

论 著

不同屈膝角度下半
月板运动及形态改
变的MRI研究广东省东莞市中医院放射科
(广东 东莞 523000)麦春华 蔡泽银 钟似玉
董汉杰 黎智强

【摘要】目的 通过磁共振检查观测不同屈膝角度下半月板的运动及形态学改变,以期获取准确、完整的数据及变化规律。**方法** 健康志愿者34名行膝关节MRI扫描,每个关节行伸直位和屈膝30°、60°三个体位检查,利用MR容积数据进行MPR重建,测量半月板外周缘在不同体位下的位置和高度改变并进行统计学处理。**结果** 随着屈膝角度的增大,半月板的移动距离和高度有不同程度的增加,移动距离多为外侧半月板大于内侧($P < 0.05$),半月板前角大于后角。半月板前后角均向后移位、体部向外侧移位,从1st至3rd,移动距离呈下降趋势,从4th至7th,半月板移动距离为负值,移动方向为远离半月板中心。**结论** 不同角度屈膝位MRI扫描以无创而简便的方法显示半月板的运动和形态学改变,为更好地认识半月板疾病和半月板移植提供客观依据。

【关键词】 膝关节; 磁共振; 半月板; 运动; 形态学

【中图分类号】 R684

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2017.02.037

通讯作者: 麦春华

A MRI Study of Meniscal Movement and Morphology Change at Different Flexion Angle of the Knee

MAI Chun-hua, CAI Ze-yin, ZHONG Si-yu, et al., Department of Radiology, Hospital of Traditional Chinese Medicine, Dongguan 523000, Guangdong Province, China

[Abstract] **Objective** To evaluate movement and morphologic change of the meniscal at different flexion angle of the knee by performing MRI scanning in human subjects, so as to obtain accurate and comprehensive data and the rule of the individual variation. **Methods** Thirty-four healthy knees from volunteers were examined by MRI. The knees were imaged with the knee flexed in different angle (0° , 30° , 60°) with a 3-dimensional multi-data imaging being processed, the meniscal migration and height change were measured. **Results** The migration and the height change of the meniscus increased with the knee flexed. Posterior motion of lateral meniscus was greater than medial meniscus mostly, greater in the anterior horn than in the posterior horn ($P < 0.05$). Both of the anterior and the posterior horns of the meniscus migrated posteriorly while the middle portion of the meniscus migrated laterally. There was a decrease in the migration from the 1st to 3rd, but negative values were observed from 4th to 7th with the direction being away from the meniscus. **Conclusion** It is a simple and non-invasive way that MRI scan of the knee at different degrees of flexion, demonstrating the kinematics and morphologic changes of the meniscus, providing better understanding of the meniscus diseases and objective evidence for meniscus transplantation.

[Key words] Knee Joint; MRI; Meniscus; Motion; Morphology

半月板在承受载荷、吸收震荡、润滑和稳定关节等方面有着重要作用。膝关节活动过程中,半月板随着膝关节胫骨和股骨移动,增加接触面积和提供更加有效保护关节软骨作用。半月板能够发挥生理功能必须保持正常的解剖形态和位置。目前的研究多集中在半月板损伤、形态学测量等^[1-2],针对屈膝过程中半月板的运动和形态学变化的研究较少。本研究采集正常膝关节容积数据及进行三维重建,观测不同屈膝角度半月板位置和形态的相对变化,以期获取准确、完整的数据及变化规律,以供临床工作参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选择正常成年健康志愿者34名(均填写知情同意书),男20名、女14名,年龄18~32岁,平均24岁;身高154~175cm,平均身高165cm;体重43~75kg,平均65kg;其中右膝18只、左膝16只。

1.2 MRI检查 应用Philips Achieva 3.0T超导MR成像系统、相控阵柔软线圈(SENSE-Flex-L)进行图像采集,采用容积3D脂肪抑制序列(PDW VISTA SPAIR):TR1300ms,TE30ms,矩阵 280×266 ,NEX为2。每个膝关节行3个体位检查:伸直位和屈膝 30° 、 60° 。为了保证屈曲角度的准确性,使用木板制作了 30° 、 60° 两个三角板模型,屈膝扫描时将三角板依次固定在膝关节下方,使膝关节屈曲成特定角度,先扫矢状定位像,测量屈膝角度,误差控制在 $\pm 3^\circ$ 内。

1.3 图像后处理和测量 将获得的膝关节MRI容积数据传至工作站,图像后处理采用MPR技术。在冠状位图像上,旋转轴位图像调整出内外侧半月板最大显示层面,将坐标移至外侧半月板,在轴位图像上设定6组扫描线,相邻扫描线夹角为 30° ,扫描线以半月板为中心(半月板前后角突点连线为Y轴)行放射状重建,自前往外往后分别记为1st、2nd、3rd、4th、5th、6th、7th(见图1)。同理得到内侧半月板放射状图像。

用机器自带的测量软件,测量三个体位内外侧半月板周缘7个测量点的位置和高度(见图2),将测定 30° 、 60° 半月板的位置和高度测量值,分别同 0° 相减,得出屈膝 30° 、 60° 时半月板的移动距离及高度变化。每项测量由一位放射科主治医师独立进行,同一参数重复测量2次,取两次平均值作为最后结果,测量值精确到0.1mm。

1.4 统计学方法 采用SPSS17.0软件进行数据分析。数据以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示。将各计量数据进行正态性检验,符合正态分布统计量采用配对t检验,不符合正态分布统计量采用配对非参数检验。

2 结 果

2.1 半月板各测量点的移动距离 半月板各测量点的移动距离,(见表1和图1-2)。内外侧半月板的移动距离随着屈膝角度的增大而增加,半月板前后角均有后移运动,前角运动距离大于后角,从1st至3rd,移动距离呈下降趋势,从4th至7th,半月板移动距离为负值,移动距离增减变化无一致趋势。除2nd测量点内外

侧半月板移动距离没有明显差别($P>0.05$),其余测量点内外侧半月板的移动距离均有统计学差异($P<0.05$),1st、4th、5th、6th、7th测量点外侧半月板移动距离大于内侧,2nd、3rd测量点内侧半月板移动范围大于外侧;半月板相邻测量点移动距离对比,除内外侧4th与5th测量点间移动距离没有明显差别外,其余相邻测量点间移动距离均有统计学差异($P<0.05$)。

2.2 半月板高度变化 如表2所示:随着屈膝角度的增大,半月板的高度有不同程度增加,半月板前角高度变化大于后角。内外侧半月板的高度变化对比,屈膝 30° 时3rd、4th、5th内外侧半月板高度变化有统计学差异($P<0.05$),屈膝 60° 时1st、2nd、4th、5th、6th、7th内外侧半月板高度变化有统计学差异($P<0.05$)。

3 讨 论

半月板是充填在膝关节胫骨和股骨之间的纤维软骨,借纤维韧带附着于股骨和胫骨之间。由于其横断面的楔形结构,因而加深了胫骨平台的关节面,使两个突出的股骨和胫骨髁能够更好的匹配。内侧半月板呈“C”形,前角纤维附着于前交叉韧带前、胫骨两髁之间,有些纤维伸过关节前方,与外侧半月板前角相连,形成膝横韧带,对半月板前角后移有限制作用^[3]。内侧半月板外周连续附着于关节囊,且中心有内侧副韧带深层加固连接,减少了内侧半月板的活动性。外侧半月板近似“O”形,前角附着于前交叉韧带后面、后角附着于胫骨髁间隆起后方,半月板外周缘附着于关节囊,但在后外侧被腓肌腱裂孔分隔,与外侧副韧带并不直接相连。腓肌腱通过腓肌腱裂孔时发出的纤维束-腓肌半月板纤

表1 半月板移动距离测量结果(n=34) ($\bar{x} \pm s$ mm)

测量点	外侧半月板		内侧半月板	
	30°	60°	30°	60°
1 st	3.30 ± 0.25	5.44 ± 0.38	2.32 ± 0.30	4.22 ± 0.26
2 nd	2.01 ± 0.23	3.71 ± 0.15	2.09 ± 0.14	3.80 ± 0.25
3 rd	1.08 ± 0.10	2.16 ± 0.70	1.76 ± 0.18	3.20 ± 0.38
4 th	1.98 ± 0.29	-2.71 ± 0.26	-1.26 ± 0.25	-2.44 ± 0.42
5 th	-1.96 ± 0.18	2.83 ± 0.21	-0.98 ± 0.18	-1.95 ± 0.41
6 th	-1.54 ± 0.16	-2.39 ± 0.25	-1.09 ± 0.16	-2.14 ± 0.18
7 th	-2.16 ± 0.43	-4.02 ± 0.40	-1.40 ± 0.33	-3.01 ± 0.44

表2 半月板高度变化测量结果(n=34) ($\bar{x} \pm s$ mm)

测量点	外侧半月板		内侧半月板	
	30°	60°	30°	60°
1 st	1.03 ± 0.26	2.47 ± 0.34	1.03 ± 0.16	1.95 ± 0.21
2 nd	0.94 ± 0.09	1.73 ± 0.12	0.90 ± 0.09	1.48 ± 0.17
3 rd	0.67 ± 0.23	1.75 ± 0.24	0.85 ± 0.29	1.68 ± 0.28
4 th	0.52 ± 0.38	1.12 ± 0.13	0.86 ± 0.21	1.66 ± 0.23
5 th	0.78 ± 0.22	1.36 ± 0.33	0.93 ± 0.22	1.72 ± 0.23
6 th	0.64 ± 0.26	1.99 ± 0.24	0.66 ± 0.21	1.48 ± 0.28
7 th	0.91 ± 0.43	2.23 ± 0.42	0.99 ± 0.23	1.69 ± 0.27

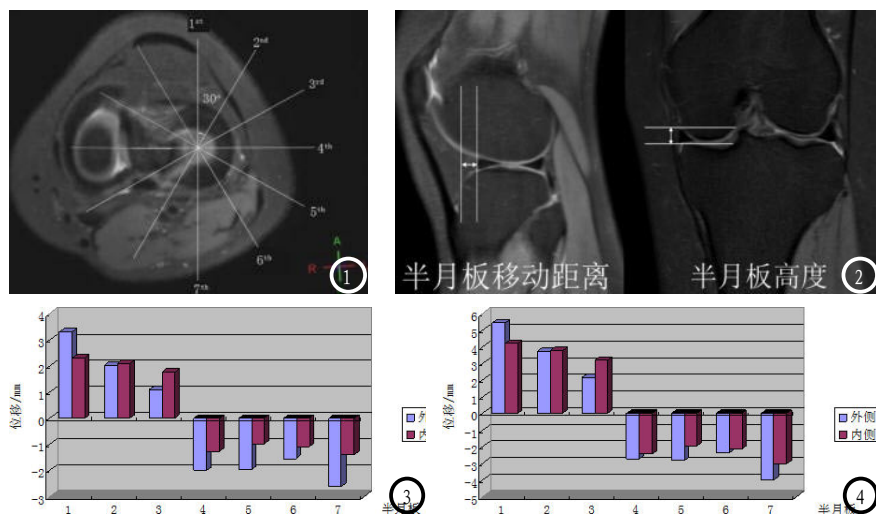


图1 半月板放射状重建示意图。图2 半月板移动距离和高度的测量方法。图3 屈膝30° 内外侧半月板移动距离变化趋势图。图4 内外侧半月板60° 移动距离变化趋势图。

维束, 融合于外侧半月板后角, 对半月板起牵拉和固定作用^[4]。此外, 冠状韧带位于半月板外缘和胫骨内外侧骨缘之间的, 其作用是控制半月板在胫骨平台的固定轨道上运动, 调节半月板前后滑动的距离, 限制半月板不向侧缘滑动。

国内外学者通过不同的方法证实: 随着膝关节的屈曲, 半月板前后角均有后移运动, 同时可见半月板侧方运动^[5-7]。这是由于半月板的运动很大程度上与股骨髁的运动相关^[6], 其次是半月板附着的大小、方向和强度。膝关节伸直时, 胫股关节的接触点前移, 半月板由于股骨髁的推挤而被动向前, 同时由于胫骨相对前移, 通过胫骨半月板韧带将半月板前拉。膝关节屈曲时, 胫股关节接触点后移, 半月板一方面由于股骨髁挤压移向后方, 另外附着于半月板前缘的半膜肌和腓肌的牵拉, 将其拉向后方。同时由于股骨髁后侧宽度大于前方, 所以随着屈膝, 半月板逐渐被推向侧方, 以使半月板与股骨髁及胫骨平台尽可能互相匹配^[8]。

陈海南等^[6]应用开放式MRI获取屈膝过程的动态MRI图像, 在矢

状位、冠状位测量半月板的移动距离, 结果显示外侧半月板移动距离大于内侧, 半月板前角运动大于后角, 内侧半月板的后角运动范围最小。本研究采用MRI容积扫描并进行三维重建, 将半月板外周缘由前向后等分七个测量点, 1st测量点位于半月板前角、4th测量点位于体部, 7th测量点位于后角, 统计结果显示半月板的移动距离随着屈膝角度的增加而增大, 外侧半月板1st测量点的移动距离最大, 1st、4th、5th、6th、7th测量点外侧半月板移动距离大于内侧, 有统计学差异($P < 0.05$), 而2nd、3rd测量点内侧半月板移动范围大于外侧, 与上述研究结论并不一致。就具体测量值而言, 由于样本的个体差异、关节屈曲角度、扫描层厚、测量方法等存在一定的差异, 使得具体的测量值在文献之间及本研究与文献之间不完全一致。

比较半月板外周缘相邻区间测量值之间的差异, 可以发现半月板1st~3rd测量点, 移动距离自前向后呈减少趋势, 相邻测量点间移动距离有显著差异($P < 0.05$), 半月板4th~7th区间移动距离为负值, 增减变化无一致

趋势, 4th与5th测量点间移动距离没有显著差异。以上结果说明: 随着屈膝, 半月板1st~3rd区间逐渐移向关节中心, 而半月板4th~7th区间则向侧后方移位, 逐渐移向关节间室周边。在屈膝过程中, 股骨髁向后滚动和滑动, 膝关节腔后面间室的容积逐渐减少, 另外由于半月板后角和体部活动度相对较小, 如关节猛烈屈伸, 则使半月板后角及体部易受挤压于胫股关节面间而导致损伤。

随着屈膝角度的增大, 半月板的高度可见不同程度的增加。这是由于半月板为适合股骨髁后方较小的曲率半径而出现的形态变化^[6]。半月板主要由排成环周状走向, 纵向排列构成半月板的框架结构, 当关节承受轴向压力时, 环周分布的胶原束允许半月板变形。而相对便利的分子间滑动可使半月板在任何关节角度下贴合关节软骨表面, 从而提供最大限度的承受和传导载荷效能^[9]。本研究结果显示, 屈膝0°位时外侧半月板后角高于前角, 外侧半月板后角高于内侧半月板, 与徐伟等^[2]的研究结果一致, 屈膝30°时前后角高度变化内外侧半月板无明显差异, 屈膝60°时高度变化有明显差异, 高度变化外侧半月板大于内侧。这种形态学特征可能是临床上外侧半月板易损伤的原因之一。

本研究通过观测不同屈曲角度下半月板的相对位移及其形态变化趋势, 有助于更深地理解关节的解剖结构特点, 寻找半月板损伤的内在因素, 为运动医学预防半月板损伤提供理论依据, 为半月板移植提供数据参考。

(下转第 124 页)