

不同入路全髋关节置换术后患者早期骨密度与步态差异及两者关系分析

陈彭雷¹ 阮鹏飞¹ 吴聪¹ 曾纪诚¹ 沈景² 季卫锋^{2△}

[摘要] 目的:比较分析直接前入路和后侧入路全髋关节置换术后早期患者骨密度与步态差异,并观察骨密度与步态是否存在相关性。方法:纳入自2021年10月至2022年3月诊断为股骨头坏死,并完成初次单侧全髋关节置换术的76例患者为研究对象,根据手术方式不同分为两组,40例采用直接前入路(直接前入路组),36例采用后侧入路(后侧入路组)。回顾分析两组手术前后步长、步幅、步速、患肢单支撑相占步态周期百分比及骨密度值。结果:76例患者均配合完成至少3个月随访。直接前入路组和后侧入路组术后1周、1个月及3个月的步态指标较术前明显改善,术后1个月及3个月的骨密度值较术后1周明显改善,且直接前入路组术后1周、1个月和3个月步长、步频、患肢单支撑相占步态周期百分比及术后1个月和3个月骨密度值均优于后侧入路组,差异均有统计学意义($P < 0.05$);直接前入路组与后侧入路组术后1个月及3个月步态指标与骨密度值均呈正相关性($r > 0, P < 0.05$)。结论:直接前入路全髋关节置换术后早期患者步态恢复与骨密度改善程度均优于后侧入路全髋关节置换术患者,且步态与骨密度正相关。

[关键词] 全髋关节置换;骨密度;步态;直接前方入路;后侧入路

[中图分类号] R687.4 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2023)12-0028-06

DOI:10.20085/j.cnki.issn1005-0205.231206

Analysis of the Early Differences of Bone Mineral Density and Gait in Patients after Total Hip Arthroplasty via Different Approaches and Their Relationship

CHEN Penglei¹ RUAN Pengfei¹ WU Cong¹ ZENG Jicheng¹ SHEN Jing² JI Weifeng^{2△}

¹ The First Clinical Medical College, Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310006, China;

² Zhejiang Provincial Hospital of Chinese Medicine, Hangzhou 310020, China.

Abstract Objective: To compare and analyze the differences of bone mineral density (BMD) and gait in patients with total hip arthroplasty (THA) by direct anterior approach and posterior approach at the early stage after operation, and to observe the correlation between BMD and gait. **Methods:** A total of 76 patients who were diagnosed with osteonecrosis of the femoral head and underwent primary unilateral total hip arthroplasty in hospital from October 2021 to March 2022 were included in the study. According to the different surgical methods, they were divided into two groups: 40 cases were treated with direct anterior approach (direct anterior approach group) and 36 cases with posterior approach (posterior approach group). The step length, stride length, gait speed, percentage of single support phase in gait cycle, and BMD of the affected limb before and after operation were retrospectively analyzed. **Results:** All patients completed at least 3 months of follow-up. The gait indexes of the direct anterior approach group and the posterior approach group were significantly improved at 1 week, 1 month and 3 months after operation, and the BMD at 1 month and 3 months after operation was significantly improved compared with that at 1 week after operation. The step length, step frequency, percentage of single support phase in gait cycle of the affected limb at 1 week, 1 month, and 3 months after operation, and BMD at 1 month and 3 months after operation in the direct anterior approach group were significantly better than those in the posterior approach group ($P <$

0.05). There was a positive correlation between gait index and BMD at 1 month and 3 months after operation in both groups ($r > 0, P < 0.05$). **Conclusion:** The gait recovery and BMD improvement in the early stage after total hip arthro-

¹ 浙江中医药大学第一临床医学院(杭州, 310006)

² 浙江省中医院

[△]通信作者 E-mail:jiweifeng1230@163.com

plasty by direct anterior approach are better than those by posterior approach, and there is a certain positive correlation between gait and BMD.

Keywords: total hip arthroplasty; bone mineral density; gait; direct anterior approach; posterior approach

全髋关节置换术(THA)是缓解终末期髋关节患者疼痛、快速恢复功能、改善步行能力和提高生活质量的最有效方法,其良好的治疗效应在临床上已经得到认可^[1-2]。随着全球人口老龄化的加剧,髋部骨折已成为老年人的主要公共健康问题,严重降低其生活质量甚至危及生命^[3],因而接受全髋关节置换术的老年患者逐年增多。全髋关节置换术根据手术入路的不同可分为后侧入路、外侧入路、直接前入路^[4-6],每种方法都在临床实践中得到广泛应用。后侧入路损伤了臀中肌,易导致外展肌无力,同时该入路还需剥离股外侧肌^[7]。直接前入路是利用肌肉间和神经间的解剖间隙作为手术入口,相比与其他入路方式,具有低脱位率、更早恢复功能和较小的肌肉损伤^[8-9]优势。然而也有研究证实,后侧入路全髋关节置换术在手术时间、术中失血量、骨折发生率等方面具有一定优势^[10]。目前,对于不同入路术后早期患者骨密度与步态之间关系的研究比较少,本研究旨在回顾比较直接前入路与后侧入路全髋关节置换术后患者步态与骨密度差异,分析两者关系,现报告如下。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

本研究为回顾性研究,选取自 2021 年 10 月至 2022 年 3 月诊断为股骨头坏死,并于本院进行初次单侧全髋关节置换术的 76 例患者作为研究对象,根据不同手术方式分为两组,直接前入路组 40 例,外侧入路组 36 例。

1.2 诊断标准

参照《中国成人股骨头坏死临床诊疗指南(2020)》^[11]的诊断标准:1)多以髋部、臀部或腹股沟区疼痛为主,偶有膝关节痛、髋关节内旋受限;2)MRI 表现为 T₁WI 显示下线样低信号或 T₂WI “双线征”;3)X线片提示硬化、囊变、“新月征”以及退行性关节炎表现;4)CT 可见负重区骨小梁断裂、骨硬化带等;5)放射性核素扫描见冷区、“面包圈样”改变;6)骨组织活检及病理提示缺血状态;7)数字剪影血管造影显示股骨头血供减少、受损和中断。满足 1)2)即可诊断为股骨头坏死,其余为辅助诊疗方法。

1.3 纳入标准

1)诊断为股骨头坏死患者,行初次单侧全髋关节置换术;2)年龄为 50~75 岁;3)体重指数 ≤ 25 kg/m²;4)非手术侧髋关节无功能障碍,下肢步行无明显异常;

5)术前评估患者基础情况能够耐受全髋关节置换术;6)研究经医院伦理委员会批准,患者及其家属签署知情同意书。

1.4 排除标准

1)手术指征为双侧全髋关节置换的患者;2)对侧髋关节已置换的患者;3)术前评估提示手术或麻醉时出现危及生命情况概率较高的患者;4)无法配合完成术后随访及临床资料收集不全的患者。

1.5 方法

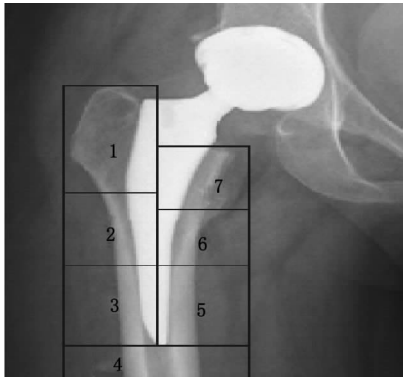
1.5.1 手术方法 手术均由同一组医疗团队完成操作,术前 30 min 应用抗生素降低术中感染风险。麻醉方式采用腰硬膜外联合麻醉。术中选用的假体为 Stryker 骨科公司的非骨水泥型假体。

直接前入路组:采用腰硬膜外联合麻醉,患者仰卧位,从髂前上棘外侧两横指远端处开始向远端作一约 6~7 cm 手术切口,切开皮肤及皮下筋膜后,寻找阔筋膜张肌及缝匠肌间隙分离肌间隙,外侧拉钩牵开阔筋膜张肌肌腹,内侧拉钩牵开筋膜,保护好股外侧皮神经,在切口远端分离结扎旋股外侧动脉升支,牵开股直肌,去除关节囊前方的脂肪垫,倒 T 形切开前方关节囊,予以下肢水平位牵引 4 cm,后伸位暴露股骨颈及髋臼缘,自股骨小粗隆上 1.0~1.5 cm 处截断股骨颈,取出股骨头,磨锉髋臼至大小合适,以髋臼横韧带为参照按标准置入髋臼假体,C 臂机透视确认位置良好后置入螺钉固定;逐步松解关节囊及后外侧梨状肌,直至股骨近端可以在切口内实现良好显露,髓腔锉扩髓,安装股骨假体试模,确定大小及位置合适后置入合适型号股骨柄、股骨头假体,明确髋关节活动度良好且无明显脱位倾向,冲洗后缝合,放置引流袋。

后侧入路组:患者侧卧位,取髋后外侧切口长约 10 cm,切开皮肤皮下及筋膜组织,钝性分离臀大肌纤维,保护坐骨神经及髋外展肌群,切断部分外旋肌群止点,显露并 T 形切开前关节囊,截去并取出股骨头,显露髋臼,髋臼打磨、放置臼杯及置入股骨头假体等步骤同直接前入路组。

1.5.2 术后处理 所有患者术后 24 h 静脉滴注头孢唑林钠 1.0 g 预防感染,皮下注射低分子肝素钠预防下肢深静脉血栓形成。术后当天即可开始股四头肌功能锻炼和踝泵运动,尽早在可耐受范围内扶助行器下床活动,并逐渐增加活动范围,不限制术后体位及下床负重活动。

1.5.3 观察指标 收集两组患者术前、术后 1 周、1 个月及 3 个月的步态指标和假体周围 R7 区的骨密度值(见图 1),其中步态指标包括步长、步速、步幅、患肢单支撑相占步态周期百分比,采用瑞典 Qualisys-Oqus700+系统测量;骨密度采用双能 X 射线骨密度仪器测量(型号为 Prodigy)。



注:1~7分别为R1~R7分区。大转子顶端+假体上1/3段外侧区域为R1区,假体中1/3段外侧区域为R2区,假体下1/3段外侧区域为R3区,假体尖端远侧骨干区域为R4区,R3区对应内侧区域为R5区,R5上界至小转子下界之间为R6区,股骨颈截骨处至小转子下缘为R7区

图 1 股骨近端 Gruen 分区法

1.6 统计学方法

采用 SPSS 25.0 统计学软件处理数据,符合正态分布且方差齐的计量资料数据采用 $\bar{x} \pm s$ 形式表示,组间比较采用两独立样本 t 检验,计数资料比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法,采用 Pearson 等级相关系数评价骨密度与步态的相关性,检验水准取 $\alpha=0.05$,

$P<0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

纳入研究的患者共 76 例,根据手术方式的不同分为两组:直接前入路组 40 例,男 22 例,女 18 例,年龄为 (63.1 ± 4.53) 岁,体重指数为 $(22.8 \pm 1.77) \text{ kg/m}^2$;后侧入路组 36 例,男 17 例,女 19 例,年龄为 (62.6 ± 4.17) 岁,体重指数为 $(22.9 \pm 1.21) \text{ kg/m}^2$,见表 1。

2.2 步态数据和骨密度值比较

76 例患者均完成了至少 3 个月的随访,术中未出现重要血管和神经的损伤,并且术后伤口愈合良好。直接前入路组、后侧入路组术后 1 周的步态指标较术前均明显改善,术后 1 个月及 3 个月均持续改善;直接前入路组、后侧入路组术后 1 周的骨密度值较术前下降,但术后 1 个月及 3 个月均持续上升;直接前入路组与后侧入路组术前步长、步幅、步速、患肢单支撑相占步态周期百分比及骨密度值差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2。直接前入路组术后 1 周、1 个月及 3 个月步长、步幅、步速、患肢单支撑相占步态周期百分比及术后 1 个月和 3 个月骨密度值均优于后侧入路组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 3~表 5。

2.3 步态数据和骨密度的相关性分析

直接前入路组与后侧入路组术后 1 个月及 3 个月步态指标与骨密度值均正相关($r>0, P<0.05$),见图 2 及图 3。

表 1 患者人口统计学数据比较

组别	例数 /例	年龄/岁 ($\bar{x} \pm s$)	性别		身高/m ($\bar{x} \pm s$)	体重/kg ($\bar{x} \pm s$)	体重指数/($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$) ($\bar{x} \pm s$)	手术侧别	
			男/例	女/例				左/例	右/例
直接前入路组	40	63.1 ± 4.53	22	18	1.67 ± 0.08	63.30 ± 7.80	22.80 ± 1.77	19	21
后侧入路组	36	62.6 ± 4.17	17	19	1.68 ± 0.07	64.50 ± 6.73	22.90 ± 1.21	20	16
统计检验值		$t=0.441$	$\chi^2=0.459$		$t=0.593$	$t=0.720$	$t=0.421$	$\chi^2=0.492$	
P		0.661	0.498		0.555	0.474	0.675	0.483	

表 2 全髋关节置换术直接前入路组与后侧入路组术前步态指标及骨密度值比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数 /例	步长 /cm	步幅 /cm	步速 /($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)	患肢单支撑相占步 态周期百分比/%	骨密度 /($\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$)
直接前入路组	40	35.375 ± 2.328	69.282 ± 2.550	54.625 ± 3.224	22.585 ± 2.344	0.593 ± 0.212
后侧入路组	36	35.833 ± 2.455	68.475 ± 2.953	54.444 ± 3.714	22.306 ± 2.606	0.594 ± 0.227
t		0.835	1.279	0.227	0.492	0.039
P		0.406	0.205	0.821	0.624	0.969

表 3 全髋关节置换术直接前入路组与后侧入路组术后 1 周步态指标及骨密度值比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数 /例	步长 /cm	步幅 /cm	步速 /($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)	患肢单支撑相占步 态周期百分比/%	骨密度 /($\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$)
直接前入路组	40	39.948 ± 2.216	78.168 ± 2.128	62.575 ± 3.145	26.075 ± 1.966	0.494 ± 0.181
后侧入路组	36	37.958 ± 2.096	75.039 ± 2.631	58.944 ± 2.937	24.417 ± 2.383	0.498 ± 0.197
t		4.009	5.723	5.184	3.321	0.081
P		<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.936

表 4 全髋关节置换术直接前入路组与后侧入路组术后 1 个月步态指标及骨密度值比较(̄x±s)

组别	例数 /例	步长 /cm	步幅 /cm	步速 /(cm·s ⁻¹)	患肢单支撑相占步 态周期百分比/%	骨密度 /(g·cm ⁻²)
直接前入路组	40	46.670±2.621	87.415±2.283	71.925±4.227	33.325±2.712	0.707±0.194
后侧入路组	36	42.306±2.685	83.561±2.468	65.777±3.389	30.722±2.410	0.615±0.180
t		7.164	7.071	6.943	4.403	2.153
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.035

表 5 全髋关节置换术直接前入路组与后侧入路组术后 3 个月步态指标及骨密度值比较(̄x±s)

组别	例数 /例	步长 /cm	步幅 /cm	步速 /(cm·s ⁻¹)	患肢单支撑相占步 态周期百分比/%	骨密度 /(g·cm ⁻²)
直接前入路组	40	54.463±2.360	99.435±2.772	101.625±3.794	37.475±3.343	0.845±0.209
后侧入路组	36	51.227±2.391	91.644±2.538	94.083±3.434	35.305±2.617	0.748±0.148
t		5.929	12.730	9.048	3.125	2.313
P		<0.001	<0.001	<0.001	0.003	0.023

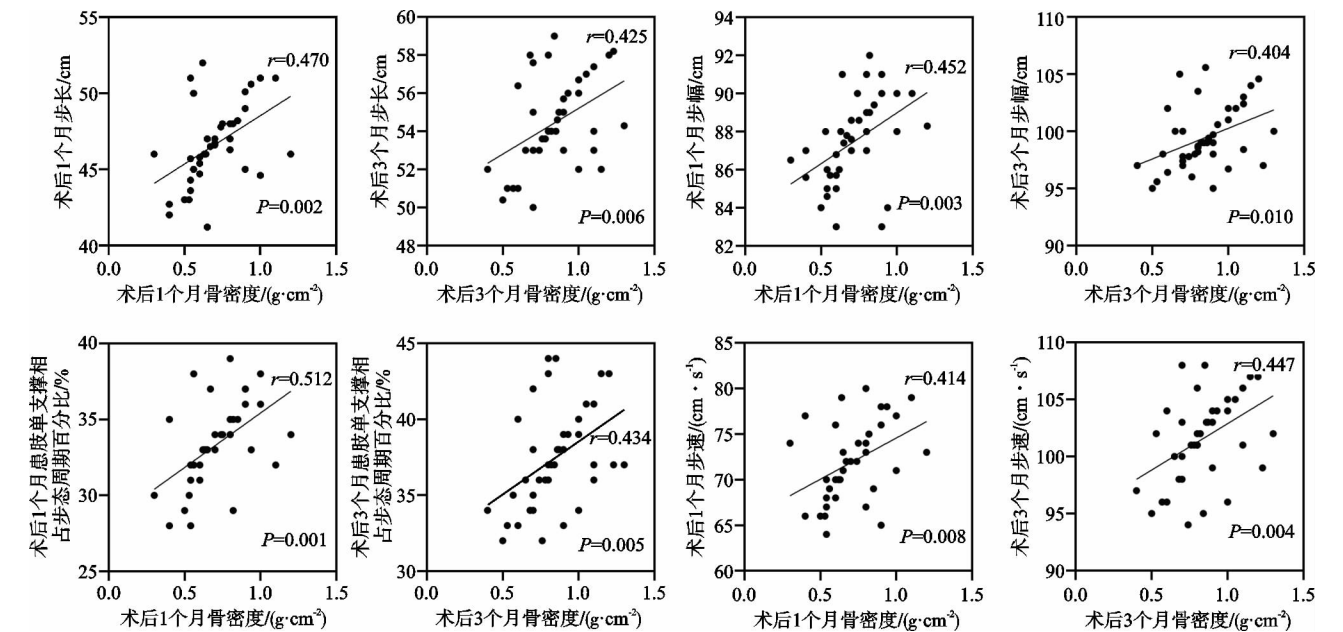


图 2 直接前入路组步态指标与骨密度的相关性

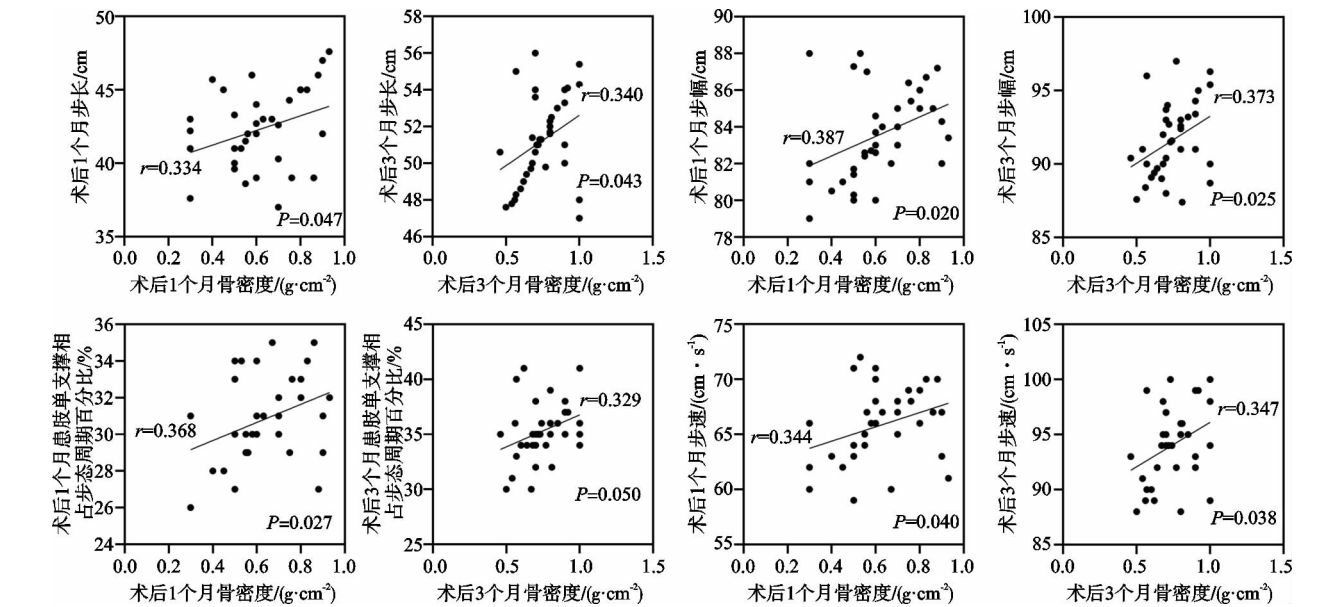


图 3 后侧入路组步态指标与骨密度的相关

3 讨论

髋关节终末期病变的患者,全髋关节置换术是临床上公认的最有效的治疗方法。全髋关节置换术有3种经典入路:直接前入路、后侧入路和外侧入路。然而后侧入路仍是美国乃至全世界最常用的入路方式,只有为数不多的临床医生使用直接前入路^[12]。为了探究全髋关节置换最佳的入路方式,研究者对这两种手术入路方式开展了大量研究,发现直接前入路在假体位置的准确性、住院时间、术后功能恢复、腿长差异、步态恢复等方面存在一定优势^[13-15]。但关于直接前入路与后侧入路全髋关节置换术后患者骨密度与步态之间的研究却很少。全髋关节置换术后常见的不良反应和并发症包括髋关节脱位、髋关节肌肉无力、Trendelenburg 步态模式和步态时的跛行^[16],因此对患者术后功能评估至关重要。在这方面,步态分析是评估全髋关节置换术后功能的有效方法,从而为手术选择提供依据^[17]。Queen 等^[16]对3种入路方式术后患者步态力学进行了研究,发现3组之间无明显差异,认为步态的恢复受入路本身的影响最小。Zomar 等^[18]和 Varin 等^[19]研究发现,在全髋关节置换术早期,直接前入路手术患者步态恢复较后侧入路患者具有明显的优势。Yoo 等^[20]Meta 分析也表明直接前入路全髋关节置换术后3个月的步态速度与髋关节屈曲峰值明显高于后侧入路组。

许多研究者认为术中肌肉损伤程度的不同是导致直接前入路全髋关节置换术患者步态指标高于后侧入路的原因。髋关节外展活动主要涉及臀中肌和臀小肌,另外梨状肌、阔筋膜张肌和臀大肌的上部纤维也发挥了一定的作用,外展肌则对于正常步态模式至关重要^[21]。有研究表明前入路组患者术后6周步态恢复较外侧入路组快,同时发现直接前入路组患者术后6周外展肌力持续增加,而后侧入路组外展肌力下降,这可能是手术中臀中肌部分脱离和修复的结果,且认为步态的恢复速度与外展肌力有关^[22-23]。Rykov 等^[24]研究发现与直接前入路组相比,后侧入路组内外闭孔肌的肌肉萎缩程度显著增加。另外,在 Agten 等^[25]的一项回顾性 MRI 研究中还发现,与前路或前外侧入路手术相比,外旋肌在后路手术中更容易受损。

同时,笔者发现直接前入路组患者术后假体周围的骨密度值较后侧入路组有更明显的改善,两组间的差异有统计学意义,且两组患者的骨密度值与步态之间正相关。有研究表明骨量减少和肌肉组织密切相关,骨重塑受肌肉形态和功能障碍的影响,当肌肉产生的力量发生变化时,骨骼对肌肉源性应变的合成代谢也会随之改变^[26]。肌肉萎缩会导致骨丢失,其主要通过破骨细胞增加骨吸收,从而降低了骨强度,导致行走不稳和行走缓慢;此外,长期处于微重力或长期卧床的状态下肌肉

质量也会下降^[27]。外展肌功能不全会继发假体引起的不良局部组织反应及轴承磨损或感染引起的骨质溶解,导致假体髋关节步态异常^[28]。Halvarsson 等^[29]认为可以通过平衡及体育训练来锻炼下肢肌肉力量,使肌肉对骨骼产生生物力学刺激,延缓肌肉萎缩和骨质流失,增加下肢抗疲劳性,从而改善受试者的步态,降低跌倒的风险。直接前入路全髋关节置换术是利用阔筋膜张肌、股直肌的间隙进入关节囊,对肌肉、肌腱、神经等软组织损伤较小,而后侧入路需要切断和剥离大部分肌肉,对肌肉损伤范围大,术后疼痛感强,导致患者卧床时间延长,严重阻碍了术后患者早期下床进行下肢肌肉力量及功能的康复锻炼,使假体周围的骨量丢失,进而影响患者的步态恢复。Su 等^[30]也认为在全髋关节置换术后,高频率的活动可以加速骨重塑,有利于早期髋关节功能和正常步态的恢复。

本研究中直接前入路全髋关节置换术后早期患者步态指标恢复与骨密度改善程度均优于后侧入路全髋关节置换术患者;此外,步态与骨密度之间呈正相关,且直接前入路组中两者的相关性强于后侧入路组。同时,本研究存在一定的局限性:一是回顾性研究缺乏随机对照,证据等级相对较低;二是样本量较少,需要进一步大样本量的研究;三是仅随访至患者术后3个月,未能观察更远期疗效。这些不足将在今后进一步研究中予以补充。

综上所述,直接前入路全髋关节置换术对患者术后功能康复具有一定的优势,且可以在对患者进行术后康复锻炼的同时改善患者的骨密度,以利于提高患者步态及功能的恢复效率。

参考文献

- [1] KAYANI B, KONAN S, CHANDRAMOHAN R, et al. The direct superior approach in total hip arthroplasty[J]. British Journal of Hospital Medicine, 2019, 80(6): 320-324.
- [2] SEAH S, QUINN M, TIROSH O, et al. Postoperative opioid consumption after total hip arthroplasty: a comparison of three surgical approaches[J]. The Journal of Arthroplasty, 2019, 34(11): 2676-2680.
- [3] PEETERS C M M, VISSER E, VAN DE REE C L P, et al. Quality of life after hip fracture in the elderly: a systematic literature review[J]. Injury, 2016, 47(7): 1369-1382.
- [4] POST Z D, OROZCO F, DIAZ-LEDEZMA C, et al. Direct anterior approach for total hip arthroplasty: indications, technique, and results[J]. The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2014, 22(9): 595-603.
- [5] AIT MOKHTAR M. Postero-posterolateral approach in total hip arthroplasty[J]. International Orthopaedics, 2020, 44(12): 2577-2585.
- [6] CHENG T E, WALLIS J A, TAYLOR N F, et al. A pro-

- spective randomized clinical trial in total hip arthroplasty-comparing early results between the direct anterior approach and the posterior approach[J]. *The Journal of Arthroplasty*, 2017, 32(3):883-890.
- [7] 王元,李勤,崔尼尼,等.直接前入路与外侧入路全髋关节置换术后早期患者步态分析[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2022, 37(6):566-570.
- [8] MENEGHINI R M, PAGNANO M W, TROUSDALE R T, et al. Muscle damage during MIS total hip arthroplasty: Smith-Petersen versus posterior approach MIS[J]. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 2006, 453: 293-298.
- [9] BREMER A K, KALBERER F, PFIRRMANN C W A, et al. Soft-tissue changes in hip abductor muscles and tendons after total hip replacement; comparison between the direct anterior and the transgluteal approaches[J]. *The Journal of Bone and Joint Surgery: British Volume*, 2011, 93(7):886-889.
- [10] CHEN W, SUN J N, ZHANG Y, et al. Direct anterior versus posterolateral approaches for clinical outcomes after total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis [J]. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 2020, 15(1):231.
- [11] 中国医师协会骨科医师分会骨循环与骨坏死专业委员会, 中华医学会骨科分会骨显微修复学组, 国际骨循环学会中国区. 中国成人股骨头坏死临床诊疗指南(2020)[J]. *中华骨科杂志*, 2020, 40(20):1365-1376.
- [12] CHECHIK O, KHASHAN M, LADOR R, et al. Surgical approach and prosthesis fixation in hip arthroplasty world wide[J]. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 2013, 133(11):1595-1600.
- [13] JI W, STEWART N. Fluoroscopy assessment during anterior minimally invasive hip replacement is more accurate than with the posterior approach[J]. *International Orthopaedics*, 2016, 40(1):21-27.
- [14] MCGOLDRICK N P, ANTONIADES S, EL MENIAWY S, et al. Supine versus lateral position for total hip replacement: accuracy of biomechanical reconstruction[J]. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 2022, 142(10):2945-2955.
- [15] WU H, CHENG W D, JING J. Total hip arthroplasty by direct anterior approach in the lateral position for the treatment of ankylosed hips [J]. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatologie*, 2020, 30(6):993-1001.
- [16] QUEEN R M, BUTLER R J, WATTERS T S, et al. The effect of total hip arthroplasty surgical approach on post-operative gait mechanics[J]. *The Journal of Arthroplasty*, 2011, 26(6 Suppl):66-71.
- [17] FOUCHER K C, FREELS S. Preoperative factors associated with postoperative gait kinematics and kinetics after total hip arthroplasty[J]. *Osteoarthritis and Cartilage*, 2015, 23(10):1685-1694.
- [18] ZOMAR B O, BRYANT D, HUNTER S, et al. A randomised trial comparing spatio-temporal gait parameters after total hip arthroplasty between the direct anterior and direct lateral surgical approaches[J]. *Hip International: The Journal of Clinical and Experimental Research on Hip Pathology and Therapy*, 2018, 28(5):478-484.
- [19] VARIN D, LAMONTAGNE M, BEAUL P E. Does the anterior approach for THA provide closer-to-normal lower-limb motion? [J]. *The Journal of Arthroplasty*, 2013, 28(8):1401-1407.
- [20] YOO J I, CHA Y H, KIM K J, et al. Gait analysis after total hip arthroplasty using direct anterior approach versus anterolateral approach: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2019, 20(1):63.
- [21] WINTHER S B, HUSBY V S, FOSS O A, et al. Muscular strength after total hip arthroplasty: a prospective comparison of 3 surgical approaches[J]. *Acta Orthopaedica*, 2016, 87(1):22-28.
- [22] BAKER A S, BITOUNIS V C. Abductor function after total hip replacement: an electromyographic and clinical review[J]. *The Journal of Bone and Joint Surgery: British Volume*, 1989, 71(1):47-50.
- [23] KLAUSMEIER V, LUGADE V, JEWETT B A, et al. Is there faster recovery with an anterior or anterolateral THA? A pilot study[J]. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 2010, 468(2):533-541.
- [24] RYKOV K, MEYS T W G M, KNOBBEN B A S, et al. MRI assessment of muscle damage after the posterolateral versus direct anterior approach for THA (Polada Trial): a randomized controlled trial[J]. *The Journal of Arthroplasty*, 2021, 36(9):3248-3258.
- [25] AGTEN C A, SUTTER R, DORA C, et al. MR imaging of soft tissue alterations after total hip arthroplasty: comparison of classic surgical approaches[J]. *European Radiology*, 2017, 27(3):1312-1321.
- [26] TARANTINO U, BALDI J, SCIMECA M, et al. The role of sarcopenia with and without fracture[J]. *Injury*, 2016, 47 (Suppl 4):S3-S10.
- [27] BETTIS T, KIM B J, HAMRICK M W. Impact of muscle atrophy on bone metabolism and bone strength: implications for muscle-bone crosstalk with aging and disuse[J]. *Osteoporosis International*, 2018, 29(8):1713-1720.
- [28] PEARCE A N, STAMBOUGH J B, MEARS S C, et al. Diagnosis and treatment options of abductor insufficiency after total hip replacement[J]. *The Orthopedic Clinics of North America*, 2022, 53(3):255-265.
- [29] HALVARSSON A, FRANZ N E, STHLE A. Balance training with multi-task exercises improves fall-related self-efficacy, gait, balance performance and physical function in older adults with osteoporosis: a randomized controlled trial[J]. *Clinical Rehabilitation*, 2015, 29(4):365-375.
- [30] SU R, FENG W, LIU X, et al. Early rehabilitation and periprosthetic bone environment after primary total hip arthroplasty: a randomized controlled trial[J]. *Orthopaedic Surgery*, 2021, 13(5):1521-1531.