

Možnosť využitia celotelovej denzitometrie u pacientov s metabolickým syndrómom – meranie telesného tuku

K. BRÁZDILOVÁ¹, Z. KILLINGER¹, J. PAYER¹

¹V. interná klinika LFUK a FNsP, Bratislava, Slovenská republika

SÚHRN

Brázdilová K., Killinger Z., Payer J.: **Možnosť využitia celotelovej denzitometrie u pacientov s metabolickým syndrómom – meranie telesného tuku**

V súčasnosti dochádza k neustálemu nárastu množstva pacientov s nadváhou až obezitou, ktorá sa stala najrozšírenejším civilizačným ochorením. Predstavuje závažný rizikový faktor kardiovaskulárnych a rôznych iných ochorení nielen v rámci metabolického syndrómu, ale aj ako samostatná chorobná jednotka. Od nepamäti bolo predmetom záujmu lekárov okrem iného aj množstvo telesného tuku. S postupom času sa využívali rôzne metódy, niektoré menej presné, iné s minimálnou chybou merania. V poslednom období sa pozornosť venuje najmä meraniu tuku využitím denzitometrického vyšetrenia, ktoré sa zdá byť najvhodnejším na zhodnotenie množstva tuku v metabolicky najvýznamnejšej abdominálnej oblasti. Cieľom našej štúdie bolo meranie telesného tuku pomocou celotelového denzitometra a následne korelácia s obvodom pásu a BMI. Vyšetřili sme súbor 35 pacientov (z toho 19 žien a 16 mužov, 20 pacientov s metabolickým syndrómom, 15 bez metabolického syndrómu) vo vekovom rozpätí 29–79 rokov. Priemerné hodnoty – vek 47,75 roku, obvod pásu 83,9 cm, BMI 24,83 kg/m² a množstvo telesného tuku 32,15 %. Pri zhodnotení získaných výsledkov sme zistili, že pri využití BMI na odhadnutie množstva telesného tuku dochádza k výraznému podhodnoteniu v porovnaní s meraním telesného tuku celotelovým denzitometrom a to u pacientov s metabolickým syndrómom aj u kontrolnej skupiny a zároveň množstvo tuku namerané celotelovým denzitometrom podstatne lepšie koreluje s obvodom pásu ako s BMI.

Kľúčové slová: obezita, metabolický syndróm, tuk, denzitometria

SUMMARY

Brázdilová K., Killinger Z., Payer J.: **Potential use of total body densitometry in metabolic syndrome patients – body fat measurements**

Currently, there is an increasing number of overweight or obese patients. Obesity has become the most common lifestyle disease. It represents a serious risk factor for cardiovascular and other diseases, not only in metabolic syndrome but also as a separate disease entity. Physicians have always been concerned about the amount of body fat. In the past, various more or less precise methods were used for body fat measurements. Recently, attention has been paid to densitometry which appears to be most suitable for measuring the amount of fat in the metabolically most important abdominal area. Our study aimed at measuring body fat with a total body densitometer and correlating the data with waist circumference and BMI. A group of 35 patients was examined (19 females, 16 males; 20 patients with metabolic syndrome, 15 patients without metabolic syndrome; age range 29–79 years) The average values were as follows: age 47.75 years, waist circumference 83.9 cm, BMI 24.83 kg/m² and body fat 32.15%. It was ascertained that in both metabolic syndrome patients and control subjects, the amount of body fat was significantly underestimated if BMI was used as compared with body fat measurements with a total body densitometer. Moreover, the amount of body fat measured with the total body densitometer is better correlated with waist circumference than with BMI.

Keywords: obesity, metabolic syndrome, densitometry

Osteologický bulletin 2010; 15(1):26–29

Adresa: MUDr. Kristína Brázdilová, V. interná klinika LFUK a FNsP Bratislava, Slovenská republika, e-mail: kristina.brazdilova@gmail.com

Došlo do redakcie: 24. 12. 2009

Príjato k tisku: 9. 3. 2010

Úvod

Výskyt nadváhy až obezity stúpa najmä v súvislosti so súčasným životným štýlom – s nízkou fyzickou aktivitou a vyšším energetickým príjmom. Metabolický syndróm predstavuje hlavnú príčinu úmrtí vo všetkých vyspelých štátoch a jeho frekvencia významne stúpa aj v rozvojových krajinách [1].

Metabolický syndróm

Metabolický syndróm predstavuje kombinácia viacerých ochorení alebo patologických stavov, ktoré vo vzájomnom

pôsobení výrazne zvyšujú kardiovaskulárne riziko, riziko náhleho cievej mozgovej príhody a diabetes mellitus 2. typu [1]. Na Slovensku je prevalencia metabolického syndrómu podľa NCEP-ATPIII kritérií u žien 23,9 % a mužov 20,1 %. Pri prehodnotení vzhľadom na vek je to 4,3 % vo vekovej skupine 18–29 rokov, 10,4 % v skupine 30–39 rokov, 17,5 % vo veku 40–49 rokov, 34,7 % vo veku 50–59 rokov a 39,9 % v populácii nad 60 rokov [2].

Definícií metabolického syndrómu je niekoľko, v súčasnosti sú najčastejšie používané tri [1]:

Definícia metabolického syndrómu podľa WHO (1999)[3]:

1. Základnou podmienkou je prítomnosť jednej z troch nasledujúcich zložiek: diabetes mellitus 2. typu alebo porušená glukózová tolerancia alebo dokázaná inzulínová rezistencia.
2. Prítomnosť aspoň dvoch z nasledujúcich zložiek:
 - a) abdominálna obezita pomer pás/boky WHR (Waist-Hip Ratio) nad 0,85 u žien a nad 0,90 u mužov alebo BMI nad 30 kg/m²;
 - b) hypertenzia, krvný tlak nad 160/90 mmHg;
 - c) mikroalbuminúria nad 20 ug/min., dyslipoproteinémia: triglyceridy nad 1,7 mmol/l, alebo HDL-cholesterol pod 1,0 mmol/l pre ženy a pod 0,9 mmol/l pre mužov.

Definícia metabolického syndrómu podľa NCEP-ATP III (National Cholesterol Education Program Third Adult Treatment Panel) (2001)[3]:

U pacienta by mali byť prítomné aspoň tri z nasledujúcich zložiek:

1. obvod pásu u žien nad 88 cm, u mužov nad 102 cm;
2. krvný tlak nad 130/85 mmHg;
3. glykémia nad 6,0 mmol/l;
4. triglyceridy nad 1,7 mmol/l;
5. HDL-cholesterol pod 1,25 mmol/l u žien a pod 1,0 mmol/l u mužov.

Definícia metabolického syndrómu podľa EASD (European Association for the Study of Diabetes) a IDF (International Diabetes Federation) (2005)[3]:

Obvod pásu + minimálne 1 z ostatných zložiek metabolického syndrómu (arteriálna hypertenzia, dyslipoproteinémia, diabetes alebo porušená tolerancia glukózy) (viz *tabuľka 1*):

Podľa NIH (the National Institute of Health) sú odporúčané hodnoty percenta telesného tuku pre zdravých mužov 13–17 % a pre zdravé ženy 20–25 %, hodnoty výrazne nad tieto hranice svedčia pre zvýšené zastúpenie telesného tuku z jednotlivých tkanív, v prípade aktívnych športovcov sa tieto hodnoty väčšinou pohybujú na úrovni 7–19 % u mužov a 10–25 % u žien (v závislosti od druhu športu) [4].

V súčasnosti neexistuje spôsob merania telesného tuku, ktorý by bol presný, bezpečný, finančne nenáročný a ktorý by zohľadňoval aj zastúpenie jednotlivých metabolicky odlišných typov tkanív v organizme. Najperspektívnejšie sa v tomto zmysle javí byť meranie telesného tuku využitím denzitometrie.

Materiál a metodika

Kedže sa jedná o pilotnú štúdiu, súbor vyšetrených pacientov je zatiaľ len 35 pacientov vo vekovom rozpätí 29–79 rokov, z toho 19 žien a 16 mužov, 20 pacientov s metabolickým syndrómom a 15 kontrolnej skupiny bez metabolického syndrómu. Všetci pacienti s metabolickým syndrómom mali arteriálnu hypertenziu a dyslipidémiu, 17 mali aj diabetes mellitus 2. typu (viz *tabuľka 2*).

Tabuľka 1

Normálne hodnoty obvodu pásu	Muži	Ženy
Európa a USA	do 94 cm	do 80 cm
Južná Ázia a Čína	do 90 cm	do 80 cm
Japonsko	do 85 cm	do 90 cm

Tabuľka 2

	mean	95% CI
vek	44,75	32,76–56,73
výška (cm)	163,06	157,11–169,05
hmotnosť (kg)	66,92	56,16–77,67
obvod pásu (cm)	83,92	73,49–94,34
BMI (kg/cm ²)	24,83	22,02–27,65
% tuku DXA	32,15	27,57–36,73

BMI – body mass index, DXA – dual energy x-ray absorptiometry

Tabuľka 3

		% tuku DXA	BMI (kg/cm ²)	hmotnosť (kg)	kategória BMI	obvod pásu (cm)
% tuku DXA	CC		0,49	0,33	0,41	0,59
	SLP		0,1	0,28	0,17	0,05
BMI (kg/cm ²)	CC	0,49		0,93	0,82	0,93
	SLP	0,10		0	0	0
hmotnosť (kg)	CC	0,33	0,93		0,72	0,81
	SLP	0,28	0		0,02	0,01
kategória BMI	CC	0,41	0,82	0,72		0,74
	SLP	0,17	0	0,02		0,01
obvod pásu (cm)	CC	0,59	0,93	0,81	0,74	
	SLP	0,05	0	0,01	0,01	

CC – correlation coefficient, SLP – significance level P

Tabulka 4

kategória BMI	pacienti s MetS		kontrolná skupina	
	mean	95% CI	mean	95% CI
vek	53,750	26,239–81,261	40,250	24,351–56,149
výška (cm)	165,750	147,359–184,141	161,750	154,493–169,007
hmotnosť (kg)	83,000	58,043–107,957	58,875	49,604–68,146
obvod pásu (cm)	100,000	85,358–114,642	75,875	65,137–86,613
BMI (kg/cm ²)	30,050	25,632–34,468	22,225	20,524–23,926
% tuku DXA	35,675	26,165–45,185	30,387	24,147–36,628

Merania sme získali pomocou denzitometra typu Discovery firmy Hologic.

Pri meraní telesného tuku sa vykonáva celotelový sken. Merané oblasti sú ľavá horná končatina, ľavá dolná končatina, ľavá časť trupu, celkovo ľavá časť tela, pravá horná končatina, pravá časť trupu, celkovo pravá časť tela a taktiež je možné stanoviť celkové množstvo telesného tuku. Na štatistické spracovanie sme použili výpočet korelačného koeficientu podľa Spearmana, za signifikantnú koreláciu sme považovali $p < 0,05$.

Výsledky

– viz korelačná *tabuľka 3* a *tabuľka 4*.

Zistili sme, že percento tuku namerané DXA metódou koreluje s obvodom pásu na hranici štatistickej významnosti ($p = 0,051$). Pri zhodnotení nami získaných výsledkov sme dospeli k záveru, že pri využití BMI na odhadnutie množstva telesného tuku dochádza k výraznému podhodnoteniu v porovnaní s meraním telesného tuku celotelovým denzitometrom a to u pacientov s metabolickým syndrómom aj u kontrolnej skupiny. Zároveň sme zistili, že množstvo tuku namerané celotelovým denzitometrom podstatne lepšie koreluje s obvodom pásu ako s BMI.

Diskusia

Samotných spôsobov merania množstva telesného tuku je pomerne veľa, pričom dnes sa z nich využíva len veľmi malá časť. Patrí sem napr. stanovenie hrúbky kožnej riasy s následným odhadom množstva podkožného tuku, určenie percenta tukového tkaniva využitím bioelektrickej impedancie, CT alebo MRI vyšetrenie, v súčasnosti najvyužívanejší BMI (Body Mass Index) a napokon denzitometrické vyšetrenie, ktoré je v tejto oblasti využitia skôr novinkou.

Najstaršou používanou metódou stanovenia telesnej kompozície a množstva telesného tuku je kaliperom meraná **hrúbka kožnej riasy**, ktorá nám hovorí o množstve podkožného tuku v danej oblasti, na základe čoho môžeme odhadnúť (pomocou využitia zostavených tabuliek) percento celkového telesného tuku [12]. Jedná sa o pomerne nepresnú metódu, v súčasnosti už prakticky nevyužívanú.

Ďalšou metódou je **bioelektrická impedancia** [13], ktorá využíva elektrický prúd na odhad percenta telesného tuku. Zástancami tejto metódy boli najmä Thomasset a Hoffer, ktorí popísali aj jej presný mechanizmus [14,15]. Bioelek-

trická impedancia sa dnes na meranie telesného tuku používa len za vedecko-výskumným účelom.

BMI (Body Mass Index) je štandardným parametrom na približné určenie množstva telesného tuku a v súčasnosti je najčastejšie využívaným indexom na stanovenie stupňa obezity.

$$\text{BMI} = \text{hmotnosť v kg} / \text{výška v m}^2$$

Nevýhodou v prípade tejto metódy je nemožnosť zobrať do úvahy vek pacienta a taktiež nemožnosť odlíšiť metabolicky aktívne a neaktívne tkanivá. Dvaja jedinci s rovnakou výškou a rovnakou hmotnosťou môžu už na prvý pohľad vyzerať úplne inak, a najmä môžu mať výrazne odlišné kardiovaskulárne riziko [16].

Je potrebné pripomenúť, že dôležité sú práve techniky, ktoré sú schopné určiť presnejšie množstvo abdominálneho tuku, ktorý podmieňuje najvýraznejšie metabolické riziko. V tomto zmysle je možné využiť zobrazovacie vyšetrenia ako je **CT alebo MRI vyšetrenie**. Nevýhodou je, že sa jedná o metódy finančne a zároveň aj časovo náročné, s rizikom pomerne intenzívneho ožiarovania organizmu najmä v prípade CT vyšetrenia, ktoré sa z týchto dôvodov v bežnej praxi ani nepoužívajú. Toto riziko nepredstavujú mnohé iné techniky, ktoré ale nie sú schopné oddiferencovať abdominálny tuk od podkožného a sú aj menej presné [17].

V poslednom období sa predmetom záujmu stávajú nové spôsoby merania tuku, ktoré zohľadňujú aj rozdiely v metabolickej aktivite tuku jednotlivých častí tela.

Mimoriadne intenzívne sa rozvíjajúcou metódou merania telesného tuku je práve **DXA** (dual energy x-ray absorptiometry), ktorá umožňuje získať najpresnejšie hodnoty (BMD aj telesnej kompozície). Táto metóda umožňuje zopakovať merania s absolútnou presnosťou kedykoľvek a najmä s minimálnou chybou merania [5]. Je rýchla, jednoduchá, neinvazívna a vystavuje pacienta zanedbateľnej dávke ožiarovania röntgenovými lúčmi [6]. V porovnaní so spomínaným CT alebo MRI vyšetrením je teda podstatne výhodnejšia [7].

DXA je využívaná v bežnej praxi na hodnotenie kostnej hustoty, jej zmien v priebehu rôznych ochorení a v rámci liečby osteoporózy a ostatných ochorení skeletu. Skeny získané použitím denzitometrického prístroja nám poskytujú mimoriadne presné informácie ohľadom telesnej kompozície, ktoré zahŕňajú BMC (bone mineral content), BMD

(bone mineral density), netukové telesné tkanivá a množstvo telesného tuku [6]. Chyba merania sa pohybuje na úrovni 1–2 % [7]. Okrem nej sa malé rozdiely môžu objaviť medzi hodnotami získanými použitím prístrojov od rôznych výrobcov. V súčasnosti sa najčastejšie využíva prístroj Hologic, Lunar alebo Norland [8]. Na Slovensku má najširšie zastúpenie prístroj Hologic.

Počas vyšetrenia sa sníma celé telo naraz a získavame informácie o troch typoch tkanív. Jedná sa o tukové tkanivo, svalové (a ostatné mäkké tkanivá) a kostné. Vo všetkých troch prípadoch je možné určiť množstvo v jednotke hmotnosti (g) aj v percentách. Na základe zastúpenia jednotlivých tkanív sa potom dá odhadnúť metabolické riziko, v prípade ochorení postihujúcich akýkoľvek typ telesných tkanív môžeme sledovať zmeny v ich vzájomnom zastúpení [9,10].

Denzitometrické meranie tuku a následne určenie distribúcie telesného tuku a svalovej hmoty, bolo zatiaľ využité len u pacientov s HIV/AIDS v súvislosti s liečbou, ďalej u rôznych pacientov vo vzťahu k ochoreniam kardiovaskulárneho systému a v spojení s diabetes mellitus 2. typu [11].

V súčasnosti sa najpresnejšou metódou na meranie telesného tuku javí byť meranie pomocou denzitometrie. Okrem presnosti je dôležitým faktom aj bezpečnosť a finančná nenáročnosť. BMI sa v súčasnosti využíva ako štandardný index hodnotenia telesného tuku, pri porovnaní s množstvom tuku nameraným denzitometrom však dochádza k významnému podhodnoteniu.

Záver

Pri neustálom náraste počtu pacientov s nadváhou až obezitou je samozrejmé, že stanovenie percenta telesného tuku sa dostáva do popredia záujmu. Najmä pre metabolické a endokrinné funkcie tukového tkaniva nie je dôležité len určenie telesnej hmotnosti, ale aj presnejšia diferenciácia jednotlivých druhov tkanív s rozdielnou metabolickou aktivitou.

Určenie telesnej kompozície a zároveň stanovenie množstva telesného tuku je v súčasnosti možné viacerými metódami s rozdielnou presnosťou merania. Pri porovnaní jednotlivých spôsobov sa zdá byť najpresnejšou a zároveň najjednoduchšie realizovateľnou práve technika využívajúca denzitometrické vyšetrenie.

Literatúra

1. Brázdilová K, Payer J. Vzťah metabolického syndrómu a vitamínu D a kalcia. *Osteol* 2008;13:57–64.
2. Galajda P, Mokáň M, Prídavková D et al. Prevalencia metabolického syndrómu na Slovensku. *Int med* 2007;6:325–331.
3. Svačina Š. *Metabolický syndróm*. Praha, Triton 2006:284.
4. Zhu S, Wang Z, Shen W et al. Percentage body fat ranges associated with metabolic syndrome risk: results based on the third National Health and Nutrition Examination Survey (1988–1994). *Am J Clin Nutr* 2003;78:228–235.
5. Brázdilová K, Killinger Z, Payer J. Využitie denzitometrie na meranie telesného tuku u pacientov s metabolickým syndrómom. *Rheumatol* 2008;22:117–120.
6. Brownbill RA, Ilich JZ. Measuring body composition in overweight individuals by dual energy x-ray absorptiometry. *BMC Med Imaging* 2005;5:1.
7. Cummings SR, Palermo L, Browner W et al. Monitoring osteoporosis therapy with bone densitometry: misleading changes and regression to the mean. *Fracture Intervention Trial Research Group. JAMA* 2000;283:1318–1321.
8. Lasky MA. Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. *Nutrition* 1996;12:45–51.
9. GE Healthcare. Total body data and regional results. 2007.
10. Diessel E. Evaluation of a new body composition phantom for quality control and cross-calibration of DXA devices. *J Appl Physiol* 2000;89:599–605.
11. Chinappen-Horsley U, Blake GM, Fogelman I et al. A method for determining skeletal lengths from DXA images. *BMC Musculoskelet Disord* 2007;8:113.
12. Demura S, Sato S. Suprailiac or abdominal skinfold thickness measured with a skinfold caliper as a predictor of body density in Japanese adults. *Tohoku J Exp Med* 2007;213:51–61.
13. Lupoli L, Sergi G, Coin A et al. Body composition in underweight elderly subjects: reliability of bioelectrical impedance analysis. *Clin Nutr* 2004;23:1371–1380.
14. Thomasset A. Measurement of the extracellular fluid volume by the electrochemical method. Biophysical significance of 1 kilocycle impedance of the human body. *Lyon Med* 1965;214:131–143.
15. Hoffer EC, Meador CK, Simpson DC. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. *J Appl Physiol* 1969;27:531–534.
16. Levitt DG, Heymsfield SB, Pierson RN Jr et al. Physiological models of body composition and human obesity. *Nutr Metab* 2007;4:19.
17. Snijder MB, Visser M, Dekker JM et al. The prediction of visceral fat by dual-energy X-ray absorptiometry in the elderly: a comparison with computed tomography and anthropometry. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002;26:984–993.