doi:10.11659/jjssx.10E020075

·临床研究·

EOS与CT在股骨颈前倾角测量中的对比分析

蒋广亮[1],朱珠华[1],陈 晶[2],杨瑞宝[1],邓迎生[1] (1.海口市骨科与糖尿病医院放射科,海南 海口 570300;2.海口市人民医院放射科,海南 海口 570208)

[摘 要] **目的** 对比EOS与CT在不同体位、不同角度下的股骨标本和实体受试者股骨颈前倾角(FNA)测量中的临床意义。**方法** 对20个风干股骨标本在中立位不同角度(5°、10°、15°)的伸位、曲位、外旋位、内旋位、外展位、内收位上分别行EOS和CT检查,并对36例同期接受髋关节EOS和CT检查的患者或正常人临床资料进行回顾性分析。2名诊断医师独立测量FNA,*t*检验评估不同股骨位置对FNA测量结果的影响,一致性分析评估其可靠性,线性回归分析确定其相关性,Bland-Altman图评估CT、EOS差异。**结果** 在股骨标本中,EOS在不同体位、不同角度测量所得的FNA均无明显差异;CT在伸位、内旋位测量所得的FNA随伸展角度及内旋角度增大而增加($P<0.05$),在曲位、外旋位测量所得的FNA随曲屈角度及外旋角度增大而减小($P<0.05$),在不同角度外展位、内收位测量所得的FNA无明显差异($P>0.05$);CT、EOS在测量FNA上一致性均良好。在实体受试者中,采用EOS和CT测量的FNA结果无统计学差异,一致性分析结果显示,EOS可靠性为良好,CT可靠性为一般。**结论** 在股骨标本各种体位15°以内EOS与CT均可以提供稳定且可重复的FNA测量结果,在实体受试者中EOS的FNA测量结果较CT更为稳定、可靠,同时辐射量更小,可以替代CT为临床提供更精确的结果,是一种更稳定、更安全的检测方法。

[关键词] EOS;股骨前倾角;中立位;髋关节;股骨标本;CT

[中图分类号] R445.4;R681.8 [文献标识码] A [收稿日期] 2020-10-23

Contrastive analysis of EOS and CT in the measurement of femoral neck anteversion

JIANG Guang-liang[1], ZHU Zhu-hua[1], CHEN Jing[2], YANG Rui-bao[1], DENG Ying-sheng[1] (1. Department of Radiology, Haikou Orthopaedics and Diabetes Hospital, Haikou Hainan 570300, China; 2. Department of Radiology, Haikou People's Hospital, Haikou Hainan 570208, China)

Abstract: Objective To compare the clinical significance of EOS and CT in the measurement of femoral neck anteversion (FNA) of femoral specimens and human subjects in different positions and angles. **Methods** Twenty air-dried femoral specimens were examined by EOS and CT at different angles (5°, 10°, 15°) in neutral position in extension, flexion, external rotation, internal rotation, abduction, and adduction, respectively. The clinical data of 36 patients or healthy subjects who received EOS and CT examination of the hip joint were retrospectively analyzed. Two diagnostic physicians independently measured the FNA, *t-test* was used to evaluate the impact of different femoral positions on the FNA measurement results, consistency analysis was used to evaluate the reliability, linear regression analysis was used to determine the correlation, and Bland-Altman plot was used to evaluate the differences between CT and EOS. **Results** In femoral specimens, the FNA measured by EOS at different positions and angles showed no significant difference. In the CT measurement of the femoral specimens, the FNA measured in extension and internal rotation increased with the increase of extension angle and internal rotation angle ($P<0.05$); the FNA measured in flexion and external rotation decreased with the increase of flexion angle and external rotation angle ($P<0.05$); and there was no significant difference in the FNA measured at different abduction and adduction angles ($P>0.05$). The consistency of CT and EOS in measuring FNA was good. In human subjects, there was no statistically significant difference between the FNA results measured by EOS and CT. The consistency analysis showed that the reliability of EOS was good and the reliability of CT was moderate. **Conclusion** Both EOS and CT can provide stable and repeatable FNA measurement results in various positions of femoral samples within 15°. In human subjects, the FNA measurement results of EOS are more stable and reliable than CT, and the amount of radiation is less at the same time. It can replace CT to provide more accurate clinical results, and it is a more stable and safer detection method.

Keywords: EOS; femoral neck anteversion; neutral position; hip joint; femoral specimen; CT

股骨颈前倾角(femoral neck anteversion, FNA)是股骨颈横断面颈轴线与股骨内外侧双髁后平面的夹角,左右基本对称。FNA会随着人的成长而改变,出生后其大小随着年龄增长而减小,平均每年减小1°~1.5°,约15岁接近于成人,胎儿时期为17°~46°,新生儿时期约为31°,成人期约为15°[1-3]。FNA异常

[基金项目] 海南省卫生健康行业科研项目(20A200517)

[通信作者] 邓迎生,E-mail:dengyingshengdys@sina.com

在各种髋关节疾病中相当常见,尤其在髋关节不稳定及其继发性退行性骨关节病变中,可作为疾病评估的标准之一[4]。因此,FNA 的准确测量对临床治疗方法的选择及术后疗效的评估有着重要意义[5-6]。如何准确测量 FNA 一直是骨科领域关注的热点,CT 被认为是 FNA 测量的常规方法[7],然而其存在电离辐射大的缺点[8];国外也有研究采用 MR 测量,但其成本高、时间长、存在运动伪影[9],一般不作为常规测量方法;EOS 系统是在新型多丝正比室的基础上结合正侧位两套成像球管和探测器组成的成像系统,这种扫描方式和探测器保证了放射剂量大幅降低,同时能获得高质量的图像和放射诊断所需要的信息,sterEOS 内置软件可以建立一个骨骼的 3D 模型,并自动计算大量的临床参数[10-15]。国际上已有研究比较 CT 与 EOS 对 FNA 的测量结果,本研究在前人研究基础上增加股骨标本体位、角度行 EOS、CT 检查,测量 FNA 并对比分析,同时结合实体受试者进一步评估 EOS 的优越性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

股骨标本:20 个风干股骨;实体受试者:2017 年 11 月至 2020 年 5 月在海口市骨科与糖尿病医院同时行 CT、EOS 髋关节检查的 36 例正常人及轻度髋关节发育不良患者,其中男 22 例,女 14 例,平均年龄(46 ± 8)岁。纳入标准:髋关节异常者(髋关节发育不良、部分合并继发性髋关节骨性病变或半脱位)、正常人(髋关节正常)。排除标准:严重的髋关节器质性病变、既往外伤史、恶性肿瘤,X 射线片显示异常(骨折、肿瘤、感染等)。

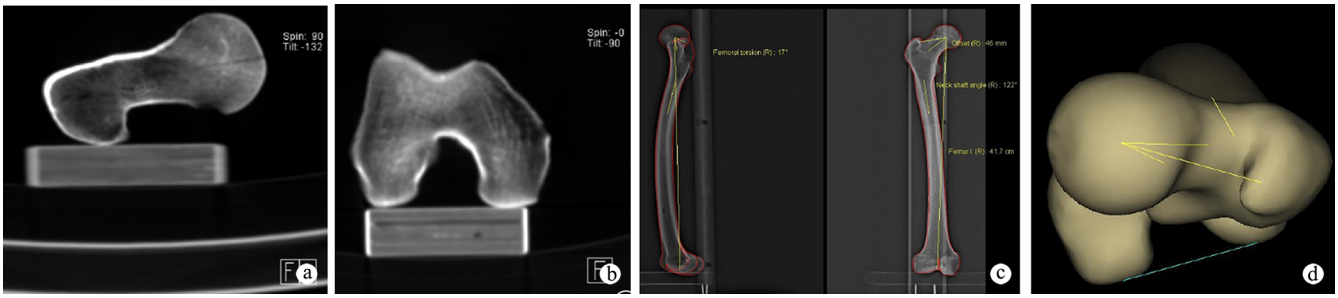
1.2 仪器及扫描参数

仪器:法国 EOS X 射线摄影采集系统,德国西门子 64 排 SOMATOM Perspective CT。股骨标本扫描参数:EOS 正位片(50 kV、50 mAs、速度 3),EOS 侧位片(60 kV、63 mAs、速度 3),CT(80 kV、15 mAs,螺距 0.95)。实体受试者扫描参数:EOS 正位片(85 kV、250 mAs、速度 4),EOS 侧位片(110 kV、320 mAs、速度 4),CT(110 kV、150 mAs,螺距 0.95)。

1.3 方法

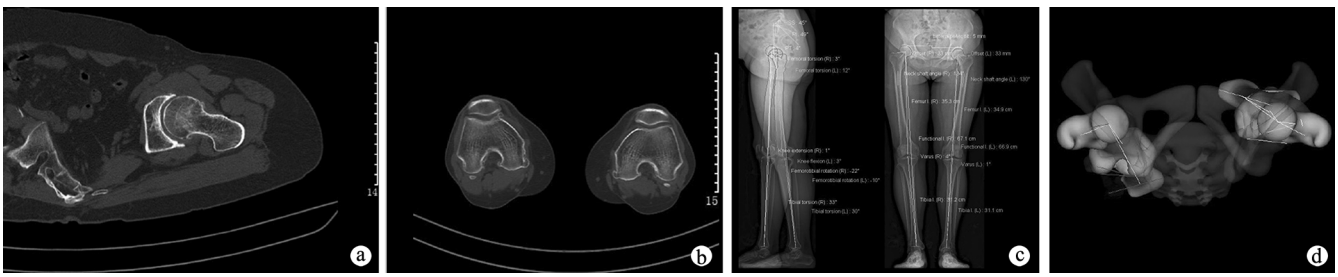
特制木板 2 块,1 块放于底部支撑,另 1 块垂直朝上与底部支撑木板钉在一起,画刻度线用于标记角度。橡皮筋将风干股骨固定在特制木板上,在中立位不同角度(5°、10°、15°)的伸位、曲位、外旋位、内旋位、外展位、内收位分别行 EOS 和 CT 检查。中立位:股骨内外髁后端最低点、大转子最低点贴紧木板,股骨内外髁下端最低点贴紧木板最下端。

FNA 由 2 名诊断医师独立测量,测量方法:CT 在股骨横断面行 3D 重建,最中间层面测得股骨头中心与股骨颈峡部中点连线,测其与股骨双髁后平面的夹角;EOS sterEOS 3D 软件先识别重要的股骨标志物(股骨头中心、股骨颈、大转子和小转子、滑车切迹、髁间隆起、内侧髁和外侧髁,图 1、2),然后经三维重建后自动生成 FNA,标本、实体受试者测量标准一致。



a:CT 重建后轴位最中间层;b:CT 扫描股骨内外髁;c:EOS sterEOS 3D 重建测量 FNA;d:EOS 测量 FNA 标准

图 1 股骨标本



a:CT 重建后轴位最中间层;b:CT 扫描股骨内外髁;c:EOS sterEOS 3D 重建测量 FNA;d:EOS 测量 FNA 标准

图 2 实体受试者

1.4 统计学分析

采用 SPSS 17.0、Medcalc 软件进行统计学处理。计量资料采用均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,t 检验评估不同股骨位置对 FNA 测量结果的影响,采用组内相关系数(*intra-class correlation coefficient*,*ICC*)分析 2 名放射科医生所测得数据的一致性。*ICC* < 0.4 为一致性差,*ICC* 0.4 ~ 0.75 为一致性一般,*ICC* > 0.75 为一致性良好,线性回归分析确定其相关性,Bland-Altman 图评估 CT、EOS 差异,P < 0.05 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 股骨标本测量

在股骨标本中,EOS 在不同体位、不同角度测量所得的 FNA 均无明显差异(P > 0.05);CT 在伸位、内旋位测量所得的 FNA 随伸展角度及内旋角度增大而增加(P < 0.05),在曲位、外旋位测量所得的 FNA 随曲屈角度及外旋角度增大而减小(P < 0.05),在不同角度外展位、内收位测量所得的 FNA 无明显差异(P > 0.05)。CT、EOS 在测量 FNA 上一致性均良好,见表 1、2。

2.2 实体受试者测量

通过 CT、EOS 测量实体 FNA,其均值无明显差异(P > 0.05),但方差测量 CT > EOS;男性与女性间测量 FNA 均值也无明显差异(P > 0.05),一致性分析结果显示,EOS 为良好,CT 为一般(表 3);Bland-Altman 显示只有 1 个病例在 95% 置信空间外(图 3)。

表 1 股骨标本 CT 与 EOS 测量结果差异分析

体位	CT 差异分析			EOS 差异分析		
	$\bar{x} \pm s$	P	回归方程	$\bar{x} \pm s$	P	回归方程
中立	6.99 ± 0.82	1.00		2.91 ± 0.43	1.00	
曲 5°	4.80 ± 0.72	0.01	$y = 7.38 - 0.63 \times x$	2.80 ± 0.41	0.42	
曲 10°	1.39 ± 0.45	0.01		3.01 ± 0.38	0.82	
曲 15°	−2.20 ± 0.82	0.01		3.05 ± 0.46	0.83	
伸 5°	9.40 ± 1.85	0.01	$y = 7.38 + 0.63 \times x$	3.21 ± 0.65	0.80	
伸 10°	13.50 ± 3.52	0.01		3.11 ± 0.43	0.90	
伸 15°	17.80 ± 5.42	0.01		3.16 ± 0.47	0.65	
外旋 5°	4.50 ± 0.92	0.01	$y = 8.3 - 0.77 \times x$	3.01 ± 0.54	0.72	
外旋 10°	−0.40 ± 0.11	0.01		3.23 ± 0.49	0.45	
外旋 15°	−3.90 ± 0.85	0.01		2.81 ± 0.64	0.78	
内旋 5°	10.00 ± 2.22	0.01	$y = 8.3 + 0.77 \times x$	2.92 ± 0.42	0.92	
内旋 10°	13.20 ± 3.52	0.01		3.00 ± 0.46	0.72	
内旋 15°	17.3 ± 5.89	0.01		3.15 ± 0.52	0.45	$y = y_0$
外展 5°	6.85 ± 1.02	0.56	$y = y_0$	2.92 ± 0.65	0.96	
外展 10°	6.91 ± 1.32	0.73		3.04 ± 0.74	0.65	
外展 15°	6.73 ± 0.89	0.21		2.95 ± 0.47	0.78	
内收 5°	7.22 ± 1.32	0.12		3.12 ± 0.48	0.76	
内收 10°	7.21 ± 1.51	0.49		3.26 ± 0.41	0.77	
内收 15°	6.98 ± 0.82	0.73		3.01 ± 0.43	0.80	

x:体位角度;y:相对应体位 FNA 角度;y_0:中立位 FNA 角度

表 2 股骨标本 CT 与 EOS 测量 FNA 的 *ICC* 值

体位	CT	EOS
中立	0.85	0.84
曲 5°	0.87	0.86
曲 10°	0.89	0.88
曲 15°	0.88	0.89
伸 5°	0.82	0.86
伸 10°	0.83	0.82
伸 15°	0.85	0.84
外旋 5°	0.86	0.85
外旋 10°	0.88	0.86
外旋 15°	0.89	0.87
内旋 5°	0.83	0.85
内旋 10°	0.85	0.89
内旋 15°	0.86	0.85
外展 5°	0.82	0.86
外展 10°	0.87	0.85
外展 15°	0.89	0.83
内收 5°	0.90	0.88
内收 10°	0.85	0.85
内收 15°	0.83	0.87

表 3 不同性别 CT、EOS 实体受试者测量 FNA 比较

实体受试者测量	均值/°	P	方差	*ICC*
CT(男)	17.1 ± 8.6	0.21	74.0	0.72
EOS(男)	17.6 ± 5.9		34.8	0.81
CT(女)	17.7 ± 9.2	0.35	84.6	0.74
EOS(女)	18.5 ± 4.6		21.2	0.78
CT + EOS(男)	17.4 ± 7.2	0.30	51.8	0.81
CT + EOS(女)	18.2 ± 6.8		46.2	0.82

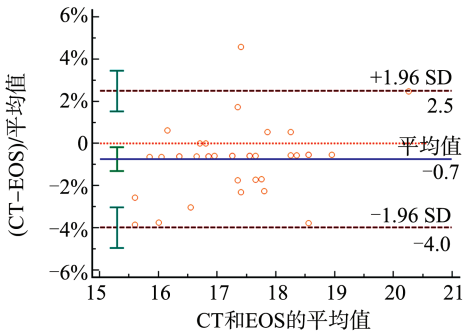


图 3 Bland-Altman 图显示 CT 与 EOS 测量 FNA 偏差

3 讨论

研究发现,在实体受试者中 EOS 与 CT 测量的 FNA 结果无明显差异;股骨标本中 CT 测量 FNA 结果在伸曲位随角度变化有所差异,而 EOS 测量在各体位随角度变化均无明显差异;实体及股骨标本随体位及角度变化 FNA 测量结果一致性分析均良好[16-21]。在以往研究的基础上,本研究对股骨标本设计了更为细致的人体模拟体位,增加了 0° ~ 15° 各种变化的体位(伸位、曲位、外旋位、内旋位、外展位、内收位),并行线性回归分析,同时本研究对实体 FNA 进行 EOS 和

CT 测量,并结合股骨标本及实体受试者探讨 EOS 在 FNA 测量中的临床应用价值。结果显示,在股骨标本测量中 CT、EOS 一致性都很高,这与 Pomerantz 等[19]的研究结果一致。EOS 在不同体位不同角度测量 FNA 均无明显差异,CT 在伸位、内旋位随其体位角度增大 FNA 测量结果随之增大,在曲位、外旋位随其体位角度增大 FNA 测量结果随之减小,在不同角度外展、内收位 FNA 测量结果均无明显差异,其原因在于股骨颈前倾的同时还存在扭转,在股骨屈曲时,扭转角相应增大,从而使股骨头中心降低的幅度比股骨颈峡部中点降低的幅度更大,而股骨双髁后平面最低点连线是平行的,从而使 FNA 角度相应减小;外旋时,扭转使股骨颈轴线升高幅度较股骨内外侧双髁后平面升高幅度小,FNA 相应减小,伸位、内旋位时恰好相反。同时本研究发现,EOS 在中立位上所测量的 FNA 均值(2.91 ±0.43)°较 CT(6.99 ±0.82)°明显更小,而与 CT 在曲位、外旋 5° ~10°间均值相对较接近,这可能是由于真实人体股骨存在一定的屈曲和外旋,中立位并非是实际人体正常体位,这只是本研究中作为标准对比位而设计,EOS 测量方法是基于人体实际情况通过 sterEOS 3D 软件识别骨性标志,建模后测量时已经考虑人体合理体位变化的影响,而 CT 测量无法避免体位产生的影响,股骨标本曲位、外旋位 5° ~10°间相对比较接近真实体位,所以在中立位中 EOS 所测的 FNA 值较 CT 更小。因此,在股骨标本 FNA 测量中,15°内各种体位中 EOS 较 CT 更为稳定而可靠。

在实体受试者测量研究中,CT、EOS 测量 FNA 无明显差异,CT 方差较 EOS 大,原因可能是 CT 检查实体受试者过程中摆位并非严格统一,FNA 测量时一定程度上会受股骨体位、角度影响,而 3D 建模的 EOS 测量则不受影响,但这种影响程度相对很小,加上正负影响都存在,所以两者均值测量比较无明显差异。本研究显示,EOS 测量 FNA 所测得数据的一致性为良好,CT 测量 FNA 所测得数据的一致性为一般,其原因为 CT 测量 FNA 时股骨头中心和股骨颈峡部中点及所在层面的选择会受人为因素影响,而 EOS 测量则完全依据股骨标志 3D 重建所得,是标准化测量,其结果不受人为影响,因此 EOS 测量 FNA 的一致性分析结果较 CT 高。本研究认为 EOS 在实际人体 FNA 的测量中精确度基本与 CT 一致,但因 EOS 辐射剂量超低,可重复性强,用于测量 FNA 更具操作性。

本研究也存在一定局限性:股骨标本只选择 15°以内测量,超过 15°的测量有待继续研究;实际人体研究中选择的是正常人及轻度髋关节发育不良患者,有一定的局限性,且病例数也有限。

综上所述,在股骨标本各种体位 15°以内,EOS 与 CT 均可以提供稳定且可重复的 FNA 测量结果,在实体受试者中 EOS 的 FNA 测量结果较 CT 更为稳定、可靠,同时辐射量更小,可以替代 CT 为临床提供更精确的结果,是一种更稳定、安全的检测方法。

[参考文献]

[1] 唐学阳. 发育性髋关节脱位股骨颈前倾角矫正的相关问题[J]. 临床小儿外科杂志,2018,17(10):726 -730. doi:10.3969/j.issn.1671 -6353.2018.10.002.

[2] Souza AD,Ankolekar VH,Padmashali S,et al. Femoral neck anteversion and neck shaft angles:determination and their clinical implications in fetuses of different gestational ages[J]. Malays Orthop J,2015,9(2):33 -36. doi:10.5704/MOJ.1507.009.

[3] Jiang N,Peng L,Al-Qwbani M,et al. Femoral version,neck-shaft angle,and acetabular anteversion in Chinese Han population:a retrospective analysis of 466 healthy adults[J]. Medicine (Baltimore),2015,94(21):891. doi:10.1097/MD.0000000000000891.

[4] 张志军,张 辉,宋关阳,等. 股骨前倾角对复发性髌骨脱位术后髌骨稳定性的影响[J]. 中国运动医学杂志,2018,37(12):989 -993. doi:10.3969/j.issn.1000 -6710.2018.12.002.

[5] Kraeutler MJ,Chadayammuri V,Garabekyan T,et al. Femoral version abnormalities significantly outweigh effect of cam impingement on hip internal rotation[J]. J Bone Joint Surg Am,2018,100(3):205 -210. doi:10.2106/JBJS.17.01208.

[6] Boughton OR,Uemura K,Tamura K,et al. Gender and disease severity determine proximal femoral morphology in developmental dysplasia of the hip[J]. J Orthop Res,2019,37(5):1123 -1132. doi:10.1002/jor.24272.

[7] 施松青,邵永科,余金聪,等. 术前不同方法测量股骨前倾角与术后股骨柄前倾角的比较研究[J]. 现代实用医学,2019,31(10):1297 -1299. doi:10.3969/j.issn.1671 -0800.2019.10.006.

[8] 秦 霞,李桂阳. 在儿科 CT 检查中的辐射控制[J]. 影像研究与医学应用,2018,2(13):80 -81. doi:10.3969/j.issn.2096 -3807.2018.13.050.

[9] Silva MS,Fernandes ARC. Radiography,CT,and MRI of hip and lower limb disorders in children and adolescents[J]. Radiographics,2019,31(10):779 -794. doi:10.1148/rg.2019194008.

[10] Melhem E,Assi A,El Rachkidi R,et al. EOS biplanar X-ray imaging:concept,developments,benefits,and limitations[J]. J Child Orthop,2016,10(1):1 -14. doi:10.1007/s11832 -016 -0713 -0.

[11] Powell J,Gibly RF. Can EOS imaging substitute for conventional radiography in measurement of acetabular morphology in the young dysplastic hip?[J]. J Pediatr Orthop,2020,40(6):294 -299. doi:110.1097/BPO.0000000000001545.

doi:10.11659/jjssx.10E020084

·临床研究·

丁丙诺啡透皮贴联合 PCIA 在全膝关节置换术后镇痛中的应用疗效

李红艳,陈 金,王 娅,李 敏,程雪莲 (宜昌市夷陵医院骨科,湖北 宜昌 443100)

[摘 要] **目的** 探讨丁丙诺啡透皮贴联合自控静脉镇痛泵(PCIA)用于膝关节置换术后镇痛的疗效。**方法** 选取因膝关节骨性关节炎行单侧人工膝关节置换术的 80 例患者,将其随机分为治疗组(术前 1 d 采用丁丙诺啡透皮贴 + PCIA)和对照组(单纯应用 PCIA),每组 40 例。观察比较 2 组患者术后静态和动态 VAS 评分、PCIA 按压次数、膝关节活动度、补救镇痛药物使用量以及药物不良反应发生率。**结果** 治疗组在术后 6 h、12 h、1 d、2 d、3 d 的静态和动态 VAS 评分均明显低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$);而术后 4 d、7 d、14 d 2 组静态和动态 VAS 评分比较差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗组在术后 2 d 内 PCIA 按压次数、术后补救镇痛药物使用量均明显少于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。治疗组患者术后 3 d、4 d、7 d、14 d膝关节活动度明显大于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$);2 组患者不良反应发生率比较差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 丁丙诺啡透皮贴联合 PCIA 应用于膝关节置换术后镇痛是一种安全有效的镇痛方法,对术后疼痛的控制效果显著,可减少患者术后补救镇痛药物的使用,促进膝关节功能早期恢复,且不良反应少。

[关键词] 全膝人工关节置换;丁丙诺啡透皮贴;镇痛;自控静脉镇痛泵

[中图分类号] R687.4 [文献标识码] A [收稿日期] 2020-10-27

Outcome of buprenorphine transdermal patch combined with PCIA applied to postoperative analgesia after total knee arthroplasty

LI Hong-yan, CHEN Jin, WANG Ya, LI Min, CHEN Xue-lian (Department of Orthopedics, Yiling Hospital of Yichang, Yichang Hubei 443100, China)

Abstract: Objective To investigate the outcome of buprenorphine transdermal patch combined with patient controlled intravenous analgesia (PCIA) for postoperative analgesia after total knee arthroplasty. **Methods** Totally 80 patients with knee osteoarthritis underwent

[基金项目] 宜昌市应用基础研究项目(A19-301-54)

[通信作者] 陈 金,E-mail:ylyychenjin@163.com

[12] 李 青,翁文杰,王渭君,等. EOS 成像系统的介绍及其评估下肢力线临床价值的研究现状[J]. 中国骨伤,2019,40(9):875 - 878. doi:10.3969/j.issn.1003 - 0034.2019.09.021.

[13] 李 巍,朱景雨. 基于 EOS 系统的全身矢状面平衡评估的临床应用[J]. 中国医学物理学杂志,2018,35(7):801 - 806. doi:10.3969/j.issn.1005 - 202X.2018.07.012.

[14] 胡安宁,朱景雨,施 健. 一种全新的基于 EOS 影像的骨放射评价标准[J]. 中国医学物理学杂志,2017,34(4):371 - 376. doi:10.3969/j.issn.1005 - 202X.2017.04.010.

[15] 唐 密,毕 帆. EOS X 射线影像采集系统技术评估与应用分析[J]. 中国医疗设备,2016,31(10):12 - 15. doi:10.3969/j.issn.1674 - 1633.2016.10.004.

[16] Buck FM, Guggenberger R, Koch PP, et al. Femoral and tibial torsion measurements with 3D models based on low-dose biplanar radiographs in comparison with standard CT measurements[J]. AJR Am J Roentgenol, 2012, 199(5): W607 - W612. doi:10.2214/AJR.11.8295.

[17] Rosskopf AB, Ramseier LE, Sutter R, et al. Femoral and tibial torsion measurement in children andadolescents: comparison of 3D models based on low-dose biplanar radiography and low-dose CT[J]. AJR Am J Roentgenol, 2014, 202(3): W285 - W291. doi:10.1007/s00256 - 017 - 2569 - x.

[18] Szuper K, Schlegl AT, Leidecker E, et al. Three-dimensional quantitative analysis of the proximal femur and the pelvis in children and adolescents using an upright biplanar slot-scanning X-ray system[J]. Pediatr Radiol, 2015, 45(3): 411 - 421. doi:10.1007/s00247 - 014 - 3146 - 2.

[19] Pomerantz ML, Glaser D. Three-dimensional biplanar radiography as a new means of accessing femoral version: a comparitive study of EOS three-dimensional radiography versus computed tomography[J]. Skeletal Radiol, 2015, 44(2): 255 - 260. doi:10.1007/s00256 - 014 - 2031 - 2.

[20] Yan W, Xu X, Xu Q, et al. Femoral and tibial torsion measurements based on EOS imaging compared to 3D CT reconstruction measurements[J]. Ann Transl Med, 2019, 7(18): 460. doi:10.21037/atm.2019.08.49.

[21] Folinais D, Thelen P. Measuring femoral and rotational alignment: EOS system versus computed tomography[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2013, 99(5): 509 - 516. doi:10.1016/j.otsr.2012.12.023.

(编辑:魏 源)