

doi: 10.3969/j.issn.1009-6469.2020.06.019

◇临床医学◇

低剂量容积螺旋穿梭技术 4D 运动轨迹成像 在髌股关节紊乱检查中的优势

杨宝军^a, 席建平^a, 赵春丽^b, 王谦^a, 张博阳^a, 马晨^a作者单位: 宝鸡市中医医院, ^aCT室, ^b妇产科, 陕西 宝鸡 721001

基金项目: 陕西省宝鸡市卫计局2017年科研招标课题(2017-15)

摘要:目的 探讨低剂量容积螺旋穿梭技术(VHS)4D运动轨迹成像在髌股关节紊乱检查中的优势及应用价值。方法 选择2017年1月至2019年3月经宝鸡市中医医院临床确诊的48例髌股关节紊乱病人,采用随机数字表法分为常规组及VHS组,每组各24例。VHS组使用低剂量VHS扫描模式,扫描后对图像进行自适应统计迭代重建(ASiR);常规组采用常规扫描方案及常规剂量参数。两组图像分别测量反映髌股关节咬合关系的指标,VHS组并重建髌骨4D运动轨迹。统计指标异常关节,比较两种方法对髌股关节紊乱的检出率,并对两组病例的图像质量、辐射剂量进行比较,对VHS组髌骨运动轨迹质量进行评分。结果 VHS组对病膝的检出率为100.0%,常规组为78.1%,VHS组的检出率明显高于常规组,差异有统计学意义($P=0.001$);VHS组剂量长度乘积(DLP)为 (175.69 ± 15.61) mGy·cm,较常规组DLP (281.33 ± 20.47) mGy·cm辐射量减少了37.6%($t=3.667, P=0.001$)。VHS组图像满意率为91.7%,常规组为95.8%,满意率差异无统计学意义($P=0.500$)。VHS组轨迹合格率为95.8%。结论 髌股关节VHS低剂量4D运动轨迹成像技术,在髌股关节紊乱诊断中较常规检查方法具有明显的优势,值得推广应用。

关键词: 髌股关节/放射摄影术; 体层摄影术,螺旋计算机; 四维计算机体层摄影术; 容积螺旋穿梭; 运动轨迹

Advantage of 4D tracking imaging with low-dose volume helical shuttle in the examination of patellofemoral joint disorder

YANG Baojun^a, XI Jianping^a, ZHAO Chunli^b, WANG Qian^a, ZHANG Boyang^a, MA Chen^a

Author Affiliation: ^aDepartment of Radiology, ^b Department of Obstetrics and Gynecology, Baoji Tradition Chinese Medicine Hospital, Baoji, Shaanxi 721001, China

Abstract: Objective To explore the advantages and application value of 4D tracking by low-dose volume helical shuttle (VHS) technique in the examination of patellofemoral joint disorder. **Methods** Forty-eight patients with clinically diagnosed patellofemoral joint disorder in Baoji Tradition Chinese Medicine Hospital from January 2017 to March 2019 were randomly assigned into routine group and VHS group according to random numbers, with 24 cases in each group. The VHS group used VHS scan mode with low-dose, and the image was reconstructed by adaptive statistical iterative reconstruction (ASiR) after scanning while the routine group used standard scanning protocol and dose parameter. The indicators of the two groups were measured that reflect the relationship between the patellofemoral joints, the 4D tracking of the tibia was reconstructed in the VHS group, and all the abnormal joints were statistically and analyzed. The detection rate of the patellofemoral joint disorder was compared between the two methods. The image quality and radiation dose of the two groups were compared, and the tracking quality of the tibia was scored in the VHS group. **Results** The detection rate of sick knees in the VHS group was 100.0%, and that in the routine group was 78.1%. The detection rate of the VHS group was significantly higher than that of the routine group, and there was statistical difference ($P=0.001$). The dose length product (DLP) of the VHS group was (175.69 ± 15.61) mGy·cm, which was 37.6% less than that of the routine group (281.33 ± 20.47) mGy·cm ($t=3.667, P=0.001$). The image satisfaction rate of the VHS group was 91.7%, and that of the routine group was 95.8%, there was no significant difference ($P=0.500$). The tracking pass rate was 95.8% of the VHS group. **Conclusion** The VHS with low-dose technique has obvious advantages over the conventional examination methods in the diagnosis of patellofemoral joint disorders, and it is worthy of popularization and application.

Key words: Patellofemoral joint/radiography; Tomography, spiral computed; Four-dimensional computed tomography; Volume helical shuttle; Motion tracking

髌股关节具有独特的解剖构型及复杂的生物学属性^[1],多种因素可使髌骨偏离正常的运动轨

迹而导致髌股关节紊乱,为膝关节疼痛的主要原因之一^[2],其发病率高达15%~45%^[3]。以往对于髌股

关节疾病的研究主要在于评价髌股关节的咬合关系,而目前绝大多数学者认为能反应髌股关节运动规律及力学变化的髌骨运动轨迹应作为诊断该病的关键性指标^[3-4]。容积螺旋穿梭技术(volume helical shuttle, VHS),即动态500排技术,能显著提高CT的时间分辨率,动态显示关节的运动,有利于捕捉髌骨的运动轨迹^[5-6]。本研究将该扫描技术应用于髌股关节紊乱病人的CT扫描中,探讨其在髌股关节CT检查中的优势。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2017年1月至2019年3月经宝鸡市中医医院骨关节科临床综合检查后确诊的48例髌股关节紊乱病人,采用随机数字表法将其分为常规组及VHS组,每组各24例。纳入标准:(1)年龄 ≥ 18 岁;(2)膝关节无骨折及手术史;(3)VHS组病人膝关节运动不受限,能完全掌握并完成VHS扫描动作。排除标准:(1)伴有严重的膝关节内外翻畸形、骨性关节炎,膝关节感染等病变;(2)病人及近亲属对不同扫描方案辐射剂量较为敏感。两组病人的一般资料比较见表1,差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。本研究符合《世界医学协会赫尔辛基宣言》相关要求,所有病人均知情同意。

表1 常规组及容积螺旋穿梭(VHS)组髌股关节紊乱48例一般资料对比

| 基本信息 | 常规组 (n=24) | VHS组 (n=24) | $t(\chi^2)$ 值 | P值 |
|----------------------------|-------------------|-------------------|---------------|-------|
| 男(女)/例 | 8(16) | 7(17) | (0.565) | 0.732 |
| 年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$) | 33.16 \pm 9.21 | 36.54 \pm 7.44 | 1.187 | 0.238 |
| 身高/(cm, $\bar{x} \pm s$) | 165.37 \pm 6.23 | 163.49 \pm 8.12 | 1.691 | 0.105 |
| 体质量/(kg, $\bar{x} \pm s$) | 59.81 \pm 4.82 | 60.16 \pm 5.74 | 2.014 | 0.409 |
| 病膝(健膝)/只 | 32(16) | 37(11) | (3.567) | 0.168 |
| 患病时长/(年, $\bar{x} \pm s$) | 4.93 \pm 0.65 | 3.88 \pm 1.92 | -1.539 | 0.130 |

1.2 检查仪器与方法 使用GE公司Healthcare Optima CT660 64排128层螺旋CT扫描仪,以髌骨为中心,扫描范围从髌骨上缘3~5 cm至胫骨粗隆下2 cm。VHS组病人使用VHS扫描模式,病人取仰卧位,脚先进,双膝并拢,双足中立位并用束缚带固定,腘窝下垫三角垫;扫描前反复对病人进行双膝关节缓慢屈膝运动训练,保证其动作于20秒内尽量达到缓慢、准匀速,无明显的侧移及往复运动;双膝关节于完全伸直位扫描定位,启动扫描后嘱病人缓慢匀速屈膝;扫描条件:管电压80 kV,管电流为自动管电流或60~80 mAs固定管电流,层厚5 mm,穿梭7~10个时像,每次穿梭时间为2 s,螺距0.984:1,球管旋转1周0.6 s,扫描后对所有时像图像进行

80%~90%权重自适应统计迭代重建(ASiR),重建的层厚和间距为0.625 mm。常规组病人取仰卧位,脚先进,双膝并拢,膝下垫支撑垫使关节固定屈曲约20°~30°后行常规螺旋扫描,扫描条件:管电压120 kV,管电流为250~300 mAs,层厚5 mm,扫描后进行0.625 mm减薄并三维重建。

1.3 图像的处理及评价指标

1.3.1 客观评价 将扫描及处理后的图像传至AW4.6工作站,两组图像均行2D多平面重组(MPR),3D容积再现(VR)重建,常规组测量反映髌股咬合关系的指标:外侧髌股角(LPFA)、髌股适合角(CA)、髌骨倾斜角(PTA)^[7];VHS组分别测量各个时像图像的LPFA、CA、PTA,并使用4D Body Shuttle软件重建膝关节屈曲活动,显示髌骨的4D运动轨迹。将LPFA开口朝内、CA $> 16^\circ$ 、PTA $> 10^\circ$ 作为判定髌股关节失稳之常规指标异常的标准^[8],将髌骨在屈膝活动中明显的外移、倾斜视为轨迹异常的指标^[9-10]。统计所有指标异常关节,比较两种方法对髌股关节紊乱的检出率。

1.3.2 主观评价 由2名长期从事CT诊断工作的副主任医师对髌骨运动轨迹以及图像质量分别进行评分。运动轨迹从其完整性、连续性、光滑性上予以评判:5分——轨迹完整(0~60°),连续无顿挫、无侧方摆动及往复运动或为轻微的顿挫及侧方摆动;3分——轨迹能满足临床基本需求(0~30°),顿挫、侧方摆动或往复运动较为明显,但不影响髌骨运动轨迹的判定及常规指标的测量;0分——轨迹不完整($< 30^\circ$),顿挫、侧方摆动或往复运动过多、过大,不能有效判定髌骨运动轨迹及对常规指标的准确测量。3分以上即为合格轨迹。图像质量评判标准为:5分——结构清晰,边缘锐利,噪声及运动伪影小,软组织清晰可辨;3分——图像结构基本清晰,噪声及伪影较大,软组织边界模糊,骨性结构清晰可辨;0分——图像细微结构显示不清晰,骨性结构边界模糊,噪声及伪影过大。3分以上即为图像质量满意。当评判意见不一致时,两人讨论取得一致。

1.4 辐射剂量 两组病人完成检查后,CT自动提供容积剂量指数(CTDIvol)、剂量长度乘积(DLP)的数据。基于DLP估算CT辐射剂量的方法快捷方便,无须大量计算,所以本研究以DLP数值来评估两组辐射剂量。

1.5 统计学方法 所有数据采用SPSS 22.0统计软件进行分析。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用两独立样本 t 检验;计数资料采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

两组病人从病膝检出情况、图像质量、辐射剂量方面进行了对比分析(表2)。

VHS组24例病人48只膝关节均成功建立了髌股关节4D运动轨迹,获得了髌骨运动轨迹及不同屈膝角度的常规测量指标数值,VHS组的检出率明显高于常规组($P=0.001$),VHS技术可检出常规膝关节扫描时不能发现的髌股关节紊乱(图1A,1B)。

VHS组24例采用低剂量扫描,经统计学分析两组病人辐射量差异有统计学意义($t=3.667, P=0.001$),VHS组辐射剂量较常规组减少了37.6%,但两组图像质量总满意率经检验差异无统计学意义($P=0.500$)(图1C~1F)。

VHS组轨迹评分5分17只膝关节(35.4%),3分29只膝关节(60.4%),总合格率为95.8%,0分即不合格膝关节2只(4.2%)。不合格原因1只为轨迹不完整,1只为关节侧方摆动过大(图1G,1H)。

3 讨论

髌股关节紊乱是髌骨由于各种原因相对于股骨的运动偏离了正常的路线,继而引起下肢应力分布发生了改变,使膝关节的软组织结构、软骨等产生应激性反应,最终导致软骨炎、骨性关节炎等后果^[11-12]。传统使用X线、CT及MRI测量其LPFA、CA、PTA等指标进行评价,但这些指标仅仅反映了某一点静止状态下的髌股关节咬合关系,不能体现膝关节运动中髌股关节的变化情况^[13],因此对髌骨运动轨迹的研究愈显重要。而VHS技术是由GE公司开发,它通过实时精控扫描床,使其在数据采集期间持续、精准地往复运动,借助动态螺距容积穿梭及锥形束重建,在提高了时间分辨率的同时,其成像Z轴范围增大至312.5 mm,可有效实现组织器官的功能成像。目前该技术主要应用于CT的灌注成像、动态血管成像、血流动力学成像等方面^[14]。将该技术应用于捕捉髌股关节的运动轨迹,可在满足3D成像的基础上,最大程度的采集到关节活动的整个信息,实现直观的4D动态成像。

从本研究结果来看,VHS技术对病膝的检出率达到100.0%,明显高于常规方法的检出率(78.1%)。

其主要原因是:首先VHS组可获得多组不同屈膝角度下的图像,信息量大而全,而常规组只有一组图像,信息量少;膝关节在屈伸何种角度下测量的指标具有诊断的特异性本就在临床实践中存在一定的争议^[15],何况常规组仅反映了关节在某一屈膝角度下的咬合关系,所以VHS组不仅有利于检出髌骨稳定性最差时(屈膝0~20°内)任一角度发生的关节不稳,也有利于检出少部分髌骨在屈曲20~30°后发生的不稳及一过性关节不稳^[16],检出范围广;其次VHS组可重建出髌股关节的运动轨迹,在人体运动中发现隐匿的髌股关节紊乱及运动功能的改变。

VHS技术能100%的建立了髌股关节的运动轨迹,但膝关节结构复杂,其运动除过屈伸运动外,还有内外侧的侧方位移、旋转等^[17]。本研究通过使用束缚带固定脚踝及膝关节上方,尽量减少胫股关节运动所致的侧方运动,保证髌股关节运动轨迹的光滑性;扫描前对病人严格的训练,保证其运动准匀速、缓慢,尽量减少顿挫及关节的往复运动,保证髌股关节运动轨迹的连续性。VHS组轨迹不合格率为4.2%,主要原因是膝关节侧方摆动多大、或在规定时间内运动过于缓慢而屈膝不到位、或出现多次的重复运动,这些均属于因病人主观不能完全配合或是膝关节疾患影响了规定动作的完成所致,也是导致5分轨迹少(35.4%),3分轨迹较多(60.4%)的主要原因。

VHS技术需要多个时像的穿梭扫描,易增加辐射剂量。本研究VHS组使用低管电压(80 kV)、低管电流(自动管电流或60~80 mA),辐射剂量DLP仅为(175.69±15.61)mGy·cm,低于常规组扫描剂量的37.6%。辐射剂量的降低,明显增加了图像的噪声,影响图像质量,但ASiR技术通过多次迭代,对噪声加以校正及抑制,使得到的图像较为清晰,本研究两组图像满意率差异无统计学意义,体现了合理有效的最低剂量原则(ALARA)^[18-19]。

以往学者对髌股关节进行多次及多角度的静态扫描,然后勾画髌骨中心的相对应位置来获得髌骨的运动轨迹,其扫描过程繁琐,图像后处理及轨迹的勾画复杂,直视性及可重复性差^[20]。VHS技术改善了其研究的方法,具有一次定位、一次扫描,图

表2 常规组及容积螺旋穿梭(VHS)组髌股关节紊乱检出率、图像质量及辐射剂量对比

| 组别 | 例数 | 总膝(病膝)/ 只 | 病膝检出率/ 只(%) | 图像质量评分/例(%) | | | | 剂量长度乘积/ (mGy·cm, $\bar{x} \pm s$) |
|------|----|--------------|--------------------|-------------|----------|--------|--------------------|---------------------------------------|
| | | | | 5分 | 3分 | 0分 | 满意率 | |
| 常规组 | 24 | 48(32) | 25(78.1) | 12(50.0) | 11(45.8) | 1(4.2) | 23(95.8) | 281.33±20.47 |
| VHS组 | 24 | 48(37) | 37(100.0) | 10(41.7) | 12(50.0) | 2(8.3) | 22(91.7) | 175.69±15.61 |
| t值 | | | | | | | | 3.667 |
| P值 | | | 0.001 ^a | | | | 0.500 ^a | 0.001 |

注:a示采用Fisher确切概率法

像后处理简单,轨迹观察比较直观,可重复性强等特点,且其采集的数据较为全面,配合低剂量扫描方案,可有效检出髌股关节紊乱,较常规检查具有明显的优势,值得推广应用。

(本文图1见插图6-4)

参考文献

- [1] LOEB AE, TANAKA M J. The medial patellofemoral complex. [J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2018, 11(2): 201-208.
- [2] 杨辰, 曲峰. 髌股关节痛病因、治疗和分组的生物力学研究进展[J]. *中国运动医学杂志*, 2017, 36(10): 927-932.
- [3] 宗飞. 640层动态容积CT对正常人与髌股关节对合不良患者的髌骨运动轨迹的对比性研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2014.
- [4] 侯俊鹏, 张旭辉. 髌骨不稳的诊断及治疗现状[J]. *实用医药杂志*, 2018, 35(5): 467-470.
- [5] 柳秋风, 黄超, 李洋, 等. 动态500排CT技术在分泌性中耳炎患者咽鼓管动态扫描成像中的优势[J]. *放射学实践*, 2018, 33(11): 1133-1136.
- [6] 孙晨. GE超高端CT680的四大技术揭秘[J]. *中国医疗设备*, 2014, 29(9): 163.
- [7] 刘军成, 周晟. 动态CT评价髌股关节排列异常的研究进展[J]. *中国临床研究*, 2014, 27(10): 1284-1286.
- [8] 李保灿, 殷晓东, 郭旗, 等. 髌骨倾斜角动态变化分析对髌股关节不稳的诊断价值[J]. *临床放射学杂志*, 2015, 34(8): 1329-1332.
- [9] 薛喆, 宋关阳, 刘心, 等. 髌骨运动轨迹测量方法及结果的相关研究进展[J]. *中国运动医学杂志*, 2017, 36(12): 1112-1116, 1121.
- [10] TANAKA M J, ELIAS J J, WILLIAMS A A, et al. Characterization of patellar maltracking using dynamic kinematic CT imaging in patients with patellar instability [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016, 24(11): 3634-3641.
- [11] 苏静亮, 王晋东, 周元博, 等. 髌股疼痛综合征病因及治疗的新进展[J]. *中华关节外科杂志(电子版)*, 2019, 13(3): 353-358. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-134X.2019.03.016.
- [12] 张有磊. 髌骨倾斜与外侧高压综合征的研究进展[J]. *中国骨与关节杂志*, 2014, 3(6): 455-459.
- [13] 毛存华, 丁承宗. 320层螺旋CT 4D动态重建在髌骨脱位半脱位诊断中的初步应用[J]. *中国中西医结合影像学杂志*, 2011, 9(3): 220-222.
- [14] 杨宝军, 张玲惠, 刘文涛, 等. 基于ASiR平台的动态500排技术对颞下颌关节紊乱病诊断价值[J]. *现代仪器与医疗*, 2015, 21(6): 1-2.
- [15] ELIAS JJ, JONES KC, CYRUS RS, et al. Dynamic tracking influenced by anatomy following medial patellofemoral ligament reconstruction: Computational simulation [J]. *Knee*, 2018, 25(2): 262-270.
- [16] DEI GL, ENEA D, PIERDICCA L, et al. Evaluation of patello-femoral alignment by CT scans: interobserver reliability of several parameters [J]. *Radiol Med*, 2015, 120(11): 1031-1042.
- [17] 王星亮, 刘云鹏, 徐志庆, 等. 髌股关节准动态三维运动模型的构建及其应用[J]. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24(12): 1107-1112.
- [18] LI X, SHU H, ZHANG Y, et al. Low-dose CT with adaptive statistical iterative reconstruction for evaluation of urinary stone [J]. *OncoTarget*, 2018, 9(28): 20103-20111.
- [19] 李冠, 黄伟, 王金宝, 等. 基于不同权重迭代重建算法及双低CT扫描技术获取原始数据行肺静脉3D建模打印优化的可行性分析[J]. *临床放射学杂志*, 2018, 37(10): 1751-1754.
- [20] FORSBERG D, LINDBLOM M, QUICK P, et al. Quantitative analysis of the patellofemoral motion pattern using semi-automatic processing of 4D CT data [J]. *Int J Comput Assist Radiol Surg*, 2016, 11(9): 1731-1741.

(收稿日期: 2019-04-24, 修回日期: 2019-05-14)

doi: 10.3969/j.issn.1009-6469.2020.06.020

◇临床医学◇

产妇869例产后心理状态分析

陈文曦, 夏静, 浦丹华, 陶新城, 葛环, 吴洁

作者单位: 南京医科大学第一附属医院、江苏省人民医院、江苏省妇幼保健院妇女保健科, 江苏 南京 210036

通信作者: 吴洁, 女, 主任医师, 博士生导师, 研究方向为妇女保健、妇科内分泌, E-mail: wujiemd@126.com

基金项目: 江苏省卫生计生委妇幼健康重点学科(FXK201701)

摘要: **目的** 探讨产后女性尤其是二胎产后女性的心理健康状态及其相关影响因素。 **方法** 调查2016年8月到2018年12月在江苏省妇幼保健院门诊进行产后常规检查的869例妇女, 记录研究对象的年龄、教育程度、产次、分娩方式指标, 采用90项症状量表(SCL-90)进行心理状况评估, 分析相关影响因素与产妇产后SCL-90评分的关系。 **结果** 869例产妇中SCL-90总分超过160分的有77例(8.86%)。不同年龄层、文化程度及分娩方式的产妇产后SCL-90评分阳性例数差异有统计学意义($P < 0.05$)。其中, 产妇产后强迫、人际关系敏感、抑郁、焦虑、敌对、恐怖、偏执、精神病性因子等在不同年龄组间差异有统计学意义($P < 0.05$), 且17~24岁组各因子分均显著高于其他组; 恐怖因子分、偏执因子分及其他因子在不同文化程度组间差异有统计学意义($P < 0.05$), 这3个因子分在初中及以下学历产妇中水平最高。此外, 进一步分析286例二胎产妇, 发现人际关系敏感因子分在不同年龄组间差异有统计学意义($P < 0.05$), 其中17~24岁组(1.41±0.67)分最高, >34~39岁组(1.20±0.34)分最低; 其他因子分在不同文化程度的产妇产后差异有统计学意义($P < 0.05$)。 **结论** 低龄(17~24岁)与文化程度低(初中及以下学历)的产妇产后更易产生负性情绪, 需要得到家庭与医生的更多关注。

关键词: 产后保健/心理学; 产次; 情感症状; 90项症状自评量表(SCL-90); 影响因素