

论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2020.03.008

网络首发 [http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20191009.1045.014.html\(2019-10-09\)](http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20191009.1045.014.html(2019-10-09))妊娠期孕妇步态特征的分析研究^{*}陈雪梅^{1,2}, 张平^{3#}, 李晓燕⁴, 于红¹, 郝淑燕⁵, 李伟^{5△}

(1. 首都医科大学附属北京康复医院劳模健康管理中心, 北京 100144; 2. 山东省滨州市中心医院产科 251700; 3. 首都医科大学附属北京康复医院, 北京 100144; 4. 中央军委装备发展部原亚运村门诊部, 北京 100101; 5. 首都医科大学附属北京康复医院康复诊疗中心, 北京 100144)

[摘要] **目的** 探讨孕妇在行走状态下的步态特征, 为预防跌倒提供建议。**方法** 本研究于 2015 年 3 月至 2016 年 10 月在山东省滨州市中心医院产科共选取 28 名健康受试者, 分别在怀孕前(妊娠前期)、妊娠期 6 个月(妊娠期)及产后 6 个月(生产后期)测试其正常行走状态下的步态参数, 分析不同阶段孕妇的步态特征。**结果** 妊娠前期、妊娠期、生产后期的步速分别为 (1.87 ± 0.63) 、 (1.45 ± 0.77) 、 (1.89 ± 0.49) m/s, 步频分别为 (131.64 ± 8.71) 、 (116.28 ± 10.41) 、 (133.45 ± 9.23) 步/分, 妊娠期与妊娠前期、生产后期的步速和步频比较, 差异均有统计学意义($P < 0.05$); 妊娠前期与生产后期的步速和步频比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。双足支撑持续时间妊娠前期、妊娠期、生产后期妇女分别为 (0.18 ± 0.09) 、 (0.24 ± 0.13) 、 (0.17 ± 0.07) s, 双足支撑持续时间在妊娠妇女的步态周期中增加了约 0.06 s, 与妊娠前期和生产后期比较差异有统计学意义($P < 0.05$); 单腿站立时间妊娠前期、妊娠期、生产后期妇女分别为 (0.41 ± 0.19) 、 (0.38 ± 0.17) 、 (0.42 ± 0.21) s, 妊娠期明显下降, 与妊娠前和生产后期比较差异有统计学意义($P < 0.05$); 妊娠前期与生产后期双足支撑持续时间及单腿站立时间比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 妊娠期妇女主要是通过减慢步速、降低步幅来维持在怀孕期间的步态稳定性。

[关键词] 步态分析; 孕妇; 妊娠前期; 妊娠期**[中图分类号]** R714.7**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2020)03-0379-04Analysis of pregnant women gait characteristics during pregnancy^{*}CHEN Xuemei^{1,2}, ZHANG Ping^{3#}, LI Xiaoyan⁴, YU Hong¹, QIE Shuyan⁵, LI Wei^{5△}

(1. Model Workers Health Management Center, Affiliated Beijing Rehabilitation Hospital, Capital Medical University, Beijing 100144, China; 2. Department of Obstetrics, Binzhou Municipal Central Hospital, Binzhou, Shandong 251700, China; 3. Affiliated Beijing Rehabilitation Hospital, Capital Medical University, Beijing 100144, China; 4. Former Outpatient Department of Asian Games Village, Central Military Commission Equipment Development Department, Beijing 100101, China; 5. Rehabilitation Diagnosis and Treatment Center, Affiliated Beijing Rehabilitation Hospital, Capital Medical University, Beijing 100144, China)

[Abstract] **Objective** To explore the gait characteristics of pregnant women during walking to provide the suggestions for preventing falls. **Methods** Twenty-eight healthy subjects were selected from the obstetrics department of the Binzhou Municipal Central Hospital from March 2015 to October 2016. Their gait parameters in normal walking status were measured before pregnancy, in 6 months during pregnancy and 6 months after delivery. The gait characteristics of pregnant women at different stages were analyzed. **Results** The walking speeds of early pregnancy, gestational period and postpartum period were (1.87 ± 0.63) , (1.45 ± 0.77) , (1.89 ± 0.49) m/s, and the stride frequencies were (131.64 ± 8.71) , (116.28 ± 10.41) , (133.45 ± 9.23) steps/min respectively. The walking speed and stride frequency had statistically significant differences between the gestational period with early pregnancy and postpartum period ($P < 0.05$); however which had no statistically

^{*} 基金项目: 首都医科大学附属北京康复医院重大项目(2018-004, 2018-006)。

作者简介: 陈雪梅(1981—), 主治医师, 硕士, 主要从事

盆底康复的临床和基础研究。 [#] 共同第一作者: 张平(1971—), 主任护师, 本科, 主要从事康复护理及步态分析的研究。 [△] 通信作者, E-mail: yishengliwei@163.com。

significant difference between the early pregnancy and postpartum period ($P>0.05$). The duration of bipedal support in the early pregnancy, gestational period and postpartum period were (0.18 ± 0.09) , (0.24 ± 0.13) , (0.17 ± 0.07) s. The duration of bipedal support was increased by about 0.06 s in the gait cycle of pregnant women, which had statistically significant difference between the early pregnancy and postpartum period ($P<0.05$). The single leg standing time in the early pregnancy, gestational period and postpartum period were (0.41 ± 0.19) , (0.38 ± 0.17) , (0.42 ± 0.21) s, which during pregnancy was decreased significantly and had statistical difference in comparing the pre-pregnancy with postpartum period ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in the bipedal support duration and single leg standing time between prenatal period and postpartum period ($P>0.05$). **Conclusion** Pregnant women maintain their gait stability during pregnancy mainly by slowing down the pace and reducing the stride length.

[Key words] gait analysis; pregnant women; pre-pregnancy; pregnancy

关于人体的运动生物力学研究表明,在行走过程中的姿势控制中主要为了达到能量消耗的最合理化及步行过程的最安全性。而能量消耗的合理性与步态参数的变化有着非常密切的联系,这两种状态又是相辅相成、同时存在的^[1]。怀孕作为女性成长的自然和生理过程,期间体质量的变化,身体重心的转移及骨盆宽度的变化均可以造成运动状态的变化,而这些变化也使得妊娠期妇女的行走姿势和步态模式都不同于未怀孕妇女^[2]。关于妊娠期妇女的行走姿势的研究已有相关报道^[3],但关于孕妇孕期连续阶段步态特征规律的研究却较少。

目前的研究已经证实,怀孕期间的激素变化可以影响到妊娠期妇女的运动结构变化^[4],例如,松弛素水平的增加会影响骨盆带和外周关节的韧带,使得骨盆和外周关节产生更大的运动范围^[5]。同时,因为松弛素的衰减水平和速度并不一样,因此每个人恢复到产前激素水平的时间也不完全一致。孕妇分娩后,不同的个体其运动能力的恢复时间存在着一定的差异,但是,目前普遍认为产妇的运动能力恢复到妊娠前水平大约需要半年时间^[6]。尽管目前关于妊娠影响关节活动度的原因并不是十分清楚,但是科学家普遍认为妊娠对妇女的影响及恢复能力具有很大的差异性。因此,针对这些孕妇的步态分析尽管非常复杂,但却非常的重要。本研究旨在测量健康成年妇女在怀孕前、怀孕期间和分娩后 3 种不同状态下的步态参数,并评估其运动方式的差异;以及分析不同妊娠阶段对行走生物力学模式的影响,从而确定分娩后 6 个月是否足以达到怀孕前步态模式。

1 资料与方法

1.1 一般资料

于 2015 年 3 月至 2016 年 10 月招募受试者。纳入标准:适龄的健康妇女,并且近期有生育计划。本研究在山东省滨州市中心医院产科完成。排除有骨科或神经损伤的受试者。最终本研究共采集了 28 名

女性的步态信息。受试者年龄平均 (28.55 ± 4.20) 岁,身高平均 (161.20 ± 5.03) cm。

1.2 方法

本研究测量过程中使用便携式步态分析系统测试受试者的步态参数(Intelligent Device for Energy Expenditure & Activity, IDEEA, Minisun 公司,美国)。分别于 28 名受试者怀孕前(妊娠前期)、妊娠期 6 个月(妊娠期)及产后 6 个月(生产后期)测试正常行走状态下的步态参数。测试时,便携式步态分析传感器的佩戴位置为胸骨角下方、双侧大腿前侧中央、双侧踝关节侧方、双侧足底第 4 跖骨头下方。便携式步态分析传感器通过粘贴在双大腿、双足和胸骨上的三维加速度传感器采集步态数据,并即时无线传输至腰部的主机,受试者佩戴方便,对行走无任何干扰。本研究在众多的实验参数中筛选出更加能够反映出成年妇女不同生理状态的参数,其中包括步速、步频、步长、单腿支撑时间和双腿支撑时间等。

1.3 统计学处理

数据使用 SPSS21.0 进行分析。应用夏皮罗-威尔克试验(Shapiro-Wilk test)检测数据是否符合正态分布,发现所有数据服从正态分布。方差分析(ANOVA)用于 3 个阶段的数据比较。图基(tukey)事后检验法用于(Tukey post hoc test)数据间的多重比较,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 受试者 3 个时期相关指标比较

本研究中,成年妇女的体质量在妊娠期会迅速地上升,而此阶段的体质量也会明显高于妊娠前期及生产后期($P<0.05$);妊娠期髌前上棘的间距也会明显的大于妊娠产前期和生产后期($P<0.05$),见表 1。

2.2 受试者 3 个时期步行速度比较

本研究的结果显示,受试者在妊娠前期、妊娠期及生产后期的步态基本参数(步速和频率)比较差异有统计学意义($P<0.05$)。每个研究状态下的速度均

超过 1.45 m/s。妊娠期女性的步速低于妊娠前期和生产后期,妊娠期的步频和妊娠前期、生产后期相比较也明显下降。其中妊娠前期、妊娠期、生产后期的步速分别为 1.04~2.44、1.32~1.98、1.23~2.31 m/s;步频分别为 106~143、101~132、109~144 步/分,步频的差异每分钟 15~17 步,妊娠前期与生产后期的步速和步频比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 2。

表 1 受试者 3 个时期相关指标比较($\bar{x}\pm s, n=28$)		
时期	体质量(kg)	髌前上棘距离(cm)
妊娠前期	51.43±9.88 ^{ab}	21.10±3.54 ^a
妊娠期	63.81±10.23	23.87±4.20
生产后期	56.68±8.66 ^a	22.94±4.87 ^a

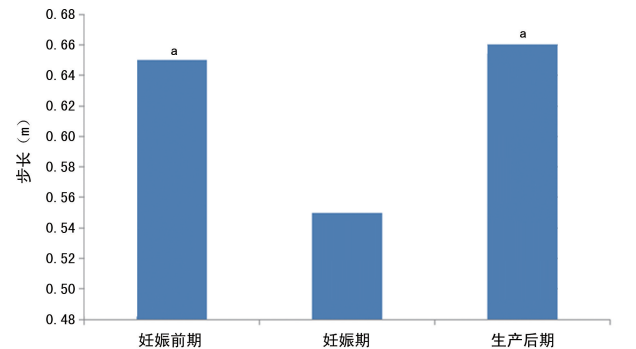
^a: $P<0.05$,与妊娠期比较;^b: $P<0.05$,与生产后比较。

表 2 受试者 3 个时期的步行参数比较($\bar{x}\pm s, n=28$)			
项目	妊娠前期	妊娠期	生产后期
步速(m/s)	1.87±0.63 ^a	1.45±0.77	1.89±0.49 ^a
步频(步/分)	131.64±8.71 ^a	116.28±10.41	133.45±9.23 ^a

^a: $P<0.05$,与妊娠期比较。

2.3 受试者在 3 个不同生理阶段的迈步距离比较

受试者在 3 个不同生理阶段的基本步态参数具有明显的特征,妊娠前期[(0.65±0.22)m]和生产后期[(0.66±0.14)m]的步长仅相差 0.01 m,二者比较差异无统计学意义($P>0.05$);二者与妊娠期步长[(0.55±0.31)m]比较,差异均有统计学意义($P<0.05$),见图 1。



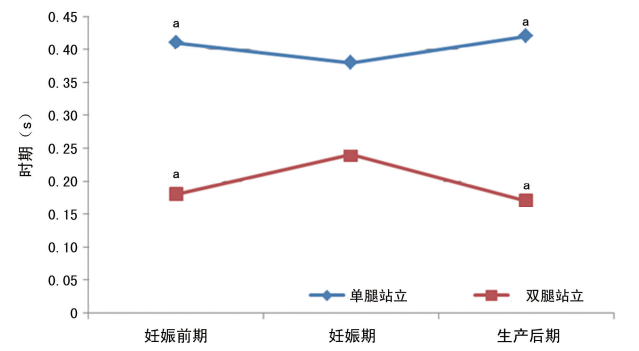
^a: $P<0.05$,与妊娠期比较。

图 1 受试者在 3 个不同生理阶段的步长距离比较

2.4 受试者不同时期支撑时间比较

受试者双足支撑持续时间妊娠前期、妊娠期、生产后期分别为(0.18±0.09)、(0.24±0.13)、(0.17±0.07)s,双足支撑持续时间在妊娠期步态周期中增加了约 0.06 s,与妊娠前期和生产后期比较差异有统计学意义($P<0.05$);受试者单腿站立时间妊娠前期、妊娠期、生产后期分别为(0.41±0.19)、(0.38±0.17)、(0.42±0.21)s,妊娠期明显下降,与妊娠前期和生产后期比较差异均有统计学意义($P<0.05$);妊娠前期与生产后期双足支撑持续时间及单腿站立时间比较,

差异均无统计学意义($P>0.05$),见图 2。



^a: $P<0.05$,与妊娠期比较。

图 2 受试者 3 个时期单腿站立及双腿站立时间比较

3 讨 论

步态分析是一种很常用的跌倒风险评估方法^[7]。本研究结果证实,妊娠期妇女可以通过降低步速、步频,缩短步长,延长双足支撑时间和缩短单足支撑时间来维持行走的稳定性。这种步态特征和非妊娠期的妇女相比存在着明显的差异。而成年妇女的步速和步频在分娩 6 个月后可以恢复到怀孕前的状态。

孕妇步态特征的变化与胎儿的生长,孕妇体质量的增加及孕妇重心的变化均有着一定的关系^[8-9]。而通过步态分析,就可以具体地分析孕妇调节步态稳定性的方式,并可以让孕妇提前进行习惯性训练,从而降低跌倒的发生率。目前关于孕妇步态运动学的研究很多,但是其结论却不完全相同^[10]。可能与以下原因有关:(1)步态模式的个体化差异。既往的研究显示,不同个体之间的步态特征是存在特异性的,这也就造就了每个母体步行模式的差异^[11]。(2)胎儿的个体化生长,特别是胎儿在分娩前在子宫中的定向,也对步态的差异性产生着巨大的影响^[1]。因此,在分析妊娠期妇女的步态特征时,这些个体化的影响因素应该考虑在内。

孕妇的步态特征研究一直是关注的热点,本研究的结果对指导孕妇进行步态稳定性训练及评估跌倒风险均具有一定的意义。BUTTER 等^[12]的研究显示,孕妇在怀孕期间步态的稳定性会高于健康对照组;DONELAN 等^[13]的研究则显示,孕妇行走过程中的步宽会明显的增加。而所有这些变化都是孕妇在行走过程中运动控制适应性调节的结果。这些变化一方面是为了降低运动的能量成本,其次就是为了最大限度地提高步行安全性。除了以上研究结果,本研究发现,孕妇在怀孕期间,其双腿支撑时间明显延长,而单腿支撑时间明显缩短,这样才保证了孕妇在行走过程中的最佳稳定性。除了体质量的增加和胎儿的位置以外,激素的变化水平也会明显影响孕妇骨盆和外周关节活动范围的变化,而且这种增加的松弛素水平在分娩后会持续 6 个月^[14]。因此在分娩 6 个

月内,孕妇应高度注意行走的安全性,预防跌倒的发生。同时,激素水平及胎儿体质量的变化还会导致腰椎前凸增加和骨盆前倾增加,而这些改变最终都会引起孕妇身体重心的变化从而增加跌倒的风险。因此,研究孕妇的步态特征,也可以间接反映孕妇孕期的激素调节水平,而通过双下肢步态参数的对比则可以反映出孕妇步态稳定性的恢复情况,从而指导孕妇孕前、孕中及孕后的运动和平衡训练。当孕妇的步态参数恢复到未怀孕状态时,其跌倒的风险才会明显的降低。有学者指出,孕妇的行走速度与妊娠前的状态相比,是通过降低步速、步频和步长实现的^[15]。这样的结果也在本研究中得到了证实。在步行参数中,步速可以明显影响其他运动学参数,而孕妇则通过降低步速,从而提高行走的稳定性,降低跌倒的风险。因此,步速与孕妇的跌倒风险密切相连,是需要密切关注的一个步态参数。

本项研究还发现,不同孕期的孕妇在自然速度运动时,不管状态如何,下肢关节的运动范围是相似的,但是在步长和步频上却存在明显差异。这种现象可能与妊娠期及妊娠前后骨盆运动轨迹的代偿有关。孕妇在分娩后恢复到孕前步行能力的时间在目前仍存在争议,但大多数的学者认为这段时间为 3~6 个月^[16]。本研究则发现到产后 6 个月,几乎所有的运动步态分析数据均回到了怀孕前的水平,因此,本研究建议孕妇在产后 6 个月之内,都应注意控制步态稳定性,避免跌倒的发生。总之,本研究得到的结果证实,步态分析可以用于评估孕妇产后恢复到孕前状态的效率,同时也可以用于评价孕妇的神经肌肉水平变化情况,以及产后的步态稳定性恢复情况。

本文通过分析妇女在怀孕前、怀孕期和产后自由速度下行走的步态,得出以下结论:(1)孕妇在怀孕期间,会通过减低步速、步频,增加双足支撑阶段的持续时间和支撑基座的宽度来维持步态的稳定性;(2)孕妇在分娩 6 个月后,其步态数据可以回到怀孕前的水平。因此,孕妇在产后 6 个月之内都应注意控制步态,避免跌倒的发生。

参考文献

- [1] FORCZEK W, STASZKIEWICZ R. Changes of kinematic gait parameters due to pregnancy[J]. *Acta Bioengin Biomech*, 2012, 14(4): 113.
- [2] 陈雪梅, 王从笑, 郭文玲, 等. 不同孕期孕妇的步态特征[J]. *中国组织工程研究*, 2019, 23(27): 4310-4314.
- [3] KRKELJAS Z, MOSS S J. Relationship between gait kinematics and walking energy expenditure during pregnancy in South African women[J]. *Bmc Sports*

Sci Med Rehab, 2018, 10(1): 11.

- [4] 贺娟. 妊娠、分娩及产后盆底锻炼对盆底结构及功能的影响[D]. 太原: 山西医科大学, 2011.
- [5] HUANG T H, LIN S C, HO C S, et al. The gait analysis of pregnant women[J]. *Biomed Engin Appls Basis Commun*, 2002, 14(2): 67-70.
- [6] GEIRSSON R T, SIGURBÖRDDTTIR E, Polden M, Mantle J. *Physiotherapy in obstetrics and gynaecology* Oxford: Butterworth-Heinemann. 1990 [J]. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 2011, 72(1): 72.
- [7] 王连成, 章礼勤, 张祎, 等. 平衡和步态分析测试在老年人跌倒风险评估中的应用[J]. *中国康复医学杂志*, 2012, 27(3): 251-253.
- [8] BRANCO M, SANTOS-ROCHA R, AGUIAR L, et al. Kinematic analysis of gait in the second and third trimesters of pregnancy[J]. *J Preg*, 2013, 2013: 1-9.
- [9] 周有礼, 游家源, 黄璨珣, 等. 妊娠妇女步态的动力学分析[J]. *医用生物力学*, 2001, 16(2): 65-69.
- [10] BULLOCK J E, JULL G A, BULLOCK M I. The Relationship of low back pain to postural changes during pregnancy[J]. *Aust J Physiother*, 1987, 33(1): 10-17.
- [11] 刘玖. 孕妇步态生物力学研究[J]. *医学信息*, 2015, 28(46): 396.
- [12] BUTLER E E, COL N I, DRUZIN M L, et al. Postural equilibrium during pregnancy: decreased stability with an increased reliance on visual cues[J]. *Amjobstgynecol*, 2006, 195(4): 1104-1108.
- [13] DONELAN J M, KRAM R, KUO A D. Mechanical and metabolic determinants of the preferred step width in human walking[J]. *Proc Biol Sci*, 2001, 268(1480): 1985-1992.
- [14] 韩文莉, 郑梅玲. 早期不同妊娠状态孕妇雌孕激素水平及其相应受体表达的研究[J]. *中国现代医生*, 2010, 48(11): 23-24.
- [15] WU W, MEIJER O G, LAMOTH C J, et al. Gait coordination in pregnancy: transverse pelvic and thoracic rotations and their relative phase[J]. *Clin Biomech*, 2004, 19(5): 480-488.
- [16] HAGAN L, WONG C K. Gait in pregnant women: spinal and lower extremity changes from pre-to postpartum[J]. *J Womens Health Phys Ther*, 2010, 34(2): 46-56.