

肌内效贴对脑瘫患儿下肢肌肉激活模式的干预效果分析

王秩序 施金丽

福建省泉州市妇幼保健院（泉州市儿童医院）四病区康复科 福建 362000

摘要：目的：探究肌内效贴搭配常规康复治疗，怎样改善脑瘫患儿下肢肌肉激活模式，旨在为临床优化脑瘫患儿康复策略，给出参考依据。方法：选取2024年6月至2025年6月的100例脑瘫患儿，随机分观察组（50例）与对照组（50例）。对照组行常规康复治疗，含运动疗法和作业疗法；观察组在其基础上加肌内效贴贴扎治疗。两组持续治疗3个月，表面肌电图检测患儿股四头肌、腓肠肌、胫前肌、腓肠肌的起始激活时间、峰值肌电活动振幅及拮抗肌协同收缩率，比较两组干预效果。结果：干预前，两组患儿上述指标比较差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。干预3个月后，两组各项指标均较干预前改善（ $P<0.05$ ），且观察组改善更显著：肌肉起始激活时间缩短更明显（如股四头肌从 $185.6\pm 25.3\text{ms}$ 降至 $120.3\pm 18.5\text{ms}$ ）；峰值肌电活动振幅提升更高（如股四头肌提高53.8%）；协同收缩率降低更显著（如股四头肌与腓肠肌从45.6%降至25.3%），组间差异均有统计学意义（ $P<0.05$ ）。结论：肌内效贴借神经-生物力学双重调控，可优化脑瘫患儿下肢肌肉激活模式，同常规康复治疗结合效果更优，适合临床推广。

关键词：肌内效贴；脑瘫患儿；下肢肌肉；激活模式；表面肌电图

DOI:10.12417/2982-3838.25.01.014

脑性瘫痪（简称脑瘫）是一组持续存在的中枢性运动和姿势发育障碍综合征，核心病理机制是脑损伤导致神经调控异常，常伴随下肢肌肉痉挛、肌力失衡及激活模式紊乱，引发踝关节挛缩、膝关节反张、步态异常等一系列功能障碍^[1]。世界卫生组织统计显示，全球脑瘫发病率约2‰-3‰，我国每年新增病例超10万例，80%以上患儿存在不同程度下肢运动功能障碍，严重影响独立行走能力与生活质量，给家庭和社会带来沉重负担，当前脑瘫康复治疗以综合干预为核心，常规手段有运动疗法、作业疗法、物理因子治疗等，能在一定程度上缓解症状，对肌肉激活模式调控效果有限^[2]。临床实践发现，脑瘫患儿下肢肌肉常呈“早激活”“晚失活”“协同收缩过度”等异常特征——胫前肌与腓肠肌拮抗失衡可致足内翻或足下垂，股四头肌与腓肠肌协同紊乱影响膝关节稳定性，这些异常模式长期存在，会进一步加剧肌肉纤维化与骨关节畸形，形成“功能障碍-结构异常”恶性循环，成为制约康复效果的关键瓶颈，肌内效贴是基于生物力学原理的康复辅助技术，通过特殊贴扎张力改变皮肤感受器输入信号，影响中枢神经系统对肌肉的调控，改善肌肉张力与收缩协调性，近年来，其在脑卒中后肢体功能障碍、小儿麻痹后遗症等领域应用取得初步成效，针对脑瘫患儿下肢肌肉激活模式的系统性研究仍较匮乏：现有研究多聚焦单一肌肉或短期疗效观察，缺乏对多肌群协同激活特征的量化分析，肌内效贴与常规康复联合应用的增效机制尚未阐明^[3]。本研究选取

2024年6月至2025年6月的100例脑瘫患儿为研究对象，通过表面肌电图技术量化评估肌内效贴联合常规康复治疗对下肢主要肌群（股四头肌、腓肠肌、胫前肌、腓肠肌）激活模式的影响，明确该干预方案对肌肉起始激活时间、峰值肌电振幅及协同收缩率的改善作用，为优化脑瘫患儿下肢功能康复策略提供客观依据与临床参考。

1 资料与方法

1.1 资料

本研究于2024年6月至2025年6月期间共纳入100例脑瘫患儿，采用随机分组方式分为观察组与对照组，每组各50例。观察组中，男性患儿28例（占56%），女性患儿22例（占44%），性别比例基本均衡；年龄分布在3-8岁区间，涵盖了脑瘫患儿下肢功能障碍干预的关键年龄段，平均年龄为（ 5.2 ± 1.3 ）岁，其中3-5岁患儿21例，6-8岁患儿29例。在脑瘫类型构成上，痉挛型脑瘫占比最高，共35例（70%），混合型脑瘫10例（20%），手足徐动型脑瘫5例（10%），与临床脑瘫患儿常见分型比例相符；病程跨度为1-5年，平均病程（ 2.8 ± 0.9 ）年，其中病程1-3年者32例，4-5年者18例。对照组中，男性26例（52%），女性24例（48%），性别构成与观察组接近；年龄范围略宽于观察组，为3-9岁，平均年龄（ 5.5 ± 1.5 ）岁，3-5岁患儿19例，6-9岁患儿31例。脑瘫类型

方面, 痉挛型 33 例 (66%), 混合型 12 例 (24%), 手足徐动型 5 例 (10%), 与观察组分型构成无明显差异; 病程 1-6 年, 平均 (3.0±1.1) 年, 其中 1-3 年者 30 例, 4-6 年者 20 例。经统计学检验, 两组患儿在性别构成、年龄分布、脑瘫类型及病程等基线资料上的差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 提示两组具有良好的可比性, 为后续干预效果的比较奠定了可靠基础。

纳入标准: 符合脑瘫诊断标准 年龄 3-10 岁 存在明显下肢运动功能障碍 表现为下肢肌肉激活模式异常 患儿家属知情同意 签署知情同意书 能够配合完成各项检查及治疗。

排除标准: 合并严重心、肝、肾等重要脏器疾病 存在下肢骨折、关节脱位等严重器质性病变 对肌内效贴材质过敏 近 1 个月内接受过其他可能影响下肢肌肉功能的治疗 存在认知功能障碍, 无法配合治疗及评估。

1.2 方法

对照组采用常规康复治疗, 具体内容包含运动疗法和作业疗法, 运动疗法会依据患儿的具体状况来制定个性化训练方案, 每次训练时长为 40 分钟, 每周开展 5 次, 其中关节活动度训练, 要求每个关节在各方向分别活动 10-15 次, 动作需保持缓慢轻柔, 程度以不会引起患儿明显疼痛为合适标准; 肌力训练则针对下肢主要肌群实施抗阻训练, 运用渐进式抗阻训练法, 初始阻力设定为患儿所能承受最大阻力的 30%, 每经过 2 周就增加 10% 的阻力, 每组训练进行 10-15 次, 总共安排 3 组; 平衡与协调训练要借助平衡板、平衡垫等相关器械来开展, 每次训练持续 15 分钟。作业疗法需通过具有明确目的的作业活动来改善患儿的下肢功能, 每次训练时长 30 分钟, 每周进行 5 次, 训练内容包括穿脱鞋袜、上下楼梯等日常生活动作的练习。

观察组在对照组常规康复治疗基础上, 额外增加肌内效贴贴扎治疗, 肌内效贴选用宽度精准控制在 5cm 的弹性贴布, 贴扎操作严格依照不同肌肉的解剖位置特征及具体功能需求来实施, 股四头肌贴扎过程中, 患儿需保持仰卧姿势, 膝关节自然伸直, 贴布锚点牢牢固定于髌骨上缘位置, 尾端顺着大腿近端方向平缓延展, 施加的拉力稳定维持在 15%-20% 区间; 腓绳肌贴扎时, 患儿转为俯卧姿势, 膝关节同样保持伸直状态, 锚点稳固固定于坐骨结节处, 尾端朝着小腿近端方向延展, 拉力设定为 15%-20%; 胫前肌贴扎要求患儿取仰卧位, 踝关节主动做背屈动作, 锚点固定在胫骨外侧髁部位, 尾端向足背方向延展, 拉力控制在 10%-15% 范围; 腓肠肌贴扎时, 患儿保持俯卧, 踝关节做跖屈动作, 锚点固定于跟腱处, 尾端向小腿近端延展, 拉力为 15%-20%。每次贴扎持续时间严格控制在 24 小时, 每周进行 3 次更换, 贴扎操作与常规康复治疗同步开展, 即每周总计 5 次治疗, 其中 3 次治疗配合肌内效贴贴扎。两组患儿均接受连续 3 个月的系统治疗。

1.3 观察指标

1.3.1 肌肉起始激活时间

用表面肌电图仪量化检测脑瘫患儿下肢关键肌群 (股四头肌、腓绳肌、胫前肌、腓肠肌) 的起始激活时间。检测时按标准指令, 记录刺激信号发出到各肌肉首次出现可识别肌电活动的间隔时长, 单位为毫秒, 这一指标反映肌肉对神经指令的响应速度, 是评估脑瘫患儿下肢肌肉激活时序异常的核心参数之一。

1.3.2 峰值肌电活动振幅

用表面肌电图仪, 在患儿完成股四头肌、腓绳肌等下肢肌肉最大自主收缩动作时, 同步记录各肌肉产生的峰值肌电活动振幅, 单位为微伏, 反映肌肉收缩时的电活动强度。

1.3.3 肌肉协同收缩率

用表面肌电图仪记录数据, 计算下肢两对主要拮抗肌 (股四头肌与腓绳肌、胫前肌与腓肠肌) 自主收缩时的协同收缩率。以拮抗肌同时收缩的时间, 与该组肌肉完成指定动作总收缩时间的比值, 用百分比表示, 反映拮抗肌间的协调功能。

1.4 统计学处理

采用 SPSS26.0 统计学软件进行数据分析。计量资料以均值 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组内干预前后比较采用配对 t 检验, 组间比较采用独立样本 t 检验。计数资料以率 (%) 表示, 比较采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

3 结果

3.1 两组患儿干预前后肌肉起始激活时间比较

干预前, 两组患儿股四头肌、腓绳肌、胫前肌、腓肠肌的起始激活时间比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。干预 3 个月后, 两组上述肌肉的起始激活时间均较干预前缩短, 且观察组缩短幅度大于对照组, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。详见表 1。

表 1 两组患儿干预前后肌肉起始激活时间比较 ($\bar{x} \pm s$, ms)

组别	例数	股四头肌	腓绳肌	胫前肌	腓肠肌
观察组	50	干预前:	干预前:	干预前:	干预前:
		185.6±25.3	178.5±23.6	190.2±26.5	182.3±24.1
		干预后:	干预后:	干预后:	干预后:
对照组	50	120.3±18.5	115.2±16.8	125.6±19.2	118.5±17.3
		干预前:	干预前:	干预前:	干预前:
		183.5±24.8	176.8±22.9	188.6±25.9	180.5±23.7
t 值	—	干预后:	干预后:	干预后:	干预后:
		150.6±20.3	140.3±18.5	155.2±21.1	145.6±19.8
		8.652	9.023	7.895	8.236
P 值	—	0	0	0	0

3.2 两组患儿干预前后峰值肌电活动振幅比较

干预前, 两组患儿股四头肌、腓绳肌、胫前肌、腓肠肌的峰值肌电活动振幅比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。干预 3 个月后, 两组上述肌肉的峰值肌电活动振幅均较干预前提高, 且观察组提高幅度大于对照组, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。详见表 2。

表 2 两组患儿干预前后峰值肌电活动振幅比较 ($\bar{x} \pm s$, μV)

组别	例数	股四头肌	腓绳肌	胫前肌	腓肠肌
观察组	50	干预前:	干预前:	干预前:	干预前:
		120.5 $\pm$ 18.6	115.6 $\pm$ 17.8	105.3 $\pm$ 16.5	110.2 $\pm$ 17.3
		干预后:	干预后:	干预后:	干预后:
		185.3 $\pm$ 25.2	170.5 $\pm$ 23.6	160.2 $\pm$ 21.8	165.8 $\pm$ 22.5
对照组	50	干预前:	干预前:	干预前:	干预前:
		118.6 $\pm$ 17.9	113.5 $\pm$ 16.9	103.5 $\pm$ 15.8	108.3 $\pm$ 16.5
		干预后:	干预后:	干预后:	干预后:
		150.2 $\pm$ 20.5	140.6 $\pm$ 19.8	130.5 $\pm$ 18.6	135.2 $\pm$ 19.3
t 值	—	7.562	8.125	7.036	7.852
P 值	—	0	0	0	0

3.3 两组患儿干预前后肌肉协同收缩率比较

干预前, 两组患儿股四头肌与腓绳肌、胫前肌与腓肠肌的协同收缩率比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。干预 3 个月后, 两组上述拮抗肌对的协同收缩率均较干预前降低, 且观察组降低幅度大于对照组, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。详见表 3。

表 3 两组患儿干预前后肌肉协同收缩率比较 ($\bar{x} \pm s$, %)

组别	例数	股四头肌与腓绳肌	胫前肌与腓肠肌
观察组	50	干预前: 45.6 $\pm$ 6.8	干预前: 48.2 $\pm$ 7.2
		干预后: 25.3 $\pm$ 4.5	干预后: 28.5 $\pm$ 5.1
对照组	50	干预前: 44.8 $\pm$ 6.5	干预前: 47.5 $\pm$ 6.9
		干预后: 35.2 $\pm$ 5.8	干预后: 38.6 $\pm$ 6.2
t 值	—	8.326	7.653
P 值	—	0	0

3 讨论

本研究结果显示, 常规康复治疗基础上联合肌内效贴干预, 更显著改善脑瘫患儿下肢肌肉激活模式, 表现为肌肉起始激活时间缩短、峰值肌电活动振幅提高及协同收缩率降低, 与既往相关研究结论一致。

从神经生理学角度看, 脑瘫患儿下肢肌肉激活异常, 核心机制是脑损伤致中枢运动控制环路失衡, γ 运动神经元过度兴奋让肌梭敏感性增强, 进而使拮抗肌协同收缩过度, 这和本研究干预前患儿较高的协同收缩率 (44.8%–48.2%) 相

符, 肌内效贴借特定张力贴扎产生机械刺激, 经皮肤机械感受器传入脊髓后角, 能抑制 α 运动神经元过度放电, 同时促进抑制性中间神经元活性, 这或许是观察组肌肉起始激活时间显著缩短的关键机制^[4]。表面肌电图显示峰值肌电振幅提升 (观察组股四头肌提高 53.8%), 说明肌内效贴可能通过改善肌肉募集效率, 增强肌纤维同步收缩能力, 这和张 Kinsman 等提出的“贴扎张力–肌纤维排列优化”假说一致。

肌群协同调控上, 观察组股四头肌与腓绳肌协同收缩率从 45.6% 降至 25.3%, 胫前肌与腓肠肌从 48.2% 降至 28.5%, 显著优于对照组, 肌内效贴可特异性改善拮抗肌间的时序协调, 这种效应可能与贴扎产生的生物力学矫正有关: 对股四头肌的向心性贴扎降低其被动张力, 配合腓绳肌的离心性贴扎, 重新建立膝关节屈伸肌群的力偶平衡; 胫前肌与腓肠肌的贴扎组合, 通过调整踝关节周围软组织张力, 打破“痉挛–畸形”的恶性循环^[5]。值得注意, 观察组各指标改善幅度均大于对照组, 证实肌内效贴与常规康复治疗存在协同作用——常规运动疗法通过反复动作训练重塑大脑运动皮层映射, 肌内效贴提供的持续感觉输入强化这种神经可塑性改变, 形成“外周刺激–中枢重塑”的双向调节。

本研究临床价值有这些: 量化证实肌内效贴对多肌群激活模式的改善效应, 为临床选择干预方案提供客观依据; 明确 3 个月干预周期能产生显著疗效, 为制定康复疗程提供参考; 该技术操作简便且无创性, 易于在基层医疗机构推广。需注意, 本研究未纳入不同脑瘫分型的亚组分析, 也未探讨贴扎张力与疗效的量效关系, 未来可通过多中心研究进一步验证。

综上所述, 肌内效贴借神经–生物力学双重调控机制, 有效优化脑瘫患儿下肢肌肉激活模式, 与常规康复治疗联合应用值得临床推广, 后续研究可聚焦个体化贴扎方案制定, 结合患儿具体痉挛程度调整贴扎参数, 实现更精准的康复干预。

参考文献

- [1] 张烨. 肌内效贴联合康复训练治疗小儿脑瘫运动功能障碍的效果分析 [J]. 大医生, 2024, 9 (22): 84–86.
- [2] 袁非. 肌内效贴扎技术结合 Vojta 疗法对学龄前脑瘫患儿康复的影响 [J]. 临床研究, 2023, 31 (10): 92–96.
- [3] 王丽娜, 夏洪晨, 张海啸, 等. 肌内效贴疗法在儿童康复中的应用研究进展 [J]. 安徽医药, 2022, 26 (08): 1485–1489.
- [4] 石中嫣, 谭权汉, 朱旭英. 肌内效贴联合躯干核心肌群训练对脑性瘫痪患儿运动功能的影响 [J]. 新医学, 2021, 52 (07): 545–548.
- [5] 戚建平, 李京斌, 张桂香, 等. 肌内效贴结合运动治疗对痉挛型双瘫脑瘫下肢运动功能的疗效分析 [J]. 中国现代药物应用, 2021, 15 (04): 248–250.