

- 13-14.
- [33] 刘传梦, 陈海鹏, 谭柳萍, 等. 苍耳子药理作用及毒性研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2019, 25(9): 207-213.
- [34] XUE L M, ZHANG Q Y, HAN P, et al. Hepatotoxic constituents and toxicological mechanism of *Xanthium strumarium* L. fruits [J]. J Ethnopharmacol, 2014, 152(2): 272-282.
- [35] 汪洋. 中药苍耳子的毒性物质基础及中毒机制研究[D]. 上海: 第二军医大学, 2010.
- [36] 龚千锋. 中药炮制学[M]. 4版. 北京: 中国中医药出版社, 2016: 117-118.
- [37] 李一梅. 关于中药苍耳子毒性及中毒的抢救方法研究[J]. 养生保健指南, 2017, 16(14): 210-210.
- [38] 曾瑾, 唐绍微, 刘云华, 等. 基于敏感生物标志物的苍耳子生品与炒品肝毒性实验研究[J]. 中药药理与临床, 2018, 34(3): 122-125.

【责任编辑: 贺小英】

通窍活血汤治疗脑外伤研究进展

徐前¹, 过伟峰²

(1. 苏州市吴江区中医医院, 江苏苏州 215200; 2. 南京中医药大学第一临床医学院, 江苏南京 215000)

摘要: 通窍活血汤源自清代王清任的《医林改错》, 主要由赤芍、川芎、桃仁、红花、麝香等药物组成, 具有活血化瘀通络之功效, 是治疗脑外伤的经典方剂。近年来有关通窍活血汤治疗脑外伤的临床研究及实验研究表明, 通窍活血汤对脑外伤所致的头痛、癫痫、精神障碍、神经功能损伤等均具有一定的疗效, 通窍活血汤及其各组成药物具有拮抗神经毒性、抗炎、抗氧化应激、改善血管痉挛、促进脑微循环等疗效机制。有关通窍活血汤治疗脑外伤的研究有望为拓展颅脑外伤的药物治疗提供参考。

关键词: 通窍活血汤; 脑外伤; 活血化瘀通络; 抗炎; 抗氧化应激; 综述

中图分类号: R289.5

文献标志码: A

文章编号: 1007-3213(2021)12-2816-05

DOI: 10.13359/j.cnki.gzxbtc.2021.12.045

Research progress in the Treatment of Traumatic Brain Injury with *Tongqiao Huoxue Decoction*

XU Qian¹, GUO Wei-Feng²

(1. Suzhou Wujiang District Hospital of Traditional Chinese Medicine, Suzhou 215200 Jiangsu, China; 2. The First Clinical Medical School, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 215000 Jiangsu, China)

Abstract: *Tongqiao Huoxue Decoction* is a recipe originated from the *Corrections of the Errors in Medical Work* written by WANG Qing-Ren in the Qing dynasty. The recipe is mainly composed of Radix Paeoniae Rubra, Rhizoma Chuanxiong, Semen Persicae, Flos Carthami and Moschus, and has the actions of activating blood, removing stasis and unblocking collaterals, which is a classic recipe for treating traumatic brain injury (TBI). In

收稿日期: 2020-12-16

作者简介: 徐前(1992-), 男, 硕士研究生; E-mail: 120825345@qq.com

通讯作者: 过伟峰, 男, 主任中医师, 教授, 博士研究生导师; E-mail: gwfwfg2003@sina.com

基金项目: 江苏高校优势学科建设工程项目(编号: 苏学科办[2014]10号)

recent years, clinical and experimental studies on the treatment of TBI with *Tongqiao Huoxue* Decoction have shown that *Tongqiao Huoxue* Decoction has certain effect in treating headache, epilepsy, mental disorders and neurological impairment caused by TBI. *Tongqiao Huoxue* Decoction and its components have the therapeutic mechanisms of antagonizing neuronal toxicity, anti-inflammation, anti-oxidative stress, improving vascular spasm and promoting cerebral microcirculation. The achievements in the recent research on the treatment of TBI with *Tongqiao Huoxue* Decoction are expected to provide a reference for expanding the medicine treatment of craniocerebral trauma.

Keywords: *Tongqiao Huoxue* Decoction; traumatic brain injury (TBI); activating blood, removing stasis and unblocking collaterals; anti-inflammation; anti-oxidative stress; review

脑外伤(traumatic brain injury, TBI)是指由于外物造成的头面部肉眼可见的损伤。脑外伤约占人体其他组织损伤的9%~21%,其致残率或致死率均较高。大脑是神经系统的枢纽,结构异常复杂,脑外伤若不及时接受治疗,可能加重脑内组织出血、水肿,引起严重的并发症,给患者和家属生产生活带来非常大的影响^[1-2]。脑外伤包括急性损伤及继发性损伤。急性损伤指在脑外伤发生时即对大脑产生的损伤,包括脑挫裂伤、弥漫性轴索损伤、颅内血肿等;继发性损伤继发于急性损伤的基础上,通常包括损伤之后产生的神经毒素性释放^[3]、氧化应激^[4-5]、细胞凋亡^[6]、炎症反应^[7]等,临床具体表现为脑水肿、脑缺血及癫痫等^[8]。继发性损伤使得脑外伤的致死率与致残率大幅度升高^[9-10]。目前治疗脑外伤的方法主要有药物治疗、亚低温治疗及干细胞治疗等,但由于脑外伤后病理生理变化复杂,临床效果并不能尽如人意^[8,11]。

通窍活血汤源自清代王清任的《医林改错》,该方由赤芍、川芎、桃仁、红花、老葱、生姜、红枣、麝香、黄酒组成,方中麝香芳香醒脑,桃仁、红花、赤芍、川芎活血化瘀,生姜、大枣调和营卫,老葱、黄酒协同麝香通阳开窍,温经散寒。方中诸药相辅相成,共奏活血化瘀通络之功效。王清任立其方以“治头面四肢、周身血管血瘀之证”。中医学认为头为诸阳之会,脑为髓海,脏腑气血皆上注于脑。脑外伤因外力损伤脑内血脉,血溢脉外,离经之血不能及时消散,日久积于脑髓而成瘀。清代唐宗海《血证论》认为:“凡有所瘀,莫不壅塞气道,阻滞生机”。瘀血阻滞脑络,日久气机则阻滞;气为血之帅,气机壅滞则

无力推动血液运行,血瘀则更甚。瘀血不仅是脑外伤病理产物,也是疾病变化的始动因素,且贯穿于疾病的全过程。由此可见,“气滞血瘀”是颅脑损伤的基本病机,行气活血为其治疗大法。通窍活血汤的功效主治契合脑外伤气滞血瘀的病机特点。现代中医临床将通窍活血汤用于神经系统疾病如脑外伤、脑梗死、头痛等的治疗,疗效显著。以下对近年来采用通窍活血汤治疗颅脑外伤的临床研究及疗效机制研究进行综述,以期对通窍活血汤的临床应用提供依据。

1 通窍活血汤治疗脑外伤的临床研究

1.1 治疗脑外伤后头痛 头痛是颅脑外伤后最常见的症状之一,其发生机制与外伤后刺激脑膜及脑血管痉挛导致大脑缺血缺氧相关^[12]。高甜甜等^[13]运用通窍活血汤治疗头部外伤后早期头痛患者,结果显示观察组的总有效率为93.33%,显著高于对照组的73.33%,表明通窍活血汤治疗脑外伤早期头痛疗效显著。郑红等^[14]研究发现,运用通窍活血汤联合耳穴压豆治疗颅脑外伤后头痛可显著减少止痛药的使用和缩短住院时间,其疗效优于单纯西药治疗组。

1.2 治疗脑外伤后癫痫 癫痫是脑外伤最常见、最严重的并发症之一,其发生机制主要与外伤后颅脑受损后脑内形态结构发生变化、大脑神经受破坏、脑膜-脑瘢痕和胶质增生等一系列变化有关^[15]。李燕子^[16]在西医常规治疗基础上运用通窍活血汤治疗脑外伤后癫痫患者,结果显示其疗效明显优于单纯西医常规治疗的对照组。

1.3 治疗脑外伤后精神障碍 颅脑外伤后可导致多种精神障碍,包括认知及情感障碍、记忆减

退、智力受损、注意力下降等,其发病机制与脑实质损伤有关^[17]。李兴珍等^[18]的研究发现,运用通窍活血汤加味结合西药治疗脑外伤后认知障碍,其改善患者简易智力状态检查量表(MMSE)评分、日常生活能力量表(ADL)评分及认知功能成套测验(LOCTA)中定向、知觉、视运动组织、思维运作能力等的评分均显著优于单纯西药治疗的对照组。

1.4 治疗脑外伤后神经功能损伤 脑外伤可致脑细胞及神经元结构功能改变,进而导致脑干大脑神经功能受到不同程度损伤^[19]。练志明等^[20]运用通窍活血汤联合西医常规疗法(治疗组)治疗重型颅脑损伤微创血肿清除术后患者,治疗2周后,治疗组在改善神经功能指标如MMSE评分等的疗效优于单纯西药常规治疗的对照组。陈青微等^[21]的研究发现,脑出血急性期患者加用通窍活血汤后,可明显改善患者神经功能。

2 通窍活血汤治疗脑外伤的机制研究

2.1 拮抗神经元毒性 颅脑外伤后脑组织细胞内谷氨酸受体被激活,促进神经毒素的产生,这些神经毒素可破坏神经元和少突胶质细胞的细胞膜结构^[3]。通窍活血汤含药血清能明显增强损伤的神经细胞株PC12的活力,保护细胞膜的完整性,拮抗兴奋性氨基酸的神经毒作用,对神经元有保护作用^[22]。颅脑损伤大鼠经通窍活血汤治疗后,其PC12细胞凋亡数显著减少,大鼠脑细胞形态显著改善,细胞活性、存活率显著升高^[23]。进一步研究发现,通窍活血汤血清可阻止谷氨酸诱导的活性氧的增加,抑制谷氨酸诱导的PC12细胞损伤,进而起到神经元保护作用^[24]。

2.2 抗氧化应激 脑外伤后所致的局部损伤可刺激氧自由基的释放,继而使细胞膜、生物膜发生氧化反应,造成细胞膜和细胞器损伤,这是颅脑外伤常见的病理改变^[25]。胶质纤维酸性蛋白(glial fibrillary acidic protein, GFAP)是反映氧化应激的生物学指标。颅脑损伤患者经通窍活血汤治疗后其GFAP指标显著下降,氧化应激反应得到有效抑制,说明通窍活血汤通过抑制氧化应激保护神经细胞功能^[20]。通过对通窍活血汤各组成药物的药理学研究发现,桃仁、赤芍等均具有较强的抗氧化作用。桃仁多糖对OH⁻和O²⁻均有一定的抑制作用^[26]。赤芍具有较强的抗氧化作用,不仅能减少细

胞的氧化作用,还能调节适应抗氧化的相关指标并维持细胞能量代谢的稳定^[27]。

2.3 缓解炎症反应 脑外伤后脑神经及脑组织均受到损伤,血脑屏障功能也随之破坏,一些细胞炎性因子如肿瘤坏死因子 α (TNF- α)、白细胞介素1(IL-1)等相继释放,导致炎症反应的产生。采用通窍活血汤干预后,重型颅脑损伤患者的TNF- α 、IL-1、IL-6、IL-10等炎症因子指标明显下降,其炎症反应得到有效控制^[20,28]。颅脑外伤早期运用通窍活血汤干预后,血清神经特异性烯醇酶(NSE)、血清细胞间黏附分子1(ICAM-1)及血清白细胞介素1 β (IL-1 β)的水平可明显降低,提示通窍活血汤可有效减轻颅脑外伤所致的各种炎症反应^[29]。

2.4 抑制脑细胞凋亡 脑外伤发生后可激活神经元和神经胶质细胞自噬功能,导致神经元和神经胶质细胞过早凋亡,使大脑结构及功能产生继发性损害^[30-31]。研究发现颅脑外伤小鼠经通窍活血汤治疗后,其凋亡抑制基因Bcl-2蛋白表达水平升高,具切割活化作用的半胱天冬酶-3表达水平下降,脑细胞凋亡得到抑制^[32];通窍活血汤可减少自噬蛋白LC3及Beclin-1的表达,有抑制脑细胞凋亡,改善脑外伤患者认知及智能的作用^[33]。但目前未见对通窍活血汤改善自噬相关蛋白不同时间点的变化规律的研究。

2.5 改善脑微循环 脑外伤后,因红细胞黏度增加、聚集性增强,血黏度增大而导致脑血流速度减慢^[34]。通窍活血汤是活血化瘀名方,药理学研究表明通窍活血汤中药物成分均能降低血液浓度,如川芎所含挥发油可明显降低气滞血瘀模型大鼠血黏度、红细胞比容和纤维蛋白原浓度^[35];红花可有效降低血液黏度,改善血流变,使微血流速度加快^[36];桃仁降低脑血管阻力,同时可提高脑灌流液的流量,改善血流动力学^[37]。该方通过改善纤溶、降低全血黏度及红细胞聚集等多种途径,达到改善血液流变学相关指标的作用^[38]。

3 展望

颅脑外伤常由外力所致,可归属中医学“头部内伤病”范畴,其病机以气滞血瘀为基础,初期以标实为主。现代医学认为颅脑外伤初期病情发生急骤,后期随着病情演变而存在较多并发症。

通窍活血汤中主要成分均对脑外伤的治疗有

一定的作用,如麝香中所含的麝香酮,具有抗炎、抗氧化、改善神经损伤等多种作用^[39-40],桃仁、红花及赤芍的提取物具有神经保护、抗炎及抗氧化的作用^[41-42,26],川芎具有抗炎、改善血管痉挛、促进脑微循环等多种作用^[43-44]。

目前临床治疗颅脑外伤仍以止血、脱水降颅压、改善神经功能、预防各类并发症为主,必要时采用手术治疗。大部分脑外伤患者存在较严重的功能障碍,生存质量显著降低。随着医学诊疗技术的发展,越来越多的新技术如高压氧舱治疗^[45]、亚低温治疗^[46]、干细胞移植^[47]等运用到颅脑外伤治疗中,这些新疗法具有一定效果,但其高昂的费用使大多数患者望而却步。如何在不增加患者家庭负担的情况下提高疗效、减轻不良反应是治疗脑外伤的热点与难点。通窍活血汤及其各组成药物所展现的拮抗神经毒性、抗炎、抗氧化应激、改善血管痉挛、促进脑微循环等作用机制,有望为拓展颅脑外伤的药物治疗提供参考。

综上,目前有关通窍活血汤治疗脑外伤的研究,主要以机制研究居多,对通窍活血汤拮抗神经毒性、抗炎、抗氧化应激等作用机制均有较明确的实验结论,但开展的机制研究较单一,不能全面阐释通窍活血汤治疗脑外伤的机制;在有关通窍活血汤治疗脑外伤的临床研究方面,对于改善脑外伤临床症状的研究较少,且缺乏多中心大样本的临床研究。脑外伤后中药的介入时机亦是值得探讨的问题之一,有待进一步研究。今后有关通窍活血汤治疗脑外伤的研究可重点探讨通窍活血汤引起的微观细胞及分子的变化与宏观生物行为学和功能学改善的相关性,以更清晰说明通窍活血汤治疗颅脑损伤的作用机制。

参考文献:

- [1] CORONADO V G, XU L, BASAVARAJU S V, et al. Surveillance for traumatic brain injury-related deaths--United States, 1997-2007[J]. *MMWR Surveill Summ*, 2011, 60(5): 1-32.
- [2] 王忠诚. 神经外科学[M]. 2版. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2015: 301.
- [3] BRAMLETT H M, DIETRICH W D. Pathophysiology of cerebral ischemia and brain trauma: similarities and differences [J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2004, 24(2): 133-150.
- [4] BAINS M, HALL E D. Antioxidant therapies in traumatic brain and spinal cord injury[J]. *Biochimica Et Biophysica Acta*, 2012, 1822(5): 675-684.
- [5] CORNELIUS C, CRUPIR, CALABRESE V, et al. Traumatic brain injury: oxidative stress and neuroprotection [J]. *Antioxid Redox Sign*, 2013, 19(8): 836-853.
- [6] KEANE R W, KRAYDIEH S, LOTOCKI G, et al. Apoptotic and antiapoptotic mechanisms after traumatic brain injury [J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2001, 21(10): 1189-1198.
- [7] DAS M, MOHAPATRA S, MOHAPATRA S S. New perspectives on central and peripheral immune responses to acute traumatic brain injury [J]. *J Neuroinflamm*, 2012, 9(1): 236. DOI: 10.1186/1742-2094-9-236.
- [8] ALGATTAS H, HUANG J H. Traumatic brain injury pathophysiology and treatments: early, intermediate, and late phases post-injury [J]. *Int J Mol Sci*, 2013, 15(1): 309-341.
- [9] MASEL B E, DEWITT D S. Traumatic brain injury: a disease process, not an event [J]. *J Neurotraum*, 2010, 27(8): 1529-1540.
- [10] CORRIGAN J D, HAMMOND F M. Traumatic brain injury as a chronic health condition [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2013, 94(6): 1199-1201.
- [11] ANDREWS P J D, SINCLAIR H L, RODRÍGUEZ A, et al. Therapeutic hypothermia to reduce intracranial pressure after traumatic brain injury: the Eurotherm3235 RCT [J]. *Health Technol Assess*, 2018, 22(45): 1-134.
- [12] 韩毅, 刘涌, 张广宇, 等. 脑外伤后血流变化的相关因素 [J]. *现代中西医结合杂志*, 2015, 24(34): 3863-3866.
- [13] 高甜甜, 陆惠新, 钱耀华, 等. 通窍活血汤治疗头部外伤后早期头痛应用效果评价及分析 [J]. *海峡药学*, 2016, 28(1): 149-150.
- [14] 郑红, 孙利华, 金许洪. 耳穴压豆联合口服加味通窍活血汤治疗外伤性颅脑损伤头痛疗效观察 [J]. *浙江中西医结合杂志*, 2020, 30(3): 240-242.
- [15] 刘征, 程为平, 刘献增, 等. 外伤后癫痫的中西医研究进展 [J]. *中医药学报*, 2012, 40(2): 99-101.
- [16] 李燕子. 加味通窍活血汤治疗脑外伤后癫痫疗效观察 [J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2014, 17(14): 114-115.
- [17] BAUGH C M, STAMM J M, RILEY D O, et al. Chronic traumatic encephalopathy: neurodegeneration following repetitive concussive and subconcussive brain trauma [J]. *Brain Imaging Behav*, 2012, 6(2): 244-254.
- [18] 李兴珍, 密弘飞, 孙捷, 等. 通窍活血汤加味结合西药治疗脑外伤认知障碍疗效观察 [J]. *现代中西医结合杂志*, 2017, 26(31): 3463-3465.
- [19] LI L, TAN H P, LIU C Y, et al. Polydatin prevents the induction of secondary brain injury after traumatic brain injury by protecting neuronal mitochondria [J]. *Neural Regen Res*, 2019, 14(9): 1573-1582.
- [20] 练志明, 简林养, 谢伟坚. 通窍活血汤对重型颅脑损伤的疗效及部分机制研究 [J]. *世界中医药*, 2020, 15(13): 1958-1961, 1966.
- [21] 陈青微, 姚奏英, 张胜娟, 等. 通窍活血汤对脑出血急性期

- 患者神经功能和生活质量的影响[J/OL]. 中华中医药学刊, 2021. DOI: 10.13193/j.issn.1673-7717.2021.05.055.
- [22] 汪宁, 邓奕, 何群, 等. 通窍活血汤含药血清对谷氨酸损伤的PC12细胞的保护作用[J]. 中国中药杂志, 2010, 35(10): 1307-1310.
- [23] 翟燕, 汪宁, 章亚兵, 等. 通窍活血汤含药脑脊液对谷氨酸致PC12细胞损伤的保护作用[J]. 中成药, 2019, 41(3): 526-532.
- [24] WANG N, DENG Y, WEI W, et al. Serum containing Tongqiaohuoxue decoction suppresses glutamate-induced PC12 cell injury[J]. *Neural Regen Res*, 2012, 7(15): 1125-1131.
- [25] 陈彦伊, 朱惠彬, 易敏, 等. 菖苓I号对重型颅脑损伤急性期痰瘀热结证患者血清GFAP、UCH-L1、IGF-1蛋白的影响[J]. 中医杂志, 2018, 59(6): 503-507.
- [26] 王亮. 桃仁多糖对·OH及·O₂⁻的清除研究[J]. 大连民族学院学报, 2009, 11(1): 96.
- [27] LUO C, WANG H, CHEN X, et al. Protection of H9c2 rat cardiomyoblasts against oxidative insults by total paeony glucosides from *Radix Paeoniae Rubrae* [J]. *Phytomed Int J Phytother Phytopharmacol*, 2013, 21(1): 20-24.
- [28] 安聪, 王学敏, 黄宗轩, 等. 王清任活血化瘀方剂对重型颅脑损伤大鼠IL-6、IL-10的影响[J]. 辽宁中医杂志, 2017, 44(12): 2659-2661.
- [29] 刘昌亚, 胡学斌. 通窍活血汤对蛛网膜下腔出血早期脑损伤的作用机制探讨[J]. 时珍国医国药, 2018, 29(10): 2443-2444.
- [30] LI D, HUANG S, YIN Z, et al. Increases in miR-124-3p in microglial exosomes confer neuroprotective effects by targeting FIP200-mediated neuronal autophagy following traumatic brain injury[J]. *Neurochem Res*, 2019, 44(8): 1903-1923.
- [31] GAO Y, ZHUANG Z, GAO S, et al. Tetrahydrocurcumin reduces oxidative stress-induced apoptosis via the mitochondrial apoptotic pathway by modulating autophagy in rats after traumatic brain injury[J]. *Am J Translat Res*, 2017, 9(3): 887-899.
- [32] 杜勇, 王革生, 张淑敏, 等. 通窍活血汤灌胃对小鼠颅脑损伤的改善作用及其机制[J]. 山东医药, 2020, 60(9): 48-52.
- [33] 吴玉芬, 周哲屹, 顿玲露, 等. 通窍活血汤对血管性痴呆大鼠海马CA1区自噬相关蛋白LC3及Beclin-1的影响[J]. 辽宁中医杂志, 2019, 46(7): 1547-1550.
- [34] 张为, 杨树源, 王明锻. 重型颅脑外伤后血液流变学变化的研究[J]. 中华神经外科杂志, 1993, 9(1): 30-32.
- [35] 李亚杰, 彭成. 川芎提取物活血化痰作用的实验研究[J]. 湖北民族学院学报(自然科学版), 2011, 29(4): 456-459.
- [36] 朱莉红. 红花药理分析及临床应用分析[J]. 中国现代药物应用, 2016, 10(16): 286-287.
- [37] 朱萱萱, 朱芳, 施荣山, 等. 桃仁、防己提取物对大鼠血小板聚集作用的研究[J]. 中医药研究, 2000, 16(3): 44-45.
- [38] 吴秀毅. 通窍活血汤对动物血流变和微循环的影响[D]. 太原: 山西医科大学, 2002.
- [39] 冯巧巧, 刘军田. 麝香酮药理作用研究进展[J]. 食品与药品, 2015, 17(3): 212-214.
- [40] 张壮, 闫彦芳, 赵可星, 等. 麝香酮对SH-SY5Y神经细胞缺氧/缺糖和再给氧损伤的保护作用[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2007, 14(5): 340-343.
- [41] YANG C, ZHAO J, CHENG Y, et al. Bioactivity-guided fractionation identifies amygdalin as a potent neurotrophic agent from herbal medicine *Semen Persicae* extract [J]. *Biomed Res Int*, 2014, 2014: 306857.
- [42] 姜华. 羟基红花黄色素A对大鼠脑缺血-再灌注损伤的保护作用及机制[J]. 中药材, 2013, 36(3): 462-464.
- [43] 马宁宁, 范姗姗, 李欣, 等. 川芎的抗炎物质筛选及其作用机制分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(18): 140-146.
- [44] 罗仁书, 何治勇. 川芎有效成分药理作用的研究进展[J]. 中国医院用药评价与分析, 2018, 18(9): 1294-1296.
- [45] 周苏键, 彭慧平. 高压氧对脑损伤后神经功能恢复作用的研究进展[J]. 吉林医学, 2015, 36(4): 742-744.
- [46] 黄强, 陈雄辉, 唐梅峰, 等. 脑外伤后亚低温治疗的研究进展[J]. 南通大学学报(医学版), 2017, 37(2): 128-131.
- [47] 乔雪松, 刘素娟, 牛燕媚. 干细胞移植治疗创伤性脑外伤的研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2019, 34(3): 364-367.

【责任编辑：贺小英】