

Evaluation of Uterine Prolapse Based on Static and Dynamic MRI*

论 著

基于静动态MRI成像对子宫脱垂的评估价值*

权京^{1,2} 康晶^{1,2,*}

1.新疆医科大学附属中医医院医学影像科
2.新疆医科大学第四附属医院医学影像科
(新疆乌鲁木齐 830000)

【摘要】目的 利用静动态磁共振成像(MRI)显示子宫脱垂患者盆腔异常情况,判断盆底肌肉的形态学有无改变,以期为临床治疗提供可靠依据。**方法** 收集2023年3月至2024年2月我院收治的65例子宫脱垂患者为研究组,另按照1:1原则选择同期65名健康体检者作为对照组,比较两组、不同POP-Q分级患者静动态MRI参数,分析各指标与POP-Q分级相关性,绘制ROC进行效能分析。**结果** 研究组宫颈长度及动态的H线、M线、肛提肌裂孔面积、G1角、G2角大于对照组, B线、C线小于对照组($P<0.05$);不同POP-Q分级患者宫颈长度及动态的H线、M线、肛提肌裂孔面积、G1角、G2角比较: III~IV>I~II, B线、C线比较: I~II>III~IV($P<0.05$);研究组宫颈长度及动态H线、M线、肛提肌裂孔面积、G1角、G2角与POP-Q分级(I~II=1, III~IV=2)呈正相关($P<0.05$), B线、C线与POP-Q分级呈负相关($P<0.05$);静动态MRI参数联合检测III~IV子宫脱垂患者的AUC为0.869,最佳敏感度、特异度为92.31%、95.38%。**结论** 静动态MRI参数与子宫脱垂患者POP-Q分级存在一定相关性,可为临床可评估子宫脱垂提供有效参考依据。

【关键词】 静动态; 磁共振成像; 子宫脱垂; 评估价值

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

【基金项目】 新疆医科大学附属中医医院院级课题(ZYY202315)
新疆呼吸病研究重点实验室(ZYYHX202302)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.11.034

QUAN Jing^{1,2}, KANG Jing^{1,2,*}

1.Department of Medical Imaging, Traditional Chinese Medicine Hospital Affiliated to Xinjiang Medical University, Urumqi 830000, Xinjiang Uyghur Autonomous Region, China

2.Department of Medical Imaging, The Fourth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830000, Xinjiang Uyghur Autonomous Region, China

ABSTRACT

Objective To use static and dynamic magnetic resonance imaging (MRI) to display pelvic abnormalities in patients with uterine prolapse, and to determine whether there are changes in the morphology of pelvic floor muscles, so as to provide a reliable basis for clinical treatment. **Methods** Sixty-five patients with uterine prolapse admitted to Traditional Chinese Medicine Hospital Affiliated to Xinjiang Medical University from March 2023 to February 2024 were collected as the study group, and another 65 healthy medical checkups in the same period were selected as the control group according to the principle of 1:1. The static and dynamic MRI parameters were compared between the two groups of patients, patients with different POP-Q grading, the correlation between each index and POP-Q grading was analyzed, and ROC was plotted for efficacy analysis. **Results** The cervical length and dynamic H-line, M-line, levator ani hiatus area, G1 angle, and G2 angle in the study group were greater than those in the control group, while the B-line and C-line were smaller than those in the control group ($P<0.05$); comparison of cervical length and dynamic H-line, M-line, levator ani hiatus area, G1 angle, G2 angle in patients with different POP-Q grades: III~IV>I~II, B-line, C-line comparison: I~II>III~IV ($P<0.05$); the cervical length and dynamic H-line, M-line, levator ani hiatus area, G1 angle, G2 angle in the study group were positively correlated with POP-Q classification (I-II=1, III-IV=2) ($P<0.05$), while B-line and C-line were negatively correlated with POP-Q classification ($P<0.05$); the AUC of the combined detection of static and dynamic MRI parameters in patients with uterine prolapse III-IV was 0.869, with the best sensitivity and specificity of 92.31% and 95.38%, respectively. **Conclusion** There is a certain correlation between dynamic and static MRI parameters and POP-Q classification in patients with uterine prolapse, which can provide effective reference for clinical evaluation of uterine prolapse.

Keywords: Static and Dynamic; Magnetic Resonance Imaging; Uterine Prolapse; Evaluation

子宫脱垂属女性盆底器官脱垂, 主要因盆底支持组织退化、损伤等原因导致。相关研究指出, 多胎、肥胖、高龄、绝经状态等均可导致盆底支持结构受损^[1-2]。子宫脱垂发病率会随着女性年龄的增加而不断上升, 40%>50岁的女性会发生子宫脱垂, 正常情况下该病不会危及生命安全, 但会出现不同程度的慢性盆腔疼痛、性功能障碍等临床症状^[3-4]。目前, 公众对盆底器官脱垂了解较少, 导致该病预防、治疗难度较大, 严重影响患者日常活动、生活质量^[5-6]。POP-Q脱垂定量分度法是当前临床评估常用方法, 但其准确性较低, 不利于临床诊疗, 因此, 探究一种更为客观、科学评价子宫脱垂患者病情程度的检查方式, 对临床制定针对性治疗方案、降低术后复发率十分重要。磁共振成像(MRI)可实现多平面成像, 具有无辐射、非侵入性等优势, 盆底动静态MRI可将盆底解剖结果、形态清晰显示, 通过不同受力状态成像, 为临床提供更加明确的盆底功能、结构变化^[7-8]。本研究利用动静态MRI评估子宫脱垂严重程度, 以明确动静态MRI参数是否与子宫脱垂患者病情程度存在相关性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2023年3月至2024年2月我院收治的65例子宫脱垂患者为研究组, 另按照1:1原则选择同期65名健康体检者作为对照组。研究组: 年龄36~65(50.24±6.76)岁; 产次1~3(1.86±0.39)次。对照组: 年龄35~66(50.03±7.24)岁; 产次0~3(1.73±0.43)次。两组基线资料均均衡可比($P>0.05$)。

纳入标准: (1)临床诊断为子宫脱垂; (2)无盆腔巨大肿物疾病; (3)无骨盆金属内固定器植入; (4)依从性好, 检查配合度高; (5)无慢性咳嗽。排除标准: (1)无法理解并配合做出Valsalva动作; (2)存在泌尿生殖系统急性感染疾病; (3)存在MRI检查禁忌症; (4)存在盆底损伤史或盆腔手术史。

1.2 方法

1.2.1 MRI检查方法 所有患者均采用Siemens Vero 3.0T高场MRI或1.5T磁共振成像仪于静息位、Valsalva动作时行盆底MRI扫描, 使用八通道体部相控线圈。检查前无需阴道准备, 常规排空大便, 自行排便困难者需行清洁灌肠。检查前2 h嘱患者排空膀胱后, 在憋尿时饮用约800mL水充盈膀胱, 患者取仰卧位, 嘱其均匀呼吸并保持静止状态, 于双侧膝关节后放置衬垫使双下肢屈曲并向外展采集冠、矢、轴状位图像。静息态扫描采用快速自旋回波序列T2WI, 在横断面、冠状面、矢状面分别进行成像, 扫描范围: 子宫底/不低于宫颈内口水平~会阴下1 cm。静态矢状位采用T2WI TSE序

【第一作者】 权京, 女, 主治医师, 主要研究方向: 腹部盆腔影像。E-mail: 56084129@qq.com

【通讯作者】 康晶, 女, 副主任医师, 主要研究方向: 肺部CT影像诊断。E-mail: 47117006@qq.com

列：重复时间(TR)、回波时间(TE)分别为4500 ms、99 ms，视野260 mm × 300 mm，层厚、层间距分别为4 mm、0.4 mm，512×512矩阵，激励次数：1次，FoV read：230；FoV phase：100%；Averages：3；Phase oversampling：40%；Flip angle：172；Base resolution：320；Phase resolution：80%；Slice thickness：4.0；Dist.factor：20%。静态冠状位采用T2WI qTSE序列，TR：6630；TE：98；FoV read：220；FoV phase：100%；Averages：1；Phase oversampling：70%；Flip angle：150；Base resolution：320；Phase resolution：75%；Slice thickness：3.5；Dist.factor：10%。电影矢状位采用T2 HASTE(半傅立叶单次采集快速激发序列)，TR：1400；TE：95；FoV read：300；FoV phase：90.6%；Averages：1；Phase oversampling：80%；Flip angle：168；Base resolution：256；Phase resolution：100%；Slice thickness：15；Dist.factor：20%。静态横轴位采用T1WI qTSE序列，TR：623；TE：11；FoV read：220；FoV phase：100%；Averages：1；Phase oversampling：80%；Concatenstions：2；Flip angle：151；Base resolution：256；Phase resolution：75%；Slice thickness：3.5；Dist.factor：20%。

1.2.2 图像处理 将图像传至西门子syngo后处理工作站，选择最佳正中矢状位平面，采用配套测量工具分别测量宫颈长度、G1角、G2角、H线、M线、B线、C线等参数值。H线：耻骨联合下缘至肛门直肠交界水平处的直肠后壁的距离，提示肛提肌裂孔长度；M线：H线直肠末端至耻尾线(PCL)的垂直距离，主要反映盆底缺陷的程度；PCL线：骶尾关节和耻骨联合下缘的连线，为参考线；G1角：提肌板角，是肛提肌板和水平线形成的角度；G2

角：肛直肠角，是直肠后壁和肛管长轴形成的向后开放的夹角，均提示耻骨直肠肌收缩功能；B线：膀胱颈到PCL垂直距离；C线：宫颈最低点到PCL的垂直距离；宫颈长度：宫颈内口到宫颈最低点的距离，判断是否合并宫颈延长。

1.2.3 质量控制措施 为保证测量的一致性及准确性，所有确诊的研究对象均由同一位妇科专业主任医师完成诊断。MRI检查也均由同一位影像学医生完成。所有数据由两位研究者进行双录入，并进行一致性检验。

1.2.4 POP-Q分级标准 处女膜缘内侧为脱垂的最远端，距处女膜缘<1 cm为I级，脱垂的最远端为处女膜缘内侧或外侧，距处女膜缘<1 cm为II级，脱垂的最远端在处女膜缘外侧，距处女膜缘>1 cm，但小于(tvl-2)cm为III级，全部脱出，脱垂的最远端超过处女膜缘>(tvl-2)cm为IV级。I~II度为轻度脱垂，III~IV度为重度脱垂。

1.3 统计学分析 采用SPSS 24.0分析数据，计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，t检验，采用Spearman法分析静态MRI参数与病情程度的相关性，采用受试者工作特性曲线(ROC)分析静态MRI参数对子宫脱垂的诊断价值，根据曲线下面积(AUC)评估诊断效能， $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组动静MRI参数 研究组宫颈长度及动态的H线、M线、肛提肌裂孔面积、G1角、G2角大于对照组，B线、C线小于对照组，差异存在统计学意义($P < 0.05$)。两组动静PCL及静态H线、M线、肛提肌裂孔面积、G1角、G2角、B线、C线、比较无明显差异($P > 0.05$)。见表1。两组动静MRI图像见图1、2。

表1 两组动静MRI参数

组别	H线(mm)		M线(mm)		PCL(mm)		肛提肌裂孔面积(cm ²)	
	静态	动态	静态	动态	静态	动态	静态	动态
研究组(n=65)	59.63±8.25	66.45±10.43	25.72±7.35	37.16±10.73	106.35±7.64	105.96±7.39	17.19±3.43	31.06±10.43
对照组(n=65)	56.76±9.43	46.85±9.47	23.61±6.29	14.76±6.84	108.82±8.43	108.24±8.27	16.35±2.06	18.76±7.58
t	1.847	11.217	1.758	14.192	-1.750	-1.657	1.693	7.691
P	0.067	0.000	0.081	0.000	0.082	0.100	0.093	0.000

续表1

组别	G1角(°)		G2角(°)		B线(mm)		C线(mm)		宫颈长度(mm)
	静态	动态	静态	动态	静态	动态	静态	动态	
研究组(n=65)	38.76±6.82	52.03±9.54	109.34±8.43	122.81±8.73	9.32±12.76	-10.18±15.26	-10.82±20.16	-36.87±26.33	37.83±8.67
对照组(n=65)	36.14±8.79	41.25±9.27	106.97±9.14	113.85±10.76	13.89±10.61	14.53±7.14	-8.37±17.27	14.36±4.52	27.13±6.08
t	1.899	6.534	1.537	5.213	-2.220	-11.825	-0.744	-15.461	8.146
P	0.060	0.000	0.127	0.000	0.028	0.000	0.458	0.000	0.000

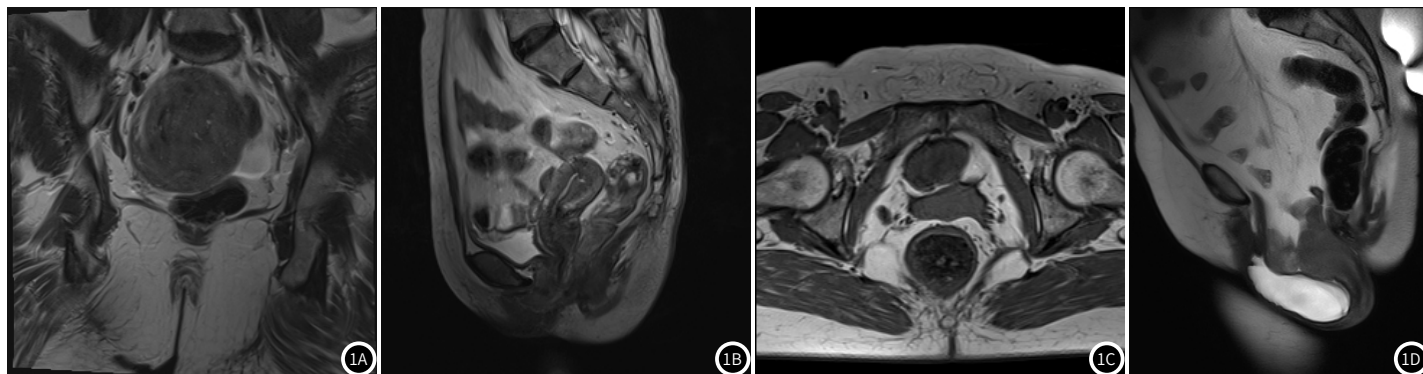


图1 研究组典型病例动静MRI图像。图1A: cor; 图1B: sag; 图1C: tra; 图1D: vas。

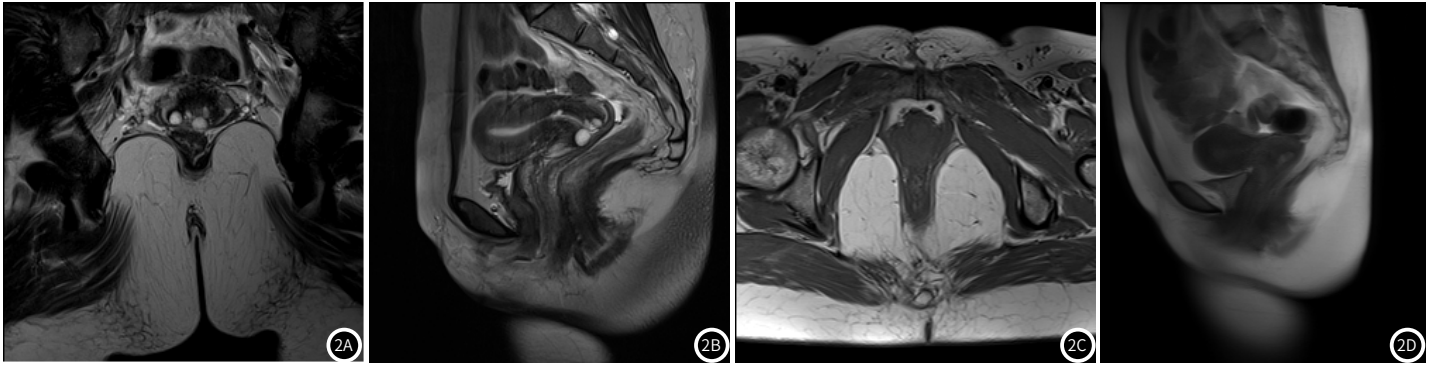


图2 对照组典型病例动静MRI图像。图2A: cor; 图2B: sag; 图2C: tra; 图2D: vas。

2.2 比较不同POP-Q分级患者静动态MRI参数 不同POP-Q分级患者宫颈长度及动态的H线、M线、肛提肌裂孔面积、G1角、G2角比较: III~IV > I~II; B线、C线比较: I~II > III~IV; 差异存在统计学意义($P < 0.05$)。不同病情程度患者动静态PCL及静态H线、M线、肛提肌裂孔面积、G1角、G2角、B线、C线比较无明显差异($P > 0.05$)。见表2。

2.3 相关性 研究组宫颈长度及动态H线、M线、肛提肌裂孔面积、G1角、G2角与POP-Q分级(I~II=1, III~IV=2)呈正相关($P < 0.05$)，B线、C线与POP-Q分级呈负相关($P < 0.05$)。见表3。

2.4 ROC分析 以III~IV患者为阳性样本，以I~II患者为阴性样本，绘制ROC曲线，其结果显示，静动态MRI参数联合检测的AUC为0.869，最佳敏感度、特异度为92.31%、95.38%。见表4。

表2 不同POP-Q分级患者静动态MRI参数比较

组别	H线(mm)		M线(mm)		PCL(mm)		肛提肌裂孔面积(cm ²)	
	静态	动态	静态	动态	静态	动态	静态	动态
I~II (n=43)	57.84±17.82	63.17±11.62	24.86±9.21	34.89±9.46	107.49±9.49	106.84±11.74	16.83±2.68	27.43±8.39
III~IV (n=22)	63.13±16.49	72.86±15.93	27.40±10.49	41.60±16.73	104.12±10.79	104.24±9.38	17.89±3.91	38.16±15.83
t	1.161	2.798	1.004	2.070	1.293	0.901	1.286	3.584
P	0.250	0.007	0.319	0.043	0.201	0.371	0.203	0.001

续表2

组别	G1角(°)		G2角(°)		B线(mm)		C线(mm)		宫颈长度(mm)
	静态	动态	静态	动态	静态	动态	静态	动态	
I~II (n=43)	37.89±7.06	50.34±8.42	108.64±8.47	120.46±8.31	10.25±13.49	-7.24±12.94	-8.67±11.74	-28.79±23.71	33.65±7.53
III~IV (n=22)	40.46±8.49	55.33±7.37	110.71±9.68	127.40±11.84	7.50±7.92	-15.93±16.81	-15.02±14.53	-52.66±30.49	46.00±10.36
t	1.296	2.355	0.888	2.749	0.880	2.311	1.902	3.480	5.493
P	0.200	0.022	0.378	0.008	0.382	0.024	0.062	0.001	0.000

表3 相关性分析

参数	POP-Q分级	
	r	P
宫颈长度	0.632	<0.001
动态		
H线	0.597	<0.001
M线	0.612	<0.001
肛提肌裂孔面积	0.574	<0.001
G2角	0.583	<0.001
G1角	0.612	<0.001
C线	-0.675	<0.001
B线	-0.543	<0.001

表4 ROC分析

参数	AUC	95%CI	cut-off值	敏感度(%)	特异度(%)	P
宫颈长度	0.735	0.654~0.827	>31.26 mm	81.54	78.46	<0.001
动态						
H线	0.761	0.678~0.855	>54.83 mm	76.92	81.54	<0.001
M线	0.826	0.794~0.859	>25.71 mm	78.46	84.62	<0.001
肛提肌裂孔面积	0.708	0.641~0.782	>25.83 cm ²	73.85	70.77	<0.001
G2角	0.678	0.627~0.733	>46.93°	72.31	66.15	<0.001
G1角	0.750	0.645~0.873	>118.52°	72.31	83.08	<0.001
C线	0.719	0.620~0.846	<-3.56 mm	64.62	81.54	<0.001
B线	0.678	0.627~0.733	<1.52 mm	72.31	66.15	<0.001
H线	0.750	0.645~0.873	>54.81 mm	72.31	83.08	<0.001
联合诊断	0.869	0.802~0.941	-	92.31	95.38	<0.001

3 讨论

女性盆底结构具有复杂性、多层次性等特点,结构间存在密切联系并相互影响^[9]。子宫脱垂主要是因各种原因导致的盆底支持功能减弱出现的子宫及其相邻器官下移导致的一系列症状,相关研究指出,该病发病率会随着人口老龄化加重而不断升高,虽不致命,但对患者生活质量造成严重影响^[10-11]。当前,临床上诊断子宫脱垂常采用POP-Q脱垂定量分度法,然而其存在无法判断阴道膨出程度、内容物等缺陷^[12]。因此,探究一种科学、准确评估子宫脱垂的方法尤为重要。

临床常采用超声、CT、磁共振等检查方式对盆底功能进行评估,其中超声无法深入盆腔内部检查,探头产生的压力也会对检查结果造成一定影响;CT显示肌肉形态方面较为有限,且存在电离辐射,无法适用于盆底检查。MRI可实现动、静态观察盆底支持组织的生理病理形态、运动情况、脱垂程度,具有较高的组织分辨率,无电离辐射,可将各组织状态清晰显示^[13-14]。肛提肌是支持盆底肌最重要的结构,包括髂/耻骨尾骨肌、尾骨肌,相关研究发现,肛提肌功能假若可直接导致盆底支持组织缺损、松弛,引发盆底功能障碍^[15-16]。本研究中,研究组宫颈长度及动态的H线、M线、肛提肌裂孔面积、G1角、G2角大于对照组,B线、C线小于对照组($P<0.05$),与雷玲等^[17]研究结果相似。提示子宫脱垂患者肛提肌出现松弛、功能减弱,引发患者肛提肌支撑力降低、盆底松弛。本研究发现,随着患者POP-Q分级不断加重,宫颈长度及动态的H线、M线、肛提肌裂孔面积、G1角、G2角随着病情程度加重而增大,B线、C线小随着病情程度加重而缩小,与杨洁等^[18]研究结果一致。提示随着患者病情程度的不断加重,其不同参数测量值也存在一定差异。本研究经相关性分析发现,研究组宫颈长度及动态H线、M线、肛提肌裂孔面积、G1角、G2角与POP-Q分级呈正相关($P<0.05$),B线、C线与之呈负相关($P<0.05$)。提示临床可通过动静态MRI对上述参数进行测量可为临床评估患者病情程度提供参考依据。进一步绘制ROC曲线发现,上述参数联合检测的AUC为0.869,最佳敏感度、特异度为92.31%、95.38%。提示动静态MRI参数可为临床评估子宫脱垂提供有效参考依据。

综上所述,动静态MRI参数与POP-Q分级存在一定相关性,临床可通过测量动静态MRI参数评估子宫脱垂病情程度。但本研究未能对同组间不同状态下的MRI参数进行比较,且动态时患者用力程度不同可能会对结果产生一定影响,后续将进一步完善研究相关内容验证本研究结果。

参考文献

- [1]王明香.改良盆底重建术与阴道壁修补术对老年Ⅲ度~Ⅳ度子宫脱垂的疗效比较[J].中国性科学,2020,29(8):100-102.
- [2]李宁,高原,杨小英.盆底肌电刺激加盆底功能锻炼结合穴位点压对轻中度子宫脱垂的临床价值[J].河北医药,2023,45(9):1366-1369.
- [3]顾双,李全红,赵曼曼.改良阴式子宫切除术应用于老年子宫脱垂患者对其并发症发生率及生活质量的影响[J].中国性科学,2020,29(12):82-84.
- [4]徐晓涵,韦艳,白瑞,等.中重度子宫脱垂患者施行无保留生育功能不同手术方式的对比分析研究[J].中国医师杂志,2021,23(12):1786-1790,1794.
- [5]王倩,毕国力,毕秋,等.肛提肌相关高分辨率MRI参数在评估子宫脱垂程度中的应用价值[J].实用放射学杂志,2023,39(8):1306-1309,1345.
- [6]李爽,周洪友,杨惠芬.腹腔镜辅助下经阴道子宫切除术与传统子宫切除术治疗子宫脱垂的疗效和预后比较[J].中国妇幼保健,2021,36(20):4861-4863.
- [7]张静,杨子涛,张艳,等.静态和动态盆底MRI及扩散张量成像评估女性压力性尿失禁患者尿道形态及功能的应用研究[J].中华放射学杂志,2022,56(4):411-417.
- [8]马春燕,魏珊,符叶柳.盆底超声测量前庭室结构参数及静、动态MRI在初产妇产后压力性尿失禁诊断及防治中的应用观察[J].中国临床医学影像杂志,2022,33(3):210-215.
- [9]朱雯,马桂凤,林秀梅,等.SWE联合灰阶超声评估不同分度子宫脱垂初产妇产后盆底变化[J].医学影像学杂志,2021,31(2):302-305.
- [10]史庆玲,文烈明,卿真真,等.经会阴盆底超声与盆腔器官脱垂定量检查(POP-Q)评估女性盆腔器官脱垂的一致性[J].中国医学影像技术,2021,37(3):422-425.
- [11]向江东,周莉娜,曹艳楠,等.腹腔镜下腹膜外子宫悬吊术治疗子宫脱垂66例有效性分析[J].第二军医大学学报,2020,41(2):221-225.
- [12]王建中,覃瑞国.补中益气汤联合磁刺激对轻度子宫脱垂患者中医证候积分、POP-Q分度及盆底肌电值影响[J].中国计划生育学杂志,2023,31(8):1858-1862.
- [13]尤丛,赵玉娇,张程,等.静动态MRI评估产后不同类型盆底功能障碍性疾病盆底结构改变[J].放射学实践,2022,37(8):1006-1013.
- [14]赵志恒,吴玥,张静,等.基于静动态磁共振成像比较正常青年男女盆底解剖结构及功能特征的差异[J].中国临床解剖学杂志,2023,41(2):143-149.
- [15]张敏,朱琼,黄学菁,等.肛提肌MRI定量参数与盆腔器官脱垂症状的相关性及其对量化分期的评估价值[J].中国中西医结合影像学杂志,2022,20(3):268-272.
- [16]冯海兵.经会阴三维超声盆底超声、MRI检查在诊断女性盆底功能障碍性疾病的临床价值[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(3):118-120.
- [17]雷玲,赵骏,吴毅,等.基于磁共振成像子宫脱垂患者盆底结构三维重建与分析[J].实用妇产科杂志,2016,32(4):289-294.
- [18]杨洁,李小雨,孙惠苗,等.子宫脱垂患者术前及术后盆底支持结构的磁共振成像评价[J].实用医技杂志,2023,30(1):12-15.

(收稿日期:2024-08-01)

(校对编辑:翁佳鸿)