

·专家笔谈·

儿童尿流动力学检查相关术语解读与临床应用



全文二维码 开放科学码

吕磊 文建国

【摘要】 儿童排尿功能障碍 (pediatric voiding dysfunction, PVD) 临床多见, 尿动力学检查 (urodynamic study, UDS) 是评估 PVD 最客观的方法。UDS 临床应用日益普及, 越来越广泛地被应用于 PVD 诊断、鉴别诊断, 也用于指导治疗和评估预后。PVD 涉及的相关术语和成人 UDS 基本一致, 但在儿童中的应用有其特殊性。国外已经有针对尿流动力学检查相关术语的定义和解释, 但国内此内容相对缺乏。本文就 PVD 相关术语解读和临床应用进行综述, 为 UDS 的临床和科研工作提供参考。

【关键词】 排尿障碍; 尿动力学; 儿童

【中图分类号】 R726.9

Term interpretations and clinical applications of urodynamic examinations in children. Li Lei, Wen Jianguo. Department of Pediatric Urodynamic Center, First Affiliated Hospital, Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China. Corresponding author: Wen Jianguo, Email: wenjg@hotmail.com

【Abstract】 Urodynamic examination (UDS) is the most objective tool of evaluating pediatric voiding dysfunction (PVD). The clinical application of UDS is becoming more and more popular and extensively utilized in PVD diagnosis, differential diagnosis, guiding treatment and prognosis. The pediatric terms of PVD are basically the same as adult counterparts. However, its application often has its particularity in children. Definitions and explanations of the relevant terms are available in foreign countries, yet remain absent in China. Here the interpretations and clinical applications of PVD were summarized as references for clinical and scientific researches of UDS.

【Key words】 Urination Disorders; Urodynamics; Child

儿童排尿功能障碍 (pediatric voiding dysfunction, PVD) 临床多见, 尿动力学研究 (urodynamic studies, UDS) 已成为评估婴儿和儿童神经源性和非神经源性膀胱常用的客观方法, PVD 在非侵入性检查不能明确诊断时可以通过 UDS 确定尿失禁和 (或) 下尿路症状的病因或发生机制^[1-3]。UDS 的运用已经使下尿路功能的准确评估、提供客观证据指导和评估治疗成为可能^[4,5]。由于儿童年龄和生理发育的限制, UDS 检查使用的术语和检查结果解读与成人有很大不同^[6]。本文就儿童尿流动力学检查术语解读及其临床应用进行总结, 为临床工作提供参考。

一、UDS 的分类和适应证

UDS 是根据尿流体力学和电生理学基本原理和方法来研究贮尿和排尿生理过程及其功能障碍的一门学科, 分为非侵入性尿动力学 (non-invasive UDS, NUDS) 和微创尿动力学 (minimal invasive UDS, MUDS)。NUDS 包括排尿日记、尿流率、泌尿系超声等; MUDS 包括膀胱测压 (灌注或自然充盈法)、膀胱压力流率测定、影像尿动力学检查 (video-urodynamic study, VUDS)、动态尿动力学检查等^[7]。任何怀疑排尿功能异常的疾病均可进行 NUDS 检查, 当残余尿增多、有明显神经损害和排尿异常治疗无效时要考虑行 MUDS 检查^[4,7,8]。MUDS 检查前要先使用 NUDS 进行评估^[9,10]。

二、UDS 相关术语解读和临床运用

(一) 非侵入性检查

1. 排尿日记 (voiding diary, VD): 又称频率-体积表 (frequency volume chart, F-V chart), 需要记录第 1 天至第 7 天患儿每日液体摄入量和排尿时间、排尿量及排尿症状发作的时间和次数, 并计算平均

DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.11.003

基金项目: 国家自然科学基金 (编号: 81670689)

作者单位: 郑州大学第一附属医院小儿尿动力学中心 (河南省郑州市, 450052)

通信作者: 文建国, Email: wenjg@hotmail.com

每日液体摄入量、每日总排尿量、最大单次排尿量(功能性膀胱容量)及日间和夜间排尿量。部分儿童由于上学或者家长空闲时间有限等原因更适合于周末进行记录,因此建议记录2 d时间^[4]。需要评估排尿习惯和膀胱容量的排尿功能紊乱患儿均需要记录VD。

最大排尿量(maximum voided volume, MVV):又称功能性膀胱容量,也就是膀胱所能排出的最大尿量。MVV(除晨起第1次排尿)外<65%估计膀胱容量偏小,若>150%则偏大。最大排尿量增大可见于膀胱感觉迟钝,如神经源性膀胱、懒惰性膀胱等;减少可见于逼尿肌过度活动、泌尿系感染、结石等。最大排尿量可以为膀胱测压时估算膀胱充盈量,避免膀胱过度充盈。

每日总排尿量:通过与每日液体摄入量比较可以分析液体出入量是否平衡,总排尿量增多可见于大量饮水、使用利尿药物等;减少可见于脱水、尿潴留等。

白天/夜晚排尿量:可用于鉴别日间尿频和遗尿等疾病的原因。日间和夜间尿液分泌量比例大约在3:1~4:1,夜尿量增多可见于大量饮水、尿崩症等。

排尿次数:不同年龄儿童排尿次数波动较大,取决于年龄和液体摄入量,有调查发现95%的7~15岁小儿日间排尿次数在3~8次;3~12岁小儿在5~6次;7岁左右3~7次。ICCS推荐的诊断标准,3岁以上儿童白天排尿超过8次可诊断为尿频,少于3次为排尿次数减少^[7]。

尿失禁(incontinence):持续性尿失禁是指白天和夜间持续漏尿,通常与先天性畸形(如异位输尿管、膀胱外翻)、尿道外括约肌功能丧失(如外括约肌切开术)或医源性因素(如膀胱阴道瘘)有关。间歇性尿失禁是指不连续的漏尿,清醒时发生的称为日间尿失禁,完全发生在睡眠期间则称为遗尿症(enuresis)^[7]。

除以上内容外,排尿日记还可以记录尿频(白天排尿次数超过正常同龄儿童的排尿次数)、尿急(指患者一有尿意即迫不及待地需要排尿,难以控制)、尿等待(等待尿出的时间超过20 s)、尿无力(排尿时无力感,尿线细且低平)、排尿困难(排尿费力,不通畅)、尿不尽(尿意急迫但小便后膀胱仍有未排干净的感觉)、尿分叉(排尿分叉)、排尿后漏尿(排尿结束后有尿液漏出)、间断排尿(排尿过程不连续,分几段排出)等症状,可以初步判断疾病类

型和严重程度。

2. 导尿日记:和排尿日记不同的是,导尿日记记录导尿频率和导尿量,适用于进行间歇导尿的患儿。根据导尿日记合理调整患儿饮水量和导尿频率,可预防上尿路损伤和尿路感染等。

3. 超声检查:通过超声检查记录膀胱壁厚度、膀胱容量、膀胱憩室、末端输尿管结构(肾积水)、膀胱内结构(肿瘤或结石)、膀胱颈状态(开放或关闭)和残余尿量等^[11]。超声检查多用于怀疑存在解剖异常和残余尿量患儿的诊断和随访。

膀胱壁厚度(bladder wall thickness, BWT):在膀胱充盈到估计膀胱容量50%时,测定结果变异度较小。膀胱壁增厚可见于膀胱出口梗阻、逼尿肌过度活动和长期反复尿路感染等。BWT可以预测上尿路扩张,膀胱壁厚度>3.0 mm时特异性为79.4%,敏感性为90.9%,阳性预测率为76.9%^[12]。

估计膀胱容量(expected bladder capacity, EBC):常用于正常排尿量或膀胱测压时充盈量的参考,2岁以上的儿童计算公式:膀胱容量(mL)=30×(年龄+1),大于12岁则接近成人膀胱容量。但2岁以下的婴幼儿膀胱容量差异较大,有文献提示小于1岁婴儿可以通过公式[膀胱容量(mL)=(38+2.5×月龄)]计算,但Bael等^[13]研究表明,对于6岁以下儿童,膀胱容量与年龄之间的关系是难以用线性关系描述的。

残余尿量(post-voided volume residual, PVR):排尿后5 min内使用超声测定或者插入导尿管抽出膀胱内的尿量为残余尿量,反映了膀胱的排空能力及膀胱尿道的协调能力。一般采用二维超声-椭圆球体公式法测量。患者取仰卧位,耻骨上经腹部途径,最大横切面图测量膀胱横径和厚径,最大纵切面图测量膀胱长径。公式为: $V=0.532 \times d1 \times d2 \times d3$, V为膀胱容量或残余尿量, d1、d2、d3分别为膀胱的前后径、上下径、左右径。2~5岁小儿残余尿量的意义有时高于最大尿流率的意义,但是年龄越小测定PVR的准确性越容易受到质疑。因此,一般认为反复测定2次或以上PVR仍然增多者才可以报告PVR增多,如果有任何一次结果正常则认为PVR无增多^[14]。4~6岁儿童单次PVR>30 mL或>21%膀胱容量(bladder capacity, BC)或重复测试PVR>20 mL或>10% BC, 7~12岁儿童单次PVR>20 mL或>15% BC或重复测试PVR>10 mL或6% BC被认为升高^[7]。尿流率和PVR联合测定可初步评估排尿功能,如膀胱出口梗阻(bladder outlet

obstruction, BOO)或逼尿肌活动不足(detrusor under-activity, DU),临床上普遍用于排尿功能障碍患儿的初步诊断和治疗随访,并确定是否需要微进行微创尿动力学检查^[11]。

4. 尿流率测定(uroflowmetry, UF):用尿流计记录排尿过程中尿流率(每秒排尿量)并绘成曲线,是诊断下尿路梗阻最重要和最有鉴别力的无创检查之一^[5]。主要用于怀疑存在膀胱功能障碍并能够排尿的儿童,但由于2岁以下儿童难以配合,很少能够顺利完成检查^[9]。UF结合同步肌电图能够判断膀胱和盆底肌肉收缩是否协同^[15]。

排尿量:指经尿道排出的总尿量,解读尿流率曲线前首先应确定排尿量达到50 mL或最大估计膀胱容量的50%以上时,尿流率和尿流曲线才具有可重复性^[16]。同样,当排尿量>最大估计膀胱容量的150%时,尿流率和尿流率曲线可能不准确,但不应简单否定该次检查结果,特别是它与排尿日记中记录的排尿量一致时,应至少重复一次尿流率测试以确认结果^[5]。

尿流率曲线:常见的尿流率曲线有以下5种:①钟形(bell)曲线:正常形状连续流动曲线,通常轻微向右倾斜,提示逼尿肌收缩正常。②塔形(tower)曲线:排尿开始后不久立即迅速上升至峰值后快速下降,提示膀胱过度活动。③低平(plateau)曲线:尿流曲线低平且常延长,提示膀胱出口梗阻、后尿道瓣膜、尿道狭窄、膀胱颈功能障碍或尿道狭窄等。④断奏(staccato)曲线:有多个峰和谷,但排尿结束前未达到零,仍然是连续的,提示排尿期括约肌过度活动。⑤间断(interrupted)曲线:有多个峰和谷,且波峰之间达到零基线,提示逼尿肌活动不足或逼尿肌括约肌协同失调(detrusor sphincter dys-synergia, DSD)^[5]。

最大尿流率(maximum flow rate, Q_{max}):指尿流曲线中最高的、持续约2 s以上的曲线峰值, $Q_{max}^2 \geq$ 总尿量提示最大尿流率正常。不同年龄儿童最大

尿量不同,测定的 Q_{max} 不同。尿量<200 mL时,尿流率的大小和尿量的增加成正比。对88名健康儿童进行调查分析发现,当男孩尿量>45 mL,女孩尿量>35 mL时,测定的 Q_{max} 有意义, Q_{max} 均值分别为 (14 ± 4.55) mL/s 和 (15.73 ± 7.52) mL/s^[17]。Gupta等^[18]研究发现5~10岁儿童的 Q_{max} 和11~15岁儿童相比有明显差异,男性儿童排尿量为50 mL时, Q_{max} 最高可达20 mL/s;排尿量为100 mL时,约为21 mL/s;排尿量为200 mL时,约为23 mL/s;排尿量为400 mL时,约为25 mL/s。而同年龄女性儿童在相应排尿量时, Q_{max} 一般要略高1~2 mL/s。尿流率受多种因素影响,除尿量外,过度憋尿可致 Q_{max} 降低,在过度憋尿状态下,Staccato尿流曲线发生率增加^[19,20]。因此临床需要结合尿流曲线的形状和有残余尿等综合判断排尿功能。

平均尿流率(average flow rate, Q_{ave}):总尿量除以尿流时间即为平均尿流率(mL/s),仅适用于连续排尿的患者。不同年龄和排尿量儿童的平均尿流率不同,我国正常小儿尿流率和尿量的关系见表1^[17]。

5. 4 h 排尿观察测试:指通过观察4 h 排尿情况(排尿次数、排尿量、膀胱容量和排尿后残余尿量)了解膀胱功能,用于评估婴儿和未受过如厕训练儿童的膀胱功能^[21]。儿童可以在观察区自由玩耍,尽可能地再现正常生活,照常吃奶和喝水。

(二)微创尿动力学检查

1. 膀胱测压(cystometry, CMG):又称膀胱压力容积测定,在充盈膀胱的过程中评估膀胱储尿功能(逼尿肌活动、膀胱感觉、顺应性和膀胱容量)的信息^[22]。

灌注:一般应使用低室温下灌装的无菌水。一项基于91名儿童的研究结果显示,常规基础上没有必要系统地使用热输液,但2岁以下儿童使用预热盐水输注更具生理学意义^[23]。每分钟灌注速度应在膀胱容量的5%~10%^[16]。

膀胱感觉:在受过如厕训练的较大年龄儿童中

表1 尿流率和排尿量之间的关系($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Relationship between urine flow rate and urine output($\bar{x} \pm s$)

年龄(岁)	性别	例数	最大尿流率(mL/s)	平均尿流率(mL/s)	排尿量(mL)
2~5	男	13	11.72 ± 2.63	6.68 ± 2.09	108 ± 79.09
	女	8	9.09 ± 1.92	5.24 ± 2.08	87.63 ± 58.32
6~9	男	21	14.45 ± 3.35	8.02 ± 2.47	145.19 ± 87.32
	女	15	19.04 ± 7.16	10.00 ± 4.58	150.73 ± 128.85
10~12	男	12	17.34 ± 4.77	9.60 ± 2.65	215 ± 149.39
	女	5	16.42 ± 8.12	8.72 ± 5.29	152.4 ± 181.68

才能进行,像“第一次排尿感”和“强烈排尿感”这样的术语虽然对成年人有评估价值,但并不适用于儿童。儿童正常的排尿感往往是通过一些不安的表现(如脚趾的摆动等)来反映。膀胱感觉可分为正常、增强、减退和消失。膀胱感觉减退或消失可在逼尿肌活动不足、神经源性膀胱或合并糖尿病的儿童中观察到^[7]。

逼尿肌压(Pdet):逼尿肌活动可用逼尿肌压表现,逼尿肌压=膀胱内压(Pves)-腹压(Pabd)。正常儿童逼尿肌压在整个充盈过程中都有轻微的上升,但不应有不由自主的收缩,若不能完全抑制这些收缩则称为逼尿肌过度活动(detrusor overactivity, DO),相应的综合征称膀胱过度活动症(overactive bladder, OAB),可表现为尿急或尿失禁等。需要注意的是,部分儿童可能由于紧张害怕和测压管的刺激导致过度充盈而出现不自主收缩。患有输尿管反流(vesicoureteral reflux, VUR)的儿童超过一半可能出现逼尿肌过度活动^[24]。逼尿肌不自主收缩期间发生的任何漏尿都可以认为是逼尿肌过度活动型尿失禁^[7]。如果在充盈结束时看到很小或没有逼尿肌收缩,则可能存在逼尿肌活动不足,可能是由于慢性膀胱出口梗阻或导致排空障碍的神经出现病变造成的。如果存在相关的神经病因,则称为神经源性逼尿肌过度活动(neurogenic detrusor overactivity),否则称为特发性逼尿肌过度活动(idiopathic detrusor overactivity)。

膀胱顺应性(bladder compliance):是指膀胱压力变化引起的容积变化,容积变化(ΔV)除以容积增加期间的逼尿肌压变化($\Delta Pdet$),即 $\Delta V/\Delta Pdet$ (mL/cm H₂O),选取的区间通常是充盈开始到充盈末期或漏尿发生时的容积和压力。临床多认为小儿顺应性应大于10 mL/cm H₂O,也有按照顺应性<10 mL/cm H₂O为极差、11~20 mL/cm H₂O为较差、21~30 mL/cm H₂O为稍差的标准进行判定的情况,但当存在大量逼尿肌过度活动时可能很难确定顺应性。顺应性通常是固定值,但有些孩子在充盈过程中可能有不同的顺应性,这种可变性取决于几个因素:充盈率、选择的计算区间、膀胱的形状(结构)、膀胱壁厚度和张力、逼尿肌的收缩性和松弛性以及膀胱出口阻力的程度^[25]。充盈过程中逼尿肌压变化很小时顺应性正常,没有神经病变的儿童顺应性不应超过基线压力0.05y mL/cm H₂O(y=该年龄的膀胱容量,计量单位:mL)^[4]。充盈中、末期顺应性降低和充盈早、中、末期 $\Delta Pdet$ 升高可以更好

预测神经源性膀胱儿童发生上尿路扩张的风险^[26]。

漏尿点压:ICCS规定了两种漏尿点压,分别是腹压漏尿点压(abdominal leak point pressure, ALPP)和逼尿肌漏尿点压(detrusor leak point pressure, DLPP),ALPP是腹压增加而没有逼尿肌收缩情况下发生尿失禁时的膀胱内压力,按照增加腹压方式的不同分为咳嗽漏尿点压(cough leak-point pressure, CLPP)和Valsalva漏尿点压(Valsalva leak-point pressure, VLPP),反映膀胱颈及尿道在腹压增加时的控尿能力,成年女性多见,称为尿动力学压力性尿失禁(urodynamic stress incontinence),而儿童较少见。DLPP是无逼尿肌收缩和腹压增加情况下发生尿失禁时的最小逼尿肌压力,通常用于预测神经源性LUTD患者发生上尿路损害的风险,DLPP<40 cm H₂O常认为是可以接受的,但有时较低的逼尿肌压也可能造成上尿路损害^[4]。

膀胱测定容量(bladder cystometric capacity, BCC):指在充盈结束“允许排尿或正常排尿感”时的膀胱容量,而患者诉憋胀难忍无法继续时的容量称为最大膀胱容量(maximum cystometric capacity)^[7]。

膀胱安全容量(safety bladder capacity, SBC):在无逼尿肌自主收缩及腹压改变的前提下,灌注过程中逼尿肌压低于40 cm H₂O时的膀胱容量为膀胱安全容量。SBC越小,意味着膀胱内低压状态的持续时间越短,有更高的风险发生上尿路扩张,越容易引起膀胱输尿管反流。

充盈末期压力(膀胱安全压力):正常情况下充盈末期有一个持续稳定较低的压力,大约10~15 cm H₂O,当充盈末期压力<40 cm H₂O时属于膀胱安全压力范围内,而持续>40 cm H₂O时,发生膀胱高压和上尿路损伤的风险增高。在达到膀胱安全容量和安全压力之前进行间歇导尿可有效减少膀胱功能重建时间,减少残余尿量,减少感染、输尿管反流和肾积水的发生^[27]。较小年龄儿童由于神经和膀胱发育还不完善,膀胱容量和压力常不稳定,特别是部分婴儿可能存在暂时性逼尿肌括约肌协同失调,可导致排空不完全,因此该指标对于年龄较大的儿童可能更有意义。

2. 膀胱压力流率测定(pressure flow study, PFS):可提供有关排尿功能(流出道阻塞、逼尿肌收缩性和可持续性以及膀胱内压力)的信息^[14]。PFS结合膀胱测压,可作为评估下尿路功能障碍(lower urinary tract dysfunction, LUTD)患儿排尿功能的金标准。

逼尿肌压:排尿期逼尿肌可分为正常、逼尿肌

收缩功能受损和逼尿肌无收缩。由于儿童发育尚未完善,逼尿肌压升高幅度通常较成年人高,男童往往高于女童。Bachelard 等^[28]测定神经功能正常的1月龄男孩排尿时的平均逼尿肌压为127 cm H₂O,女孩为72 cm H₂O,大大超过了成人的正常值范围。随着年龄增长逼尿肌压逐渐接近成人值。逼尿肌无收缩是指在排尿过程中逼尿肌压没有表现出活动,如果由神经病变引起则称为逼尿肌无反射。若逼尿肌收缩的幅度和持续时间不足以有效排空膀胱,则称为排尿期间逼尿肌收缩功能受损^[7]。若尿流率<15 mL/s且最大尿流时逼尿肌压力<40 cm H₂O,则可能存在逼尿肌活动不足,易导致PVR增多,可能与由于慢性膀胱出口梗阻或导致排空障碍的神经病变有关^[29]。膀胱出口梗阻表现为逼尿肌压升高幅度增高而尿流率降低(高压低流)。梗阻性尿道可能是由于功能性的括约肌主动收缩或解剖学上的梗阻所致,可以通过同步肌电图或影像尿动力学检查在排尿时观察盆底肌肉活动进行区分^[30]。一些害怕排尿的儿童“尿道过度活动”可能是一种自然反应,导致排尿压力升高、间断性排尿或PVR。当婴儿出现高或断续的逼尿肌压曲线,称为逼尿肌括约肌协同失调,此时尿道和尿道周围横纹肌的逼尿肌收缩和不由自主收缩在排尿过程中同时发生,造成尿流率降低,多见于神经源性膀胱尿道功能障碍^[7,31]。

残余尿量:自由尿流率测定得到的参数可用于确定从PFS得到的尿流率和PVR的准确性。如多次测量结果存在很大差异,则表明结果不具有代表性。如果PFS测得的尿流率较低而PVR明显高于自由尿流率测定值(插管前),那么PFS结果则可能不具有代表性^[14]。

最大逼尿肌压:指排尿期的最大逼尿肌压力,反映了逼尿肌的收缩能力,可用于判断膀胱出口梗阻和逼尿肌收缩功能受损情况。

最大尿流时逼尿肌压力:指最大尿流率时的逼尿肌压力值,用于成人的膀胱出口梗阻和逼尿肌收缩功能评价。

排尿后逼尿肌收缩:是指排尿完成后立即发生的逼尿肌收缩。可能与逼尿肌过度活动、中枢神经系统功能障碍及压力导管通道开口的黏膜塌陷有关^[14]。

3. 膀胱尿道压力同步测定:通过同步测定尿道压力变化可以判断膀胱尿道协调功能,更好地诊断压力性尿失禁和DSD,但在儿童群体中的临床研究

较少。

4. 膀胱测压同步肌电图测定:通过使用针电极或贴片电极同时记录压力流率和盆底肌电图,以判断逼尿肌和括约肌的活动是否协调,可以更好诊断DSD。

5. 影像尿动力学检查(video-urodynamics, VUDS):与普通压力流率测定不同,膀胱中灌注的是无菌盐水稀释的碘佛醇造影剂,在膀胱测压的同时用X线照射患者下腹部和盆腔。该检查是后尿道瓣膜(posterior urethral valve, PUV)和输尿管反流(vesicoureteral reflux, VUR)最常见的微创检查,使用频繁的间歇性透视检查维持缓慢充盈率将有助于确定严重程度^[32,33]。影像尿动力学检查已经被用于患有尿路感染和膀胱功能障碍且接受过如厕训练的年龄较大儿童^[34]。

PUV患儿主要表现为逼尿肌过度活动和盆底肌肉活动受损所致的顺应性降低。瓣膜膀胱综合征(valve bladder syndrome, VBS)是在研究瓣膜消融后的PUV和持续上尿路扩张的患者中发现的,包括厚壁膀胱、尿失禁和肾源性尿崩症。VBS可能会出现多个膀胱功能障碍,可能随着年龄进一步恶化,如排尿期最大逼尿肌压和膀胱顺应性会减小而残余尿量和最大膀胱容量增加,因此有必要通过VUDS对膀胱功能和上尿路的恶化情况进行跟踪^[35]。

VUDS可以在显示反流情况同时评估膀胱功能,有利于判断反流的原因和程度以及与逼尿肌功能的关系,因此出现下尿路症状和泌尿系感染怀疑VUR时应行VUDS^[33]。有研究表明VUR与膀胱过度活动症和逼尿肌括约肌协同失调所引起的下尿路症状有关^[37]。对于神经源性膀胱患儿,当以前发现或新诊断的VUR发生复发性发热性尿路感染时,可能提示膀胱恶化,有必要进一步行VUDS^[4]。

尿路解剖和功能:VUDS可以实时客观地观察充盈和排尿时膀胱和尿道的形态,充盈时可以显示膀胱的顺应性、形态、膀胱壁是否光滑、有无漏尿、反流、膀胱阴道瘘和膀胱直肠瘘等,排尿时可以显示膀胱收缩、膀胱颈的开放及程度、尿道是否梗阻和膀胱尿道协调功能等,VUR患儿还可以显示有无上尿路扩张、肾积水等,对于神经源性膀胱患者的诊疗和随访有重要意义。DSD在影像上表现为逼尿肌收缩时近端尿道的“旋转顶”结构或外括约肌区域变窄^[7]。VUDS可以显示外尿道括约肌松弛和膀胱颈开放的时间差(lag time),正常值为2 s,当≤2 s时可认为存在逼尿肌过度活动,>6 s则存在膀

膀胱颈功能障碍 (bladder neck dysfunction)^[4]。

6. 动态尿动力学检查:通过 24 h 随身携带一个便携式记录设备,记录患儿日常生活中多个排尿周期的膀胱压力流率来了解排尿功能,可以比较准确地检查膀胱过度活动症、尿失禁和神经源性膀胱,对膀胱出口梗阻的评价也更为确切,但由于耗时及准确性难以保证等原因未在临床中广泛应用^[38]。

三、小结

儿童尿流动力学检查日益广泛用于排尿功能

障碍患儿的诊断与随访,对神经源性膀胱有重大的诊断评估意义,临床首选尿流率和超声测定残余尿量等无创检查,发现异常(如不能明确原因的尿流率降低或残余尿增多)时需行微创尿动力检查。图 1 为儿童尿动力学检查流程图。影像和动态尿动力学检查对儿童复杂疾病如后尿道瓣膜、输尿管反流和严重神经源性膀胱等具有重要意义。此外,儿童膀胱容量、膀胱顺应性和 DSD、残余尿等参数与成人存在不同,应注意区分。

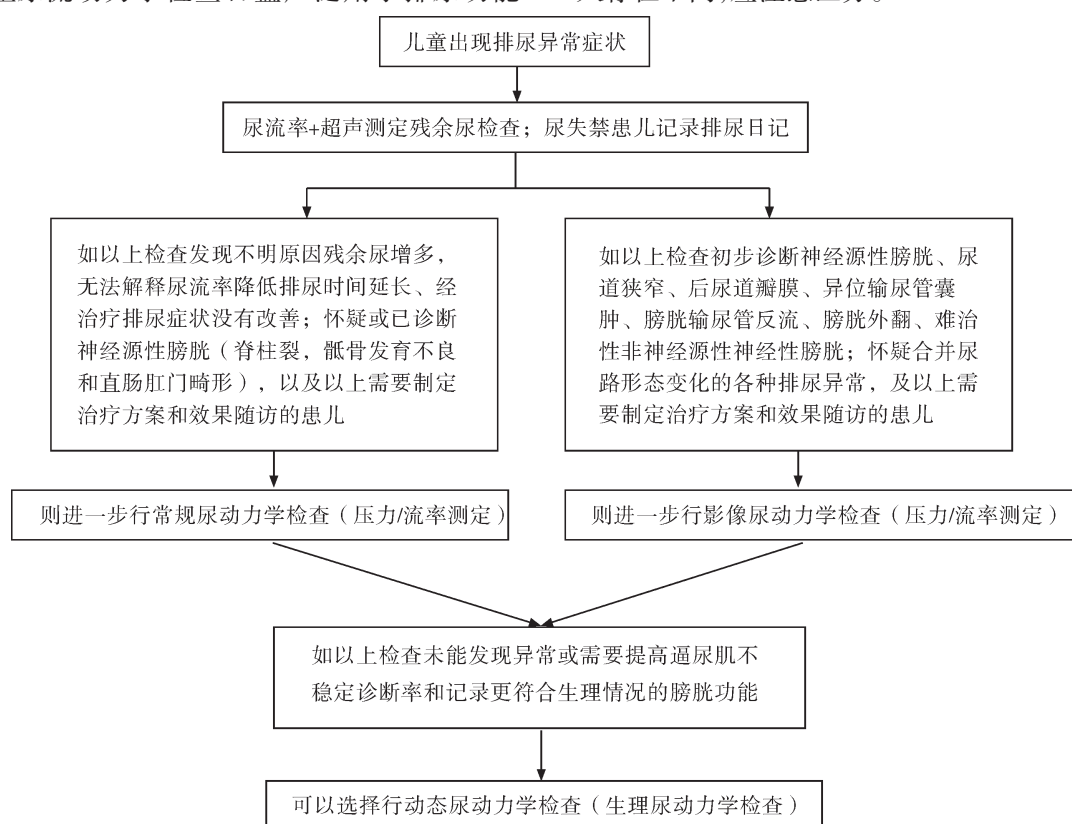


图 1 儿童尿动力学检查流程图

Fig. 1 Flow chart of pediatric urodynamic examinations

参考文献

- 1 Tekgül S, Dogan HS, Hoebeke P, et al. EAU guidelines on paediatric urology[J]. Eur Urol, 2016;290-323.
- 2 文建国, 李云龙, 袁继炎, 等. 小儿神经源性膀胱诊断和治疗指南[J]. 中华小儿外科杂志, 2015, 36(3): 163-169. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2015.03.002. Wen JG, Li YL, Yuan JY, et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of neurogenic bladder in children[J]. Chin J Pediatr Surg, 2015, 36(3): 163-169. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2015.03.002.
- 3 Stein R, Bogaert G, Dogan HS, et al. EAU/ESPU guidelines on the management of neurogenic bladder in children and adolescent part I diagnostics and conservative treatment[J]. Neurourol Urodyn, 2020, 39(1): 45-57. DOI:10.1002/nau.24211.
- 4 Bauer SB, Nijman RJM, Drzewiecki BA, et al. International Children's Continence Society standardization report on urodynamic studies of the lower urinary tract in children[J]. Neurourol Urodyn, 2015, 34(7): 640-647. DOI:10.1002/nau.22783.
- 5 Van Batavia JP, Combs AJ. The role of non-invasive testing in evaluation and diagnosis of pediatric lower urinary tract dysfunction[J]. Curr Urol Rep, 2018, 19(5): 34. DOI:10.1007/s11934-018-0784-1.
- 6 文建国, 刘奎, 邢璐, 等. 小儿尿动力学检查的特殊问题[J]. 临床泌尿外科杂志, 2007, 22(4): 310-314. DOI:10.3969/j.issn.1001-1420.2007.04.030.

- Wen JG, Liu K, Xing L, et al. Special problems of urodynamic examination in children[J]. Journal of Clinical Urology, 2007, 22(4): 310-314. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1420.2007.04.030.
- 7 Austin PF, Bauer SB, Bower W, et al. The standardization of terminology of lower urinary tract function in children and adolescents: update report from the standardization committee of the International Children's Continence Society[J]. Neuro-urol Uro-dyn, 2016, 35(4): 471-481. DOI: 10.1002/nau.22751.
 - 8 Guerra L, Leonard M, Castagnetti M. Best practice in the assessment of bladder function in infants[J]. Ther Adv Urol, 2014, 6(4): 148-164. DOI: 10.1177/1756287214528745.
 - 9 Wen JG, Lu Y, Cui L, et al. Bladder function development and its urodynamic evaluation in neonates and infants less than 2 years old[J]. Neurourology and urodynamics, 2015, 34(6): 554-560. DOI: 10.1002/nau.22626.
 - 10 文建国, 高新梅, 黄书满, 等. 非侵入性尿动力学检查在小儿膀胱功能评估中的应用研究[J]. 中华小儿外科杂志, 2014, 35(12): 936-939. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2014.12.013.
Wen JG, Gao XM, Huang SM, et al. A comparative study of non-invasive versus invasive urodynamic assessment of bladder dysfunction in children[J]. Chin J Pediatr Surg, 2014, 35(12): 936-939. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2014.12.013.
 - 11 吕宇涛, 文建国, 袁继炎, 等. 小儿尿动力学检查专家共识[J]. 中华小儿外科杂志, 2014, 35(9): 711-715. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2014.09.018.
Lü YT, Wen JG, Yuan JY, et al. Expert consensus on pediatric urodynamics examinations[J]. Chin J Pediatr Surg, 2014, 35(9): 711-715. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2014.09.018.
 - 12 邢璐, 王亚仑, 文建国, 等. 超声测量膀胱壁厚度预测脊柱裂患儿上尿路损害[J]. 中华小儿外科杂志, 2010, 31(10): 753-756. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2010.10.009.
Xing L, Wang YL, Wen JG, et al. Predicating injuries of upper urinary tract by ultrasonic measurements of bladder wall thickness in children with spina bifida occulta[J]. Chin J Pediatr Surg, 2010, 31(10): 753-756. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2010.10.009.
 - 13 Bael AM, Lax H, Hirche H, et al. Reference ranges for cystographic bladder capacity in children-with special attention to vesicoureteral reflux[J]. J Urol, 2006, 176(4): 1596-1600. DOI: 10.1016/j.juro.2006.06.037.
 - 14 Wen JG, Djurhuus JC, Rosier PFW, et al. ICS educational module: Pressure flow study in children[J]. Neuro-urol Uro-dyn, 2018, 37(8): 2311-2314. DOI: 10.1002/nau.23730.
 - 15 Van Batavia JP, Combs AJ, Hyun G, et al. Simplifying the diagnosis of 4 common voiding conditions using uroflow/electromyography, electromyography lag time and voiding history[J]. J Urol, 2011, 186(4): 1721-1726. DOI: 10.1016/j.juro.2011.04.020.
 - 16 Drzewiecki BA, Bauer SB. Urodynamic testing in children: indications, technique, interpretation and significance[J]. J Urol, 2011, 186(4): 1190-1197. DOI: 10.1016/j.juro.2011.02.2692.
 - 17 文建国, 童尔昌. 小儿尿流测定及其临床意义[J]. 中华小儿外科杂志, 1990, 11(1): 29-31.
Wen JG, Tong EC. Measurements and clinical implications of pediatric urodynamic examinations[J]. Chin J Pediatr Surg, 1990, 11(1): 29-31.
 - 18 Gupta DK, Sankhwar SN, Goel A. Uroflowmetry nomograms for healthy children 5 to 15 years old[J]. J Urol, 2013, 190(3): 1008-1013. DOI: 10.1016/j.juro.2013.03.073.
 - 19 李琦, 文一博, 张瑞莉, 等. 遗尿患儿初始尿意与强烈尿意时尿流率及残余尿测定分析[J]. 临床小儿外科杂志, 2018, 17(7): 492-495. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2018.07.004.
Li Q, Wen YB, Zhang RL, et al. Result analysis of urine flow rate and post-voiding residual urine volume under first desire to void versus strong desire to void[J]. J Clin Ped Sur, 2018, 17(7): 492-495. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2018.07.004.
 - 20 孙素珂, 杨静, 李琦, 等. 过度憋尿对遗尿患儿自由尿流率和残余尿的影响[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2019, 34(17): 1309-1312. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2019.17.007.
Sun SK, Yang J, Li Q, et al. Effect of bladder overdistention on uroflowmetry and post-void residual urine in children with enuresis[J]. Chin J Appl Clin Pediatr, 2019, 34(17): 1309-1312. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2019.17.007.
 - 21 Holmdahl G, Hanson E, Hanson M, et al. Four-hour voiding observation in healthy infants[J]. J Urol, 1996: 1809-1812.
 - 22 Wen JG, Djurhuus JC, Rosier PFW, et al. ICS educational module: Cystometry in children[J]. Neuro-urol Uro-dyn, 2018, 37(8): 2306-2310. DOI: 10.1002/NAU.23729.
 - 23 Chin-Peuckert L, Rennick J, Jednak R, et al. Should warm infusion solution be used for urodynamic studies in children? A prospective randomized study[J]. J Urol, 2004, 172(4): 1657-1661. DOI: 10.1097/01.ju.0000138520.95101.02.
 - 24 Sjöström S, Bachelard M, Sixt R, et al. Change of urodynamic

- ic patterns in infants with dilating vesicoureteral reflux: 3-year followup [J]. J Urol, 2009, 182 (5): 2446-2454. DOI: 10.1016/j.juro.2009.07.057.
- 25 Chin-Peuckert L, KomLos M, Rennick JE, et al. What is the variability between 2 consecutive cystometries in the same child [J]. J Urol, 2003, 170 (4Part2): 1614-1617. DOI: 10.1097/01.ju.0000084298.49645.27.
 - 26 文建国, 姚亚雄, 张国贤, 等. 小儿神经源性膀胱不同充盈顺应性与上尿路扩张的关系研究 [J]. 临床泌尿外科杂志, 2012, 27 (2): 124-128, 130. DOI: 10.13201/j.issn.1001-1420.2012.02.030.

Wen JG, Yao YX, Zhang GX, et al. Relationship between bladder compliance and detrusor pressure at different bladder filling stages and upper urinary tract dilatation [J]. Journal of Clinical Urology, 2012, 27 (2): 124-128, 130. DOI: 10.13201/j.issn.1001-1420.2012.02.030.

 - 27 何晓庆, 马燕兰, 唐金树, 等. 个体化膀胱安全容量在脊髓损伤患者膀胱功能康复中的应用 [J]. 中华现代护理杂志, 2017, 23 (32): 4103-4106. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2017.32.010.

He XQ, Ma YL, Tang JS, et al. Application of individual bladder safe capacity in bladder function rehabilitation among patients with spinal injury [J]. Chin J Mod Nurs, 2017, 23 (32): 4103-4106. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2017.32.010.

 - 28 Bachelard M, Sillen U, Hansson S, et al. Urodynamic pattern in asymptomatic infants: Siblings of children with vesicoureteral reflux [J]. J Urol, 1999, 162 (5): 1733-1738. DOI: 10.1016/s0022-5347(05)68226-2.
 - 29 Osman NI, Chapple CR, Abrams P, et al. Detrusor underactivity and the underactive bladder: a new clinical entity? A review of current terminology, definitions, epidemiology, aetiology, and diagnosis [J]. Eur Urol, 2014, 65 (2): 389-398. DOI: 10.1016/j.eururo.2013.10.015.
 - 30 de Kort LMO, Uiterwaal CSPM, Beek EJA, et al. Reliability of voiding cystourethrography to detect urethral obstruction in boys [J]. Urology, 2004, 63 (5): 967-971. DOI: 10.1016/j.urology.2003.11.047.
 - 31 罗娟, 徐加龙, 刘倩, 等. 神经源性膀胱括约肌功能障碍患儿下尿路尿动力学表现的研究 [J]. 临床小儿外科杂志, 2018, 17 (7): 506-509. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2018.07.007.

Luo J, Xu JL, Liu Q, et al. Urodynamic performance of lower urinary tract in children of neuropathic bladder sphincter dysfunction [J]. J Clin Ped Sur, 2018, 17 (7): 506-509. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2018.07.007.

 - 32 Desai DY. A review of urodynamic evaluation in children and its role in the management of boys with posterior urethral valves [J]. Indian J Urol, 2007, 23 (4): 435-442. DOI: 10.4103/0970-1591.36719.
 - 33 Tekgül S, Riedmiller H, Hoebeke P, et al. EAU guidelines on vesicoureteral reflux in children [J]. Eur Urol, 2012, 62 (3): 534-542. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.05.059.
 - 34 Hoebeke P, Van Laecke E, Van Camp C, et al. One thousand video-urodynamic studies in children with non-neurogenic bladder sphincter dysfunction [J]. BJU Int, 2001, 87 (6): 575-580. DOI: 10.1046/j.1464-410x.2001.00083.x
 - 35 Wen JG, Li Y, Wang QW. Urodynamic investigation of valve bladder syndrome in children [J]. J Pediatr Urol, 2007, 3 (2): 118-121. DOI: 10.1016/j.jpuro.2006.06.008.
 - 36 吕宇涛, 文建国, 黄书满, 等. 影像尿动力学评估先天性膀胱输尿管返流患儿的膀胱功能障碍 [J]. 中华实用儿科临床杂志, 2014, 29 (17): 1310-1313. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2014.17.008.

Lü YT, Wen JG, Huang SM. Evaluation of bladder dysfunction in children with congenital vesical ureteral reflux through video-urodynamic examination [J]. Chin J Appl Clin Pediatr, 2014, 29 (17): 1310-1313. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2014.17.008.

 - 37 Batinic D, Milošević D, Topalovic-Grkovic M, et al. Vesicoureteral reflux and urodynamic dysfunction [J]. Urol Int, 2013, 90 (4): 480-483. DOI: 10.1159/000345713.
 - 38 文建国, 朱文. 动态尿动力学检查的临床应用进展 [J]. 中华泌尿外科杂志, 2013, 34 (4): 317-320. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-6702.2013.04.024.

Wen JG, Zhu W. Advances in clinical applications of dynamic urodynamic examinations [J]. Chin J Urol, 2013, 34 (4): 317-320. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-6702.2013.04.024.

(收稿日期: 2020-06-12)

本文引用格式: 吕磊, 文建国. 儿童尿流动力学检查相关术语解读与临床应用 [J]. 临床小儿外科杂志, 2020, 19 (11): 973-980. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.11.003.

Citing this article as: Lü L, Wen JG. Term interpretations and clinical applications of urodynamic examinations in children [J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19 (11): 973-980. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.11.003.