

颅脑损伤评分量表及预后评估模型的研究进展

李 显 综述 贺瑛福 审校

【关键词】 颅脑损伤;评分量表;预后评估模型  
【文章编号】 1009-153X(2023)01-0053-04 【文献标志码】 A 【中国图书资料分类号】 R 651.1\*5

颅脑损伤(trumatic brain injury, TBI)是造成青壮年死亡及残疾的主要原因,尽管预防和治疗方面取得了进步,但其预后并没有明显改善。早期准确可靠的评分量表及预后评估模型不仅可以帮助总结临床结果、明确病情严重程度、对疾病进行分类,而且为TBI的管理、家属沟通和医疗资源分配提供客观指导。本文就近年来TBI评分量表及预后评估模型的研究进展进行综述。

1 基于入院特征的TBI评分量表

1.1 GCS 评分 GCS评分是目前应用最广泛的TBI评分量表,也是许多预后评估模型的组成部分。但GCS评分存在一定局限性,例如言语障碍或气管插管病人不能进行言语评分,通常采用语言反应赋值“1”分的方法,这会导致GCS评分偏低。Brennan等<sup>[1]</sup>设计一种简单的“插补”工具,在言语评分缺失下GCS总分为睁眼+运动=2~6, +1;睁眼+运动=7, +2;睁眼+运动=8或9, +4;睁眼+运动=10, +5。GCS评分还会受到年龄影响,老年GCS评分显著高于年轻病人<sup>[2]</sup>。Salottolo等<sup>[3]</sup>对TBI病人年龄进行分类,划分出低中高死亡风险区域,这种修订GCS分类可以改善对TBI病情严重程度和早期预后评估。Bae等<sup>[4]</sup>提出修正的GCS评分量表(mGCS),结合血清因子(FS)及GCS评分,其中FS分值为血红蛋白、血小板、凝血酶原时间及乳酸脱氢酶的赋值相加,mGCS分值=GCS分值-FS分值,mGCS评分预测TBI病死率的准确性明显高于GCS评分。

1.2 全面无反应性量表(full outline of unresponsiveness scale, FOUR)评分 FOUR是针对GCS评分言语

成分易缺失及忽略脑干反射等局限提出的昏迷评分。研究表明,FOUR评分不仅可以准确预测TBI的住院病死率、出院时功能结局和总生存率,而且可以评估其气管插管是否必要、出院处理是否可行<sup>[5]</sup>。Jamal等<sup>[6]</sup>认为FOUR评分与GCS评分相比,在预测TBI住院、出院3个月病死率及功能预后方面类似。

1.3 INCNS评分 是由根据急性生理学和慢性健康评估评分Ⅱ(APACHE Ⅱ)、简化急性生理学评分Ⅱ(SAPS Ⅱ)和神经危重疾病等特点提出的神经危重病人预后评分,包括19个项目(5个部分),包括炎症、营养、意识、神经功能和全身状况,其中神经功能评估包括瞳孔反射、角膜反射、言语反应、运动反应、吞咽功能和呼吸参数。与其他评分系统相比,INCNS评分优势在于同时包含了评估脑干功能及全身状况的参数<sup>[7]</sup>。Zhao等<sup>[8]</sup>研究表明INCNS评分对神经重症监护室病人病死率和3个月功能预后的预测性能明显优于FOUR评分、GCS评分。

1.4 其他评分 一些评分在实际评估TBI病情及预后中也有应用,但并非专门针对TBI病人,比如APACHE Ⅱ评分和SAPS Ⅱ评分。研究发现预测合并多发伤的TBI病人病死率,APACHE Ⅱ评分和GCS评分之间没有显著差异<sup>[9]</sup>。Franco-Jiménez等<sup>[10]</sup>研究发现APACHE Ⅱ评分和SAPS Ⅱ评分可以评估重型TBI病人行气管切开的需要。但这些评分均缺乏对神经功能的评估,对危重TBI病人的结果预测可能会产生偏差。

2 基于CT影像的TBI评分量表

2.1 Marshall CT 分级 Marshall CT分级根据基底池状态、中线偏移、手术治疗选择及血肿体积将CT结果分为6级,得到广泛的临床应用及外部验证,并纳入了IMPACT预后评估模型。其主要局限性在于不能评估硬膜外血肿、硬膜下血肿以及颅内出血之间的差异,血肿体积大小分类不够详细。Mahadewa等

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2023.01.017  
作者单位:810016 西宁,青海大学研究生院(李 显);810001 西宁,青海大学附属医院神经外科(贺瑛福)  
通讯作者:贺瑛福,E-mail:Hyf9009123@163.com

[11]研究修正创伤评分与 Marshall CT 分级相关性,提出修正创伤-Marshall 评分,可提高预测的准确性和可靠性,但需要大量样本进一步研究。

2.2 Rotterdam CT 评分 在保留 Marshall CT 分级主要效应量同时增加创伤性蛛网膜下腔出血和脑室出血,并通过去除测量血肿体积来简化评分。Rotterdam CT 评分评估预后可量化分值,但依然停留在相关趋势层面。研究表明 Rotterdam CT 评分及 Marshall CT 分级均可以预测重型 TBI 病人的死亡风险<sup>[12]</sup>。Fujimoto 等<sup>[13]</sup>研究表明动态评估 Rotterdam CT 评分变化,可以预测病死率、手术必要性。但对于预测 TBI 病人长期功能及康复结果,两者作用均有限。

2.3 Helsinki CT 评分 包括出血类型及大小、脑室出血和鞍上池状态。有学者认为 Helsinki CT 评分比 Rotterdam CT 评分及 Marshall CT 分级提供了更好的病死率阳性预测值<sup>[14]</sup>。汪军等<sup>[15]</sup>研究认为 Rotterdam CT 评分对影像表现分析更全面,比 Helsinki CT 评分预测 TBI 不良预后更准确。Summaka 等<sup>[16]</sup>研究表明 TBI 病人伤后 4 年生活质量显著恶化,Helsinki CT 评分可以预测 TBI 病人伤后远期生活质量,这是 Rotterdam CT 评分及 Marshall CT 分级不具备的。

2.4 Stockholm CT 评分 Stockholm CT 评分更重视损伤的类型,包括硬膜下血肿、硬膜外血肿、创伤性蛛网膜下腔出血、脑室出血、弥漫性轴索损伤及中线移位。Stockholm CT 评分中线移位得分与 Rotterdam CT 评分及 Marshall CT 分级相比,没有设置截断值而是连续变量,而且其各种损伤类型均有具体的评分标准。研究发现,相比 Rotterdam CT 评分及 Marshall CT 分级,Helsinki CT 评分和 Stockholm CT 评分能更准确地预测 TBI 结局<sup>[17]</sup>。Stockholm CT 评分缺点在于评分标准复杂,需要进行专门培训,这会限制其临床应用及发展。

2.5 神经影像放射学解释系统(neuroimaging radiological interpretation system, NIRIS) 是基于 TBI 病人结局提出的新型 CT 影像分级,使用 TBI 成像通用数据元素对头部 CT 平扫进行标准化解释,并且将影像检查结果归类为有序的 TBI 严重程度类别。研究表明在预测 TBI 病人生存/死亡方面,NIRIS 的表现与 Rotterdam CT 评分及 Marshall CT 分级相似;但在预测出院、住院、CT 随访、住院高级护理及手术治疗方面,NIRIS 的表现明显优于 Rotterdam CT 评分及 Marshall CT 分级<sup>[18,19]</sup>。NIRIS 可以为特定病人管理提供依据,并可以用作临床决策支持工具,但其需要在不同的 TBI 人群中进行验证。

### 3 TBI 预后评估模型

3.1 目前应用广泛的 TBI 预后评估模型 包括 TBI 预后和临床试验任务(IMPACT)模型和 TBI 后糖皮质激素随机研究(CRASH)模型。研究显示,IMPACT、CRASH 模型有很好的区分度及校准度,可充分识别高病死率或不良结局的 TBI 病人<sup>[20]</sup>。Charry 等<sup>[21]</sup>对早期行去骨瓣减压术治疗的重型 TBI 病人行前瞻性研究,发现 IMPACT、CRASH 模型及 Marshall CT 分级高估重型 TBI 病人早期行去骨瓣减压术后不良预后。

许多学者通过添加其他预测因子或结合其他评分对这两种模型进行改良。Bilgi 等<sup>[22]</sup>研究发现国际标准化比值、白细胞数值及输血是 TBI 病人 6 个月死亡及预后不良的独立预测因子,将其纳入 IMPACT 及 CRASH 模型可略微改善预测性能。研究发现添加神经元特异性烯醇化酶、胶质纤维酸性蛋白、S-100 $\beta$  蛋白、泛素 C 末端水解酶 L1 等生物标志物可提高 TBI 预后模型的预测能力<sup>[23]</sup>。Raj 等<sup>[24]</sup>将 IMPACT 和 APACHE II 评分结合起来,对 TBI 病人 6 个月病死率的预测能力明显优于 IMPACT 模型,预后不良病人的风险分层也显著改善。

3.2 近年来新提出的 TBI 预后评估模型 Brooks 等<sup>[25]</sup>发现高龄、男性、行走和进食障碍是长期病死率增加的重要预测因素。Li 等<sup>[26]</sup>研究重型 TBI 病人的临床资料,提出 TBI 状态评估和预后预测系统,几乎囊括了所有已知的 TBI 预后因素,包括 21 项评分指标,分为 A、B、C 三部分,A 部分包括运动能力、瞳孔反射及直径、CT 参数、继发性脑损伤因素等,B 部分为年龄,C 部分为病人病史,A、B、C 部分的总分为 BISCPM 的最终得分,其中预测性能要显著优于 IMPACT 模型。

近年来,机器学习技术预测 TBI 的研究逐渐增多。研究表明使用机器学习技术构建 TBI 预后评估模型性能优于经典的多变量 logistic 回归分析<sup>[27]</sup>。这可能因为 logistic 描述复杂的多变量非线性关系时,需要考虑变量之间多重共线性,并且通常需要复杂的变换。机器学习技术可以更好地分析高维数据,适合纳入更多的风险因素进行预测。但也有研究认为对于中、重型 TBI 的预后预测,机器学习预测效果并不比回归模型好<sup>[28]</sup>。由于某些机器学习模型缺乏可解释性,在实际临床应用仍处于早期阶段。

总之,由于 TBI 具有异质性,构建可靠的评分量表及预后模型非常困难。早期及时对 TBI 病人进行病情评估及预后预测,可指导临床决策,优化医疗资源分配。多因素预后模型的预测准确性显著高于评

分量表,但评分量表的优势在于简单方便。这些评分或模型需在多中心、不同人群中进行内部及外部验证,证实其可靠性及实用性。未来可将各种评分或模型开发成手机软件,这样既方便临床医师使用,又可使其得到充分验证。寻找新的生物标记物及其他 TBI 预测因子,用来开发更准确的预后模型,这也是未来的发展趋势。

【参考文献】

[1] Brennan PM, Murray GD, Teasdale GM. A practical method for dealing with missing Glasgow Coma Scale verbal component scores [J]. J Neurosurg, 2020. Online ahead of print.

[2] Kehoe A, Smith JE, Bouamra O, *et al.* Older patients with traumatic brain injury present with a higher GCS score than younger patients for a given severity of injury [J]. Emerg Med J, 2016, 33(6): 381-385.

[3] Salottolo K, Panchal R, Madayag RM, *et al.* Incorporating age improves the Glasgow Coma Scale score for predicting mortality from traumatic brain injury [J]. Trauma Surg Acute Care Open, 2021, 6(1): e000641.

[4] Bae IS, Chun HJ, Yi HJ, *et al.* Modified Glasgow Coma Scale using serum factors as a prognostic model in traumatic brain injury [J]. World Neurosurg, 2019, 126: e959-e964.

[5] Momenyan S, Mousavi SM, Dadkhahtehrani T, *et al.* Predictive validity and inter-rater reliability of the persian version of full outline of unresponsiveness among unconscious patients with traumatic brain injury in an intensive care unit [J]. Neurocrit Care, 2017, 27(2): 229-236.

[6] Jamal A, Sankhyan N, Jayashree M, *et al.* Full outline of unresponsiveness score and the Glasgow Coma Scale in prediction of pediatric coma [J]. World J Emerg Med, 2017, 8(1): 55-60.

[7] Gao Q, Yuan F, Yang X, *et al.* Development and validation of a new score for predicting functional outcome of neurocritically ill patients: The INCNS score [J]. CNS Neurosci Ther, 2019, 26(1): 21-29.

[8] Zhao Z, Zhang X, Song C, *et al.* A novel INCNS score for prediction of mortality and functional outcome of comatose patients [J]. Front Neurol, 2021, 11: 585818.

[9] Amir N, Sobhan S, Reza EM, *et al.* The efficacy of Glasgow Coma Scale (GCS) Score and Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) II for predicting hospital mortality of ICU patients with acute traumatic brain injury

[J]. Bull Emerg Trauma, 2018, 6(2): 141-145.

[10] Franco-Jiménez JA, Ceja-Espinosa A, Álvarez-Vázquez L, *et al.* Associated factors for tracheostomy in adults with severe traumatic brain injury: score proposal [J]. Cir Cir, 2020, 88(2): 200-205.

[11] Mahadewa TGB, Golden N, Saputra A, *et al.* Modified Revised Trauma-Marshall score as a proposed tool in predicting the outcome of moderate and severe traumatic brain injury [J]. Open Access Emerg Med, 2018, 8(10): 135-139.

[12] Elkbuli A, Shaikh S, McKenney K, *et al.* Utility of the Marshall & Rotterdam Classification Scores in predicting outcomes in trauma patients [J]. J Sur Res, 2021, 264: 194-198.

[13] Fujimoto K, Miura M, Otsuka T, *et al.* Sequential changes in Rotterdam CT scores related to outcomes for patients with traumatic brain injury who undergo decompressive craniectomy [J]. J Neurosurg, 2016, 124(6): 1640-1645.

[14] Frodsham KM, Fair JE, Frost RB, *et al.* Day-of-injury computed tomography and longitudinal rehabilitation outcomes: a comparison of the Marshall and Rotterdam computed tomography scoring methods [J]. Am J Phys Med Rehabil, 2020, 99(9): 821-829.

[15] 汪 军,谢 鹏,董 鑫,等. Rotterdam CT 评分和 Helsinki CT 评分在颅脑损伤预后评估中的价值[J]. 中国临床神经外科杂志, 2020, 25(7): 468-470.

[16] Summaka M, Zein H, Elias E, *et al.* Prediction of quality of life by Helsinki computed tomography scoring system in patients with traumatic brain injury [J]. Brain Inj, 2020, 34(9): 1229-1236.

[17] 薛 鑫,李瑞豪,卢维新,等. Helsinki CT 评分和 Stockholm CT 评分对中、重型颅脑损伤预后的预测价值[J]. 中国临床神经外科杂志, 2019, 24(5): 269-271, 275.

[18] Wintermark M, Li Y, Ding VY, *et al.* Neuroimaging Radiological Interpretation System for acute traumatic brain injury [J]. J Neurotrauma, 2018, 35(22): 2665-2672.

[19] Zhou B, Ding VY, Li Y, *et al.* Validation of the NeuroImaging Radiological Interpretation System for acute traumatic brain injury [J]. J Comput Assist Tomogr, 2019, 43(5): 690-696.

[20] Dijkland SA, Helmrich I, Nieboer D, *et al.* Outcome prediction after moderate and severe traumatic brain injury: external validation of two established prognostic models in 1742 European patients [J]. J Neurotrauma, 2021, 38(10): 1377-1388.

[21] Charry JD, Tejada JH, Pinzon MA, *et al.* Predicted unfavorable neurological outcome is overestimated by the Marshall CT score, CRASH decompressive craniectomy [J]. World Neurosurg, 2017, 101: 554-558.

[22] Bilgi K, Gopalakrishna KN, Chakrabarti D, *et al.* Outcome prediction of TBI: are there parameters that affect the IMPACT and CRASH models [J]. World Neurosurg, 2020, 146: e590-e596.

[23] Frankel M, Fan L, Yeatts SD, *et al.* The association of very early serum levels of S100B, GFAP, UCH-L1, and SBDP with outcome in ProTECT III [J]. J Neurotrauma, 2019, 36 (20): 2863-2871.

[24] Raj R, Siironen J, Kivisaari R, *et al.* Predicting outcome after traumatic brain injury: development of prognostic scores based on the IMPACT and the APACHE II [J]. J Neurotrauma, 2014, 31(20): 1721-1732.

[25] Brooks JC, Shavelle RM, Strauss DJ, *et al.* Long-term survival after traumatic brain injury part I: external validity of prognostic models [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2015, 96(6): 994-999.

[26] Li X, Lü C, Wang J, *et al.* Establishment and validation of a model for brain injury state evaluation and prognosis prediction [J]. Chin J Traumatol, 2020, 23(5): 284-289.

[27] Abujaber A, Fadlalla A, Gammoh D, *et al.* Prediction of in-hospital mortality in patients with post traumatic brain injury using National Trauma Registry and Machine Learning Approach [J]. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2020, 28(1): 44.

[28] Gravesteijn BY, Nieboer D, Ercole A, *et al.* Machine learning algorithms performed no better than regression models for prognostication in traumatic brain injury [J]. J Clin Epidemiol, 2020, 122: 95-107.

(2021-05-01 收稿, 2021-05-01 修回)

~~~~~

(上接第 7 页)

[5] Vajda Z, Schmid E, Guthe T, *et al.* The modified Bose method for the endovascular treatment of intracranial atherosclerotic arterial stenoses using the Enterprise stent [J]. Neurosurgery, 2012, 70(1): 91-101.

[6] Feng Z, Duan G, Zhang P, *et al.* Enterprise stent for the treatment of symptomatic intracranial atherosclerotic stenosis: an initial experience of 44 patients [J]. BMC Neurol, 2015, 15: 187.

[7] 刘 恋, 马 宁, 莫大鹏, 等. Enterprise 支架治疗复杂症状性颅内动脉粥样硬化性狭窄[J]. 中国卒中杂志, 2017, 12: 592-597.

[8] Gao B, Safain MG, Malek AM. Enterprise stenting for intracranial aneurysm treatment induces dynamic and reversible age-dependent stenosis in cerebral arteries [J]. J Neurointerv Surg, 2015, 7(4): 297-302.

[9] Farb A, Weber DK, Kolodgie FD, *et al.* Morphological predictors of restenosis after coronary stenting in humans [J]. Circulation, 2002, 105(25): 2974-2980.

[10] Lee KY, Chen DY, Hsu HL, *et al.* Undersized angioplasty and stenting of symptomatic intracranial tight stenosis with Enterprise: Evaluation of clinical and vascular outcome [J]. Interv Neuroradiol, 2016, 22(2): 187-195.

[11] Wang ZL, Gao BL, Li TX, *et al.* Symptomatic intracranial vertebral artery atherosclerotic stenosis ( $\geq 70\%$ ) with concurrent contralateral vertebral atherosclerotic diseases in 88 patients treated with the intracranial stenting [J]. Eur J Radiol, 2015, 84(9): 1801-1804.

[12] Zhang K, Li TX, Wang ZL, *et al.* Factors affecting in-stent restenosis after angioplasty with the Enterprise stent for intracranial atherosclerotic diseases [J]. Sci Rep, 2021, 11 (1): 10479.

[13] Zhu Y, Xian X, Wang Z, *et al.* Research progress on the relationship between atherosclerosis and inflammation [J]. Biomolecules, 2018, 8(3): 80.

[14] Valdivia y Alvarado M, Ebrahimi N, Benndorf G. Study of conformability of the new leo plus stent to a curved vascular model using flat-panel detector computed tomography (DynaCT) [J]. Neurosurgery, 2009, 64(3 Suppl): ons130-134.

[15] Kang K, Zhang Y, Shuai J, *et al.* Balloon-mounted stenting for ICAS in a multicenter registry study in China: a comparison with the WEAVE/WOVEN trial [J]. J Neurointerv Surg, 2021, 13(10): 894-899.

[16] Peng G, Zhang Y, Miao Z. Incidence and risk factors of in-stent restenosis for symptomatic intracranial atherosclerotic stenosis: a systematic review and meta-analysis [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2020, 41(8): 1447-1452.

(2022-10-31 收稿, 2022-12-25 修回)