

· 临床研究 ·

不同体位下盆底运动对盆底肌肌电激活的影响

吕凯¹ 张美萍² 吴方超³ 陈飞娜⁴ 孔姿婷⁴¹浙江大学医学院附属邵逸夫医院护理部,杭州 310016; ²舟山市普陀人民医院康复医学科,舟山 316199; ³浙江大学医学院附属邵逸夫医院康复医学科,杭州 310016; ⁴舟山市普陀人民医院护理部,舟山 316199

通信作者:吴方超,Email:3414030@zju.edu.cn

【摘要】 目的 探讨不同运动体位对盆底肌肌电激活的影响并为盆底肌评估和训练方式选择提供参考。**方法** 2022 年 1 月至 3 月浙江普陀医院产后门诊选取 20 例产后 42 d 至 6 个月女性纳入研究,所有受试者分别在平卧体位、双侧桥式运动、单侧桥式运动、主动单侧直腿抬高、主动双侧直腿抬高等 5 种体位下执行盆底肌最大主动收缩运动,采用表面肌电采集分析系统进行测试,同步采集盆底肌和腹直肌的表面肌电信号,并对获取的平均肌电(AEMG)值进行分析。**结果** 平卧位、双桥运动、单桥运动、单侧直腿抬高和双侧直腿抬高时的盆底肌 AEMG 值分别为 (48.43 ± 24.07) 、 (40.75 ± 22.33) 、 (42.54 ± 24.28) 、 (44.60 ± 26.41) 和 $(56.88 \pm 26.47) \mu V$;与平卧体位相比,双桥运动时的盆底肌 AEMG 值显著下降($P < 0.05$),单侧桥式运动和主动单侧直腿抬高运动时盆底肌 AEMG 值存在下降趋势,但差异无统计学意义($P > 0.05$);而双侧直腿抬高时的盆底肌 AEMG 值较其余 4 种体位均显著升高($P < 0.05$)。平卧体位、双桥运动、单桥运动、单侧直腿抬高和双侧直腿抬高时的腹直肌 AEMG 值分别为 (2.87 ± 1.64) 、 (9.24 ± 6.17) 、 (13.28 ± 5.70) 、 (15.15 ± 6.76) 和 $(35.37 \pm 15.02) \mu V$,与平卧体位相比,双桥运动、单桥运动、单侧直腿抬高和双侧直腿抬高时的腹直肌 AEMG 值均逐步升高($P < 0.05$),且双侧直腿抬高时腹直肌的 AEMG 值较其余 4 种体位均显著升高($P < 0.05$)。**结论** 体位对盆底肌收缩功能存在影响,双侧直腿抬高体位下进行盆底肌收缩可获得更大的肌电激活。

【关键词】 盆底肌; 表面肌电; 桥式运动; 直腿抬高

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.05.013

盆底肌肌电评估时,不同体位的盆底肌收缩程度大小对盆底肌康复评估准确性存在重要影响,研究显示,测试过程中,患者的踝关节位置^[1]、下肢位置^[2]、骨盆位置^[3]、躯干体位^[4]及不同测试^[5]或训练动作^[6]对盆底肌的肌肉激活和腹肌协同收缩均存在较为明显的影响。Lee^[7]在对健康人群踝关节屈伸活动时的盆底肌肌电活动进行研究发现,踝关节背伸时盆底肌的肌电活动明显增加。也有研究显示,盆底肌最大随意自主收缩状态下站立位时肌肉激活与坐位时存在显著差别^[8]。

近年来的研究多着眼于不同的关节姿势位置与身体体位对于盆底肌的肌肉激活影响,而不同盆底肌康复治疗训练体位对盆底肌的肌肉激活和腹肌协同收缩情况的探索尚较为缺乏。此外,Ghaderi 等^[9]在核心稳定训练可改善盆底肌收缩功能的研究中,认为不同类型盆底肌训练体位诱发的盆底肌肌电激活程度存在差异。本研究通过观察桥式运动与直腿抬高运动对盆底肌和腹直肌的肌电信号影响,明确对盆底肌肌电激活存在显著影响的运动类型,旨在为盆底肌评估与训练体位的选择提供科学依据。

对象与方法

一、研究对象

选取 2022 年 1 月至 2022 年 3 月浙江普陀医院产后门诊募集的产后 42 d 至 6 个月的女性志愿者 20 例纳入研究,年龄 22~38 岁,平均 (29.40 ± 4.93) 岁,身高 155~170 cm,平均 (163.80 ± 4.24) cm,体重 47~85 kg,平均 (60.65 ± 8.04) kg,存在尿失禁症

状者 13 例,无尿失禁症状者 7 例,所有受试者均为首胎顺产,且无盆底相关疾病手术史。本研究获得舟山市普陀人民医院伦理委员会审核通过(2022KY004),所有入组受试者参与研究前均签署知情同意书。

二、实验方法

1.表面肌电采集:采用美国 Noraxon MyoTraceTM 400 表面肌电采集分析系统进行测试;患者排空大小便后,取仰卧双下肢略分开体位,将盆底探头轻轻插入患者阴道内,腹肌电极贴布于肚脐旁开 2 cm 左侧腹直肌肌腹最饱满处,参考电极贴附于左侧腋中线正对髂嵴下 3 cm 皮肤处。

2.测试方法:所有受试者在测试前 24 h 内未进行剧烈活动,测试前熟悉测试体位和要领。测试过程由 1 位经验丰富的康复医师执行。

表面肌电测试共由 5 个不同体位组成:①平卧体位(图 1)下进行盆底肌最大随意自主收缩测试;②双桥运动(图 2)下进行盆底肌最大随意自主收缩测试,执行过程中保持双侧肩、髌、膝处于同一水平线;③左腿支撑单桥运动(图 3)下进行盆底肌最大随意自主收缩测试,执行过程中保持右腿伸直且双侧肩、髌、膝处于同一水平线;④右下肢单侧直腿抬高(图 4)下进行盆底肌最大随意自主收缩测试且右下肢抬高角度为 30°;⑤双侧直腿抬高(图 5)下进行盆底肌最大随意自主收缩测试且双下肢抬高角度为 30°。每个测试体位之间间隔 2 min,每个测试体位过程持续 10 s,每个测试体位重复 3 次,并计算得出盆底肌和腹直肌的平均肌电(average electromyography, AEMG)值,所获得的



图 1 平卧体位



图 2 双桥运动



图 3 单桥运动



图 4 单侧直腿抬高



图 5 双侧直腿抬高

AEMG 值代表不同运动状态下盆底肌和腹直肌的肌肉活动水平。

三、统计学方法

使用 SPSS 17.0 版统计软件进行数据统计学分析处理,所得正态分布数据以($\bar{x}\pm s$)表示,正态分布资料采用配对样本 t 检验,非正态分布资料采用秩和检验。 $P<0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

一、不同体位执行情况下盆底肌表面肌电的 AEMG 值比较

与平卧体位相比,双桥运动时盆底肌 AEMG 值显著下降($P<0.05$);单桥运动和单侧直腿抬高时盆底肌 AEMG 值存在下降趋势,但差异无统计学意义($P>0.05$);而双侧直腿抬高时盆底肌 AEMG 值明显升高($P<0.05$)。与双桥运动和单桥运动相比,单侧直腿抬高和双侧直腿抬高时盆底肌 AEMG 值均明显升高($P<0.05$)。与单侧直腿抬高相比,双侧直腿抬高时盆底肌 AEMG 值明显升高,差异有统计学意义($P<0.05$)。具体数据详见表 1。

二、不同体位执行情况下腹直肌表面肌电 AEMG 值对比

与平卧体位相比,双桥运动、单桥运动、单侧直腿抬高和双侧直腿抬高时腹直肌 AEMG 值均明显升高($P<0.05$)。与双桥运动相比,单桥运动、单侧直腿抬高和双侧直腿抬高时的腹直肌 AEMG 值均明显升高($P<0.05$)。与单桥运动相比,单侧直腿抬高和双侧直腿抬高时的腹直肌 AEMG 值亦均有明显升高

($P<0.05$);与单侧直腿抬高相比,双侧直腿抬高时的腹直肌 AEMG 值亦显著升高($P<0.05$)。具体数据详见表 1。

讨 论

体位的变化对于盆底肌激活的影响一直是盆底功能障碍疾病评估和治疗中需要探索的一个重要问题,已有不少学者对此进行了研究^[10-11]。有学者采用阴道压力计检测的方法进行盆底肌收缩的力量评估^[12],证实了仰卧位状态和站立状态下盆底肌收缩功能存在明显差异^[13]。国内相关研究^[14]已证实,阴道压力与阴道表面肌电信号存在显著的相关。表面肌电图可对神经肌肉活动情况进行采集和分析,从而反映肌肉活动程度的大小和各肌群之间的相对激活程度^[15],故本研究采用表面肌电图作为肌肉活动功能检测的主要手段。

本研究结果显示,与平卧体位相比,双桥运动时盆底肌 AEMG 值显著下降($P<0.05$),且单桥运动和单侧直腿抬高运动时盆底肌 AEMG 值亦存在下降趋势($P>0.05$)。这与 Navarro 等^[16]的研究结果存在相似之处,其利用阴道压力计和表面肌电图对低腹压训练时盆底肌和腹部周围肌群的激活及其最大随意等长收缩(maximum voluntary isometric contraction, MVIC)情况进行分析,发现仰卧位执行训练时盆底肌可达到 74.4%~86.5% MVIC,腹壁肌肉的激活比例约为 25.4%~35.3% MVIC,而在半蹲位进行训练时肌肉激活的比例更低。由此可见,低强度的康复训练手段不足以充分激活盆底肌和腹部肌肉从而增加肌肉力量,更多的可能是增加肌肉耐力为主。

表 1 不同体位执行情况下盆底肌和腹直肌的表面肌电 AEMG 值比较($\mu V, \bar{x}\pm s$)

部位	平卧体位	双桥运动	单桥运动	单侧直腿抬高	双侧直腿抬高
盆底肌	48.43±24.07	40.75±22.33 ^a	42.54±24.28	44.60±26.41 ^{bc}	56.88±26.47 ^{abcd}
腹直肌	2.87±1.64	9.24±6.17 ^a	13.28±5.70 ^{ab}	15.15±6.76 ^{abc}	35.37±15.02 ^{abcd}

注:与平卧体位时比较,^a $P<0.05$;与双桥运动比较,^b $P<0.05$;与单桥运动比较,^c $P<0.05$;与单侧直腿抬高比较,^d $P<0.05$

本研究结果还显示,与平卧体位、双桥运动、单桥运动和单侧直腿抬高运动相比,双侧直腿抬高时盆底肌 AEMG 值显著升高($P<0.05$)。Beales 等^[17]研究盆底功能障碍患者的直腿抬高策略时亦发现,直腿抬高负荷增加或不稳定性的增加可诱发盆底肌肉及腹部周围肌群产生更大的激活,这与本研究结果相一致,说明双侧直腿抬高相对于单侧直腿抬高和桥式运动体位时存在更大的下肢负荷,从而诱发了更大的盆底肌激活。

无论是最近的盆底肌相关研究^[18]还是在经典的 Glazer 方案研究中^[19],仰卧位下 MVIC 测试获取盆底肌最大肌电值均已成为共识。本研究中,双侧直腿抬高时盆底肌的激活程度显著高于平卧状态下盆底肌的激活程度,且差异有统计学意义($P<0.05$)。这一结果亦证实了双侧直腿抬高体位下可获得相对于平卧体位下更高的盆底肌最大肌电值。双侧直腿抬高状态提供了一个高度不稳定的测试状态,也是核心稳定性训练中的一种训练手段,该体位可募集更多的运动神经元参与肌肉的收缩^[20],因此,MVIC 测试时采用双侧直腿抬高体位相较于平卧体位可获取更大的盆底肌肌电激活,这也许可为后续研究盆底肌评估方法与训练体位的选择提供参考。

盆底肌的收缩增大常伴随着腹部肌肉的激活增加,这是盆底肌康复评估与训练中常见的盆腹协同收缩^[21-22]。本研究结果显示,与平卧体位相比,双桥运动、单桥运动、单侧直腿抬高运动和双侧直腿抬高时腹直肌 AEMG 值均明显升高($P<0.05$),且升高程度单桥运动大于双桥运动,单侧直腿抬高运动大于单桥运动,双侧直腿抬高大于单侧直腿抬高运动,且差异均有统计学意义($P<0.05$)。桥式运动和主动直腿抬高运动均属于核心稳定性训练的方法,不稳定平面的提供及不稳定性的加重均可诱发维持核心稳定的相关肌肉产生更大的收缩以对抗外界的干扰^[23]。Deering 等^[24]研究发现,产后 6 个月的经产妇仍然存在骨盆周围肌群的耐疲劳性下降。因此,核心稳定性训练手段可应用于盆底功能障碍患者且效果较好^[25]。

综上所述,不同体位下进行盆底肌运动对盆底肌的肌电激活存在影响,双侧直腿抬高体位下进行盆底肌收缩可获取更大的盆底肌肌电激活。然而,盆底肌的激活还与骨盆的生物力学改变^[26]、训练负荷大小^[27]、是否合并腰痛等其它因素^[28]存在相关,因此后续还有待于进一步深入研究。

参 考 文 献

- [1] Kannan P, Winsor S, Goonetilleke R, et al. Ankle positions potentially facilitating greater maximal contraction of pelvic floor muscles: a systematic review and meta-analysis [J]. Disabil Rehabil, 2019, 41 (21): 2483-2491. DOI: 10.1080/09638288.2018.1468934.
- [2] Halski T, Ptazkowski K, Ślupska L, et al. Relationship between lower limb position and pelvic floor muscle surface electromyography activity in menopausal women: a prospective observational study [J]. Clin Interv Aging, 2017, 12(1): 75-83. DOI: 10.2147/CIA.S121467.
- [3] Ptazkowski K, Zdrojowy R, Ślupska L, et al. Assessment of bioelectrical activity of pelvic floor muscles depending on the orientation of the pelvis in menopausal women with symptoms of stress urinary incontinence: continued observational study [J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2017, 53(4): 564-574. DOI: 10.23736/S1973-9087.17.04475-6.
- [4] Lee K. Investigation of electromyographic activity of pelvic floor muscles in different body positions to prevent urinary incontinence [J].

- Med Sci Monit, 2019, 25: 9357-9363. DOI: 10.12659/MSM.920819.
- [5] Frawley HC, Galea MP, Phillips BA, et al. Effect of test position on pelvic floor muscle assessment [J]. Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct, 2006, 17(4): 365-371. DOI: 10.1007/s00192-005-0016-3.
- [6] Ithamar L, de Moura Filho AG, Benedetti Rodrigues MA, et al. Abdominal and pelvic floor electromyographic analysis during abdominal hypopressive gymnastics [J]. J Bodyw MovTher, 2018, 22(1): 159-165. DOI: 10.1016/j.jbmt.2017.06.011.
- [7] Lee K. Activation of pelvic floor muscle during ankle posture change on the basis of a three-dimensional motion analysis system [J]. Med Sci Monit, 2018, 24: 7223-7230. DOI: 10.12659/MSM.912689.
- [8] Chmielewska D, Stania M, Sobota G, et al. Impact of different body positions on bioelectrical activity of the pelvic floor muscles in nulliparous continent women [J]. Biomed Res Int, 2015, 2015: 905897. DOI: 10.1155/2015/905897.
- [9] Ghaderi F, Mohammadi K, Amir Sasan R, et al. Effects of stabilization exercises focusing on pelvic floor muscles on low back pain and urinary incontinence in women [J]. Urology, 2016, 93: 50-54. DOI: 10.1016/j.urology.2016.03.034.
- [10] Morgan DM, Kaur G, Hsu Y, et al. Does vaginal closure force differ in the supine and standing positions [J]. Am J Obstet Gynecol, 2005, 192(5): 1722-1728. DOI: 10.1016/j.ajog.2004.11.050.
- [11] Bø K, Finckenhagen HB. Is there any difference in measurement of pelvic floor muscle strength in supine and standing position [J]. Acta Obstet Gynecol Scand, 2003, 82(12): 1120-1124. DOI: 10.1046/j.1600-0412.2003.00240.x.
- [12] Capson AC, Nashed J, Mclean L. The role of lumbopelvic posture in pelvic floor muscle activation in continent women [J]. J Electromyogr Kinesiol, 2011, 21(1): 166-177. DOI: 10.1016/j.jelekin.2010.07.017.
- [13] Mastwyk S, McClelland J, Cooper MM, et al. Pelvic floor muscle function in the standing position in women with pelvic floor dysfunction [J]. Int Urogynecol J, 2022, 33(9): 2435-2444. DOI: 10.1007/s00192-021-05003-6.
- [14] 毛卉, 吴凯凯, 邱雨, 等. 产后阴道压力与阴道表面肌电信号的相关性研究 [J]. 同济大学学报(医学版), 2018, 39(6): 19-23. DOI: 10.16118/j.1008-0392.2018.06.005.
- [15] Tankisi H. Surface electromyography - A diagnostic and monitoring biomarker for amyotrophic lateral sclerosis [J]. Clin Neurophysiol, 2020, 131(4): 936-937. DOI: 10.1016/j.clinph.2020.01.004.
- [16] Navarro B, Sánchez B, Prieto V, et al. Pelvic floor and abdominal muscle responses during hypopressive exercises in women with pelvic floor dysfunction [J]. Neurourol Urodyn, 2020, 39(2): 793-803. DOI: 10.1002/nau.24284.
- [17] Beales DJ, O'Sullivan PB, Briffa NK. The effect of increased physical load during an active straight leg raise in pain free subjects [J]. J Electromyogr Kinesiol, 2010, 20(4): 710-718. DOI: 10.1016/j.jelekin.2009.12.004.
- [18] Scharschmidt R, Derlien S, Siebert T, et al. Intraday and interday reliability of pelvic floor muscles electromyography in continent woman [J]. Neurourol Urodyn, 2020, 39(1): 271-278. DOI: 10.1002/nau.24187.
- [19] Oleksy Ł, Wojciechowska M, Mika A, et al. Normative values for Glazer Protocol in the evaluation of pelvic floor muscle bioelectrical activity [J]. Medicine, 2020, 99(5): e19060. DOI: 10.1097/MD.

0000000000019060.

- [20] Thabet AA, Alshehri MA. Efficacy of deep core stability exercise program in postpartum women with diastasis recti abdominis: a randomised controlled trial[J]. J Musculoskelet Neuronal Interact, 2019, 19(1): 62-68.
- [21] Sapsford RR, Hodges PW. Contraction of the pelvic floor muscles during abdominal maneuvers[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2001, 82(8): 1081-1088. DOI: 10.1053/apmr.2001.24297.
- [22] Madill SJ, McLean L. Quantification of abdominal and pelvic floor muscle synergies in response to voluntary pelvic floor muscle contractions[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2008, 18(6): 955-964. DOI: 10.1016/j.jelekin.2007.05.001.
- [23] Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, et al. Core stability exercise principles[J]. Curr Sports Med Rep, 2008, 7(1): 39-44. DOI: 10.1097/01.CSMR.0000308663.13278.69.
- [24] Deering RE, Senefeld J, Pashibin T, et al. Fatigability of the lumbopelvic stabilizing muscles in women 8 and 26 weeks postpartum[J]. J Womens Health Phys Therap, 2018, 42(3): 128-138. DOI: 10.1097/JWH.000000000000109.
- [25] ElDeeb AM, Abd-Ghafar KS, Ayad WA, et al. Effect of segmental stabilizing exercises augmented by pelvic floor muscles training on women with postpartum pelvic girdle pain: a randomized controlled trial[J]. J Back Musculoskelet Rehabil, 2019, 32(5): 693-700. DOI: 10.3233/BMR-181258.
- [26] Easley DC, Abramowitch SD, Moalli PA. Female pelvic floor biomechanics: bridging the gap[J]. Curr Opin Urol, 2017, 27(3): 262-267. DOI: 10.1097/MOU.0000000000000380.
- [27] Hu H, Meijer OG, Hodges PW, et al. Understanding the Active Straight Leg Raise (ASLR): an electromyographic study in healthy subjects[J]. Man Ther, 2012, 17(6): 531-537. DOI: 10.1016/j.math.2012.05.010.
- [28] Saleem Z, Khan AA, Farooqui SI, et al. Effect of exercise on inter-recti distance and associated low back pain among post-partum females: a randomized controlled trial[J]. J Family Reprod Health, 2021, 15(3): 202-209. DOI: 10.18502/jfrh.v15i3.7139.

(修回日期: 2023-04-20)

(本文编辑: 汪 玲)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

作者署名和作者单位的基本要求

1. 作者署名:《中华医学会系列杂志论文作者署名规范》中明确规定,论文作者姓名在题名下按序排列,排序应在投稿前由全体作者共同讨论确定,投稿后不应再作改动,确需改动时必须出示单位证明以及所有作者亲笔签名的署名无异议书面证明。作者应同时具备以下四项条件:(1)参与论文选题和设计,或参与资料分析与解释;(2)起草或修改论文中关键性理论或其他主要内容;(3)能按编辑部的修改意见进行核修,对学术问题进行解答,并最终同意论文发表;(4)除了负责本人的研究贡献外,同意对研究工作各方面的诚信问题负责。仅参与获得资金或收集资料者不能列为作者,仅对科研小组进行一般管理也不宜列为作者。

2. 通信作者:每篇论文均需确定一位能对该论文全面负责的通信作者。通信作者应在投稿时确定,如在来稿中未特殊标明,则视第一作者为通信作者。集体署名的论文应将对该文负责的关键人物列为通信作者。规范的多中心或多学科临床随机对照研究,如主要责任者确实超过一位的,可酌情增加通信作者。无论包含几位作者,均需标注通信作者,并注明其 Email 地址。集体作者成员姓名可在文末与参考文献之间列出所有参与研究人员名单和单位,编排格式如:“×××组成员”冒号后依次接排参加协作组各单位的名称,单位名称后括号内列出参加者姓名,文末无标点。

3. 同等贡献作者:不建议著录同等贡献作者,需确定论文的主要责任者。确需著录同等贡献作者时,可在作者项后另起一行著录“前×位作者对本文有同等贡献”,英文为“×× and ×× contributed equally to the article”。英文摘要中如同等贡献者为第一作者且属不同单位,均需注录其单位,以 1、2、3、4……等顺序标注。同一单位同一科室作者不宜著录同等贡献。作者申请著录同等贡献时需提供全部作者的贡献声明,期刊编辑委员会进行核查,必要时可将作者贡献声明刊登在论文结尾处。

4. 志谢:对给予实质性帮助但不符合作者条件的单位或个人可在文后给予志谢,但必须征得志谢人的书面同意。被志谢者包括:(1)对研究提供资助的单位和个人、合作单位;(2)协助完成研究工作和提供便利条件的组织和个人;(3)协助诊断和提出重要建议的人;(4)给予转载和引用权的资料、图片、文献、研究思想和设想的所有者;(5)做出贡献又不能成为作者的人,如提供技术帮助和给予财力、物力支持的人,此时应阐明其支援的性质;(6)其他。不宜将被志谢人放在作者的位置上,混淆作者和被志谢者的权利和义务。

5. 作者单位:著录作者单位全称(以投稿单位信函公章为准),并标注到二级单位(科室),包括所在省、自治区、城市名(省会城市可以略去省名)和邮政编码。凡以“中国人民解放军”开头的单位名称,“中国人民”字样可以省略;军区总医院和军医大学名称可以进一步省略“解放军”字样。省会及名城的医院和所有医学院校均不加省名。省、自治区等行政区划名要写全称。与国外人员共同研究完成的论文,应共同署名,并在文内注明研究进行及完成的单位名称。外国作者姓名及单位应标注原文。