

· 论著 ·



全文二维码

# 可视化骶管穿刺技术用于骶尾肥厚患儿的麻醉效果分析

童易如<sup>1</sup> 张号绒<sup>2</sup> 娄曼<sup>1</sup> 魏嵘<sup>1</sup> Henry Liu<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 上海市儿童医院麻醉科 上海交通大学医学院, 上海 200062; <sup>2</sup> 上海市儿童医院超声科 上海交通大学医学院, 上海 200062; <sup>3</sup> 宾夕法尼亚大学佩雷尔曼医学院麻醉与重症监护科, 费城 19102

通信作者: 张号绒, Email: tongyiru@hotmail.com

**【摘要】 目的** 探讨可视化骶管超声定位、臀沟纹穿刺定位技术改善骶尾肥厚患儿骶管穿刺成功率及骶管阻滞的效果。**方法** 回顾性分析 2016 年 7 月至 2024 年 1 月上海市儿童医院由同一麻醉医师实施的 196 例接受骶管阻滞的骶尾肥厚患儿临床资料, 根据骶管阻滞采用穿刺技术的不同分为传统技术组(125 例)、超声定位组(18 例)和臀沟纹定位组(53 例), 收集三组患儿年龄、性别、体重、身高、身体质量指数、首次穿刺成功率、骶管阻滞效果完善率、麻醉开始时及手术划皮时的心率与收缩压。**结果** 与传统技术组相比, 超声定位组、臀沟纹定位组均实现了更高的首次穿刺成功率(17/18 比 78/125, 42/53 比 78/125,  $P < 0.05$ ) 和更好的骶管阻滞效果(16/18 比 78/125, 49/53 比 78/125,  $P < 0.05$ )。麻醉开始时, 传统技术组心率为(92.3 ± 14.1) 次/分, 超声定位组心率为(104.0 ± 11.6) 次/分, 臀沟纹定位组心率为(95.4 ± 14.4) 次/分; 传统技术组收缩压为(99.9 ± 10.6) mmHg, 超声定位组收缩压为(99 ± 10.6) mmHg, 臀沟纹定位组收缩压为(107.0 ± 11.0) mmHg; 上述指标差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。手术划皮时, 传统技术组心率为(92.4 ± 14.1) 次/分, 超声定位组心率为(105.0 ± 12.7) 次/分, 臀沟纹定位组心率为(95.9 ± 15.2) 次/分; 传统技术组收缩压为(101.0 ± 10.6) mmHg, 超声定位组收缩压为(93.9 ± 9.4) mmHg, 臀沟纹定位组收缩压为(104.0 ± 10.8) mmHg; 上述指标差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。多因素 Logistic 回归分析结果显示, 超声定位骶管阻滞技术( $OR = 7.901, 95\% CI: 1.923 \sim 54.913$ )、臀沟纹定位骶管阻滞技术( $OR = 11.539, 95\% CI: 3.726 \sim 45.950$ )是提高骶管阻滞有效率的相关因素( $P < 0.05$ ); 患儿身高( $OR = 1.278, 95\% CI: 1.051 \sim 1.574$ )、体重( $OR = 0.705, 95\% CI: 0.535 \sim 0.908$ )、身体质量指数( $OR = 2.273, 95\% CI: 1.182 \sim 4.656$ )、骶管阻滞方法(超声定位骶管阻滞技术: $OR = 10.046, 95\% CI: 1.908 \sim 185.923$ ; 臀沟纹定位骶管阻滞技术: $OR = 3.650, 95\% CI: 1.516 \sim 9.890$ )是提高骶管首次穿刺成功率的相关因素( $P < 0.05$ )。**结论** 与传统技术相比, 可视化骶管超声定位、臀沟纹穿刺定位技术显著提高了骶尾肥厚患儿骶管阻滞的首次穿刺成功率, 并优化了骶管阻滞效果。臀沟纹定位技术为超声定位提供了一种可靠的替代方法。

**【关键词】** 骶管阻滞; 超声; 外科手术; 儿童**基金项目:** 上海市儿童医院院级课题(2020YLYZ05)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202406044-007

## Analysis of the anesthetic effect of visual sacral canal puncture in children with sacrococcygeal hyperplasia

Tong Yiru<sup>1</sup>, Zhang Haorong<sup>2</sup>, Lou Man<sup>1</sup>, Wei Rong<sup>1</sup>, Henry Liu<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Anesthesiology, Shanghai Children's Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200062, China; <sup>2</sup> Department of Ultrasonography, Shanghai Children's Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200062, China; <sup>3</sup> Department of Anesthesiology and Critical Care, Perelman School of Medicine, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA 19102, USA

Corresponding Author: Zhang Haorong, Email: tongyiru@hotmail.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the efficacy of a novel visualization technique for caudal epidural catheterization to improve the success rate and efficacy of caudal block in children with sacrococcygeal hypertro-

phy. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 196 cases of children with sacrococcygeal hypertrophy who received caudal block performed by the same anesthesiologist at Shanghai Children's Hospital from July 2016 to January 2024. Based on the different puncture techniques used for the caudal block, the cases were divided into three groups: traditional technique group (125 cases), ultrasound-guided group (18 cases), and intergluteal cleft positioning group (53 cases). Data collected included age, gender, weight, height, body mass index (BMI), first puncture success rate, completion rate of the caudal block effect, heart rate, and systolic blood pressure at the start of anesthesia and during skin incision. **Results** Compared to the traditional technique group, both the ultrasound-guided group and the intergluteal cleft positioning group achieved higher first puncture success rate (17/18 vs. 78/125, 42/53 vs. 78/125,  $P < 0.05$ ) and better caudal block effects (16/18 vs. 78/125, 49/53 vs. 78/125,  $P < 0.05$ ). At the start of anesthesia, the heart rates were ( $92.3 \pm 14.1$ ) beats/min for the traditional technique group, ( $104.0 \pm 11.6$ ) beats/min for the ultrasound-guided group, and ( $95.4 \pm 14.4$ ) beats/min for the gluteal crease positioning group. Systolic blood pressures were ( $99.9 \pm 10.6$ ) mmHg for the traditional technique group, ( $99 \pm 10.6$ ) mmHg for the ultrasound-guided group, and ( $107.0 \pm 11.0$ ) mmHg for the gluteal crease positioning group; all differences in heart rates and systolic blood pressures among the three groups were statistically significant ( $P < 0.05$ ). During skin incision, heart rates were ( $92.4 \pm 14.1$ ) beats/min for the traditional technique group, ( $105.0 \pm 12.7$ ) beats/min for the ultrasound-guided group, and ( $95.9 \pm 15.2$ ) beats/min for the gluteal crease positioning group. Systolic blood pressures were ( $101.0 \pm 10.6$ ) mmHg for the traditional technique group, ( $93.9 \pm 9.4$ ) mmHg for the ultrasound-guided group, and ( $104.0 \pm 10.8$ ) mmHg for the gluteal crease positioning group; again, differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). Multivariate logistic regression analysis found that the new visualization techniques (ultrasound-guided caudal block;  $OR = 7.901$ , 95%  $CI: 1.923 - 54.913$ ; gluteal crease positioning caudal block;  $OR = 11.539$ , 95%  $CI: 3.726 - 45.950$ ) were independent correlates of effective caudal block ( $P < 0.05$ ). Height ( $OR = 1.278$ , 95%  $CI: 1.051 - 1.574$ ), weight ( $OR = 0.705$ , 95%  $CI: 0.535 - 0.908$ ), BMI ( $OR = 2.273$ , 95%  $CI: 1.182 - 4.656$ ), and caudal block methods (ultrasound-guided caudal block technique;  $OR = 10.046$ , 95%  $CI: 1.908 - 185.923$ ; gluteal crease positioning caudal block;  $OR = 3.650$ , 95%  $CI: 1.516 - 9.890$ ) were factors related to the first puncture success ( $P < 0.05$ ). **Conclusions** Compared to traditional techniques, the novel visualization techniques significantly improved the first puncture success rate and effectiveness of caudal block in children with sacrococcygeal hypertrophy. The gluteal crease positioning technique provides a reliable alternative to ultrasound guidance.

**【Key words】** Caudal Block; Ultrasound; Surgical Procedures, Operative; Child

**Fund program:** Project of Shanghai Children's Hospital (2020YLYZ05)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202406044-007

传统骶管阻滞在儿科手术中取得了良好效果,但在骶尾肥厚患儿中,由于骶裂孔触诊困难,导致穿刺存在一定困难。为解决这一问题,上海市儿童医院引入了超声定位骶管穿刺技术,通过超声扫描提高了穿刺的准确性,以期改善手术麻醉的质量。同时通过超声定位探索体表可视性解剖标志的骶管穿刺定位技术,继而开发出体表臀沟纹定位骶管阻滞技术,并进行了临床初步验证。

## 资料与方法

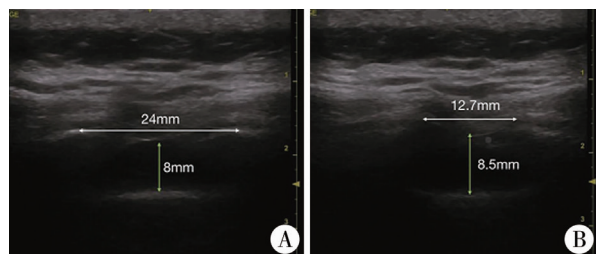
### 一、研究对象

本研究为回顾性研究,以 2016 年 7 月至 2024 年 1 月上海市儿童医院实施骶管阻滞的骶尾肥厚择

期手术患儿为研究对象。骶尾肥厚定义:骶裂孔处皮下组织较厚,以致无法通过触诊分辨骶角、骶裂孔等解剖结构,最终无法获取骶裂孔准确定位信息。病例纳入标准:①实施骶管阻滞的骶尾肥厚;②年龄 18 岁以下。排除标准:①骶脊膜膨出;②骶裂孔及邻近部位存在感染、肿瘤病灶等病变。按照上述纳入标准,本研究共纳入研究对象 196 例,其中男 166 例、女 30 例,年龄 73 ~ 205 个月,美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级 I ~ II 级。本研究通过上海市儿童医院伦理委员会审核批准(2024R001-E01),患儿家属均知情并签署知情同意书。

根据骶管阻滞采用穿刺技术的不同分为传统技术组、超声定位组和臀沟纹定位组 3 组。传统技

术组采用传统的骶管阻滞技术。超声定位组采用超声定位骶管阻滞技术,选择骶角连线中点与骶裂孔顶点(骶裂孔靠头端的骨性连接处)的中间部位进行骶裂孔穿刺点的超声定位,上下移动选择横截面超声骶管管腔高度较高且声像清晰的部位标记穿刺点(图 1A)。臀沟纹定位组采用体表臀沟纹定位骶管阻滞技术,选择平行脊柱向头端距离臀沟纹终点 3 cm 处进行穿刺(图 2)。



注 A:从骶角连线中点到骶裂孔顶点的中间部位;B:靠近骶裂孔顶点的部位;绿色双箭头指示骶管高度,向上箭头指向骶尾韧带的下缘,向下箭头指向骶裂孔的基底部,白色箭头指示骶裂孔横径

图 1 骶尾肥厚患儿的横截面超声骶裂孔处骶管管腔

Fig. 1 Cross-sectional ultrasound of the sacral canal lumen at the sacral hiatus in children with sacrococcygeal hyperplasia



注 穿刺点距离臀沟纹终点 3 cm

图 2 骶尾肥厚患儿的臀沟纹定位

Fig. 2 Gluteal crease positioning in children with sacrococcygeal hypertrophy

超声定位组和臀沟纹定位组采取可视化骶管超声定位、臀沟纹穿刺定位技术,两组均从标记的穿刺点垂直皮肤进行穿刺,突破骶尾韧带后再进

入约 0.2 mm。超声定位组穿刺点到臀沟纹终点距离为  $(3.46 \pm 0.88)$  cm,横轴面超声图像显示骶管管腔高度为  $(7.36 \pm 1.04)$  mm。三组年龄、性别差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),臀沟纹定位组较其他两组体重偏重,身高、身体质量指数偏高,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 1。

## 二、麻醉方法

从上海市儿童医院电子病历系统收集患儿信息,包括年龄、性别、身高、体重、麻醉期间生命体征、局部麻醉药及骶管阻滞等麻醉信息。

麻醉诱导前常规静脉注射阿托品 0.01 mg/kg,心电监护,测量血氧饱和度及无创血压。麻醉诱导采用咪达唑仑 0.1 mg/kg、舒芬太尼 0.1  $\mu$ g/kg、丙泊酚 3 mg/kg 和瑞芬太尼 0.5 ~ 1  $\mu$ g/kg 静脉注射。根据手术种类决定气管插管或喉罩置管,气管插管者及部分大体重喉罩置管者的麻醉诱导使用肌松药顺阿曲库铵 0.1 mg/kg 静脉注射。麻醉维持采取 1.5%~3% 七氟醚吸入,如出现镇痛不全则静脉注射阿片类药物(如舒芬太尼、瑞芬太尼),或术后进行神经阻滞(如泌尿外科手术进行阴茎背神经阻滞)。

骶管穿刺体位有两种:一种是传统的弓状侧卧位,头颈、脊柱呈弓状弯曲,双下肢屈曲贴近下腹。另一种是自然睡眠状态的侧卧位或侧俯卧位,下侧靠床的下肢伸直或稍弯曲,上侧下肢弯曲搭在下侧肢体上,或越过下侧肢体弯曲搭在床面上近似侧俯卧位。传统技术组的所有患儿和超声定位组的部分患儿采用传统的弓状侧卧位,其他患儿均采用自然侧卧位或侧俯卧位。由于传统技术组无法通过触摸获得骶尾肥厚患儿的局部解剖信息,在穿刺针碰到骨质的时候常需要将针退至皮下再重新改变方向进行穿刺。超声定位组和臀沟纹定位组由于穿刺建立在可视定位信息的基础之上,在穿刺针碰

表 1 三组骶尾肥厚患儿的基线特征

Table 1 Baseline characteristics of children with sacrococcygeal hypertrophy in the three groups

分组	年龄 [ $M(Q_1, Q_3)$ , 月 ]	性别(例)		体重 [ $M(Q_1, Q_3)$ , kg ]	身高 [ $M(Q_1, Q_3)$ , cm ]	身体质量指数 [ $M(Q_1, Q_3)$ , kg/m <sup>2</sup> ]
		男	女			
传统技术组( $n = 125$ )	133.00 (119.00, 155.00)	108	17	52.00 (44.00, 58.00)	155.00 (144.00, 163.00)	21.76 (20.08, 23.72)
超声定位组( $n = 18$ )	128.50 (118.00, 138.75)	16	2	51.15 (44.00, 63.00)	152.00 (145.25, 161.75)	22.03 (20.78, 24.08)
臀沟纹定位组( $n = 53$ )	145.00 (126.00, 159.00)	42	11	61.00 (53.00, 72.50) <sup>ab</sup>	163.00 (149.00, 167.00) <sup>ab</sup>	24.38 (22.05, 26.99) <sup>ab</sup>
$H/\chi^2$ 值	$H = 4.875$	$\chi^2 = 1.739$		$H = 27.790$	$H = 18.060$	$H = 20.725$
$P$ 值	0.087	0.419		<0.001	0.002	<0.001

注 整体差异有统计学意义的基础上,<sup>a</sup> 代表与传统技术组单独比较差异有统计学意义,<sup>b</sup> 代表与超声定位组单独比较差异有统计学意义



到骨质的时候无须完全退至皮下,稍后退即可,轻微调整穿刺方向进行穿刺,这种微角度尝试性穿刺方法比完全退至皮下的尝试性穿刺方法更加简便快捷。

### 三、观察指标

主要观察指标包括:骶管阻滞效果是否完善,首次骶管穿刺是否成功,麻醉开始时的心率、收缩压,手术划皮时的心率、收缩压,术中术后镇痛药物的额外追加,超声定位组穿刺点距离臀沟纹终点的距离,横轴面超声下骶管管腔高度(骶尾韧带下缘至骶椎骨背侧表面的距离),穿刺后回血、脑脊液漏出以及注射局部麻醉药后皮下膨隆等并发症情况。骶管阻滞效果完善的定义:术中心率、血压平稳,术中、术后无需额外追加镇痛,麻醉医师主观评价麻醉效果满意<sup>[1-3]</sup>。

### 四、统计学处理

使用 R 4.4.0 进行统计学处理。计数资料以例(百分率)表示,采用卡方检验、校正卡方检验或 Fisher 精确概率法进行组间比较。服从正态分布的计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用单因素方差分析,整体差异有统计学意义的基础上两两比较时采用 LSD-*t* 检验;不服从正态分布的计量资料采用  $M(Q_1, Q_3)$  表示,组间比较采用 Kruskal-Wallis 检验,整体差异有统计学意义的基础上两两比较时采用 Nemenyi 检验。首次骶管穿刺成功危险因素分析采用二元 Logistic 回归。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、骶管阻滞情况

传统技术组 125 例,骶管阻滞首次穿刺成功 78 例,78 例骶管阻滞效果均完善,6 例术中追加阿片类镇痛药,1 例术后实施阴茎背神经阻滞。超声定位组 18 例,骶管阻滞首次穿刺成功 17 例,16 例骶管阻滞效果完善。臀沟纹定位组 53 例,骶管阻滞首次穿刺成功 42 例,49 例骶管阻滞效果完善,有 1 例术中追加阿片类镇痛药。超声定位组首次穿刺成功率高于传统技术组(17/18 比 78/125),超声定位组骶管阻滞效果优于传统技术组(16/18 比 78/125),臀沟纹定位组首次穿刺成功率高于传统技术组(42/53 比 78/125),臀沟纹定位组骶管阻滞效果优于传统技术组(49/53 比 78/125),差异均有统计学

意义( $P < 0.05$ )。臀沟纹定位组的首次穿刺成功率、骶管阻滞效果与超声定位组相比,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。

三组麻醉开始时、手术划皮时的心率与收缩压组间比较,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );两两比较显示,传统技术组麻醉开始时、手术划皮时的心率比超声定位组低,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );臀沟纹定位组麻醉开始时的收缩压比传统技术组、超声定位组高,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );超声定位组手术划皮时的收缩压比传统技术组、臀沟纹定位组低,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );其他组间比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。组内比较显示,三组麻醉开始时与手术划皮时的心率比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ );传统技术组麻醉开始时与手术划皮时的收缩压比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ );超声定位组、臀沟纹定位组手术划皮时的收缩压比麻醉开始时低,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );见表 2。

196 例中无一例发生穿刺出血,无一例穿刺回抽有血液或回抽有脑脊液,传统技术组有 6 例(4.8%)发生注射局部麻醉药后皮下膨隆。

### 二、多因素分析结果

根据骶管阻滞效果是否完善对身高、体重、性别、年龄、身体质量指数、局部麻醉药种类、局部麻醉药容积、骶管阻滞方法等变量进行 Logistic 回归分析,结果见表 3。三组采用的局部麻醉药包括 0.3% 罗哌卡因、0.35% 罗哌卡因、1% 利多卡因、1.2% 利多卡因、1.5% 利多卡因。身高、体重、性别、年龄、身体质量指数、局部麻醉药种类、局部麻醉药容积对骶管阻滞效果的影响不显著( $P > 0.05$ ),骶管阻滞方法对骶管阻滞效果的影响显著( $P < 0.05$ ),可视化骶管超声定位、臀沟纹穿刺定位技术与骶管阻滞效果呈正相关( $OR > 1$ )。

根据首次骶管穿刺是否成功对身高、体重、性别、年龄、身体质量指数、局部麻醉药种类、局部麻醉药容积、骶管阻滞方法等变量进行 Logistic 回归分析,结果见表 4。性别、年龄、局部麻醉药种类、局部麻醉药容积对骶管穿刺成功率的影响不显著( $P > 0.05$ ),身高、体重、身体质量指数、骶管阻滞方法对骶管穿刺成功率的影响显著( $P < 0.05$ ),身高、身体质量指数、可视化骶管超声定位、臀沟纹穿刺定位技术与骶管穿刺成功率呈正相关( $OR > 1$ ),体重与骶管穿刺成功率呈负相关( $OR < 1$ )。

表 2 三组骶尾肥厚患儿首次穿刺成功率、骶管阻滞效果完善率、心率及血压等骶管阻滞情况

Table 2 First puncture success rate, caudal block effectiveness rate, heart rate, and blood pressure in three groups of children

分组	首次穿刺成功 [ 例 (%) ]	骶管阻滞效果完善 [ 例 (%) ]	心率( $\bar{x} \pm s$ , 次/分)		收缩压( $\bar{x} \pm s$ , mmHg)	
			麻醉开始时	手术划皮时	麻醉开始时	手术划皮时
传统技术组( $n=125$ )	78(62.4)	78(62.4)	92.3 $\pm$ 14.1	92.4 $\pm$ 14.1	99.9 $\pm$ 10.6	101.0 $\pm$ 10.6
超声定位组( $n=18$ )	17(94.4) <sup>a</sup>	16(88.9) <sup>a</sup>	104.0 $\pm$ 11.6 <sup>a</sup>	105.0 $\pm$ 12.7 <sup>a</sup>	99 $\pm$ 10.6	93.9 $\pm$ 9.4 <sup>ac</sup>
臀沟纹定位组( $n=53$ )	42(79.2) <sup>ab</sup>	49(92.5) <sup>a</sup>	95.4 $\pm$ 14.4	95.9 $\pm$ 15.2	107.0 $\pm$ 11.0 <sup>ab</sup>	104.0 $\pm$ 10.8 <sup>bc</sup>
$F/\chi^2$ 值	$\chi^2 = 10.695$	$\chi^2 = 19.588$	$F = 5.826$	$F = 6.054$	$F = 7.997$	$F = 6.067$
$P$ 值	0.005	<0.001	0.003	0.002	<0.001	0.002

注 整体差异有统计学意义的基础上,<sup>a</sup> 代表与传统技术组单独比较差异有统计学意义,<sup>b</sup> 代表与超声定位组单独比较差异有统计学意义;麻醉开始时、手术划皮时组内比较,<sup>c</sup> 代表与麻醉开始时比较差异有统计学意义

表 3 骶管阻滞效果危险因素的多因素分析结果

Table 3 Results of multivariate analysis of risk factors for caudal block effectiveness

变量	OR 值	OR 值 95% CI	P 值
身高	0.868	0.691 ~ 1.079	0.212
体重	1.136	0.863 ~ 1.516	0.372
性别(男性)	0.922	0.307 ~ 2.568	0.880
年龄	1.018	0.993 ~ 1.044	0.173
身体质量指数	0.608	0.291 ~ 1.219	0.170
局部麻醉药(0.3% 罗哌卡因)	1.016	0.113 ~ 10.949	0.989
局部麻醉药(0.35% 罗哌卡因)	2.421	0.234 ~ 57.513	0.494
局部麻醉药(1% 利多卡因)	0.364	0.079 ~ 1.413	0.162
局部麻醉药(1.2% 利多卡因)	0.837	0.186 ~ 3.262	0.803
局部麻醉药(1.5% 利多卡因)	0.459	0.015 ~ 8.312	0.607
局部麻醉药剂量	1.042	0.963 ~ 1.128	0.308
超声定位骶管阻滞技术	7.901	1.923 ~ 54.913	0.012
臀沟纹定位骶管阻滞技术	11.539	3.726 ~ 45.950	<0.001

表 4 首次骶管穿刺成功危险因素的多因素分析结果

Table 4 Results of multivariate analysis of risk factors for first caudal puncture success

变量	OR 值	OR 值 95% CI	P 值
身高	1.278	1.051 ~ 1.574	0.017
体重	0.705	0.535 ~ 0.908	0.009
性别(男性)	1.072	0.416 ~ 2.621	0.881
年龄	0.992	0.969 ~ 1.014	0.459
身体质量指数	2.273	1.182 ~ 4.656	0.018
超声定位骶管阻滞技术	10.046	1.908 ~ 185.923	0.029
臀沟纹定位骶管阻滞技术	3.650	1.516 ~ 9.890	0.006

## 讨 论

骶尾肥厚患儿骶管穿刺的难度主要在于无法通过触摸获得解剖结构的准确信息,因此使用传统的骶管穿刺方法几乎等同于盲目穿刺,而且肥胖患儿骶裂孔至皮肤表面的距离明显比瘦小患儿长,意

味着穿刺时相同的偏离角度会导致更长的偏离距离,从而使得穿刺针进入骶裂孔的概率进一步下降,再加上个体差异所致解剖结构的变异,穿刺成功的概率可能更低。超声定位组采取超声定位技术,通过超声获取穿刺部位与深度等骶管局部解剖结构的信息,穿刺成功率可能明显升高。在超声定位的基础上,探索体表可视性解剖标志的骶管穿刺定位技术成为可能,超声定位发现穿刺点到臀沟纹终点距离中位数为 3 cm,为开发出体表臀沟纹定位骶管阻滞技术提供了依据。体表臀沟纹定位与超声定位一样,为骶尾肥厚患儿提供了可视化的穿刺依据,这种基于可视化的骶管穿刺技术使得麻醉医师穿刺时更有信心,穿刺的成功率可能更高。本研究证实了这种推测,使用可视化骶管超声定位、臀沟纹穿刺定位技术的超声定位组和臀沟纹定位组首次穿刺成功率明显高于传统技术组,骶管阻滞效果明显优于传统技术组,两组手术后血压的明显下降也反映出骶管阻滞的良好效果。文献报道儿童超声引导下骶管阻滞的首次穿刺成功率高于对照组(90.2% 比 66.2%,  $P < 0.001$ ),本研究中超声定位组的首次穿刺成功率与之相符(94.4% 比 62.4%,  $P < 0.001$ )<sup>[4]</sup>。

可视化骶管超声定位、臀沟纹穿刺定位技术与传统技术相比,进行了如下方面的改进。首先是穿刺体位的改变。传统的体位是弓状侧卧位,头颈、脊柱呈弓状弯曲,双下肢屈曲贴近下腹,需要助手稍稍用力维持该体位。新的体位采取的是自然睡眠状态的侧卧位或近似侧俯卧位,无助手扶持的情况下患儿也可以稳定地维持该体位。体位的改进有利于骶尾肥厚患儿穿刺时维持更加安全、稳定的体位,改进的依据来自超声定位时发现新体位探测到的骶管声像与传统弓状卧位时的骶管声像看不出明显差异,又由于新体位比传统体位更加容易摆放以及摆放后更加稳定,因此超声定位组的大部分患儿和臀沟

纹定位组的全部患儿采用了该体位。骶裂孔顶端的前后直径范围为 $(4.6 \pm 2.0)$  mm 至 $(6.1 \pm 2.1)$  mm,并随着年龄的增长而减小<sup>[5-13]</sup>。超声定位组超声下骶管管腔的高度为 $(7.4 \pm 1.0)$  mm,与文献报道的骶管测量数据基本相符,说明体位的改进并未影响到骶管结构的改变。

传统骶管穿刺部位选择的是骶角连线的中点,所处骶裂孔位置接近骶管的起始处,属于较狭窄的骶管段,穿刺难度较大,容易穿刺进入骶管后壁,如果穿刺角度较小,也可能穿刺进入骶管前壁。超声定位组的穿刺部位比传统部位更靠近头端,所处骶管段更加宽厚,超声横轴面声像也可以看出骶管穿刺部位更加宽厚<sup>[14]</sup>。臀沟纹定位组选择的部位源于超声定位组的数据,接近于超声定位组的穿刺部位。由于骶裂孔的解剖存在变异,40.4%呈倒U字型,31.6%呈倒V字型,15.8%呈不规则型,还有M型、裂成两半的哑铃型等,脊柱裂占3.45%,而骶裂孔的顶端从S2到S5不等,1.1%达S1,11.5%低至S5,70.1%见于S4,因此在骶角连线与骶裂孔顶端的骨性连接之间有较大的距离范围,臀沟纹定位组采取的定位处于该范围内<sup>[15]</sup>。从超声定位组的超声影像来看,越靠近头端骶管越宽厚,但是越靠近头端,骨性裂口横径越窄,由于骶尾肥厚患儿穿刺径路较长,穿刺角度误差带来的偏离距离可能大于骨性裂口横径,容易导致穿刺失败,因此超声定位组并未选择靠近骨性连接的地方进行穿刺,并且两组均采用微角度尝试性穿刺技术来降低偏离的穿刺角度所带来的穿刺误差,大大提高了穿刺的成功率。

臀沟纹定位组的数据仅仅来自骶尾肥厚患儿人群,该组年龄均大于6岁,体重大部分超出正常范围,而骶管结构触摸清晰的患儿与骶尾肥厚患儿存在包括年龄在内的人群分布差异,年龄较小的患儿超声定位的穿刺点距离臀沟纹可能小于3 cm,定位距离的具体数据有待进一步研究。由于正常体重人群可以通过触诊获得骶裂孔骶角的解剖信息,因此源于超声定位的穿刺部位可以通过触诊获得,即在骶角连线中点与骶裂孔顶端之间的明显凹陷处的中心点进行穿刺,碰到骨质的概率可能低于骶尾肥厚患儿人群,但同样可以采取微角度尝试性穿刺技术找到准确的穿刺位置。这种改良技术的临床预试验目前尚无穿刺失败案例,具体数据有待进一步研究。

根据骶管阻滞效果是否完善以及首次穿刺是

否成功对多个变量进行 Logistic 回归分析结果显示,可视化骶管超声定位、臀沟纹穿刺定位技术对骶管阻滞效果的影响显著,与骶管阻滞效果呈正相关;身高、体重、身体质量指数、可视化骶管超声定位、臀沟纹穿刺定位技术对骶管首次穿刺成功率的影响显著,身高、身体质量指数、可视化骶管超声定位、臀沟纹穿刺定位技术与骶管穿刺成功率呈正相关,体重与骶管穿刺成功率呈负相关。从身高、体重与骶管穿刺成功率的相关性来看,身体质量指数应该与骶管穿刺成功率呈负相关,然而本研究结果与之相反,说明身体质量指数并不与骶裂孔处的皮下组织厚度呈正相关。从临床实践来看,有些严重肥胖的患儿触摸骶裂孔结构清晰,而有些年龄较大、身高体重正常的患儿,尽管身体质量指数偏低,骶裂孔处皮下组织却较厚,无法通过触诊对骶裂孔进行准确定位,前者可能与向心性肥胖有关。另外,由于臀沟纹定位组患儿的身体质量指数较其他两组高,存在可视化骶管超声定位、臀沟纹穿刺定位技术提高该类患儿的穿刺成功率的因素,从而在一定程度上造成身体质量指数与骶管穿刺成功率呈负相关的假象。如果去除人口特征的差异,身体质量指数是否还会与骶管穿刺成功率呈负相关,有待进一步研究。

超声定位组、臀沟纹定位组及传统技术组的人口特征在性别及年龄上无明显差异,臀沟纹定位组体重偏重、身高偏高,身体质量指数偏高,可能与麻醉医师工作中担心对体重更重的患儿使用传统技术容易失败,趋向于使用可视化骶管超声定位、臀沟纹穿刺定位技术以取得麻醉成功的潜在心理有关。这种人口特征的差异可能是三组麻醉开始时心率血压组间比较不一致的原因。由于超声定位相对于超声引导下进行骶管穿刺更加简单快捷,而可视化定位依据也使得骶管穿刺变得简单快捷,从麻醉医师的主观感觉来看,三组患儿的骶管穿刺时间无明显差异,但可视化骶管超声定位、臀沟纹穿刺定位技术使骶管穿刺变得更加容易。

本研究存在一定的局限性,为单中心小样本量的回顾性研究,无法控制一些混杂因素(如人口特征在某些方面存在差异)。未来需要通过多中心临床研究来探索不同人群体表可视性解剖标志与非可视性解剖标志的关系,从而为可视化骶管超声定位、臀沟纹穿刺定位技术提供更加全面的证据支持。

总之,与传统技术相比,可视化骶管超声定位、臀沟纹穿刺定位技术显著提高了骶尾肥厚患儿骶



管阻滞的首次穿刺成功率及骶管阻滞效果,尤其是对年龄大于 6 岁、体重偏重、身体质量指数偏高的患儿,显示出明显的技术优势。

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 童易如负责病例数据分析及分析、研究的设计、实施和起草文章;张号绒负责文献查询及起草文章;娄曼、魏嵘负责数据收集的审查核对;Henry Liu 负责对文章知识性内容进行审阅

## 参 考 文 献

- [1] Yan TT, Yang XL, Wang S, et al. Application of continuous sacral block guided by ultrasound after comprehensive sacral canal scanning in children undergoing laparoscopic surgery: a prospective, randomized, double-blind study [J]. J Pain Res, 2023, 16: 83-92. DOI:10.2147/JPR.S391501.
- [2] Quan SB, Lu YX, Huang YJ. Analgesic effect of ropivacaine combined with dexmedetomidine in the postoperative period in children undergoing ultrasound-guided single-shot sacral epidural block: a systematic review and meta-analysis [J]. Front Pediatr, 2023, 11: 1099699. DOI:10.3389/fped.2023.1099699.
- [3] Fortier MA, Chou J, Maurer EL, et al. Acute to chronic postoperative pain in children: preliminary findings [J]. J Pediatr Surg, 2011, 46(9): 1700-1705. DOI:10.1016/j.jpedsurg.2011.03.074.
- [4] Karaca O, Pinar HU, Gokmen Z, et al. Ultrasound-guided versus conventional caudal block in children: a prospective randomized study [J]. Eur J Pediatr Surg, 2019, 29(6): 533-538. DOI:10.1055/s-0038-1676980.
- [5] Sekiguchi M, Yabuki S, Satoh K, et al. An anatomic study of the sacral hiatus: a basis for successful caudal epidural block [J]. Clin J Pain, 2004, 20(1): 51-54. DOI:10.1097/00002508-200401000-00010.
- [6] Aggarwal A, Aggarwal A, Harjeet, et al. Morphometry of sacral hiatus and its clinical relevance in caudal epidural block [J]. Surg Radiol Anat, 2009, 31(10): 793-800. DOI:10.1007/s00276-009-0529-4.
- [7] Aggarwal A, Kaur H, Batra YK, et al. Anatomic consideration of caudal epidural space: a cadaver study [J]. Clin Anat, 2009, 22(6): 730-737. DOI:10.1002/ca.20832.
- [8] Crighton IM, Barry BP, Hobbs GJ. A study of the anatomy of the caudal space using magnetic resonance imaging [J]. Br J Anaesth, 1997, 78(4): 391-395. DOI:10.1093/bja/78.4.391.
- [9] Senoglu N, Senoglu M, Oksuz H, et al. Landmarks of the sacral hiatus for caudal epidural block: an anatomical study [J]. Br J Anaesth, 2005, 95(5): 692-695. DOI:10.1093/bja/aei236.
- [10] Chen CP, Wong AM, Hsu CC, et al. Ultrasound as a screening tool for proceeding with caudal epidural injections [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2010, 91(3): 358-363. DOI:10.1016/j.apmr.2009.11.019.
- [11] Nikooseresht M, Hashemi M, Mohajerani SA, et al. Ultrasound as a screening tool for performing caudal epidural injections [J]. Iran J Radiol, 2014, 11(2): e13262. DOI:10.5812/iranjradiol.13262.
- [12] Kim YH, Park HJ, Cho S, et al. Assessment of factors affecting the difficulty of caudal epidural injections in adults using ultrasound [J]. Pain Res Manag, 2014, 19(5): 275-279. DOI:10.1155/2014/679128.
- [13] Park GY, Kwon DR, Cho HK. Anatomic differences in the sacral hiatus during caudal epidural injection using ultrasound guidance [J]. J Ultrasound Med, 2015, 34(12): 2143-2148. DOI:10.7863/ultra.14.12032.
- [14] Riascos R, Vu L, Cuellar H, et al. CT evaluation of caudal versus lumbar access to the intradural space [J]. Neurol Res, 2011, 33(10): 1094-1098. DOI:10.1179/1743132811Y.0000000008.
- [15] Bagheri H, Govsa F. Anatomy of the sacral hiatus and its clinical relevance in caudal epidural block [J]. Surg Radiol Anat, 2017, 39(9): 943-951. DOI:10.1007/s00276-017-1823-1.

(收稿日期:2024-06-24)

**本文引用格式:**童易如,张号绒,娄曼,等.可视化骶管穿刺技术用于骶尾肥厚患儿的麻醉效果分析[J].临床小儿外科杂志,2024,23(11):1035-1041. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202406044-007.

**Citing this article as:** Tong YR, Zhang HR, Lou M, et al. Analysis of the anesthetic effect of visual sacral canal puncture in children with sacrococcygeal hyperplasia [J]. J Clin Ped Sur, 2024, 23(11): 1035-1041. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202406044-007.

· 编者 · 作者 · 读者 ·

## 本刊关于医学伦理问题及知情同意的要求

遵循医学伦理基本原则。当报告以人为研究对象的临床研究时,作者应该说明其遵循的程序是否符合负责人体试验的委员会(单位性的、地区性的或国家性的)所制订的伦理学标准,提供该委员会的批准文件(批准文号著录于论文中)及受试对象或其亲属的知情同意书。如无批准文件,需说明是否符合 2013 年修订的《赫尔辛基宣言》的基本原则。研究涉及实验动物时,材料与方法中需注明动物许可证号及实验操作是否遵循国家或单位的动物伦理操作规范。