzita obrany
Fakulta vojenského zdravotnictví
Katedra vojenské hygieny
Třebešská 1575
500 01 Hradec Králové
e-mail: hlubik@fnhk.cz

Do redakce došlo 8. 10. 2010