

## 综述

## 妊娠期妇女体成分分析及临床应用

欧红慧, 李华萍

上海交通大学附属第六人民医院妇产科, 上海 200233

**[摘要]** 妊娠期妇女在体质量增长的同时, 体成分也不断地发生变化。目前体成分分析是一种评估人体组成的方法, 由体脂肪量、细胞外液、细胞内液、无机盐、蛋白质等基本五组分组成模型, 可以准确地反映妊娠期体质量成分构成情况; 在诸多体成分分析方法中, 生物电阻抗分析法为用于妊娠期的主要测定方法。已有临床报道了各母体组分与妊娠期疾病之间的相关关系。该文就体成分分析在妊娠期妇女中的临床应用研究做一综述。

**[关键词]** 体成分分析; 生物电阻抗分析法; 孕期体质量增长; 妊娠并发症

**[DOI]** 10.3969/j.issn.1674-8115.2019.11.021 **[中图分类号]** R714.256 **[文献标志码]** A

## Body composition analysis in pregnant women and its clinical applications

OU Hong-hui, LI Hua-ping

Department of Obstetrics and Gynecology, Shanghai Sixth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200233, China

**[Abstract]** The maternal components are constantly changing with gestational weight gains during pregnancy. Body composition analysis is a method for evaluating the maternal body composition accurately during pregnancy, models of which consist of fat mass, extracellular water, intracellular water, inorganic salts and protein basically. Among various methods to execute body composition analysis, bioelectrical impedance analysis is an important method for pregnant women. Many studies have reported about clinical applications based on correlations between maternal individual components and gestational diseases. This article reviews the researches on clinical applications of body composition analysis to pregnant women.

**[Key words]** body composition analysis; bioelectrical impedance analysis; gestational weight gain; pregnancy complication

女性妊娠期体质量增长的同时, 母体体成分也不断发生变化。妊娠不同时期妇女与非孕期育龄妇女相比, 各体成分的变化特点各不相同<sup>[1-4]</sup>。孕期体成分评估方法多样<sup>[5-8]</sup>, 将所测指标结果与生理状态下体成分进行比较, 有助于合理指导育龄妇女备孕<sup>[9]</sup>, 正确处理早孕反应<sup>[10]</sup>, 及时发现并诊治妊娠期并发症, 如妊娠期代谢性疾病<sup>[11-14]</sup>、妊娠高血压综合征<sup>[15-16]</sup>等。本文对目前临床上相关研究应用进展进行综述, 以便为孕期体质量管理、代谢相关疾病的预防提供参考。

## 1 孕期体质量与体成分变化

与非孕状态时相比, 妊娠妇女会发生一系列生理变化。孕期各体成分随着妊娠进展在不同时期增长的质量和速度也不相同。

孕早期妇女与非孕状态的育龄妇女相比, 各体成分无明显差别。有研究<sup>[1]</sup>发现妊娠 14 周前平均孕妇体质量、体质量指数 (body mass index, BMI)、体液总量 (total body water)、体脂肪量 (fat mass)、去脂体质量 (free fat mass) 与孕前相比差异无统计学意义; 对早孕反应明显, 特别是妊娠剧吐的女性, 可以通过比较孕早期与备孕期的体成分分析结果, 了解全身体液总量、细胞外液量 (extracellular water, ECW)、细胞内液量 (intracellular water, ICW) 和去脂体质量等指数发生的变化, 评估机体酸碱代谢失衡及电解质紊乱的程度后进行个体化治疗。

孕中期母体血容量增加、羊水形成等使体液成分发生变化, 有研究发现在体成分检测中表现为体液总量、细胞内液量和细胞外液量显著增加, 其中细胞外液量较细胞内液量增长更明显, 细胞内外液量比 (ECW/ICW ratio) 显著增加<sup>[2]</sup>, 与非孕期和孕早期比较差异显著<sup>[3]</sup>。

**[基金项目]** 上海市西医引导类科技支撑项目 (19411961200) (Shanghai Science and Technology Support Project for Western Medicine Guidance, 19411961200)。

**[作者简介]** 欧红慧 (1994—), 女, 硕士生; 电子信箱: ouhonghui@foxmail.com。

**[通信作者]** 李华萍, 电子信箱: lihup@sjtu.edu.cn。

孕晚期体成分主要变化在于去脂体质量, 如蛋白质含量的增加主要发生在孕晚期<sup>[4]</sup>。

## 2 孕期体质量变化评估

### 2.1 常用体质量增长评估方法

目前临床多用 BMI、腰围、臀围、腰臀比等指标评估肥胖程度并指导孕期体质量增长。BMI 是体质量 (kg) 除以身高 (m) 的平方, 目前临床上孕期体质量增长建议常常根据孕前 BMI 给出合适的增加范围, 孕妇高 BMI 是发生代谢性疾病的一个危险因素<sup>[17]</sup>, 肥胖妇女怀孕后比非肥胖妇女更易引起胰岛素抵抗<sup>[18]</sup>。腰围是指骨性胸廓第 12 肋最下缘与髂嵴最上缘连线中点的周径, 男性腰围  $\geq 85$  cm 为肥胖, 女性腰围  $\geq 80$  cm 为肥胖。臀围是指耻骨联合和背后臀大肌最凸处所在平面的周径, 反映髋部骨骼和肌肉的发育情况。腰臀比是腰围与臀围的比值, 反映脂肪总量和脂肪分布的综合指标。

这些指标测量方便、成本低廉, 相互补充可反映人的体型胖瘦, 但也存在一定的局限性。BMI 可大致反映人总体的胖瘦情况, 但未描述脂肪的分布; 腰臀比、腰围、臀围等均是从小外观上评估, 体现局部形态, 不能很好地反映孕期体质量增长情况, 客观上也无法反映孕妇体内代谢基础状态。

### 2.2 体成分分析

体成分分析能够比较准确地反映人体肌肉、水分和脂肪的质量, 进而客观地评定孕妇的身体组成成分是否合理, 更有利于分析母体妊娠期体质量具体变化内容以对孕妇进行临床指导, 是妊娠期比较科学的孕妇体质量变化评估方式<sup>[19]</sup>。

目前, 相关的体成分简化模型已建立, 广泛应用的模型包括二组分、三组分、四组分、五组分等多组分模型<sup>[5]</sup>。其中二组分模型 (two-component chemical model) 由 Behnke 等<sup>[20]</sup>于 1942 年建立, 根据人体体成分结构和功能的不同将其分为体脂肪量和去脂体质量。由生物电阻抗分析法 (bioelectrical impedance analysis, BIA) 测定的体脂肪量和去脂体质量, 可以准确地反映体内脂肪组成情况并评估特定疾病<sup>[21]</sup>。在流行病学调查中二组分模型应用普遍, 按照二组分模型“标准对照人 (reference man and woman)”的身体成分, 男性的去脂体质量约占总质量的 85%; 女性的身体成分与男性略有不同, 去脂体质量比例小, 仅占 73%<sup>[6]</sup>。二组分模型之后, 研究人员经过不断探索, 逐渐提出三组分、四组分、五组分等多组分模型。

多组分模型在流行病学研究中的应用比较复杂, 其中最具有影响力的是 Wang 等<sup>[22]</sup>于 1992 年提出的人体体成分的五组分模型。根据这个模型, 人们得以明确人体体成分的 5 个基本组成: 体脂肪量、细胞外液量、细胞内液量、无机盐 (inorganic salts)、蛋白质 (protein), 其他概念均为这 5 个基本成分相加而得 (图 1)。临床研究常见的体成分衍生指标有去脂体质量、肌肉量 (muscular mass)、体脂率 (fat mass percentage, FMP)、体液总量、细胞内外液量比等。五组分模型已成为人体体成分学的重要理论基础, 在该学科领域的研究中被广泛应用。

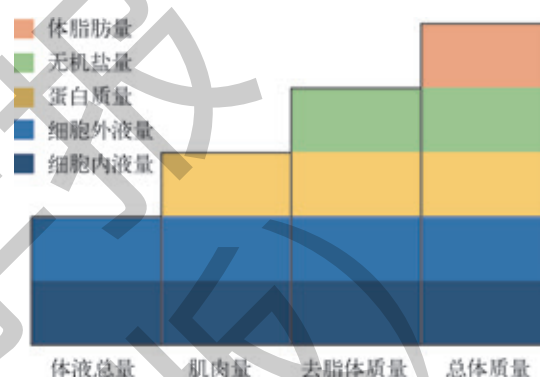


图 1 体成分的组分模型

Fig 1 Component model of body composition

### 2.3 各种体成分分析方法

体成分分析方法包括直接测量法和间接测量法。直接测量法包括化学分析法, 目前临床上无法实现。在间接测量法中, 目前用于活体体成分分析的方法有多种: 传统分析方法包括皮褶厚度测量法、放射性同位素稀释法和水下称重法; 而较新的技术包括 BIA 法、空气置换体积描记法 (air displacement plethysmography, ADP)、双能 X 射线吸收测定法 (dual-energy X-ray absorptiometry, DEXA)、计算机断层扫描和磁共振成像法。人体具有一定的电导性, 不同的生物组织对外加电流场具有不同导电作用, 且存在一定的比例关系。BIA 法正是利用脂肪组织和非脂肪组织对电流导电性的差异计算各体成分含量。使用 BIA 法能够在 1 ~ 2 min 内对人体四肢和躯干进行成分评估, 因此可以直接测得孕妇的体脂肪量、肌肉量、体液总量等比 BMI 更具临床指导价值的营养状况判断指标<sup>[7]</sup>。BIA 法作为一种无创无痛、安全高效、操作简便且相对廉价的人体成分测量方法, 以其独特的优势广泛应用于临床。水下称重法是根据人体密度计算人体内脂肪含量的一种方法, 但其操作具有一定的条件限制和难度。空气置换体积描记法可以在较长时间段随访身体组成随时间的

变化情况<sup>[8]</sup>。

不同体成分测量方法适用于不同生理条件下如运动训练、青春期、更年期和衰老期,以及诸如营养障碍、癌症、肥胖和糖尿病等病理状况下的人体成分研究。选用适合妊娠期的能准确评估母体组成的方法可能比传统评估孕产妇体质量的方法能更准确地反映孕妇身体的变化。体成分测定金标准水下称重法的操作难度大,双能X射线吸收测定法、计算机断层扫描、中子活化法等具有放射性;相比之下,BIA法更适用于在孕妇中进行流行病学研究。国内外有多项研究<sup>[23-25]</sup>对健康孕产妇应用BIA法进行体成分测定,均未报道该方法会导致新生儿发育异常、畸形等。且BIA法用于妊娠期代谢状况的评估与其他体成分测量方法高度相关,其准确性及重复性已得到公认。一项研究证明通过双能X射线吸收测定法、BIA法、空气置换体积描记法、皮褶厚度测量法检测妊娠晚期母体体脂肪量,发现各方法得到的趋势线没有显著差异<sup>[26]</sup>。

### 3 体成分分析在妊娠期的临床应用

目前临床上已有一些对体成分指标的应用,以健康孕产妇体成分分析结果为对照,可对妊娠合并症的发病风险和严重程度进行评估。现已有流行病学研究发现体成分分析的临床应用价值,如评估育龄妇女受孕难易程度、提示妊娠代谢性疾病发生风险、评估子痫前期孕妇的水肿程度、检测妊娠期剧吐的液体疗法效果等,故在女性妊娠初期启动体成分分析有利于进行妊娠全程的监测。

#### 3.1 体脂肪量与受孕难易程度

体脂肪量可用于评估育龄妇女受孕难易度。一项前瞻性观察研究<sup>[9]</sup>测定308名接受促排卵、人工授精等辅助生殖技术助孕的不明原因不孕症女性患者的体成分,结果发现,与BMI、腰臀比、体脂率相比,体脂肪量与受孕概率的相关性更高,经辅助生殖技术助孕后成功受孕的妇女体脂肪量显著低于未成功受孕者,受试者工作特征曲线(ROC曲线)评估的体脂肪量临界值是16.65 kg, <16.65 kg的患者受孕概率是≥16.65 kg者的2.5倍。因此,体成分分析结果可能对于不孕症妇女的受孕概率有一定的预测作用。

#### 3.2 体成分分析与妊娠期代谢性疾病

皮褶厚度与BIA法结合可用于常规临床实践。针对妊娠期代谢性疾病,有一项基于多种族人群的研究<sup>[11]</sup>:分别在孕15周和孕28周对728名孕妇同时通过皮褶厚度测量

和BIA法分析体成分,结果发现体质量、体脂肪量、平均皮褶厚度增加,尤其是躯干脂肪增加与妊娠期糖尿病呈正相关。躯干脂肪增加0.14 kg/周,妊娠期糖尿病的发病风险增加1.31倍;总体质量增加0.21 kg/周,发病风险增加1.23倍。对154名妊娠期糖尿病孕妇和981名健康孕妇进行前瞻性队列研究<sup>[12]</sup>发现,孕21~24周的体脂肪量、肌肉量、细胞外液量与妊娠期糖尿病风险呈正相关,去脂体质量、肌肉量和细胞内液量与妊娠期糖尿病风险呈负相关。另一项前瞻性队列研究<sup>[13]</sup>提示,孕早期过快的体质量增长与子代胰岛素和C-肽水平独立相关,与子代幼儿期BMI、总脂肪量、腹部皮下脂肪量有关,与儿童超重的聚集风险增加有关;孕中期体质量增加与子代幼儿期BMI、全身和腹部皮下脂肪量独立相关;孕晚期孕产妇体质量增加过多与子代出生体质量明显相关。在体成分方面,有研究<sup>[14]</sup>观察到孕晚期的去脂体质量是影响新生儿出生体质量最重要的母体成分。因此,从预防疾病的角度讲,育龄女性应注意调节体质量,降低体脂率、体脂肪量将有益于预防孕妇妊娠期代谢异常及远期子代代谢性疾病的出现。

#### 3.3 体成分分析与妊娠高血压综合征

妊娠高血压综合征严重危害母婴健康,是孕产妇和围生儿死亡率升高的主要原因。有研究<sup>[2]</sup>比较了妊娠高血压综合征患者与正常孕产妇体成分方面的差异,随访了276例正常孕妇、34例妊娠期高血压患者、35例晚发型先兆子痫患者和11例早发型先兆子痫患者的体液成分发现:与正常孕妇相比,早发型先兆子痫患者的细胞内外液量比更高,晚发型先兆子痫与较高的体液总量和细胞外液量显著相关,细胞内液量在各组之间没有明显差异。一项对甘肃省1668名妇女的研究<sup>[15]</sup>发现先兆子痫的女性孕前BMI更高;体成分分析发现在孕12~16周,母体体脂率≥40%的女性与<40%者相比,先兆子痫发病率增加了近6倍( $OR=6.84$ , 95%  $CI$  4.15~41.60),去脂体质量与先兆子痫发生风险无明显相关性( $OR=1.02$ , 95%  $CI$  0.60~3.60)。体成分分析可作为早期发现和定量评估孕妇水肿的有效方法<sup>[16]</sup>,对孕早期体脂率≥40%的孕妇动态监测细胞外液量有利于提早发现先兆子痫的高风险孕妇。

#### 3.4 体成分分析与妊娠剧吐

在妊娠剧吐患者液体治疗方面,体成分分析亦发挥一定的作用。使用BIA法分析评估70名体质量下降>孕前体质量5%的妊娠剧吐孕妇的体液成分,比较治疗之前



及在相同液体疗法治疗 24 h 和 72 h 之后的体成分分析结果,发现与治疗前相比,补液治疗 24 h 和 72 h 后全身体液总量、细胞外液量、细胞内液量和去脂体质量均升高,呕吐和恶心时长显著降低<sup>[10]</sup>。妊娠剧吐患者由于持续恶心呕吐、难以进食,体液总量、细胞外液量、细胞内液量均减少,临床工作中对妊娠剧吐孕妇的治疗应早开始、足疗程,在入院后 24 h 内开始液体疗法且在 24 h 时患者已有症状改善后仍应继续治疗至 72 h,以达到显著的治疗效果。

## 4 结语

不同孕期母体成分变化情况的探索具有广泛的临床意义。体成分分析还存在着简化模型及其预测公式尚未统一等问题,期待未来通过多中心大样本的研究加以解决。伴随着新技术的不断涌现,尤其是 BIA 法的出现,其操作简便、检测成本低等优势使之更适合流行病学研究及临床应用。体成分分析在妊娠期体质量管理及合并症诊疗中有着广阔的应用前景。

## 参 · 考 · 文 · 献

- [1] Fattah C, Farah N, Barry SC, et al. Maternal weight and body composition in the first trimester of pregnancy[J]. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 2011, 89(7): 952-955.
- [2] Staelens A, Vonck S, Molenberghs G, et al. Maternal body fluid composition in uncomplicated pregnancies and preeclampsia: a bioelectrical impedance analysis[J]. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2016, 204: 69-73.
- [3] McCarthy EA, Strauss BJ, Walker SP, et al. Determination of maternal body composition in pregnancy and its relevance to perinatal outcomes[J]. *Obstet Gynecol Surv*, 2004, 59(10): 731-742.
- [4] Rasmussen KM, Yaktine AL. Weight gain during pregnancy: reexamining the guidelines[M]. Washington (DC): National Academies Press (US), 2009.
- [5] Müller Manfred J, Wiebke B, Maryam P, et al. Application of standards and models in body composition analysis[J]. *Proc Nutr Soc*, 2016, 75(2): 181-187.
- [6] Heymsfield SB, Wang ZM, Baumgartner RN, et al. Human body composition: advances in models and methods[J]. *Annu Rev Nutr*, 1997, 17: 527-558.
- [7] Lemos T, Gallagher D. Current body composition measurement techniques[J]. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*, 2017, 24(5): 310-314.
- [8] Andrews ET, Beattie RM, Johnson MJ. Measuring body composition in the preterm infant: evidence base and practicalities[J]. *Clin Nutr*, 2019. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.12.033.
- [9] Widen EM, Gallagher D. Body composition changes in pregnancy: measurement, predictors and outcomes[J]. *Eur J Clin Nutr*, 2014, 68(6): 643-652.
- [10] Tazegül Pekin A, Yılmaz SA, Kerimoğlu ÖS, et al. Assessment of body composition with bioelectrical impedance analysis in pregnant women with hyperemesis gravidarum before and after treatment[J]. *J Obstet Gynaecol*, 2015, 35(6): 561-564.
- [11] Sommer C, Mørkrid K, Jenum AK, et al. Weight gain, total fat gain and regional fat gain during pregnancy and the association with gestational diabetes: a population-based cohort study[J]. *Int J Obes (Lond)*, 2014, 38(1): 76-81.
- [12] Qing X, Ying GZ, Ming LL, et al. The association of maternal body composition and dietary intake with the risk of gestational diabetes mellitus during the second trimester in a cohort of Chinese pregnant women[J]. *Biomed Environ Sci*, 2016, 29(1): 1-11.
- [13] Gaillard R, Steegers EA, Franco OH, et al. Maternal weight gain in different periods of pregnancy and childhood cardio-metabolic outcomes. The Generation R Study[J]. *Int J Obes (Lond)*, 2015, 39(4): 677-685.
- [14] Contreras Campos ME, Rodríguez-Cervantes N, Reza-López S, et al. Body composition and newborn birthweight in pregnancies of adolescent and mature women[J]. *Matern Child Nutr*, 2015, 11(2): 164-172.
- [15] Wang Y, Qiu J, Zhou M, et al. Increasing maternal percentage body fat in early second trimester: a risk factor for preeclampsia[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2015, 28(3): 293-296.
- [16] Morita H, Takeuchi K, Funakoshi T, et al. Potential use of bioelectrical impedance analysis in the assessment of edema in pregnancy[J]. *Clin Exp Obstet Gynecol*, 1999, 26(3-4): 151-154.
- [17] Martin KE, Grivell RM, Yelland LN, et al. The influence of maternal BMI and gestational diabetes on pregnancy outcome[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2015, 108(3): 508-513.
- [18] Sacks DA, Black MH, Li X, et al. Adverse pregnancy outcomes using The International Association of the Diabetes and Pregnancy Study Groups criteria: glycemic thresholds and associated risks[J]. *Obstet Gynecol*, 2015, 126(1): 67-73.
- [19] Ward LC, Poston L, Godfrey KM, et al. Assessing early growth and adiposity: report from an Early Nutrition Academy workshop[J]. *Ann Nutr Metab*, 2013, 63(1-2): 120-130.
- [20] Behnke AR Jr, Feen BG, Welham WC. The specific gravity of healthy men. Body weight divided by volume as an index of obesity. 1942[J]. *Obes Res*, 1995, 3(3): 295-300.
- [21] Widen EM, Gallagher D. Body composition changes in pregnancy: measurement, predictors and outcomes[J]. *Eur J Clin Nutr*, 2014, 68(6): 643-652.
- [22] Wang ZM, Pierson RN, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research[J]. *Am J Clin Nutr*, 1992, 56(1): 19-28.
- [23] Kent E, O'Dwyer V, Fattah C, et al. Correlation between birth weight and maternal body composition[J]. *Obstet Gynecol*, 2013, 121(1): 46-50.
- [24] O'Connor C, O'Higgins A, Segurado R, et al. Maternal body composition and birth weight[J]. *Prenat Diagn*, 2014, 34(6): 605-607.
- [25] 苗苗, 张悦, 戴永梅. 5353 例妊娠期妇女体重及体成分的测定与分析[J]. *现代预防医学*, 2014, 41(6): 1004-1009.
- [26] Nicole EM, Elizabeth JM, Janet CK, et al. Comparison of multiple methods to measure maternal fat mass in late gestation[J]. *Am J Clin Nutr*, 2016, 103(4): 1055-1063.

[ 收稿日期 ] 2019-02-12

[ 本文编辑 ] 瞿麟平