

28 Chitturi S, Wong VW, Chan WK, et al. The Asia-Pacific Working Party on Non-alcoholic Fatty Liver Disease guidelines 2017—part 2: management and special groups[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2018, 33(1):86-98.

29 Romero-Gómez M, Zelber-Sagi S, Trenell M. Treatment of NAFLD with diet, physical activity and exercise [J]. J Hepatol, 2017, 67(4):829-846.

30 Zhang HJ, Pan LL, Ma ZM, et al. Long-term effect of exercise on im-

proving fatty liver and cardiovascular risk factors in obese adults: a 1-year follow-up study[J]. Diabetes Obes Metab, 2017, 19(2):284-289.

[收稿日期 2019-10-05][本文编辑 韦颖 韦所苏]

本文引用格式

田申, 伍娟, 孔令泉. 关注乳腺癌伴随疾病全方位管理之非酒精性脂肪性肝病的管理[J]. 中国临床新医学, 2020, 13(8):836-840.

新进展综述

经颅超声在颅脑创伤救治中的应用现状及展望

沈 印(综述), 吕立文(审校)

基金项目: 广西医疗卫生适宜技术开发与推广应用项目(编号:s2019076)

作者单位: 530021 南宁, 广西壮族自治区人民医院急诊科

作者简介: 沈 印(1980-), 男, 医学硕士, 副主任医师, 研究方向: 急救及创伤医学。E-mail: Sy-doctor@sina.com

通讯作者: 吕立文(1972-), 女, 医学博士, 主任医师, 研究方向: 急救及创伤医学。E-mail: 464050065@qq.com

[摘要] 重型颅脑损伤(severe traumatic brain injury, sTBI)是世界范围内致死率、致残率极高的疾病, 经颅多普勒(transcranial Doppler, TCD)可以高效安全地在床边监测 sTBI 患者的病理生理学变化, 其检测结果可重复性高。TCD 可以无创、实时获取脑组织二维形态, 通过计算颅内血管的血流状态, 获得脑血流动力学信息, 通过分析脑血流速度及方向、血管自身调节功能、血管阻力变化来评估颅内压。该文就床边 TCD 在颅脑创伤救治的临床应用现状及展望进行综述。

[关键词] 经颅超声; 颅脑损伤; 颅内压; 脑血流动力学

[中图分类号] R 64 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2020)08-0840-04

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2020.08.27

Application status and prospect of transcranial ultrasound in treatment of traumatic brain injury SHEN Yin, LYU Li-wen. Department of Emergency, the People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530021, China

[Abstract] Severe traumatic brain injury (sTBI) is a disease with extremely high mortality and disability rate worldwide. Transcranial Doppler (TCD) ultrasound can efficiently and safely monitor the pathophysiological changes of sTBI patients at the bedside, and its detection results are highly reproducible. TCD can obtain the two-dimensional morphology of brain tissues in a non-invasive and real-time manner. The cerebral hemodynamic information is obtained by calculating the blood flow state of intracranial vessels, and the intracranial pressure is evaluated by analyzing the velocity and direction of cerebral blood flow, the function of vascular self-regulation and the change of vascular resistance. This paper reviews the clinical application status and prospect of bedside TCD in the treatment of craniocerebral trauma.

[Key words] Transcranial ultrasound; Traumatic brain injury (TBI); Intracranial pressure; Cerebral hemodynamics

随着全球工业化进程, 创伤的发生, 特别是交通事故伤已成为全世界一个极为严重的医学乃至社会问题。创伤性颅脑损伤是全球性的健康问题^[1]。重型颅脑损伤(severe traumatic brain injury, sTBI)在

创伤学领域内是一种病死率、致残率非常高的疾病。研究^[2]显示, 急性颅脑损伤住院患者中, 重型颅脑创伤患者的病死率 > 20%, 重残率 > 50%。sTBI 患者有发病急且危重等特点^[3], 在急诊科或在重症医

学科就救治过程中,对 sTBI 患者采用的监测手段主要有以下几种:(1)传统的神经系统查体;(2)CT、MRI 技术等影像学检查;(3)有创颅内压监测;(4)脑氧检测;(5)持续脑电图检测。这些常用检测手段存在缺点。传统的神经系统查体并不能满足重型颅脑创伤的评估需要,一些损伤量表及指数可在一定程度上反映脑损伤严重程度^[4],但仍存在局限性。影像学检查在近年取得显著的进步,CT、MRI 技术作为常规的神经系统疾病影像学诊断方法,目前先进的 MRI 技术,包括容量分析、扩散张量成像、高清纤维追踪,正在更广泛用于判断脑损伤的定位及范围,并将其和神经功能障碍进行关联^[5]。这些技术能够准确判定轴索损伤的方式和程度,为跟踪疾病进展和判断预后提供宝贵信息。但是由于其无法动态实时地进行评估,并不适用于所有急危重症患者。传统观念认为,对颅脑创伤患者尤其是 sTBI 患者实行颅内压监测可使得医护人员获取早期信息,及时干预,从而改善预后。但是近期研究^[6]显示颅内压监测并没有降低 sTBI 患者的病死率,反而增加了不必要的气管切开、机械通气时间及重症监护室住院时间以及经济花费。也有研究^[7]表明在颅脑创伤的早期实施颅内压以及脑氧监护,估计脑组织缺氧情况往往不够准确,因为脑缺氧早期颅内压和脑灌注仍可表现正常。许多重症医学科对 sTBI 患者进行持续脑电图监测有无异常脑电波发生以便及早地对癫痫等疾病进行处理,但是脑电图信号可因镇静药物影响而减弱,而 sTBI 患者往往需要镇静药物保护脑细胞。对于颅脑创伤患者,经颅多普勒(transcranial Doppler, TCD)超声能对患者进行动态、长时间地观察,具有迅速、无创、安全、操作简便、可重复的优点,其核心理念包括颅内压监测、床旁 TCD、脑部血氧饱和度监测、脑电图监测等技术的实施。TCD 可无创地穿透颅骨,可以对创伤患者进行连续、长期地动态观察^[8]。本文就颅脑超声在重型颅脑损伤的发展、在临床的应用价值及研究进展进行探讨及综述。

1 颅脑超声原理及发展

挪威科学家于 1982 年根据多普勒效应发明了世界上第一台经颅多普勒仪,随着医学及神经学科、超声学科的发展,20 世纪 80 年代引进我国。TCD 是利用超声波的原理,监测大脑颅内段各血管的多普勒信号,结合探头的位置,信号深度的反馈,以及血流的方向、血管与声束角度,从而判断所探查的颅内血管类型并分析各种多普勒血流参数^[9]。通过分析得到的频谱参数,常见包括峰值收缩速度(systolic peak

velocity, Vs)、舒张末期速度(end of diastolic velocity, Vd)、血管搏动指数(pulsatility index, PI)、血管阻力指数(resistant index, RI),最后根据患者基本情况,脑血流方向、速度、血管自身调节功能,从而对颅内压进行评估,达到早期识别脑血管状态及诊断脑死亡的目的,并及时对预后及治疗方案进行调整^[10]。

2 颅脑超声在颅脑损伤患者救治过程中的应用

2.1 监测颅内压

颅脑损伤往往伴随着颅内压的变化,引起颅内升高,及时动态评估颅内压有助于早期评估及发现病情的变化。传统颅内压监测是神经系统模块化监测的核心,颅内压监测指标的获取主要依靠有创的脑室内压力的监测,而目前临床上普遍使用的有创颅内压监测有出血、感染等风险且操作要求高,对于急诊、急救治疗环节难以实现^[11]。TCD 可通过动态无创的获取颅脑损伤患者颅内血流动力学的异常图像来评估颅内压的变化^[12]。利用 TCD 测量患者大脑中动脉的 Vs、Vd、时间平均流速(velocity of middle cerebral artery, Vmean)、PI 和 RI,以此计算出 Vmean,再根据以上获得数值进行分析。此外, TCD 在颅脑损伤患者脑灌注压降低以及颅内压升高时血流频谱会出现 Vd 降低,PI 增加等改变^[13]。研究^[14]表明,PI 是评价大脑小动脉阻力状况的重要指标,可反映颅脑损伤后颅内压情况,其与颅内压之间存在相应指数关系。在成人颅脑损伤患者中,PI 基本可反映出颅内压力的变化情况,二者呈正相关。超声可以通过测定视神经鞘直径(optic nerve sheath diameter, ONSD)的改变来间接反映颅内压变化,是利用 TCD 评估颅内压变化的另一手段。视神经鞘是硬脑膜的延续,内有蛛网膜下腔,包括有脑脊液网状小梁、支柱等结构,当颅内压增高时,视神经鞘内间隙理论上会增加,可通过测量神经鞘直径证实^[15]。研究^[16]表明,可通过探头测定眼球后方 3 mm 处的视神经鞘膨胀变化来间接反映颅内压的变化,以此为根据通过超声反映颅内压。测量 ONSD 时,患者需取仰卧位,一般使用 3 ~ 9 MHz 线阵超声探头,对双侧眼球后方 3 mm 处的视神经鞘进行测量。系统培训的急诊科与神经科医师可在床旁使用超声准确测量 ONSD^[17]。ONSD 正常值范围区间存在个体间的差异,对于不同国家、地区、种族,ONSD 值也存在差异。ONSD 正常值平均在 3.6 ~ 4.6 mm,也有研究^[18,19]报道 ONSD 的临界值高达 6.3 mm。因此对于 ONSD 反映颅内压增高的监测阈值仍有争论,但大部分学者仍推荐该方法测定及评估颅内压^[18]。目前常使用 ONSD > 5 mm 作为颅内压增高的判定标准。

2.2 经颅超声 (transcranial sonography, TCS) 脑实质检查最早用于新生儿及小儿颅内疾病的床旁检测,近年来该项技术也被应用于成人颅脑损伤后的持续监测。颅脑创伤的患者,尤其是出现颅内段出血、血肿、脑疝等情况时,颅内常常会发生中线移位、颅内占位、脑室扩张等,这些情况均可利用 TCS 捕获颅内良好的超声图像^[19]。目前广泛应用超声探头经颞窗这一颅骨相对薄弱点探测颅内结构。在进行经颞窗扫描颅内结构时首先确定中脑、间脑以及脑室层面三个标准层面后才可以进行后续操作^[20]。与传统 CT、MRI 相比,TCS 二维超声同样能清晰显示颅内结构,并且无需多次搬动创伤患者,具有实时、可重复、床旁监测等优点。颅脑外伤患者可通过 TCS 识别颅内血肿、积水以及中线结构变化情况^[21]。颅内血肿急性期的超声表现常为高回声信号,如高血压所致基底节区出血的深部血肿,因其回声高利于超声监测,相较于硬膜下血肿更易通过超声检测出。而对于其他原因或类型的血肿,如动静脉血管畸形、肿瘤破裂所造成的颅内血肿,床旁超声诊断则需要结合影像学检查可更加准确鉴别。创伤病变性质、部位和大小可以影响中线结构的移位程度。根据中线移位程度可初步确定损伤的部位,在利用超声检测中线移位时应从间脑层面获取实时图像,测量双侧颞骨距离第三脑室的距离,目前认为此距离 > 2.5 cm 可判断存在中线偏移^[22],超声确定中线移位具有床边、早期、可重复性及动态化的优点。因此床边即时性和可重复性是超声监测相对于 CT 及 MRI 检查最大的优势,通过重复监测,可以实时了解脑室形态学变化。

2.3 彩色多普勒血流速度测定 颅脑外伤患者的颅内血管直径的变化、脑血流压力以及阻力的改变均会影响颅内血流速度。经颅彩色多普勒超声 (transcranial color-coded sonography, TCCS) 可以计算出红细胞在血管中流速,可通过计算血流速度的变化对颅内损伤情况进行评估。血流速度包括平均血流速度 (mean velocity, mVel)、收缩期峰值血流速度 (peak systolic velocity, PSV)、舒张期血流速度 (end diastolic velocity, EDV)。通过计算出 PI 和 RI 用于描述频谱形态数^[23]。颅内压改变时颅内血流速度也会发生变化,可以使用 PI 评估颅内压,PI 可以反映颅内血管的阻力。颅内压与 PI 呈正相关,PI 和颅内压的关系可以通过如下方程转换:颅内压 = $(10.93 \times PI) - 1.28$;其灵敏度可达 89%,特异度达 92%。但是相对于有创颅内压监测,PI 和颅内压的相关性置信区间较宽,并非

完全呈线性关系,因此目前 TCCS 不能完全替代有创颅内压监测。目前 TCCS 已广泛用于辅助脑血管痉挛的诊断,可以通过脑血管平均血流速度定量分层脑血管痉挛的程度^[24],在临床上,TCCS 已广泛用于蛛网膜下腔出血的监测。正常情况下,大脑中动脉 (middle cerebral artery, MCA) 的血流速度一般 < 80 cm/s;轻度颅内血管痉挛时 MCA 平均流速在 120 ~ 159 cm/s;中度颅内血管痉挛的 MCA 平均流速在 160 ~ 199 cm/s;严重颅内血管痉挛的 MCA 平均流速 > 200 cm/s。在蛛网膜下腔出血早期,若平均血液流速进行性增加常提示颅内血管发生痉挛现象,通常 mVel 较基线值增加 > 21 cm/s,可作为脑血管痉挛诊断依据。此外,临床上可结合动脉血压测定的数据,与 TCD 监测脑血流速度共同评价,从而判断脑血管动态的自动调节功能。当患者存在病理因素,丧失脑血管自动调节功能时,脑血流与动脉血压会呈正相关,实际脑灌注量的维持水平与预后有明确的关系。TCD 可以在评估脑血管自动调节功能及脑灌注量中发挥重要的作用,其有快捷、可动态评估、无创、重复性高等优点。

2.4 超声在颅脑外伤围手术期的应用 颅内血肿在闭合性颅脑损伤中约占 10%。颅脑急性创伤事件发生,伴随颅内血肿可引起颅内压增高的症状,颅内压与体循环平均动脉压的关系影响脑血管开放程度,当颅内高压超过平均体动脉压水平,脑血管就会趋于闭塞,颅内血供中断,需及时干预,此时如诊断明确有手术指征时便可立刻对患者行减压手术治疗^[25]。术前的头颅影像学检查虽可明确诊断颅内血肿及脑挫裂伤,但无法在术中及术后的动态评估中运用,超声可重复性高,为其围手术期应用创造了条件。术中超声可清晰显示大脑结构并发现脑损伤灶。外伤性颅内血肿以浅部血肿多见,在其表面常有程度不等的脑挫裂伤,超声中的表现常为团块状的高回声信号,内部及周边可伴有不规则的低回声信号区,中线结构可移位。如深部血肿破入脑室可引起蛛网膜下腔和硬膜下出血,蛛网膜下腔出血时沿脑沟裂池分布,表现为弧形或条状的高回声,典型毛刺征,即条状高回声边缘小条样突起。硬膜下出血多发生在减速性损伤时,外伤后血液积聚于硬脑膜与蛛网膜之间,可依此进行反复的、实时的床边评价^[26]。此外,颅脑外伤导致脑血管的挫伤,可成为迟发性血肿的出血来源,术前检测中因颅内高压的影响,可无明显出血表现^[27]。而在术中通过减压后出现压力填塞效应,原破损血管大量出血,可导致急性脑膨出。因此,术中超声造

影有助于早期发现脑挫裂伤及占位填塞效应,实时检测,对于血肿清除术中出现急性脑膨出,超声有助于发现迟发性血肿,为临床提供可靠的诊断信息。

3 结语

严重颅脑创伤的发生、发展迅速,因此,急诊、神经以及影像等学科的医疗团队能否提供精准的评估以及治疗是患者良好预后的关键^[28]。早期对创伤患者进行早期分类、精准评估,可大大提高治疗效果。TCD 可以通过无创、实时地测量颅内大动脉的血流情况获取脑血流动力学信息及形态学信息,相较于传统影像学检查,床旁颅脑超声在颅脑创伤检查领域有着广泛的应用,在脑组织形态结构的观察、无创评估颅内压以及脑血流信息的获取等多方面都有其特有的优势及较高的临床应用价值。

参考文献

- Abelson-Mitchell N. Epidemiology and prevention of head injuries: literature review[J]. *J Clin Nurs*, 2008, 17(1): 46-57.
- Capizzi A, Woo J, Verdusco-Gutierrez M. Traumatic brain injury: an overview of epidemiology, pathophysiology, and medical management [J]. *Med Clin North Am*, 2020, 104(2): 213-238.
- 何深流, 谢乃胜. 重型颅脑损伤合并多发伤的救治体会[J]. *中国临床新医学*, 2011, 4(7): 633-635.
- 张艺滨, 王建群, 陈良鑫, 等. 脑损伤指数在重型颅脑损伤昏迷患者预后评估中的价值[J]. *中国临床新医学*, 2017, 10(2): 117-120.
- Robba C, Goffi A, Geeraerts T, et al. Brain ultrasonography: methodology, basic and advanced principles and clinical applications. A narrative review[J]. *Intensive Care Med*, 2019, 45(7): 913-927.
- Al-Mufti F, Amuluru K, Chang A, et al. Traumatic brain injury and intracranial hemorrhage-induced cerebral vasospasm: a systematic review[J]. *Neurosurg Focus*, 2017, 43(5): E14.
- Robba C, Cardin D, Tajsic T, et al. Non-invasive intracranial pressure assessment in brain injured patients using ultrasound-based methods [J]. *Acta Neurochir Suppl*, 2018, 126: 69-73.
- Burkitt K, Kang O, Jyoti R, et al. Comparison of cranial ultrasound and MRI for detecting BRAIN injury in extremely preterm infants and correlation with neurological outcomes at 1 and 3 years[J]. *Eur J Pediatr*, 2019, 178(7): 1053-1061.
- Thelin EP, Nelson DW, Vehvilinen J, et al. Evaluation of novel computerized tomography scoring systems in human traumatic brain injury: an observational, multicenter study[J]. *PLoS Med*, 2017, 14(8): e1002368.
- Duncan AF, Bann CM, Dempsey A, et al. Behavioral deficits at 18-22 months of age are associated with early cerebellar injury and cognitive and language performance in children born extremely preterm [J]. *J Pediatr*, 2019, 204: 148-156.
- 水涛, 郭再玉, 张国哲, 等. 亚低温对重症蛛网膜下腔出血后脑血流速度和脑氧摄取率的影响和意义[J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(19): 1489-1492.
- Poularas J, Karakitsos D, Kouraklis G, et al. Comparison between transcranial color Doppler ultrasonography and angiography in the

- confirmation of brain death[J]. *Transplant Proc*, 2006, 38(5): 1213-1217.
- Blanco P, Blaivas M. Applications of transcranial color-coded sonography in the emergency department[J]. *J Ultrasound Med*, 2017, 36(6): 1251-1266.
- Blanco P, Matteoda M. Images in emergency medicine. Extra-axial intracranial hematoma, midline shift, and severe intracranial hypertension detected by transcranial color-coded duplex sonography[J]. *Ann Emerg Med*, 2015, 65(2): e1-e2.
- Blanco P. Transcranial color-coded duplex sonography: another option besides the blind method[J]. *J Ultrasound Med*, 2016, 35(3): 669-671.
- Naqvi J, Yap KH, Ahmad G, et al. Transcranial Doppler ultrasound: a review of the physical principles and major applications in critical care[J]. *Int J Vasc Med*, 2013: 629378.
- Koller A, Toth P. Contribution of flow-dependent vasomotor mechanisms to the autoregulation of cerebral blood flow[J]. *J Vasc Res*, 2012, 49(5): 375-389.
- Aries MJ, Czosnyka M, Budohoski KP, et al. Continuous determination of optimal cerebral perfusion pressure in traumatic brain injury [J]. *Crit Care Med*, 2012, 40(8): 2456-2463.
- Rankine-Mullings AE, Morrison-Levy N, Soares D, et al. Transcranial Doppler velocity among Jamaican children with sickle cell anaemia: determining the significance of haematological values and nutrition[J]. *Br J Haematol*, 2018, 181(2): 242-251.
- Desmidt T, Andersson F, Brizard B, et al. Cerebral blood flow velocity positively correlates with brain volumes in long-term remitted depression[J]. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, 2018, 81: 243-249.
- Bellner J, Romner B, Reinstrup P, et al. Transcranial Doppler sonography pulsatility index (PI) reflects intracranial pressure (ICP) [J]. *Surg Neurol*, 2004, 62(1): 45-51.
- Yuan Q, Wu X, Sun Y, et al. Impact of intracranial pressure monitoring on mortality in patients with traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Neurosurg* 2015, 122(3): 574-587.
- Sharma VK, Wong KS, Alexandrov AV. Transcranial Doppler [J]. *Front Neurol Neurosci*, 2016, 40: 124-140.
- Blanco P, Abdo-Cuza A. Transcranial Doppler ultrasound in neurocritical care[J]. *J Ultrasound*, 2018, 21(1): 1-16.
- 覃思杰, 刘桂彪, 罗建设, 等. 超声引导下经微骨窗显微手术治疗基底节区脑出血的临床应用效果观察[J]. *中国临床新医学*, 2018, 11(10): 989-992.
- 赵辉, 尹志勇, 陈蓉, 等. 兔坠落式颅脑减速伤的实验研究[J]. *创伤外科杂志*, 2009, 11(4): 306-398.
- 王卫广, 凌永爱. 急性外伤性颅内血肿开颅血肿清除术后迟发血肿相关因素的 Logistic 回归分析[J]. *浙江创伤外科*, 2013, 18(6): 788-791.
- 胡培阳, 张连阳. 综合性医院创伤救治多学科团队的建设 and 维护[J]. *创伤外科杂志*, 2018, 20(9): 719-721.

[收稿日期 2020-04-25][本文编辑 韦颖 韦所苏]

本文引用格式

沈印, 吕立文. 经颅超声在颅脑创伤救治中的应用现状及展望 [J]. *中国临床新医学*, 2020, 13(8): 840-843.