

超声技术在小儿麻醉中的应用进展

杜 真 综述 张溪英 屈双权 审核

随着微电子技术、生物技术的飞速发展,超声的成像模式、数字处理及显像设备的改进,高分辨率探头技术及便携式超声设备的出现,使超声技术在临床麻醉中的应用得以不断扩展。现从超声引导下的神经阻滞、血管穿刺置管和危重患儿围麻醉期床旁超声监测与治疗三个方面来介绍超声技术在小儿临床麻醉中的应用进展。

一、超声引导下的神经阻滞

目前超声被认为是近年来小儿区域麻醉中神经定位方面的一大进步^[1]。由于小儿的生理功能和肌体组织的构成有别于成年人,即使不同年龄阶段的儿童,某些部位的超声显像也会有差别。所以,小儿相对于成人,用超声来引导麻醉穿刺的价值就更为明显:①大多外周神经的位置相对表浅,尤其是小婴儿和低龄儿,即使是便携式超声仪也可以获得较为清晰的图像^[2]。②小婴儿脊柱骨化不完全,为超声探测椎管的结构提供了“透声窗”,可以引导硬膜外腔的穿刺和置管。随着年龄的增长,骨化不断加强,脊髓增多,以及硬膜外腔的深度增加,超声影像的价值就降低了^[3]。③传统的神经阻滞是一种盲探操作,要求病人清醒合作,并及时述说穿刺针触及神经干时的异感,但小儿在清醒状态下常不能配合穿刺,在基础麻醉状态下又不能表述出异感,故更能体现出超声引导下穿刺的优势。

(一) 椎管内麻醉

1. 硬膜外麻醉

硬膜外麻醉在传统盲探穿刺中的准确性并不高。穿刺前用超声对穿刺的棘突间隙、相应的硬膜外腔间隙和毗邻解剖标志进行正中或旁正中纵切扫描,可以明确穿刺的位置,及时发现穿刺针进入硬膜外腔,并可在超声直视下完成硬膜外穿刺置管,有助于减少对血管以及周围重要组织结构的损伤。通过对神经以及神经周围重要结构的“直视”,还可观察到局麻药的注射及扩散过程,保证在局麻药物能够

准确地在目标脊神经节段周围扩散,减少局麻药的用量。同时降低了传统神经阻滞方法可能出现的神内、血管内注射等的发生率,提高硬膜外穿刺成功率,减少出血及穿刺后腰疼等并发症,提高麻醉的安全性^[4]。

2. 骶管麻醉

骶管的解剖结构变异很大,据统计约有 20% 的人骶管存在解剖异常。由于骶裂孔畸形、狭窄或闭锁,骶骨角不对称或缺如等情况,给骶管穿刺时的体表定位和穿刺过程带来一定困难^[5]。即使是有经验的麻醉医生,其穿刺失败率也可高达 25%^[6]。有研究证实,超声引导技术是对婴幼儿进行骶管穿刺有效的辅助方法。通过超声扫描,可以准确定位骶裂孔的位置,提高骶管阻滞的成功率,避免反复穿刺造成组织损伤,降低并发症风险,并选择穿刺路径,尽量避免沿前壁进针,减少对血管的损伤^[7]。

(二) 外周神经阻滞

超声技术在小儿区域麻醉应用具有直观、安全、效果明确的优点。单纯依靠体表标志定位实施小儿周围神经阻滞常常比较困难,超声引导则提供了良好的手段。8 MHz ~ 14 MHz 的线性超声探头对表浅组织结构具有良好的分辨率,亦可兼顾良好的穿透深度,使得小儿的外周神经阻滞操作更简单、效果更好。

1. 上肢神经阻滞

臂丛神经阻滞是小儿上肢手术的主要麻醉方式,可经肌间沟、锁骨上、锁骨下及腋路穿刺注药。对 1 岁 ~ 2 岁的婴幼儿行锁骨上、锁骨下臂丛神经阻滞时,超声引导的成功率亦达到 96%,而神经刺激仪引导的成功率仅 64%^[8]。5 岁 ~ 15 岁的儿童在超声引导下行锁骨上、锁骨下臂丛神经阻滞,其成功率高、镇痛效果好。Yang 等^[9]报道了 4 例接受上肢手术的患儿在超声引导下行锁骨上臂丛神经阻滞,发现阻滞效果明确,而且超声下可看清进针情况从而避免发生气胸等并发症。

臂丛神经在腋窝处阻滞并发症较少,但也有发生神经损伤的报道^[10]。超声引导腋路臂丛神经阻滞是一简单有效的方法,它可以提供良好的运动和

感觉阻滞,且极少发生并发症^[11]。

2. 下肢神经阻滞

股神经阻滞:具有麻醉效果确切、生理干扰小、镇痛效果较好等特点。股神经阻滞适用于小儿股骨干骨折的麻醉和术后镇痛。超声图像上由内至外可见股静脉、股动脉及股神经,股神经在股动脉的外侧呈高回声。有研究表明利用超声技术在小儿股神经阻滞中可减少局麻药用量并延长镇痛持续时间^[12]。

坐骨神经阻滞:Ponde 等^[13]研究 7 个月至 2 岁的婴幼儿坐骨神经阻滞后发现,所有患儿的臀下区坐骨神经在超声下均可清晰看到。与此同时,将神经刺激针置入到神经附近进行刺激时,却只有 22% 的患儿出现肌肉运动反应。8 个月至 10 岁婴幼儿也有类似的研究^[14],所有患儿在臀下沟处的坐骨神经、穿刺针的针杆、针尖及置入的大部分导管均可清晰看到,因此阻滞效果完善,说明仅用超声引导即可准确有效实施连续坐骨神经阻滞。

3. 躯干神经阻滞

腹横肌平面(transversus abdominis plane, TAP)神经阻滞:可提供良好的腹壁镇痛。在行 TAP 阻滞时,穿刺针进入小儿腹横肌平面感觉不明显,如果没有超声引导易导致阻滞失败或出现误损伤。Suresh^[15]等研究发现在超声引导下小儿 TAP 能提供的平面在 T10-L1,能获得预期的效果,但是其起效时间较长,故在阻滞 20min 才开始切皮,以保证阻滞完善。

髂腹下(ilioinguinal/iliohypogastric, II/IH)神经阻滞:通常用于小儿腹股沟手术后的镇痛。在超声引导下,小儿 II/IH 神经容易辨认,阻滞成功率高^[16]。对 1 个月至 8 岁小儿的研究证实^[17],在超声下显示 II/IH 神经后,将 0.25% 左布比卡因注射并包绕到神经周围,所用药量仅为 0.19 mL/kg,术中追加和术后需使用镇痛药的比例分别为 4% 和 6%,均显著少于常规盲探穿刺组 0.3ml/kg 的 26% 和 40%。

腹直肌鞘阻滞:是一种较新的镇痛方法,可用于小儿脐疝修补术后镇痛^[18]。在实时超声下测量有关解剖数据显示,所有小儿的腹直肌鞘均可显示,镇痛效果满意。但腹直肌后鞘的深度与身高、体重和体表面积之间缺乏相关性,不能为临床穿刺提供参考。因此超声引导在腹直肌鞘阻滞中的作用显得尤其重要。

二、超声指导血管穿刺置管

在小儿临床麻醉中,超声引导下颈内静脉和桡

动脉穿刺置管术可大大降低反复穿刺和穿刺有关的并发症,使得这些操作可安全有效地用于婴幼儿、新生儿。

1. 颈内静脉穿刺置管

传统的右颈内静脉穿刺置管可能会造成各种严重的并发症。婴幼儿由于解剖上与成人差异较大,头大,颈短,肌肉不发达,且全麻后肌肉松弛,体表标志常不清楚。合并有先心病的患儿心血管发育畸形,颈部大血管很可能也存在异常,增加了穿刺置管的难度。在成人应用解剖标志定位置管总成功率为 97.7%,在小于 3 个月的婴儿总成功率仅为 81.3%。由于患儿常需反复穿刺,增加了相关并发症的发生率^[19]。研究表明,颈内静脉穿刺仅误刺颈动脉一项并发症,患儿发生率为 19% 左右,远高于成人的 10.6%,体重低于 10kg 的患儿发生率则更高^[20]。

超声引导下颈内静脉穿刺置管术是采用超声无创定位技术,对血管进行准确定位,在直视下进行颈内静脉穿刺置管的方法^[21]。超声图像可清晰显示颈内动静脉及神经的走行关系,可显示颈内静脉宽度、血流情况、解剖变异及与动脉的位置关系,测出颈内静脉到皮肤的距离及角度,同时可动态观察穿刺针针尖的所在位置,通过改变探头方向和位置找出最佳穿刺路径,显著提高一次穿刺成功率^[22],有效避免了依据体表解剖标志盲穿出现的并发症^[23]。有研究表明超声定位引导下颈内静脉穿刺一次成功率可达 96.43%,远高于解剖标志定位下盲探穿刺的一次成功率 80%^[24]。在应用超声定位颈内静脉穿刺置管过程需注意以下三点:①超声探头尽量轻压患儿颈部。患儿颈部肌群不发达,一旦探头过于用力压于颈部,很容易将颈内静脉压变形从而影响穿刺。②头偏的角度以不超过 30°为宜。超声定位发现随着头位左偏角的增加,动静脉重叠率也随之增大,误穿动脉的风险不断增加。因此在实际穿刺过程中,在不影响操作的前提下应该尽量减小头部左偏角度。③操作者要努力使穿刺针在超声中心声束平面内,以便从破皮开始全过程监视穿刺针的方向及进针深度,确保穿刺针最后进入颈内静脉,而不至于误伤周围组织^[25]。将超声引导下的深静脉穿刺应用于小儿,尤其对肥胖、水肿、低血压、脱水等患儿,值得在临床上推广。

2. 桡动脉穿刺置管

超声引导下动脉穿刺技术与传统以解剖标志为基础的穿刺相比,最大的优点在于能更精准地定位

桡动脉的皮肤投影点,前者在首次穿刺成功率和总成功率方面均优于后者^[26]。超声引导技术还能显著降低并发症和减少穿刺时间^[27],故超声引导下动脉穿刺技术已成为传统方法的替代或补救措施。逐渐应用于临床。

Sandhu 等^[28]认为桡动脉穿刺应使用凸阵探头,使动脉穿刺针能更完整显示(与线阵探头相比)。但另有文献^[29]报道应使用线阵探头,因为该探头对于浅表组织空间和时间的分辨率高,易于发现桡动脉并实时引导穿刺针进行动脉穿刺。穿刺过程中首先要保证绑在超声探头的显影线始终与超声探头短轴保持平行(即与长轴保持垂直),以保证超声探头下的显影线与外露在超声探头边上的显影线在同一条线上,通过调整增益和调节探测深度,通常能获得清晰完整的穿刺针图像,从而保证显影线能准确的对准桡动脉的皮肤投影点。其次用超声观察桡动脉时要留意左手的超声是否始终垂直于皮肤,右手的穿刺针是否在桡动脉的两个皮肤投影点上,从而保证准确穿刺到桡动脉^[30]。

三、危重患儿围麻醉期床旁超声监测和治疗
床旁超声具有实时、动态、真实及无放射性等特点,可用于评估患儿的气道,监测患儿即时的血容量和心功能,及时发现术中意外情况如气胸、栓塞、内出血等,有助于快速明确诊断、引导有创操作、指导药物使用和评估治疗效果。

1. 气道的评估

从下颏的顶端到气管中段到肺泡到膈肌超声均可成像,故超声可用于气道的评估,尤其对于困难气道。从皮肤到气管前侧(声带水平以及胸骨上切迹水平)的距离可在一定程度上预测肥胖患儿气道的困难程度。超声还有助于病理性气道的评估^[31],如喉部或者气管狭窄,喉部囊肿,呼吸道乳头状瘤,从而为正确选择气道管理提供指导;通过超声测量舌体的宽度及咽外侧壁的厚度可预测呼吸暂停综合征及严重程度;测量气管的直径,为选择合适的气管导管提供依据;定位气管及环甲膜,实时指导气管切开和环甲膜穿刺;引导喉上神经阻滞完善气道表面麻醉;实时确定气管导管的位置等。

2. 心功能的监测

常规 M 型和二维超声心动图可准确测量室壁厚度、心腔大小、室壁运动幅度、方向及速率,评估整个心室或心室局部功能。多普勒超声心动图可测量心腔和大血管内血流方向、血流速度和血流量,计算心输出量,反应局部心室功能和心室内压力变化,完

善心功能的评估。小儿复杂先心病修补术中,经食道超声心动图监测不仅能指导封堵器的置入,及时纠正术中错误判断和尚存的问题,即刻评价补片位置是否合适,还能判断左室形状、功能、容积恢复情况及左房室瓣反流情况^[32]。

3. 血容量的监测

目前认为,剑突下超声测量下腔静脉(IVC),其直径和随呼吸的改变较传统的中心静脉压(CVP)或肺动脉楔压(PAOP),对于容量的判断可靠性更高。自主呼吸时,IVC < 15 mm,吸气时塌陷 > 50%,认为 CVP < 5 mmHg,如 IVC > 20mm,吸气时无塌陷,则 CVP > 20 mmHg。机械通气时,IVC 吸气时扩张,呼气时塌陷,如吸气时扩张 > 18%,预示患儿心输出量尚可^[33]。另一个指标是房间隔的活动情况^[34],反映左右心房的压力差及 PAOP。正常情况下,房间隔在收缩中期轻微的一过性向右向左移动,PAOP12 ~ 14 mmHg,如移动加剧,PAOP < 11 mmHg,反之左向右移动,PAOP > 15 mmHg。

4. 血栓和栓塞的诊断:围术期深静脉血栓的形成以及可能引发的肺栓塞,是长期困扰麻醉和外科医师的难题。目前的常规监测不能敏感反映术中栓塞的发生,超声则是一个很好的手段,术中经食道超声可早期诊断栓塞,包括脂肪栓塞、血栓栓塞、空气栓塞^[35]。巨大肺栓塞时,经超声可观察到右室膨胀,右室活动下降,右室游离壁中段活动异常,室间隔扑动及反常运动,三尖瓣反流,右肺动脉增宽,下腔静脉吸气相塌陷消失,肺动脉高压等^[36]。因此,将超声用于筛查围术期深静脉血栓的形成,以及指导、预防和治疗有着很重要的临床意义。

5. 血、气胸的诊断:床旁 x 线片诊断气胸特异性高,但敏感性低^[37]。CT 检查能发现少量气体,对局限包裹的气胸也能作出精确定位,是诊断气胸的“金标准”^[38]。床旁超声具有简单、安全、准确、可重复进行的优点。近年来研究发现对于气胸的诊断,超声更优于传统的平卧位胸片,甚至具有与 CT 相同的特异性(> 98%)^[39]。发生气胸时壁层和脏层胸膜间充满气体,超声波被气体反射而不能到达肺,故“肺滑行”和“彗尾”征消失,即可诊断。对于胸膜渗出、肺实变等超声也表现出较听诊及胸片更高的准确性。超声对胸腔腔内出血也有很高的诊断价值,腹部外伤的患儿用超声检查内出血其特异性达 94% ~ 98%,敏感性为 73% ~ 99%,准确性为 90% ~ 98%^[40]。

总之,超声技术为小儿临床麻醉提出了新的工

作内容,增强了临床麻醉的安全性与可控性,提高了临床麻醉质量。但由于其在应用时可能会增加操作时间,对操作者技术要求较高,需具备丰富的影像学、超声解剖学知识和熟练的麻醉操作技术^[41],因此,超声引导在临床上的普及应用尚有待时日。尽管目前超声技术还未在小儿临床麻醉中普遍使用,但它一定会成为小儿临床麻醉中一个必不可少的工具,为小儿临床麻醉开创新的方向。

参考文献

- 1 Tsui B, Suresh S. Ultrasound imaging for regional anesthesia in infants, children, and adolescents: a review of current literature and its application in the practice of extremity and trunk blocks[J]. *Anesthesiology*, 2010, 112(2): 473-492.
- 2 Perlas A, Chan V, Simons M. Brachial Plexus Examination And Localization Using Ultrasound and Electrical Stimulation; A Volunteer Study[J]. *Anesthesiology*, 2003, 99(2): 429-435.
- 3 Willschke H, Marhofer P, Johnston S, et al. Epidural catheter placement in children: comparing a novel approach using ultrasound guidance and a standard loss-of-resistance technique[J]. *British Journal of Anaesthesia*, 2006, 97(2): 200-207.
- 4 Griffin J, Nicholls B. Ultrasound in regional anaesthesia[J]. *Anaesthesia*, 2010, 65(Suppl 1): 1-12.
- 5 邓兆宏, 姚柏春, 张一飞, 等. 骶管阻滞入路相关结构的应用解剖[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2006, 12(6): 357-359.
- 6 Chen C P, Tang S F, Hsu T C, et al. Ultrasound guidance in caudal epidural needle placement[J]. *Anesthesiology*, 2004, 101(1): 181-184.
- 7 金梅, 李世忠. 超声引导技术在小儿骶管穿刺中的临床应用[J]. *实用医学杂志*, 2010, 26(21): 3965-3967.
- 8 Ponde VC, Diwan S. Does ultrasound guidance improve the success rate of infraclavicular brachial plexus block when compared with nerve stimulation in children with radial club hands? [J]. *Anesth Analg*, 2009, 108(6): 1967-1970.
- 9 Yang CW, Cho CK, Kwon HU, et al. Ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block in pediatric patients-a report of four cases[J]. *Korean J Anesthesiol*, 2010, 59(Suppl): 590-594.
- 10 Van TMW, Touray T, Furlan AD, et al. Muscle relaxants for nonspecific low back pain: a systematic review within the framework of the cochrane collaboration[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2003, 28(17): 1978-1992.
- 11 Chou R, Huffman LH. Medications for acute and chronic low back pain: a review of the evidence for an American

Pain Society/American College of Physicians clinical practice guideline[J]. *Ann Intern Med*, 2007, 147(7): 505-514.

- 12 Oberndorfer U, Marhofer P, Bosenberg A, et al. Ultrasonographic guidance for sciatic and femoral nerve blocks in children[J]. *Br J Anaesth*, 2007, 98(6): 797-801.
- 13 Ponde VC, Desai AP, Dhir S. Ultrasound-guided sciatic nerve block in infants and toddlers produces successful anesthesia regardless of the motor response[J]. *Paediatr Anaesth*, 2010, 20(7): 633-637.
- 14 Ponde VC, Desai AP, Shah DM, et al. Feasibility and efficacy of placement of continuous sciatic perineural catheters solely under ultrasound guidance in children: a descriptive study[J]. *Paediatr Anaesth*, 2011, 21(4): 406-410.
- 15 Suresh S, Chan VW. Ultrasound guided transversus abdominis plane block in infants, children and adolescents: a simple procedural guidance for their performance[J]. *Paediatr Anaesth*, 2009, 19(4): 296-299.
- 16 Ford S, Dosani M, Robinson AJ, et al. Defining the reliability of sonoanatomy identification by novices in ultrasound-guided pediatric ilioinguinal and iliohypogastric nerve blockade[J]. *Anesth Analg*, 2009, 109(6): 1793-1798.
- 17 Willschke H, Marhofer P, Bosenberg A, et al. Ultrasonography for ilioinguinal/ iliohypogastric nerve blocks in children[J]. *Br J Anaesth*, 2005, 95(2): 226-230.
- 18 Willschke H, Bosenberg A, Marhofer P, et al. Ultrasonography-guided rectus sheath block in paediatric anaesthesia-a new approach to an old technique[J]. *Br J Anaesth*, 2006, 97(2): 244-249.
- 19 梁永生, 唐培佳, 谭冠先. 超声定位在小儿颈内静脉穿刺置管中的应用[J]. *临床麻醉学杂志*, 2011, 27(7): 695-696.
- 20 Yoshida H, Kushikata T, Kitayama M, et al. Time-consumption risk of real-time ultrasound-guided internal jugular vein cannulation in pediatric patients: comparison with two conventional techniques[J]. *J Anesth*, 2010, 24(4): 653-655.
- 21 Pirotte T. Ultrasound-guided vascular access in adults and children: beyond the internal jugular vein puncture [J]. *Acta Anaesthesiol Belg*, 2008, 59(3): 157-166.
- 22 Keenan SP. Use of ultrasound to place central lines[J]. *J Crit Care*, 2002, 17: 126-137.
- 23 Patil V, Jaggar S. Ultrasound guided internal jugular vein access in children and infant: a meta-analysis[J]. *Paediatr Anaesth*, 2010, 20(5): 474-475.
- 24 赵柏松, 孟凌新, 邢准, 等. 超声引导在患儿颈内静脉穿刺置管中的应用[J]. *临床麻醉学杂志*, 2012, 28(9): 891-893.

- 25 李翠芝,徐传果. 超声引导下颈内静脉置管在婴儿心脏手术中的应用[J]. 临床麻醉学杂志,2010, 26: 598-599
- 26 Shiloh AL,Savel RH,Paulin LM,et al. Ultrasound—guided catheterization of the radialartery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. Chest, 2011,139:524-529.
- 27 Shiver S,Blaivas M,Lyon M. A prospective comparison of ultrasound—guided and blindly placed radial arterial catheters[J]. Acad Emerg Med,2006,13:1275-1279.
- 28 Sandhu NS,Patel B. Use of ultrasonography as a rescue technique for failed radial artery cannulation [J]. J Clin Anesth,2006,18:138-141.
- 29 Ganesh A,Kaye R,Cahill AM,et al. Evaluation of ultrasound—guided radial artery cannulation in children [J]. Pediatr Crit Care Med,2009,10:45-48.
- 30 权哲峰,池萍,张本厚,等. 超声引导桡动脉穿刺置管的临床应用效果[J]. 临床麻醉学杂志,2014,30(1):56-57.
- 31 Lichtenstein D,Lascols N,Prin S,el al. The lung pulse; A nearly ultrasound sign of complete atelectasis[J]. Intensive Care Med,2003,29(10):2187-2192.
- 32 Randolph GR,Hagler DJ,Connolly HM, et al. Intraoperative transesophageal echocardiography during surgery for congenital heartdefects[J]. Thorac Cardiovasc Surg,2002, 124(6):1176-1182.
- 33 Royse CF, Royse AG,Soeding PF,et al. Shape and movement of the interatrial septum predicts change in pulmonary capillary wedge pressure[J]. Ann Thorac Cardiovasc Surg, 2001,7:79-83.
- 34 Anahi P, Vincent C, Catalin M,et al. Ultrasound assessment of gastric content and volume [J]. Anesthesiology, 2009. 111:82-89.
- 35 karakitsos D, Labropoulos N, De Groot E, et al. Real-time ultrasound-guided catheterization of the internal jugular vein: a prospective comparison with the landmark technique in critical care patients [J]. Crit Care, 2006, 10(6): R162 -
- 36 Larney V, Chades R, Brown AS, et al. Value of transoesophageal echocardiography for diagnosis of intraoperative tumour embolization [J]. Anaesth Intensive Care, 2006, 34:797-800.
- 37 Lichtenstein DA,Meziere G,Lascols N, et al. Ultrasound diagnosis of occult pneumo-thorax [J]. Crit Care Med, 2005, 33(6):1231-1238.
- 38 Blaivas M, Lyon M,Duggal S. A prospective comparison of supine chest radiography and beside ultrasound for the diagnosis of traumatic pneumothorax[J]. Acad Emerg M,2005, 12:844-849.
- 39 Chung M J,Coo J M,Im JG,et al. Value of high—resolution ultrasound in detecting pneumothorax [J]. Eur Radiol, 2005,15:930-935.
- 40 Kirkpatrick AW, Sirois M, Laupland KB, et al. Hand—held thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: the Extended Focused Assessment with Sonogrephy for Trauma (EFAST) [J]. J Trauma,2004, 57:288-295.
- 41 倪蓉,王力甚. 超声引导下的神经阻滞临床应用研究进展[J]. 国际麻醉学与复苏杂志,2012, 33(8):558-561.

(上接第 427 页)

- 19 刘永达,袁坚,李逊,等. 腔内泌尿外科技术治疗输尿管狭窄 [J]. 中华泌尿外科杂志, 2006, 27(9): 608-611.
- 20 Rivas S, Romero R, Angulo JM, et al. [Effectiveness of high pressure balloon dilatation in the treatment of postsurgical strictures of urinary tract in children] [J]. Cirugia pediatrica : organo oficial de la Sociedad Espanola de Cirugia Pediatrica, 2007, 20(3): 183-187.
- 21 Anastasescu R, Merrott T, Chaumoitre K, et al. Antegrade percutaneous balloon dilation of ureteral strictures after failed pelviureteric or ureterovesical reimplantation in children [J]. Urology, 2011, 77(6): 1444-1449.
- 22 Boylu U, Oommen M, Raynor M, et al. Ureteroenteric anastomotic stricture: novel use of a cutting balloon dilator [J]. Journal of endourology/Endourological Society, 2010, 24(7): 1175-1178.
- 23 黄格元,蓝传亮,刘雪来,等. 达芬奇机器人在小儿外科手术中的应用(附 20 例报告) [J]. 中国微创外科杂志, 2013, 13(1): 4-8.