

# 毛细血管再充盈及其在急重症患者外周循环监测中的应用进展

陈瑞 王仲 谢志毅

近年来,随着血流动力学理论的不断发展和临床操作技术的不断进步,血流动力学监测与基于监测指标的血流动力学治疗已经成为急重症患者管理必不可少的内容。目前的临床实践中,血流动力学的治疗仍然主要基于中心循环相关参数的监测,如平均动脉压、中心静脉压、心输出量等<sup>[1]</sup>。然而,目前诸多研究发现危重症患者中心循环参数的正常化并不能带来病死率的下降<sup>[2-4]</sup>。而危重症患者在病情发展及复苏过程中,其大循环与微循环的变化可能并不一致<sup>[5-6]</sup>。经过复苏及血管活性药物等治疗可使大循环参数稳定在正常范围,但微循环灌注可能并未得到有效改善。这种大循环与微循环脱耦连的发生是病情恶化的早期预警指标,与患者的不良预后密切相关<sup>[7-8]</sup>。因此,中心循环的稳定仅仅是治疗过程的第一步,微循环的改善才是急重症患者治疗的关键<sup>[9]</sup>。那么该如何准确地判断和监测微循环?这一命题受到越来越多的关注。除了使用乳酸、中心静脉血氧饱和度、动静脉二氧化碳分压差、胃黏膜 pH 值监测等氧与二氧化碳代谢相关指标间接反映微循环状态外,需要更直观、实时地监测微循环状态的方法。但在重症患者中,深部器官微循环难以直接监测,而外周皮肤与肌肉的血流往往最早被牺牲,最后被恢复<sup>[10]</sup>,可敏感和准确地反映机体最差的微循环状态。外周皮肤与肌肉的血液循环定义为外周循环。最新重症血流动力学治疗北京共识<sup>[1]</sup>中指出外周循环接近于微循环,目前研究较多的外周循环评估指标包括:毛细血管再充盈时间、花斑评分、外周皮肤-中心温度差、灌注指数、组织血氧饱和度、经皮氧分压和二氧化碳分压、血管阻断试验、氧负荷试验和正交偏振光谱成像或旁流暗视野成像等<sup>[11]</sup>。其中毛细血管再充盈时间(capillary refill time, CRT)是外周循环监测最便捷最常用的观察指标,国外研究显示 CRT 的延长与危重症患者组织低灌注和器官衰竭风险存在显著的相关性<sup>[12]</sup>,但国内 CRT 相关研究极少,笔者检索了 Pubmed、EMBASE、Ovid 等数据库,进行综述,以期急重症同道打开 CRT 的临床应用与研究

思路。

## 1 CRT 的定义与来源

毛细血管再充盈时间的基本定义是远端毛细血管床在受压后恢复其原有颜色所需要的时间,为临床医生通过毛细血管再充盈试验获取的定量数据。这一概念于 20 世纪 30 年代被提出,最初用于识别外周血管疾病<sup>[13]</sup>,1947 年开始被用作休克的分级判断指标<sup>[14]</sup>,1980 年作为创伤严重程度评分条目之一被广泛应用于临床<sup>[15]</sup>,后因其敏感性与特异性存在争议被“除名”<sup>[16]</sup>。在过去的三十年中,CRT 的临床应用及研究人群多为新生儿与儿童<sup>[17-18]</sup>。

## 2 CRT 的测量方法

早期文献报道的 CRT 的测量方法十分模糊,大致等同于定义,即按压远端毛细血管床后,观察其恢复其原有颜色所需要的时间<sup>[13-14]</sup>。至 2011 年,美国儿童高级生命支持指南中描述的 CRT 测量方法有所改进,描述如下:抬高四肢末端,使之高于心脏水平,按压肢端皮肤后迅速放开,观察皮肤恢复其原有颜色所需的时间。但对操作时具体的按压部位、按压压力、按压时间、环境温度等并未作出明确规定。

在临床应用及临床研究中,CRT 测量所用的具体方法各异。总的来看,可采用的按压皮肤部位有:甲床、手掌、前额、胸前、下腹部、膝盖、后足跟、足底等;按压压力多为使皮肤颜色苍白为宜,无明确的压力值;按压时间 1~5 s 不等;同时应注意在温暖的环境中测量。2015 年,Fleming 和 Gill<sup>[20]</sup>通过对 21 篇研究中 1 915 例儿童 CRT 测量方法的可信度进行系统评价,最后推荐,保持环境温度为 20~25 ℃,最佳按压部位为手指末端,最佳按压时间为 5 s,撤除压力后尽可能采用秒表测量。值得注意的是,该系统评价并未纳入成人研究,也未被广泛推广使用。对于成人,如何更规范地测量 CRT,与儿童有无异同,有待进一步研究。

## 3 CRT 测量结果的影响因素

### 3.1 年龄

早在 1988 年,Schriger 和 Baraff<sup>[21]</sup>研究发现 12 岁以内

DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2018.09.026

作者单位:100084 北京,清华大学临床医学院,北京清华长庚医院

通信作者:王仲,Email:wangzhong523@vip.163.com

健康儿童的 CRT 中位数为 0.8 s, 成年健康男性的 CRT 中位数则为 1.0 s, 成年健康女性为 1.2 s, 62 岁以上的健康老人为 1.5 s; 单侧置信区间取 95%, 成年健康女性的 CRT 上限为 2.9 s, 而健康老人的 CRT 上限则为 4.5 s。因此, 年龄是 CRT 的主要影响因素之一。

### 3.2 温度

环境温度、局部皮肤温度、体温均可能影响 CRT。在健康儿童的研究中, 指尖温度每下降 1 °C, 肢端 CRT 平均延长 0.21 s<sup>[22]</sup>。健康成人的研究发现当环境温度每下降 1 °C, CRT 平均延长 1.2%, 而耳温每增加 1 °C, CRT 平均缩短 5%<sup>[23]</sup>。因此精确测量 CRT 应当尽可能保证相对固定的环境温度, 并注意患者体温过高或过低时测量 CRT 可能存在的误差。

### 3.3 按压部位、压力与时间

有研究提示, 按压胸骨和前额的中心点获取的 CRT 数据差异无统计学意义, 按压指尖获取的 CRT 较按压膝盖明显缩短, 差异有统计学意义<sup>[22]</sup>。而按压压力和按压时间对 CRT 结果也具有一定的影响。有研究表明轻度按压(使皮肤颜色苍白的最小压力)较适当加压时获得的 CRT 值更短<sup>[23]</sup>, 而按压时间不足 3 s 也可能导致 CRT 的缩短<sup>[24]</sup>。

目前临床上进行毛细血管再充盈试验时无规范统一的操作方法, 按压部位、压力与时间差异很大, 这可能是导致数据准确性差的重要因素。

### 3.4 观察者偏倚

CRT 由观察者人为测量和观察结果, 因此必然存在明显的观察者偏倚。文献报道不同观察者之间测量 CRT 的一致性系数为 0.4~0.91 不等, 而校正了的标准误差在 0.5~1.94 之间, 即使是同一观察者采用标准化的方法观察同一批患者, 前后数据差异最大仍可达 1.9 s<sup>[25-26]</sup>。因此, 目前对 CRT 测量的可靠性存在争论, 这也是目前 CRT 使用受限的一个主要原因, 推测其主要原因为对颜色恢复终点判断的误差。

### 3.5 光线

1989 年美国进行了一项研究, 在日间(阴天除外)和夜间(路灯或月光下)观察同一批健康人群的 CRT, 日间观察到的 CRT 数据中有 94.2% 在设定的正常范围内, 而夜间观察到的 CRT 数据则仅有 31.7% 在正常范围<sup>[27]</sup>。因此, 在进行毛细血管再充盈试验时, 光线也会对颜色恢复终点的判断产生影响。

## 4 CRT 的正常范围与提示意义

基于 CRT 影响因素较多, 且测量方法本身并不统一, 关于其正常范围始终存在争论。2011 版儿童高级生命支持指南指出 CRT 的正常上限为 2 s<sup>[19]</sup>, 2015 年国内血流动力

学共识中提出健康人群的 CRT 应小于 4.5 s<sup>[1]</sup>。两个权威指南都未说明研究依据, 推测正常上限设置的不同可能与年龄因素有关。不同 CRT 测量方法、适用人群与正常范围见表 1。

CRT 是血液向远端毛细血管流动情况最直接的观察, CRT 的延长提示毛细血管灌注障碍。实际上, 毛细血管的灌注状态取决于一系列复杂因素, 包括毛细血管灌注压、小动脉张力、开放的毛细血管密度、血细胞功能等。中心循环状态与局部大动脉功能决定毛细血管灌注压, 内外源性血管活性物质可影响小动脉张力和毛细血管的开放, 血细胞的功能改变也可导致毛细血管内血流淤滞。因此, CRT 的延长可见于各种原因导致的休克、肢体动脉梗阻性病变、应用缩血管药物、冻伤、脉管炎等疾病。

表 1 不同的 CRT 测量方法、适用人群与正常范围

来源	CRT 测量方法	人群	正常范围
英国儿科高级生命支持(第三版) <sup>[50]</sup>	按压手指/脚趾(将其抬至与心脏同一水平)或胸骨中央, 按压时间为 5 s	<18 岁	≤ 2 s
The Pediatric Emergency Medicine Resource(美国儿科协会第 4 版) <sup>[51]</sup>	按压膝盖或前臂皮肤, 测量 CRT	<18 岁	≤ 2 s
儿科高级生命支持提供者手册(美国心脏协会 2011 版) <sup>[52]</sup>	抬高肢体末端, 使之高于心脏水平, 按压肢端皮肤后迅速放开	<18 岁	≤ 2 s
儿童 CRT 测量方法可靠性的系统评价 <sup>[20]</sup>	保持环境温度 20~25 °C, 用适当压力按压手指末端 5 s, 采用秒表测量皮肤恢复至正常颜色所用的时间	≥ 8 d 且 <18 岁	≤ 3 s
成人 CRT 影响因素的研究 <sup>[53]</sup>	用适当压力按压左/右食指 5s, 采用秒表测量 CRT	≥ 18 岁	≤ 3.5 s
重症血流动力学治疗(北京共识) <sup>[1]</sup>	未描述	≥ 18 岁	≤ 4.5 s

## 5 CRT 与重症患者

### 5.1 CRT 与重症患者的识别

人体自身的神经内分泌机制使得皮肤组织的循环灌注在人体出现循环衰竭的早期即被牺牲代偿, 以保证重要脏器(心、肺、脑等)的血供<sup>[28]</sup>。诸多研究已证实重症患者的 CRT、中心-肢端温度差等外周循环灌注参数与大循环参数(心率、血压、心输出量等)的变化并不一致, 在大循环参数(心率、血压、心输出量等)出现异常前, 外周循环灌注不良往往已经存在<sup>[29-31]</sup>。因此, CRT 作为外周循环灌注的直接评价指标, 应当有助于重症患者的早期识别, 但其可靠性始终备受争议<sup>[32-34]</sup>。

有儿科研究认为 CRT 可作为早期识别脑膜炎<sup>[35]</sup>、疟疾<sup>[36]</sup>、细菌感染<sup>[37]</sup>以及脱水<sup>[38]</sup>患儿中重症患儿的临床指标之一, Meta 分析显示 CRT 延长的诊断特异性强, 但敏感性均不高<sup>[39]</sup>, 因此, CRT 延长可以作为儿童分诊时的一项“red-flag”指标, CRT 延长的患儿需要得到及时救治, 但 CRT 正常的患儿并

不能完全排除重症疾病可能。

Schriger 和 Baraff<sup>[40]</sup> 对下述三类低血容量成人人群的 CRT 进行研究：一次性捐献 450 mL 血液的健康成人，有直立性低血压症状的急诊患者，明确存在低血压的急诊患者。结果显示，CRT 对捐献 450 mL 血液健康成人组的诊断敏感度仅为 6%，对直立性低血压患者的诊断敏感度为 26%，而对已经存在低血压患者的敏感度也仅有 46%。

采用 CRT 单个指标来识别重症患者存在的问题，但 CRT 联合其他外周循环灌注指标时，其可靠性可能可以得到良好的解决。荷兰的一项研究采用 CRT（是否 > 4.5 s）联合肢体末端温度（是否湿冷）将 50 例入住 ICU 24 h 后的患者分为正常外周循环灌注组和异常外周循环灌注组，结果显示异常外周循环灌注组乳酸异常的比例更高，SOFA 评分更高<sup>[41]</sup>。

近期的研究还显示 CRT 或可用来预测上腔静脉饱和度，重症患儿 CRT ≤ 2 s 预测 ScvO<sub>2</sub> ≥ 70% 的敏感度为 71.9%，特异度为 85.7%<sup>[42]</sup>。另有研究显示使用机器标准化的 CRT（按压手指，以患者的指尖血氧饱和度恢复正常的时间作为 qCRT）与血乳酸水平具有良好的相关性<sup>[43]</sup>。

## 5.2 CRT 与重症患者的预后

CRT 与重症患者的预后相关。一项关于院外心脏骤停患者的前瞻性观察性研究发现，死亡组患者的 CRT 较存活组明显延长<sup>[44]</sup>。来自丹麦的队列研究显示 CRT 是某住院病区所有成人患者 1 d、7 d 全因病死亡率的独立危险因素<sup>[45]</sup>。

CRT 延长患者的死亡风险明显升高。一项关于儿童患儿的系统评价通过分析 17 285 例患儿 CRT 与病死率的关系得出，CRT 的延长对患儿死亡预测的特异度良好（92.3%，88.6%~94.8%），CRT 延长的患儿的死亡风险增加了 4.49 倍（3.06，6.57）倍<sup>[41]</sup>。最近的一项成人研究<sup>[46]</sup>显示，对 59 例脓毒性休克的成人患者在入住 ICU 时和使用血管活性药物治疗 24 h 后分别测量指尖和膝盖皮肤的 CRT，结果显示指尖 CRT 持续大于 5 s 患者的死亡风险是其他患者的 9 倍，而膝盖皮肤 CRT 持续大于 5 s 患者的死亡风险是其他患者的 23 倍。

## 5.3 CRT 与重症患者的治疗

前已述及以中心循环参数正常化为休克患者的复苏目标无法降低重症患者的病死率，而外周循环持续低灌注与患者预后相关。那么，重症患者的治疗过程中是否应当同时监测中心循环与外周循环情况以优化复苏治疗策略？目前相关研究尚少。

Hernandez 等<sup>[47]</sup> 对 41 例脓毒性休克的患者进行研究，34 例成功复苏的患者在 6 h 内 CRT 恢复正常，甚至较血乳酸水平的恢复更早。另外一项脓毒性休克患者的研究中，对 30 例患者进行随机对照研究，两组患者分别以外

周组织灌注改善或平均动脉压大于 65 mmHg 为导向进行液体复苏，主要观察终点为每日的液体平衡情况。结果显示，以外周组织灌注改善为导向的液体复苏组在治疗期间平均使用的液体量反而更少（4 227 mL vs. 6 069 mL），住院时间更短<sup>[48]</sup>。该研究中，外周组织灌注不良的评定标准为：CRT、PI、指尖 - 前臂温度差、组织血氧饱和度中的三项异常。两个研究均提示 CRT 可能可以作为脓毒症休克患者的复苏目标之一指导重症患者的血流动力学治疗。

此外，危重患者使用血管收缩药物治疗可能在增加心输出量、提高动脉压的同时，出现血管收缩、组织灌注减少的现象，对外周循环的评估可以从不同的角度指导血管收缩药物的使用，如大剂量去甲肾上腺素造成严重的外周循环灌注不良时，可能应当重新评估病情，适当调整用药。另有研究显示在感染性休克的早期应用血管扩张药物硝酸甘油可以缩短 CRT，改善组织灌注<sup>[49]</sup>，为危重患者的治疗提供了一条新思路。

综上所述，急重症患者的微循环与中心循环存在不一致性，微循环改善是这类患者血流动力学治疗的终极目标。外周循环监测可以评价微循环与组织灌注状态。CRT 作为外周循环监测最为简便易行的经典指标，有助于急重症患者的识别，可用于治疗过程中的监测，且与预后相关，是急重症患者血流动力学监测的重要指标。然而，CRT 的影响因素较多，其测量方法急需标准化。本课题组将就 CRT 的规范化、机械化测量开展下一步研究。

## 参 考 文 献

- [1] 刘大为, 王小亭, 张宏民, 等. 重症血流动力学治疗—北京共识[J]. 中华内科杂志, 2015, 54(3): 248-271. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2015.03.021.
- [2] Mouncey PR, Osborn TM, Power GS, et al. Trial of early, goal-directed resuscitation for septic shock[J]. N Engl J Med, 2015, 372(14): 1301-1311. DOI:10.1056/NEJMoa1500896.
- [3] Peake SL, Delaney A, Bailey M, et al. Goal-directed resuscitation for patients with early septic shock[J]. N Engl J Med, 2014, 371(16): 1496-1506. DOI:10.1056/NEJMoa1404380.
- [4] Asfar P, Meziani F, Hamel JF, et al. High versus low blood-pressure target in patients with septic shock[J]. N Engl J Med, 2014, 370(17): 1583-1593. DOI: 10.1056/NEJMoa1312173.
- [5] Edul VS, Enrico C, Laviolle B, et al. Quantitative assessment of the microcirculation in healthy volunteers and in patients with septic shock[J]. Crit Care Med, 2012, 40(5): 1443-1448. DOI:10.1097/CCM.0b013e31823dae59.
- [6] Tachon G, Harrois A, Tanaka S, et al. Microcirculatory alterations in traumatic hemorrhagic shock[J]. Crit Care Med, 2014, 42(6): 1433-1441. DOI:10.1097/CCM.0000000000000223.
- [7] De Backer D, Donadello K, Sakr Y, et al. Microcirculatory alterations in patients with severe sepsis: impact of time of assessment and

- relationship with outcome[J]. *Crit Care Med*, 2013, 41(3): 791-799. DOI:10.1097/CCM.0b013e3182742e8b.
- [ 8 ] Trzeciak S, McCoy JV, Phillip Dellinger R, et al. Early increases in microcirculatory perfusion during protocol-directed resuscitation are associated with reduced multi-organ failure at 24 h in patients with sepsis[J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42(10): 1645-1646. DOI:10.1007/s00134-016-4494-1.
- [ 9 ] Ince C, Guerci P. Why and when the microcirculation becomes disassociated from the macrocirculation[J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42(10): 1645-1646. DOI:10.1007/s00134-016-4494-1.
- [ 10 ] Lima A, Bakker J. Clinical monitoring of peripheral perfusion: there is more to learn[J]. *Crit Care*, 2014, 18(1): 113. DOI:10.1186/cc13738.
- [ 11 ] Lima A, Bakker J. Clinical assessment of peripheral circulation[J]. *Curr Opin Crit Care*, 2015, 21(3): 226-231. DOI:10.1097/MCC.000000000000194.
- [ 12 ] Lima A, van Genderen ME, van Bommel J, et al. Nitroglycerin reverts clinical manifestations of poor peripheral perfusion in patients with circulatory shock[J]. *Crit Care*, 2014, 18(3): R126. DOI:10.1186/cc13932.
- [ 13 ] Pickering GW. On the clinical recognition of structural disease of the peripheral vessels[J]. *BMJ*, 1933, 2(3806): 1106-1110. DOI:10.1136/bmj.2.3806.1106.
- [ 14 ] Beecher HK, Simeone FA, Burnett CH, et al. The internal state of the severely wounded man on entry to the most forward hospital[J]. *Surgery*, 1947, 22(4) : 672-711.
- [ 15 ] Champion HR, Sacco WJ, Carnazzo AJ, et al. Trauma score[J]. *Crit Care Med*, 1981, 9(9): 672-676. DOI:10.1097/00003246-198109000-00015.
- [ 16 ] Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, et al. A revision of the Trauma Score[J]. *J Trauma*, 1989, 29(5): 623-629. DOI:10.1097/00005373-198905000-00017.
- [ 17 ] Fleming S, Gill PJ, Van den Bruel A, et al. Capillary refill time in sick children: a clinical guide for general practice[J]. *Br J Gen Pract*, 2016, 66(652): 587. DOI:10.3399/bjgp16X687925.
- [ 18 ] Ponte AG, Jácomo RH. Capillary refill time in febrile neutropenia[J]. *Rev Assoc Med Bras (1992)*, 2016, 62(4) : 320-323. DOI:10.1590/1806-9282.62.04.320.
- [ 19 ] AH Association, AAO Pediatrics. Pediatric Advanced Life Support: Provider Manual[M]. Dallas, American Heart Association, 2012 : 237.
- [ 20 ] Fleming S, Gill P. Validity and reliability of measurement of capillary refill time in children: a systematic review[J]. *Arch Dis Child*, 2015, 100(3): 239-249. DOI:10.1136/archdischild-2014-307079.
- [ 21 ] Schriger DL, Baraff L. Defining normal capillary refill: variation with age, sex, and temperature[J]. *Ann Emerg Med*, 1988, 17(9): 932-935. DOI:10.1016/s0196-0644(88)80675-9.
- [ 22 ] Gorelick MH, Shaw KN, Baker MD. Effect of ambient temperature on capillary refill in healthy children[J]. *Pediatrics*. 1993, 92(5) : 699-702.
- [ 23 ] Saavedra JM, Harris GD, Li S, et al. Capillary refilling (skin turgor) in the assessment of dehydration[J]. *Am J Dis Child*, 1991, 145(3): 296-298. DOI:10.1001/archpedi.1991.02160030064022.
- [ 24 ] Strozik KS, Pieper CH, Cools F. Capillary refilling time in newborns: optimal pressing time, sites of testing and normal values[J]. *Acta Paediatr*, 1998, 87(3): 310-312. DOI:10.1080/08035259850157372.
- [ 25 ] Anderson B, Kelly AM, Kerr D, et al. Capillary refill time in adults has poor inter-observer agreement[J]. *Hong Kong J Emerg Med*, 2008, 15(2): 71-74. DOI:10.1177/102490790801500202.
- [ 26 ] Otieno H, Were E, Ahmed I, et al. Are bedside features of shock reproducible between different observers? [J]. *Arch Dis Child*, 2004, 89(10): 977-979. DOI:10.1136/adc.2003.043901.
- [ 27 ] Brown LH, Prasad NH, Whitley TW. Adverse lighting condition effects on the assessment of capillary refill[J]. *Am J Emerg Med*, 1994, 12(1): 46-47. DOI:10.1016/0735-6757(94)90196-1.
- [ 28 ] Miyagatani Y, Yukioka T, Ohta S, et al. Vascular tone in patients with hemorrhagic shock[J]. *J Trauma*, 1999, 47(2): 282-287. DOI:10.1097/00005373-199908000-00010.
- [ 29 ] Chien LC, Lu KJ, Wo CC, et al. Hemodynamic patterns preceding circulatory deterioration and death after trauma[J]. *J Trauma*, 2007, 62(4): 928-932. DOI:10.1097/01.ta.0000215411.92950.72.
- [ 30 ] Bailey JM, Levy JH, Kopel MA, et al. Relationship between clinical evaluation of peripheral perfusion and global hemodynamics in adults after cardiac surgery[J]. *Crit Care Med*, 1990, 18(12): 1353-1356. DOI:10.1097/00003246-199012000-00008.
- [ 31 ] Bateman RM, Sharpe MD, Jagger JE, et al. Sepsis impairs microvascular auto-regulation and delays capillary response within hypoxic capillaries[J]. *Crit Care*, 2015, 19 : 389. DOI:10.1186/s13054-015-1102-7.
- [ 32 ] Lewin J, Maconochie I. Capillary refill time in adults[J]. *Emerg Med J*, 2008, 25(6): 325-326. DOI:10.1136/emj.2007.055244.
- [ 33 ] Pickard A, Karlen W, Ansermino JM. Capillary refill time: is it still a useful clinical sign[J]. *Anesth Analg*, 2011, 113(1): 120-123. DOI:10.1213/ANE.0b013e31821569f9.
- [ 34 ] Watson A, Kelly MA. Measuring capillary refill time is useless[J]. *EMJ*, 2009, 5(2): 90-93. DOI:10.1111/j.1442-2026.1993.tb00409.x.
- [ 35 ] Thompson MJ, Ninis N, Perera R, et al. Clinical recognition of meningococcal disease in children and adolescents[J]. *Lancet*, 2006, 367(9508): 397-403. DOI:10.1016/S0140-6736(06)67932-4.
- [ 36 ] Evans JA, May J, Ansong D, et al. Capillary refill time as an independent prognostic indicator in severe and complicated malaria[J]. *J Pediatr*, 2006, 149(5): 676-681. DOI:10.1016/j.jpeds.2006.07.040.
- [ 37 ] de Vos-Kerkhof E, Krecinic T, Vergouwe Y, et al. Comparison of peripheral and central capillary refill time in febrile children presenting to a paediatric emergency department and its utility in identifying children with serious bacterial infection[J]. *Arch Dis Child*, 2017, 102(1): 17-21. DOI:10.1136/archdischild-2015-308519.
- [ 38 ] Steiner MJ, DeWalt DA, Byerley JS. Is this child dehydrated? [J]. *JAMA*, 2004, 291(22): 2746-2754. DOI:10.1001/jama.291.22.2746.
- [ 39 ] Fleming S, Gill P, Jones C, et al. The diagnostic value of capillary refill time for detecting serious illness in children: a systematic review and meta-analysis[J]. *PLoS ONE*, 2015, 10(9): e0138155. DOI:10.1371/journal.pone.0138155.

- [ 40 ] Schriger DL, Baraff LJ. Capillary refill--is it a useful predictor of hypovolemic states? [J]. *Ann Emerg Med*, 1991, 20(6) : 601-605. DOI:10.1016/s0196-0644(05)82375-3.
- [ 41 ] Lima A, Jansen TC, van Bommel J, et al. The prognostic value of the subjective assessment of peripheral perfusion in critically ill patients[J]. *Crit Care Med*, 2009, 37(3): 934-938. DOI:10.1097/CCM.0b013e31819869db.
- [ 42 ] Raimor PL, Han YY, Weber MS, et al. A normal capillary refill time of  $\leq 2$  seconds is associated with superior vena cava oxygen saturations of  $\geq 70\%$ [J]. *J Pediatr*, 2011, 158(6): 968-972. DOI:10.1016/j.jpeds.2010.11.062.
- [ 43 ] Morimura N, Takahashi K. A pilot study of quantitative capillary refill time to identify high blood lactate levels in critically ill patients[J]. *Emerg Med J*, 2015, 32(6) : 444-448.
- [ 44 ] van Genderen ME, Lima A, Akkerhuis M, et al. Persistent peripheral and microcirculatory perfusion alterations after out-of-hospital cardiac arrest are associated with poor survival[J]. *Crit Care Med*, 2012, 40(8) : 2287-2294. DOI:10.1097/CCM.0b013e31825333b2.
- [ 45 ] Mrgan M, Rytter D, Brabrand M. Capillary refill time is a predictor of short-term mortality for adult patients admitted to a medical department: an observational cohort study[J]. *Emerg Med J*, 2014, 31(12): 954-958. DOI:10.1136/emered-2013-202925.
- [ 46 ] Ait-Oufella H, Bige N, Boelle PY, et al. Capillary refill time exploration during septic shock[J]. *Intensive Care Med*, 2014, 40(7): 958-964. DOI:10.1007/s00134-014-3326-4.
- [ 47 ] Hernandez G, Pedreros C, Veas E, et al. Evolution of peripheral vs metabolic perfusion parameters during septic shock resuscitation. A clinical-physiologic study[J]. *J Crit Care*, 2012, 27(3): 283-288. DOI:10.1016/j.jcrc.2011.05.024.
- [ 48 ] van Genderen ME, Engels N, van der Valk RJ, et al. Early peripheral perfusion-guided fluid therapy in patients with septic shock[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2015, 191(4): 477-480. DOI:10.1164/rccm.201408-1575LE.
- [ 49 ] Boerma EC, Koopmans M, Konijn A, et al. Effects of nitroglycerin on sublingual microcirculatory blood flow in patients with severe sepsis/septic shock after a strict resuscitation protocol: a double-blind randomized placebo controlled trial[J]. *Crit Care Med*, 2010, 38(1): 93-100. DOI:10.1097/CCM.0b013e3181b02fc1.
- [ 50 ] Helfaer, Mark A. *Advanced Pediatric Life Support, The Practical Approach 3rd ed*[J]. *Anesthesia Analgesia*, 2001, 93 (2) :520-521.
- [ 51 ] American Academy of Pediatrics. *The pediatric emergency medicine resource*[M]. 4th ed, 2007.
- [ 52 ] AH Association, AAO Pediatrics. *Pediatric advanced life support provider manual*[M]. Dallas, American Heart Association, 2011.
- [ 53 ] Anderson B, Kelly AM, Kerr D, et al. Impact of patient and environmental factors on capillary refill time in adults[J]. *Am J Emerg Med*, 2008, 26(1): 62-65. DOI:10.1016/j.ajem.2007.06.026.

(收稿日期: 2018-02-03)

(本文编辑: 郑辛甜)

## 儿童头部外伤后 CT 检查决策规则研究进展

任珍 冯贵龙

儿童头部外伤是一个全球性的社会公共卫生问题。据统计,美国每年与脑外伤相关的急诊就诊人次中 0~24 岁的人群约占 39% (108 万余次)<sup>[1]</sup>,我国 2014 年全国伤害监测系统 (NISS) 显示,因头部外伤就诊于监测点医院门/急诊全年的未成年人 (小于 18 岁者) 约 4.7 万/年,其中约 85% 为轻微伤<sup>[2]</sup>。头颅 CT 检查是紧急诊断颅脑损伤的首选检查方法。临床上,急诊外科每年都会碰到许多头部外伤患儿,但是由于 CT 检查具有辐射,有报道显示,儿童期间行 CT 检查的辐射可能具有引起白血病及脑肿瘤等癌症的潜在风险<sup>[3-4]</sup>等原因。是否需要对外伤儿童进行 CT 检查便成为困扰急诊外科及神经外科医生的一大难题。

截至目前为止我国并无相关指南,因此,在临床具体处置过程中极为混乱。笔者在此介绍国外主要的三种的临床决策规则 (CHALICE, PECARN, CATCH) 用于指导相关国家的头部外伤儿童进行头颅 CT 检查,虽然国情及人种不同,其适用性会具有一定差异,但仍对目前的临床处置过程有较好的指导作用。

### 1 英国的儿童头部损伤重要临床事件预测算法 (children's head injury algorithm for the prediction of important clinical events, CHALICE)

2006 年, Dunning 等<sup>[5]</sup>报道了一项为期 2 年半的多中心、前瞻性诊断队列研究,制定一种敏感的临床决策规则。旨在识别急性头部外伤患儿中的高危儿童,并进行计算机断层扫描,允许其余患者在没有指征的情况下出院。共招

DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2018.09.027

作者单位: 030001 太原,山西医科大学 (任珍); 030001 太原,山西医科大学第一医院急诊科 (冯贵龙)

通信作者: 冯贵龙, Email: fgl2008friend@163.com