

DOI:10.16781/j.CN31-2187/R.20220467

· 论 著 ·

外科手术固定装置用于直接前方入路全髋置换的临床研究

丁喆如, 邵加华, 曹 嘉, 陈 宜, 符培亮, 王 波*

海军军医大学(第二军医大学)第二附属医院骨科, 上海 200003

[摘要] **目的** 了解将外科手术固定装置应用于直接前方入路全髋置换的临床疗效及其与常规直接前方入路全髋置换之间的区别。**方法** 选取 2022 年 1 月 1 日至 6 月 30 日在海军军医大学(第二军医大学)第二附属医院拟行直接前方入路全髋置换患者作为研究对象, 并将 1 月 1 日至 3 月 31 日行直接前方入路全髋置换手术的患者纳入观察组, 4 月 1 日至 6 月 30 日行直接前方入路全髋置换手术的患者纳入对照组。观察组使用外科手术支架固定患肢, 对照组采用常规手术方法。统计两组患者的手术时间、第一助手度过消毒铺巾学习曲线所需病例数、手术所需助手数量、髋臼假体前倾角、并发症发生率以及术前、术后 6 周时视觉模拟评分(VAS)和 Harris 评分。**结果** 共入组患者 110 例, 观察组 48 例、对照组 62 例, 两组患者一般资料及术前指标差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。与对照组相比, 观察组术前消毒铺巾占用时间更短[(15.3 ± 2.1) min vs (21.4 ± 4.3) min, $P < 0.05$]。观察组和对照组第一助手度过学习曲线所需的病例数分别为(4.7 ± 0.6)例和(7.3 ± 1.2)例, 观察组第一助手度过学习曲线所需病例数小于对照组。与对照组相比, 观察组所需助手更少(2 位助手 vs 3 位助手)。观察组髋臼假体前倾角小于对照组, 但两组间差异无统计学意义($18.4^\circ \pm 3.4^\circ$ vs $21.3^\circ \pm 2.2^\circ$, $P > 0.05$)。两组患者术前和术后 6 周 VAS 评分、Harris 评分差异均有统计学意义(P 均 <0.05), 两组间 VAS 评分、Harris 评分差异无统计学意义(P 均 >0.05)。**结论** 外科手术固定装置用于直接前方入路全髋置换可以缩短术前消毒铺巾时间, 减少手术室的占用时间, 对助手数量及培训时间要求较少, 在手术操作过程中更容易掌握髋臼假体位置。

[关键词] 全髋置换术; 微创外科手术; 假体位置; 手术后并发症; 手术时间

[中图分类号] R 687.4

[文献标志码] A

[文章编号] 2097-1338(2023)04-0439-07

Clinical study on surgical fixation device used in direct anterior approach total hip replacement

DING Zhe-ru, SHAO Jia-hua, CAO Jia, CHEN Yi, FU Pei-liang, WANG Bo*

Department of Orthopaedics, The Second Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200003, China

[Abstract] **Objective** To investigate the clinical outcomes of direct anterior approach (DAA) total hip replacement when using surgical fixation device and how it differs from the conventional DAA total hip replacement. **Methods** Patients who planned to undergo total hip replacement through DAA at The Second Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University) from Jan. 1 to Jun. 30, 2022 were selected. Patients who underwent total hip replacement through DAA from Jan. 1 to Mar. 31 were included in the observation group. Patients who underwent total hip replacement through DAA from Apr. 1 to Jun. 30 were included in the control group. The patients in the observation group were fixed with surgical fixation device, while the patients in the control group were fixed with conventional surgical methods. The operation time, the number of cases required by the first assistant to complete the learning curve of operation draping, the assistant number, the acetabular prosthesis anteversion angle, the incidence of complications, visual analog scale (VAS) and Harris scores before and 6 weeks after surgery were analyzed in the 2 groups. **Results** A total of 110 cases were included. Forty-eight patients were assigned to the observation group, while the others were assigned to the control group. No significant differences were found in the general information and preoperative indicators of the 2 groups (all $P > 0.05$). Compared with the control group, the time taken for preoperative sterilizing or draping in the observation group was shorter [(15.3 ± 2.1) min vs (21.4 ± 4.3) min, $P < 0.05$). The numbers of cases required for the first assistant to complete the learning curve in the observation group and control group were 4.7 ± 0.6 and 7.3 ± 1.2 , respectively. Fewer surgical assistants were required in the observation group than in the control group (2 vs 3). The acetabular prosthesis anteversion angle in the observation group was smaller than that in the control group, but with no significant difference ($18.4^\circ \pm 3.4^\circ$ vs $21.3^\circ \pm 2.2^\circ$, $P > 0.05$). There were significant differences in VAS scores and Harris scores of the 2 groups before and 6 weeks after surgery

[收稿日期] 2022-06-02

[接受日期] 2022-12-30

[基金项目] 上海市申康医院发展中心临床科技创新项目(SHDC12019X14)。Supported by Clinical Science and Technology Innovation Project of Shanghai Shenkang Hospital Development Center (SHDC12019X14).

[作者简介] 丁喆如, 硕士, 主治医师. E-mail: dingzheru262@126.com

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-81885782, E-mail: dr.wangbo@vip.163.com

(all $P < 0.05$), while there were no significant differences in VAS scores or Harris scores between the 2 groups (all $P > 0.05$).
Conclusion A surgical fixation device for DAA total hip replacement can shorten the preoperative sterilizing and draping time, reduce the duration in operating room, and requires less assistants and training time, making it easier to know the acetabular prosthesis position during the operation.

[Key words] total hip replacement; minimally invasive surgery; prosthesis position; postoperative complications; operation time

[Acad J Naval Med Univ, 2023, 44(4): 439-445]

全髋关节置换术是最成功的骨科手术术式之一,但其仍存在术后脱位、感染、磨损、翻修等并发症,其中术后脱位是最常见的早期并发症^[1]。后外侧入路需切开臀大肌、阔筋膜张肌,切断外旋肌群及部分股方肌,因此文献报道全髋关节置换后外侧入路术后脱位率高于其他入路,约为3%~10%^[1-5]。

直接前方入路(direct anterior approach, DAA)全髋置换术从肌肉间隙进入手术区域,减少了软组织损伤,因此近年来发展较快^[6]。文献报道DAA全髋置换术在患者早期康复、住院费用及围手术期并发症方面都有优势^[7-9]。与标准后外侧入路相比,DAA术后肌红蛋白、肌钙蛋白等反映肌肉损伤的检测指标明显更低,术后6个月时MRI显示臀周脂肪萎缩更少^[8]。虽然DAA存在组织损伤小、恢复快的特点,但也存在学习曲线陡峭,未度过学习曲线时早期并发症高等缺点^[10-11]。文献报道DAA全髋置换手术股骨侧假体早期松动率和下沉现象高于后外侧入路,这可能与股骨侧暴露不足有关^[12-14]。为充分暴露股骨侧,早期DAA全髋置换手术多需使用专用牵引床^[15-16],如HANA床等,但这些牵引床牵引力度大,缺少应力感知能力,因此DAA全髋置换术用于骨质疏松的患者可能会出现踝关节或膝关节骨折风险^[13,17]。后期随着手术器械的进步及新型假体的出现,大部分术者采用常规手术床进行直接前路手术,但这对术者及手术助手的熟练程度提出了更高的要求。

在临床工作中,我们发现使用外科手术固定装置Trimano Fortis(德国MAQUET GmbH公司)可有效辅助手术团队对肩、膝关节镜微创手术术中肢体位置的固定,其通过机械锁定可有效固定术中肢体位置,且术中操作较为灵活,理论上也可用于DAA全髋置换等对手术肢体位置要求较高的手术,但目前未见相关报道。因此,本研究尝试在DAA全髋置换术中使用该外科手术固定装置固定患侧下肢,探究其在手术过程中代替手术助手的可能性,并将其临床疗效与常规DAA全髋置换术进行对比,评价外科手术固定装置应用于DAA全髋

置换术的可行性及优缺点。

1 资料和方法

1.1 外科手术固定装置描述及使用方法 本研究采用的外科手术固定装置Trimano Fortis为一种特殊的体位固定装置(图1),具有以下特点:(1)可连接在各种手术床的边导轨上,有6个可360°活动的关节,可用于肢体固定、外科各腔镜的固定和牵开器的固定。(2)纯机械设计,无需任何加压气体和电源供应。(3)控制装置简单,整个系统由同一解锁开关控制,可同时锁定或释放6个关节,达到固定装置末端的全方向活动。(4)与患者肢体连接的装置为可拆卸式,连接后可自行锁定,便于调整不同部位和用途的组件并减少术中污染的可能。

1.2 研究对象 选取2022年1月1日至6月30日在海军军医大学(第二军医大学)第二附属医院拟行人工全髋关节置换手术的患者作为研究对象。纳入标准:(1)年龄20~80岁;(2)诊断为髋骨关节炎、先天性髋关节发育不良、股骨头坏死或股骨颈骨折需要行全髋置换患者。排除标准:(1)患者本人不愿意参加本临床试验;(2)股骨近端明显畸形或Crowe III型以上先天性髋关节发育不良等不适合进行DAA全髋置换者;(3)严重骨质疏松者;(4)BMI>38 kg/m²;(5)身高<1.55 m。本研究获得海军军医大学(第二军医大学)第二附属医院医学伦理委员会审批。

将2022年1月1日至3月31日行DAA全髋置换手术的患者纳入观察组,2022年4月1日至6月30日行DAA全髋置换手术的患者纳入对照组。两组病例均由同一术者实施手术。手术的第一助手均为当月轮转至该治疗组的进修医师(均具有5年以上关节外科执业经历,但未接触过DAA全髋置换手术)。两组病例均选择非骨水泥髋臼假体(Pinnacle, DePuy Synthes公司),股骨柄选择非骨水泥股骨柄(Corail/Tri-lock, DePuy Synthes公司)。患者招募及研究流程见图2。



图 1 外科手术固定装置

Fig 1 Demonstration of surgical fixation device

A: Locking handle of device (arrow); B: Demonstration of placement of surgical fixation device; C: Arm fixation by surgical fixation device during shoulder arthroscopy

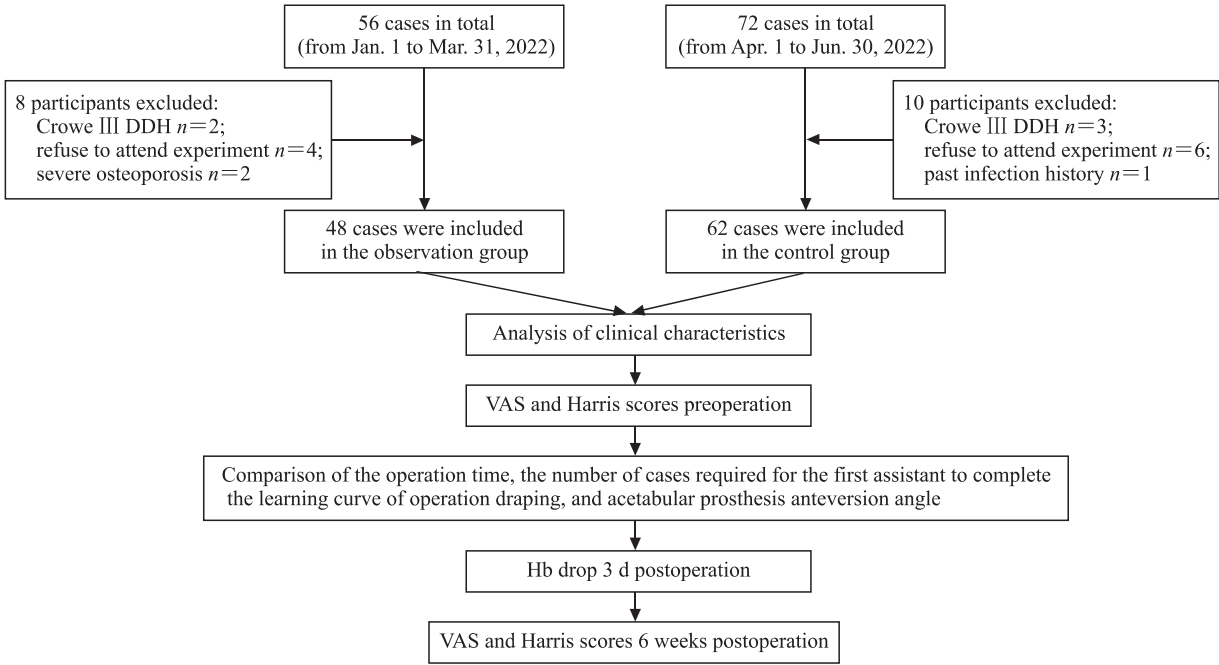


图 2 患者招募及研究流程

Fig 2 A flow of participant recruitment and study process

DDH: Developmental dysplasia of hip; VAS: Visual analogue scale; Hb: Hemoglobin.

1.3 手术方法 两组患者均采用全身麻醉，喉罩插管。

1.3.1 观察组 患者取平卧位，手术床转轴位于耻骨联合处，将手术支架固定于患侧手术床远端外侧，将支架固定于水平外展 90°以减少对消毒铺巾的影响。进行患侧下肢消毒铺巾，对侧肢体以无菌敷料覆盖。在患侧踝关节使用无菌绷带固定专用部件。见图 3。

术中由手术支架代替手术第三助手进行患侧下肢的固定及体位固定，将手术支具使用无菌袖套

包裹后连接踝关节固定部件并锁定，然后将患侧手术床板向下弯折 60°使患侧下肢悬空。

术中通过手术支架调整患侧下肢内外旋和后伸等位置（图 4）。根据术前规划假体大小直接进行单次髋臼磨锉，按照术前假体与横韧带规划角度安放假体。安装试模完成后将踝关节固定部件与手术支架松开，测试髋关节稳定性后安装人工关节假体并再次固定踝关节固定部件与手术支架，关闭切口并覆盖无菌敷料后将患侧手术床远端床板复位并去除全部手术支架。

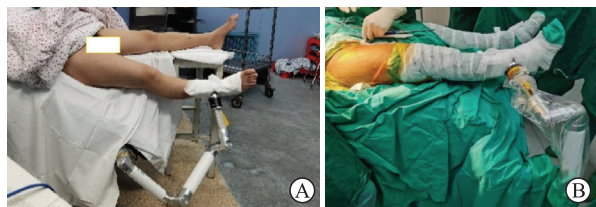


图 3 DAA 全髋置换时外科手术固定装置
机械臂位置及踝关节固定位置

Fig 3 Position of the surgical fixation device's
mechanical arm and patient's ankle during DAA total
hip replacement

A: The locational relationship between the mechanical arm and affected lower limb; B: The intraoperative location of mechanical arm. DAA: Direct anterior approach.



图 4 DAA 全髋置换术中假体安放时患者体位及
机械臂位置

Fig 4 Position of patient and mechanical arm during
prosthesis placement in DAA total hip replacement

DAA: Direct anterior approach.

1.3.2 对照组 患者取平卧位, 手术床转轴位于耻骨联合处, 常规双侧消毒铺巾后进行标准直接 DAA 全髋关节置换术, 术中由第三助手控制患侧下肢姿态, 在进行股骨侧松解及相关处理时将手术床远端整体向下弯折 45° , 假体安装完成后将手术床调平逐层关闭切口并覆盖无菌敷料。

1.4 术后处理 两组患者均采用相同的围手术期加速康复流程, 包括术前 24 h 服用塞来昔布, 术中关节周围注射舒芬太尼及罗哌卡因, 术后静脉使用帕瑞昔布, 外用丁丙诺啡透皮贴镇痛, 术后 12 h 口服拜阿司匹林肠溶片抗凝。两组患者均未进行术后引流, 术后不限制体位, 术后 8 h 开始在助行器辅助下下地活动, 由康复科医师指导康复治疗, 术后 48 h 切口无肿胀、渗血等并发症时出院。

1.5 观察指标 所有患者于术后即刻拍摄标准双髋正位片明确有无脱位及假体周围骨折等并发症。

采用文献[18]的方法测量髋臼假体前倾角。两组患者均在术前、术后 6 周进行 Harris 及疼痛视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 评分, 统计两组患者消毒铺巾时间及切皮至皮肤关闭完成时间, 两者相加作为手术时间。记录两组第一助手完成消毒铺巾学习曲线所需要的病例数。通过第一助手培训学习曲线的标准: (1) 连续 5 次进行消毒铺巾的时间差异不超过 2 min; (2) 连续 5 次以上消毒铺巾不需主刀医师提醒相关步骤。统计两组患者的手术前后血红蛋白下降程度。

1.6 统计学处理 应用 SPSS 26.0 进行统计学分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组间比较采用独立样本 t 检验; 计数资料以例数和百分数表示, 组间比较采用 χ^2 检验。检验水准 (α) 为 0.05。

2 结果

2.1 患者基本情况 共纳入全髋关节置换患者 110 例, 观察组 48 例, 男 22 例、女 26 例; 年龄为 46~72 岁, 平均年龄 (59.9 ± 11.9) 岁; 手术部位右侧 23 例、左侧 25 例; BMI 为 (27.6 ± 5.2) kg/m^2 ; 术前 VAS 评分为 (6.1 ± 1.5) 分; 术前 Harris 评分为 (44.3 ± 3.2) 分。对照组 62 例, 男 28 例、女 34 例; 年龄为 51~71 岁, 平均年龄 (60.5 ± 12.0) 岁; 手术部位右侧 26 例、左侧 36 例; BMI 为 (28.2 ± 5.7) kg/m^2 ; 术前 VAS 评分为 (5.9 ± 1.3) 分; 术前 Harris 评分为 (45.6 ± 6.5) 分。两组患者的一般资料及术前指标差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05), 均衡可比。

2.2 手术结果 观察组的手术室占用时间为 (87.4 ± 6.5) min, 其中消毒铺巾时间为 (15.3 ± 2.1) min, 手术操作时间为 (72.2 ± 6.9) min。对照组的手术室占用时间为 (96.5 ± 10.4) min, 其中消毒铺巾时间为 (21.4 ± 4.3) min, 手术操作时间为 (75.6 ± 8.2) min。观察组的消毒铺巾时间短于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 观察组的手术操作时间与对照组比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

观察组 2022 年 1、2、3 月份第一助手度过学习曲线所需病例数分别为 5、4、5 例, 平均 (4.7 ± 0.6) 例, 对照组 2022 年 4、5、6 月份第一助手度过学习曲线所需病例数分别为 6、8、8 例, 平均 (7.3 ± 1.2) 例, 观察组少于对照组。与对照组相比, 观察组所需助手更少 (2 位助手 vs 3 位助手)。

两组患者围手术期血红蛋白下降程度比较差异无统计学意义 $[(33.2 \pm 4.1) \text{ g/L vs } (34.8 \pm 4.5) \text{ g/L}, P=0.33]$, 两组患者手术前后 VAS 评分和 Harris 评分比较差异均有统计意义 $(P \text{ 均} < 0.05)$,

而两组患者术后 VAS 评分和 Harris 评分比较差异无统计学意义 $(P \text{ 均} > 0.05)$ 。观察组髋臼假体前倾角小于对照组, 但两组间差异无统计学意义 $(18.4^\circ \pm 3.4^\circ \text{ vs } 21.3^\circ \pm 2.2^\circ, P=0.15)$ 。见表 1。

表 1 两组患者 DAA 全髋置换术后髋臼假体前倾角、血红蛋白下降值以及术前、术后 6 周随访功能评分

Tab 1 Acetabular prosthesis anteversion angle, Hb drop values and functional scores before and 6 weeks after DAA total hip replacement in the 2 groups

Group	n	AcAvA/(°)	Hb drop/(g·L ⁻¹)	VAS score			Harris score		
				Pre-op	6W post-op	P value	Pre-op	6W post-op	P value
Observation	48	18.4±3.4	33.2±4.1	7.5±0.9	2.2±0.7	0.03	42.9±6.2	89.3±9.0	0.03
Control	62	21.3±2.2	34.8±4.5	7.8±0.8	2.3±0.7	0.02	39.8±6.6	86.5±6.5	0.02
P value		0.15	0.33	0.45	0.32		0.22	0.56	

Observation group: Patients who underwent DAA total hip replacement using surgical fixation devices; Control group: Patients who underwent DAA total hip replacement using conventional surgical methods. DAA: Direct anterior approach; Hb: Hemoglobin; AcAvA: Acetabular anteversion angle; VAS: Visual analogue scale; Pre-op: Preoperation; 6 W Post-op: 6 weeks postoperation.

至术后 6 周随访期间所有患者均未出现假体周围感染、脱位、假体周围骨折等并发症。观察组 1 例 (2.1%, 1/48) 患者出现股外侧皮神经损伤症状, 对照组 2 例 (3.2%, 2/62) 出现股外侧皮神经损伤症状。对照组有 1 例 (1.6%, 1/62) 患者切口愈合不良, 予以清洁换药后正常愈合。两组患者并发症发生率的差异无统计学意义 $(P > 0.05)$ 。

3 讨论

微创手术是加速康复的重要组成部分^[19]。而 DAA 从肌肉间隙操作, 对软组织干扰少, 因此受到越来越多关节外科医师的重视。DAA 全髋置换早期康复效果好, 脱位率低, 但在临床应用中的比例仍低于后外侧入路, 这可能由于 DAA 全髋置换的学习曲线较陡峭。对于没有度过学习曲线的术者来说, 过高的早期并发症发生率可能导致医师对手术失去信心^[20]。具体需要多少例数才能度过学习曲线仍存在争议, Stone 等^[10]统计了同一位术者 DAA 手术前 1 000 例的手术室占用时间、手术时间及并发症发生率, 结果显示与熟练的后外侧入路全髋置换相比, DAA 手术占用手术室时间和手术操作时间分别增加 34% 和 30%, 直到完成 400 例手术后手术操作时间才与后外侧入路全髋置换类似, 完成 850 例后手术操作时间明显缩短, 并发症发生率趋于稳定。Nairn 等^[11]对研究内容为 DAA 全髋置换学习曲线的文献进行了 meta 分析, 共纳入 21 篇文献、9 738 例患者, 结果显示至少需要 100 例病例

累计才能使手术时间和并发症发生率趋于稳定, 可以认为使用偏心髓腔锉及前路手术拉钩等专用工具可以有效减少度过学习曲线所需病例数。

手术时间也是衡量是否度过学习曲线的重要评价指标, Cao 等^[21]选择海军军医大学 (第二军医大学) 第二附属医院进行 DAA 全髋置换的患者 65 例与同期接受后外侧入路手术的 65 例患者进行匹配并评估围手术期失血量, 结果显示 DAA 手术患者术后功能康复更好, 但术后血红蛋白下降量更大, 这可能与 DAA 手术时间更长有关。而手术室占用时间过长也是导致早期开展 DAA 全髋置换困难的原因^[22], 手术室占用时间分为手术操作时间和术前准备时间, 本研究显示使用外科手术固定装置可以有效降低术前体位摆放和消毒铺巾时间, 尤其对于刚开始开展 DAA 手术的医师更有意义。

本研究第 1 次将手术所需助手纳入统计, Post 等^[6]有关 DAA 手术操作的综述显示大部分常规 DAA 全髋置换需要 1 名术者和 3 名助手。而文献报道助手的熟练程度也明显影响手术时间^[23], 一位能够熟练配合的助手一般需要培训 1 个月以上。而目前国内大型关节外科中心主要由规培生和进修医师承担手术助手的任务, 大部分医师刚完成助手培训就需轮转更换, 导致术者度过学习曲线的时间更长。而使用外科手术固定装置可以由术者调整患肢姿态并进行锁定, 有效降低助手操作的难度和培训时间, 本研究的结果也显示使用外科手术固定装置进行 DAA 手术所需助手比常规 DAA 手术更少。

本研究中观察组和对照组患者均采用平卧位,也有学者通过侧卧位进行DAA全髋置换。Chen等^[24]回顾性分析了126例进行侧卧位DAA全髋置换手术患者的临床资料及手术效果,结果显示假体位置和手术时间等与平卧位DAA相比差异无统计学意义,对手术床无特殊要求。也有学者认为通过侧卧位进行DAA手术的手术时间更短,对股骨柄设计容忍度更高,可以使用常规假体操作,但这样也会导致围手术期并发症发生率的增加^[25-26]。Zhao等^[27]的meta分析显示使用常规股骨柄假体进行侧卧位DAA手术的假体周围骨折发生率约为12.82%,其中骨质疏松、髂前上棘与大粗隆距离过短是骨折发生率高的危险因素。本研究中所用的股骨柄假体为Depuy Corail或Depuy Tri-lock,这两款假体均非直柄假体,其中Depuy Tri-lock假体为短柄假体,文献报道采用非直柄假体和短柄假体可降低术中假体周围骨折发生率^[7,13,22]。

DAA虽然具有创伤小、恢复快、早期脱位率低等优势,但学习曲线较陡峭,因此也有各种手术辅助器械^[10,17,19]。目前在临床上应用于DAA手术的牵引床有Mizuho公司的HANA牵引床和春立公司的DAMIS牵引床等,但这些牵引床操作力度较高,应用于老年患者时存在踝关节或膝关节骨折的风险,在手术过程中也难以进行髋关节自由活动验证髋关节的稳定性。而本研究使用的手术固定装置可以在术中将踝关节固定组件与支架解锁,通过直接对比双侧内踝位置判断双下肢长度,减少术中X线透视对患者的放射损伤,踝关节的自由活动也可让术者有效测试髋关节的稳定性。

本研究中观察组髋臼假体前倾角度与对照组相比略小,但两者之间差异无统计学意义($18.4^{\circ} \pm 3.4^{\circ}$ vs $21.3^{\circ} \pm 2.2^{\circ}$, $P > 0.05$)。我们认为出现该差异的原因在于使用外科手术固定装置的情况下患者髋关节后方软组织悬空,在进行髋臼磨锉及假体安装的过程中减少了软组织对操作工具的挤压影响。文献报道使用比基尼切口进行DAA全髋置换的患者术后髋臼假体前倾角大于常规DAA全髋置换,这也可能由于切口方向导致进行髋臼磨锉和假体安放时软组织阻挡所致,因此建议进行比基尼切口手术时应使用专用的髋臼磨锉工具及安装工具^[28]。也有部分学者使用辅助切口进行髋臼磨锉以减少软组织干扰,但这种方法额外增加了切

口,对阔筋膜张肌也有一定干扰,目前在临床上应用较少^[5,15]。

本研究的病例数较少,且为非随机对照研究,两组患者未进行倾向及评分匹配,可能会对结果产生影响;随访时间较短,两组患者在远期脱位、假体下沉及假体生存率等方面是否存在差异仍需更长时间随访。

本研究结果显示,使用外科手术固定装置用于直接DAA全髋置换可以缩短术前消毒铺巾时间,减少手术室的占用时间,对助手数量及培训时间要求较少,在手术操作过程中更容易掌握髋臼假体位置。

[参考文献]

- [1] CHARNEY M, PAXTON E W, STRADIOTTO R, LEE J J, HINMAN A D, SHETH D S, et al. A comparison of risk of dislocation and cause-specific revision between direct anterior and posterior approach following elective cementless total hip arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2020, 35: 1651-1657.
- [2] ZAHAR A, RASTOGI A, KENDOFF D. Dislocation after total hip arthroplasty[J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2013, 6: 350-356.
- [3] RYKOV K, REININGA I H F, SIETSMA M S, KNOBBEN B A S, TEN HAVE B L E F. Posterolateral vs direct anterior approach in total hip arthroplasty (POLADA trial): a randomized controlled trial to assess differences in serum markers[J/OL]. *J Arthroplasty*, 2017, 32: 3652-3658.e1. DOI: 10.1016/j.arth.2017.07.008.
- [4] BIEDERMANN R, TONIN A, KRISMER M, RACHBAUER F, EIBL G, STÖCKL B. Reducing the risk of dislocation after total hip arthroplasty: the effect of orientation of the acetabular component[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2005, 87: 762-769.
- [5] HO K W K, WHITWELL G S, YOUNG S K. Reducing the rate of early primary hip dislocation by combining a change in surgical technique and an increase in femoral head diameter to 36 mm[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2012, 132: 1031-1036.
- [6] POST Z D, OROZCO F, DIAZ-LEDEZMA C, HOZACK W J, ONG A. Direct anterior approach for total hip arthroplasty: indications, technique, and results[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2014, 22: 595-603.
- [7] ZHAO H Y, KANG P D, XIA Y Y, SHI X J, NIE Y, PEI F X. Comparison of early functional recovery after total hip arthroplasty using a direct anterior or posterolateral approach: a randomized controlled trial[J]. *J Arthroplasty*, 2017, 32: 3421-3428.
- [8] KAWASAKI M, HASEGAWA Y, OKURA T, OCHIAI S, FUJIBAYASHI T. Muscle damage after total hip arthroplasty through the direct anterior approach for

- developmental dysplasia of the hip[J]. *J Arthroplasty*, 2017, 32: 2466-2473.
- [9] MALDONADO D R, LASETER J R, KYIN C, LALL A C, DOMB B G. Direct anterior approach in total hip arthroplasty leads to superior outcomes at 3-month follow-up when compared with the posterior approach: a matched study using propensity score analysis[J/OL]. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*, 2019, 3: e19. 00118. DOI: 10.5435/JAASGlobal-D-19-00118.
- [10] STONE A H, SIBIA U S, ATKINSON R, TURNER T R, KING P J. Evaluation of the learning curve when transitioning from posterolateral to direct anterior hip arthroplasty: a consecutive series of 1 000 cases[J]. *J Arthroplasty*, 2018, 33: 2530-2534.
- [11] NAIRN L, GYEMI L, GOUVEIA K, EKHTIARI S, KHANNA V. The learning curve for the direct anterior total hip arthroplasty: a systematic review[J]. *Int Orthop*, 2021, 45: 1971-1982.
- [12] MJAALAND K E, SVENNINGSSEN S, FENSTAD A M, HAVELIN L I, FURNES O, NORDSLETTEN L. Implant survival after minimally invasive anterior or anterolateral vs. conventional posterior or direct lateral approach: an analysis of 21, 860 total hip arthroplasties from the Norwegian arthroplasty register (2008 to 2013)[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2017, 99: 840-847.
- [13] DIETRICH M, KABELITZ M, DORA C, ZINGG P O. Perioperative fractures in cementless total hip arthroplasty using the direct anterior minimally invasive approach: reduced risk with short stems[J]. *J Arthroplasty*, 2018, 33: 548-554.
- [14] AWAD M E, FARLEY B J, MOSTAFA G, SALEH K J. Direct anterior approach has short-term functional benefit and higher resource requirements compared with the posterior approach in primary total hip arthroplasty: a meta-analysis of functional outcomes and cost[J]. *Bone Joint J*, 2021, 103-B: 1078-1087.
- [15] MATSUURA M, OHASHI H, OKAMOTO Y, INORI F, OKAJIMA Y. Elevation of the femur in THA through a direct anterior approach: cadaver and clinical studies[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2010, 468: 3201-3206.
- [16] ITO Y, MATSUSHITA I, WATANABE H, KIMURA T. Anatomic mapping of short external rotators shows the limit of their preservation during total hip arthroplasty[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2012, 470: 1690-1695.
- [17] YORK P J, SMARCK C T, JUDET T, MAUFFREY C. Total hip arthroplasty via the anterior approach: tips and tricks for primary and revision surgery[J]. *Int Orthop*, 2016, 40: 2041-2048.
- [18] BACHHAL V, JINDAL N, SAINI G, SAMENT R, KUMAR V, CHOUHAN D, et al. A new method of measuring acetabular cup anteversion on simulated radiographs[J]. *Int Orthop*, 2012, 36: 1813-1818.
- [19] FREE M D, OWEN D H, AGIUS P A, PASCOE E M, HARVIE P. Direct anterior approach total hip arthroplasty: an adjunct to an enhanced recovery pathway: outcomes and learning curve effects in surgeons transitioning from other surgical approaches[J]. *J Arthroplasty*, 2018, 33: 3490-3495.
- [20] SAUDER N, VESTERGAARD V, SIDDIQUI S, GALEA V P, BRAGDON C R, MALCHAU H, et al. The AAHKS clinical research award: no evidence for superior patient-reported outcome scores after total hip arthroplasty with the direct anterior approach at 1.5 months postoperatively, and through a 5-year follow-up[J]. *J Arthroplasty*, 2020, 35(6S): S15-S21.
- [21] CAO J, ZHOU Y Q, XIN W, ZHU J, CHEN Y, WANG B, et al. Natural outcome of hemoglobin and functional recovery after the direct anterior versus the posterolateral approach for total hip arthroplasty: a randomized study[J/OL]. *J Orthop Surg Res*, 2020, 15: 200. DOI: 10.1186/s13018-020-01716-4.
- [22] BENDICH I, LANDY D C, DO H, KRELL E, DIANE A, BOETTNER F, et al. Intraoperative complications and early return to the operating room in total hip arthroplasty performed through the direct anterior and posterior approaches. an institutional experience of surgeons after their learning curve[J]. *J Arthroplasty*, 2021, 36: 2829-2835.
- [23] HAYNES J A, HOPPER R H Jr, Ho H, MCDONALD J F 3rd, PARKS N L, HAMILTON W G. Direct anterior approach for primary total hip arthroplasty lowers the risk of dislocation compared to the posterior approach: a single institution experience[J]. *J Arthroplasty*, 2022, 37: 495-500.
- [24] CHEN M, LUO Z, JI X, CHENG P, TANG G, SHANG X. Direct anterior approach for total hip arthroplasty in the lateral decubitus position: our experiences and early results[J]. *J Arthroplasty*, 2017, 32: 131-138.
- [25] CAMENZIND R S, STOFFEL K, LASH MBCHB F N J, BECK M. Direct anterior approach to the hip joint in the lateral decubitus position for joint replacement[J]. *Oper Orthop Traumatol*, 2018, 30: 276-285.
- [26] LAWRIE C M, BECHTOLD D, SCHWABE M, CLOHISY J C. Primary total hip arthroplasty via the direct anterior approach in the lateral decubitus position: surgical technique, learning curve, complications, and early results[J]. *Bone Joint J*, 2021, 103-B (7 Suppl B): 53-58.
- [27] ZHAO W B, LI S W, YIN Y, WANG Z Q, SUN G J, PENG X, et al. Direct anterior approach in lateral decubitus position versus supine position for unilateral total hip arthroplasty: a comparative study[J]. *Orthop Surg*, 2021, 13: 786-790.
- [28] FRITZ J K, WADDELL B S, KITZIGER K J, PETERS P C Jr, GLADNICK B P. Is dislocation risk due to posterior pelvic tilt reduced with direct anterior approach total hip arthroplasty?[J]. *J Arthroplasty*, 2021, 36: 3692-3696.