

论著

文章编号:1000-5404(2012)06-0546-05

子宫脱垂患者骶主韧带 MR 三维重建模型的研究

杨晓红¹,徐惠成¹,陈伟²,梁志清¹,谢兵²,谭立文³ (400038 重庆,第三军医大学:西南医院妇产科¹,西南医院放射科²,基础医学部人体解剖学教研室,重庆市计算医学研究所³)

[摘要] 目的 通过盆底磁共振成像(MRI)建立三维重建模型,将子宫脱垂患者骶韧带(uterosacral ligaments, USL)和主韧带(cardinal ligaments, CL)测量各参数与健康女性比较,探讨骶主韧带解剖改变的主要几何参数,从MRI三维重建角度客观评价子宫脱垂的各种盆底重建术。**方法** 选择2010年10月至2011年10月确诊为子宫脱垂患者20例为研究对象,选取健康女性20例为对照组。对2组进行盆底MRI薄层扫描建立图像集,在计算机三维重建软件上行骶主韧带及盆腔器官三维重建,测量并比较2组骶主韧带起止点、长度、体积、骶韧带弯曲度、骶韧带之间角度、同侧骶主韧带角度等参数值的变化。**结果** 子宫脱垂患者组骶韧带长度小于对照组($P < 0.05$),骶韧带角度大于对照组($P < 0.05$),主韧带测量参数无显著性差异。20例子宫脱垂患者中骶韧带起自骶骨2例(10%)、尾骨肌/骶棘韧带复合体16例(80%)、坐骨棘2例(10%);插入宫颈8例(40%)、阴道2例(10%)、宫颈和阴道10例(50%);主韧带起自同侧骨盆侧壁坐骨大孔,8例插入到宫颈(40%),4例到阴道(20%),8例到宫颈和阴道(40%);健康对照组中骶韧带起自骶骨6例(30%)、尾骨肌/骶棘韧带复合体13例(65%)、坐骨棘1例(5%);插入宫颈6例(30%)、阴道2例(10%)、宫颈和阴道12例(60%);主韧带起自同侧骨盆侧壁坐骨大孔,8例到宫颈(40%),2例到阴道(10%),10例到宫颈和阴道(50%)。**结论** MRI三维重建能清楚显示盆底器官与子宫骶主韧带解剖关系及三维几何量化关系;骶韧带之间角度、骶韧带长度是子宫脱垂病变的重要参数,主韧带解剖几何参数变化与子宫脱垂无显著性意义,治疗子宫脱垂各种盆底重建术的中心是骶韧带重建。

[关键词] 磁共振成像;子宫骶主韧带;三维重建

[中图分类号] R319;R711.23;R445.2

[文献标志码] A

Study of three-dimensional reconstruction model of cardinal and uterosacral ligaments by MRI in patients with uterine prolapse

Yang Xiaohong¹, Xu Huicheng¹, Chen Wei², Liang Zhiqing¹, Xie Bing², Tan Liwen³ (¹Department of Gynaecology and Obstetrics, ²Department of Radiology, Southwest Hospital; ³Department of Anatomy, Research Institute of Computer Medicine, College of Basic Medical Sciences, Third Military Medical University, Chongqing, 400038, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the geometric parameter changes in anatomy abnormalities of cardinal ligaments (CL) and uterosacral ligaments (USL) in uterine prolapse, and to evaluate different types of pelvic floor reconstruction for uterine prolapse treatment by MRI-based three-dimensional (3D) reconstruction. **Methods** Twenty patients with diagnosed uterine prolapse from October 2010 to October 2011 and 20 healthy volunteers were assigned as a patient group and a control group, respectively. The 3D reconstruction models of CL, USL and pelvic organs were constructed from the MRI data of the two groups of subjects by 3D reconstruction software. The origin, end point, length, volume and curvature of CL and USL, the angle of USL and the angle between the same side of CL and USL were compared between the two groups. **Results** The length of USL in the patient group was shorter than that in the control group ($P < 0.05$). The angle of USL in the patient group was larger than that in the control group ($P < 0.05$). There was no significant difference in the measurement parameters of CL between the two groups ($P < 0.05$). In the patient group, the USL origins were 2 cases (10%) on sacrum, 16 cases (80%) on coccygeus/sacrospinous complex, and 2 cases (10%) on ischial spine, and its endpoints attached to cervix in 8 cases (40%), to vagina in 2 cases (10%), and to both cervix and vagina in 10 cases (50%). The CL originated from greater sciatic foramen at the same side of pelvic sidewall, and its endpoints attached to cervix in 8 cases (40%), to vagina in 4 cases (20%), and to both cervix and vagina in 8 cases (40%). In the control group, the USL origins were 6 cases (30%) on sacrum, 13 cases (65%) on coccygeus/sacrospinous complex, and 1 case (5%) on ischial spine, and its endpoints

[通信作者] 梁志清, E-mail: zhiq.lzliang@gmail.com

徐惠成, E-mail: xhuicheng@yahoo.com.cn

attached to cervix in 6 cases (30%), to vagina in 2 cases (10%), and to both cervix and vagina in 12 cases (60%). The CL originated from greater sciatic foramen at the same side of pelvic sidewall, and its endpoints attached to cervix in 8 cases (40%), to vagina in 2 cases (10%), and to both cervix and vagina in 10 cases (50%). **Conclusion** The MRI 3D reconstruction model can clearly demonstrate the geometrical and anatomical relationships between pelvic organs and the ligaments of CL and USL. The angle and the length of USL are the main parameters associated with uterine prolapse, but not the parameters of CL. The reconstruction of USL is the key point of different types of pelvic floor reconstruction for uterine prolapse treatment.

[**Key words**] uterine prolapse; MRI three-dimensional model; the cardinal and uterosacral ligaments

Corresponding author: Liang Zhiqing, E-mail: zhiq.lzliang@gmail.com; Xu Huicheng, E-mail: xhuicheng@yahoo.com.cn

女性盆底功能障碍性疾病 (pelvic floor dysfunction, PFD) 是指盆底支持组织因损伤或退化等原因所致松弛而引发的疾病。主要包括压力性尿失禁 (stress urinary incontinence, SUI) 和盆腔器官脱垂 (pelvic organ prolapse, POP)。随着人口的老齡化和对生活质量要求的提高, 盆底功能障碍性疾病发病率逐年增高。据报道, PFD 的患病率占女性人口的 40%~60%, 子宫脱垂合并阴道前壁或后壁同时脱垂的发生率为 67%~100%^[1], 严重影响妇女身体及心理健康, 故治疗时需同时解决不同部位的脱垂^[2]。因此, 术前准确评估盆腔器官脱垂的状况和程度, 是使患者获得有效、个性化治疗的前提。

目前国内外诊断子宫脱垂主要依据 ICS (International Continence Society) 推荐的 POP-Q (pelvic organ prolapse quantification) 标准, 但该项检查为主观评价, 对现有盆底肌群变化及周围脏器脱垂、受力情况不能精确地反应。本研究应用 3.0 T 高场强磁共振对盆腔行连续薄层成像, 通过计算机软件重建 3D 模型, 展示子宫脱垂患者与健康女性宫颈周围骶主韧带立体解剖, 定量比较骶主韧带解剖几何参数变化, 分析子宫脱垂患者骶主韧带解剖改变特点, 研究发病机制, 为进一步指导设计优化的临床治疗方案, 以期获得具有理论指导的完美手术方案提供有利依据^[3-4]。

1 资料与方法

1.1 临床资料

2010年10月至2011年10月选择第三军医大学西南医院妇产科入院确诊为子宫脱垂患者20例为研究对象, 患者年龄(46.1±8.3)岁, 孕(3.4±1.2)次, 产(2.2±1.3)次。所有入选者无盆腔手术史并经过临床问卷调查、尿道动力学测定、采用 ICS 的 POP-Q 标准, 子宫脱垂诊断主要按照盆底器官脱垂定量分度法 (POP-Q) 进行分期。确诊无盆底功能障碍性疾病的健康女性 20 例为对照组。年龄(47.8±9.5)岁, 孕(3.2±1.8)次, 产(2.7±0.9)次。2组年龄和孕产次比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。排除 MRI 检查的禁忌证, 如宫内节育器、髋关节金属植入物、心脏起搏器等。

1.2 MRI 检查方法

检查前 1 h 嘱患者排空膀胱, 采用 Siemens 3.0T 磁共振成像仪 (SIEMENS Trio), 四通道体表线圈。检查时患者取仰卧

位, 双下肢稍外展。扫描范围: 横断位为上缘至髂嵴水平、下缘扫描至肛门口; 矢状位耻骨联合内侧缘向两侧扫描至髌白外侧缘, 冠状平面是耻骨联合到骶凹平面。

采用矢状位、横断位及冠状位扫描, 矢状位采取静息和最大用力快速 MRI HASTE 成像: TR 1 000 ms, TE 92 ms, 层厚 2 mm, 层间距 0, 视野 269×269, 矩阵 128×256; 冠状位 TSE T₂WI: TR 3 100 ms, TE 33 ms, 层厚 1 mm, 层间距 0, 视野 349×349, 矩阵 384×84, 激励次数 2 次; 横断位采用 SE T₁WI、TSE T₂WI 序列, T₁WI: TR 500 ms, TE 11 ms, 层厚 1 mm, 层间距 0, 视野 320, 矩阵 320×320, 激励次数 2 次, TSE T₂WI: TR 3 100 ms, TE 33 ms, 层厚 1.0 mm, 层间距 0, 视野 279×380, 矩阵 376×512, 激励次数 2 次; 共采集约 30 min。

1.3 三维建模及测量方法

1.3.1 图像收集 将 3 个平面成像输入 Efilm 图像分析软件, 将 MRI 断层扫描的结果转换为 DICOM 格式并保存。

1.3.2 三维重建 应用 Amira 5.2.1 软件导入 DICOM 格式存储的 MRI 横断位图像, 点击 labelling 菜单下 label field 一栏, 将子宫、膀胱、直肠、阴道、骶韧带、主韧带及骨盆, 调整灰度及比例尺, 按照骶主韧带与周围脂肪信号差别最大作为边界, 由在每个结构显示最清楚的那个平面图像层开始到消失的图层结束^[5], 参照冠状位、矢状位, 选择不同颜色分别逐层手动分割, 建立以“名称+am”命名的子数据集; 再依次点击“surfacegen、surf*、surfaceview”重建盆底子宫、膀胱、直肠、骨盆及骶主韧带三维模型, 调节表面光滑度避免伪造, 确保其与以前图像的保真度^[6]。

1.3.3 测量参数方法 观察骶主韧带三维解剖特点, 从侧下方最适宜观察骶主韧带起止点, 从上往下是最适宜观察测量骶主韧带的曲度, 在最佳曲线上显示韧带的长度和弯曲度, 在 3D 模型上观察同侧骶主韧带之间、骶韧带之间、最突出的角度。在 Amira 5.2.1 软件上用 3D 测量器分别测量骶主韧带长度、体积, 骶韧带弯曲度、骶韧带之间角度、同侧骶主韧带角度。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 13.0 统计分析软件, 骶主韧带测量参数计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 形式, 2 组资料采用 t 检验, 方差不齐时采用校正 t 检验, 检验水准 $\alpha=0.05$ 。骶主韧带起止点统计资料选用 χ^2 检验。

2 结果

2.1 正常女性盆底骶主韧带 MRI 三维重建模型表现

2.1.1 骶韧带 MRI 三维模型 如图 1、2 所示, 本研究可见骶韧带可起源于骶骨 2~4、尾骨肌及骶棘韧带复合体、坐骨棘,

终止于宫颈、阴道或者宫颈和阴道。本研究中骶韧带带有6例插入宫颈(30%),插入阴道顶端2例(10%),插入宫颈和阴道的共12例(60%)。骶韧带背侧连接到尾骨肌/骶棘韧带复合体13例(65%),连接到骶骨6例(30%),到坐骨棘1例(5%)。骶韧带的位置不同,形态也不同,起自骶骨者呈半圆形条带样结构背腹走行,紧密包绕直肠由后向前下条束状插入宫颈或阴道;起自尾骨肌及骶棘韧带复合体者,呈半椭圆形的条带状结构,绕过直肠呈条束状插入宫颈或阴道;起自坐骨棘者呈半弧形绕过直肠呈条束状插入宫颈或阴道。骶韧带在横断面最清楚,较低的骶韧带可见薄的界限清楚的带状结构。

2.1.2 主韧带 MRI 三维模型 主韧带在冠状平面最清楚,标识主韧带的性能特点是以髂内血管轴线为中心的网状样结构,起自骨盆侧壁坐骨大孔平面向子宫尾部方向,分部于宫颈、膀胱、阴道顶部。本组病例中,主韧带起自同侧骨盆侧壁坐骨大孔,解剖末端8例到宫颈(40%),2例到阴道(10%),10例到宫颈和阴道(50%)。较低的骶韧带和主韧带在插入宫颈处和/或阴道顶端时有重叠,向骨盆侧壁延伸时分离。

2.2 子宫脱垂骶主韧带模型

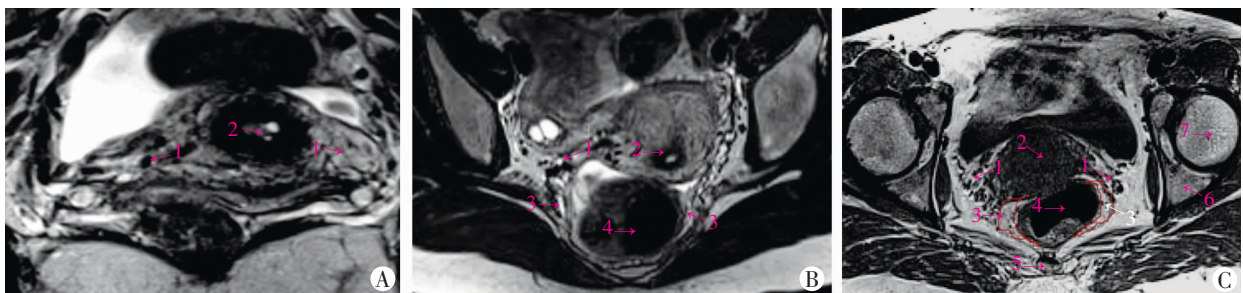
如图3、4所示,骶韧带走行区于宫颈、阴道顶穹窿部、骶棘韧带复合体处不同程度连续性中断,骶韧带角度增大,部分平

直呈正“八”字或倒“八”字。20例子宫脱垂患者骶韧带起自骶骨2例(10%)、尾骨肌/骶棘韧带复合体16例(80%)、坐骨棘2例(10%);插入宫颈8例(40%)、阴道2例(10%)、宫颈和阴道10例(50%);主韧带起自同侧骨盆侧壁坐骨大孔,解剖末端8例到宫颈(40%),4例到阴道(20%),到宫颈和阴道8例(40%);2组骶主韧带测量参数比较见表1,子宫脱垂患者组骶韧带长度小于对照组($P < 0.05$),骶韧带角度大于对照组($P < 0.05$),主韧带测量参数2组无显著性差异。其中2组分别在骶韧带起点、插入点、主韧带起点、插入点例数行 χ^2 检验,差异无统计学意义($P > 0.05$)。

3 讨论

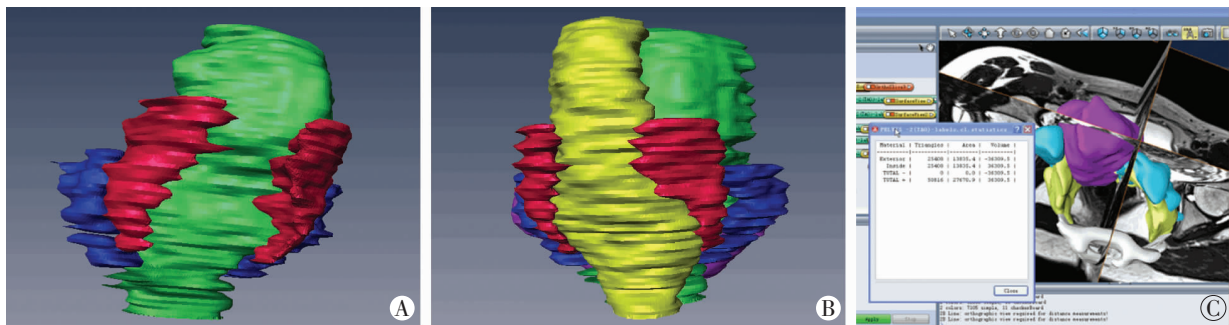
3.1 核磁共振三维重建用于子宫脱垂患者骶主韧带研究的现状

女性盆底是由盆底肌肉群、筋膜、韧带及其神经构成的复杂的盆底支持系统,其互相作用承托并保持子宫、膀胱和直肠等盆腔脏器于正常位置。女性盆底功能障碍性疾病发生机制及手术治疗的理论依据主要有



A: 冠状位 T₂WI 图像显示主韧带; B: 横断位 T₂WI 经尾骨和宫颈水平位图像显示骶韧带主韧带; C: 横断位 T₁WI 经尾骨子宫颈坐骨体及股骨头水平位图像显示骶韧带手动分割 1: 主韧带; 2: 宫颈; 3: 骶韧带; 4: 直肠; 5: 尾骨; 6: 坐骨体; 7: 股骨头

图1 健康女性盆底骶主韧带 MRI 表现



A: 模型左后面观; B: 模型右后面观, 绿色为子宫, 黄色为直肠, 红色为骶韧带, 蓝色为主韧带; C: Amira 5.2.1 软件测量骶主韧带各参数

图2 健康女性盆底 MRI 3D 重建模型图

表1 子宫脱垂组与对照组 MRI 三维模型骶韧带测量参数比较 (n=20, $\bar{x} \pm s$)

组别	左骶韧带长度(mm)	右骶韧带长度(mm)	骶韧带体积(mm ³)	左骶韧带弯曲度(°)	右骶韧带弯曲度(°)	左骶主韧带角度(°)
子宫脱垂组	42.61 ± 17.07	48.19 ± 16.66	17 384.84 ± 8 786.48	125.96 ± 50.19	117.68 ± 56.96	28.48 ± 10.41
对照组	58.63 ± 8.78	65.29 ± 8.91	15 789.08 ± 6 273.43	86.15 ± 14.50	79.91 ± 12.82	39.93 ± 9.73
P 值	0.045	0.033	0.708	0.152 ^a	0.214 ^a	0.070
组别	右骶主韧带角度(°)	骶韧带之间角度(°)	左主韧带长度(mm)	右主韧带长度(mm)	主韧带体积(mm ³)	
子宫脱垂组	34.60 ± 13.11	95.70 ± 10.20	46.98 ± 22.15	50.48 ± 21.04	21 041.50 ± 13 777.65	
对照组	37.69 ± 10.16	68.88 ± 8.08	35.19 ± 12.53	43.49 ± 16.84	22 038.54 ± 7 744.40	
P 值	0.642	0.000	0.321 ^a	0.520	0.869	

a: 方差不齐, 校正 t 检验

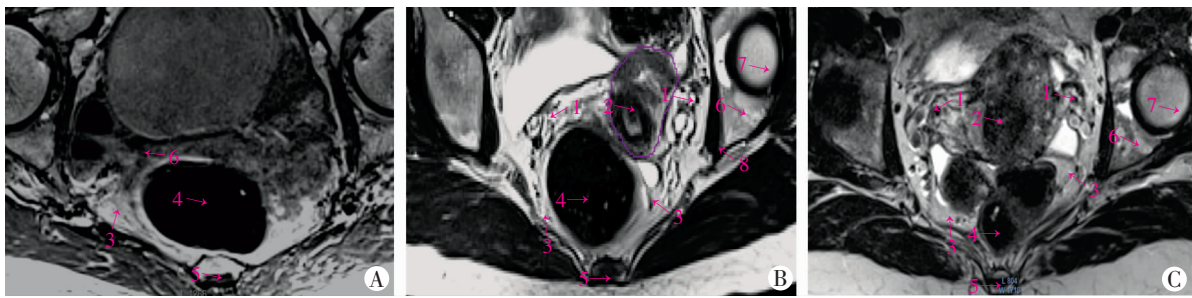


图3 子宫脱垂女性盆底骶主韧带MRI表现

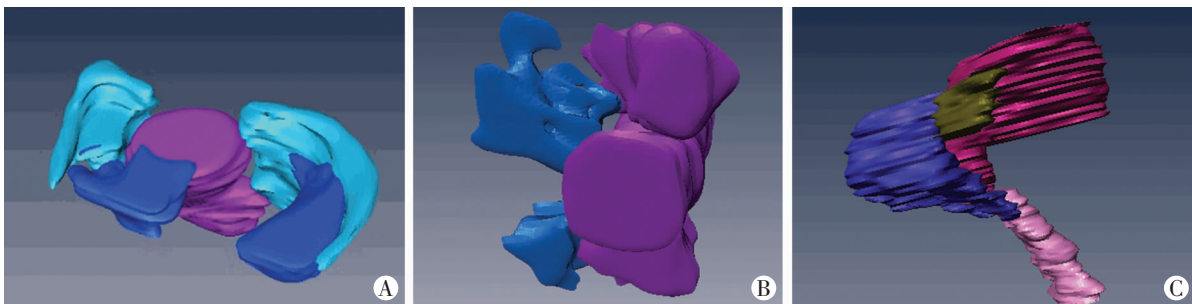


图4 子宫脱垂女性盆底骶主韧带MRI 3D重建模型图

“盆底3个水平支持”理论、“吊床假说”以及“整体理论”，其核心为支持盆底的结缔组织损伤导致韧带解剖结构改变是PFD的主要发病原因^[1]。DeLancey提出的盆底支持结构3个水平的理论^[2]：第一水平支持为上层支持结构，由子宫主韧带、骶韧带联合组成；第二水平支持为宫旁和盆壁支持结构，由肛提肌群、直肠阴道筋膜和膀胱阴道筋膜组成；第三水平支持为远端支持结构，由会阴体、尿道括约肌和肛门阴道筋膜组成。在尸体解剖和组织解剖学方面研究表明子宫骶主韧带是由结缔组织和平滑肌组织组成，含有血管和神经，环绕宫颈将其悬吊，支持子宫及阴道上1/3，其缺陷可引起子宫和阴道穹窿的脱垂。然而，对于活体妇女体内它们立体解剖及几何量化关系等知识仍很缺乏。

2004年Umek等^[5]采用MRI质子密度加权自旋回波序列研究健康女性骶韧带起止点，描述骶韧带可起源于骶骨、尾骨肌及骶棘韧带复合体、坐骨棘，止于宫颈、阴道或宫颈与阴道；从MRI二维平面阐述了骶主韧带在盆底水平I的解剖结构作用。2010年Chen等^[6]首次报道从健康妇女体内通过MRI及3D技术重建子宫骶主韧带模型，并在二维水平量化其活动曲线，提出并论证韧带弯曲度大小可显示韧带弹性的强弱。

本研究基于MRI重建3D模型观察骶韧带起源，与薄层横断扫描比较，清晰展示子宫骶主韧带周围群立体结构，直视骶主韧带与周围器官的解剖关系，USL可起源于骶骨、尾骨肌及骶棘韧带复合体、坐骨棘，止于

宫颈、阴道或宫颈与阴道，坐骨棘不仅连接盆筋膜腱弓、肛提肌腱弓，还是部分骶韧带附着点^[3]。纠正了传统尸体解剖中提出的骶韧带单纯起源于骶骨的观点^[7]，符合DeLancey的“阴道3个水平支持”理论观点^[2]。

本研究通过MRI影像技术，从3D模型直接观察健康女性和子宫脱垂患者骶主韧带完整的连续形态及其变化，发现一系列与宫颈周围韧带筋膜有关的新的解剖生理学征象。子宫脱垂组较健康组骶韧带在骶主韧带走行区，于宫颈、阴道穹窿、骶棘韧带复合体等连接处，可见韧带连续性中断或变细，部分呈正“八”字或倒“八”字，长度缩短，骶韧带之间角度增大，统计学有显著性差异，而子宫脱垂组主韧带解剖几何参数与正常对照组比较差异无显著性。揭示骶韧带之间角度、骶韧带长度是子宫脱垂病变的重要参数，而骶韧带解剖改变是病变的主要因素。2组病例间骶韧带起止位置无明显差异，提示子宫脱垂与骶韧带起止位置无关。阴道分娩中骨盆相对狭窄、持续性枕后位等都会不同程度损伤坐骨棘周围肌群及韧带^[8-10]，是否3种不同起源可能会导致不同程度的阴道分娩损伤结果，需进一步研究。

3.2 核磁共振三维重建评价子宫脱垂患者盆底重建术中的重要作用

目前子宫脱垂诊断及分期依据主要为POP-Q标准，其自身缺陷是宫颈及阴道后穹窿相对于阴道壁位置的形态学描述，不能精确地反映宫颈周围韧带肌群

解剖位置,在临床诊治中对病情分析及制定个性化手术方案无法提供有力的参考价值,术后评价手段仅依靠患者主诉和临床查体,方法单一,且以主观为主,可靠性差。MRI盆底软组织扫描序列的开发研究,在薄层图像上主韧带血管鞘特性与骶韧带薄薄的带状结构之间的实质差异,使得它们各自的位置能被识别;计算机各项3D工程软件的研发,通过3D测量器获得健康女性骶主韧带几何参数作为参照标准;使得MRI 3D模型能够监测临床上难以发现的隐匿性盆底损伤^[11]。通过MRI 3D模型可以为今后子宫脱垂患者术前分析体内盆腔多个器官解剖位移,明确缺陷部位,确定材料替代最佳位置和尺寸,制定优化的个性化手术方案提供客观依据;通过MRI 3D模型可观察手术内置材料的准确位置、与周围组织的相容性,客观评价各种盆底重建术及吊带材料的性能特点及疗效;对于术后复发患者,可明确复发病因,对症施术。目前手术治疗子宫脱垂方法有经阴道或腹腔镜下子宫骶骨固定术、骶韧带悬吊术、骶棘韧带悬吊/固定术,都是水平I的手术^[12],也是依据骶韧带起止点强固性手术,可谓“骶韧带重建术”。在子宫脱垂重建手术中,由目前材料替代治疗逐步达到解剖功能恢复的理想结局,MRI 3D模型奠定了理论参考依据和实践基础。

3.3 核磁共振三维重建研究盆底功能障碍的优势和发展趋势

随着对盆底解剖形态、生理功能和疾病发生发展的逐步深入研究,现已清楚地认识到盆底功能障碍常涉及盆腔多个区域的缺陷,甚至整个盆底的薄弱。单一的检查不能准确地对盆底功能障碍性疾病作出诊断,进而将导致治疗不彻底,引起疾病的复发,使症状得不到缓解。因此,与传统的MRI检查及其他一般检查相比,其优势在于:①MRI三维重建模型为MRI盆底肌肉及筋膜等多方面扫描图像计算机合成,提供女性活体盆腔内盆底肌群及邻近组织的复杂立体解剖结构信息,从不同横断面均能清楚地观察到各肌性组织起止点、走行方向、形态、大小以及与邻近组织结构的关系,辩证分析盆底功能障碍患者盆腔多个器官解剖位移,找到最明显薄弱点,准确诊断,制定优化的个性化手术方案;②盆底骨骼和肌肉的三维重建模型中,观察到盆底各肌群立体形态特点,结合力学模型分析指导个性化分娩方案,减少阴道分娩发生盆底肌群损伤概率;对于产后康复期MRI 3D可以评估盆底肌群损伤程度预测结局,指导选择最佳的康复治疗方,为预防盆底功能障碍提供新思路;③MRI三维重建模型可以发现临床无症状的微小的盆底解剖变异和缺陷,在判定盆底功能障碍研究中发挥重要作用^[13];④MRI三维重建属于非侵入性检查,无需造影剂,且无辐射,操

作简便,检查时间短,易被患者接受;且具有动静功能、多平面成像和软组织高分辨率等优点^[14],可以实现盆底结构的可视化,一次性检查可全面评价盆腔器官脱垂和盆底形态,为探究深奥的女性盆腔内部器官临近解剖结构与功能的关系提供了数据平台^[15],促使女性盆底功能障碍疾病研究飞越地发展。

综上所述,盆底核磁共振三维重建在子宫脱垂的诊断和治疗决策中拥有十分重要的作用,将成为诊断盆底功能性疾病的最佳选择之一。但由于其检查费用昂贵,临床应用受到限制,但对于复杂或同时存在多个部位缺陷的盆底功能障碍性疾病患者,术前仍然需要进行MRI检查才能明确诊断、精确手术、降低术后复发率。

参考文献:

- [1] 王建六, 张晓红. 女性盆底功能障碍性疾病的诊疗进展[J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2008, 24(1): 30-33.
- [2] DeLancey J O. Structural support of the urethra as it relates to stress urinary incontinence: the hammock hypothesis [J]. Am J Obstet Gynecol, 1994, 170(6): 1713-1723.
- [3] Otcenasek M, Baca V, Krofta L, et al. Endopelvic fascia in women: shape and relation to parietal pelvic structures [J]. Obstet Gynecol, 2008, 111(3): 622-630.
- [4] Morelli P, Piroli-Torelli D, Di-Piazza L, et al. Imaging for pelvic floor evaluation [J]. Int Urogynecol J, 2009, 20(Suppl 3): S479.
- [5] Umek W H, Morgan D M, Ashton-Miller J A, et al. Quantitative analysis of uterosacral ligament origin and insertion points by magnetic resonance imaging [J]. Obstet Gynecol, 2004, 103(3): 447-451.
- [6] Chen L, Ramanah R, Hsu Y, et al. Cardinal and uterosacral ligament lines of action: MRI based 3D technique development and preliminary findings in normal women [G]. ICS-IUGA 2010 Scientific Programme, 2010; 1098-1100.
- [7] 张朝佑. 人体解剖学 [M]. 2版. 北京: 人民卫生出版社, 1998: 571-572, 624-627, 630-631.
- [8] Fielding J R. Practical MR imaging of female pelvic floor weakness [J]. Radiographics, 2002, 22(2): 295-304.
- [9] 王毅, 龚水根, 张伟国, 等. 盆底功能性疾病的动态MRI研究 [J]. 临床放射学杂志, 2004, 23(5): 401-404.
- [10] Luo J, Ramanah R, Larson K, et al. Interactive 3D model of MR-based pelvic support anatomy of normal women [G]. ICS-IUGA Scientific Programme, 2010; 1068-1069.
- [11] Koyama M, Hirata E, Chien H. Anatomical evaluation of the connective tissue between uterine cervix and ischial spine distinct from traditional uterosacral ligaments (level I support) [G]. ICS-IUGA Scientific Programme, 2010; 1101-1102.
- [12] Walters M D, Krarram M M. Urogynecology and reconstructive pelvic surgery [M]. 3rd ed. Missouri: Mosby, 2006: 1-51.
- [13] Parikh M, Rasmussen M, Brubaker L, et al. Three dimensional virtual reality model of the normal female pelvic floor [J]. Ann Biomed Eng, 2004, 32(2): 292-296.
- [14] 刘树伟. 人体断层解剖学图谱 [M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2006: 164-193.
- [15] 曹晓兰, 徐惠成, 梁志清. 盆底功能障碍性疾病盆底解剖学静态磁共振成像研究 [J]. 实用妇产科杂志, 2011, 27(3): 228-231.

(收稿:2011-12-05;修回:2011-12-27)

(编辑 吴培红)