

## 正常成年男性膀胱逼尿肌厚度的超声测量研究

朱红军, 杨卫新\*, 冯金法, 张大伟

(苏州大学附属第一医院康复医学科, 江苏 苏州 215001)

**[摘要]** 目的: 通过超声测量观察正常成年男性膀胱逼尿肌厚度 (detrusor wall thickness, DWT), 探讨膀胱容量 (bladder capacity, BC)、体质指数 (body mass index, BMI) 及年龄对逼尿肌厚度的影响。方法: 选取 41 例年龄在 20~40 岁之间的正常男性志愿者, 把 BC 分成 8 个等级: 1 级 45~55 ml, 2 级 90~110 ml, 3 级 140~160 ml, 4 级 190~200 ml, 5 级 240~260 ml, 6 级 290~310 ml, 7 级 390~410 ml, 8 级为强烈尿意时的最大膀胱容量 (max bladder capacity, MBC)。分别于以上 8 个阶段时采用 8~13 MHz 线阵超声探头测定膀胱前壁的 DWT。结果: BC 在 5 级之前时, DWT 下降明显, 而 BC 从 5 级增加至 8 级时 DWT 虽然下降轻微, 但仍有显著差异 ( $P < 0.05$ )。在 MBC 时, DWT 为  $(0.59 \pm 0.07)$  mm, 变异性最小。BMI 和年龄对 DWT 无显著影响。结论: 正常成年男性 DWT 与 BC 负相关。MBC 时, DWT 稳定性最好。

**[关键词]** 逼尿肌厚度; 超声; 男性

**[中图分类号]** R445.1

**[文献标志码]** B

**[文章编号]** 1007-4368(2014)11-1614-04

**doi:** 10.7655/NYDXBNS20141137

下泌尿道功能障碍在脊髓损伤、前列腺增生症等患者中常见, 常表现为下泌尿道梗阻, 膀胱出口阻力增加。目前尿流动力学检查虽然是诊断下尿道功能障碍的重要方法, 但它是侵入性检查方法, 操作费时, 不易被患者接受。因此找到合适的非侵入性方法检查下尿道功能越来越受到重视<sup>[1]</sup>。下尿道梗阻、逼尿肌过度活跃患者的膀胱壁厚度增加, 该厚度增加主要是由于逼尿肌肥厚引起。类似于心肌厚度可以反映心肌负荷, 逼尿肌厚度 (detrusor wall thickness, DWT) 也可以反映膀胱的工作负荷。研究表明逼尿肌过度活跃患者的逼尿肌肥厚, 膀胱壁的超声影像可以用来评估逼尿肌的肥厚情况和代偿情况<sup>[2,3]</sup>。超声影像可以清楚分辨膀胱壁由内至外的组成: 黏膜层、逼尿肌和外膜<sup>[4]</sup>。超声测量膀胱壁和逼尿肌厚度的变异性小, 因此有关通过超声测量 DWT 来评估下泌尿道梗阻情况和治疗效果评价的研究报道

较多<sup>[5]</sup>。但国外有关正常成年人膀胱壁或 DWT 的研究很少, 国内尚无相关研究报道。了解正常人的 DWT 能为评价异常膀胱壁提供参考。因此本研究旨在探讨膀胱容量 (bladder capacity, BC)、体质指数 (body mass index, BMI) 及年龄对 DWT 的影响。

## 1 对象和方法

### 1.1 对象

41 例正常男性志愿者, 均为本科室的医生、治疗师、进修医师、实习医师及研究生, 年龄 20~40 岁。分为 2 组, 20~30 岁组和 31~40 岁组。所有志愿者均排除泌尿道感染、骨盆骨折病史、泌尿道手术史、神经功能异常及糖尿病病史。所有志愿者入选前使用尿流动力学检查仪测定最大尿流率 ( $Q_{max}$ )  $> 15$  ml/s, 使用 B 超测定残余尿 (Prv)  $< 10$  ml, 具体资料见表 1。

表 1 志愿者的特征资料

( $\bar{x} \pm s$ )

组别	身高(m)	体重(kg)	BMI	$Q_{max}$ (ml/s)	最大 BC(ml)
20~30 岁组 ( $n=23$ )	$1.72 \pm 0.06$	$72.90 \pm 8.40$	$24.80 \pm 2.98$	$22.10 \pm 2.65$	$466.90 \pm 58.60$
31~40 岁组 ( $n=18$ )	$1.76 \pm 0.04$	$76.10 \pm 9.43$	$24.40 \pm 2.08$	$21.40 \pm 2.23$	$485.60 \pm 73.00$

### 1.2 方法

#### 1.2.1 BC 调控

所有志愿者排空膀胱后饮水 500~1 000 ml, 然后每隔约 30 min 用超声仪自带软件测定 BC, 并把 BC

**[基金项目]** 美国 CYRUS TANG FOUNDATION 资助

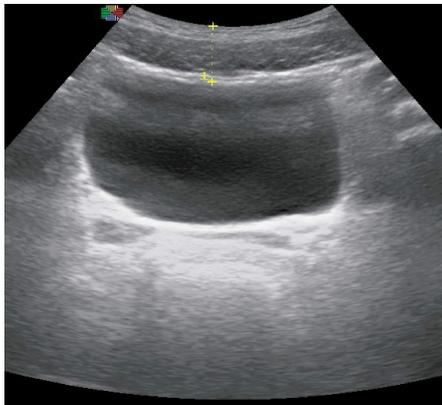
\*通信作者 (Corresponding author), E-mail: weixinsuda@163.com

com

分为以下几个等级:1 级 45~55 ml,2 级 90~110 ml,3 级 140~160 ml,4 级 190~200 ml,5 级 240~260 ml,6 级 290~310 ml,7 级 390~410 ml,8 级为强烈尿意时的最大膀胱容量(max bladder capacity, MBC)。分别于以上 8 个阶段时测定 DWT,如果 MBC<410 ml,就以该 MBC 作为测定终点。

### 1.2.2 DWT 测定

志愿者取仰卧位,超声探头(Sonosite M-Turbo-ICTx,美国)轻置于耻骨联合上方,调整探头方向,使探头方向与所测膀胱壁垂直。首先用 3.5~5.0 Hz 的探头测定膀胱前壁距离腹壁的距离(图 1),然后用 8~13 Hz 的线阵探头区分腹壁与膀胱壁。根据

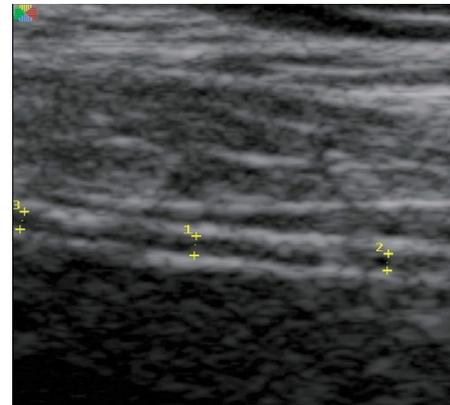


低频超声探头测定膀胱壁距离腹壁的距离,即两“+”之间的距离。  
图 1 膀胱壁距腹壁的距离测定

膀胱周围组织、膀胱壁黏膜层及黏膜下层 B 超图像呈高回声(白色),而逼尿肌 B 超图像呈低回声(黑色)的特点,区分出膀胱壁内膜、逼尿肌和外膜。当膀胱壁内膜和外膜呈现细而光滑连续的高信号时,冻结图像并打开 ZOOM 窗口,把超声数字图像放大 5 倍,此时辨别并测量 DWT(图 2)。选取膀胱前壁 3 个不同位置,分别测定 DWT,最后取平均值。

### 1.3 统计学方法

使用 SPSS13.0 分析软件,用非参数检验比较不同膀胱充盈度下的 DWT,比较不同年龄组的 DWT。用非参数相关分析 BMI 与 DWT 的相关性。



高频线阵探头测量 DWT,即两“+”之间的低信号区(黑色带)为逼尿肌。  
图 2 逼尿肌厚度测定

## 2 结果

### 2.1 BC 与 DWT

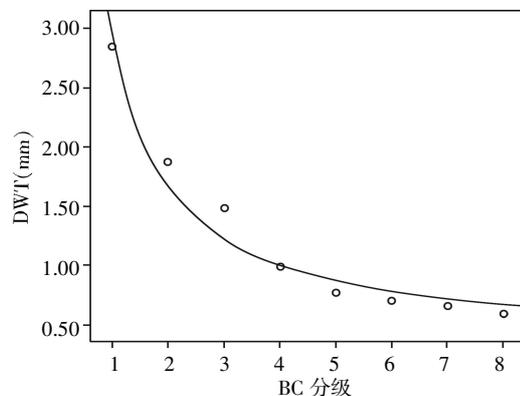
BC 各阶段的数值与相对应的 DWT 见表 2,予以曲线回归分析( $R^2=0.96, P < 0.01$ ,图 3)。当 BC 从 1 级逐渐增加到 5 级,志愿者的 DWT 从(2.84 ± 0.36)mm 降到 (0.77 ± 0.13)mm, DWT 降低了 72.7% ( $P < 0.05$ );而当 BC 从 5 级逐渐增加到 8 级(MBC), DWT 仅降低了 23.4% ( $P < 0.05$ )。在 MBC 时 DWT 变异最小, DWT 为(0.59 ± 0.07)mm。

表 2 BC 与 DWT

BC 分级	BC(ml)	DWT(mm)
1 级	50.1 ± 3.1	2.84 ± 0.36
2 级	100.9 ± 5.4	1.87 ± 0.24
3 级	151.6 ± 6.3	1.48 ± 0.22
4 级	201.1 ± 5.7	0.99 ± 0.19
5 级	252.0 ± 6.8	0.77 ± 0.13
6 级	300.6 ± 5.9	0.71 ± 0.12
7 级	400.6 ± 5.4	0.66 ± 0.10
8 级	474.0 ± 65.1	0.59 ± 0.07

### 2.2 BMI 与 DWT

所有志愿者 BMI 为(24.64 ± 2.68)kg/m<sup>2</sup>,非参数相关分析所有志愿者 MBC 时 BMI 与 DWT 的关系,结果显示 DWT 与 BMI 无显著联系( $r = -0.068, P = 0.067$ )。



随着 BC 逐渐增加, DWT 逐渐减小。BC 从 1 级增加到 5 级, DWT 减少明显( $P < 0.05$ ),而 BC 从 5 级增加到 8 级(MBC), DWT 改变平缓( $P < 0.05$ )。

图 3 BC 与 DWT 的变化关系

### 2.3 年龄与 DWT

20~30岁及31~40岁两个年龄组的MBC无显著差异,在MBC时,两个年龄组的DWT无明显差异( $P = 0.36$ )。

## 3 讨论

超声可以清楚分辨膀胱壁,Schoor等<sup>[6]</sup>首先用超声准确测量出兔子的膀胱壁厚度。随后超声测量膀胱壁厚度逐渐应用到前列腺增生患者、非神经源性膀胱功能障碍的儿童、尿失禁女性患者及神经源性膀胱的患者。目前,有两种指标可用于反映膀胱壁厚度,即完整的膀胱壁厚度和DWT,前者包含黏膜层、逼尿肌和外膜,因此前者的厚度要大于后者。本研究选择测量DWT是因为:①下尿道梗阻所导致的膀胱壁增厚主要是因为逼尿肌肥厚引起;②膀胱壁的黏膜层和外膜易受炎症等多因素影响;③超声影像下膀胱壁周围脂肪组织的高信号有时很难与膀胱壁外膜的高信号相区分,因此导致完整膀胱壁厚度测量误差较大。

目前测定膀胱壁厚度的方法有:经下腹壁测量、经直肠测量和经阴道测量,后两种方法操作相对复杂而且会引起一定程度的不适感,而第一种方法简便易行且无痛苦,因此本文选择了该方法。对于同一个受检者,在同样的膀胱充盈度下,膀胱壁不同部位(包括膀胱顶、膀胱前壁、后壁及侧壁)的厚度没有显著差异<sup>[7]</sup>,膀胱前壁距离腹壁较近,超声下易于分辨,因此选取膀胱前壁测量。由于膀胱前壁距下腹壁近,测量中发现超声探头对腹壁压力增大时会压迫膀胱前壁而致DWT减小,因此测量时需控制超声探头对腹壁的压力,避免影响膀胱前壁DWT的测量。

本测量结果显示MBC时DWT平均 $< 1$  mm,因此需要使用分辨率高的超声探头。超声分辨率是频率依赖的,超声频率越高分辨率越好,7.5 MHz的超声波分辨率 $< 0.13$  mm,而3.5 MHz的超声波分辨率只有 $0.3$  mm<sup>[8]</sup>,因此先用低频超声波确定膀胱壁与腹壁的距离,再用8~13 MHz线阵探头测量DWT,这样有利于分辨细微差别。超声频率增加会导致测量深度降低,研究中发现膀胱前壁距离腹壁距离2~6 cm,8~13 MHz线阵探头可以清楚分辨出膀胱前壁。

研究表明膀胱壁厚度与膀胱充盈度有关,Khullar等<sup>[9]</sup>发现BC在0~50 ml之间时,膀胱壁厚度无显著变化,因此以50 ml左右的BC为测量起

点。Hakenberg等<sup>[10]</sup>报道称随着BC的增加,膀胱壁厚度轻微而显著减小。本研究发现BC从1级增大到5级,DWT减小幅度大,而从5级到MBC,DWT变化幅度小。这与Oelke等<sup>[8]</sup>研究结果类似。本研究显示BC从5级增加到8级,DWT虽然变化轻微,但仍存在显著差异,并且在MBC时DWT变异性最小,而Oelke等<sup>[8]</sup>报道BC $> 250$  ml时,DWT无显著变化。另外Oelke等<sup>[8]</sup>测量MBC时DWT平均为 $1.4$  mm,而本研究测得MBC时DWT为 $0.59$  mm,同样Chung等<sup>[11]</sup>研究也发现BC为250 ml时的DWT与MBC时的DWT仍有显著差异,而且MBC时DWT也 $< 1$  mm。这些研究结果不一致的原因可能是由于超声探头的频率不一样所致。回顾其他研究,使用7.5 MHz超声探头测得DWT为 $1\sim 2$  mm<sup>[12-13]</sup>,使用2~5 MHz超声探头测得DWT为 $3\sim 5$  mm<sup>[14]</sup>,而本研究及Chung等使用的超声探头频率 $> 7.5$  MHz,因此本研究能够更清楚地区分逼尿肌与膀胱周围组织及黏膜,因此测量准确性更高。因此根据本研究结果,建议使用高频线阵探头测定MBC时的DWT。另外,与Pannek等<sup>[15]</sup>研究结果类似,本研究结果也显示随着BC增大,DWT的变异性逐渐减小,当达到MBC时,DWT变异性最小,所以该结果提示在MBC时研究DWT较合适。

已有研究表明年龄对膀胱壁的厚度有影响,但结论不一致。Müller等<sup>[16]</sup>研究报道称健康儿童随着年龄增加DWT也逐渐增厚。Hakenberg等<sup>[10]</sup>发现正常成年人膀胱壁厚度随着年龄的增加而增厚,但显著性差异仅存在于年龄 $< 20$ 岁和年龄 $> 60$ 岁两亚组之间,而Oelke等<sup>[8]</sup>研究发现年龄对DWT无显著影响。本研究结果提示20~30岁与31~40岁这两个年龄组之间的DWT无显著差异。这其中的差异可能与研究对象的年龄范围及测量对象(整个膀胱壁或者逼尿肌)有关。儿童随着年龄的增加,其泌尿生殖道逐渐生长成熟,因此DWT也逐渐增厚。正常成年人泌尿生殖道已经发育成熟,随着年龄继续增大,男性包括前列腺在内的泌尿生殖道逐渐发生组织学变化,会导致逼尿肌肥厚、膀胱壁间质胶原沉积<sup>[17]</sup>。Hakenberg等<sup>[10]</sup>研究对象的年龄范围为5~76岁,本研究与Oelke等<sup>[8]</sup>的研究对象年龄范围是20~40岁,因此这可能是DWT无显著差异的原因。

本研究中各志愿者的身高、体重各异,为了解身高、体重是否影响DWT,我们计算了BMI,研究结果显示BMI对DWT无明显影响,这与Oelke等<sup>[8]</sup>的研究结果相似。Bright等<sup>[18]</sup>研究报道称虽然膀胱壁

的厚度与体重及 BMI 存在相关性,但这种相关性极其微小。因此身高、体重及 BMI 对 DWT 没有显著影响,测量 DWT 时可以不考虑这些因素。

本研究结果提示正常成年男性的 DWT 与 BC 呈负相关,在 MBC 时 DWT 变异最小。

[参考文献]

- [1] Farag FF, Heesakkers JP. Non-invasive techniques in the diagnosis of bladder storage disorders[J]. *Neurourol Urodyn*, 2011, 30(8): 1422-1428
- [2] Serati M, Salvatore S, Cattoni E, et al. Ultrasound measurement of bladder wall thickness in different forms of detrusor overactivity[J]. *Int Urogynecol J*, 2010, 21(11): 1405-1411
- [3] Huang T, Qi J, Yu YJ, et al. Predictive value of resistive index, detrusor wall thickness and ultrasound estimated bladder weight regarding the outcome after transurethral prostatectomy for patients with lower urinary tract symptoms suggestive of benign prostatic obstruction[J]. *Int J Urol*, 2012, 19(4): 343-350
- [4] Kojima M, Inui E, Ochiai A, et al. Ultrasonic estimation of bladder weight as a measure of bladder hypertrophy in men with infravesical obstruction: A preliminary report [J]. *Urology*, 1996, 47(6): 942-947
- [5] Oelke M. International Consultation on Incontinence-Research Society (ICI-RS) report on non-invasive urodynamics; the need of standardization of ultrasound bladder and detrusor wall thickness measurements to quantify bladder wall hypertrophy[J]. *Neurourol Urodyn*, 2010, 29(4): 634-639
- [6] Schoor RA, Canning DA, Bella RD, et al. Ultrasound diagnosis of bladder outlet obstruction in rabbits[J]. *Neurourol Urodyn*, 1994, 13(5): 559-569
- [7] Kuzmić AC, Brkljacić B, Ivanković D. Sonographic measurement of detrusor muscle thickness in healthy children [J]. *Pediatr Nephrol*, 2001, 16(12): 1122-1125
- [8] Oelke M, Höfner K, Jonas U, et al. Ultrasound measurement of detrusor wall thickness in healthy adults [J]. *Neurourol Urodyn*, 2006, 25(4): 308-317
- [9] Khullar V, Salvatore S, Cardozo L, et al. A novel technique for measuring bladder wall thickness in women using transvaginal ultrasound[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 1994, 4(3): 220-2239
- [10] Hakenberg OW, Linne C, Manseck A, et al. Bladder wall thickness in normal adults and men with mild lower urinary tract symptoms and benign prostatic enlargement[J]. *Neurourol Urodyn*, 2000, 19(5): 585-593
- [11] Chung SD, Chiu B, Kuo HC, et al. Transabdominal ultrasonography of detrusor wall thickness in women with overactive bladder[J]. *BJU Int*, 2010, 105(5): 668-672
- [12] Oelke M, Höfner K, Jonas U, et al. Diagnostic accuracy of noninvasive tests to evaluate bladder outlet obstruction in men; detrusor wall thickness, uroflowmetry, postvoid residual urine, and prostate volume [J]. *Eur Urol*, 2007, 52(3): 827-834
- [13] Blatt AH, Titus J, Chan L. Ultrasound measurement of bladder wall thickness in the assessment of voiding dysfunction[J]. *J Urol*, 2008, 179(6): 2275-2278
- [14] Manieri C, Carter SS, Romano G, et al. The diagnosis of bladder outlet obstruction in men by ultrasound measurement of bladder wall thickness [J]. *J Urol*, 1998, 159(3): 761-765
- [15] Pannek J, Bartel P, Göcking K, et al. Clinical usefulness of ultrasound assessment of detrusor wall thickness in patients with neurogenic lower urinary tract dysfunction due to spinal cord injury; urodynamics made easy? [J]. *World J Urol*, 2013, 31(3): 659-664
- [16] Müller L, Jacobsson B, Mårild S, et al. Detrusor thickness in healthy children assessed by a standardized ultrasound method[J]. *J Urol*, 2001, 166(6): 2364-2367
- [17] Elbadawi A, Yalla SV, Resnick NM. Structural basis of geriatric voiding dysfunction: I. Methods of a prospective ultrastructural urodynamic study and an overview of the findings[J]. *J Urol*, 1993, 150(5 Pt 2): 1650-1656
- [18] Bright E, Percy R, Abrams P. Automatic evaluation of ultrasonography-estimated bladder weight and bladder wall thickness in community-dwelling men with presumably normal bladder function [J]. *BJU Int*, 2011, 109(7): 1044-1050

[收稿日期] 2014-04-19