

文章编号: 1004-7220(2021)02-0330-05

孕期盆腹生物力学改变对女性盆底功能的影响

徐文静^{1a}, 王红雨^{1b}, 江勇², 王敏²

(1. 蚌埠医学院 a. 研究生院, b. 体育与艺术部, 安徽 蚌埠 233030; 2. 蚌埠医学院第一附属医院 康复医学科, 安徽 蚌埠 233030)

摘要:盆底功能障碍性疾病在妊娠后女性当中发病率很高。在妊娠这特殊生理时期,女性骨盆部姿势会改变,其盆腹生物力学也会随之改变,力学变化会带来相应的疾病。论述动力学改变与发生功能障碍的关系,总结女性妊娠后其腹盆腔力学改变对盆底影响,探讨诱发盆底功能障碍性疾病的高危因素,为制定盆底康复治疗最佳方案和方法提供参考。

关键词:盆腹生物力学;盆底功能障碍;妊娠

中图分类号: R 318.01 **文献标志码:** A

DOI: 10.16156/j.1004-7220.2021.02.025

Effects of Pelvic Biomechanical Changes on Female Pelvic Floor Dysfunction

XU Wenjing^{1a}, WANG Hongyu^{1b}, JIANG Yong², WANG Min²

(1a. School of Postgraduate, 1b. Department of Sports and Art, Bengbu Medical University, Bengbu 233030, Anhui, China; 2. Department of Rehabilitation Medicine, the First Affiliated Hospital of Bengbu Medical University, Bengbu 233030, Anhui, China)

Abstract: Pelvic floor dysfunction disease has a high incidence in women after pregnancy. During this special physiological period of women pregnancy, posture of woman pelvis will change, and the pelvic biomechanics will change as well. Such mechanical changes will bring corresponding diseases. The relationship between dynamic changes and occurrence of functional disorders were discussed, the influences of changes in abdominal pelvic mechanics on the pelvic floor after pregnancy were summarized, and the high risk factors of pelvic floor dysfunction (PFD) were investigated, so as to provide the optimal treatment plans and method for pelvic floor rehabilitation treatment.

Key words: abdominal pelvic biomechanics; pelvic floor dysfunction (PFD); pregnancy

人体姿势通过肌肉、骨骼等力学平衡维持。已有研究阐明,女性盆底功能障碍(pelvic floor dysfunction, PFD)与孕期生物力学紊乱相关^[1]。当失衡时,力学的改变会产生姿势的异常,随之可能带来疼痛、功能障碍等一系列问题。目前多数研究推崇把女性的盆底看作整体结构,达到一个盆腹动力的功能协调^[2]。随着孕周增加、胎儿不断变大及

激素变化,长期作用在盆底压力会使盆底肌纤维弹力不足。随着胎儿的娩出,韧带、神经等结缔组织受到不同程度损伤,盆底支持系统对盆腔脏器承托力减小,盆底力学发生失衡,引起PFD疾病。本文总结了在女性这一特殊时期因各种原因导致的盆底组织结构生物力学改变,希望有助于进一步了解盆底情况及其潜在的伤害严重程度,以期帮助更多

收稿日期:2020-05-07;修回日期:2020-06-14

基金项目:安徽省中医药领军人才建设项目(康复)(2018-23-1)

通信作者:王敏,硕士生导师,主任医师,E-mail: 719143531@qq.com

患者减轻 PFD 的发生率。

1 盆腹生物力学行为特性与 PFD

人体从根本上来说是一个以肌骨为支柱的复杂力学系统,腹盆腔以胸膈膜为上界,下腹和骨盆为下界,中部为腹腔,腹肌围绕在两侧及前部,后面由腰椎-骨盆围成,腹部和横膈膜连在一起形成了一个固定空间,盆腹腔脏器置于其中^[3]。腹部核心肌群及盆底支持组织借助于腹腔和膈肌,在这一范围内活动,相互协调,达到相应功能。骨盆位于人体的中心,由髌骨、尾骨、坐骨、骶骨及周围的韧带、关节、肌肉、筋膜等组成;向上连接躯干,向下连接下肢,躯干以上重力依赖于骨盆传到下肢^[4]。骨盆-脊椎-下肢可视为一个力学整体,孕期的载荷会使骨盆角度发生变化,从而力线改变,引起腰椎及骶髋关节应力异常^[5-6]。盆底以骨盆为框架,深浅层肌肉及筋膜、韧带、神经覆盖上面,包裹着盆腔脏器。

覆盖在盆底部肌肉收缩能发挥主动作用,盆底两侧以坐骨结节连线分为前泌尿生殖三角,有尿道和阴道通过,后三角有肛管通过^[7-9]。盆底肌由外向内分为3层,对称覆盖于尿道、阴道和直肠的两侧。外层由前向后分别为会阴浅筋膜、球海绵体肌、坐骨海绵体肌和会阴浅横肌、肛门括约肌;会阴深横肌和尿道括约肌及三角肌韧带位于中间;内层是肛提肌群和尾骨肌,其中肛提肌在盆底肌中有着不可忽略的作用,具有协助收缩阴道,维持直肠、尿道和阴道,协助肛提肌封闭盆底功能^[9-10]。这些肌群在正常人群中互相协调,维持平衡,使得人体能够依靠这个整体控制排尿、维持阴道紧缩度、控制排便、增进性快感的多项生理功能^[10]。筋膜组织因肌肉的作用而发挥功能,与躯体肌肉深、浅筋膜类似,盆腔内存在脏、壁筋膜。腹下神经的盆背壁筋膜是筋膜壁层,骶神经和提肛肌覆盖在外,向内延伸至腹下神经的前筋膜共同覆盖盆腔丛。包围盆腔内器官的筋膜称为脏盆腔内筋膜。有研究指出,内筋膜与盆底的提肛肌腱弓相连,折叠后覆盖提肛肌^[11]。筋膜具有良好的适应性、弹性、可塑性,能够包绕肌肉,连接和协调关节,把身体连接成为一个整体,与身体各部位同步活动。盆底韧带如缆绳般对盆腔脏器悬吊、支持作用,如子宫内阔韧带、圆韧带、主韧带、宫骶韧带等结缔组织,维持子宫正常位置。这些结构使盆腹这一组织构成一个不可分割、

密切相关整体,达到盆腹功能协调、维持盆腹生物力学平衡。

当前盆底整体理论广受认可,强调盆底功能障碍的发生与结缔组织有关,结缔组织最易受到损伤^[12-13]。盆底肌肉等如大桥支撑内部器官,韧带、筋膜等则如缆绳起到提拉作用,这一理论被称为“吊桥理论”,是整体理论的核心^[13]。整体理论还认为,盆底以网格状在垂直方向和水平方向划分,分为三腔室、三水平,在垂直方向阴道前壁、膀胱、尿道构成前腔室;阴道顶部、子宫为中腔室;阴道后壁、直肠组成后腔室。在水平方向,第1水平为骶韧带-子宫主韧带复合体垂直支持子宫、阴道上1/3;第2水平由耻骨宫颈筋膜附着于两侧腱弓形成白线,与直肠阴道筋膜、肛提肌中线一起支持膀胱、阴道上2/3和直肠;第3水平为远端支持,由耻骨宫颈筋膜和直肠阴道筋膜远端延伸融合于会阴体,支持尿道远端。虽然不同腔室和面之间的损伤相互独立,但一个平面的损伤容易影响到其他腔室和面。总之,盆底这个整体的动力系统是通过相互协调而发挥作用。Strauss等^[7]通过对人体力学数据的总结,阐述了创伤或疾病的加重根源在于某些力学的改变。躯干和四肢的功能障碍可以追溯到力学改变,盆腹系统任何异常的发生,同样与力学改变或者失衡有很大关系,从而引起盆底功能症状。女性盆底功能障碍(female pelvic floor dysfunction, FPF)是指由各种原因造成的盆底支撑组织退化所致的损伤和功能障碍,常见于压力性尿失禁(stress urinary incontinence, SUI)、盆腔器官脱垂(pelvic organ prolapse, POP)、粪失禁、女性性功能障碍等^[14]。其中,前两种疾病在临床上发生率最高。在2019年英国国家卫生与临床优化研究所(National Institute for Health and Clinical Excellence, NICE)更新的指南中明确定义,尿失禁为一切不自主尿液流出,盆腔器官脱垂为脏器脱离组织^[15]。张步蕊等^[16]使用超声观察盆底腔室,发现女性盆底支持组织疾患受妊娠、分娩影响显著,这与产后早期盆底内外腔支持组织功能有明显的障碍研究是一致的。这类研究强调了盆底功能与功能障碍以及最易受损的结缔组织之间的密切性,结构损伤与形态学和功能异常有关,故结构修复就会使功能修复^[12]。随着老龄化人口增加和二胎开放,FPFD发病率越来越高,

但由于私密性,使很多女性在日常生活中面临难言之隐,长期如此容易产生自卑甚至恐惧社交心理。因此,即使很多女性发生PFD也不愿就医,对于FPFD防治还需更加努力。

2 孕期盆腹载荷异常与盆腹力学行为特性变化

孕期载荷的加重使得骨盆力线发生改变,姿势异常会带动盆腔器官紧张、筋膜、韧带发生变化,引起腰椎及骶髂关节应力异常^[6]。张少群等^[17]研究表明,骶髂关节周围韧带的变化对骶髂关节的稳定性影响比较大,这是产后女性多发骶髂关节炎的原因。此外,骨盆力学失衡,能够影响局部血液循环,易出现神经受压症状,导致系列并发症,是造成产后女性骨盆痛的原因。

盆底肌肉同四肢和躯干肌肉功能和结构相同,任何异常的发生,都与盆底肌肉不对称或者失衡有很大关系。研究发现,随着胎儿的加重,盆腹结构力线改变,母体子宫向下移位引起腹压增高,此时朝向耻骨的压力降低,致使大多数压力落下方盆底肌肉,I、II型肌纤维弹力受到不断加大的力量挑战,达到极限时,肌纤维如绷紧弹簧状突然绷断,受到损伤,失去支撑作用,器官偏离原位,引发盆底功能障碍症状^[18]。刘萍等^[19]通过对足月单胎妊娠晚期孕妇盆底进行磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)三维研究发现,由于孕期载荷增加,妊娠晚期盆腔内器官被动压迫下移,肛提肌体积变小,对盆底造成损伤。而观察经阴道分娩后6~8周患者发现,肛提肌损伤持续存在,未能恢复。由此可以看出,任何一块肌肉的薄弱,都有可能造成盆底功能的异常,从而发生PFD。而女性妊娠期这一特殊生理时期,又恰恰是容易过度肌肉疲劳,易造成肌肉损伤的潜在因素,这也是产后女性PFD高发的原因。

当肌肉收缩力变差,承托力减弱时,会导致盆底的被动支持即筋膜、韧带过度参与,受到损伤。陈怡文等^[8]基于吊床理论提出了“双层吊床”理论,第1水平的结构是宫骶韧带,基于子宫阴道的胚胎发育,以肛提肌为界,以上阴道中上段划分为阴道第1水平,以下阴道下段为第2水平,肛提肌及其筋膜韧带结构形成了两个主要的支撑平面,这凸显了筋膜、韧带在盆底支持中同样的重要性。研究发

现,某些疼痛问题可能跟筋膜有一定关系,目前肌筋膜疼痛发病率高达85%,18~50岁女性人群发病率占4%~16%^[20]。产后1~2个月的女性常常会触及腰、骶、臀、腿部的筋膜疼痛及肌肉僵硬,在骨骼肌内触摸时发现一条索状点,表现解剖上特殊部位存在触发点(myofascial trigger points, MTrPs)引起盆腔肌筋膜疼痛(myofascial pelvic pain, MFPP)^[20]。国内外大样本研究发现,MFPP的发生同样与孕期生物力学变化有关^[21-23]。由于孕期子宫不断下移,为维持站立姿势,人体重心只能不断后移,逐渐增加的腹压也使得脊柱不断前凸,背伸肌处于持续性紧张状态。由于数月的姿势负荷,局部筋膜也非常紧张和疲劳,易至盆腔肌筋膜缺血流不畅,梨状肌和闭孔内肌容易过度痉挛损伤,压迫其附近的神经和血管,引起无菌性渗出物和疤痕形成。妊娠的发展使盆底肌肉不断地伸展和收缩,容易紧张和疲劳,会有MTrPs的形成,再加上产时的损伤、产后的恢复不佳,从而发展为MFPP。

由于韧带及筋膜由胶原蛋白组成,其完整性同胶原蛋白密切相关。杨青等^[24]选取50例POP患者,研究氧化应激后的盆底模型。结果表明,韧带组织中成纤维细胞外基质(extracellular matrix, ECM)中胶原具有很强韧性和抗拉性,对于维持盆底组织完整性起到重要作用,但是POP患者中I型胶原蛋白、弹性蛋白等测量指标降低,ECM成分改变,骶韧带之间角度、长度也发生改变^[25]。I、III型胶原蛋白是子宫骶韧带结缔组织的主要成分,维持张力主要依赖I型胶原蛋白,弹力则依赖III型蛋白^[23, 26-27]。本文认为,I、III型胶原蛋白与盆底筋膜、韧带的生物力学性能紧密相关,与盆腔器官脱垂的发生呈正相关,证实了孕期的力学改变使胶原蛋白含量减少,从而导致韧带受损,盆底系统悬吊力量失衡,是发生PFD的原因之一。推测原因如下:在孕期盆底组织所受力加大,可能出现I型胶原的降解和III型胶原的合成,建立新的平衡,使韧带张力变小,受到损伤,从而容易导致POP及SUI的发生和发展^[27]。此外,孕期外力影响化学物质破坏韧带以及分娩时的过度牵拉、难产等也会造成韧带损伤。杨晓红等^[25]通过MRI发现,骨盆相对狭窄、持续性枕后位经阴道分娩的患者均会不同程度损伤坐骨棘周围肌群及韧带,证实上述推测。

3 孕期步态异常与盆腹力学行为特性变化

骨盆与人体步态有关,孕期的负荷会使骨盆力线前移,长期不良的姿势会加重生物力学紊乱,为了代偿直立行走,骨骼发生位置偏移,致使盆底疾病加重。随着孕期胎儿长大,机体为平衡腹部质量的增加,身体中心向前,骨盆前倾,耻骨尾骨后移,腰椎曲度过度加大。骨盆倾斜度的改变减小了对腹壁的压力,但前倾的骨盆使人体力线向后,增加了盆底肌压力^[12]。妊娠晚期妇女骨盆角度会更向前,增加了腰骶压力和其上韧带的拉力,容易导致腰部神经受到压迫而引起腰痛或下肢的放射性疼痛^[28-29]。腰椎角度变化同时会带动其他椎体变化,加大颈椎和胸椎的生理曲度。孕期乳房质量增加,致使身体产生向前拉力,使肩膀内收贴近胸部,易出现驼背等不良的异常姿态^[30]。但人体具有自我调控功能,脊柱为减低孕期腰腹部负荷,颈腰部肌肉会发挥作用,持续紧张,但上背部、腹部及大腿后侧肌肉因为拉长而松弛。胎儿的加大会导致腹压增加,胸腰椎节段在屈伸、侧屈活动度受限。

骨盆角度改变使传递到下肢的力也发生改变,导致肌骨后肌痉挛,致使大腿被动内旋,会对步态造成影响。Forczek 等^[31]研究发现,随着孕期体质量不断增加,足弓受压增大,单足或双足支撑紊乱引起塌陷,易产生扁平足,从下而上影响膝关节下肢的旋转,改变股骨大转子与髋部的角度,引起髌前上棘向前旋转和突出,加重骨盆的不平衡,进而影响脊椎的曲度^[32]。妊娠期异常姿势使得骨盆-脊椎-下肢这一力线失衡,异常的骨盆姿势影响下肢,反过来异常模式又影响骨盆的活动,造成恶性循环。

4 孕期激素变化与盆腹力学行为特性改变

除机械性压力外,孕期激素变化对盆底结构也有影响,通过多种代谢使盆底松弛和变形,控制力降低,而有些激素却在短时期保护盆底组织。在妊娠晚期,松弛素分泌增加通过降解胶原,引起耻骨联合、骶髂关节的扩张和放松以帮助分娩^[28]。但是因为它分解作用,分娩后女性耻骨联合间距增大、腰部和腹部肌肉松弛,会使产后女性发生骨盆痛。已有研究证实,同正常患者比,SUI 组患者的松弛素要高,盆底肌有大量空泡、穿孔、线粒体水肿的现象^[33-34]。该结果说明了松弛素因其弱化盆底支持组

织,与妊娠期 SUI 的发生密切相关。雌激素在非孕期对盆底肌肉有保护作用,但是孕期为了适应胎儿生长与子宫扩大,这种效应被降低,而孕激素的作用是破坏盆底胶原。但两种激素需与其受体协同作用,这也与妊娠晚期发生 SUI 也有一定的相关性。

5 PFD 康复的力学干预

盆底组织是一个极为复杂的结构。妊娠期间的生理性变化对腹肌、骨盆、盆底肌的力学改变及周围组织的影响是造成女性发生 PFD 的高危因素。这种因素的影响可以伴随年龄增大而增加,这也是女性到中年后更常见盆底功能障碍的原因。目前,关于盆底疾病的治疗有很多方法,如凯格尔运动^[35]、盆底康复治疗仪训练^[36]、生物反馈训练^[37]、盆底肌训练等^[38]。这些方法通过增加 I、II 型肌纤维收缩力、提高神经肌肉兴奋等锻炼盆底肌,增强盆底承托力,减轻盆腔脱垂和尿失禁等症状,在临床为常用方案。但盆腔脏器脱垂严重者需要手术,手术会有相应风险,故应该找出更合适的治疗方案,降低手术率。

通过总结盆底功能障碍发病的机制发现,因孕荷载加重,盆腹整体受力方向、大小、角度等都会发生不同改变,带来相应的疾病。腹腔内压力的前移和下落会使骨盆前倾、盆底肌肌纤维弹性达到极限,韧带、筋膜及神经组织因受力和激素影响会减弱对盆底的支撑,这是导致 PFD 发生的根本。众所周知,康复 1 级预防是防止疾病发生,现在从机制入手,是希望在今后科研中考虑从源头入手,通过正确的力学干预和辅助措施,减缓女性在妊娠期间生理力线的改变,降低盆腹力学失衡,更好预防 PFD 发生,以及制定适合 PFD 康复治疗的最佳方案。

参考文献:

- [1] LUCENTE V, RAALTE H, MURPHY M, et al. Biomechanical paradigm and interpretation of female pelvic floor conditions before a treatment [J]. *Int J Womens Health*, 2017, 3(9): 521-550.
- [2] 罗来敏. 整体理论——解决女性盆底功能障碍的新观点[J]. *实用妇产科杂志*, 2009, 25(11): 653-655.
- [3] 苏园园, 韩燕华, 李丹彦. 女性盆底功能及盆底肌功能评估方法[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2015, 31(4): 310-313.
- [4] FORCZEK W, IVANENKO Y, SALAMAGAM, et al. Pelvic movements during walking throughout gestation: The relationship between morphology and kinematic parameter

- [J]. *Clin Biomech*, 2019, 7(1): 146-151
- [5] 刘慧, 沈国权, 张喜林, 等. 肌肉加载下腰椎间盘突出的有限元研究[J]. *医用生物力学*, 2019, 34(5): 493-499.
LIU H, SHEN GQ, ZHANG XL, *et al.* Finite element study of lumbar disc herniation loaded with muscle force [J]. *J Med Biomech*, 2019, 34(5): 493-499.
- [6] 于露, 李昊, 高丽兰, 等. 骨组织的多层次生物力学特性及本构关系[J]. *医用生物力学*, 2019, 34(4): 434-439.
YU L, LI H, GAO LL, *et al.* Hierarchical biomechanical properties and constitutive relationships of bone tissues [J]. *J Med Biomech*, 2019, 34(4): 434-439.
- [7] STRAUSS C, LIENEMANN A, SPELSBERG F, *et al.* Biomechanics of the female pelvic floor: A prospective trail of the alteration of force-displacement-vectors in parous and nulliparous women [J]. *Arch Gynecol Obstet*, 2012, 285(3): 741-747.
- [8] 陈怡文, 陈功立, 李雯, 等. 基于“双层吊床”盆底支持理论的改良阴式非网片盆底修复手术 72 例临床分析[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2019, 35(8): 919-923.
- [9] 赵玉娇, 崔璨, 沈文, 等. 基于盆底解剖学的经阴道分娩损伤与评估[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2017, 35(1): 112-113.
- [10] TAYLOR SA. Imaging pelvic floor dysfunction [J]. *Best Pract Res Clin Gastroenterol*, 2009, 23(4): 487-503.
- [11] 胡祥. 直肠周围间隙和盆底解剖[J]. *中国实用外科杂志*, 2019, 39(7): 663-667.
- [12] 宋岩峰. 盆底功能及功能障碍与腹盆腔生物动力学[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2008, 24(8): 565-567.
- [13] 罗来敏. 整体理论——解决女性盆底功能障碍的新观点[J]. *实用妇产科杂志*, 2009, 25(11): 653-655.
- [14] 朱兰. 女性盆底支持组织解剖及其功能障碍性疾病的基础研究[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2005, 21(4): 18-19.
- [15] NICE Guidance——Urinary incontinence and pelvic organ prolapse in women: Management; ©NICE (2019) *Urinary incontinence and pelvic organ prolapse in women: Management* [J]. *BJU Int*, 2019, 123(5): 777-803.
- [16] 张步蕊, 褚鑫, 王齐媛. 超声对产后女性盆底三腔室运动的观察[J]. *中国妇幼保健*, 2015, 30(18): 3090-3092.
- [17] 张少群, 任茹霞, 陈奕历, 等. 骶髂关节周围各韧带对骶髂关节稳定性的影响[J]. *医用生物力学*, 2019, 34(5): 500-506.
ZHANG SQ, REN RX, CHEN YL, *et al.* The Influence of ligaments surrounding sacroiliac joints on stability of sacroiliac joints [J]. *J Med Biomech*, 2019, 34(5): 500-506.
- [18] EASLEY DC, ABRAMOWITZ SD, MOALLI PA. Female pelvic floor biomechanics: Bridging the gap [J]. *Curr Opin Urol*, 2017, 27(3): 262-267.
- [19] 刘萍, 唐连. 磁共振成像盆底三维重建的方法及意义[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2017, 33(10): 1014-1018.
- [20] 程芳, 谭容容, 刘素珊, 等. 电刺激结合按摩对产后盆底肌筋膜疼痛的疗效研究[J]. *中国妇幼健康研究*, 2014, 25(6): 1015-1017.
- [21] 邝镜芳. 针刺扳机点治疗慢性腰部肌筋膜疼痛综合征的研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2013.
- [22] 张洁, 吴晓丽. 产后盆腔肌筋膜痛的盆底表面肌电分布及相关因素分析[J]. *热带医学杂志*, 2017, 17(2): 211-214.
- [23] RICKARDS LD. Erratum to “the effectiveness of non-invasive treatments for active myofascial trigger point pain”: A systematic review of the literature [J]. *Int J Osteopath Med*, 2007, 10(1): 120-136.
- [24] 杨青, 刘成, 李秉枢, 等. 氧化应激对盆底器官脱垂患者子宫旁韧带组织细胞细胞外基质代谢的影响[J]. *中国计划生育和妇产科*, 2016, 8(1): 53-57.
- [25] 杨晓红, 徐惠成, 陈伟, 等. 子宫脱垂患者骶主韧带 MR 三维重建模型的研究[J]. *第三军医大学学报*, 2012, 34(6): 546-550.
- [26] 陈倩倩, 卢媛, 尧良清. 子宫韧带的损伤机制及手术治疗在盆底功能障碍性疾病中的作用[J]. *国际妇产科学杂志*, 2015, 42(4): 401-404.
- [27] 王红, 南方. 盆底器官脱垂患者子宫骶韧带组织 LC3 II、COL I 和 COL III 的表达变化[J]. *山东医药*, 2017, 57(19): 72-74.
- [28] GRABOWSKI MW. Hominin obstetrics and the evolution of constraints [J]. *Evol Biol*, 2013, 40(3): 57-75.
- [29] FOTI T, DAVIDS JR, BAGLEY A. A biomechanical analysis of gait during pregnancy [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2000, 82(5): 625-632.
- [30] 张妍, 顾耀东, 李建设. 女性妊娠期运动生物力学特征研究进展[J]. *浙江体育科学*, 2014, 36(5): 100-104.
- [31] FORCZEK W, IVANENKO Y, SALAMAGAM, *et al.* Pelvic movements during walking throughout gestation: The relationship between morphology and kinematic parameter [J]. *Clin Biomech*, 2019, 7(1): 146-151.
- [32] STRAUSS C, LIE NEMANN A, SPELSBERG F, *et al.* Biomechanics of the female pelvic floor: A prospective trail of the alteration of force-displacement-vectors in parous and nulliparous women [J]. *Arch Gynecol Obstet*, 2012, 285(3): 741-747.
- [33] 康建萍, 沈霞, 耿茂林, 等. 雌、孕激素相关受体表达和松弛素水平与妊娠晚期压力性尿失禁相关性研究[J]. *中国妇幼保健*, 2016, 31(11): 2285-2287.
- [34] 郑颖, 杨帆. 雌、孕激素及松弛素的相互作用与妊娠期压力性尿失禁的相关性研究[J]. *重庆医学*, 2018, 47(14): 1885-1888.
- [35] 龙梅. Kegel 运动联合盆底康复治疗仪在产后盆底康复治疗中的效果评价[J]. *微创医学*, 2019, 14(3): 330-332.
- [36] 孙玉婷, 熊素平, 张诗文, 等. 盆底康复仪联合盆底肌训练治疗盆底功能障碍的效果观察[J]. *中外医学研究*, 2020, 18(13): 29-31.
- [37] 杨光, 苏翠红, 张燕. 电刺激生物反馈联合盆底肌锻炼治疗产后盆底功能障碍的临床疗效[J]. *现代诊断与治疗*, 2019, 30(17): 3039-3040.
- [38] GROEF A, FIEUWS S, KAMPEN M. Pelvic floor muscle training for erectile dysfunction and climacturia 1 year after nerve sparing radical prostatectomy: A randomized controlled trial [J]. *Int J Impot Res*, 2016, 28(1): 9-13.