

· 论著 ·

超声测量视神经鞘在新生儿颅内压增高的预测价值*

谢书* 穆雨 王欣 周亚辉 马敬敬 周敬 曹海玮
开封市儿童医院超声科(河南 开封 475000)

【摘要】目的 分析超声测量视神经鞘(ONSD)预测新生儿颅内压(ICP)增高的效果。**方法** 本研究主要选取2020年5月至2021年5月本院收治颅内压损伤的新生儿82例作为研究对象。所有患儿行ICP监测及ONSD测量。分析82例颅内压损伤的新生儿的ICP监测结果,且以ICP值分为ICP升高组(ICP $\geq$ 20mmHg)、ICP正常组(ICP<20mmHg)。比较两组一般资料及ONSD值。应用Spearman相关性分析探讨ONSD值与ICP之间的关联程度;绘制ROC曲线评估超声测量ONSD在预测新生儿ICP方面的预测效能。**结果** 82例颅内压损伤的新生儿,平均ICP为(18.96 $\pm$ 4.26)mmHg,其中ICP $\geq$ 20mmHg 32例(ICP升高组),ICP<20mmHg 50例(ICP正常组)。两组性别、年龄、体重及身长比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。ICP升高组ONSD值高于ICP正常组($P<0.05$)。经Spearman相关性分析,ONSD值与ICP呈正相关($r=0.752$, $P<0.05$)。但两者未呈直接线性增长,在本研究中,观察到最大ONSD值为6.52mm。以ICP作为因变量,ONSD作为自变量进行线性回归统计分析时,得到的t值为10.553,且 $P<0.001$,两者之间存在显著统计相关性。回归方程可以表示为 $Y=-58.05+14.74X$ 。超声测量ONSD AUC为0.861,95%(CI)为0.793-0.928,最佳临界值为5.14mm;超声测量ONSD在预测新生儿ICP灵敏度为91.22%,特异度为89.50%。**结论** 超声测量ONSD在新生儿ICP增高预测中具有一定的价值,其作为一种无创、便捷的监测手段,有助于临床医生及时发现ICP增高,为早期干预和治疗提供有力支持。

【关键词】 超声;视神经鞘(ONSD);新生儿;颅内压增高;预测

【中图分类号】 R445.1

【文献标识码】 A

【基金项目】 开封市科技攻关计划(2103060)

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2024.9.005

Predictive Value of Ultrasound Measurement of the Optic Nerve Sheath in Neonates with Increased Intracranial Pressure*

XIE Shu*, MU Yu, WANG Xin, ZHOU Ya-hui, MA Jing-jing, ZHOU Jing, CAO Hai-wei.
Department of Ultrasound, Kaifeng Children's Hospital, Kaifeng 475000, Henan Province, China

Abstract: Objective To analyse the predictive value of ultrasound measurement of the optic nerve sheath (ONSD) in neonates with increased intracranial pressure (ICP). **Methods** In this study, 82 neonates with intracranial pressure injuries admitted to our hospital from May 2020 to May 2021 were selected for the study. All children underwent ICP monitoring and ONSD measurement. The results of ICP monitoring in 82 neonates with intracranial pressure injury were analysed and the ICP values were divided into an elevated ICP group (ICP $\geq$ 20 mmHg) and a normal ICP group (ICP < 20 mmHg). The general information and ONSD values of the two groups were compared. Spearman correlation analysis was applied to explore the degree of association between ONSD values and ICP; ROC curves were plotted to assess the predictive efficacy of ultrasonographic ONSD in predicting neonatal ICP. **Results** In 82 neonates with intracranial pressure injury, the mean ICP was (18.96 $\pm$ 4.26) mmHg, of which 32 cases had ICP $\geq$ 20 mmHg (elevated ICP group) and 50 cases had ICP < 20 mmHg (normal ICP group). Comparison of gender, age, weight and length between the two groups showed no statistically significant difference ($P>0.05$). The ONSD value was higher in the group with elevated ICP than in the group with normal ICP ($P<0.05$). After Spearman correlation analysis, ONSD values were positively correlated with ICP ($r=0.752$, $P<0.05$). However, they did not show a direct linear increase, and in this study, the maximum ONSD value of 6.52 mm was observed. When linear regression statistics were analysed with ICP as the dependent variable and ONSD as the independent variable, a t-value of 10.553 was obtained with $P<0.001$, which indicates a statistically significant correlation between the two. The regression equation can be expressed as $Y=-58.05+14.74X$. The AUC of ultrasound measurement of ONSD was 0.861, with a 95% (CI) of 0.793-0.928, and the optimal threshold was 5.14 mm; the sensitivity of ultrasound measurement of ONSD in predicting ICP in neonates was 91.22%, and the specificity was 89.50%. **Conclusion** Ultrasound measurement of ONSD is valuable in the prediction of increased ICP in neonates, and as a non-invasive and convenient monitoring tool, it helps clinicians to detect increased ICP in a timely manner and provides strong support for early intervention and treatment.

Keywords: Ultrasound; Optic Nerve Sheath (ONSD); Neonatal; Increased Intracranial Pressure; Prediction

颅内压(ICP)增高是新生儿期常见的严重病理状态,其发生机制复杂,可能由颅内出血、脑水肿、脑膜炎等多种原因诱发。当颅内压持续高于正常范围(通常定义为20mmHg)时,便会引发一系列病理综合征,对新生儿的生命安全构成严重威胁^[1]。因此,早期诊断颅内压增高并进行ICP监测,对于及时采取治疗措施、改善患儿预后具有极其重要的意义。传统的ICP监测方法,如脑室内植入式ICP监护仪或腰椎穿刺术虽然精确,但均为侵入性操作,可能带来颅内感染和穿刺部位出血等严重并发症^[2]。鉴于此,寻找一种无创、便捷的ICP监测手段成为了临床医生的迫切需求。近年来,超声测量视神经鞘(ONSD)作为一种新型的监测方法,逐渐在临床中展现出其潜在的应用价值^[3]。多项研究表明,超声测量ONSD与ICP监测结果之间存在显著的相关性;当ONSD超过一定阈值时,往往提示ICP升高,有助于临床医生及时发现

颅内压增高^[4]。基于此,本文旨在分析超声测量ONSD在新生儿颅内压增高的预测价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象 本研究主要选取2020年5月至2021年5月本院收治颅内压损伤的新生儿82例作为研究对象。

纳入标准:新生儿期(出生后28天内)的患儿;经临床、影像学检查确诊为颅内压损伤;有ICP监测手术指征^[5];本研究经患儿家属知晓并同意。排除标准:已知存在眼部疾病、视神经异常;其他可能影响超声测量准确性的疾病的新生儿。

82例颅内压损伤的新生儿,男51例、女31例,年龄16-25d,平均年龄(20.27 $\pm$ 4.50)d,体重2.5-4kg,平均体重(3.53 $\pm$ 0.44)g,身长60-73cm,平均身长(68.30 $\pm$ 8.57)cm。

【第一作者】谢书,男,主治医师,主要研究方向:超声医学。E-mail: 15837851665@163.com

【通讯作者】谢书

1.2 研究方法 ICP监测：由1名经验丰富的儿科或神经外科主治医师负责执行。在手术过程中，对所有患儿实施全身麻醉，并通过侧脑室前角精准地放置颅内压监测探头。为确保监测结果准确性和可靠性，用数字式颅内压监测仪(Codman ICPEXPRESS)及MICROSRTM ICP传导器监测，均由美国强生公司生产。ONSD测量：采用超声技术对研究对象ONSD行测量。测量时，需确保患儿处于安静状态。采用先进超声诊断仪，包括日立HIV-Preirus和Philips-iU22，配备频率为5-12 MHz的探头。行ONSD检查为1名经验丰富的主治医师及以上职称的超声医生。ONSD检查及测量方法：检查过程中，让患儿仰卧，双眼闭合，并在眼睑处涂抹耦合剂。随后，医生会将探头轻轻放置在患儿闭合的眼睑上，通过横断面和矢状面进行扫查。重点关注双侧眼球后3mm处的ONSD，并在此位置进行测量。对每位患儿的双侧视神经鞘在横断面和矢状面各进行2次测量，即每个患儿的双侧ONSD会各测量4次，取平均值作为最终的记录结果。

1.3 统计学方法 在本研究中，运用SPSS 22.0统计软件包对数据进行深入处理与分析。对于计量资料，采用均值加减标准差($\bar{x} \pm s$)的形式进行描述，并通过独立样本t检验来比较两组之间的差异。对于计数资料，则以频数n和百分比(%)的形式进行展示，并采用卡方检验(χ^2 检验)评估其统计意义。为了探讨ONSD值与ICP之间的关联程度，应用Spearman相关性分析。此外，为评估超声测量ONSD在预测新生儿ICP方面的预测效能，绘制

ROC曲线。在整个统计分析过程中，设定检验水准 α 为0.05。

2 结果

2.1 82例颅内压损伤的新生儿的ICP监测结果 82例颅内压损伤的新生儿，平均ICP为(18.96 ± 4.26)mmHg，其中ICP ≥ 20 mmHg 32例(ICP升高组)，ICP < 20 mmHg 50例(ICP正常组)。

2.2 ICP升高组、ICP正常组一般资料及ONSD值 两组性别、年龄、体重及身长比较，差异无统计学意义($P > 0.05$)。ICP升高组ONSD值高于ICP正常组($P < 0.05$)。见表1。

2.3 ONSD值与ICP相关性 经Spearman相关性分析，ONSD值与ICP呈正相关($r = 0.752$, $P < 0.05$)。但两者未呈直接线性增长，实际上，随着ICP增加，ONSD并不会持续无限扩大，而是在达到某一特定值后进入平台期。在本研究中，观察到最大ONSD值为6.52mm。以ICP作为因变量，ONSD作为自变量进行线性回归统计分析时，得到的t值为10.553，且 $P < 0.001$ ，两者之间存在显著统计相关性。回归方程可以表示为 $Y = -58.05 + 14.74X$ 。见图1。

2.4 超声测量ONSD在预测新生儿ICP方面的预测效能 本研究以ICP ≥ 20 mmHg诊断ICP增高，对超声测量ONSD测量方法绘制ROC曲线，见图3。超声测量ONSD AUC为0.861，95%(CI)为0.793-0.928，最佳临界值为5.14mm；超声测量ONSD在预测新生儿ICP灵敏度为91.22%，特异度为89.50%。

表1 ICP升高组、ICP正常组一般资料及ONSD值

组别	性别		年龄(d)	体重(kg)	身长(cm)	ONSD(mm)
	男	女				
ICP升高组(n=32)	18(56.25)	14(43.75)	19.63 $\pm$ 4.43	3.50 $\pm$ 0.41	67.96 $\pm$ 8.49	5.74 $\pm$ 2.06
ICP正常组(n=50)	33(66.00)	17(34.00)	20.69 $\pm$ 4.53	3.62 $\pm$ 0.47	68.52 $\pm$ 8.66	4.49 $\pm$ 1.55
t/ χ^2	0.788		1.042	1.183	0.287	3.128
P	0.374		0.300	0.239	0.774	0.002

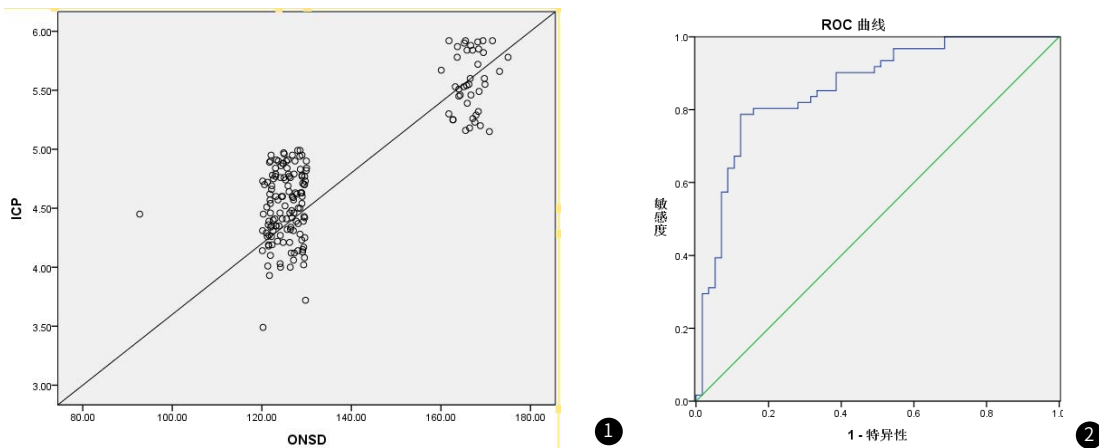


图1 ONSD值与ICP相关性散点图。图2 超声测量ONSD在预测新生儿ICP的预测效能ROC曲线。

3 讨论

ICP是反映颅脑疾病病情严重程度的重要参数之一。在新生儿中，颅内压损伤是常见的神经系统疾病，其发生率和病死率均较高，给患儿的健康和生命带来严重威胁^[6]。本次研究通过对82例颅内压损伤新生儿ICP的临床数据进行分析，结果显示平均ICP为(18.96 ± 4.26)mmHg，该数值显著高于正常新生儿ICP水平(正常范围为8~12mmHg)。进一步，本研究将患儿按照ICP水平分为两组：ICP ≥ 20 mmHg的升高组和ICP < 20 mmHg的正常组。其中，ICP升高组共有32例，占患儿总数的39.02%；而ICP正常组则有50例，占60.98%。该数据分布表明，虽然大部分患儿的ICP仍处于正常范围内，但仍有小部分患儿ICP水平明显升高，需要

引起临床医生的足够重视。

视神经鞘由三层脑膜(软脑膜、蛛网膜、硬脑膜)延续而来的三层被膜包裹，形成视神经鞘，其结构使得ONSD与颅内相通，因此其直径的变化与ICP有着密切的联系^[7]。近年来，随着医疗技术的不断进步，超声测量ONSD作为一种无创、实时动态的监测手段，在判断ICP增高方面得到了广泛关注。国内外学者对此进行了大量研究，尤其在成人及儿童颅脑损伤患者的ICP监测中取得显著成果。如乔志飞等学者的研究表明，超声测量ONSD能够实时、动态地预测颅脑损伤患者ICP增高的变化情况^[8]；Hanafi MG等学者的前瞻性分析进一步证实超声测量ONSD在ICP监测中的有效性，发现，通过对视神经横膈膜进行超声检查，可以检测

到ICP升高的患者，并且该方法可以加快降低颅内压所需的行动^[9]。上述研究均为超声测量ONSD在ICP监测中的应用提供有力支持，但在新生儿中的应用却鲜有报道。可能是由于新生儿颅脑结构复杂，超声图像的解读难度较大，以及新生儿ICP增高的临床表现不典型等因素所致。因此，本研究针对新生儿的特点，开展深入研究，以明确超声测量ONSD在新生儿ICP增高诊断中的效能和局限性。结果可见ICP升高组ONSD值高于ICP正常组，进一步证实ONSD作为ICP增高诊断指标的可靠性；且经Spearman相关性分析，ONSD值与ICP呈正相关，即随着ICP的升高，ONSD值也相应增加；不仅与现有研究相符^[10]，而且为超声测量ONSD在ICP增高诊断中的应用提供有力的证据。然而，需注意的是，本研究还发现ONSD值与ICP并未呈现直接线性增长关系，具体来说，随着ICP增加，ONSD值并不会持续无限扩大。相反，当ICP达到某一特定水平后，ONSD值的增长速度会减缓，进入一个相对稳定的平台期。在本研究中，观察到的最大ONSD值为6.52mm，这一数值对于临床上判断ICP增高的严重程度具有重要意义。这一发现提示，在临床上不能简单地认为ONSD值与ICP的增高持续成正比，虽然两者之间存在正相关关系，但这种关系并非完全线性。因此，在利用超声测量ONSD评估ICP时，需要考虑到这种非线性关系，并结合其他临床指标进行综合判断。

目前，在临床医学领域，对于超声测量ONSD来判断ICP增高的具体阈值，尚未达成一致的意见。然而，众多学者的研究倾向于将ONSD ≥ 5.0 mm作为评估ICP增高的最佳阈值^[11]。不过，也有研究持不同观点，认为ONSD ≥ 4.8 mm才是判断ICP增高的最适宜标准^[12]。本研究以ICP ≥ 20 mmHg诊断ICP增高，且对超声测量ONSD最佳临界值为5.14mm，该结果与大部分学者研究认为的ONSD ≥ 5.0 mm作为判断ICP增高的最佳阈值相近^[11]，但略高于部分研究中提出的ONSD ≥ 4.8 mm的标准^[12]。同时，本研究为评估ONSD为5.14mm的诊断效能，计算其AUC为0.861，95%(CI)0.793-0.928，灵敏度为91.22%，特异度为89.50%，上述数据显示出超声测量ONSD在诊断ICP增高时具有较高的准确性和可靠性。

综上所述，超声测量ONSD在新生儿ICP增高预测中具有一定

的价值，其作为一种无创、便捷的监测手段，有助于临床医生及时发现ICP增高，为早期干预和治疗提供有力支持。然而，在实际应用中，还需要关注其局限性，并不断提高测量技术的准确性和可靠性。未来，随着超声技术的不断发展和完善，相信超声测量ONSD在新生儿ICP预测中将发挥更大的作用，为改善患儿预后做出更多贡献。

参考文献

- [1] 吴菲, 陈惠兰, 王伟伟, 等. 151例足月与早产新生儿化脓性脑膜炎的对比分析[J]. 河北医科大学学报, 2018, 39(7): 837-840.
- [2] 丁锦荣, 张寒, 管义祥. 联合监测颅内压力参数ICP、PRx、MWA对高血压脑出血去骨瓣减压术后患者预后的预测价值[J]. 新疆医科大学学报, 2023, 46(11): 1457-1462.
- [3] 刘慧, 李月春, 郝喜娃, 等. 超声测量视神经鞘直径与眼球横径比值在颅内微创血肿穿刺引流中的应用[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2022, 48(12): 718-723.
- [4] 段立彬, 梁啸寒, 汪华学, 等. 超声测量视神经鞘直径在诊断重度子痫前期颅内压增高中的应用[J]. 蚌埠医学院学报, 2020, 45(10): 1330-1334.
- [5] 吴雪海, 胡锦, 高亮, 等. 重症神经外科患者的颅内压监测指征与规范化治疗[J]. 中华急诊医学杂志, 2013, 22(12): 1321-1323.
- [6] 邱玉, 陆显祯. 重型颅脑损伤后颅内压监测及对症治疗的研究进展[J]. 世界最新医学信息文摘(连续型电子期刊), 2020, 20(68): 73-74, 82.
- [7] 林永娟, 蒋澄, 卞征, 等. 超声测量视盘联合视神经鞘在评估肺鳞状脑膜转移高颅压中的作用[J]. 中国中医眼科杂志, 2023, 33(2): 116-122.
- [8] 乔志飞, 刘春艳, 李树铁, 等. 超声参数ONSD对颅脑损伤患者颅内压增高的诊断价值[J]. 中国医疗设备, 2022, 37(6): 72-75.
- [9] Hanafi MG, Verki MM, Parei SN. Ultrasonic assessment of optic nerve sheath to detect increased intracranial pressure[J]. J Med Ultrasound, 2019, 27(2): 69-74.
- [10] 韩韬, 吴云鹰, 柳政, 等. 超声测量视神经鞘直径对创伤性颅脑损伤患者颅内压评估的价值[J]. 医学研究杂志, 2023, 52(7): 142-146.
- [11] 郑媛媛, 杜朝晖, 甘泉, 等. 超声测量视神经鞘直径与颅内压增高的相关性研究[J]. 中国急救医学, 2016, 36(11): 993-996.
- [12] 陈艳, 林相彬, 陈卫挺, 等. 超声测量视神经鞘直径在创伤性颅脑损伤中的应用价值[J]. 浙江临床医学, 2018, 20(4): 611-612, 615.

(收稿日期: 2024-05-25)

(校对编辑: 韩敏求)

(上接第9页)

- [19] 中国医药教育协会感染疾病专业委员会. 抗菌药物药代动力学/药效学理论临床应用专家共识[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2018, 41(6): 409-416.
- [20] Xie J, Roberts JA, Alobaid AS, et al. Population pharmacokinetics of tigecycline in critically ill patients with severe infections[J]. Antimicrob Agents Chemother, 2017, 61(8): e00345-17.
- [21] Zha L, Pan L, Guo J, et al. Effectiveness and safety of high dose tigecycline for the treatment of severe infections: a systematic review and meta-analysis[J]. Advances in Therapy, 2020, 37(3): 1049-1064.
- [22] Chen Z, Shi X. Adverse events of high-dose tigecycline in the treatment of ventilator-associated pneumonia due to multidrug-resistant pathogens[J]. Medicine, 2018, 97(38): e12467.
- [23] Chuang YC, Cheng CY, Sheng WH, et al. Effectiveness of tigecycline-based versus colistin-based therapy for treatment of pneumonia caused by multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* in a critical setting: a matched cohort analysis[J]. BMC Infect Dis, 2014, 14: 102.

- [24] Seviliano D, Aguilar L, Alou L, et al. Exposure-response analysis of tigecycline in pharmacodynamic simulations using different size inocula of target bacteria[J]. Int J Antimicrob Agents, 2010, 36(2): 137-144.
- [25] Ni WT, Liang BB, Cai Y, et al. A pharmacodynamic simulation to evaluate tigecycline in treatment of nosocomial pneumonia caused by multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*[J]. Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences, 2014, 27(3): 463-467.
- [26] Zhang Q, Wang J, Liu H, et al. Risk factors for tigecycline-induced hypofibrinogenemia[J]. Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics, 2020, 45(6): 1434-1441.

(收稿日期: 2024-04-25)

(校对编辑: 韩敏求)