



· 论 著 ·

# 正常成人肛周肌群的体外相控阵线圈高分辨率磁共振成像

张建军, 马国骏, 赵秋枫, 孔德伟, 王 嵩

上海中医药大学附属龙华医院放射科, 上海 200032

[摘要] 目的: 探讨体外相控阵线圈高分辨率磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)对正常成人肛周肌群的显示及应用价值。方法: 使用腹部体外相控阵线圈对38例正常成人[16例男性, 22例女性, 平均年龄为(56.3±19.7)岁]行肛周MRI。观察耻骨直肠肌与肛提肌及肛门外括约肌的关系、肛门外括约肌的分部及联合纵肌的构成。测量肛管、外括约肌及耻骨直肠肌长度, 以及耻骨直肠肌和肛门内外括约肌厚度, 并比较不同性别组之间的差异。结果: 38例正常志愿者肛周MRI对耻骨直肠肌、肛提肌及肛门内外括约肌均能清晰地显示。耻骨直肠肌与其上方的肛提肌及下方的肛门外括约肌深部之间有脂肪间隙分隔, 属于独立的结构。肛门外括约肌分为深部、浅部及皮下部3部分。肛门内外括约肌间的括约肌间隙内可见两层纵行的纤维。男性的外括约肌厚度为(4.1±0.7)mm, 较女性的(3.4±0.6)mm厚( $P=0.003$ )。男性与女性之间肛管、外括约肌、耻骨直肠肌长度, 以及耻骨直肠肌和内外括约肌厚度差异无统计学意义( $P>0.05$ )。结论: 体外相控阵线圈高分辨率MRI可清晰地显示肛周肌群及其周围间隙, 为肛周疾病的诊断和治疗提供精确的解剖学信息。

[关键词] 正常成人; 肛周肌群; 磁共振成像

DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6212.2018.06.007

中图分类号: R445.2 文献标志码: A 文章编号: 2096-6212(2018)06-0461-05

**Magnetic resonance imaging of anal canal using high-resolution sequences and phased array coil: visualization of perianal muscles** ZHANG Jianjun, MA Guojun, ZHAO Qiufeng, KONG Dewei, WANG Song (Department of Radiology, Longhua Hospital, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200032, China)

Correspondence to: WANG Song E-mail: songwangws@163.com

[Abstract] **Objective:** To evaluate the normal anatomy of perianal muscles using high-resolution magnetic resonance imaging (MRI) with phased array coil. **Methods:** A total of 38 normal adults [16 males and 22 female, media age (56.3±19.7) years] underwent anal MRI with an abdominal phased array coil. The relationship among puborectalis muscle, levator ani muscle and external anal sphincter, fiber bundles of external anal sphincter and components of conjoint longitudinal muscle were analyzed. The length of anal canal, external anal sphincter and puborectalis muscle, the thickness of puborectalis muscle, external anal sphincter and internal anal sphincter were measured. The differences between males and females were compared. **Results:** Optimal image quality of puborectalis muscle, levator ani muscle, internal anal sphincter and external anal sphincter was obtained in all cases. Puborectalis muscle was an independent structure, with fat spaces separating among the superior levator ani muscle and inferior external anal sphincter. External anal sphincter had three separated muscular fiber bundles: deep, superficial and subcutaneous. Two longitudinal muscle layers were in the space between external anal sphincter and internal anal sphincter. The thickness of external anal sphincter in males [(4.1±0.7)mm] was greater than that in females [(3.4±0.6)mm] ( $P=0.003$ ). There was no significant difference in the length of anal canal, external anal sphincter and puborectalis muscle, and the thickness of puborectalis muscle, internal anal sphincter and external anal sphincter between males and females ( $P>0.05$ ). **Conclusion:** High-resolution mri with phased-array coil can display the anal canal and perianal structures in great detail, which will provide valuable information for the diagnosis and treatment of anal diseases.

[Key words] Normal adult; Perianal muscle; Magnetic resonance imaging

基金项目: 上海市卫生和计划生育委员会科研课题(201540198)。

通信作者: 王 嵩 E-mail: songwangws@163.com

肛管区域易发生多种疾病, 详细准确的肛管区域解剖成像对各种排便异常、肛周脓肿及瘘管、肛管直肠肿瘤的诊断和治疗非常必要。然而, 肛管区域解剖结构复杂, 几十年来对肛提肌是否有垂直部的存在、耻骨直肠肌是否为肛提肌的一部分、肛门外括约肌的分部、联合纵肌的构成等均存在争议<sup>[1-4]</sup>。体外相控阵线圈软组织分辨率及空间分辨率高, 信噪比好, 能多方位成像, 可在患者无任何不适的情况下清晰地显示肛管及肛周结构。本研究采用体外相控阵线圈高分辨率磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 技术显示正常成人肛周肌群的构成及解剖关系, 并测量肛管及肛周重要肌肉的长度、厚度, 探讨男女性之间的差异。

## 1 资料和方法

### 1.1 一般资料

正常成人38例, 其中男性16例, 女性22例; 年龄25~94岁, 平均年龄(56.3±19.7)岁。无肛门区不适及手术史, 无MRI检查禁忌证。

### 1.2 检查方法

使用Philips Ingenia 3.0T MRI仪, 12通道体部相控阵线圈, 对38例正常志愿者行肛周MRI检查, 包括矢状面、垂直于肛管长轴的轴位及平行于肛管长轴的斜冠状面的T2WI [重复时间(repetition time, TR)/回波时间(echo time, TE)=4 070/75 ms, 层厚3 mm, 间隔0.3 mm, 矩阵320×268]。

### 1.3 图像观察及测量

由2名高年资MRI医师共同观察。肛周MRI图像依据有无伪影, 分为3类。良好: 无伪影; 中等: 有少量伪影; 差: 大量伪影, 影响图像分析。观察肛提肌、耻骨直肠肌及肛管内外括约肌的走行和构成, 正中矢状面测量肛管前后缘长度, 正中冠状面测量外括约肌及耻骨直肠肌长度。于轴位肛管中段及显示耻骨直肠肌最大层面分别测量内外括约肌和耻骨直肠肌厚度, 截石位3点及9点位测量后取平均值。

### 1.4 统计学处理

对肛管前后缘长度、外括约肌盒耻骨直肠长

度、内外括约肌和耻骨直肠肌厚度进行正态性检验, 符合正态分布者以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 不符合者以中位数及四分位数表示。采用独立样本 $t$ 检验及Mann-Whitney检验比较男性与女性之间上述各测量值。采用SPSS 13.0软件进行统计分析, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 图像质量评价

所有38例肛周MRI图像质量均达良好, 无伪影, 肛周肌群及周围脂肪间隙显示清晰。

### 2.2 肛周肌群的显示

#### 2.2.1 耻骨直肠肌

耻骨直肠肌起自两侧耻骨体, 呈“U”形紧贴直肠两侧, 环绕直肠肛管交接处, 后方有纤维连于尾骨尖及肛尾韧带, 女性有纤维汇入前方会阴体。38例正常志愿者中, 36例(94.7%)显示耻骨直肠肌与上方肛提肌间及下方肛门外括约肌深部间存在脂肪间隙(图1)。正中冠状面有14例(36.8%)显示耻骨直肠肌与外括约肌深部头足方向部分重叠, 耻骨直肠肌下方部分包绕外括约肌深部, 其中女性7例(31.8%), 男性7例(43.8%)。

#### 2.2.2 肛提肌

肛提肌呈圆顶状, 向前下倾斜, 与耻骨直肠肌间存在脂肪间隙。38例正常志愿者中, 35例(92.1%)显示肛提肌存在垂直下行的纤维(直肠悬带), 走行于括约肌间, 其中22例(62.9%)下缘位于耻骨直肠肌下缘, 13例(37.1%)下缘位于外括约肌深部下缘(图1)。

#### 2.2.3 联合纵肌

括约肌间隙内有纵行肌束存在(联合纵肌), 由内侧的直肠纵肌及外侧的肛提肌垂直部(直肠悬带)组成(图1)。直肠纵肌在肛管上段与内括约肌间的脂肪间隙较窄, 下段约外括约肌深部下缘处直肠纵肌与内括约肌间的脂肪间隙增宽, 正中矢状面见其向后穿过外括约肌浅部与皮下部间向后上尾骨方向发出纤维(图2)。矢状面见直肠纵肌向外括约肌皮下部发出数条纤维(图2~3)。冠状面示联合纵肌与内侧内括约肌内缘及下方肛提肌皮下部间形成三角形的脂肪间

隙（中央间隙）。女性肛管前方见直肠纵肌有纤维汇入会阴体。

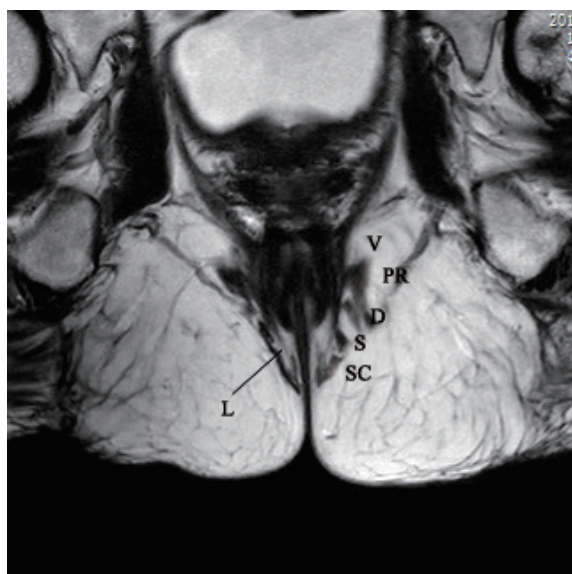


图1 平行于肛管长轴的正中冠状面T2WI

V: 肛提肌垂直部（肛门悬带）；PR: 耻骨直肠肌；D: 外括约肌深部；S: 外括约肌浅部；SC: 外括约肌皮下部；L: 直肠纵肌

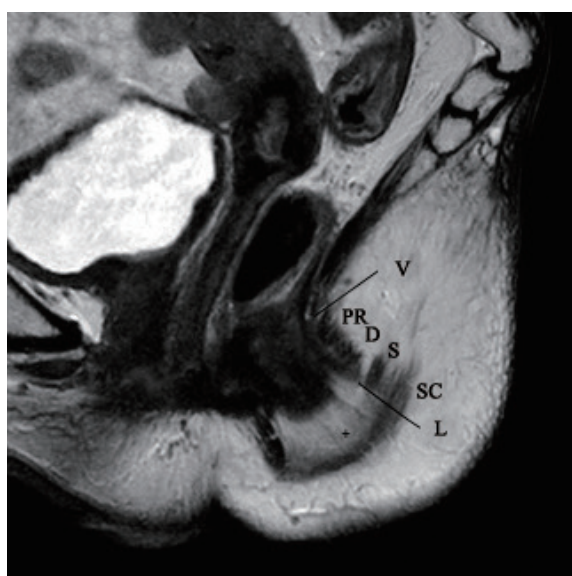


图2 肛管正中矢状面T2WI

V: 肛提肌垂直部（肛门悬带）；PR: 耻骨直肠肌；D: 外括约肌深部；S: 外括约肌浅部；SC: 外括约肌皮下部；L: 直肠纵肌

### 2.2.4 外括约肌

肛门外括约肌自上而下分为3个部分：深部、浅部及皮下部（图1）。38例正常志愿者中，36例（94.7%）见外括约肌深部与耻骨直肠肌间有脂肪间隙分隔。2例（5.3%）外括约肌浅部与深部间分界不清，其余均见两者间脂肪间

隙。外括约肌浅部与皮下部均见向后上方尾骨方向的纤维，呈钩样。外括约肌皮下部自两侧包绕肛管下端，并向内侧翻起，呈双“J”形。

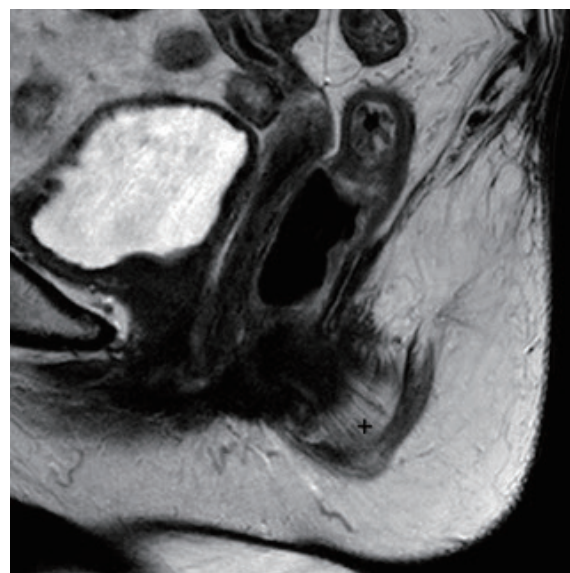


图3 肛管旁正中矢状面T2WI

+: 直肠纵肌向外括约肌皮下部发出细小纤维

### 2.2.5 内括约肌

直肠穿肛提肌裂孔后内侧环形肌增厚延续为肛门内括约肌，呈环状围绕肛管，T2WI示其相对于其他肛周肌肉呈稍高信号。38例正常志愿者中，30例（78.9%）横断面图像见联合纵肌与内括约肌间垂直走行的细小纤维（图4）。

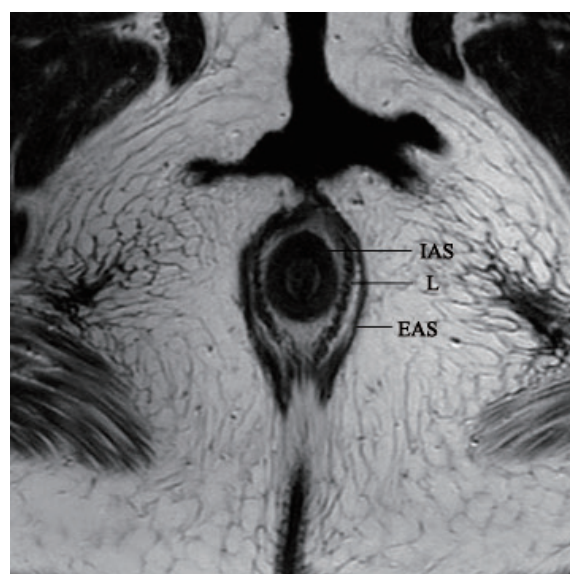


图4 肛管下段轴位T2WI

IAS: 内括约肌；L: 直肠纵肌；EAS: 外括约肌

### 2.3 男女之间肛周肌群长度及厚度值的差异

肛管前后缘长度、耻骨直肠肌长度及厚度、肛管内括约肌厚度、肛门外括约肌长度及厚度见表1。男性的外括约肌厚度 [ (4.1 ± 0.7) mm ] 较女性 [ (3.4 ± 0.6) mm ] 厚 (P=0.003), 其余两组间差异无统计学意义 (P>0.05)。38例正常志愿者的肛管前缘长度 [ (28.8 ± 4.5) mm ] 短于后缘 [ (32.5 ± 4.7) mm ] (P=0.001)。

表1 肛管长度及肛周肌群测量值

测量值/mm	男性 (n=16)	女性 (n=22)	P值
肛管前缘长度	30.1 ± 4.2	28.0 ± 4.6	0.172
肛管后缘长度	33.3 ± 4.1	32.0 ± 5.0	0.395
外括约肌长度	27.9 ± 4.6	26.1 ± 4.2	0.216
耻骨直肠肌长度	7.6 (6.5~8.8)*	6.9 (6.3~7.8)*	0.097*
耻骨直肠肌厚度	4.9 ± 0.7	5.0 ± 0.8	0.622
内括约肌厚度	4.9 ± 1.1	5.0 ± 1.0	0.810
外括约肌厚度	4.1 ± 0.7	3.4 ± 0.6	0.003

\*: Mann-Whitney检验, 中位数 (四分位数)

## 3 讨 论

肛管指直肠壶腹下端至肛门之间的狭长部, 长3~4 cm, 前壁较后壁稍短。对其分界有两种说法: 一种是指齿状线以下至肛缘的部分; 另一种是肛管直肠肌环上缘平面以下至肛缘的部分, 即齿状线向上约1.5 cm<sup>[5]</sup>。前者为解剖学肛管, 后者为外科学肛管。本研究以外科学肛管为对象, 利用体外相控阵线圈高分辨率MRI, 探讨肛管周围肌群的解剖关系及构成, 重点观察耻骨直肠肌、肛门外括约肌及联合纵肌。

一直以来关于耻骨直肠肌的归属问题, 各研究说法不一。有学者认为耻骨直肠肌是肛提肌的一部分, 上方与肛提肌部分融合。亦有学者认为耻骨直肠肌属于外括约肌深部的一部分。本研究通过对38例正常志愿者肛管进行MRI评估, 显示36例 (94.7%) 耻骨直肠肌与其上方的肛提肌及下方的肛门外括约肌深部间有脂肪间隙分隔, 属于独立的结构。这与Wallner<sup>[6]</sup>的研究一致, 其对肛周肌肉行免疫组织化学染色后发现, 在耻骨直肠肌和肛门外括约肌深部间存在一结缔组织分

隔。在肌群排列中, 耻骨直肠肌位于肛门外括约肌深部的头侧, 14例 (36.8%) 显示耻骨直肠肌与外括约肌深部头足方向有部分重叠, 耻骨直肠肌下方部分包绕外括约肌深部。Shafik的两项研究<sup>[7-8]</sup>显示, 耻骨直肠肌包含一个纵行的部分, 本研究中未见此部分, 但发现肛提肌存在垂直走行的纤维 (肛门悬带), 走行于耻骨直肠肌内侧, 推测此结构即为Shafik等提出的耻骨直肠肌的纵行部分。

1769年Santorini命名了肛门外括约肌, 并认为其由深部、浅部及皮下部三部分组成。此后数百年间, 关于肛门外括约肌的分部一直争论不休。有学者认为耻骨直肠肌应划为肛门外括约肌<sup>[7]</sup>, 2005年《格氏解剖学 (第39版)》<sup>[9]</sup>将外括约肌分为皮下部及浅部两部分。本研究证实, 肛门外括约肌分为深部、浅部及皮下部三部分。38例正常志愿者中, 仅2例 (5.3%) 外括约肌浅部与深部之间分界不清, 其余均见两者之间有脂肪间隙。外括约肌浅部与皮下部均见向后上方尾骨方向的纤维, 呈钩样, 使得后部的括约肌间隙较前部宽。

联合纵肌是围绕肛管周围的纤维肌层, 位于肛门外括约肌之间<sup>[10]</sup>。随着影像学技术的发展, 才逐步被人们所认识<sup>[1, 11-15]</sup>, 但对其起源、构成、分布等组织解剖学还存在诸多争议。关于其起源有多种观点, 如肛提肌的延续、耻骨直肠肌和肛门外括约肌深部的延续、耻骨尾骨肌和肛门外括约肌上祥的延续等<sup>[16-17]</sup>。对于其纤维构成, 目前多数学者认为由三层肌纤维构成: 内层为直肠纵肌的延续, 属平滑肌; 中间层为肛门悬带, 属横纹肌; 最外层为耻骨直肠肌和肛门外括约肌向下延伸的部分, 属横纹肌<sup>[18]</sup>。对于其走行及功能, 有学者认为联合纵肌的纤维穿入肛门外括约肌内, 形成一个弹力纤维网, 有固定肛门的作用; 同时, 括约肌的功能由其肌纤维的收缩及与其相连的弹性纤维网共同参与完成<sup>[19]</sup>。本研究中在肛门外括约肌间的间隙内可见两层纵行的纤维。内侧为直肠纵肌, 伴随肛管全程。直肠纵肌在肛管上段与内括约肌间脂肪间隙较窄, 而于肛管下段脂肪间隙增宽, 推测此

种结构使得肛管下段在排便中的活动度较大。直肠纵肌远端纤维穿入外括约肌皮下部,并有纤维向内穿入内括约肌连于皮下,推测此结构可使直肠纵肌收缩时在缩短肛管的同时起肛门外翻的作用。矢状面图像中见直肠纵肌向后方穿入外括约肌皮下部与浅部间,向后上方发出纤维连于尾骨尖,推测此结构使得直肠纵肌收缩时有推动内括约肌后部下移、推动排便的作用,同时也使得肛管后部与粪便的摩擦度较其他部位增加,而更易发生肛裂等肛周疾病。外侧为肛提肌垂直部(肛门悬带),较直肠纵肌细小。38例正常志愿者中,35例(92.1%)显示直肠悬带,走行于括约肌间,其中22例(62.9%)下缘位于耻骨直肠肌下缘,13例(37.1%)下缘位于外括约肌深部下缘。本研究结果与Guo等<sup>[20]</sup>的研究结果不一致,其研究60例19~25岁正常志愿者的肛周MRI,发现直肠纵肌和内括约肌间脂肪间隙不易显示,括约肌间隙内的纵行肌束为肛提肌的垂直部。可能与其研究对象为年轻人,而本研究以中老年人为主,肌束间脂肪间隙相对较宽有关,因此仍需扩大样本量并通过解剖、病理学对照研究证实。

对于肛周肌肉的三维径向测量,文献报道不一<sup>[1, 4, 20]</sup>,亦与MRI检查使用的体内或体外线圈有关。本研究于正中矢状面、正中冠状面、耻骨直肠肌横断面及肛管正中横断面测量肛管前后缘、外括约肌和耻骨直肠肌长度、内外括约肌和耻骨直肠厚度,观察到男性和女性的肛管前缘均短于肛管后缘( $P=0.038$ 和 $0.008$ ),而男女性之间仅见外括约肌厚度差异有统计学意义( $P=0.003$ ),男性厚于女性,其余均无差别。但本研究例数有限,仍需扩大样本进一步证实,并比较不同年龄、身高、体质量及体质指数人群之间各测量值的差别。

#### [参 考 文 献]

- [1] ROCIU E, STOKER J, EIJKEMANS M J, et al. Normal anal sphincter anatomy and age- and sex-related variations at high-spatial-resolution endoanal MR imaging [J]. *Radiology*, 2000, 217(2): 395-401.
- [2] STOKER J, ROCIU E, ZWAMBORN A W, et al. Endoluminal MR imaging of the rectum and anus: technique, applications, and pitfalls [J]. *RadioGraphics*, 1999, 19(2): 383-398.
- [3] GUO M, LI D. Pelvic floor images: anatomy of the levator ani muscle [J]. *Dis Colon Rectum*, 2007, 50(10): 1647-1655.
- [4] HSU Y, FENNER D E, WEADOCK W J, et al. Magnetic resonance imaging and 3-dimensional analysis of external anal sphincter anatomy [J]. *Obstet Gynecol*, 2005, 106(6): 1259-1265.
- [5] CORMAN M L, 吕厚山. 结肠与直肠外科学 [M]. 4版. 北京: 人民卫生出版社, 2002.
- [6] WALLNER C. Is the puborectalis muscle part of the levator ani muscle? [J]. *Dis Colon Rectum*, 2008, 51(7): 1165-1167.
- [7] SHAFIK A. A new concept of the anatomy of the anal sphincter mechanism and the physiology of defecation. VII. Anal fistula: a simplified classification [J]. *Dis Colon Rectum*, 1979, 22(6): 408-414.
- [8] SHAFIK A. A new concept of the anatomy of the anal sphincter mechanism and the physiology of defecation. IV. Anatomy of the perianal spaces [J]. *Invest Urol*, 1976, 13(6): 424-428.
- [9] STANDRING S, ELLIS H, HEALY J, et al. Gray's anatomy (39th edition) [M]. New York: Churechill Livingstone, 2005.
- [10] WILLIAMS P, BANNISTER L, BERRY M, et al. Gray's anatomy (38th edition) [M]. New York: Churechill Livingstone, 1995.
- [11] HUSSIAN S M, STOKER J, LAMÉRIS J S. Anal sphincter complex: endoanal MR imaging of normal anatomy [J]. *Radiology*, 1995, 197(3): 671-677.
- [12] KASHYAP P, BATES N. Magnetic resonance imaging anatomy of the anal canal [J]. *Australas Radiol*, 2004, 48(4): 443-449.
- [13] FRITSCH H, BRENNER E, LIENEMANN A, et al. Anal sphincter complex: reinterpreted morphology and its clinical relevance [J]. *Dis Colon Rectum*, 2002, 45(2): 188-194.
- [14] GERDES B, KÖHLER H H, ZIELKE A, et al. The anatomical basis of anal endosonography. A study in postmortem specimens [J]. *Surg Endosc*, 1997, 11(10): 986-990.
- [15] HUSSIAN S M, STOKER J, ZWAMBORN A W, et al. Endoanal MRI of the anal sphincter complex: correlation with cross-sectional anatomy and histology [J]. *J Anat*, 1996, 189(Pt 3): 677-682.
- [16] SHAFIK A. A new concept of the anatomy of the anal sphincter mechanism and the physiology of defecation. III. The longitudinal anal muscle: anatomy and role in anal sphincter mechanism [J]. *Invest Urol*, 1976, 13(4): 271-277.
- [17] LUNNISS P J, PHILLIPS R K. Anatomy and function of the anal longitudinal muscle [J]. *Br J Surg*, 1992, 79(9): 882-884.
- [18] 张东铭. 大肠肛门局部解剖与手术学 [M]. 2版. 合肥: 安徽科技出版社, 2006.
- [19] HAAS P A, FOX T A JR. The importance of the perianal connective tissue in the surgical anatomy and function of the anus [J]. *Dis Colon Rectum*, 1977, 20(4): 303-313.
- [20] GUO M, GAO C, LI D, et al. MRI anatomy of the anal region [J]. *Dis Colon Rectum*, 2010, 53(11): 1542-1548.

(收稿日期: 2018-08-09 修回日期: 2018-11-13)