

· 论著 ·

CT 测量视神经鞘直径与急性颅脑创伤开颅术后颅内压的相关研究

吴林¹, 孙种夷², 吕勇², 刘劲芳^{2*}

1. 中南大学湘雅医院眼科, 湖南 长沙 410008

2. 中南大学湘雅医院神经外科, 湖南 长沙 410008

摘要: **目的** 探讨急性重型颅脑创伤患者开颅术后视神经鞘直径 (ONSD) 与颅内压 (ICP) 的相互关系, 评价 ONSD 推测 ICP 变化情况的效能。 **方法** 回顾性分析 48 例急性重型颅脑创伤患者数据, 通过重建头部薄层 CT 来测量球后 ONSD, 采用有创 ICP 传感器监测颅内压等临床数据; 患者数据按手术类型分类为开颅手术组和单纯 ICP 组, 分别应用线性及 Logistic 回归分析 ONSD 与 ICP 相关性 & ONSD 的评价效能。 **结果** 48 例患者平均 ONSD = 6.6 mm (SD 0.54), 平均 ICP = 12 mmHg (SD 6.5), ONSD 与 ICP 呈明显线性相关性, 其中手术组的线性关系更加明显, AUC = 0.964, cutoff = 7.1 mm, 敏感性 = 100%, 特异性 = 89%, $P < 0.001$, ONSD 用于推测 ICP 效能较高, 有统计学意义; 而 ICP 组两者间无明显线性相关性。 **结论** 急性重症颅脑创伤开颅术后患者 ONSD 与 ICP 线性关系明显, 可通过 ONSD 是否大于 7.1 mm 来推测 ICP > 20 mmHg, 为危急重症患者提供重要的参考意见。

关键词: 颅脑创伤; 视神经鞘; 颅内压

DOI: 10.16636/j.cnki.jinn.2018.04.016

Correlation between optic nerve sheath diameter on CT and intracranial pressure in patients with acute severe traumatic brain injury after craniotomy

Wu lin¹, Sun Zhong-yi², Guo yong², Liu Jin-fang². 1 Department of Ophthalmic, 2 Department of Neurosurgery, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha, 410008

Abstract: **Objective** To investigate the correlation between optic nerve sheath diameter (ONSD) on computed tomography (CT) and intracranial pressure (ICP) in patients with acute severe traumatic brain injury after craniotomy, and to assess the performance of ONSD in predicting ICP. **Methods** A retrospective analysis was performed on the clinical data of 48 patients with acute severe traumatic brain injury. Thin-slice head CT reconstruction was used to measure the retrobulbar ONSD, and ICP was monitored using an invasive ICP sensor. According to the surgical procedure, these patients were divided into craniotomy group and ICP group. Linear and logistic regression methods were used to determine the correlation between ONSD and ICP and the performance of ONSD in predicting ICP. **Results** The 48 patients had a mean ONSD of 6.6 mm (SD 0.54) and a mean ICP of 12 mmHg (SD 6.5). There was a significant linear correlation between ONSD and ICP in the craniotomy group ($P < 0.001$); ONSD had an area under the receiver operating characteristic curve of 0.964, and with a cut-off value of 7.1 mm, ONSD had a sensitivity of 100% and a specificity of 89%, suggesting that ONSD had a high performance in predicting ICP. But in the ICP group, there was no significant correlation between ONSD and ICP. **Conclusions** In patients with acute severe traumatic brain injury after craniotomy, ONSD is significantly correlated with ICP; ONSD > 7.1 mm is predictive of ICP > 20 mmHg, thus providing an important reference for these patients.

Key words: Traumatic brain injury; Optic nerve sheath; Intracranial pressure

急性颅脑创伤因颅内出血、脑挫裂伤、脑 肿胀等原因可导致颅高压的发生。临床工作

基金项目: 湖南省科技计划项目 (2015SK2024)

收稿日期: 2018-05-28; 修回日期: 2018-07-05

作者简介: 吴林 (1986-), 女, 博士, 助理研究员, 医师。

通信作者: 刘劲芳, 教授, 湘雅医院脑外伤专科主任, 研究方向: 颅脑创伤与神经重症。

中可能无法获得有创颅内压 (Intracranial pressure, ICP) 的数据,如不能及时发现并处理颅高压,可导致脑灌注压降低、脑缺血缺氧和脑功能障碍,甚至发生脑疝危及生命,所以可靠的无创 ICP 监测技术非常必要。通过 CT 重建测量视神经鞘直径 (Optic nerve sheath diameter, ONSD) 的方法可以间接推测 ICP 的变化^[1],但这些研究内容缺少颅内血肿清除术后、去骨瓣减压术后的 ONSD 与 ICP 数据,我们常常更需要对这些开颅术后的危重患者定期监测 ICP 情况并给予对症治疗。本研究以急性颅脑创伤开颅术后患者为研究对象,评估 ONSD 推测颅高压的效能情况,现将结果报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2017 年 1 月 1 日至 2017 年 12 月 31 日我院神经外科重症病房急性重型颅脑创伤患者 48 例,其中男性 34 例,女性 14 例,年龄 18 ~ 74 岁,平均年龄 45 岁。患者外伤至实施手术间隔中位数为 1 (1 ~ 3) 天,术前 GCS 评分中位数为 8 (6 ~ 11) 分。所有颅脑创伤患者入院时均完成头部 CT 薄层扫描,排除明显眼外伤及神经管骨折或疑似骨折患者,经临床诊断均有神经外科手术指征^[2],其中 34 例进行了 ICP 传感器置入术 + 颅内血肿清除术 + 去骨瓣减压术;14 例进行了 ICP 传感器置入术,未联合其他手术,详见表 1。

1.2 方法

1.2.1 ICP 传感器置入及数据采集 ICP 传感器的置入均在手术室全身麻醉气管插管下进行。患者取仰卧位,选取冠状缝前 1 cm、中线旁开 2.5 cm 处为穿刺点,穿刺方向对准两侧外耳道假想连线中点,进针深度约 6 cm 后进入侧脑室,传感器读数正常确定为置入完成^[3]。根据患者术中 ICP 情况进行相应手术处理 (是否进行颅内血肿清除 + 去骨瓣减压术),患者结束相应手术后,麻醉状态下立即行头部 CT 扫描,然后转至神经外科重症病房进行术后苏醒及治疗。患者入室情况稳定后采集 1 小时内平均 ICP, PaCO₂, 血清 Na⁺ 浓度等指标。

1.2.2 ONSD 的测量方法 采用 PHILLIPS Brilliance CT 对术后患者进行头部薄层扫描,以听眦线 (OM line) 为基准,对数据进行轴位重

建。三位研究人员使用同一台影像系统 (PACS) 终端机,独立地进行数据测量并记录。采用统一的测量方法,即调节窗宽至 300 ~ 500 HU,窗位 30 ~ 50 HU,再分别选取双侧球后视神经鞘直径最大的轴位平面,目标图像放大 2 倍,取球后视神经起始部远端 3 mm 处为视神经鞘直径测量点,取 ONSD 最大值为测量值^[4]。

1.3 统计学处理

应用 SPSS 20.0 软件对所得数据进行统计分析。正态分布计量资料以平均数及标准差表示,mean (SD),组间比较采用 *t* 检验;非正态分布计量资料以中位数及四分位距表示,median (IQR);计数资料以例数和百分比表示,*n* (%)。采用 ICC (组内相关系数) 评价不同评定者对测量结果的可重复性,用 Pearson 方法进行 ONSD 及 ICP 的相关性分析,用 Logistic 回归法分析 ONSD 对 ICP 判断的效果情况,计算其 ROC 曲线及 AUC 面积。以 *P* < 0.05 表示差异具有统计学意义。

表 1 临床数据基本情况

	总计 (<i>n</i> = 48)	开颅手术组 (<i>n</i> = 34)	单纯 ICP 组 (<i>n</i> = 14)
年龄, mean (SD)	45 (16)	43 (15)	52 (13)
性别, male (%)	37 (77)	25 (74)	12 (86)
术前 GCS, median (IQR)	8 (6 - 11)	8 (5 - 11)	9 (6 - 11)
ONSD, mm (SD)	6.6 (0.54)	6.5 (0.56)	6.8 (0.46)
外伤至实施手术间隔, median (IQR)	1 (1 - 3)	1 (1 - 3)	1 (1 - 2)
PaCO ₂ , mean (SD)	40 (6.2)	40 (6.8)	41 (4.7)
血清 Na, mean (SD)	144 (5.7)	144 (4.4)	145 (8.3)
平均 ICP, mean (SD)	12 (6.5)	12 (6.9)	13 (5.7)

2 结果

三位临床医生完成 ONSD 的数据收集,通过连续变量一致性检验分析,组内相关系数 ICC = 0.89 (95% CI 0.83 - 0.93, *P* < 0.001), ONSD 测量的可重复性较高。右侧和左侧 ONSD 组内相关系数 ICC = 0.96 (95% CI 0.93 - 0.98, *P* < 0.001), ONSD 数据具有较高的一致性,双侧 ONSD 经 *t* 检验显示无明显统计学差异 (*P* = 0.67)。计算 ONSD 的平均值 = 6.6 mm (SD 0.54), ICP 的平均值 = 12 mmHg (SD 6.5)。使用简单线性回归对 ONSD 和 ICP 进行相关性分析,结果显示两者之间存在明显线性相关性 (*r* = 0.553, *P* < 0.001)。根据患者实施手术方

式的不同,将48例患者分为开颅手术组(实施颅内血肿清除术+去骨瓣减压术+ICP传感器置入术)34例和ICP组(只实施ICP传感器置入术)14例,其中开颅手术组的ONSD和ICP之间呈现明显的线

性相关性($r=0.606$, $P<0.001$),而ICP组不存在两者间线性相关性($r=0.343$, $P=0.23$),详见图1。

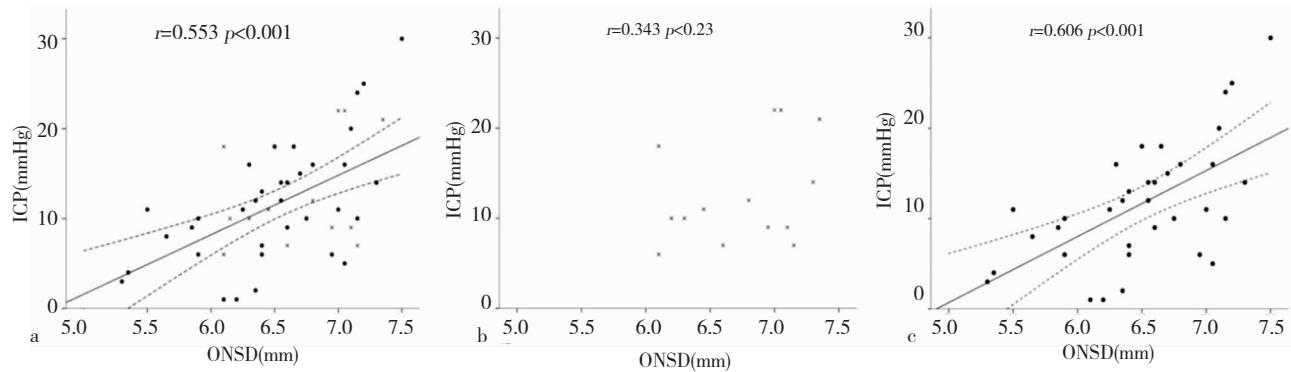


图1 ONSD与ICP数据散点图。图中“.”表示手术组数据分布情况,“x”表示ICP组分布情况,实线为回归拟合直线,虚线为拟合直线95%置信区间。a图表示48例患者ONSD和ICP两者之间存在明显线性相关性。b图表示ICP组数据分布情况,两者之间无明显线性相关性。c图表示手术组34例患者的ONSD与ICP之间存在明显线性相关性。

为评估ONSD对ICP的评价效应情况,将48例患者进一步分组为 $ICP > 20$ mmHg组和 $ICP \leq 20$ mmHg组,使用ROC曲线(receiver operator characteristic curve)进行分析,曲线下面积 $AUC = 0.922$ (95% CI 0.845 - 0.999), $P < 0.001$,最佳临界值 $cutoff = 7.0$ mm,敏感性 = 100%,特异性 = 81%。

因为手术组34例数据中ONSD与ICP之间存在更明显的线性相关性,也将其再进一步分为 $ICP > 20$ mmHg组和 $ICP \leq 20$ mmHg组并进行ROC分析, $AUC = 0.964$ (95% CI 0.903 - 0.999), $P < 0.001$,最佳临界值 $cutoff = 7.1$ mm,敏感性 = 100%,特异性 = 89%。详见图2。

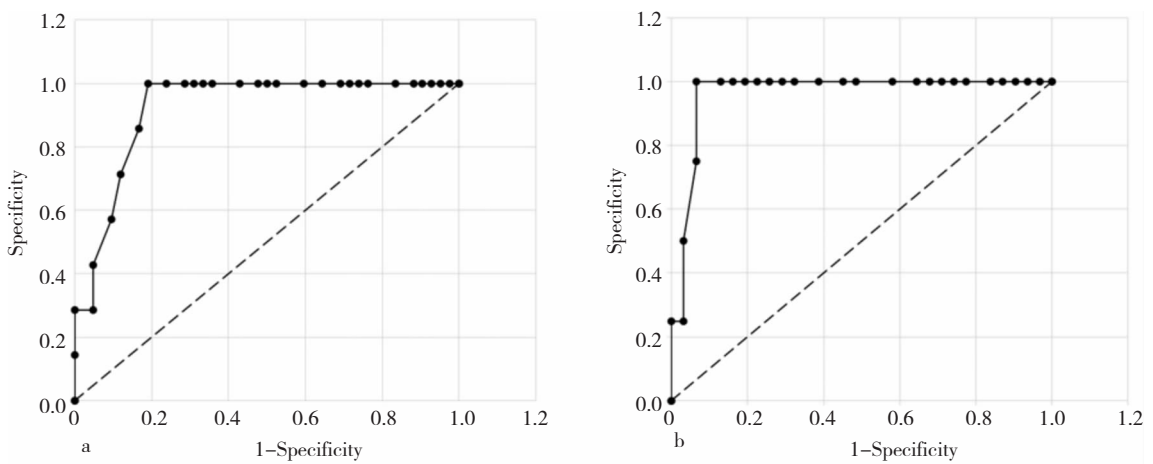


图2 ONSD与ICP的ROC曲线图。a图为所有患者ONSD评估ICP效应情况,b图为手术组34例患者ONSD评估ICP效应情况。两图中ONSD均能明显评估区分出 $ICP > 20$ mmHg组和 $ICP \leq 20$ mmHg组, $P < 0.001$,均有统计学意义。

3 讨论

本研究是国内外首个以重型颅脑创伤术后患者为研究对象,测量开颅术后 ONSD 及 ICP 之间关系的研究。48 例患者 ONSD 与 ICP 呈明显线性关系,使用 ROC 方法计算 $AUC = 0.922$,统计学结果说明应用 ONSD 推测 ICP 效果较好。在此基础上,我们将上述患者分组为开颅手术组和单纯 ICP 置入组,再对开颅手术组患者进行线性相关及 ROC 分析,发现这 34 例患者开颅术后 ONSD 与 ICP 呈现更加明显的线性相关, $AUC = 0.964$, $cutoff = 7.1 \text{ mm}$,即当 $ONSD > 7.1 \text{ mm}$ 时可以推测 $ICP > 20 \text{ mmHg}$,手术组的 AUC 面积要大于总体 48 例患者的 AUC,我们可以认为 ONSD 在推测手术组患者 ICP 的效能效果更佳。而单纯 ICP 置入组无明显线性相关性,无统计学意义,我们不能依据 ONSD 数据来预测 ICP 情况。查阅近年相关文献,ONSD 推测未实施手术患者的 $AUC = 0.86^{[4]}$,均小于本研究结果,以此可以说明 ONSD 在推测开颅术后 ICP 的效果要优于未实施手术患者的 ICP,所以我们在临床工作中可以使用 ONSD 更加准确地推测开颅术后患者的 ICP 情况,尤其在已经实施颅内血肿清除术 + 去骨瓣减压术但是未实施 ICP 监测的患者中,可以为临床工作提供 ICP 的参考性建议。

目前测量 ONSD 主要通过超声、MRI 和 CT 三种方式。超声测量相对价格低廉,操作方便并快捷,但是测量精度与操作者经验相关,需要经过专业培训后才能进行。MRI 测量较为精确,但是检查费用较高并且扫描时间较长,目前很少应用于重症颅脑创伤疾病。CT 测量法居于两者之间,具备价格经济和检查快捷的优势,在扫描患者颅内情况时,可同时方便获得 ONSD 数据,在临床工作中有较高的可行性。目前的相关研究已经证实以上三种方法测量 ONSD 均可以间接反映 ICP 的变化情况,超声、MRI 和 CT 的 AUC 分别为 0.91、0.94 和 0.86^[4-8],其结论表明 ONSD 可以较好的推测出颅高压情况($ICP > 20 \text{ mmHg}$)。对比本研究数据,48 例患者 $AUC = 0.922$,与上述研究结论保持一致,而我们又对开颅手术组(颅内血肿清除 + 去骨瓣减压术)患者进一步用 ROC 分析,其 $AUC = 0.964$,敏感性 100%,特异性 89%,此结果优于目前所有的其他研究结果,所以我们可以推测对开颅术后患者应用 CT

测量 ONSD 的方法,可以更加精确地评估患者颅内压情况。

综上所述,当急性重型颅脑创伤患者有 ICP 升高倾向,尤其是经过开颅手术治疗的重症患者,暂时无法获得有创 ICP 数据时,我们可以利用患者头部 CT 资料测量 ONSD,进而推测 ICP 的情况,这样可以为临床医生评估患者病情提供参考意见。本研究为单中心研究,试验样本量有限,为了能够更加准确地推测 ICP 的变化情况,未来仍需要进行多中心的大样本量研究。

参 考 文 献

- [1] Kalantari H, Jaiswal R, Bruck I, et al. Correlation of optic nerve sheath diameter measurements by computed tomography and magnetic resonance imaging [J]. *Am J Emerg Med*. 2013,31(11):1595-1597.
- [2] 中国医师协会神经外科医师分会,中国神经创伤专家委员会. 中国颅脑创伤颅内压监测专家共识[J]. *中华神经外科杂志*. 2011,10:1073-1074.
- [3] 孙种夷, 吕勇, 毕长龙, 等. 颅脑创伤患者侧脑室穿刺置管精准度的相关影响因素分析[J]. *国际神经病学神经外科学杂志*. 2017,44(4):393-395.
- [4] Sekhon MS, Griesdale DE, Robba C, et al. Optic nerve sheath diameter on computed tomography is correlated with simultaneously measured intracranial pressure in patients with severe traumatic brain injury [J]. *Intensive Care Med* 2014,40(9):1267-1274.
- [5] Geeraerts T, Launey Y, Martin L, et al. Ultrasonography of the optic nerve sheath may be useful for detecting raised intracranial pressure after severe brain injury [J]. *Intensive Care Med*. 2007;33(10):1704-1711.
- [6] Geeraerts T, Newcombe VF, Coles JP, et al. Use of T2-weighted magnetic resonance imaging of the optic nerve sheath to detect raised intracranial pressure [J]. *Crit Care*. 2008,12(5):R114.
- [7] Geeraerts T, Merceron S, Benhamou D, et al. Non-invasive assessment of intracranial pressure using ocular sonography in neurocritical care patients [J]. *Intensive Care Med*. 2008,34(11):2062-2067.
- [8] Turkin AM, Oshorov AV, Pogobekyan EL, et al. Correlation of intracranial pressure and diameter of the sheath of the optic nerve by computed tomography in severe traumatic brain injury [J]. *Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko*. 2017,81(6):81-88.