

妊娠期生物力学特征研究进展

周雅轩¹ 杨秀梅²

(1 吉林大学, 吉林 长春 130015;

2 阜新市第二人民医院——阜新市妇产医院, 辽宁 阜新 123000)

【摘要】目的 从生物力学角度分析妊娠期女性的运动学和动力学特征,并重点探讨步态影响,旨在为妊娠期导致的肌肉骨骼相关的运动损伤预防以及孕妇鞋具的选择提供合理建议和依据。方法 通过查阅 Web of Science/CNKI 等数据库对近十年内关于妊娠期生物力学的文献。结果 部分女性在怀孕期间会产生肌肉骨骼系统的运动损伤,这些损伤多数是由于胎儿发育引起的体重不均匀增加导致的重心、关节活动度、关节力矩、足底压力改变等一系列变化有关。结论 怀孕期间需要保持体育锻炼的意识,避免久坐;定期进行适量运动,培养健康的生活习惯,肌肉力量的保证才是稳定控制的前提。

【关键词】妊娠期; 生物力学; 特征

前言

妊娠过程是女性生理变化的一个显著阶段,通常可以划分为三个主要时期:早期妊娠(即妊娠的前12周),此时胚胎迅速发育,母体开始适应妊娠状态;中期妊娠(第13周至第28周),这一时期胎儿进入快速生长期,母体的变化更为明显;晚期妊娠(第28周以后),胎儿发育接近完全,母体为分娩做准备。随着妊娠的进展,特别是在晚期,妇女的解剖和生理特征会发生显著的变化,这些变化不仅表现在子宫的扩大和胎儿的成长,导致身体重量主要集中在躯干下部,而且还包括激素水平的波动,这些激素的变化会导致关节松弛,从而使骨盆和外周关节的活动范围增加。这些生理变化迫使母体调整身体重心以维持平衡,研究表明孕期妇女的重心会向前和向上移动。重心的变化会影响关节力矩、足底压力和地面反作用力,从而影响整个运动生物力学系统的协调性。如果不采取正确的身体姿态,孕妇可能会遭受下肢、骨盆和下背的疼痛,肌肉抽筋等肌肉骨骼系统的损伤,甚至可能导致跌倒。因此,对孕妇这一特殊群体的运动生物力学特征进行深入研究,对于她们正确控制姿态、预防损伤以及选择合适的鞋具具有重要的意义。本综述旨在概括孕妇在运动生物力学方面的变化,并为妊娠妇女的伤害预防以及鞋具选择提供科学的建议和依据。

一、女性妊娠阶段的形态特征

(一) 身体形态

怀孕期间,女性身体会发生一系列解剖学和生理学的变化,包括脊柱的变形和下肢的水肿现象。

随着胎儿的增长,为了平衡日益增加的腹部重量,骨盆会逐步前倾,导致耻骨和尾骨向后移动,腰椎前弯的程度随之增加。脊柱作为一个动态的结构体,腰椎角度的改变会使得其余部分产生相应的调整,如胸椎的后弯和颈椎的前弯都会相应增加。此外,随着乳房重量的增加,肩部可能会向前下垂。为了减轻脊柱的负担,腰部和颈部的后侧肌肉紧张度会增加,而上背部、腹部和大腿后侧的肌肉则因过度伸展而变得松弛。

(二) 足部形态

下肢浮肿是怀孕期间的一种常见现象,尤其是足部和踝关节的浮肿更为普遍。Wang 等人^[2]提出,妊娠期妇女的足部变宽主要是由于水肿引起的。Karadag 等人^[3]对妊娠妇女下肢变化的研究发现,有44%的妊娠妇女经历了足宽的增加,而其中78%的参与者能够自我察觉到这一变化。Dunning 等人^[4]对妊娠妇女足形和体积的研究表明,怀孕期间足的长度、宽度和体积都有所增加,尽管这些变化不尽显著。与此相似,Okanishi 等人^[5]对妊娠妇女足部的测量也确认了怀孕期间足长和足宽的增加。综上所述,足部长度和宽度的增加是妊娠妇女的一个明显变化特征。

二、女性妊娠阶段运动学特征

(一) 步态

在孕期,随着体质和体形的变化,步态模式也随之调整。Frankin 等人^[6]的研究发现,孕晚期步宽的增加是为了在行走时保持身体平衡的一种自然适应。Lymberry 等人^[7]的研究表明,孕晚期妇女在

单腿支撑和双腿支撑的时间上与非孕期女性存在差异,但步速和步长却无显著差别。尽管孕后期妇女在双腿支撑期间骨盆宽度和踝间距显著增加,但其比例保持不变,说明孕妇倾向于通过增加步宽来抵消由骨盆变化引起的身体不稳定性。Foit 等人^[8]的研究也得出了类似的结论,与非孕期女性相比,孕妇的步速、步宽和摆动期时间保持一致,但双腿支撑时间有所增长,且孕晚期的步长和步幅较孕中期有所减小。

(二) 躯干

行走构成孕妇的日常主要活动。妊娠期间,由于负重增加的不平衡、关节活动范围的变化和下肢水肿等因素,孕妇的躯干可能会受到影响。Branco 等研究者^[9]发现,在妊娠晚期,水平面内的骨盆和胸腰椎节段的活动度有所降低,而冠状面内的骨盆活动度也减少,但矢状面内的骨盆、胸廓和胸腰椎节段的活动度未见明显变化。进一步的研究表明,在产后 8 周与妊娠后期相比,水平面和冠状面内的关节活动度无显著差异,但矢状面内的胸廓活动度增加,骨盆活动度则降低。这些变化可能与腹部及后背肌群功能的变化有关。

(三) 下肢关节

关节角度变化对于维护姿态控制、平衡及预防伤害至关重要。Branco 等人的研究^[9]对比了 22 位中后期孕妇和 12 位非孕妇女的关节活动特性,发现随着怀孕期的延长,实验组在矢状面和冠状面的关节角度变化显著增加,而在水平面的变化则不甚明显。特别是,右髋关节在支撑相的最大伸展和最大内收外展程度有所减少,有助于在支撑末期保持下肢更接近中立位。Huang 等人^[11]研究发现,不同孕期妇女与非孕妇女相比,自由步速行走时踝关节跖屈角度有所减小。Foti 等人^[8]通过比较 15 位孕妇在孕晚期与产后一年的关节角度变化,提出孕后关节角度的变化有可能自发恢复,研究结果显示孕晚期与产后相比,髋关节最大屈曲角度和支撑期髋关节内收角度有所增加,而其他关节角度变化不显著。

三、女性妊娠阶下肢动力学特征

(一) 足底压力

在研究孕期妇女姿态平衡的相关文献中,Hock 等人^[10]对足底进行了区域划分,将其分为前掌、中掌和后掌三个部位,并对比了孕晚期妇女足底压力的变化。研究发现,孕晚期妇女的中掌区压力峰值有显著提升。类似地,Erin 等人^[12]的研究结果

也表明,妊娠期间妇女的足底中部承受的压力增加,而前部压力减少。这种现象可能是由于距骨头位置的下降导致足弓支撑韧带的松弛,或是因胫骨后肌韧带功能的衰退,进而影响到旋前肌功能的变化。此外,足底与地面接触的面积在内外侧边缘增加了 12%,这有助于分散因体重增加而产生的压力。

(二) 关节力矩

在孕期发生的关节力矩变化对于步态稳定性的影响及肌肉骨骼系统可能遭受的损伤构成了显著的风险因素。Huang 等人的研究^[11]揭示了随着怀孕期的推进,孕妇在髋关节的伸展力矩和膝关节的内收力矩呈现增加趋势,而膝关节的伸展力矩和踝关节的跖屈力矩则表现出下降的现象,这些变化与髋膝疼痛的发生可能存在相关性。Foti 等人^[8]通过对孕妇与非孕妇女的关节力矩和输出功率的标准化处理,对比分析了标准化前后的动力学参数,发现在未经标准化处理时,妊娠期妇女在矢状面上髋关节的最大伸展力矩有显著的增加,髋关节从产生屈曲力矩到伸展力矩的转换时间延长,最大输出功率有所提高,冠状面上外展力矩及其最大功率输出也均有所增加。同时,踝关节在矢状面的最大跖屈力矩及其输出功率亦呈增加趋势。这些力矩的变化暗示了髋关节外展肌、屈肌和踝关节跖屈肌群的活动增强,从而可能增加了妊娠妇女肌肉痉挛的风险。在经过标准化处理后,除了髋关节外展力矩的显著增加和踝关节跖屈力矩的显著减少之外,其他动力学指标未见明显变化,这表明孕妇髋关节外展力矩和踝关节跖屈力矩的变化并非仅仅由体重增加所致。

(三) 地面反作用力

在对妊娠妇女步态模式及其对地面反作用力影响的相关研究中,已有多项研究成果。Gileard 等人的研究^[13]表明,在妊娠妇女行走过程中,体重标准化后的垂直方向地面反作用力在足跟离地期有所减少,这一现象可能表征了孕妇在行走时为减轻下肢的冲击力而采取了更为谨慎的步态,虽然这样做可能会牺牲一定的身体稳定性。Wang 等人^[2]也观察到了类似的现象,即妊娠妇女在体重标准化后垂直方向的地面反作用力减小,同时水平面横向作用力的变化更为显著。然而,Karadag 等人^[3]的研究结果则提供了不同的视角,他们发现在妊娠晚期,妇女的垂直方向和水平面纵向地面反作用力并未出现显著变化,尽管水平面横向作用力有所增加,但这一增加并不具有统计学意义。这种差异可能源于 Lamothe 等人^[14]在其实验中所选受试者的平均步宽

较大,这不仅增加了足跟离地期的横向摩擦力,还可能影响了垂直作用力的调整。综合这些研究,我们可以看出,妊娠妇女在步态模式上的变化是多方面的,且这些变化对地面反作用力的影响具有复杂性,需要进一步的研究以全面理解这一现象。

四、总结

综观国内外学术界对孕期妇女生物力学特性的研究文献,可见在孕期,部分女性可能会遭遇肌肉骨骼系统的运动性损伤。这类损伤主要与胎儿生长导致的体重增长不平衡有关,进而引发身体重心的偏移、关节活动范围的变化、关节力矩的调整以及足底压力的改变等一系列生物力学变化。尽管目前对于孕妇体型变化的生物力学机制已有一定的力学描述,但在系统性和规律性方面的深入研究尚缺乏实质性成果。此外,现有理论研究成果在实际应用方面的效用尚未达到理想状态,如何有效利用运动学和动力学的变化特征来预防孕妇的肌肉骨骼损伤,仍是一个待解决的关键问题。值得注意的是,通过对鞋跟高度的适度控制,可以减轻孕妇踝关节的力矩,从而可以推断,对鞋底和鞋面材质、结构设计的优化,有望开发出既舒适又安全的专为孕妇设计的鞋类产品。与此同时,孕期女性亦应保持对体育锻炼的重视,避免长时间久坐,并定期参与适度的运动活动,以培养健康的生活习惯,因为只有充足的肌肉力量,才能为身体稳定性提供可靠的保障。

参考文献:

- [1] 季爱民. 运用妊娠分期理论开展孕期健康教育的体会[J]. 当代医学, 2010, 16 (15) :107.
- [2] Wang TW, Apgar BS. Exercise during pregnancy[J]. American Family Physician, 1998, 57:1846-1859.
- [3] Karadag Saygi E, Unlu Ozkan F, Basgul A. Plantar pressure and foot pain in the last trimester of pregnancy[J]. Foot & Ankle International, 2010, 31 (2) :153-157
- [4] Dunning k, LeMasters G, Levin L, et al. Falls in workers during pregnancy: risk factors, job hazards, and high risk occupations[J]. American journal of industrial medicine, 2003, 44 (6) :664-672
- [5] Okanishi N, Kito N, Akiyama M, et al. Spinal curvature and characteristics of postural change in pregnant women[J]. Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica, 2012, 91 (7) :856-861.

[6] Frankin ME, Conner Kerr T. An analysis of posture and back pain in the first and third trimesters of pregnancy[J]. The Journal of orthopedic and sports physical therapy, 1998, 28 (3) :133.

[7] Lymbery JK, Gilleard W. The Stance Phase of Walking During Late Pregnancy Temporospatial and Ground Reaction Force Variables[J]. Journal of the American Podiatric Medical Association, 2005, 95 (3) :247-253

[8] Foti T, Davids JR, Bagley A. A Biomechanical Analysis of Gait During Pregnancy[J]. The Journal of Bone & Joint Surgery, 2000, 82 (5) :625-625

[9] Branco M, Santos Rocha R, Aguiar L, et al. Kinematic Analysis of Gait in the Second and Third Trimesters of Pregnancy[J]. Journal of pregnancy, 2013, 7 (12) :1-9.

[10] Hock M, Danika, Dakos Z, et al. Examination of gait during the trimesters of pregnancy[J]. Value in Health, 2009, 12 (7) :291

[11] Huang TH, Lin SC, Ho CS, et al. The gait analysis of pregnant women[J]. Biomedical Engineering: Applications, Basis and Communications, 2002, 14 (2) :67-70.

[12] Erin E. Butler, Iris Colon, Maurice Druzin et al. An investigation of gait and postural balance during pregnancy[J]. Gait & Posture, 2006, 24 (2) :128-129.

[13] Gilleard WL. Trunk motion and gait characteristics of pregnant women when walking: report of a longitudinal study with a control group[J]. BMC pregnancy and childbirth, 2013, 13 (1) :71.

[14] Lamoth CJ, Beek PJ, Mejer OG. Pelvis-thorax coordination in the transverse plane during gait[J]. Gait & Posture, 2002, 16 (2) :101-114.

基金项目: 孕期保健方向 (期刊刊号: CN11-4856/R) ——《预见护理干预对预防未足月胎膜早破发生尿潴留的影响》、《优质护理在产后出血护理中的应用效果》、《产程观察干预及临床护理路径在妊高征患者中的应用效果》。

通讯作者: 杨秀梅 (1977-), 女, 辽宁阜新人, 正高级, 辽宁医学院, 学士学位。研究方向: 孕妇孕早期孕期保健, 孕中期体格检查, 孕晚期正常顺产等事宜。