

“颅脑五横切面法”产前超声联合三维超声容积对比成像在胎儿后颅窝囊性畸形鉴别诊断中的应用

佟鑫¹ 孙宇恒¹ 李瑗君¹ 朱晋敏¹ 兰菲菲² 通讯作者

1 广西中医药大学 广西南宁 530001 2 广西中医药大学附属国际壮医医院超声科 广西南宁 530001

【摘要】目的 探讨“颅脑五横切面法”产前超声联合三维超声容积对比成像(VCI)在胎儿后颅窝囊性畸形鉴别诊断中的应用价值。**方法** 回顾性纳入广西壮族自治区妇幼保健院2021年2月至2025年2月期间后颅窝囊性畸形胎儿58例作为病变组,另纳入同期58例正常胎儿作为对照组。所有孕妇均经“颅脑五横切面法”产前超声和三维超声VCI。以产后随访结果为金标准,比较两种检查方法单独及联合与金标准的诊断一致性和诊断效能。**结果** 与金标准比较,“颅脑五横切面法”二维超声及三维超声VCI单独诊断的诊断一致性均中等($Kappa=0.534, 0.586, P$ 均 <0.05),而二者联合诊断的一致性接近完全一致($Kappa=0.897, P<0.05$)。联合诊断的灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值以及阴性预测值均显著高于单一方法($P<0.05$)。**结论** “颅脑五横切面法”产前超声联合三维超声VCI可有效提高胎儿后颅窝囊性畸形的诊断准确性。

【关键词】 胎儿后颅窝囊性畸形; 产前超声; 颅脑五横切面法; 三维超声容积对比成像

【中图分类号】 R445.1

【文献标识码】 A

【文章编号】 1672-0415 (2025) 12-003-03

【基金项目】 项目名称: 广西中医药大学2024年校级大学生创新训练项目(深度卷积神经网络在胎儿后颅窝囊性畸形鉴别诊断中的应用), 项目编号: X202410600104

胎儿后颅窝形态学评估是产前中枢神经系统超声筛查的重要环节。小脑蚓部等核心结构随孕周呈现规律性发育变化,早期评估有助于识别Dandy-Walker畸形、巨大枕大池及Blake's囊肿等后颅窝囊性病变^[1]。此类疾病的诊断需综合评估小脑蚓部发育、后颅窝池宽度、小脑半球形态及第四脑室结构等参数。然而,目前后颅窝评估缺乏标准化流程,且第四脑室等结构的显像常受多种因素限制^[2]。“颅脑五横切面法”作为一种系统性扫描方案,通过获取丘脑水平、侧脑室水平、小脑水平、颅顶水平及胼胝体膝压部水平五个标准横断面,可全面评估从侧脑室体部至颅顶区的结构,已广泛应用于胎儿脑皮质发育异常等中枢神经系统疾病的筛查^[3-4]。然而,该方法无法直接显示颅脑正中矢状面,而传统二维超声获取该切面易受胎儿体位及操作者经验影响,图像质量不稳定^[5]。三维超声容积对比成像(Volume contrast imaging, VCI)是一种基于三维数据集进行多平面重建的后处理技术,能有效抑制图像噪声、提升组织对比度,显著改善内部结构与边界的显示清晰度^[6]。该技术可重建高质量的正中矢状面,弥补二维超声的局限性。目前,联合应用“颅脑五横切面法”与三维超声VCI进行胎儿后颅窝囊性畸形鉴别诊断的研究尚少。本研究回顾性分析116例胎儿资料,探讨该联合方案的临床应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性选取2021年2月至2025年2月期间于广西壮族自治区妇幼保健院进行产后随访,确认存在后颅窝囊性畸形病变的胎儿58例作为病变组,另纳入随访结果正常的健康胎儿58例作为对照组。纳入标准:①产前均于本院进行“颅脑五横切面法”二维超声以及三维超声VCI检查;②单胎妊娠;③产后随访证实胎儿后颅窝囊性畸形或胎儿正常;④临床资料完整。排除标准:①超声图像质量欠佳;②合并胎儿窘迫、脐带绕颈等产科并发症;③严重肝肾功能不全;④合并恶性肿瘤。

1.2 方法

参照《胎儿中枢神经系统产前超声检查专家共识(2020)》^[7]的操作标准进行产前超声检查。设备为GE Voluson E10彩

色多普勒超声诊断系统(美国通用电气公司),配备有二维探头(频率1~6 MHz)及三维凸阵容积探头(频率3.5~5.0 MHz)。

1.2.1 “颅脑五横切面法”二维超声

采用经腹二维超声扫查,在尽量避开颅骨回声衰减影响的前提下,依次获取并观察胎儿的经丘脑横切面、经侧脑室横切面、经小脑横切面、颅顶部横切面、经胼胝体膝部及压部横切面共5个横切面。在上述切面中,重点观察小脑的整体形态、后颅窝池宽度及第四脑室的形态学特征。

1.2.2 三维超声VCI

在获得标准小脑平面横切面后固定探头,启动三维容积扫描模式。设定立体取样框范围以完整包绕胎儿头部,执行快速自动扫描(持续时间约1~2s),并将原始容积数据存档以备离线处理。数据分析时,调取存储的容积数据集,导航A、B、C三个正交平面,将A、B平面中心参考点精准定位至小脑蚓部中央。经图像空间方位校准,使A平面呈现小脑横断面, B平面呈现小脑冠状面,进而使C平面自动呈现为标准的的小脑蚓部正中矢状切面。最终对该切面进行优化,清晰显示胼胝体、透明隔腔及小脑蚓部轮廓,并于蚓部显示最充分的层面上,测量小脑蚓部周长、前后径、上下径、最大切面面积、脑干-小脑幕角、脑干-小脑蚓部角。

1.3 统计学方法

应用SPSS27.0统计分析收集的数据。 $n(\%)$ 形式描述计数资料,组间比较行 χ^2 检验。以产后随访为金标准,采用Kappa系数评价“颅脑五横切面法”二维超声、三维超声VCI及联合诊断与金标准的诊断一致性($Kappa<0.21$ 表明较差,0.21~0.40表示一般,0.41~0.60代表中等,0.61~0.80表明一致性较好, >0.80 表明几乎完全一致)。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 典型病例图像分析

2.2 诊断一致性比较

“颅脑五横切面法”二维超声与金标准的诊断一致性中等($Kappa=0.534, P<0.05$);三维超声VCI与金标准的诊断一致性中等($Kappa=0.586, P<0.05$);“颅脑五横切面法”

二维超声联合三维超声 VCI 与金标准的诊断几乎完全一致 (Kappa=0.897, P<0.05)。见表 1。

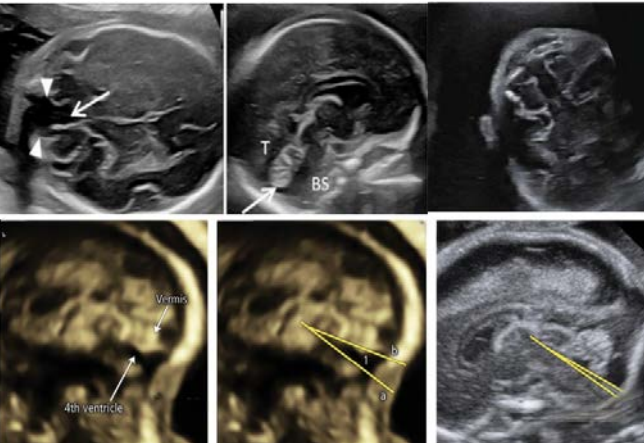


图 1. 经小脑斜横切面, 两侧小脑半球分开, 第四脑室与后颅窝池相通呈锁匙孔征象。图 2. 在小脑蚓部正中矢状切面上, 蚓部形态大小正常, 第四脑室顶部存在, 蚓部轻度向上方旋转。图 3. 经后囟冠状切面观察。图 4. 三维容积成像矢

状切面上第四脑室与后颅窝池相通。图 5. 小脑蚓部上抬, 脑干-小脑蚓部角 (BV 角) 增大, Blake 囊肿胎儿 BV 角通常在 5-45°。图 6. 正常胎儿 BV 角接近 0°

表 1: 诊断一致性比较 [n(%)]

诊断方法	结果	金标准		合计	Kappa	P
		阳性	阴性			
“颅脑五横切面法”二维超声	阳性	47	16	63	0.534	<0.001
	阴性	11	42	53		
三维超声 VCI	阳性	48	14	62	0.586	<0.001
	阴性	10	44	54		
“颅脑五横切面法”二维超声联合三维超声 VCI	阳性	56	4	60	0.897	<0.001
	阴性	2	54	56		
合计		58	58	116		

2.3 “颅脑五横切面法”二维超声联合三维超声 VCI 的诊断效能

对比单独使用“颅脑五横切面法”二维超声或三维超声 VCI, 两种诊断方法联合的灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值以及阴性预测值均显著更高 (P<0.05)。见表 2。

表 2: “颅脑五横切面法”二维超声联合三维超声 VCI 的诊断效能 [n(%)]

诊断方法	灵敏度	特异度	准确度	阳性预测值	阴性预测值
“颅脑五横切面法”二维超声	81.03 (47/58)	72.41 (42/58)	76.72 (89/116)	74.60 (47/63)	79.25 (42/53)
三维超声 VCI	82.76 (48/58)	75.86 (44/58)	79.31 (92/116)	77.42 (48/62)	81.48 (44/54)
“颅脑五横切面法”二维超声联合三维超声 VCI	96.55 (56/58)	93.10 (54/58)	94.83 (110/116)	93.33 (56/60)	96.43 (54/56)
χ^2/P (“颅脑五横切面法”二维超声 vs. 三维超声 VCI)	0.039/1.000	0.180/0.832	0.226/0.751	0.136/0.835	0.085/0.812
χ^2/P (“颅脑五横切面法”二维超声 vs. 联合诊断)	7.017/0.016	8.700/0.006	15.580/<0.001	7.918/0.006	7.654/0.007
χ^2/P (三维超声 VCI vs. 联合诊断)	5.949/0.029	6.576/0.019	12.404/0.001	6.140/0.020	6.319/0.015

3 讨论

后颅窝作为容纳脑干、小脑及其周边脑脊液间隙的关键区域, 其核心结构小脑蚓部位于小脑幕下, 不仅连接两侧小脑半球, 更是维系脊髓与幕上结构功能完整性的中枢节点^[8]。该区域的胚胎发育来源复杂, 脑干上部源自中脑原节, 而脑桥、小脑及延髓则分化自菱脑, 这一发育背景决定了后颅窝畸形常伴随幕上结构异常, 并具有多样的病理表型^[9]。以 Dandy-Walker 畸形为例, 其典型特征包括小脑蚓部发育缺损或不良、蚓部-脑干夹角显著增大、第四脑室尖顶隐窝开放以及下蚓部小叶结构未分瓣等形态学改变^[10]。尽管产前超声是胎儿结构筛查的首选影像学手段, 但其图像质量易受母体条件、胎儿体位及骨骼骨化等因素干扰, 加之操作者经验差异, 导致在评估小脑蚓部分叶与脑沟发育等关键特征时存在显著局限, 难以实现后颅窝畸形的准确鉴别^[11]。

“颅脑五横切面法”是在传统三切面法基础上, 由曾晴团队增加颅顶部横切面与经胼胝体膝部及压部横切面所建立的改进方法。该方法在二维超声下不仅可观察脑中线、后颅窝池、丘脑、侧脑室后角及其脉络丛、蚓部、小脑半球等基本结构, 更扩展至对大脑镰、顶叶沟回、半卵圆中心、透明隔腔、胼胝体、侧脑室前角及体部周围白质等深部脑区进行评估^[12]。该标准化切面体系可为后颅窝关键结构(如小脑形态、后颅窝池宽度与第四脑室)的筛查提供全面而可靠的形态学基础, 有效避免单一平面观察可能造成的漏诊。本研究可见, “颅脑五横切面法”二维超声的基础上联合三维超声 VCI 可

获得更好的诊断一致性, 与金标准几乎完全一致, 且在灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值以及阴性预测值方面均显著优于单独使用二维超声或三维超声。原因主要在于三维超声 VCI 可通过获取正中矢状面来补充重要的诊断信息。胎儿颅脑正中矢状切面是评估小脑蚓部、胼胝体等中线结构及其相互关系的关键平面, 然而在常规二维超声中, 该平面常因胎位、颅骨声影及操作者经验等因素干扰而难以稳定获取。三维超声 VCI 技术通过后容积数据重建, 能够可靠地显示标准正中矢状切面, 并进一步获取如脑干-小脑蚓部角、脑干-小脑幕角等重要量化参数, 从而为鉴别诊断提供客观依据^[13]。这一技术特点与 Volpe^[14]等学者采用高分辨率三维超声, 通过观察第四脑室脉络丛位置与形态以鉴别 Dandy-Walker 畸形与 Blake’s 囊肿的思路一致, 均凸显矢状面在判别后颅窝畸形中的决定性作用。这两种方法的结合, 可实现从多切面系统性筛查到关键矢状面评估的闭环, 不仅覆盖更广泛的可疑病变征象, 更通过矢状面信息为鉴别诊断提供决定性依据, 从而实现各项指标的提升, 令诊断结果更为可靠。

综上所述, 可应用“颅脑五横切面法”产前超声联合三维超声 VCI 在产前有效诊断胎儿后颅窝囊性畸形。然而, 本研究为单中心回顾性分析, 所有数据均来源于同一家医院, 结果外推性受限; 此外, 研究未对各类畸形亚型实现分层分析, 可能会影响联合诊断方案在鉴别不同畸形类型中的评估能力。后续将开展前瞻性的多中心大样本研究, 并对不同亚型进行有针对性的分层和统计, 以进一步验证该诊断方法的鉴别效果。

参考文献

- [1] 洪子涵, 李健, 徐梦莹, 等. MRI 正中矢状位对胎儿后颅窝池的定量分析 [J]. 临床放射学杂志, 2021, 40(04):674-678.
- [2] Paladini D, Biancotto G, Della Sala F, et al. 'Choroid bar': easy-to-see marker of normal posterior fossa at 12-14 weeks' gestation [J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2024, 3(4):497-501.
- [3] 陈亚岩, 黄慧, 王可, 等. 孕中晚期产前超声评估外侧裂形态筛查胎儿大脑皮质发育异常 [J]. 中国医学影像技术, 2025, 41(06):861-865.
- [4] 李胜利, 罗丹. 胎儿常见中枢神经系统异常的临床咨询 [J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2022, 38(10):971-977.
- [5] 尚宁, 黄汉林, 郭爽萍, 等. 自动容积导航技术与二维超声获取胎儿颅脑正中矢状面的对比研究 [J]. 中华医学超声杂志 (电子版), 2020, 17(05):451-456.
- [6] 周伟娜, 吴向玲, 李强, 等. 三维超声联合 VCI、TUI 技术观察脊髓圆锥对胎儿骶尾部疾病合并脊髓拴系综合征的诊断价值 [J]. 中国现代医学杂志, 2023, 33(01):88-94.
- [7] 杨帆, 李胜利, 罗红, 等. 胎儿中枢神经系统产前超声检查专家共识 (2020) [J]. 中华医学超声杂志 (电子版), 2021, 18(05):433-443.

[8] 侯留杰, 栗河舟, 吴娟, 等. 颅脑超声评估宫内生长受限对新生儿脑发育的影响 [J]. 中国医学影像学杂志, 2022, 30(03):261-265.

[9] Leibovitz Z, Lerman-Sagie T, Haddad L. Fetal brain development: regulating processes and related malformations [J]. Life (Basel), 2022, 12(6):809.

[10] Whitehead MT, Barkovich MJ, Sidpra J, et al. Refining the neuroimaging definition of the Dandy-Walker phenotype [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2022, 43(10):1488-1493.

[11] 郭扣松, 詹路霞, 许可, 等. 氧疗在胎儿磁共振成像检查中的应用及效果评价 [J]. 临床放射学杂志, 2023, 42(01):107-111.

[12] 曾晴, 李胜利. 产前超声评估胎儿颅脑: 可见与不可见异常 [J]. 中国医学影像技术, 2024, 40(11):1636-1641.

[13] 宁艺繁, 张晓雯, 孟新月. 超声 OmniView 技术联合 VCI 技术测量正常胎儿脑干-小脑幕夹角和脑干-小脑蚓部夹角 [J]. 中国临床医学影像杂志, 2022, 33(07):477-479+484.

[14] Volpe P, De Robertis V, Volpe G, et al. Position of the choroid plexus of the fourth ventricle in first- and second-trimester fetuses: a novel approach to early diagnosis of cystic posterior fossa anomalies [J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2021, 58(4):568-575.

(上接第1页)

$\chi^2=0.7822$, $p=0.3765$

3 讨论

膀胱过度活动症 (OAB) 是常见疾病, 以尿急、尿频等为主要特征, 严重影响患者身心健康和生活质量, 及时诊治对改善患者生活质量至关重要^[2]。

OAB 发病机制复杂, 成人发病率约 12%, 与膀胱敏感性过高、逼尿肌不稳定等有关。治疗方法多样, 药物治疗是首选, 如索利那新作为 M 型胆碱受体阻断剂, 米拉贝隆作为 β_3 肾上腺素受体激动剂; 行为疗法通过患者教育、膀胱训练和生活方式改变改善症状; 神经调节治疗有电刺激方法, 如骶神经调节和经皮后神经刺激; 手术干预针对难治性患者, 但风险较大。中医虽无对应病名, 但将 OAB 症状纳入“淋证”等范畴, 认为与肾气亏虚、膀胱气化失常有关, 治疗聚焦于肾与膀胱^[3]。

尿液神经生长因子 (NGF) 与 OAB 关系密切, 患者尿液

NGF 水平升高且与尿急程度正相关, 可作为诊断和评估病情的生物标志物。乌灵胶囊含乌灵菌粉, 能调节膀胱功能, 其联合索利那新的中西医结合疗法, 可缓解患者尿频、尿急症状, 降低尿液 NGF 含量, 且不增加不良反应, 值得推广。

未来, 对索利那新的研究将推动其在个性化医疗中的应用, 乌灵胶囊与索利那新联合疗法也将进一步探索。后续研究还将探索更多元化治疗方法, 针对患者个体差异制定个性化治疗方案, 为 OAB 患者带来更多有效治疗选择, 提升患者生活质量。

参考文献

- [1] 陈锦涛, 刘小春, 刘红耀. 膀胱过度活动症病因及诊疗的研究进展 [J]. 河北医药, 2023, 45(17):2669-2673.
- [2] 朱章基, 郎健, 戴迪, 等. 膀胱过度活动症非药物治疗研究进展 [J]. 浙江医学, 2023, 45(15):1664-1667.
- [3] 李瑶, 莫霞. 乌灵胶囊临床应用处方及相关专利分析 [J]. 中国处方药, 2023, 21(05):13-16.

(上接第2页)

行改良阴式子宫切除术, 整体安全性高, 值得进行推广。

参考文献

- [1] 刘乃琴. 阴道前后壁修补术联合改良阴式子宫全切术治疗老年子宫脱垂的临床观察 [C]// 中国生命关怀协会. 关爱生命大讲堂之生命关怀与智慧康养系列学术研讨会论文集 (下)——高血压与主动脉疾病专题. 连云港圣安医院; 2025:398-400. DOI:10.26914/c.cnkihy.2025.067127.
- [2] 马雪梅, 石慧芬. 改良阴式子宫切除术治疗更年期中重度子宫脱垂的效果分析 [J]. 浙江创伤外科, 2025, 30(04):665-668.
- [3] 曾晓蓉. 改良阴式子宫切除术治疗子宫脱垂对患者预后的优化作用 [J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2025,

9(06):38-40.

[4] 曹佳美, 姚天意. 改良与传统阴式子宫切除术治疗更年期中重度子宫脱垂效果及对患者尿动力学及生活质量的影响 [J]. 中国计划生育学杂志, 2024, 32(10):2293-2297.

[5] 王建. 改良阴式子宫切除术治疗老年妇女子宫脱垂的临床效果 [J]. 中国误诊学杂志, 2020, 15(08):352-354.

[6] 丁正凤. 改良阴式子宫切除术治疗老年妇女子宫脱垂的临床效果 [J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(53):104+106.

[7] Bai Ruimin, Li Yue, Yuan Lin, et al. Clinical effect of improved vaginal hysterectomy on uterine prolapse in elderly women [J]. China Journal of Gerontology, 2017, 37(13):3288-3289.