

## 老年股骨颈骨折髋关节置换术后应用本体感觉神经肌肉促进技术对关节功能及平衡的影响\*

王丽 胡琴\*\* 陈思雨 殷建 倪璇 孙超

南京医科大学附属江宁医院骨科, 南京 211100

**[摘要]** **目的** 探讨本体感觉神经肌肉促进技术 (PNF) 对老年股骨颈骨折患者髋关节置换术后关节功能和平衡能力的影响。**方法** 采用方便抽样法选取 2022 年 10 月—2023 年 12 月南京医科大学附属江宁医院收治的老年股骨颈骨折并行髋关节置换术患者 100 例, 随机数字表法分为对照组和观察组, 每组各 50 例, 对照组采用常规康复训练, 观察组在对照组的基础上增加 PNF。分别于术后 1 周、2 周、4 周采用 Harris 评分评估关节功能, 采用 Berg 平衡量表 (BBS) 评估平衡能力, 采用起立—步行计时评估行走能力。**结果** 术后 1 周、2 周、4 周, 观察组 Harris 评分、BBS 评分均高于对照组 ( $P<0.05$ ); 观察组行走时间短于对照组 ( $P<0.05$ )。且两组术后 2 周、4 周 Harris 评分、BBS 评分均高于术后 1 周, 行走时间均短于术后 1 周 ( $P<0.05$ ), 且术后 4 周较术后 2 周差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ )。**结论** 在老年股骨颈骨折患者髋关节置换术后康复中, PNF 能够有效促进关节功能恢复与平衡能力提升, 为临床康复治疗提供了一种有效的方法。

**[关键词]** 股骨颈骨折; 髋关节置换术; 本体感觉神经肌肉促进技术; 关节功能; 平衡能力

doi: 10.3969/j.issn.1674-7593.2025.06.011

## The influence of proprioceptive neuromuscular facilitation application after hip replacement for femoral neck fractures in the elderly on joint function and balance

Wang Li, Hu Qin\*\*, Chen Siyu, Yin Jian, Ni Xuan, Sun Chao

Department of Orthopedic, the Affiliated Jiangning Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 211000

\*\* Corresponding author: Hu Qin, email: wendy1232025@163.com

**[Abstract]** **Objective** To investigate the effect of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) on joint function and balance ability in elderly patients with femoral neck fracture after hip arthroplasty. **Methods** A total of 100 elderly patients with femoral neck fracture who underwent hip replacement in Jiangning Hospital Affiliated to Nanjing Medical University from October 2022 to December 2023 were selected by convenient sampling method. They were divided into control group ( $n=50$ ) and observation group ( $n=50$ ) by random number table method. The observation group was added PNF on the basis of the control group. The patients were evaluated at 1 week, 2 weeks and 4 weeks after operation. Harris score was used to evaluate joint function, Bery balance scale (BBS) score was used to evaluate balance ability, and walking ability was evaluated by timed up and go. **Results** At 1 week, 2 weeks and 4 weeks after operation, Harris score and BBS score in observation group were higher than those in control group ( $P<0.05$ ); walking time in observation group was shorter than that in control group ( $P<0.05$ ). And Harris score and BBS score at 2 and 4 weeks after operation in both groups were higher than those at 1 week after operation, walking time was shorter than that at 1 week after operation ( $P<0.05$ ), and there were significant differences at 4 weeks after operation compared with 2 weeks after operation ( $P<0.05$ ). **Conclusion** In the rehabilitation of elderly patients with femoral neck fractures after hip replacement surgery, PNF can effectively promote the recovery of joint function and the improvement of balance ability, providing an effective method for clinical rehabilitation treatment

**[Key words]** Femoral neck fracture; Hip replacement; Proprioceptive neuromuscular facilitation; Joint function; Ability to balance

股骨颈骨折是老年人群中常见的骨折类型, 尤其在年龄增长、骨质疏松等因素的影响下, 其发病率逐年上升<sup>[1]</sup>。有数据显示全球每年约有 150

万例老年人因股骨颈骨折接受手术治疗, 且 60 岁以上的老年人发病率为 1.5%~3.0%<sup>[2]</sup>。这一疾病不仅影响患者的生活质量, 还会引发一系列并发

收稿日期: 2024-07-02 修回日期: 2024-08-27 录用日期: 2024-09-12

\* 国家自然科学基金资助项目 (802198); 江苏省科技计划项目 (20191120)

\*\* 通信作者: 胡琴, 电子邮箱 wendy1232025@163.com

症, 包括肺炎、深静脉血栓等, 进一步增加医疗负担<sup>[3]</sup>。髋关节置换术已成为治疗股骨颈骨折的有效手段, 能够显著改善患者的关节功能及生活自理能力<sup>[4]</sup>。然而, 术后的康复训练对功能恢复至关重要。传统的康复训练虽然能够在一定程度上促进功能恢复, 但对于老年患者的适应性和效果仍存在局限性。本体感觉神经肌肉促进技术 (Proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF) 是一种结合了感觉、运动和认知的康复治疗方法, 通过刺激和加强患者身体感觉系统的反馈, 激活肌肉的功能, 促进神经肌肉传导, 进而提高关节功能和平衡能力<sup>[4]</sup>。近年来, 越来越多的研究证实了 PNF 在不同领域的应用, 但其在老年股骨颈骨折患者术后康复中的作用尚未充分探讨<sup>[5]</sup>。因此, 本研究旨在探讨 PNF 在老年股骨颈骨折患者术后关节功能和平衡能力中的影响, 为临床康复治疗提供科学依据和指导。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

采用方便抽样法选取 2022 年 10 月—2023 年 12 月南京医科大学附属江宁医院收治的老年股骨颈骨折患者 100 例作为研究对象。纳入标准: ①年龄 >60 岁; ②股骨颈骨折符合《成人股骨颈骨折诊治指南》诊断标准<sup>[6]</sup>; ③单侧骨折; ④符合全髋关节置换术指征, 且首次接受该术式治疗; ⑤可正常交流; ⑥凝血功能正常。排除标准: ①合并器质性病变如严重心脏病、肺部疾病; ②无活动能力; ③有认知功能障碍或精神疾病; ④存在 PNF 禁忌证; ⑤合并影响平衡功能的神经损伤, 如脑卒中、坐骨神经损伤者。采用随机数字表法将患者分为对照组 (50 例) 和观察组 (50 例)。对照组中男 23 例, 女 27 例, 年龄 60~77 岁, 平均年龄 (66.76±3.59) 岁; 损伤部位: 左侧 30 例, 右侧 20 例; 骨折类型: 股骨头下骨折 15 例, 经股骨颈骨折 18 例, 股骨颈基底骨折 17 例; 基础疾病: 高血压 35 例, 高脂血症 14 例, 2 型糖尿病 26 例。观察组中男 20 例, 女 30 例, 年龄 60~78 岁, 平均年龄 (68.86±4.17) 岁; 损伤部位: 左侧 28 例, 右侧 22 例; 骨折类型: 股骨头下骨折 13 例, 经股骨颈骨折 21 例, 股骨颈基底骨折 16 例; 基础疾病: 高血压 30 例, 高脂血症 13 例, 2 型糖尿病 24 例。两组一般资料比较, 差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

### 1.2 方法

对照组采用常规康复训练, 观察组在对照组的基础上增加 PNF。对照组: 术后第 1 天进行患肢股四头肌肌肉收缩训练, 术后第 2 天进行直腿抬高训练, 术后第 5 天适当下床活动, 并进行股四头肌、小腿三头肌和股前肌功能锻炼, 主动活动踝关节、髋关节和膝关节, 5 min/次, 20 次/d。2 周为 1 个疗程, 共 2 个疗程。观察组: 依据 PNF

治疗原则, 进行相关的运动模式及特殊技术训练<sup>[7]</sup>。(1) 运动模式: ①D1 屈曲, 髋关节由伸展、外展、内旋位置转变至屈曲、内收、外旋, 膝关节从伸直位逐渐屈曲, 踝关节趾屈外翻转变为背屈内翻; ②D1 伸, 上述起始位置 (髋关节伸展、外展、内旋, 膝关节伸直, 踝关节趾屈外翻) 和终末位置 (髋关节屈曲、内收、外旋, 膝关节屈曲, 踝关节背屈内翻) 转换即为 D1 伸的运动方式; ③D2 屈, 髋关节伸展、内收、外旋位置转变至屈曲、外展、内旋, 膝关节从伸直位逐渐屈曲, 踝关节趾屈内翻转变为背屈外翻; ④D2 伸, 上述起始位置和终末位置转换即为 D2 伸的运动方式。(2) 特殊技术: ①等张组合, 进行向心性收缩主动抗阻, 活动末端进行 10 s 稳定性收缩, 再向原方向进行离心性收缩, 反复 10 次; ②稳定性反转, 嘱咐患者在最强的运动方向上进行抗阻, 在小运动范围内, 予以足够阻力对抗交替等张收缩, 反复 10 次。上述运动模式及特殊技术训练时间安排为第 1 次术后 4 d~1 周, 1 次/d, 40 min/次; 术后 1 周~术后 4 周, 2 次/d, 40 min/次。(3) 异常情况处理: 如果患者在训练过程中出现疼痛或不适, 应立即停止训练, 并进行适当的处理, 如冰敷或使用止痛药物, 后重新评估患者的症状, 确保恢复到适宜的训练状态后再继续进行治疗; 对于患者在进行特殊技术训练时出现的运动技术错误, 需要及时纠正; 还需理解患者的运动模式, 根据需要提供适当的示范和指导, 以确保患者正确地执行每个运动动作; 如果患者在训练过程中出现明显的过度疲劳, 应适当调整训练强度和频率, 确保患者有充足的休息和恢复时间。

### 1.3 观察指标

分别于术后 1 周、2 周、4 周以随访、问卷调查方式采集以下数据资料: ①关节功能, 采用 Harris 评分评估, 该量表涵盖疼痛、功能、畸形和关节活动度 4 个维度, 共 9 个评估条目, 总分范围 0~100 分<sup>[8]</sup>。其中, 疼痛维度占 44 分, 功能维度占 47 分, 畸形维度占 4 分, 关节活动度维度占 5 分。评分越高, 表明髋关节的疼痛程度越低、日常活动功能越强、关节形态越正常、活动范围越佳, 即髋关节整体功能状态越好。②平衡能力, 采用 Berg 平衡量表 (Berg balance scale, BBS) 评分评估, 总分 56 分, 0~20 分表示平衡能力差, 需要轮椅辅助; 21~40 分表示平衡能力中等, 需要手杖辅助; 41~56 分表示平衡能力良好, 可独立行走<sup>[9]</sup>。③行走能力, 采用起立-行走计时检测, 包括站立、行走、转身和坐下, 设置 3 m 长直线, 检测患者起身步行需要的时间, 时间越短说明行走能力越好<sup>[10]</sup>。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS27.0 统计学软件进行数据分析, 符

合正态分布的计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示, 多个时间点比较采用重复测量方差分析, 两组间比较采用独立样本  $t$  检验, 计数资料用例 (%) 表示, 组间比较采用  $\chi^2$  检验, 检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 两组患者 Harris 评分比较

两组术后 2 周、4 周 Harris 评分均高于术后 1 周, 且术后 4 周高于术后 2 周, 差异具有统计学意义 ( $P<0.05$ ); 术后 1 周、2 周、4 周, 观察组 Harris 评分均高于对照组, 差异具有统计学意义 ( $P<0.05$ ), 见表 1。

表 1 两组 Harris 评分比较 ( $\bar{x} \pm s$ , 分)

Tab. 1 Comparison of Harris scores between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ , scores)

组别	例数	术后 1 周	术后 2 周	术后 4 周
对照组	50	31.57 ± 4.11	42.75 ± 3.83 <sup>a</sup>	61.73 ± 5.54 <sup>ab</sup>
观察组	50	36.18 ± 4.08	57.31 ± 5.56 <sup>a</sup>	70.33 ± 6.46 <sup>ab</sup>
$t$ 值		5.629	15.249	7.146
$P$ 值		<0.001	<0.001	<0.001

注:  $F_{\text{时间}} = 936.132$ ,  $P_{\text{时间}} < 0.001$ ;  $F_{\text{组间}} = 223.527$ ,  $P_{\text{组间}} < 0.001$ ;  $F_{\text{交互}} = 19.650$ ,  $P_{\text{交互}} < 0.001$ ; 与术后 1 周比较<sup>a</sup> $P < 0.05$ ; 与术后 2 周比较<sup>b</sup> $P < 0.05$ 。

### 2.2 两组 BBS 评分比较

两组术后 2 周、4 周 BBS 评分均高于术后 1 周, 且术后 4 周高于术后 2 周, 差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 术后 1 周、2 周、4 周, 观察组 BBS 评分均高于对照组, 差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 2。

表 2 两组 BBS 评分比较 ( $\bar{x} \pm s$ , 分)

Tab. 2 Comparison of BBS scores between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ , scores)

组别	例数	术后 1 周	术后 2 周	术后 4 周
对照组	50	11.29 ± 2.51	20.71 ± 4.26 <sup>a</sup>	43.12 ± 3.68 <sup>ab</sup>
观察组	50	22.32 ± 3.46	41.67 ± 5.71 <sup>a</sup>	52.27 ± 4.94 <sup>ab</sup>
$t$ 值		18.246	20.804	10.503
$P$ 值		<0.001	<0.001	<0.001

注:  $F_{\text{时间}} = 1102.530$ ,  $P_{\text{时间}} < 0.001$ ;  $F_{\text{组间}} = 669.926$ ,  $P_{\text{组间}} < 0.001$ ;  $F_{\text{交互}} = 43.067$ ,  $P_{\text{交互}} < 0.001$ ; 与术后 1 周比较<sup>a</sup> $P < 0.05$ ; 与术后 2 周比较<sup>b</sup> $P < 0.05$ 。

### 2.3 两组行走能力比较

两组术后 2 周、4 周行走时间均短于术后 1 周, 且术后 4 周短于术后 2 周, 差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 术后 1 周、2 周、4 周, 观察组行走时间均短于对照组, 差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 3。

表 3 两组行走能力比较 ( $\bar{x} \pm s$ , s)

Tab. 3 Comparison of walking ability between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ , s)

组别	例数	术后 1 周	术后 2 周	术后 4 周
对照组	50	35.23 ± 6.11	30.29 ± 5.09 <sup>a</sup>	21.55 ± 6.15 <sup>ab</sup>
观察组	50	32.21 ± 4.82	20.15 ± 5.61 <sup>a</sup>	12.49 ± 5.17 <sup>ab</sup>
$t$ 值		2.744	9.465	7.974
$P$ 值		0.007	<0.001	<0.001

注:  $F_{\text{时间}} = 430.941$ ,  $P_{\text{时间}} < 0.001$ ;  $F_{\text{组间}} = 116.740$ ,  $P_{\text{组间}} < 0.001$ ;  $F_{\text{交互}} = 26.675$ ,  $P_{\text{交互}} < 0.001$ ; 与术后 1 周比较<sup>a</sup> $P < 0.05$ ; 与术后 2 周比较<sup>b</sup> $P < 0.05$ 。

## 3 讨论

PNF 最初主要用于神经系统疾病康复中, 通过刺激位置觉和运动觉等感受器增加感觉输入, 促进神经-肌肉协调性, 改善神经肌肉控制能力<sup>[11-12]</sup>。近年来, 其在骨科、小儿脑瘫及神经内科等领域应用广泛且效果显著<sup>[13-15]</sup>。如在膝关节炎治疗中可有效缓解疼痛、提升膝关节功能<sup>[16-17]</sup>。本研究显示, 术后 1 周、2 周、4 周, 观察组患者 Harris 评分均高于对照组, 表明 PNF 对老年股骨颈骨折术后关节功能有积极影响。PNF 通过螺旋对角线模式、抗阻训练及节律性稳定等技术, 刺激本体感觉神经肌肉反射机制, 增强位置觉、运动觉及关节感知输入, 改善本体感觉功能<sup>[18-19]</sup>。等张组合和稳定性反转训练, 则通过抗阻向心-离心收缩循环与交替等长收缩, 强化关节周围肌群力量、耐力及协调性, 促进髓关节动态稳定性及运动控制能力恢复<sup>[20]</sup>。同时, PNF 还能刺激神经系统, 改善神经可塑性, 提高神经元兴奋性和突触传递效率, 促进关节功能恢复。老年股骨颈骨折患者因疼痛、功能障碍、长期卧床及年龄因素, 易出现平衡能力下降, 增加跌倒风险, 干预尤为必要。本研究中, 术后 1~4 周, 观察组 BBS 评分高于对照组, 行走时间短于对照组, 说明 PNF 可有效促进平衡与行走能力恢复。一方面可通过刺激本体感觉神经肌肉反射, 增强患者对身体位置和动作变化的感知, 提升平衡控制能力<sup>[21]</sup>; 另一方面, 等张组合和稳定性反转训练加强下肢肌肉力量与协调性, 使患者获得更好的支撑与平衡控制, 进而提高行走能力<sup>[22]</sup>。

综上所述, PNF 在老年股骨颈骨折患者髓关节置换术后康复中能够显著促进关节功能的恢复和平衡能力的提高, 为临床康复治疗提供了一种有效的方法。但是本次研究也存在一些局限性: ①样本容量相对较小, 可能会影响结果的可靠性和代表性; ②本研究采用的是方便抽样法, 可能存在选择偏倚, 对研究结果的普适性产生一定影响; ③由于本研究采用了单中心研究设计, 跨科室、多中心的研究设计可能更有利于结果的推广

和验证; ④本研究未对长期效果进行跟踪观察, 对PNF在长期康复中的效果缺乏直观的了解。因此, 在未来的研究中需要考虑解决这些局限性, 更全面和客观地评估PNF在老年股骨颈骨折患者术后康复中的应用。

### 参考文献

- [1] Weinrich L, Dahne M, Lindner T, et al. Femoral neck stress fracture of a male, healthy marathon runner - case report and literature review[J]. *Z Orthop Unfall*, 2022, 160(5):564-571.
- [2] Liu P, Zhang Y, Sun B, et al. Risk factors for femoral neck fracture in elderly population[J]. *Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*, 2021, 46(3):272-277.
- [3] Lagergren J, Möller M, Rogmark C. Displaced femoral neck fractures in patients 60-69 years old - treatment and patient reported outcomes in a register cohort[J]. *Injury*, 2020, 51(11):2652-2657.
- [4] Thomas B K, Bajada S, Williams R L. Albumin is an independent predictor of up to 9-year mortality for intracapsular femoral neck fractures aiding in decision-making for total hip arthroplasty or hemiarthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2023, 38(1):135-140.
- [5] Kruse A, Habersack A, Jaspers R T, et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching of the plantar flexors on ankle range of motion and muscle-tendon behavior in children with spastic cerebral palsy - a randomized clinical trial[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(18):11599.
- [6] 张长青, 张英泽, 余斌, 等. 成人股骨颈骨折诊治指南[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2018, 20(11):921-928. Zhang C Q, Zhang Y Z, Yu B, et al. Diagnosis and treatment guidelines for femoral neck fractures in adults [J]. *Chin J Trauma Orthop*, 2018, 20(11):921-928.
- [7] Susan S. 实用PNF治疗[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2003:5-30, 101-119, 143-157. Susan S. *Practical PNF therapy* [M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 2003: 5 - 30, 101 - 119, 143-157.
- [8] Gasparin G B, Frasson V B, Fritsch C G, et al. Are the Harris Hip Score and the Hip Outcome Score valid patient-reported outcome measures for femoroacetabular impingement syndrome[J]. *Braz J Phys Ther*, 2022, 26(4):100422.
- [9] Lin H, Xu A, Wu H, et al. Effect of proprioception and balance training combined with continuous nursing on BBS score and HSS score of patients undergoing total knee arthroplasty[J]. *Comput Math Methods Med*, 2022, 2022:7074525.
- [10] Karlsson Å, Lindelöf N, Olofsson B, et al. Effects of geriatric interdisciplinary home rehabilitation on independence in activities of daily living in older people with hip fracture: a randomized controlled trial[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2020, 101(4):571-578.
- [11] Baig A, Ansari B. Bilateral asymmetrical limb proprioceptive neuromuscular facilitation effects on pain, multifidus activity, range of motion, and disability in low back pain: a randomized controlled trial[J]. *J Manipulative Physiol Ther*, 2022, 45(8):604-613.
- [12] Nafees K, Baig A, Ali S S, et al. Dynamic soft tissue mobilization versus proprioceptive neuromuscular facilitation in reducing hamstring muscle tightness in patients with knee osteoarthritis: a randomized control trial[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2023, 24(1):447.
- [13] Ashfaq M, Babur M N, Malick W H, et al. Comparative effectiveness of proprioceptive neuromuscular facilitation and passive vertebral mobilization for neck disability in patients with mechanical neck pain: a randomized controlled trial[J]. *J Bodyw Mov Ther*, 2022, 31:16-21.
- [14] Sayaca C, Serel-Arslan S, Sayaca N, et al. Is the proprioceptive neuromuscular facilitation technique superior to Shaker exercises in swallowing rehabilitation? [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2020, 277(2):497-504.
- [15] Atef D, Elkeblawy M M, El-Sebaie A, et al. A quasi-randomized clinical trial: virtual reality versus proprioceptive neuromuscular facilitation for postmastectomy lymphedema[J]. *J Egypt Natl Canc Inst*, 2020, 32(1):29.
- [16] Kurt A, Turhan B. Physiotherapy management of migraine pain: facial proprioceptive neuromuscular facilitation technique versus connective tissue massage[J]. *J Craniofac Surg*, 2022, 33(8):2328-2332.
- [17] Zwoliński T, Wujtewicz M, Szamotulska J, et al. Feasibility of chest wall and diaphragm proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) techniques in mechanically ventilated patients[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(2):960.
- [18] Park S, Lim W. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching at low-intensities with standing toe touch on developing and maintaining hamstring flexibility[J]. *J Bodyw Mov Ther*, 2020, 24(4):561-567.
- [19] Suresh V, Venkatesan P, Babu K. Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation and cranio-cervical flexor training on pain and function in chronic mechanical neck pain: a randomized clinical trial[J]. *Physiother Res Int*, 2024, 29(1):e2058.
- [20] Železnik P, Jelen A, Kalc K, et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on hamstrings muscle stiffness and range of motion: a randomized cross-over study[J]. *Eur J Appl Physiol*, 2024, 124(3):1005-1014.
- [21] Mazhar T, Jameel A, Sharif F, et al. Effects of conventional physical therapy with and without proprioceptive neuromuscular facilitation on balance, gait, and function in patients with Parkinson's disease[J]. *J Pak Med Assoc*, 2023, 73(6):1280-1283.
- [22] Pavlů D, Škripková A, Pánek D. The effects of elastic band exercises with PNF on shooting speed and accuracy in ball hockey players during the COVID-19 pandemic[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(21):11391.