

中年男性尿道括约肌复合体磁共振成像的解剖研究

周煦东 王向东* 王 宪 孙鹏宇 刘 胜 宋苗苗 赵万里 刘 洋 李建伟

(河北省沧州市中心医院泌尿外科, 沧州 061001)

【摘要】 目的 利用磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)研究中年男性尿道括约肌复合体的正常解剖形态。**方法** 对 106 例正常控尿的中年男性尿道括约肌复合体进行 MRI 观察,在仰卧位静息态,获取盆腔矢状面、冠状面和横截面的 T2 加权快速自旋回波图像。**结果** 尿道括约肌复合体由尿道平滑肌和尿道外括约肌组成。尿道平滑肌于后侧终止于会阴体,于前面止于阴茎白膜,于两侧向远端走行止于两侧坐骨支。尿道外括约肌包括尿道横纹括约肌与尿道平滑括约肌,尿道横纹括约肌于膀胱颈及膜部最厚,在膀胱颈处形成完整的环,在膜部尿道,尿道横纹括约肌呈“戒指”状包绕尿道,向后与会阴中心腱相连,向远端止于阴茎白膜。正中矢状面图像能够测量尿道横纹括约肌长度:膜部尿道处长度为 12.13 ~ 20.86 mm,平均 16.86 mm;自精阜至会阴膜长度为 27.65 ~ 30.88 mm,平均 28.67 mm。横断面图像能够测量膜部尿道横纹括约肌厚度,前壁肌层厚度为 4.08 ~ 6.58 mm,平均 5.38 mm,后壁肌层厚度为 2.06 ~ 2.25 mm,平均 2.18 mm。**结论** MRI 能够清楚观察到中年男性尿道括约肌复合体的解剖结构,是观察男性尿道括约肌复合体解剖结构较理想的影像学方法。

【关键词】 尿道括约肌复合体; 中年男性; 磁共振成像

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2021)06-0513-06

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2021.06.008

Anatomy on Magnetic Resonance Imaging of Urethral Sphincter Complex in Middle-aged Males Zhou Xudong, Wang Xiangdong, Wang Xian, et al. Department of Urology, Cangzhou Central Hospital, Cangzhou 061001, China

Corresponding author: Wang Xiangdong, E-mail: 13582711623@163.com

【Abstract】 Objective To study the anatomy on magnetic resonance imaging (MRI) of urethral sphincter complex in middle-aged males. **Methods** The sagittal, coronal, and axial T2-weighted non-fat suppressed fast spin-echo images of pelvic cavities of 106 middle-aged males were studied. **Results** The urethral sphincter complex consisted of urethral smooth sphincter and striated (external) urethral sphincter. The urethral smooth muscle extended down the urethra, forward to be connected with tunica albuginea penis and backward to be connected with perineal body and ambilateral to be connected with ramus ossis ischii. The external urethral sphincter consisted of transverse sphincter of urethra and smooth sphincter of urethra. The transverse sphincter of urethra was the thickest in bladder neck and membranous part, forming a complete ring at bladder neck. In membranous part of urethra, the transverse sphincter of urethra encircled urethra in a ring shape, connecting with central perineal tendon backward, and ending at tunica albuginea distally. The median sagittal plane image could measure the length of transverse striated sphincter; the length of membranous urethra was 12.13 - 20.86 mm, with an average of 16.86 mm; The length from seminal caruncle to perineal membrane was 27.65 - 30.88 mm, with an average of 28.67 mm. The thickness of transverse striated sphincter of membranous urethra could be measured by cross-sectional images. The thickness of anterior wall muscle layer was 4.08 - 6.58 mm, with an average of 5.38 mm, and the thickness of posterior wall muscle layer was 2.06 - 2.25 mm, with an average of 2.18 mm. **Conclusion** The anatomy of urethral sphincter complex in middle-aged males can be seen clearly on MRI, which is an ideal image method for study and clinical practice of male urethral sphincter complex.

【Key Words】 Urethral sphincter complex; Middle-aged male; Magnetic resonance imaging

随着前列腺的增生,男性后尿道控尿结构解剖学形态不断变化。在男性后尿道疾病的微创手术中(如经尿道前列腺剜除术、经尿道前列腺脓肿切开术、腹腔镜前列腺癌根治术等),如何保留后尿道控尿结构,防止尿失禁及逆行性射精的发生,对患者的预后非常关键^[1,2]。本研究在我们前期青年与老年男性尿道括约肌复合体解剖研究^[3-9]的基础上,采用 3.0T MR 对 2010 年 9 月~2020 年 3 月门诊行盆腔 MRI 检查的 106 例中年男性后尿道控尿结构解剖形态进行观察,旨在为男性下尿路手术中如何保护及保留后尿道控尿结构提供参考标准及依据。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

筛选 2010 年 9 月~2020 年 3 月我院门诊行盆腔 MRI 检查的患者(可疑肛瘘 80 例,可疑盆腔肿物 26 例,检查后均排除相关疾病)。筛选标准:①中年男性,年龄 45~59 岁;②患者储尿及排尿正常(无储尿期、排尿期及排尿后临床症状);③无腹部、盆腔或尿道病变及手术史;④神经系统正常,无下尿路神经功能障碍。共筛选 106 名正常控尿的中年男性,年龄 45~59 岁,平均 52.5 岁。均无腹部、盆腔或尿道手术史和下尿路神经功能障碍的临床表现。

1.2 方法

1.2.1 扫描方法 采用 3.0 T 磁共振机(德国西门子股份公司 MAGNETOM Trio)。在仰卧位静息状态下对盆部进行扫描。T2 加权快速自旋回波(SE)图像的扫描参数:TR,4500~5500 ms,TE,130~140 ms;翻转角,90°;视野,225~400 mm;层厚,4.0 mm;层间距,0.4 mm;矩阵,512×512;扫描时间,130~190 s;NEX,6.0。扫描完成后,图像数据被传输到 NUMARIS/4 工作站(德国西门子股份公司, Syngo MR 2004A)。原始图像被用来显示中年男性尿道括约肌复合体肌束的轮廓和起止。多平面重建技术系辅助手段,仅当原始图像中的某一肌肉表现为非轴对称图像时才采用,目的是提高测量的准确度。

1.2.2 图像分析 由于中年男性后尿道括约肌肌束(黑色中、低信号)与尿道的黏膜和黏膜下层(白色高信号)及其周围的含脂肪间隔(白色高信号)形成明显的对比,因此,这些肌束的轮廓和起止能够被较好地显示,可以测量尿道横纹括约肌厚度、长度。由 2 位副主任以上的医师分别独立阅片测量,先分析正中矢状面图像测量肌层长度,再分析横断面图

像测量肌层厚度,意见不一致时,共同阅片后协商达成一致。长度的测量以前列腺尖部至会阴膜(尿道生殖隔下筋膜)之间的距离(膜部尿道长度^[10])以及自精阜至会阴膜之间的距离为标准。正中矢状面图像显示和测量肌层长度(图 1A);横断面图像显示和测量膜部尿道肌层厚度(图 1B)。

2 结果

106 例均获得诊断质量的 T2 加权图像,尿道横纹肌宽度及长度见表 1 和图 1。

表 1 尿道横纹肌宽度及长度

膜部尿道前壁肌层厚度	4.08~6.58 mm(平均 5.38 mm)
膜部尿道后壁肌层厚度	2.06~2.25 mm(平均 2.18 mm)
膜部尿道横纹肌长度	12.13~20.86 mm(平均 16.86 mm)
自精阜至会阴膜尿道横纹肌长度	27.65~30.88 mm(平均 28.67 mm)

2.1 矢状面 MRI 表现

矢状面影像上,MRI 能够清楚显示盆腔前、后部位的器官。前部为膀胱、前列腺和尿道;膀胱内的尿液在 T2W1 上显示为高信号,与低信号的膀胱壁形成鲜明的自然对比,可以很好地显示膀胱颈的位置。正中矢状面上可以清楚显示后尿道结构,由内向外依次为尿道的黏膜和黏膜下层(为中央的高信号)、尿道平滑括约肌、尿道横纹括约肌、前列腺(尿道周围腺体及移行带)、尿道内层纵行平滑肌、尿道中层环形平滑肌(前列腺前括约肌)及尿道外层纵行平滑肌。所有的肌肉于前面向远端止于阴茎白膜,于后侧终止于会阴体。尿道内层、中层及外层平滑肌组成前列腺前纤维肌肉基质,尿道外括约肌位于膀胱颈至会阴膜之间,尿道横纹括约肌位于尿道平滑括约肌外侧,在膀胱颈及膜部最厚,在膀胱颈处形成完整的环,在膜部尿道,尿道横纹括约肌呈“戒指”状包绕尿道,向后与会阴中心腱相连,其余部分前面及两侧较厚,后面较薄,尿道横纹括约肌向远端止于阴茎白膜。尿道环形平滑括约肌在膀胱颈处肌层最厚,向精阜方向逐渐变薄,在膜部尿道向后止于会阴中心腱。盆腔后上部为直肠,后下部为肛管(图 2)。在矢状面上能清晰测得膜部尿道横纹括约肌长度。

2.2 横断面 MRI 表现

经膀胱颈层面:清楚显示膀胱、尿道、前列腺、直肠及膀胱周围静脉丛。在 T2W1 上可以清楚显示后尿道结构,由内向外依次为尿道的黏膜和黏膜下层

(为中央的高信号)、尿道平滑括约肌、尿道横纹括约肌、尿道内层纵行平滑肌、尿道中层环形平滑肌(前列腺前括约肌)及尿道外层纵行平滑肌。尿道横纹括约肌前面厚后面薄,前列腺前括约肌较厚(图 3)。经精阜近端层面:由内向外依次为尿道的黏膜和黏膜下层(为中央的高信号)、尿道平滑括约肌、尿道横纹括约肌、前列腺(尿道周围腺体及移行带)、尿道内层纵行平滑肌、尿道中层环形平滑肌(前列腺前括约肌)及尿道外层纵行平滑肌。尿道内层、中层及外层平滑肌组成前列腺前纤维肌肉基质,尿道横纹括约肌前面厚后面薄,尿道周围腺体及移行带位于同一层面,均位于尿道横纹括约肌与尿道外层纵行平滑肌之间(图 4)。经精阜层面:尿道横纹括约肌呈“半戒指”状包绕尿道。前列腺前括约肌肌层较薄(图 5)。经会阴中心腱层面:清楚显示尿道、肛管、肛提肌及耻骨后静脉丛。尿道横纹括约肌呈“戒指”状包绕尿道,前面及两侧较厚,后面较薄,向后于会阴中心腱相连(图 6)。在横断面上能清晰测得尿道括约肌厚度。

2.3 冠状面 MRI 表现

经后尿道正中层:在 T2W1 上可以清楚显示后尿道结构,由内向外依次为尿道的黏膜和黏膜下层(为中央的高信号)、尿道平滑括约肌、尿道横纹括约肌、前列腺移行带、尿道内层纵行平滑肌、尿道中层环形平滑肌(前列腺前括约肌)及尿道外层纵行平滑肌。尿道平滑肌两侧肌纤维向远端走行止于两侧坐骨支。尿道横纹括约肌向远端走行止于阴茎白膜(图 7)。

3 讨论

男性尿道括约肌复合体由尿道平滑肌和尿道外括约肌组成^[11],尿道外括约肌包括尿道横纹括约肌与平滑括约肌。完整的尿道括约肌复合体具有泌尿生殖双重作用,控尿及促进精液顺行排出尿道。后尿道以精阜为界可分为 2 个功能区:①膀胱颈-精阜区(包括精阜),此区由前列腺前括约肌和尿道外括约肌围绕而成,负责控尿及防止逆行射精;②精阜-会阴膜区(不包括精阜),此区完全由尿道横纹括约肌围绕而成,主要负责控尿作用^[12]。

随着 MRI 的飞速发展, MRI 在评价盆底的组织结构及其病变中显现出优势。多角度成像可以观察膀胱颈、前列腺、尿道、肛提肌及其周围结构^[13,14]。我们曾应用 MRI 对青年与老年男性尿道括约肌复

合体进行研究,但目前尚无应用 MRI 对中年男性完整的男性尿道括约肌复合体进行描述,各种族人群男性尿道括约肌复合体完整的 MRI 影像学资料也有待完善。中年男性尿道括约肌复合体自膀胱颈至会阴膜(尿生殖膈下筋膜)如圆筒状包绕尿道,随着前列腺增长,男性尿道括约肌复合体形态是不断在变化的,正确描述中年男性尿道括约肌复合体的结构并以此为标准,可为男性后尿道处病变诊疗提供参考证据。

国际上对尿道括约肌复合体解剖形态的认识存在争议,主要体现在两个方面。①尿道平滑括约肌的来源和形态一直存在争议。Koraitim 等^[11]认为尿道平滑括约肌从膀胱颈至会阴膜建立完整的环形圆柱体肌纤维管道。Brooks 等^[15]认为尿道平滑括约肌分为两部分:A. 前列腺前括约肌,由膀胱内侧及中层平滑肌延续形成,于尿道后侧及外侧包绕尿道,向前不形成完整的环,而是与前纤维肌前列腺肉基质相连续形成戒指状的环;B. 尿道外括约肌的内在平滑肌,实质上为尿道横纹括约肌的一部分。Tanagho 等^[16]认为前列腺前括约肌后侧终止于精阜并环绕精阜。②尿道横纹括约肌在青春期后的形态存在争议。Oelrich^[17]认为尿道横纹括约肌在出生前,从膀胱颈至会阴膜为一完整管道,青春期后,后面及侧面萎缩,前部肌纤维终生在。这些国外的研究结果不一定适用于描述中国人男性尿道括约肌复合体的解剖形态。本研究结果表明,尿道横纹括约肌内侧的尿道平滑括约肌和外侧的前列腺前括约肌从膀胱颈至会阴膜建立完整的环形圆柱体肌纤维管道,前列腺前括约肌(中等信号)在膀胱颈处最厚,越靠近尿道的远端越薄,后侧终止于终止于会阴体,向远端止于阴茎白膜,两侧肌纤维向远端走行止于两侧坐骨支。横断面上前列腺前括约肌形成完整的环,前面部分参与形成前列腺前纤维基质(图 3~5)。关于青春期后尿道横纹括约肌的形态,本研究支持 Oelrich^[17]的观点, MRI 横断面显示:在中国中年男性中,从膀胱颈至会阴膜为一完整管道,在膀胱颈及膜部最厚,在膀胱颈处形成完整的环,在膜部尿道,尿道横纹括约肌呈“戒指”状包绕尿道,向后与会阴中心腱相连,其余部分前面及两侧较厚,后面较薄,尿道横纹括约肌向远端止于阴茎白膜。

在腹腔镜前列腺癌根治术中,根据病变的部位及范围,在完整切除病变组织及避免切缘阳性的前

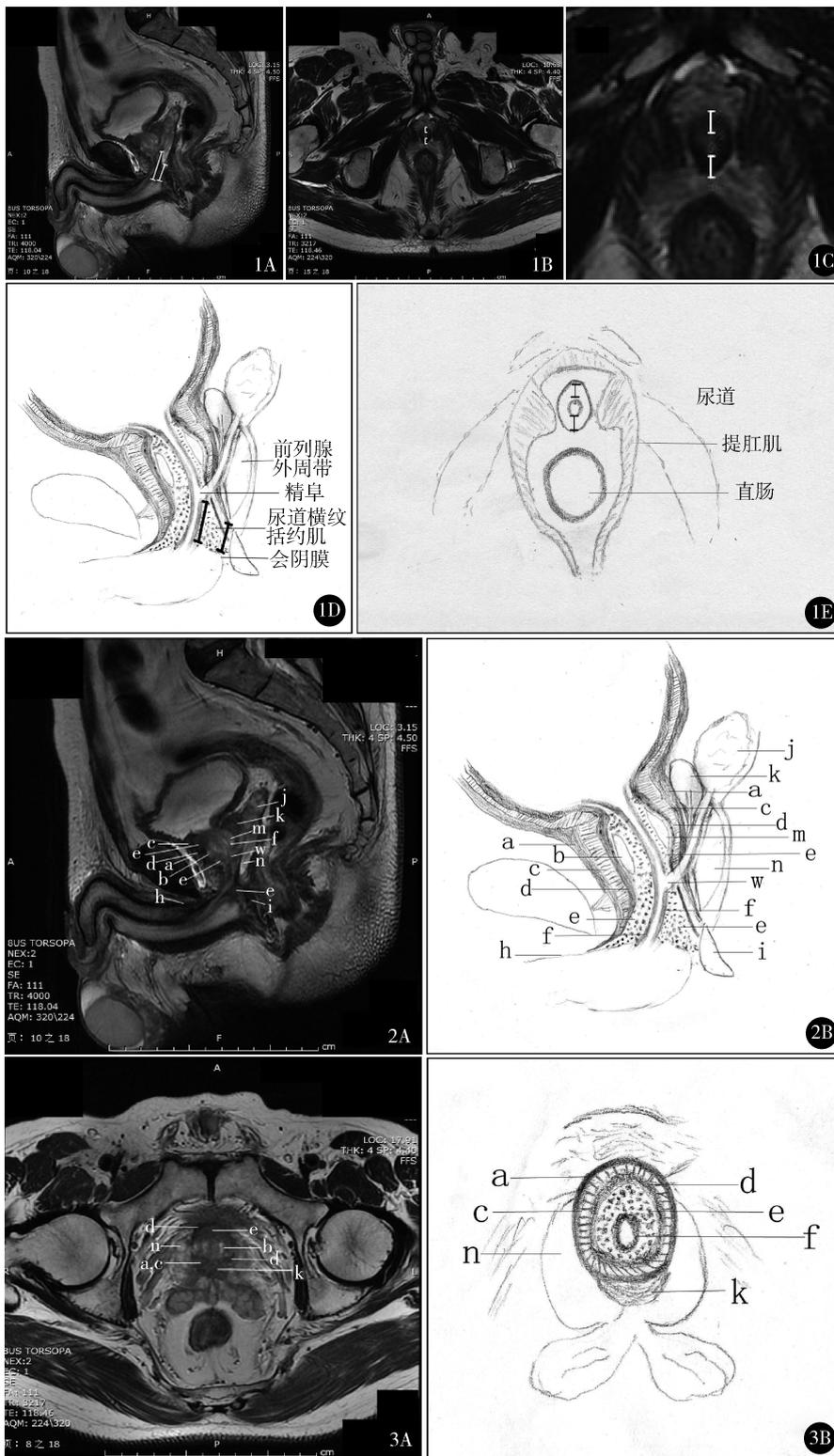


图 1 A. MRI 正中矢状面图像:膜部尿道肌层长度(短线段),精阜至会阴膜为尿道横纹括约肌长度(长线段);B、C. MRI 横断面图像:膜部尿道前壁肌层厚度(线段),膜部尿道后壁肌层厚度(线段);D、E 为示意图 图 2 A. 正中矢状面 a. 尿道外层纵行平滑肌,b. 移行带,c. 尿道中层环形平滑肌(前列腺前括约肌),d. 尿道内层纵行平滑肌,e. 尿道横纹括约肌,f. 尿道平滑括约肌,h. 阴茎白膜,i. 会阴中心腱,j. 精囊,k. 中央带,m. 尿道周围腺体,n. 外周带,w. 精阜;B 为示意图 图 3 A. 经膀胱颈层面 a. 尿道外层纵行平滑肌,b. 移行带,c. 尿道中层环形平滑肌(前列腺前括约肌),d. 尿道内层纵行平滑肌,e. 尿道横纹括约肌,k. 中央带, n. 外周带;B 为示意图(f. 尿道平滑括约肌)

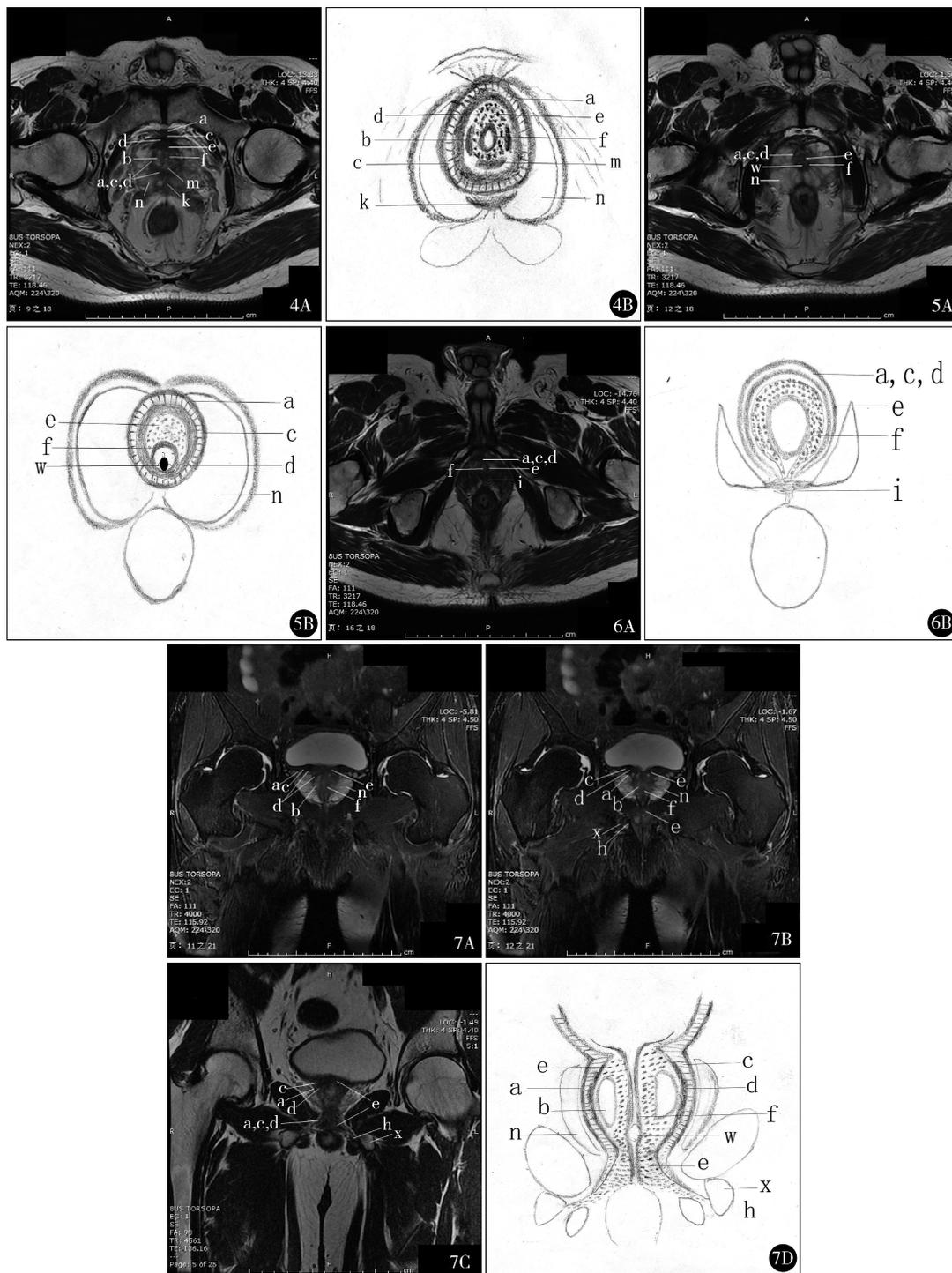


图 4 A. 经精阜近端层面 a. 尿道外层纵行平滑肌, b. 移行带, c. 尿道中层环行平滑肌 (前列腺前括约肌), d. 尿道内层纵行平滑肌, e. 尿道横纹括约肌, f. 尿道平滑括约肌, k. 中央带, m. 尿道周围腺体, n. 外周带; B 为示意图 图 5 A. 经精阜层面 a. 尿道外层纵行平滑肌, c. 尿道中层环行平滑肌 (前列腺前括约肌), d. 尿道内层纵行平滑肌, e. 尿道横纹括约肌, f. 尿道平滑括约肌, n. 外周带, w. 精阜; B 为示意图 图 6 A. 经会阴中心腱层面 (a, c, d 三者融合) a. 尿道外层纵行平滑肌, c. 尿道中层环行平滑肌 (前列腺前括约肌), d. 尿道内层纵行平滑肌, e. 尿道横纹括约肌, f. 尿道平滑括约肌, i. 会阴中心腱; B 为示意图 图 7 A~C. 经后尿道正中层面 (a, c, d 三者融合) a. 尿道外层纵行平滑肌, b. 移行带, c. 尿道中层环行平滑肌 (前列腺前括约肌), d. 尿道内层纵行平滑肌, e. 尿道横纹括约肌, f. 尿道平滑括约肌, h. 阴茎白膜, n. 外周带, w. 精阜, x. 坐骨支; D 为示意图

提下,术中应尽量保留足够长度的尿道横纹括约肌,尽量保留至精阜远侧端,术后能达到良好的控尿效果,避免尿失禁的发生。经尿道前列腺剜除术、经尿道前列腺腺肿切开术、经尿道前列腺电切术以及经尿道射精管切开术中,于膀胱颈处须保护此处的尿道横纹括约肌及平滑肌,确保此处的控尿机能及防止逆行性射精,切除边界远端不要超过精阜远侧端,否则易损伤尿道横纹括约肌,导致术后尿失禁。

目前,各种族人群尿道横纹括约肌长度的完整数据有待完善^[18],《坎贝尔泌尿外科学》所引男性膜部尿道肌层长度 12 ~ 50 mm^[10],本研究通过 MRI 测得 106 例中国中年男性膜部尿道肌层长度 12.13 ~ 20.86 mm(平均 16.86 mm),与国外报道结果一致。但国外文献把研究重点放在膜部尿道肌层长度上,忽略了尿道横纹括约肌功能性长度,而其正是男性后尿道重建术后尿失禁的危险因素。本研究通过 MRI 观察到:自精阜至会阴膜为尿道横纹括约肌主要控尿功能区,测得其长度为 27.65 ~ 30.88 mm(平均 28.67 mm),与膜部尿道肌层长度相差 1 倍。

对于膜部尿道横纹括约肌厚度的研究,在 MRI 图像上国外学者几乎未见涉及。Brooks 等^[15]认为膜部尿道横纹括约肌的厚度前后大致相等的,Myers 等^[19]、Walsh^[20]认为前面横纹肌纤维均较后面丰富。本研究 MRI 横断面影像显示:尿道前面横纹肌纤维均较后面丰富(图 6 ~ 10),横断面影像上,膜部尿道前壁肌层厚度为 4.08 ~ 6.58 mm(平均 5.38 mm),后壁肌层厚度 2.06 ~ 2.25 mm(平均 2.18 mm)。目前,男性膜部尿道肌层厚度与控尿关系的报道很少,在这方面需要更多深入的研究。

参考文献

- 1 朱凌峰,谭建明. 经尿道双极等离子前列腺剜除术治疗体积 > 60 ml 前列腺增生的疗效分析. 中国微创外科杂志, 2016, 16(5): 394 - 398.
- 2 叶定伟,沈益君. 应重视前列腺癌根治术后并发症的防治. 中华医学杂志, 2011, 91(32): 2233 - 2235.
- 3 Wang XD, Sheng Liu, Xiong LX, et al. Normal anatomy of urethral sphincter complex in young Chinese males on MRI. Int Urol Nephrol, 2014, 46(8): 1469 - 1476.
- 4 王向东,孙鹏宇,刘 胜,等. 3.0T MR 对青年男性尿道横纹括约肌正常解剖的研究. 中国微创外科杂志, 2015, 15(10): 932 - 936.

- 5 Wang XD, Liu TY, Zhao J, et al. Normal anatomic relationship between urethral sphincter complex and zones of prostate in young Chinese males on MRI. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(9): 16918 - 16925.
- 6 孙鹏宇,王向东,刘 胜. 青年男性后尿道控尿解剖学结构 MRI 研究. 中国微创外科杂志, 2017, 17(3): 260 - 263.
- 7 孙鹏宇,王向东,刘 胜. 青年男性尿道括约肌复合体与前列腺外科包膜 MRI 解剖关系. 中国微创外科杂志, 2017, 17(1): 69 - 71.
- 8 王 宪,王向东,孙鹏宇. 中国老年男性前列腺增生患者尿道括约肌复合体 MRI 解剖的研究. 中国微创外科杂, 2020, 20(6): 545 - 552.
- 9 王向东,王 宪,孙鹏宇. 青年男性前列腺前括约肌 MRI 解剖的研究. 中国微创外科杂, 2020, 20(11): 961 - 964.
- 10 Chung BI, Graham Sommer, Brooks JD. Anatomy of the Lower Urinary Tract and Male Genitalia. In: Wein JA, Kavoussi LR, Novick AC, eds. Campbell-Walsh Urology, 10th ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 2012. 57 - 59.
- 11 Koraitim MM. The male urethral sphincter complex revisited: An anatomical concept and its physiological correlate. J Urol, 2008, 179(5): 1683 - 1689.
- 12 Gosling JA, Dixon JS, Critchley HOD, et al. A comparative study of the human external sphincter and periurethral levator ani muscles. Br J Urol, 1991, 53(1): 35 - 41.
- 13 Kim B, Kawashima A, LeRoy AJ. Imaging of the male urethra. Semin Ultrasound CT MR, 2007, 28(4): 258 - 273.
- 14 Mikuma N, Tamagawa M, Morita K, et al. Magnetic resonance imaging of the male pelvic floor: the anatomical configuration and dynamic movement in healthy men. NeuroUrol Urodyn, 1998, 17(6): 591 - 597.
- 15 Brooks JD, Chao WM, Kerr J. Male pelvic anatomy reconstructed from the visible human data set. J Urol, 1998, 159(3): 868 - 872.
- 16 Tanagho EA, Pugh RCB. The anatomy and function of the ureterovesical junction. Br J Urol, 1963, 35(1): 51 - 65.
- 17 Oelrich TM. The urethral sphincter muscle in the male. Am J Anat, 1980, 15(82): 229 - 246.
- 18 Lim TJ, Lee JH, Lim JW, et al. Preoperative factors predictive of continence recovery after radical retropubic prostatectomy. Korean J Urol, 2012, 53(8): 524 - 530.
- 19 Myers RP, Goellner JR, Cahill DR. Prostate shape, external striated urethral sphincter and radical prostatectomy: the apical dissection. J Urol, 1987, 138(3): 543 - 550.
- 20 Walsh PC. Anatomical radical retropubic prostatectomy. In: Wslsh PC, ed. Campbell's Urology, 7th ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1977. 2565 - 2587.

(收稿日期: 2020 - 12 - 27)
(修回日期: 2021 - 03 - 20)
(责任编辑: 李贺琼)