

Riebalinio audinio pasiskirstymo ultragarsinio tyrimo metodikos: sisteminė literatūros apžvalga

Methods of adipose tissue distribution measurement by ultrasound: systematic review

Bronius Buckus, Gintautas Brimas

Vilniaus universiteto Medicinos fakultetas, Klinikinės medicinos institutas, Gastroenterologijos, nefrourologijos ir chirurgijos klinika, Santariškių g. 2, LT-08661 Vilnius, Lietuva
El. paštas bronius.buckus@mf.vu.lt

Vilnius University, Faculty of Medicine, Institute of Clinical Medicine, Clinic of Gastroenterology, Nephro-Urology and Surgery, Santariškių Str. 2, LT-08661 Vilnius, Lithuania
E-mail: bronius.buckus@mf.vu.lt

Įvadas / tikslas

Apžvelgti poodinio ir visceralinio riebalinio audinio matavimams naudojamas ultragarsines metodikas ir nustatyti metodiką, tinkamiausią nutukusiems ligoniams.

Metodai

Publikacijų paieška atlikta naudojantis „PubMed“, „Current Contents“ ir „Cochrane Library“ duomenų bazėmis. Į sisteminę apžvalgą įtrauktos visos iki 2017 m. gruodžio 1 d. paskelbtos publikacijos, kuriose ultragarsiniai riebalinio audinio matavimai lyginti su kompiuterinės tomografijos ar magnetinio rezonanso tyrimų duomenimis.

Rezultatai

Į sisteminę apžvalgą įtraukta 17 studijų, kuriose nagrinėjami ultragarsinių riebalinio audinio matavimų duomenys. Šiose studijose ištirti 1 085 ligoniai. Studijose, lyginančiose įvairių autorių ultragarsinio tyrimo ir kompiuterinės tomografijos ar magnetinio rezonanso tyrimo metu išmatuoto riebalinio audinio pasiskirstymą, nustatytas visceralinio riebalinio audinio rodiklių koreliacijos koeficientas siekė nuo 0,63 iki 0,94, poodinio riebalinio audinio rodiklių – nuo 0,33 iki 0,96. Šešiose studijose išskirtos nutukusių ar morbidiniu nutukimu sergančių asmenų grupės (KMI ≥ 30 kg/m²). Tiriant nutukusius asmenis, geriausių rezultatų pasiekta naudojant modifikuotą R. P. Stolk'o metodiką. Visceralinio riebalinio audinio rodiklių koreliacijos koeficientas tarp kompiuterinės tomografijos ir ultragarso siekė 0,823, poodinio riebalinio audinio – 0,745, o, tiriant morbidiniu nutukimu sergančius ligonius, tyrimų patikimumo rodikliai siekė 0,94.

Išvados

Ultragarsinis tyrimas yra pigus, neinvazyvus, prieinamas ir kartotinis tyrimo metodas. Šį metodą taikant riebalinio audinio pasiskirstymui matuoti, galima atlikti didelės apimties populiacijos tyrimus. Nutukimu sergančių ligonių riebalinio audinio pasiskirstymui matuoti rekomenduojama ultragarsinė, modifikuota R. P. Stolk'o metodika.

Reikšminiai žodžiai: ultragarsinis tyrimas, riebalinis audinys, visceralinis riebalinis audinys, poodinis riebalinis audinys.

Background / objective

The aim of this systematic literature review is to provide a complete overview of ultrasound techniques used for measuring subcutaneous adipose tissue and visceral adipose tissue and distinguish the most appropriate ultrasound technique used for obese patients.

Methods

The search of the publications was performed using PubMed, Current Contents and Cochrane Library databases. All publications with emphasis on ultrasound measurements of adipose tissue and its comparison to computed tomography or magnetic resonance imaging and published before December 1, 2017 were reviewed.

Results

17 studies which examined adipose tissue distribution by ultrasound measurements were included in our analysis. A total number of 1 085 patients were evaluated in the included studies. Studies which compared and validated ultrasound measurements with computed tomography and magnetic resonance imaging confirmed slightly inconsistent accuracy for visceral adipose tissue ($r = 0.63\text{--}0.94$) and for subcutaneous adipose tissue ($r = 0.33\text{--}0.96$). Six studies have studied the obese and morbidly obese population ($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$). In these studies the correlation coefficient between computed tomography and ultrasound was very strong for visceral adipose tissue ($r = 0.823$) and subcutaneous adipose tissue ($r = 0.745$). In the morbidly obese group, the reliability of the measurements was excellent ($r = 0.94$).

Conclusions

Ultrasound is a relatively inexpensive, non-invasive and available tool which can be used for estimating adiposity in large-scale population surveys. We recommend modified Stolk method for the measurement of adipose tissue distribution in obese patients.

Key words: ultrasound, adipose tissue, visceral adipose tissue, subcutaneous adipose tissue.

Įvadas

Riebalinis audinys (RA) per evoliuciją suteikė žmonijai galimybę išlikti kaip rūšiai ir prisitaikyti prie nuolat kintančių aplinkos sąlygų. RA sukaupta energija kūdikiams teikia maistinių medžiagų, reikalingų tinkamai smegenų veiklai ir vystymuisi [1], vėliau ta pati energija naudojama augimui, imuninės ir reprodukcinės sistemos veiklai, psichologiniam ir socialiniam stresui adaptuoti ir organizmo gyvybei palaikyti (pvz., badaujant) [2, 3, 4, 5, 6, 7]. Vis dėlto pastaraisiais metais teigiamas RA savybes užgožia energijos pertekliaus nulemti neigiami padariniai, kurie, veikiami genetinių, aplinkos faktorių ir dabartinės visuomenės gyvenimo būdo pokyčių, sukelia nutukimą [2].

Nutukimas, apibrėžiamas kaip perteklinis riebalinio audinio susikaupimas, turintis neigiamos įtakos sveikatai, diagnozuojamas, kai kūno masės indeksas (KMI) yra $\geq 30 \text{ kg/m}^2$.

Per pastaruosius tris dešimtmečius nutukusių žmonių skaičius pasaulyje patrigubėjo [8]. 2015 m. visame pasaulyje buvo nutukę 603,7 mln. (12,0 %) suaugusiųjų ir 107,7 mln. (5,0 %) vaikų, o 2014 m. – 15,9 proc. visų ES suaugusiųjų [9]. Visa tai tiesiogiai susiję su nuolat augančiomis sveikatos apsaugos išlaidomis [10].

Nutukimo kriterijumi naudojant KMI, įrodyta, jog šis rodiklis susijęs su daugeliu patologinių būklių ir metabolinių sutrikimų: II tipo cukriniu diabetu (CD), metaboliniu sindromu (MetS), pirmine arterine hipertenzija, dislipidemija, vėžiniais susirgimais, kardiovaskulinėmis (KVS) ligomis [11]. KVS ligos – dažniausia mirties priežastis pasaulyje.

Atsvaris dažnai siejamas su neišvengiamais gretutiniais susirgimais, tačiau dalis nutukusiųjų metabolinių sutrikimų neturi. Sisteminių apžvalgų, metaanalizių ir studijų autoriai teigia, jog egzistuoja nutukusių asmenų grupė, turinti mažą bendrąją mirtingumo ir sergamumo kardiometabolinėmis ligomis riziką [12, 13, 14, 15]. Maždaug 7–28 proc. nutukusių moterų ir 2–19 proc. visų nutukusių vyrų Europoje laikomi neturinčiais metabolinių sutrikimų [16], nors iki šiol nėra visuotinai priimtų kriterijų, kuriuos nutukusius asmenis reikėtų laikyti metaboliškai sveikais.

Metabolinių sutrikimų turinčiųjų ir šių sutrikimų neturinčiųjų antropometriniai rodikliai, tokie kaip KMI, juosmens apimtis ar juosmens ir ūgio santykis, gali nesiskirti, tačiau randama vis daugiau įrodymų, jog su daugeliu patologinių būklių, taip pat ir su įvairiais me-

taboliniais sutrikimais, labiau susijęs ne RA perteklius, o tam tikras jo išsidėstymas. Manoma, jog uždegiminius žymenis (tumoro nekrozės faktorių α (TNF α), TGF β , interferoną- γ , CRP, interleukinus (IL) –1, –6, –8, –10 ir kt.), lemiančius metabolinių sutrikimų atsiradimą, išskiria pilvaplovės erdmėje vidaus organus supantis (visceralinis arba centrinis) riebalinis audinys (VRA) [11, 17, 18]. Poodinio riebalinio audinio (PRA) funkcija iki šiol nėra tiksliai apibrėžta: vieni tyrėjai mano, jog tai adipocitų depo, galimai apsaugantis nuo gretutinių ligų vystymosi [17,19], kiti teigia, jog PRA dalyvauja insulino rezistentiškumo patogenezėje, palaikydamas lėtinį uždegimą ir skatinantis ektopinį lipidų deponavimą organizme [20].

Moterų ir vyrų RA pasiskirstęs nevienodai – moterys kaupia RA periferijoje (ginoidinis fenotipas), o vyrai linkę į centrinį nutukimo tipą (androidinis fenotipas) [11, 21, 22]. Kompiuterinės tomografijos (KT) matavimais nustatyta, jog vyrai VRA sukaupia iki dviejų kartų daugiau negu moterys [23]. Šiuos procesus lemiantys mechanizmai iki šiol nėra aiškūs, tačiau manoma, jog tam įtakos turi lytiniai hormonai, nes skirtumų atsiranda paauglystėje [24, 25]. Lytinis dimorfizmas egzistuoja ir tarp metabolinių sutrikimų [15]. Kai kurie autoriai teigia, jog tai lemia periferinis RA ir didesnė estrogenų koncentracija moters organizme [24, 26].

Nustatyta, jog VRA, palyginti su PRA, susijęs su didesne metabolinių sutrikimų rizika [11], tačiau tikslios priežastys iki šiol nėra žinomos.

Norint įvertinti metabolinių sutrikimų paplitimą ir juos lemiančius rizikos faktorius, svarbu vertinti RA kiekį ir jo pasiskirstymą organizme. Tam naudojami antropometriniai matavimai ir jų išvestiniai dydžiai, audinių ir organų vaizdinimo priemonės (KT, magnetinio rezonanso tomografija – MRT, ultragarsinis tyrimas – UGT) bei dvigubos energijos absorbcimetrija (angl. DEXA – *Dual-Energy X-ray Absorptiometry*) [27].

KMI rodiklis netinka riebalinio audinio kiekiui ar jo pasiskirstymui nustatyti. Šiems rodikliams gauti naudojami tokie antropometriniai matavimai, kaip juosmens apimtis ir juosmens ir klubų apimtys santykis. Minėti matavimai patikimai koreliuoja su centriniu nutukimu ir padidėjusia kardiometaboline rizika [28, 29, 30], tačiau neparodo tikslaus PRA ir VRA pasiskirstymo organizme [27, 31, 32, 33]. Perspektyvinėse studijose

nustatyta, jog, didėjant juosmens apimčiai, jos koreliacija su kardiovaskuline rizika ir mirtingumu didesnė nutukusiems asmenims ar ligoniams, kuriems nustatyto nutukimo laipsnis yra nedidelis (palyginti su pacientais, kurių nutukimo laipsnis didelis) [34, 35, 36].

RA pasiskirstymo įvertinimo auksiniu standartu laikoma KT arba MRT. Abiejų šių vaizdinimo priemonių naudojimą dideliuose epidemiologiniuose tyrimuose riboja tyrimo kaina, prieinamumas, galimos kontraindikacijos (pvz., dėl didelio svorio ir kūno apimčių ligonis gali netilpti į aparato žiedą), tyrimui atlikti reikalingas laikas ir radiacinė apšvita KT tyrimo metu.

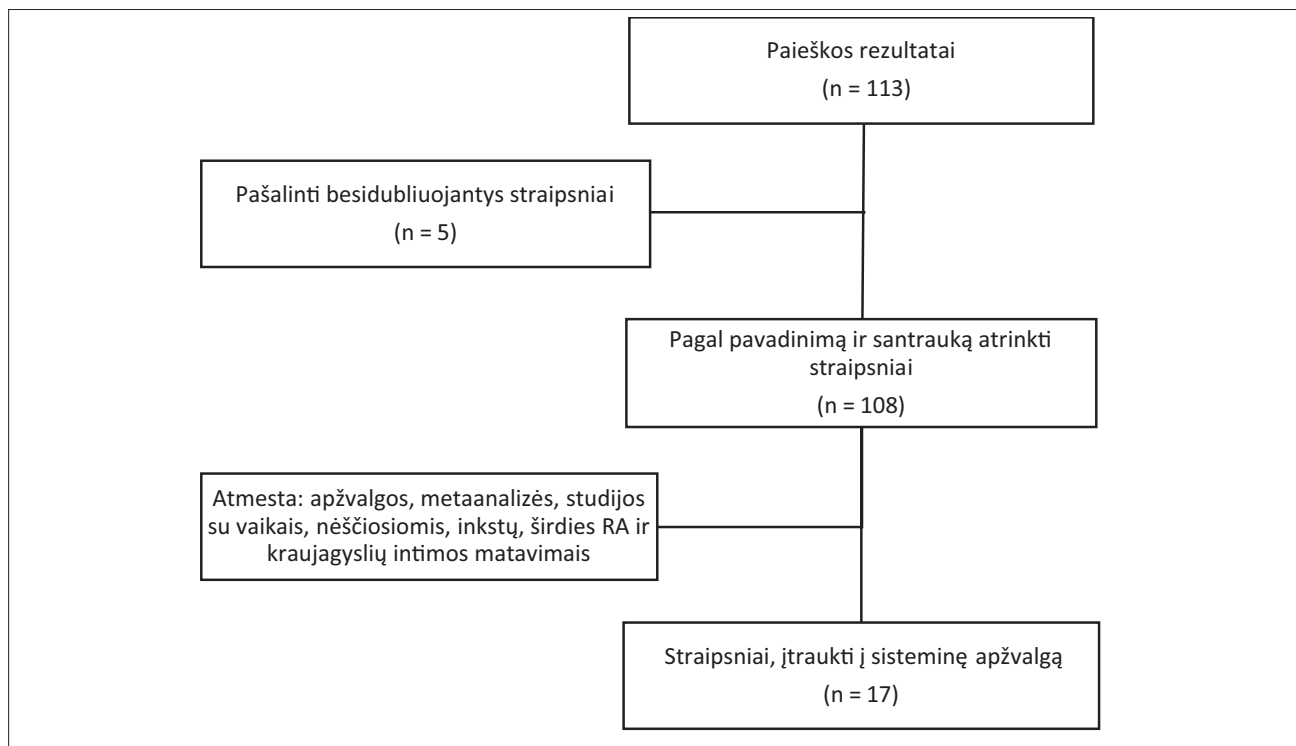
Ultragarsinis RA tyrimas yra paprastas, prieinamas, greitai atliekamas, kartotinis, nekenksmingas, jo rezultatai yra palyginami su KT ir MRT [17, 37, 38, 39, 40] ir tarp skirtingų tyrėjų [41, 42, 43].

Atliktos sisteminės analizės tikslas – remiantis sistetine literatūros šaltinių apžvalga išanalizuoti UGT galimybes nustatyti pilvo srities poodinio ir visceralinio riebalinio audinio pasiskirstymą.

Metodai

Studijų įtraukimo kriterijai: į sisteminę apžvalgą įtrauktos visos iki 2017 m. paskelbtos publikacijos, kuriose pateikiami ultragarsiniai RA matavimai ir jų patikimumo palyginimas tarp tyrėjų ar gauti duomenys lyginami su KT arba MRT duomenimis. Publikacijų paieška atlikta naudojantis „PubMed“, „Current Contents“ ir „Cochrane Library“ duomenų bazėmis. Paieškai vartoti terminai: „obesity“, „abdominal adipose tissue“, „visceral adipose tissue“, „ultrasound“, „ultrasonography“, „sonography“, „validity“, „reliability“, „computed tomography“, „magnetic resonance imaging“. Ieškant papildomų publikacijų, buvo peržiūrėti jau atrinktų straipsnių literatūros sąrašai.

Atmetus besidubliuojančias studijas ir studijas, į kurių tiriamąją imtį įtrauktos nėščiosios, vaikai ar kuriose analizuojami inkstų, širdies riebalinio audinio ir kraujagyslių intimos matavimai, apžvalgą sudaro 17 tyrimų (1 pav.). Iš minėtų tyrimų išrinkti šie duomenys: studijoje dalyvavusių asmenų skaičius, lytis, KMI, ultragarso daviklio pozicionavimo duomenys, koreliacijos tarp skirtingų RA matavimo metodų reikšmės. Atrinktos studijos su nutukusių pacientų RA matavimais. Atlikta turimų duomenų sisteminė analizė.



1 pav. Mokslinių publikacijų atrankos schema

Rezultatai

Kaip jau minėta, į sisteminę apžvalgą įtraukta 17 studijų, nagrinėjančių ultragarsinius RA matavimus (1 lentelė). Šiose studijose ištirti 1 085 ligoniai. Dvylikoje studijų tirta ultragarsinio tyrimo metu išmatuoto VRA, septyniose – PRA storio matavimų ultragarsu koreliacija su KT. Atitinkamai septyniose ir keturiose iš minėtų studijų gauti matavimo duomenys lyginti su nutukusių ligonių ($KMI > 30 \text{ kg/m}^2$) duomenimis. Ultragarsiniai matavimai lyginti su MRT keturiose studijose, iš kurių vienoje – ir su nutukusiųjų grupės duomenimis. Ultragarsinių matavimų patikimumo tarp tyrimų ir skirtingų tyrėjų koeficientai teikiami vienuolikoje studijų.

16 studijų PRA matuotas nuo odos iki *m. rectus abdominis* makšties priekinio lapelio arba *linea alba* priekinio paviršiaus. VRA matuotas nuo *m. rectus abdominis* makšties užpakalinio lapelio arba *linea alba* užpakalinio paviršiaus iki aortos priekinės sienelės [37, 39, 44, 45, 47, 51, 53], užpakalinės sienelės [38, 41, 48], *m. psoas*

[46] arba iki stuburo slankstelio priekinio krašto [43, 46, 49, 50, 52, 54].

Vienoje studijoje PRA matuotas nuo odos iki plonosios žarnos sienelės, o VRA – nuo jos iki stuburo slankstelio [52].

Visi matavimai atlikti ligoniams gulint, rankas laikant prispaustas prie šonų.

Per pastaruosius dvidešimt septynerius metus atliktose studijose, lyginančiose UGT ir KT ar MRT metu išmatuoto RA pasiskirstymą, nustatytas koreliacijos koeficientas VRA siekia nuo 0,63 iki 0,94, PRA – nuo 0,33 iki 0,96 [37, 38, 39, 44, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55].

Devyniose studijose ištirti pacientai, kurių vidutinis $KMI > 30 \text{ kg/m}^2$, tačiau tik šešiose studijose išskirtos nutukusių ar morbidiniu nutukimu sergančiųjų grupės [39, 41, 44, 47, 51, 53]. Nutukusių asmenų tyrimuose koreliacijos koeficientas tarp KT ir ultragarsinio tyrimo VRA siekė 0,823, PRA – 0,745 [51], o, tiriant morbidiniu nutukimu sergančius ligonius, patikimumo rodikliai tarp tyrimų siekė 0,94 [41].

1 lentelė. Sisteminiėje apžvalgoje nagrinėtų studijų pacientų demografiniai rodikliai ir riebalinio audinio ultragarsinio tyrimo metodikos

Nr.	Autorius	Metai	Imtis	Lytis	Vidutinis amžius	Vidutinis KMI	Daviklio pozicionavimas	VRA gylio matavimas*
1.	Armellini F. et al. [44]	1990	50	M	19	39	5 cm virš bambos	iki aortos priekinės sienos
2.	Armellini F. et al. [45]	1997	197	M	41	37	5 cm virš bambos	iki aortos priekinės sienos
3.	Stolk R. P. [46]	2001	21	V/M	44,9	32,9	„vidurio“ taškas	iki slankstelio priekinio krašto arba <i>m. psoas</i>
4.	Ribeiro-Filho F. F. [39]	2001	101	M	50,5	39,2	1 cm virš bambos	iki aortos priekinės sienos
5.	Leite C. C. [38]	2002	29	V/M	34	31,2	1 cm virš bambos	iki aortos apatinės sienos
6.	Ribeiro-Filho F. F. [47]	2003	100	M	50,4	39,2	1 cm virš bambos	iki aortos priekinės sienos
7.	Kim S. K. et al. [37]	2004	75	V/M	46	25	1 cm virš bambos**	iki aortos priekinės sienos
8.	Hirooka M. [48]	2005	87	V/M	54,9	25,3	bambos lygyje	iki aortos apatinės sienos
9.	Koda M. [49]	2007	17	V/M	41,6	27,8	bambos lygyje	iki slankstelio priekinio krašto
10.	Rolfe E. de L. [50]	2009	74	V/M	71	27,1	„vidurio“ taškas	iki slankstelio priekinio krašto
11.	Berker D. [51]	2010	104	V/M	37,3	31,2	1 cm virš bambos	iki aortos priekinės sienos
12.	Gradmark A. M. I. [52]	2010	29	V/M	51	26	5 cm virš bambos	nuo plonosios žarnos sienelės iki slankstelio
13.	Bazzocchi et al. [53]	2011	23/29	V/M	66,7/54,5	27,4 ir 37,3	2 cm virš bambos***	iki aortos priekinės sienos
14.	Gouvea H. R. et al. [41]	2013	13	V/M	37,62	38,8	1 cm virš bambos	iki aortos apatinės sienos
15.	Philipsen A. [43]	2013	86	V/M	67,7	26,9	„vidurio“ taškas	iki slankstelio priekinio krašto
16.	Schlecht I. et al. [54]	2014	30	V/M	43,5	24,87	„vidurio“ taškas	iki slankstelio priekinio krašto
17.	Stoner L. et al. [42]	2015	20	V/M	26	24,5	2 cm virš bambos	visi 3 matmenys
Iš viso:			1 085					

V – vyrai; M – moterys; VRA – visceralinis riebalinis audinys; „vidurio taškas“ – taškas viduryje linijos, kuri nubrėžta tarp dviejų vidurio taškų, esančių tarp kairiojo ir dešiniojo šonkaulių lankų bei abiejų *crista iliaca*.

* VRA matuotas nuo *m. rectus abdominis* arba *linea alba*, nebent nurodyta kitaip; ** kartu matuotas ir preperitoninis riebalinis audinys (maksimalus atstumas nuo *linea alba* iki kepenų viršutinį paviršių dengiančios pilvaplėvės); poodinis riebalinis audinys matuotas po *processus xiphoideus* ir 2 cm virš bambos; *** kartu matuotas ir preperitoninis riebalinis audinys (maksimalus atstumas nuo *linea alba* iki kepenų viršutinį paviršių dengiančios pilvaplėvės); poodinis riebalinis audinys matuotas po *processus xiphoideus*, 2 cm virš bambos ir 2 cm žemiau bambos.

2013 m. A. Philipsen'as kartu su bendraautoriais [43] nustatė, jog centrinio riebalinio audinio matavimų tarp skirtingų tyrėjų paklaida nesiekia 5 proc., tačiau, matuojant PRA storį, ji padidėja iki 9 proc. Autoriai teigė, jog VRA matavimai yra didesni tiriamajam pavalgus, o, praėjus dviem valandoms, matavimų dydžiai vėl priartėja prie reikšmių, gautų ligoniui nevalgus. PRA matavimai valgusiam ir nevalgusiam tiriamajam nesiskyrė [43]. L. Stoner'io [42] per kelias dienas išmatuoti tų pačių ligonių VRA storio ir atstumų iki aortos priekinės sienos, aortos apatinės sienos ir juosmeninio slankstelio viršutinio krašto koreliacijos koeficientai siekė 0,95, 0,94 ir 0,96.

I. Schlecht [54] duomenimis, laikantis griežto tyrimo protokolo, skirtingų tyrėjų atliktų tyrimų koreliacija buvo 0,989, matuojant PRA, ir 0,998, matuojant VRA [54]. Šie duomenys atitinka kitų autorių pastarųjų metų studijų duomenis [46, 53]. Nutukusių ligonių riebalinio audinio matavimo paklaida siekė 2 proc., o koreliacijos koeficientas tarp skirtingų tyrėjų – 0,97 VRA ir 0,99 PRA [39, 53].

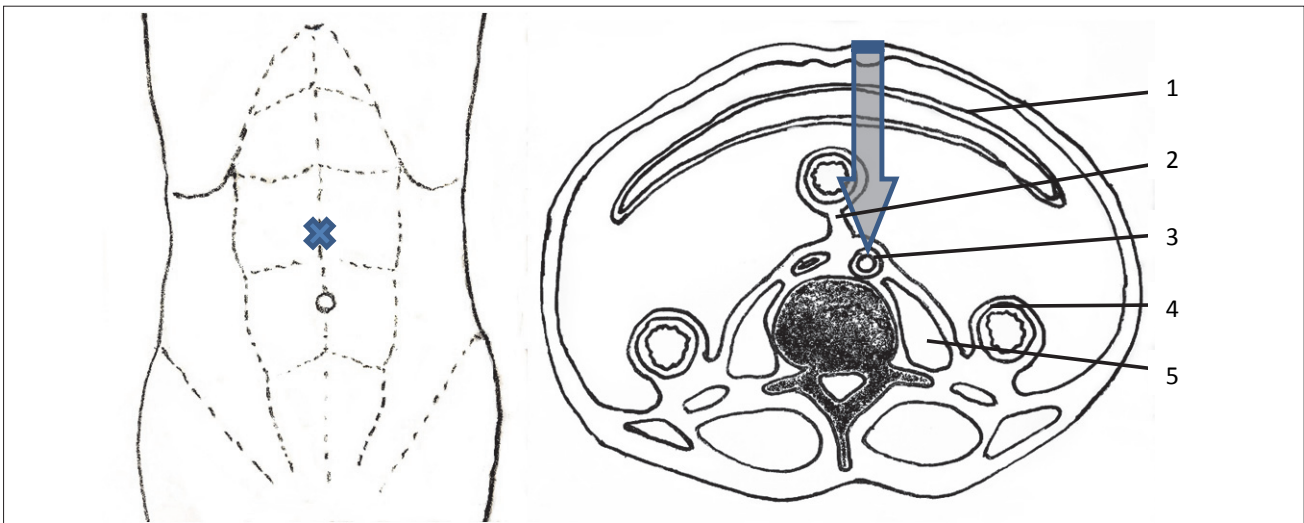
Diskusija

F. Armellini'is [44, 45] pasiūlė UGT matuoti VRA gylį, kuris koreliuoja su KT apskaičiuoto VRA kiekiu (ko-

reliacijos koeficientas – nuo 0,68 iki 0,74). Pasiūlytoje metodikoje ultragarsinis daviklis pozicionuojamas 5 cm aukščiau bambos, vidurio linijoje, kur matuojamas tiek PRA, tiek VRA storis centimerais. PRA gylis (angl. *subcutaneous fat*, SF) nustatytas 7,5 MHz davikliu, elektroniniu kaliperiu išmatavus atstumą tarp odos ir riebalinio audinio bei riebalinio audinio ir raumens paviršių. Visceralinis matmuo (angl. *visceral fat*, VF) gautas matuojant atstumą tarp vidinio tiesiojo pilvo raumens makšties lapelio ir aortos priekinės sienelės paviršių 3,5 MHz davikliu (2 pav.).

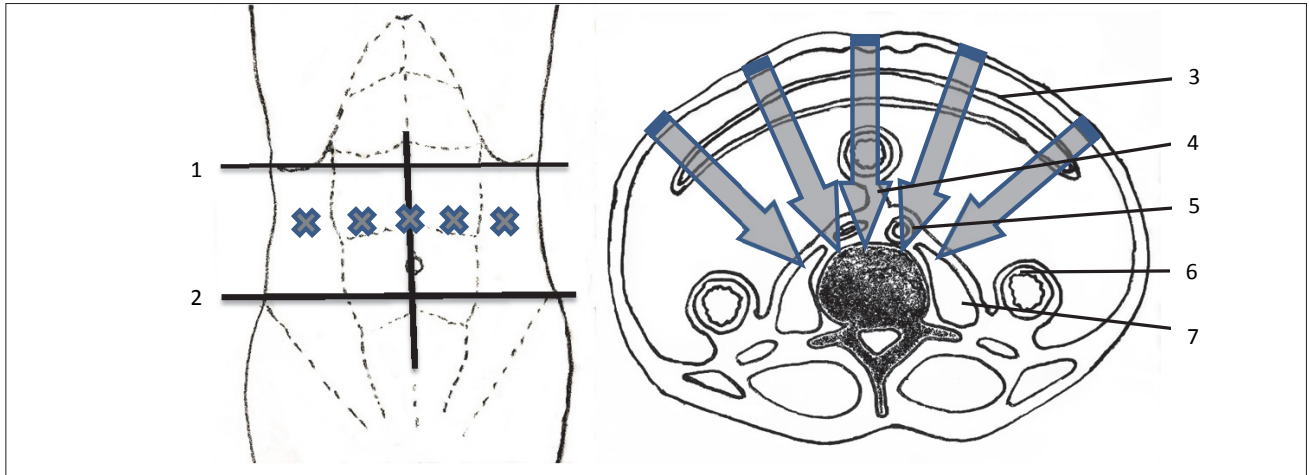
F. Armellini'io teigimu, šis metodas reikalauja gerų sonoskopuotojo įgūdžių, nes ne visuomet pavyksta vizualizuoti aortą, o papildomai spaudžiant daviklį ir deformuojant pilvo sieną iškreipiami gaunami duomenys [45].

Atsižvelgdamas į minėtus trūkumus, 2001 m. R. P. Stolk'as [46] pakoregavo UGT protokolą. Daviklis buvo pozicionuojamas viduryje linijos, kuri nubrėžta per kairįjį ir dešinįjį šonkaulių lankus ir abiejų pusių *crista iliaca* jungiančių linijų vidurio taškus. Išmatuoti atstumai tarp tiesiųjų pilvo raumenų užpakalinio krašto ir juosmeninių slankstelių arba *m. psoas* priekinio paviršiaus. Atstumai matuoti penkiuose taškuose: medialiniame, kairiajame ir dešiniajame lateraliame bei tarp jų (3 pav.).



2 pav. F. Armellini'io pasiūlyta visceralinio riebalinio audinio ultragarsinio matavimo metodika

X – ultragarsinio daviklio pozicionavimo vieta (5 cm virš bambos). 1 – *Omentum majus*, 2 – *Mesenterium*, 3 – *Aorta abdominalis*, 4 – *Colon descendens*, 5 – *M. psoas major*.



3 pav. R. P. Stolk'o pasiūlyta visceralinio riebalinio audinio ultragarsinio matavimo metodika

X – ultragarsinio daviklio pozicionavimo vieta vidurio linijoje. 1 – linija, jungianti dešiniojo ir kairiojo šonkaulių lankų žemiausius taškus, 2 – linija, jungianti *crista iliaca dex. et sin.*, 3 – *Omentum majus*, 4 – *Mesenterium*, 5 – *Aorta abdominalis*, 6 – *Colon descendens*, 7 – *M. psoas major*.

Matavimus atliko keli tyrėjai pagal griežtą protokolą – iškvėpimo metu, nespaudžiant daviklio. R. P. Stolk'o teigimu, skirtingų sonoskopuotojų atliktų tyrimų koreliacijos koeficientas yra patenkinamas (0,94), nors ir nustatyta tyrėjų matavimų skirtumų (variacijos koeficientas siekė 4,3 proc.).

R. P. Stolk'as siūlo, kad UGT matavimus tam pačiam ligoniui atliktų vienas tyrėjas. UGT gauti matmenys palyginti su KT ir MRT duomenimis (koreliacijos koeficientai – 0,83 ir 0,81) [46].

M. Koda [49] 2007 m. matavo RA 3,5 MHz davikliu bambos lygyje. Buvo matuojami PRA ir VRA matmenys. VRA matuotas tarp *linea alba* ir juosmeninio slankstelio priekinio paviršiaus. Palyginti su MRT išmatuotais poodinio ir visceralinio riebalinio audinio tūriais, UGT matmenų koreliacija buvo 0,726 ir 0,816. Koregavus šiuos duomenis pagal ūgį, koreliacijos koeficientai buvo 0,746 ir 0,825 [49].

Aptartus duomenis patvirtina ir pastarųjų metų tyrimai. I. Schlecht [54], naudodama modifikuotą R. P. Stolk'o [46] protokolą, gautus UGT matmenis palygino su MRT duomenimis. PRA ir VRA matavimų koreliacijos koeficientai buvo 0,705 ir 0,898.

Iki 2001 m., kai R. P. Stolk'as [46] pasiūlė griežtą UGT matavimų protokolą, didžiausias koreliacijos koeficientas siekė 0,71 [39, 44, 45, 47]. Ramaus iškvėpimo

pabaigoje, nespaudžiant daviklio, atliktų UGT matmenų koreliacija su KT ir MRT duomenimis pasiekė 0,9 [46, 50, 54].

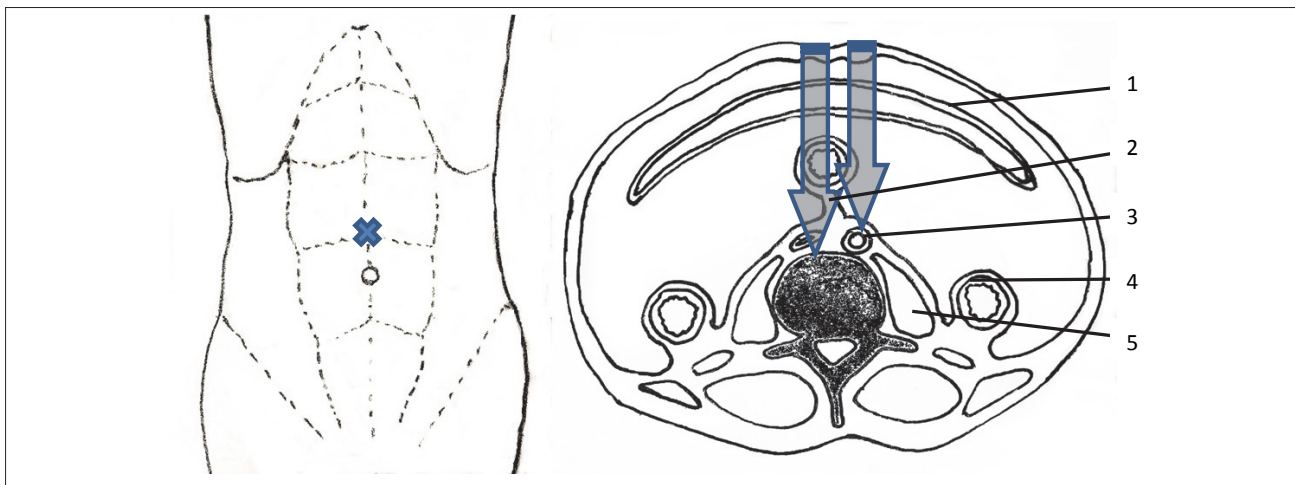
Daugumoje studijų patikimumo koreliacija vertinta tarp UGT išmatuoto RA storio ir KT ar MRT išmatuoto RA tūrio. Keli tyrėjai KT ir MRT matavo RA storį ir jų gauti koreliacijos koeficientai tarp tyrimų pasiekė 0,85–0,9 ir 0,73–0,96 VRA ir PRA, o patikimumo tarp tyrėjų koeficientas – iki 0,99 [50, 53].

Nutukusių pacientų patikimumas tarp VRA tyrimų siekė 0,643–0,669, tarp PRA – 0,33–0,594 [44, 47, 54]. Tačiau A. Bazzocchi [53] koreliacijos koeficientai pasiekė 0,85 ir 0,96 VRA ir PRA, nes jis lygino UGT matavimus su KT apskaičiuotu VRA storiu, o ne tūriu [53].

Reikia atsižvelgti į tai, jog UGT naudojama technika nuolat tobulėjo, taigi augo ir tyrimų patikimumas. Tai leidžia paaiškinti nuo XXI a. pradžios gerėjančius patikimumo rodiklius.

Minėtina, kad, tiriant nutukusius ligonius, susiduriama ir su techninėmis problemomis – dėl didesnio atstumo nuo odos iki vizualizuojamo organo naudojami mažesnio dažnio davikliai, kurių skiriamoji geba yra nedidelė, o, esant itin dideliame nutukimo laipsniui, apžiūros srities ar organo gali visiškai nesimatyti.

Daugumoje studijų nenurodyta tyrimų metodologija, tad šiose studijose aptarti rezultatai ir duomenys



4 pav. Modifikuota R. P. Stolk'o pasiūlyta visceralinio riebalinio audinio ultragarsinio matavimo metodika X – ultragarsinio daviklio pozicionavimo vieta (1–2 cm virš bambos). 1 – *Omentum majus*, 2 – *Mesenterium*, 3 – *Aorta abdominalis*, 4 – *Colon descendens*, 5 – *M. psoas major*.

nepriklauso aukščiausio mokslinio pagrįstumo ir patikimumo tyrimų kategorijai. Dalis nagrinėtų studijų apsiribojo nedideliu tiriamųjų skaičiumi (tirta nuo 13 iki 29 pacientų [38, 41, 42, 46, 49, 52, 53]), todėl vadovautis tokių studijų rezultatais reikėtų atsargiai. Į R. P. Stolk'o [46] studiją buvo įtrauktas 21 ligonis, tačiau, pasiūlius laikytis griežto tyrimo protokolo, VRA koreliacijos koeficientas tarp KT ir UGT siekė 0,81, o patikimumo tarp skirtingų tyrėjų koeficientas – 0,94. Nedaug modifikavę R. P. Stolk'o metodiką (ultragarsinio daviklio pozicionavimą), panašius ar net geresnius rezultatus gavo ir kiti autoriai [43, 50, 54].

Kiekviena skirtingų autorių siūloma UGT matavimo metodika turi savo privalumų ir trūkumų. Atlikę sisteminę analizę, nutukimu sergančių ligonių RA matuoti rekomenduojame naudoti modifikuotą R. P. Stolk'o metodiką, kai daviklis pozicionuojamas 1–2 cm virš

bambos, PRA matuojant nuo epidermio ir dermos ribos iki *linea alba* priekinio paviršiaus, o VRA – nuo *linea alba* užpakalinio paviršiaus iki aortos ir stuburo slankstelio priekinio krašto (4 pav.).

Išvados

Remiantis sistetine literatūros apžvalga, galima teigti, kad ultragarsinis tyrimas yra pigus, prieinamas ir kartotinis tyrimo metodas, kuriuo matuojant RA pasiskirstymą galima atlikti didelės apimties populiacijos tyrimus. Nutukimu sergančių ligonių RA pasiskirstymui matuoti rekomenduojama modifikuota R. P. Stolk'o ultragarsinė metodika, nes šios metodikos patikimumo koeficientai yra didžiausi. Ateityje reikalingi papildomi perspektyvieji ir randomizuoti tyrimai, kurie leistų išsamiau palyginti siūlomas ultragarsines VRA matavimo metodikas.

LITERATŪRA

1. Kuzawa CW. Adipose tissue in human infancy and childhood: an evolutionary perspective. *Am J Phys Anthropol.* 1998; Suppl 27: 177–209.
2. Wells JCK. The evolution of human adiposity and obesity: where did it all go wrong? *Dis Model Mech.* 2012; 5: 595–607.
3. Schneider JE. Energy balance and reproduction. *Physiol Behav.* 2004; 81(2): 289–317.
4. Pond CM. Adipose tissue and the immune system. *Pros-*

taglandins Leukot Essent Fatty Acids 2005 Jul; 73(1): 17–30.

5. Adam TC, Epel ES. Stress, eating and the reward system. *Physiol Behav.* 2007 Jul 24; 91(4): 449–458.

6. Epel E, Lapidus R, McEwen B, Brownell K. Stress may add bite to appetite in women: a laboratory study of stress-induced cortisol and eating behavior. *Psychoneuroendocrinology* 2001 Jan; 26(1): 37–49.

7. Siervo M, Wells JCK, Cizza G. The Contribution of

Psychosocial Stress to the Obesity Epidemic. An Evolutionary Approach. *Nutr Res.* 2009; 41(4): 261–270.

8. WHO | Overweight and obesity [Internet]. WHO. World Health Organization; 2017 [cited 2017 Nov 10]. Available from: <http://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/overweight_obesity/obesity_adults/en/>.

9. EUROSTAT. European Health Interview Survey. Almost 1 adult in 6 in the EU is considered obese. EUROSTAT: news-release. 2016; 1–5.

10. Finkelstein EA, Trogon JG, Cohen JW, Dietz W. Annual medical spending attributable to obesity: payer- and service-specific estimates. *Health Aff (Millwood)* 2009 Sep 1; 28(5): 822–831.

11. Cornier MA, Després JP, Davis N, Grossniklaus DA, Klein S, Lamarche B, Lopez-Jimenez F, Rao G, St-Onge MP, Towfighi A, Poirier P. Assessing Adiposity: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2011; 124(18): 1996–2019.

12. Hamer M, Stamatakis E. Metabolically healthy obesity and risk of all-cause and cardiovascular disease mortality. *J Clin Endocrinol Metab.* 2012 Jul; 97(7): 2482–2488.

13. Calori G, Lattuada G, Piemonti L, Garancini MP. Prevalence, Metabolic Features, and Prognosis of Metabolically Healthy Obese Italian Individuals. *Diabetes Care* 2011; 34(1): 210–215.

14. Mathew H, Farr OM, Mantzoros CS. Metabolic health and weight: Understanding metabolically unhealthy normal weight or metabolically healthy obese patients. *Metabolism* 2016; 65(1): 73–80.

15. Phillips CM. Metabolically healthy obesity across the life course: epidemiology, determinants, and implications. *Ann NY Acad Sci.* 2017; 1391(1): 85–100.

16. van Vliet-Ostapchouk JV, Nuotio ML, Slagter SN, Doiron D, Fischer K, Foco L, Gaye A, Gögele M, Heier M, Hiekkalinna T, Joensuu A, Newby C, Pang C, Partinen E, Reischl E, Schwienbacher C, Tammesoo ML, Swertz MA, Burton P, Ferretti V, Fortier I, Giepmans L, Harris JR, Hillege HL, Holmen J, Jula A, Kootstra-Ros JE, Kvaløy K, Holmen TL, Männistö S, Metspalu A, Midthjell K, Murtagh MJ, Peters A, Pramstaller PP, Saaristo T, Salomaa V, Stolk RP, Uusitupa M, van der Harst P, van der Klauw MM, Waldenberger M, Perola M, Wolfenbittel BH. The prevalence of metabolic syndrome and metabolically healthy obesity in Europe: a collaborative analysis of ten large cohort studies. *BMC Endocr Disord.* 2014; 14(1): 9.

17. Fox CS, Massaro JM, Hoffmann U, Pou KM, Maurovich-Horvat P, Liu CY, Vasan RS, Murabito JM, Meigs JB, Cupples LA, D'Agostino RB Sr, O'Donnell CJ. Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue compartments: Association with metabolic risk factors in the Framingham heart study. *Circulation* 2007; 116(1): 39–48.

18. Gabriellsson BG, Johansson JM, Lönn M, Jernås M, Olbers T, Peltonen M, Larsson I, Lönn L, Sjöström L, Carlsson B,

Carlsson LM. High expression of complement components in omental adipose tissue in obese men. *Obes Res.* 2003; 11(6): 699–708.

19. Porter SA, Massaro JM, Hoffmann U, Vasan RS, O'Donnell CJ, Fox CS. Abdominal subcutaneous adipose tissue: A protective fat depot? *Diabetes Care* 2009; 32(6): 1068–1075.

20. Patel P, Abate N. Role of subcutaneous adipose tissue in the pathogenesis of insulin resistance. *J Obes.* 2013 (ID 489187): 1–5.

21. Vague J. La différenciation sexuelle; facteur déterminant des formes de l'obésité. *Presse Med.* 1947; 55(30): 339.

22. Vague J. Sexual differentiation. A Determinant Factor of the Forms of Obesity. *Obes Res.* 1996; 4(2): 201–203.

23. Pradhan AD. Sex Differences in the Metabolic Syndrome: Implications for Cardiovascular Health in Women. *Clin Chem.* 2014; 60(1): 44–52.

24. White UA, Tchoukalova YD. Sex dimorphism and depot differences in adipose tissue function. *BBA – Mol Basis Dis.* 2014; 1842(3): 377–392.

25. Wajchenberg BL. Subcutaneous and Visceral Adipose Tissue: Their relation to the Metabolic Syndrome. *Endocr Rev.* 2000; 21(6): 697–738.

26. Valencak TG, Osterrieder A, Schulz TJ. Sex matters: The effects of biological sex on adipose tissue biology and energy metabolism. *Redox Biol.* 2017; 12(April): 806–813.

27. Oppert JM, Laville M, Basdevant A. Human Phenotypes. In: Clement K, Sorensen T, editor. *Obesity: Genomics and Postgenomics.* New York, NY: Informa Healthcare USA, Inc.; 2008, p. 1–18.

28. Carroll JF, Chiapa AL, Rodriguez M, Phelps DR, Cardarelli KM, Vishwanatha JK, Bae S, Cardarelli R. Visceral fat, waist circumference, and BMI: impact of race / ethnicity. *Obesity (Silver Spring)* 2008 Mar; 16(3): 600–607.

29. Schunkert H, Markus MRP, Stritzke J. Waist circumference and cardiovascular risk. In: Preedy VR, editor. *Handbook of Anthropometry: Physical Measures of Human Form in Health and Disease.* Springer Science+Business Media, LLC; 2003, p. 2137–2153.

30. Borrueal S, Molto F. Surrogate Markers of Visceral Adiposity in Young Adults: Waist Circumference and Body Mass Index Are More Accurate than Waist Hip Ratio, Model of Adipose Distribution and Visceral Adiposity Index. 2014; 94: 1–17.

31. WHO. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Report of a WHO Consultation. Geneva; 2000, 1–253 p.

32. Bogin B, Silva MV. The Body Mass Index: the good, the bad, and the horrid. *Bull der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropol.* 2012; 18(2): 5–11.

33. Lean ME, Han TS, Morrison CE. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ* 1995; 311(6998): 158–161.

34. Pischon T, Boeing H, Hoffmann K, Bergmann M,

- Schulze MB, Overvad K, van der Schouw YT, Spencer E, Moons KG, Tjønneland A, Halkjaer J, Jensen MK, Stegger J, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault MC, Chajes V, Linseisen J, Kaaks R, Trichopoulou A, Trichopoulos D, Bamia C, Sieri S, Palli D, Tumino R, Vineis P, Panico S, Peeters PH, May AM, Bueno-de-Mesquita HB, van Duijnhoven FJ, Hallmans G, Weinehall L, Manjer J, Hedblad B, Lund E, Agudo A, Arriola L, Barricarte A, Navarro C, Martinez C, Quirós JR, Key T, Bingham S, Khaw KT, Boffetta P, Jenab M, Ferrari P, Riboli E. General and Abdominal Adiposity and Risk of Death in Europe. *N Engl J Med*. 2008; 359(20): 2105–2120.
35. Emerging Risk Factors Collaboration TERE, Wormser D, Kaptoge S, Di Angelantonio E, Wood AM, Pennells L, Thompson A, Sarwar N, Kizer JR, Lawlor DA, Nordestgaard BG, Ridker P, Salomaa V, Stevens J, Woodward M, Sattar N, Collins R, Thompson SG, Whitlock G, Danesh J. Separate and combined associations of body-mass index and abdominal adiposity with cardiovascular disease: collaborative analysis of 58 prospective studies. *Lancet (London, England)* 2011 Mar 26; 377(9771): 1085–1095.
36. Grundy SM, Neeland IJ, Turer AT, Vega GL. Waist circumference as measure of abdominal fat compartments. *J Obes*. 2013; 2013(ID 454285): 1–9.
37. Kim SK, Kim HJ, Hur KY, Choi SH, Ahn CW, Lim SK, Kim KR, Lee HC, Huh KB, Cha BS. Visceral fat thickness measured by ultrasonography can estimate not only visceral obesity but also risks of cardiovascular and metabolic diseases. *Am J Clin Nutr*. 2004 Apr; 79(4): 593–599.
38. Leite CC, Wajchenberg BL, Radominski R, Matsuda D, Cerri GG, Halpern A. Intra-abdominal thickness by ultrasonography to predict risk factors for cardiovascular disease and its correlation with anthropometric measurements. *Metabolism* 2002 Aug 1; 51(8): 1034–1040.
39. Ribeiro-Filho FF, Faria AN, Kohlmann O Jr, Ajzen S, Ribeiro AB, Zanella MT, Ferreira SR. Ultrasonography for the Evaluation of Visceral Fat and Cardiovascular Risk. *Hypertension* 2001 Sep 1; 38(3): 713–717.
40. Bazzocchi A, Filonzi G, Ponti F, Albinetti U, Guglielmi G, Battista G. Ultrasound: Which role in body composition? *Eur J Radiol*. 2016 Aug 1; 85(8): 1469–1480.
41. Gouvea HR, Faria SL, Faria OP, Cardeal MD, Bezerra A, Ito MK. Validation of ultrasound examination for assessment of the abdominal visceral fat in clinically serious obese patient. *Arq Bras Cir Dig*. 2013; 26 Suppl 1(Suplemento 1): 43–46.
42. Stoner L, Chinn V, Cornwall J, Meikle G, Page R, Lambrick D, Faulkner J. Reliability tests and guidelines for B-mode ultrasound assessment of central adiposity. *Eur J Clin Invest*. 2015 Nov; 45(11): 1200–1208.
43. Philipsen A, Carstensen B, Sandbaek A, Almdal TP, Johansen NB, Jørgensen ME. Reproducibility of ultrasonography for assessing abdominal fat distribution in a population at high risk of diabetes. 2013; (February): 1–6.
44. Armellini F, Zamboni M, Rigo L, Todesco T, Bergamo-Andreis IA, Procacci C, Bosello O. The contribution of sonography to the measurement of intra-abdominal fat. *J Clin Ultrasound* 1990 Sep; 18(7): 563–567.
45. Armellini F, Zamboni M, Harris T, Micciolo R, Bosello O. Sagittal Diameter Minus Subcutaneous Thickness. An Easy-to-Obtain Parameter That Improves Visceral Fat Prediction. *Obes Res*. 1997; 5(4): 315–320.
46. Stolk RP, Wink O, Zelissen PM, Meijer R, van Gils AP, Grobbee DE. Validity and reproducibility of ultrasonography for the measurement of intra-abdominal adipose tissue. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001; 25(9): 1346–1351.
47. Ribeiro-Filho FF, Faria AN, Azjen S, Zanella MT, Ferreira SRG. Methods of estimation of visceral fat: advantages of ultrasonography. *Obes Res*. 2003 Dec; 11(12): 1488–1494.
48. Hirooka M, Kumagi T. A technique for the measurement of visceral fat by ultrasonography: comparison of measurements by ultrasonography and computed tomography. *Intern Med*. 2005; 44(8): 794–799.
49. Koda M, Senda M, Kamba M, Kimura K, Murawaki Y. Sonographic subcutaneous and visceral fat indices represent the distribution of body fat volume. *Abdom Imaging*. 2007; 32(3): 387–392.
50. De Lucia Rolfé E, Sleigh A, Finucane FM, Brage S, Stolk RP, Cooper C, Sharp SJ, Wareham NJ, Ong KK. Ultrasound Measurements of Visceral and Subcutaneous Abdominal Thickness to Predict Abdominal Adiposity Among Older Men and Women. *Obesity* 2010; 18(3): 625–631.
51. Berker D, Koparal S, Işık S, Paşaoğlu L, Aydin Y, Erol K, Delibaşı T, Güler S. Compatibility of different methods for the measurement of visceral fat in different body mass index strata. *Diagnostic Interv Radiol*. 2010; 16(2): 99–105.
52. Gradmark AM, Rydh A, Renström F, De Lucia-Rolfé E, Sleigh A, Nordström P, Brage S, Franks PW. Computed tomography-based validation of abdominal adiposity measurements from ultrasonography, dual-energy X-ray absorptiometry and anthropometry. *Br J Nutr*. 2010; 104(4): 582–588.
53. Bazzocchi A, Filonzi G, Ponti F, Sassi C, Salizzoni E, Battista G, Canini R. Accuracy, reproducibility and repeatability of ultrasonography in the assessment of abdominal adiposity. *Acad Radiol*. 2011; 18(9): 1133–1143.
54. Schlecht I, Wiggermann P, Behrens G, Fischer B, Koch M, Freese J, Rubin D, Nöthlings U, Stroszczyński C, Leitzmann MF. Reproducibility and validity of ultrasound for the measurement of visceral and subcutaneous adipose tissues. *Metabolism* 2014; 63(12): 1512–1519.
55. Armellini F, Zamboni M, Robbi R, Todesco T, Rigo L, Bergamo-Andreis IA, Bosello O. Total and intra-abdominal fat measurements by ultrasound and computerized tomography. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1993 Apr; 17(4): 209–214.