

基于肌电评估的不同分娩方式对产后盆底功能影响的纵向研究

杨静, 吴谦*

西安交通大学医学部公共卫生学院, 陕西 西安

收稿日期: 2026年4月15日; 录用日期: 2026年5月9日; 发布日期: 2026年5月19日

摘要

目的: 比较自然分娩与剖宫产产妇产后6周、12周、24周的盆底肌电功能, 探讨不同分娩方式对盆底肌收缩功能的影响及其恢复规律, 为产后盆底康复提供循证依据。方法: 采用前瞻性纵向研究设计, 选取自然分娩与剖宫产初产妇各85例。分别于产后6周、12周、24周采用盆底肌电生物反馈仪测定快肌收缩期、慢肌收缩期及综合肌收缩期肌电值。比较两组各时间点肌电指标的差异及阶段性变化。结果: 产后6周和12周, 自然分娩组快肌收缩期肌电值均显著低于剖宫产组($P < 0.0001$), 产后24周两组差异无统计学意义($P = 0.0872$)。慢肌收缩期与综合肌收缩期在各时间点自然分娩组均显著低于剖宫产组($P < 0.0001$)。阶段性变化显示, 自然分娩组各指标提升幅度均较大, 尤其在慢肌收缩期后期提升更为明显; 剖宫产组起点较高但恢复速度较慢。结论: 自然分娩对产后早期盆底肌功能损伤更为严重, 但恢复速度较快, 快肌功能在产后24周时与剖宫产组趋于一致, 慢肌功能恢复缓慢, 两组仍存在显著差距。剖宫产并非盆底功能的完全保护因素。临床应根据分娩方式制定个体化、分阶段的盆底康复方案。

关键词

盆底肌, 分娩方式, 自然分娩, 剖宫产, 肌电功能, 产后康复

A Longitudinal Study on the Effects of Different Modes of Delivery on Postpartum Pelvic Floor Function Based on Electromyographic Assessment

Jing Yang, Qian Wu*

School of Public Health, Health Science Center, Xi'an Jiaotong University, Xi'an Shaanxi

*通讯作者。

文章引用: 杨静, 吴谦. 基于肌电评估的不同分娩方式对产后盆底功能影响的纵向研究[J]. 临床医学进展, 2026, 16(5): 1497-1503. DOI: 10.12677/acm.2026.1651951

Abstract

Objective: This paper aims to compare the electromyographic function of the pelvic floor muscles at 6, 12, and 24 weeks postpartum between women who underwent vaginal delivery and those who underwent cesarean section, and to explore the effects of different delivery modes on pelvic floor muscle contraction function and their recovery patterns, so as to provide evidence-based support for postpartum pelvic floor rehabilitation. **Methods:** A prospective longitudinal study was conducted, enrolling 85 primiparous women in the vaginal delivery group and 85 in the cesarean section group. Electromyographic values of fast-twitch muscle contraction, slow-twitch muscle contraction, and comprehensive muscle contraction were measured using a pelvic floor electromyographic biofeedback instrument at 6, 12, and 24 weeks postpartum. Differences in electromyographic parameters and stage-specific changes were compared between the two groups. **Results:** At 6 and 12 weeks postpartum, the fast-twitch muscle contraction values in the vaginal delivery group were significantly lower than those in the cesarean section group ($P < 0.0001$), while no significant difference was observed at 24 weeks ($P = 0.0872$). The slow-twitch muscle contraction and comprehensive muscle contraction values in the vaginal delivery group were significantly lower than those in the cesarean section group at all time points ($P < 0.0001$). Stage-specific analysis showed that the vaginal delivery group exhibited greater improvements across all parameters, particularly in slow-twitch muscle contraction during the later stage, whereas the cesarean section group had higher baseline values but slower recovery. **Conclusion:** Vaginal delivery causes more severe impairment of pelvic floor muscle function in the early postpartum period, but recovery occurs more rapidly. Fast-twitch muscle function becomes comparable between the two groups by 24 weeks postpartum, while slow-twitch muscle function recovers slowly and remains significantly different. Cesarean section does not serve as a complete protective factor for pelvic floor function. Individualized, stage-specific pelvic floor rehabilitation strategies should be developed based on the mode of delivery.

Keywords

Pelvic Floor Muscle, Mode of Delivery, Vaginal Delivery, Cesarean Section, Electromyographic Function, Postpartum Rehabilitation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

盆底功能障碍(PFD)是产后常见问题,表现为压力性尿失禁、盆腔器官脱垂等[1]。全球产后患病率达30%~60%,其中压力性尿失禁在产后6个月内发生率为20%~40%,严重影响女性生活质量,并带来社会经济负担[2] [3]。盆底肌(PFM)由肛提肌等构成,呈“吊床”状支撑盆腔器官,其中占70%的I型慢肌纤维负责持续支撑,占30%的II型快肌纤维负责腹压骤增时的快速闭合,二者协调配合是盆底功能正常的关键[4]。分娩是盆底损伤的重要因素,妊娠期子宫增大与激素变化使盆底组织长期牵拉、弹性下降;分娩时胎儿通过产道造成机械性压迫,可导致肌纤维断裂、神经损伤[5]。自然分娩(VD)时盆底肌承受巨大压力,产后肌力下降30%~50%,尤以II型快肌纤维受损显著,会阴撕裂、侧切等进一步加重损伤;剖宫产(CS)虽避免产道直接损伤,但妊娠的长期负荷效应仍存在,其能否完全保护盆底功能尚存争议。因此,

研究不同分娩方式对盆底肌收缩功能的影响及其恢复规律具有重要意义[6]。

2. 资料与方法

2.1. 临床资料

本研究采用前瞻性纵向研究设计, 选取自然分娩与剖宫产产妇各 85 例, 纳入标准: 1) 初产妇, 年龄 20~40 岁; 2) 单胎妊娠, 头位分娩, 孕周 ≥ 37 周; 3) 分娩方式为自然分娩或剖宫产; 4) 一般情况稳定, 能够接受随访评估与必要的检查; 5) 自愿参与研究, 签署知情同意书, 并承诺按方案完成产后 6 周、12 周、24 周随访。排除标准: 1) 多胎妊娠或胎位异常者; 2) 孕期合并妊娠期糖尿病、妊娠期高血压或甲状腺疾病, 且病情需要药物治疗或控制不良者; 3) 产后发生严重产科并发症(如大出血需再次手术或入住 ICU) 导致无法按方案随访者; 4) 既往有盆底手术史、泌尿系统手术史或重大腹部手术史(如子宫手术、肠道手术等); 5) 既往明确严重精神疾病史或产后发生急性精神障碍者; 6) 产后 6 个月内预计无法完成随访者。

通过电子病历系统及问卷调查收集以下一般资料: 年龄、身高、孕前体重、孕前 BMI、产前体重、产前 BMI、分娩周数、婴儿出生体重、分娩后出院天数、怀孕次数等。在产后 6 周、12 周、24 周进行盆底肌电评估, 系统比较两组产妇在不同时间点的盆底肌收缩功能, 并分析其阶段性变化规律。

2.2. 研究方法

2.2.1. 盆底肌电测定指标

采用科瑞康 AM1000B 盆底肌电生物反馈仪进行盆底肌表面肌电评估。检测流程参照 Glazer 评估框架, 记录以下参数: 静息阶段平均肌电值(μV)、快肌收缩期肌电值(μV)、慢肌收缩期肌电值(μV)、综合肌收缩期肌电值(μV)。

2.2.2. 评估流程

评估前嘱其排空膀胱, 向受试者解释盆底肌正确收缩方式, 必要时进行 1~2 次练习以减少代偿(如臀肌与腹肌过度参与)。评估时取仰卧屈膝分腿位(髋关节外展约 45°), 放松盆底肌肉, 置入阴道电极。采用 Glazer 经典评估方案, 具体参数如下: ① 快肌收缩阶段: 要求受试者以最大力量和最快速度进行 5 次快速收缩, 每次收缩持续 1~2 秒, 间歇休息 10 秒, 记录收缩期峰值肌电值的均值作为快肌收缩期肌电值; ② 慢肌收缩阶段: 要求受试者进行 3 次持续收缩, 每次收缩持续 10 秒, 间歇休息 10 秒, 记录 10 秒内肌电值的均值作为慢肌收缩期肌电值; ③ 综合肌收缩阶段: 要求受试者进行 1 次持续 60 秒的维持收缩, 记录该时段内的平均肌电值作为综合肌收缩期肌电值。所有操作均在安静、独立、温湿度适宜的房内进行, 以减少环境干扰。

2.2.3. 评估时间点

分别于产后 6 周、产后 12 周、产后 24 周进行随访评估。所有受试者在评估期间均未接受系统性的盆底康复治疗, 以反映自然恢复过程。

2.2.4. 失访与缺失数据处理

本研究初始符合纳入标准者共 196 例, 随访过程中, 累计失访脱落 26 例, 总失访率为 13.3%。其中, 自然分娩组失访 10 例, 剖宫产组失访 16 例, 具体失访原因为: 搬迁至外地无法按时随访、个人原因退出、失联、拒绝继续参与。最终完成全部三次随访的受试者为自然分娩组 85 例, 剖宫产组 85 例, 总有效样本量 170 例。本研究采用完整病例分析(Complete Case Analysis), 即仅对完成所有随访的 170 例受试

者的数据进行分析。为评估失访导致的潜在偏倚, 比较了失访组与完成组在基线特征(年龄、孕前 BMI、分娩孕周等)及产后 6 周肌电值上的差异, 结果显示两组间差异均无统计学意义(P 均 > 0.05), 提示失访未造成严重的选择性偏倚。

3. 统计学方法

本研究采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析, 所有检验均为双侧检验, 显著性水平设定为 $\alpha = 0.05$ 。首先, 对各连续变量进行 Kolmogorov-Smirnov 正态性检验。符合正态分布或近似正态分布的计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示; 不符合正态分布的数据以中位数(四分位数)表示。组间比较方面, 符合正态分布且方差齐性的计量资料采用独立样本 t 检验; 当不满足方差齐性或正态分布条件时, 采用 Welch 检验或 Mann-Whitney U 检验。计数资料以频数和百分比表示, 采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验进行比较; 等级资料采用非参数秩和检验。

4. 结果

4.1. 研究对象一般资料特征

两组产妇在年龄、身高、孕前体重、孕前 BMI、产前体重、产前 BMI、分娩周数、新生儿出生体重、怀孕次数等方面均无显著差异($P > 0.05$), 表明两组具有良好可比性。自然分娩组产后出院时间为 2.88 ± 0.97 天, 显著短于剖宫产组的 3.76 ± 1.13 天($P < 0.0001$), 这与临床实际情况相符。详见表 1。

Table 1. General characteristics of the study participants

表 1. 研究对象一般资料特征

一般资料	VD	CS	p 值
病例数(n)	85	85	
年龄(岁)	33.04 ± 5.809	31.58 ± 5.417	0.0923
身高(cm)	161.2 ± 5.019	160.7 ± 5.141	0.4687
孕前体重(kg)	54.72 ± 5.836	55.21 ± 6.309	0.5994
孕前 BMI	21.10 ± 2.545	21.42 ± 2.612	0.4186
产前体重(kg)	67.56 ± 8.363	67.73 ± 6.900	0.8880
产前 BMI	26.06 ± 3.533	26.33 ± 3.264	0.6040
分娩周数(周)	38.82 ± 0.9688	39.00 ± 0.9688	0.2168
婴儿出生体重(g)	3350 ± 413.8	3377 ± 306.9	0.6279
分娩后出院(天)	2.876 ± 0.9675	3.756 ± 1.126	< 0.0001
怀孕次数	1.600 ± 0.8194	1.800 ± 0.8971	0.1310

4.2. 两组产妇产后盆底肌收缩功能比较

产后 6 周, 自然分娩组快肌收缩期肌电值为(16.17 ± 5.33) μV , 显著低于剖宫产组的(33.42 ± 17.65) μV ($P < 0.0001$); 产后 12 周, 两组分别为(26.15 ± 8.50) μV 和(36.69 ± 19.45) μV ($P < 0.0001$); 产后 24 周, 两组分别为(36.78 ± 11.60) μV 和(41.47 ± 22.26) μV , 差异无统计学意义($P = 0.0872$), 提示快肌纤维功能在产后 24 周时两组趋于一致。慢肌收缩期方面, 产后 6 周自然分娩组为(27.54 ± 7.58) μV , 显著低于剖宫产组的(37.84 ± 14.66) μV ($P < 0.0001$); 产后 12 周分别为(37.25 ± 10.68) μV 和(52.09 ± 19.84) μV ($P < 0.0001$);

产后 24 周分别为(50.51 ± 13.46) μV 和(70.36 ± 27.03) μV , 差异仍有统计学意义($P < 0.0001$), 提示慢肌纤维恢复较慢, 至产后 24 周两组仍存在显著差距。综合肌收缩期的组间差异规律与慢肌收缩期相似, 各时间点自然分娩组均显著低于剖宫产组($P < 0.0001$)。详见表 2。

Table 2. Comparison of postpartum pelvic floor muscle contraction function between the two groups
表 2. 两组产妇产后盆底肌收缩功能比较

指标	时间	VD	CS	P 值
快肌收缩期	6 周	16.17 ± 5.33	33.42 ± 17.65	<0.0001
	12 周	26.15 ± 8.50	36.69 ± 19.45	<0.0001
	24 周	36.78 ± 11.60	41.47 ± 22.26	0.0872
慢肌收缩期	6 周	27.54 ± 7.58	37.84 ± 14.66	<0.0001
	12 周	37.25 ± 10.68	52.09 ± 19.84	<0.0001
	24 周	50.51 ± 13.46	70.36 ± 27.03	<0.0001
综合肌收缩期	6 周	18.10 ± 5.90	35.60 ± 19.24	<0.0001
	12 周	24.39 ± 7.73	48.13 ± 23.51	<0.0001
	24 周	35.02 ± 7.73	54.46 ± 23.51	<0.0001

4.3. 两组产妇产后盆底肌收缩功能的阶段性变化

自然分娩组快肌收缩期在产后 6~12 周提升 9.98 μV ($P < 0.001$), 12~24 周提升 10.63 μV ($P < 0.001$), 两阶段提升幅度相近。剖宫产组两阶段提升幅度分别为 3.27 μV ($P < 0.001$)和 4.78 μV ($P < 0.001$), 显著小于自然分娩组。慢肌收缩期, 自然分娩组 6~12 周提升 9.71 μV ($P < 0.001$), 12~24 周提升 13.26 μV ($P < 0.001$); 剖宫产组分别为 14.25 μV ($P < 0.001$)和 18.27 μV ($P < 0.001$)。综合肌收缩期两组恢复规律存在差异: 自然分娩组后期提升更快, 剖宫产组前期提升更快。详见表 3。

Table 3. Stage-Specific changes of postpartum pelvic floor muscle contraction function in the two groups
表 3. 两组产妇产后盆底肌收缩功能的阶段性变化

指标	分组	6 周均值	12 周均值	24 周均值	Δ^1	P 值 ¹	Δ^2	P 值 ²
快肌收缩期	VD	16.17	26.15	36.78	+9.98	2.63×10^{-44}	+10.63	6.89×10^{-46}
	CS	33.42	36.69	41.47	+3.27	6.66×10^{-27}	+4.78	8.21×10^{-24}
慢肌收缩期	VD	27.54	37.25	50.51	+9.71	1.80×10^{-47}	+13.26	1.85×10^{-45}
	CS	37.84	52.09	70.36	+14.25	2.81×10^{-40}	+18.27	1.94×10^{-37}
综合肌收缩期	VD	18.10	24.39	35.02	+6.29	2.86×10^{-26}	+10.63	6.63×10^{-39}
	CS	35.60	48.13	54.46	+12.53	5.73×10^{-42}	+6.33	2.76×10^{-23}

5. 讨论

5.1. 分娩方式对盆底肌功能的早期影响

本研究显示, 产后 6 周时自然分娩组各项盆底肌收缩功能指标均显著低于剖宫产组, 与既往研究一致[7]。自然分娩过程中, 胎儿通过产道对盆底组织造成直接机械性压迫与扩张, 导致肌纤维过度牵拉、

撕裂, 血管神经损伤及局部炎症反应, 进而引起肌力下降。其中 II 型快肌纤维位于盆底肌表层, 对急性机械性损伤更为敏感, 受损尤重[8]。

剖宫产组虽未经历产道扩张, 盆底肌结构相对完整, 但妊娠期长期负荷的影响依然存在。产后 6 周时其盆底肌功能虽优于自然分娩组, 但仍低于未孕女性正常水平, 提示妊娠本身对盆底功能具有不可忽视的影响。

5.2. 盆底肌功能恢复的阶段特征

自然分娩组在产后 6~12 周与 12~24 周两个阶段均呈现显著提升, 表明盆底肌具备良好的自我修复能力, 可能与局部干细胞激活、神经再支配及激素水平恢复等有关。值得注意的是, 慢肌纤维在 12~24 周的提升幅度大于 6~12 周, 提示其恢复过程更为缓慢持久。这一发现提示, 产后早期康复应重点激活快肌纤维的快速反应能力, 中后期则应加强慢肌纤维的耐力训练。

剖宫产组虽起点较高, 但早期快肌提升幅度普遍小于自然分娩组, 既往研究多将其归因于“缺乏产道扩张带来的刺激-修复过程”[9], 但该解释尚缺乏直接的实验证据。本研究推测, 除上述因素外, 剖宫产术本身对核心肌群的损伤可能也是导致其恢复缓慢的重要机制之一。剖宫产手术需逐层切开腹壁, 分离腹直肌, 并对腹横肌筋膜及其神经支配造成不同程度的牵拉损伤, 从而可能影响腹横肌的收缩功能。腹横肌作为腹内压力调节的关键肌, 其功能减退理论上会破坏腹腔压力调节系统的协调性, 导致腹内压无法有效传递和分布, 进而可能迫使盆底肌代偿性负荷增加, 影响盆底肌的神经肌肉协调功能与恢复进程。此外, 术后腹部切口疼痛可能持续存在, 产妇常因疼痛而抑制腹肌主动收缩, 进一步加剧核心肌群的废用性改变, 形成潜在的“腹肌-盆底肌”协同功能障碍, 间接延缓盆底肌的有效康复。因此, 剖宫产并非盆底功能的“完全保护因素”, 其术后核心肌群的功能改变同样值得临床关注。

5.3. 与既往研究的对比分析

本研究结果与国内外研究基本一致。Chi 等对 3385 例初产妇的回顾性队列研究发现, 产后 6~8 周时自然分娩组快肌收缩期峰值和慢肌收缩期均值均显著低于剖宫产组($P < 0.01$), 表明自然分娩对产后早期盆底肌功能损伤更为严重[10]。刘青等对 221 例产妇的研究也证实, 产后 6~8 周自然分娩组盆底表面肌电各阶段值均低于剖宫产组($P < 0.05$) [11]。在远期预后方面, Tähtinen 等纳入 15 项研究的荟萃分析显示, 阴道分娩与远期压力性尿失禁风险增加显著相关($aOR = 1.85$, 95% CI: 1.56~2.19), 绝对风险增加 8.2%, 且该效应在年轻女性中更为显著[12]。

相较于既往研究, 本研究的创新之处在于: 1) 区分快肌与慢肌纤维的恢复规律, 发现二者恢复速度存在显著差异, 为分阶段康复训练提供了直接依据; 2) 设置密集随访时间点(6 周、12 周、24 周), 更精细地刻画了盆底肌功能的恢复曲线; 3) 采用肌电生理指标进行客观评估, 避免了主观问卷的测量偏倚。

5.4. 临床意义与康复建议

基于研究结果, 提出以下康复建议: 1) 自然分娩产妇: 产后 6 周起开展康复干预, 早期侧重快肌纤维的快速收缩训练, 中后期加强慢肌纤维的耐力训练; 2) 剖宫产产妇: 虽起点较高, 但恢复速度较慢, 应重视长期随访, 尤其需关注核心肌群的功能重建, 通过腹式呼吸、核心稳定性训练等恢复腹内压调节能力, 从而间接促进盆底肌协调功能的恢复; 3) 建议采用“医院指导 + 家庭训练”模式, 通过专业评估与个体化家庭训练计划提高康复依从性。

6. 结论

- 1) 自然分娩产妇产后早期盆底肌收缩功能显著低于剖宫产产妇, 提示自然分娩对盆底肌的急性损伤

更为严重。

2) 自然分娩产妇盆底肌功能恢复速度更快, 快肌功能于产后 24 周时与剖宫产组无显著差异, 而慢肌与综合肌功能恢复较慢, 两组仍存在显著差距。

3) 临床应针对不同分娩方式制定个体化、分阶段的盆底康复方案。

伦理声明

本研究方案经西安交通大学第二附属医院伦理委员会审批通过(伦理号: 2025 伦审 058)。

参考文献

- [1] Milsom, I. and Gyhagen, M. (2019) The Prevalence of Urinary Incontinence. *Climacteric*, **22**, 217-222. <https://doi.org/10.1080/13697137.2018.1543263>
- [2] 庞海玉, 朱兰. 中国成年女性尿失禁的流行病学特征及患病率变化趋势[J]. 科学通报, 2025, 70(24): 4003-4005.
- [3] Wu, J.M., Vaughan, C.P., Goode, P.S., Redden, D.T., Burgio, K.L., Richter, H.E., et al. (2014) Prevalence and Trends of Symptomatic Pelvic Floor Disorders in U.S. Women. *Obstetrics & Gynecology*, **123**, 141-148. <https://doi.org/10.1097/aog.0000000000000057>
- [4] 杨明丽, 王青, 于晓杰, 等. 5143 例产后早期妇女的盆底功能状况及其影响因素分析[J]. 中华妇产科杂志, 2019, 54(8): 522-526.
- [5] Snooks, S.J., Swash, M., Setchell, M. and Henry, M.M. (1984) Injury to Innervation of Pelvic Floor Sphincter Musculature in Childbirth. *The Lancet*, **324**, 546-550. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(84\)90766-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(84)90766-9)
- [6] 朱兰, 郎景和. 女性盆底功能障碍性疾病的防治策略[J]. 中华妇产科杂志, 2007, 42(12): 793-794.
- [7] 吴惠琰, 赵冰, 王岩. 河南郑州地区产后 6-8 周复查妇女盆底功能状况调查及相关因素分析[J]. 中国妇产科临床杂志, 2020, 21(5): 504-505.
- [8] Krcmar, M., Horcicka, L., Nemeč, M., Hanulíková, P., Feyereisl, J. and Krofta, L. (2022) Multilevel Musculo-Fascial Defect Magnetic Resonance Study of Female Pelvic Floor: Retrospective Case Control Study in Women with Pelvic Floor Dysfunction after the First Vaginal Delivery. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, **101**, 628-638. <https://doi.org/10.1111/aogs.14344>
- [9] Jelovsek, J.E., Chagin, K., Gyhagen, M., Hagen, S., Wilson, D., Kattan, M.W., et al. (2018) Predicting Risk of Pelvic Floor Disorders 12 and 20 Years after Delivery. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, **218**, 222.e1-222.e19. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2017.10.014>
- [10] Chi, X., Wen, L., Chen, L. and Zhu, H. (2024) Delivery Mode and the Pelvic Floor Function of Primiparous Women at Early Postpartum: An Observational Retrospective Cohort Study. *Clinical and Experimental Obstetrics & Gynecology*, **51**, Article 20. <https://doi.org/10.31083/j.ceog5101020>
- [11] 刘青, 顾欣贤, 陈小敏, 等. 剪切波弹性成像及盆底表面肌电联合盆底超声评估不同分娩方式对产后早期盆底功能的影响[J]. 中国临床医学影像杂志, 2024, 35(3): 206-210.
- [12] Tähtinen, R.M., Cartwright, R., Tsui, J.F., Aaltonen, R.L., Aoki, Y., Cárdenas, J.L., et al. (2016) Long-Term Impact of Mode of Delivery on Stress Urinary Incontinence and Urgency Urinary Incontinence: A Systematic Review and Meta-Analysis. *European Urology*, **70**, 148-158. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2016.01.03>