

· 综述 ·

评估内脏型肥胖的新型人体测量学指标研究进展

秦叶叶¹ 李燕^{1,2} 郑路^{1,2} 魏健^{1,2} 王琦¹¹长治医学院附属和平医院内分泌科 046000; ²长治医学院代谢性疾病实验室 046000

通信作者:李燕,Email:liyanweiwei@126.com

【摘要】 内脏型肥胖是 2 型糖尿病、心血管疾病及非酒精性脂肪性肝病等的独立危险因素。内脏型肥胖的新型人体测量学指标简单易行,能更好地反映肥胖相关并发症的风险。本文就其研究进展进行综述,以期对肥胖相关疾病的预测与诊治提供新思路。

【关键词】 内脏型肥胖;内脏脂肪;人体测量学

基金项目:山西省高校科技创新项目(2020L0374);长治医学院博士启动基金项目(BS201905)

DOI:10.3760/cma.j.cn121383-20200922-09044

Research progress on new anthropometric indicators in the assessment of visceral obesity Qin Yeye¹, Li Yan^{1,2}, Zheng Lu^{1,2}, Wei Jian^{1,2}, Wang Qi¹. ¹Department of Endocrinology, Heping Hospital Affiliated to Changzhi Medical College, Changzhi 046000, China; ²Laboratory of Metabolic Diseases, Changzhi Medical College, Changzhi 046000, China

Corresponding author: Li Yan, Email:liyanweiwei@126.com

【Abstract】 Visceral obesity is an independent risk factor for type 2 diabetes, cardiovascular disease, non-alcoholic fatty liver disease and so on. Recently, some new anthropometric indicators in the assessment of visceral obesity have been reported, which is convenient and may better reflect the risk of obesity-related complications. This article reviews the research progress on the new anthropometric indicators of visceral obesity in recent years, in order to provide new ideas for the prediction, diagnosis and treatment of obesity-related diseases.

【Keywords】 Visceral obesity; Visceral fat; Anthropometry

Fund program: Science and Technology Innovation Project of Shanxi Universities (2020L0374); Doctor Start Fund Program of Changzhi Medical College (BS201905)

DOI:10.3760/cma.j.cn121383-20200922-09044

中国肥胖的流行趋势仍在不断加剧。最新数据显示,中国成人超重率为 28.1%,肥胖率为 5.2%,其中腹型肥胖率高达 29.1%^[1]。相对于总脂量而言,脂肪分布对人体代谢的影响更大。以内脏脂肪蓄积为特征的内脏型肥胖被认为是 2 型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)、心血管疾病、非酒精性脂肪性肝病等疾病发病率和死亡率的有力预测指标^[2]。因此,定量评估具有潜在危害的内脏脂肪在人体的蓄积度,有助于深入明确其在疾病中的作用和对疾病发生风险的预测价值。近年来,国内外学者相继提出一些新型的内脏肥胖人体测量指标,本文就研究现状进行综述。

1 脂质蓄积指数

2005 年, Kahn 等^[3]提出了脂质蓄积指数(lipid accumulation product, LAP)的概念,它结合了反映体脂过度蓄积的解剖学指标腰围(WC)和生理学指标甘油三酯(TG),再按性别转化成连续变量(表 1),并发现 LAP 对糖尿病和心血管疾病风险的识别明显优于体重指数(BMI),更能反映内脏脂质蓄积。近年来,有学者针对 LAP 的疾病预测价值进行了比较研究,发现 LAP 与心血管疾病发病率呈正相关,预测 10 年心血管疾病发病率显著优于 BMI、WC、腰臀比(WHR)和腰高比(WHtR)^[4]。新近研究还发现, LAP 对代谢综合征(MS)预测的敏感性和特异性

均显著高于 BMI 和 WC^[5]。中国人群的研究也得到了相似结果,较高的 LAP 与糖尿病患病风险相关^[6]。不过,有学者对 LAP 的预测价值提出了不同意见。一项长达 6 年的随访研究发现,LAP 仅对年轻男性的糖尿病风险具有较高的预测价值^[7]。亦

有学者认为 LAP 仅仅有助于识别糖尿病的流行而不能预测糖尿病的发生^[8]。综上,LAP 是评价糖尿病、心血管疾病、MS 等疾病风险简单而有效的临床指标,但其预测效能仍有争议,需高质量随访研究进一步论证,且应用有一定的局限性(表 1)。

表 1 内脏型肥胖新型人体测量学指标的比较

测量指标	计算公式	优缺点	临床意义
LAP	LAP(男) = [WC(cm) - 65] × TG(mmol/L) LAP(女) = [WC(cm) - 58] × TG(mmol/L)	①反映脂质蓄积程度,指标易测,计算简单 ②计算公式有性别之分,不利于不同性别人群之间的比较 ③不适于 WC < 58 cm(女性)和 WC < 65 cm(男性)人群的评估	①糖尿病、心血管疾病、代谢综合征等代谢性疾病风险简单有效的预测指标 ②有助于辨别糖尿病的流行
CMI	CMI = TG / HDL-C × WHtR	①对 LAP 计算公式的改良,计算简单 ②对糖尿病风险的预测价值低于 LAP	①既能反映肥胖程度又能反映血脂水平的糖尿病鉴别指标 ②可用于评估体脂分布异常相关高血压及高尿酸血症的发病风险,与心血管事件、缺血性脑卒中密切相关
VAI	VAI(男) = $\left[\frac{WC}{39.68 + (1.88 \times BMI)} \right] \times \left(\frac{TG}{1.03} \right) \times \left(\frac{1.31}{HDL-C} \right)$ VAI(女) = $\left[\frac{WC}{36.58 + (1.89 \times BMI)} \right] \times \left(\frac{TG}{0.81} \right) \times \left(\frac{1.52}{HDL-C} \right)$	①评价内脏脂肪功能失调的替代指标 ②计算公式较复杂	①用于预测心血管疾病及代谢性疾病的发生风险 ②糖尿病前期和糖尿病的独立危险因素,可预测血糖控制状态
CVAI	CVAI(男) = -267.93 + 0.68 × 年龄 + 0.03 × BMI + 4.00 × WC + 22.0 × logTG - 16.32 × HDL-C CVAI(女) = -187.32 + 1.71 × 年龄 + 4.23 × BMI + 1.12 × WC + 39.76 × logTG - 11.66 × HDL-C	①体现了中国人群体脂分布特点 ②计算公式复杂,目前只适于中国人群,适用范围小	①反映中国人内脏脂肪功能障碍 ②识别 2 型糖尿病高风险人群 ③评估代谢风险,与内脏型肥胖和 HOMA-IR 密切相关
ABSI	$ABSI(kg^{-2/3} m^{11/6}) = \frac{\text{腰围}}{BMI^{2/3} \times \text{身高}^{1/2}}$	①排除 BMI 和身高对 WC 的影响,更精准地反映内脏型肥胖的体型 ②计算公式存在种族异质性	①预测肥胖人群糖尿病患病风险 ②预测绝经后女性动脉粥样硬化疾病风险
BRI	$BRI = 364.2 - 365.5 \sqrt{1 - \left\{ \frac{[WC(m)/2\pi]^2}{[0.5 \times \text{身高}(m)]^2} \right\}}$	①以椭圆形的人体形状建模构建公式,反映内脏脂肪堆积程度 ②计算公式复杂,不适用于临床或日常生活使用	①代谢综合征的最佳人体测量指标 ②用于肥胖症的临床评估 ③可预测糖尿病、代谢综合征的发生风险

注:LAP:脂质蓄积指数;CMI:心脏代谢指数;VAI:内脏脂肪指数;CVAI:中国人内脏脂肪指数;ABSI:身体形态指数;BRI:身体圆度指数;WC:腰围;BMI:体重指数;WHtR:腰高比;TG:甘油三酯;HDL-C:高密度脂蛋白胆固醇;HOMA-IR:稳态模型评估胰岛素抵抗指数

2 心脏代谢指数

鉴于 LAP 存在缺陷,2015 年 Wakabayashi 等^[9]对其公式改良,用 TG/高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)和 WHtR 分别替代 TG 和 WC,构建了心脏代谢指数(cardiometa-bolic index, CMI),见表 1。其中,WHtR 对心血管疾病的预测价值优于 WC, TG/

HDL-C 反映了具有更强的致动脉粥样硬化作用的小而密低密度脂蛋白(sd-LDL)水平。起初,CMI 为预测心血管事件而提出,但由于糖尿病与心血管事件密切相关,研究者进而证明了 CMI 与糖尿病高度相关,且无性别差异。T2DM 的血脂异常主要表现为血 TG、sd-LDL 水平升高, HDL-C 水平降低,故

TG/HDL-C 可作为反映 T2DM 血脂异常的标志物。WHtR 由 WC 和身高决定,与腹型肥胖具有良好的相关性。CMI 将 TG/HDL-C 和 WHtR 相结合,是一种既能反映肥胖程度又能反映血脂水平的糖尿病鉴别新指标。有学者比较了 CMI 与 LAP 对糖尿病的预测价值,结果发现 CMI 与普通人群糖尿病的患病率密切相关,但其预测能力低于 LAP^[10]。究其原因可能系 HDL-C 是心血管疾病的危险因素,而与糖尿病无因果关系。我国流行病学调查发现,CMI、LAP 与高血压显著相关,并强调这些指数可用于了解与肥胖或特定脂肪组织分布模式相关高血压及高尿酸血症的发病风险^[11-12]。此外,CMI 与缺血性脑卒中亦密切相关^[13]。目前针对 CMI 研究相对较少,CMI 对糖尿病风险的预测是否优于 LAP 仍需要进一步研究。

3 内脏脂肪指数

2010 年,Amato 等^[14]利用性别特异性数学指数模型提出了内脏脂肪指数(visceral adiposity index, VAI)的概念(表 1),该指数不仅包含 WC 和 BMI,而且考虑了性别、TG 和 HDL-C 对脂肪分布及功能的影响。研究者发现,VAI 不仅能间接反映内脏脂肪功能和胰岛素抵抗,而且还能预测心血管疾病及代谢性疾病的发生风险。此外,针对 VAI 与脂肪因子的研究表明,VAI 在一定程度上能反映脂肪组织内分泌功能、机体瘦素抵抗和低度炎性状态,有助于监测无明显 MS 人群的心血管疾病发生风险^[15]。国内学者对正常体重但有内脏型肥胖的人群研究发现,VAI 与冠心病患病风险密切相关,可作为冠心病风险评估的有用工具^[16]。研究还发现,VAI 是预测缺血性心力衰竭患者死亡率的良好指标和高血压的独立危险因素^[17]。近年来,我国针对性开展了 VAI 与糖尿病及糖尿病前期的相关研究,结果表明较高的 VAI 与中国成人糖尿病前期和糖尿病呈正相关,且优于 BMI、WC、WHR 和 WHtR^[18]。Hameed 等^[19]评估了女性 T2DM 患者 VAI 与糖化血红蛋白(HbA1c)的相关性,发现 VAI 增加的患者表现为血糖控制不佳、血脂异常、甘油三酯葡萄糖指数及其衍生指数升高,表明 VAI 对血糖控制状态具有良好的预测效能。可见,VAI 是糖尿病及心血管疾病良好的预测指标,但是否优于传统指标,还需进一步研究。

4 中国人内脏脂肪指数

为了体现中国人群的体脂分布特点,Xia 等^[20]在 VAI 基础上运用二元线性逻辑回归模型构建了中国人内脏脂肪指数(Chinese visceral adipose index, CVAI),见表 1,该指标引入年龄,经过 CT 值的校正,并通过人群横断面研究证明其与内脏肥胖和稳态模型评估胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)密切相关。与 BMI 和 WC 相比,CVAI 对代谢风险的评估更具价值,即使在正常体重代谢异常人群和肥胖代谢正常人群中也如此^[21]。新近的前瞻性队列研究还发现,CVAI 能有效预测中国人群 5 年内糖尿病的发病风险,无论在男性还是女性中,CVAI 的预测价值都高于 VAI、BMI、WC、WHR 和 WHtR,有利于早期识别糖代谢异常疾病^[22]。另一项基于中国人群的研究也证实 CVAI 与 T2DM 风险之间存在正相关^[23],CVAI 在预测 T2DM 事件方面具有最佳性能,该指数可能是识别 T2DM 高风险人群的可靠且适用的指标。因此,CVAI 是评估中国人内脏脂肪功能障碍可靠且适用的指标,但其是否可用于评估亚洲人的代谢健康状况仍需进一步研究。

5 身体形态指数

2012 年,Krakauer 等^[24]依据异速生长模型提出一种新的人体测量指标身体形态指数(a body shape index, ABSI),该指标用 BMI 和身高将 WC 标准化(表 1),其数值越高表明在一定身高和体重条件下 WC 越大,越符合内脏型肥胖体型,并且 ABSI 与内脏脂肪正相关,对过早死亡风险的预测优于 WC 和 BMI。一项针对成人超重和肥胖 T2DM 患者的研究发现,ABSI 可以识别超重或肥胖 T2DM 患者的内脏型肥胖和肌少症,预测肥胖人群 T2DM 患病风险^[25]。另有研究发现,ABSI 与 sd-LDL 相关,可用于绝经后女性动脉粥样硬化疾病的风险评估^[26]。然而,日本人群研究发现,与 BMI 或 WC 相比,ABSI 并不能更好地预测糖尿病、高血压和血脂异常的风险^[27]。究其原因可能为 ABSI 根据美国人体型创建,由于种族异质性,并不适用于所有人群。因此,2020 年我国学者汪宏莉等^[28]依据中国人体质构建了中国成人 ABSI,计算公式:男性 $ABSI (kg^{-0.7} m^{1.945}) = \frac{\text{腰围}}{BMI \times \text{身高}^{0.455}}$,女性 $ABSI (kg^{-0.734} m^{2.06}) = \frac{\text{腰围}}{BMI \times \text{身高}^{0.455}}$

$\frac{\text{腰围}}{\text{BMI}^{0.734} \times \text{身高}^{0.408}}$ 。目前有关中国人 ABSI 的研究

较少,仍需深入研究其在中国人群慢性疾病中的应用价值。

6 身体圆度指数

2013 年,Thomas 等^[29]将人体形状建模为椭圆形,运用偏心率理论推导出身体形状几何模型,构建了身体圆度指数(body roundness index, BRI),见表 1。该指数根据身高和 WC 估算得出,可评估内脏脂肪含量,其数值越高,说明内脏脂肪堆积越明显,肥胖相关疾病的发病率可能越高。一项针对中国肥胖和超重成年人的研究发现,BRI 与 TG、HDL-C、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、血压、空腹血糖和炎症因子显著相关,提示 BRI 是反映中国成年人 MS、胰岛素抵抗和慢性炎症状态的最佳人体测量指标^[30]。另一项对中国 T2DM 患者的研究发现,BRI 可以作为 T2DM 患者预测 MS 的良好指标^[31]。秘鲁人群研究也得到了一致的结果,但 BRI 对 MS 的最佳预测切点因人群而异,中国人群男性为 4.7,女性为 6.2;哥伦比亚人群男性为 3.8,女性为 4.0^[31-32],这可能与种族差异及 MS 诊断标准不同有关。此外,BRI 还能预测糖尿病和血脂异常的风险,可作为评估糖尿病的肥胖指标^[33]。可见,在肥胖症的临床评估时,BRI 是 BMI 和 WC 的重要补充。但 BRI 计算公式复杂,并不适合用于临床评估或日常生活,手机等软件设备的普及或许能够弥补其计算复杂的缺点。

总之,人体测量学的发展满足了临床及流行病学调查研究的需求,可以相对准确地反映人体脂质蓄积程度和内脏脂肪含量,在预测肥胖相关疾病风险中各具特点。LAP 识别高血压高危人群的能力优于 CMI 和 VAI,且对 MS、糖尿病和高尿酸血症高危人群的识别能力较 VAI 敏感,但特异性低。CVAI 作为针对中国人群的特异性指数,适用于早期识别 T2DM 高风险人群。新型指标 ABSI 虽对 MS、糖尿病及心血管疾病高危人群的早期识别能力弱于 BRI,但有助于预测人群的全因死亡风险,二者与其他指数的比较研究未见报道。需要指出的是,这些指标尚有不足之处(表 1),未来仍需进行大规模的人群队列研究加以明确。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Zhang L, Wang Z, Wang X, et al. Prevalence of overweight and obesity in China: results from a cross-sectional study of 441 thousand adults, 2012-2015 [J]. *Obes Res Clin Pract*, 2020, 14(2): 119-126. DOI: 10.1016/j.orep.2020.02.005.
- [2] 赵楠, 许杰, 李晓晨, 等. 腹部脂肪分布对 2 型糖尿病患者人体成分及胰岛功能的影响[J]. *国际内分泌代谢杂志*, 2019, 39(6): 361-367. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4157.2019.06.001.
- [3] Kahn HS. The "lipid accumulation product" performs better than the body mass index for recognizing cardiovascular risk: a population-based comparison[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2005, 5(1): 26. DOI: 10.1186/1471-2261-5-26.
- [4] Kyrou I, Panagiotakos DB, Koulis GM, et al. Lipid accumulation product in relation to 10-year cardiovascular disease incidence in Caucasian adults: the ATTICA study[J]. *Atherosclerosis*, 2018, 279: 10-16. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2018.10.015.
- [5] Ray L, Ravichandran K, Nanda SK. Comparison of lipid accumulation product index with body mass index and waist circumference as a predictor of metabolic syndrome in Indian population[J]. *Metab Syndr Relat Disord*, 2018, 16(5): 240-245. DOI: 10.1089/met.2017.0119.
- [6] Yan GY, Li F, Elia C, et al. Association of lipid accumulation product trajectories with 5-year incidence of type 2 diabetes in Chinese adults: a cohort study[J]. *Nutr Metab (Lond)*, 2019, 16(16): 72. DOI: 10.1186/s12986-019-0399-7.
- [7] Bozorgmanesh M, Hadaegh F, Azizi F. Diabetes prediction, lipid accumulation product, and adiposity measures: 6-year follow-up: Tehran lipid and glucose study[J]. *Lipids Health Dis*, 2010, 9(1): 45. DOI: 10.1186/1476-511X-9-45.
- [8] Kahn HS. The lipid accumulation product is better than BMI for identifying diabetes: a population-based comparison[J]. *Diabetes Care*, 2006, 29(1): 151-153. DOI: 10.2337/diacare.29.1.151.
- [9] Wakabayashi I, Daimon T. The "cardiometabolic index" as a new marker determined by adiposity and blood lipids for discrimination of diabetes mellitus[J]. *Clin Chim Acta*, 2015, 438: 274-278. DOI: 10.1016/j.cca.2014.08.042.
- [10] Shi WR, Wang HY, Chen S, et al. Estimate of prevalent diabetes from cardiometabolic index in general Chinese population: a community-based study[J]. *Lipids Health Dis*, 2018, 17(1): 236. DOI: 10.1186/s12944-018-0886-2.
- [11] Wang H, Chen Y, Sun G, et al. Validity of cardiometabolic index, lipid accumulation product, and body adiposity index in predicting the risk of hypertension in Chinese population[J]. *Postgrad Med*, 2018, 130(3): 325-333. DOI: 10.1080/00325481.2018.

- 1444901.
- [12] Wang H, Sun Y, Wang S, et al. Body adiposity index, lipid accumulation product, and cardiometabolic index reveal the contribution of adiposity phenotypes in the risk of hyperuricemia among Chinese rural population [J]. *Clin Rheumatol*, 2018, 37 (8): 2221-2231. DOI:10.1007/s10067-018-4143-x.
 - [13] Wang H, Chen Y, Guo X, et al. Usefulness of cardiometabolic index for the estimation of ischemic stroke risk among general population in rural China [J]. *Postgrad Med*, 2017, 129 (8): 834-841. DOI:10.1080/00325481.2017.1375714.
 - [14] Amato MC, Giordano C, Galia M, et al. Visceral adiposity index: a reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk [J]. *Diabetes Care*, 2010, 33 (4): 920-922. DOI: 10.2337/dc09-1825.
 - [15] Amato MC, Pizzolanti G, Torregrossa V, et al. Visceral adiposity index (VAI) is predictive of an altered adipokine profile in patients with type 2 diabetes [J]. *PLoS One*, 2014, 9 (3): e91969. DOI:10.1371/journal.pone.0091969.
 - [16] Zhang X, Shu XO, Li H, et al. Visceral adiposity and risk of coronary heart disease in relatively lean Chinese adults [J]. *Int J Cardiol*, 2013, 168 (3): 2141-2145. DOI: 10.1016/j.ijcard.2013.01.275.
 - [17] Vogel P, Stein A, Marcadenti A. Visceral adiposity index and prognosis among patients with ischemic heart failure [J]. *Sao Paulo Med J*, 2016, 134 (3): 211-218. DOI: 10.1590/1516-3180.2015.01452111.
 - [18] Liu PJ, Ma F, Lou HP, et al. Visceral adiposity index is associated with pre-diabetes and type 2 diabetes mellitus in Chinese adults aged 20-50 [J]. *Ann Nutr Metab*, 2016, 68 (4): 235-243. DOI: 10.1159/000446121.
 - [19] Hameed EK, AbdulQahar ZH. Visceral adiposity index in female with type 2 diabetic mellitus and its association with the glycemic control [J]. *Diabetes Metab Syndr*, 2019, 13 (2): 1241-1244. DOI:10.1016/j.dsx.2019.01.039.
 - [20] Xia MF, Chen Y, Lin HD, et al. A indicator of visceral adipose dysfunction to evaluate metabolic health in adult Chinese [J]. *Sci Rep*, 2016, 6 (1): 38214. DOI:10.1038/srep38214.
 - [21] Xia MF, Lin HD, Chen LY, et al. Association of visceral adiposity and its longitudinal increase with the risk of diabetes in Chinese adults: a prospective cohort study [J]. *Diabetes Metab Res Rev*, 2018, 34 (7): e3048. DOI:10.1002/dmrr.3048.
 - [22] Wu J, Gong L, Li Q, et al. A novel visceral adiposity index for prediction of type 2 diabetes and pre-diabetes in Chinese adults: a 5-year prospective study [J]. *Sci Rep*, 2017, 7 (2): 13784. DOI:10.1038/s41598-017-14251-w.
 - [23] Han M, Qin P, Li Q, et al. Chinese visceral adiposity index: a reliable indicator of visceral fat function associated with risk of type 2 diabetes mellitus [J]. *Diabetes Metab Res Rev*, 2020, 37 (2): e3370. DOI:10.1002/dmrr.3370.
 - [24] Krakauer NY, Krakauer JC. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index [J]. *PLoS One*, 2012, 7 (7): e39504. DOI:10.1371/journal.pone.0039504.
 - [25] Gomez-Peralta F, Abreu C, Cruz-Bravo M, et al. Relationship between "a body shape index (ABSI)" and body composition in obese patients with type 2 diabetes [J]. *Diabetol Metab Syndr*, 2018, 10 (1): 21. DOI:10.1186/s13098-018-0323-8.
 - [26] Gentile M, Iannuzzo G, Mattiello A, et al. Association between body shape index and small dense LDL particles in a cohort of mediterranean women: findings from Progetto ATENA [J]. *J Clin Biochem Nutr*, 2017, 61 (2): 130-134. DOI: 10.3164/jcbn.17-13.
 - [27] Fujita M, Sato Y, Nagashima K, et al. Predictive power of a body shape index for development of diabetes, hypertension, and dyslipidemia in Japanese adults: a retrospective cohort study [J]. *PLoS One*, 2015, 10 (6): e0128972. DOI: 10.1371/journal.pone.0128972.
 - [28] 汪宏莉, 韩延柏, 陈涛, 等. 中国成人身体形态指数构建及其与血压水平关系 [J]. *中国公共卫生*, 2020, 36 (4): 588-591. DOI:10.11847/zgggws1126358.
 - [29] Thomas DM, Bredlau C, Bosy-Westphal A, et al. Relationships between body roundness with body fat and visceral adipose tissue emerging from a new geometrical model [J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2013, 21 (11): 2264-2271. DOI:10.1002/oby.20408.
 - [30] Li G, Wu HK, Wu XW, et al. The feasibility of two anthropometric indices to identify metabolic syndrome, insulin resistance and inflammatory factors in obese and overweight adults [J]. *Nutrition*, 2019, 57 (2): 194-201. DOI:10.1016/j.nut.2018.05.004.
 - [31] Liu B, Liu B, Wu G, et al. Relationship between body-roundness index and metabolic syndrome in type 2 diabetes [J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2019, 12 (3): 931. DOI: 10.2147/DMSO.S20996.
 - [32] Ramírez-Vélez R, Pérez-Sousa MÁ, Izquierdo M, et al. Validation of surrogate anthropometric indices in older adults: what is the best indicator of high cardiometabolic risk factor clustering? [J]. *Nutrients*, 2019, 11 (8): 1701. DOI:10.3390/nu11081701.
 - [33] Chang Y, Guo X, Chen Y, et al. A body shape index and body roundness index: two new body indices to identify diabetes mellitus among rural populations in northeast China [J]. *BMC Public Health*, 2015, 15 (4): 794. DOI:10.1186/s12889-015-2150-2.

(收稿日期: 2020-09-22)

(本文编辑: 刘欣)