

## ◆ 中枢神经影像学

## Application of near-infrared spectrum in diagnosis of epidural and subdural hematoma

LI Yanong<sup>1</sup>, ZHANG Yujin<sup>2</sup>, JIN He<sup>1</sup>, WANG Zheng<sup>1</sup>, WANG Zhaozhao<sup>1</sup>, MA Jun<sup>1\*</sup>

(1. Department of Radiology, Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University,

Beijing 100050, China; 2. Brainmetome Center, Institute of Automation

Chinese Academy of Science, Beijing 100190, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore the application value of near-infrared spectrum (NIRS) in the detection of epidural and subdural hematoma in clinic. **Methods** Thirty-four patients with subdural and epidural hematomas (study group) confirmed by CT or MRI and 14 healthy volunteers (contrast group) were selected. The NIRS equipment which was produced by Institute of Automation of Chinese Academy of Sciences were used to assess the intracranial hematomas. Taking CT or MRI results as the golden standard, the diagnostic efficiency of NIRS for subdural and epidural hematomas were evaluated. **Results** For the diagnosis of subdural and epidural hematomas, the sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive value were 91.18% (31/34), 71.43% (10/14), 85.42% (41/48), 88.57% (31/35) and 76.92% (10/13), respectively. **Conclusion** NIRS is a good device to predict intracranial subdural and epidural hematomas with high sensitivity and positive predictive value, which is helpful for early diagnosis and therapy in clinic.

**[Key words]** Near-infrared spectrum; Hematoma, epidural; Hematoma, subdural; Diagnosis, differential

DOI:10.13929/j.1003-3289.201612063

## 近红外光谱在诊断硬膜外及硬膜下血肿的应用

李亚农<sup>1</sup>, 张玉瑾<sup>2</sup>, 金 鹤<sup>1</sup>, 王 政<sup>1</sup>, 王朝朝<sup>1</sup>, 马 军<sup>1\*</sup>

(1. 首都医科大学附属北京天坛医院放射科, 北京 100050; 2. 中国科学院自动化研究所

脑网络组研究中心, 北京 100190)

**[摘要]** **目的** 探讨近红外光谱(NIRS)检测对硬膜外及硬膜下血肿的临床应用价值。**方法** 选取 34 例经 CT 或 MRI 证实的硬膜外或硬膜下血肿患者(试验组)及 14 名健康志愿者(对照组), 采用中国科学院自动化研究所研发的 NIRS 设备进行头部检测, 评判是否存在颅内出血。以 CT 或 MRI 诊断结果为“金标准”, 评价 NIRS 对硬膜外及硬膜下血肿的诊断效能。**结果** NIRS 诊断硬膜外及硬膜下血肿的敏感度、特异度、准确率、阳性预测值及阴性预测值分别 91.18% (31/34)、71.43% (10/14)、85.42% (41/48)、88.57% (31/35) 及 76.92% (10/13)。**结论** NIRS 在检测硬膜外及硬膜下血肿方面具有较高的敏感度和阳性预测值, 有助于临床早期诊断和治疗。

**[关键词]** 近红外光谱; 血肿, 硬膜外; 血肿, 硬膜下; 诊断, 鉴别

**[中图分类号]** R651.1; R8 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2017)07-0965-04

颅脑创伤具有较高的发病率和死亡率, 严重威胁患者生命。我国每年各种类型颅脑创伤发病率约 0.2%~0.3%<sup>[1-2]</sup>, 因颅脑创伤导致的死亡数量占创伤死亡总数的 85%<sup>[3]</sup>。颅内血肿(intracranial hemato-

**[基金项目]** 国家重大科学仪器设备开发专项“光电同步脑活动检测仪器开发”(2012YQ120046)。

**[第一作者]** 李亚农(1992—), 女, 北京人, 在读硕士。研究方向: 神经影像学。E-mail: yanongli@sina.com

**[通信作者]** 马军, 首都医科大学附属北京天坛医院放射科, 100050。E-mail: dr\_ma@sina.com

**[收稿日期]** 2016-12-16 **[修回日期]** 2017-05-01

mas, ICH)是颅脑创伤中最常见且最严重的继发性病变,硬膜外和硬膜下血肿是常见的 ICH,占 ICH 总发生率的 62%~89%<sup>[4]</sup>。早诊断是 ICH 手术治疗成功的关键,良好的治疗可大幅减低患者死亡率,也可有效降低后期患者身体失能及精神损伤的发生率。目前临床诊断 ICH 的主要方法包括 CT、MRI 等影像学方法,其中 CT 虽然准确率高,但存在辐射风险,不适用于婴幼儿及低龄儿童,不能多次频繁扫描,且不适用于对迟发性血肿的诊断<sup>[5]</sup>;MRI 软组织分辨率高,但对超急性期和急性期血肿不敏感,限制了其对急诊 ICH 患者的早期诊断。因此需要一种操作简便、准确性高且可重复性强的检测方法对 ICH 进行早期诊断。本研究探讨近红外光谱(near-infrared spectrum, NIRS)技术对检测硬膜外及硬膜下血肿的临床应用价值。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2016 年 1 月—5 月我院收治的急性期、亚急性期及慢性期创伤性硬膜外血肿或硬膜下血肿患者 34 例(试验组),其中男 23 例,女 11 例,年龄 31~64 岁,平均(53.2±19.2)岁。纳入标准:①经 CT 或 MRI 诊断为硬膜外或硬膜下血肿;②血肿为单侧;③无其他类型脑创伤,如脑挫裂伤或严重的开放性脑创伤等;④无脑创伤并发症。34 例患者中,高空坠落伤 7 例,交通事故 19 例,外力打击 5 例,非创伤性损伤 3 例。急性期血肿 18 例、亚急性期血肿 10 例、慢性期血肿 6 例;其中 15 例为硬膜外血肿,19 例为硬膜下血肿。13 例出血量≥50 ml,21 例<50 ml。格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma scale, GCS)13~15 分 29 例,9~12 分 4 例,3~8 分 1 例。选取同期 14 名无脑外伤史的健康志愿者作为对照组,其中男 9 名,女 5 名,年龄 20~37 岁,平均(28.8±6.6)岁。本研究经我院医学伦理委员会批准,受试者均知情同意。

1.2 NIRS 检测 采用中国科学院自动化研究所研发的 NEG8 型 NIRS 仪。

1.2.1 原理 由于血肿内血红蛋白的浓度远高于相同体积下正常脑组织(浓度约为其 10 倍),其吸光度大,因此血肿区域较正常脑组织对 NIRS 的吸收更多,光谱能量衰减大,通过测量光密度(optical density, OD)变化可反映颅内血氧情况的改变。当发生 ICH 时,紧贴于头皮表面的近红外设备发射探头发出 NIRS,经颅骨向颅内传播的过程中由于颅板下血肿的吸收,OD 值降低,由近红外光接收器探头所测量的光谱强度较正常组织减低。

本研究中血肿的诊断标准:以左右两侧 OD 差值

的绝对值  $|\Delta OD| \geq 0.2$  为阳性结果,同时判定透光度值较小一侧存在硬膜外或硬膜下血肿<sup>[6]</sup>;阴性结果( $|\Delta OD| < 0.2$ )则表明无单侧颅内出血。

1.2.2 方法 将 NIRS 设备依次置于双侧额部、顶部、颞部、枕部的测量标记位点(图 1)。测量位点尽量对称,并尽量使探头紧贴头皮,以便红外光接收器能够接收到更准确的红外光数据。对有头皮撕裂、血肿、水肿者,尽量避开头皮病变。完成后对比左右两侧数据,设备自动计算  $|\Delta OD|$  值。

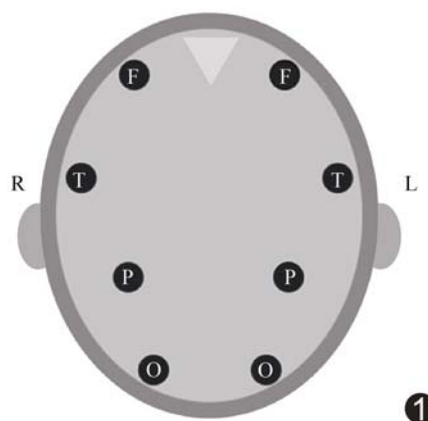


图 1 颅内血肿 NIRS 测量部位示意图 (R:右;L:左;F:额部;T:颞部;P:顶部;O:枕部)

由于 NIRS 诊断有赖于光学测量,可能会出现误差,为避免出现假阳性结果,当发现阳性改变时予以重复测量。分别对双侧额部、颞部、顶部及枕部测量 3 次,血肿范围较小时则以 CT 图像为参照。3 次重复测量均为阳性结果时,则认为存在 ICH,如 3 次重复测量中仅 1 次或 2 次为阳性结果,则认为该阳性结果不可信,不予采纳。

NIRS 数据由 2 名测量者分别采用盲法评价,如 2 名测量者对某一血肿的位置判断一致,则记为最终的血肿位置,否则请第 3 名测量者进行评价并最终确定血肿位置。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 16.0 统计分析软件。以 CT 或 MRI 诊断结果为“金标准”,采用四格表法计算 NIRS 诊断硬膜外和硬膜下血肿的敏感度、特异度、准确率、阳性预测值及阴性预测值。以 Kappa 一致性检验 2 名测量者间的一致性,Kappa 值≥0.75 表示一致性较好,0.75>Kappa≥0.4 表示一致性中等,Kappa 值<0.4 表示一致性较差。P<0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

对试验组 34 例患者及对照组 14 名受试者均顺利完成 NIRS 检查, 检查时间 1.2 ~ 3.5 min, 平均  $(1.86 \pm 0.53)$  min。

NIRS 诊断硬膜外及硬膜下血肿的敏感度为 91.18% (31/34), 特异度为 71.43% (10/14), 准确率为 85.42% (41/48), 阳性预测值为 88.57% (31/35), 阴性预测值为 76.92% (10/13), 见表 1。

2 名测量者之间的一致性较好, Kappa 值为 0.766。

表 1 以 NIRS 与 CT 或 MRI 诊断硬膜外及硬膜下血肿结果对比(例)

| NIRS 诊断 | CT 或 MRI 诊断 |    | 合计 |
|---------|-------------|----|----|
|         | 阳性          | 阴性 |    |
| 阳性      | 31          | 4  | 35 |
| 阴性      | 3           | 10 | 13 |
| 合计      | 34          | 14 | 48 |

## 3 讨论

目前, NIRS 已被应用于颅内血流灌注情况的监测和判断大脑是否处于缺血缺氧状态<sup>[7-8]</sup>。已有研究<sup>[9-11]</sup>报道 NIRS 可应用于对 ICH 的诊断。但国外利用 NIRS 技术进行 ICH 检测的设备昂贵, 且还未正式获准进入中国市场。为推进该技术在我国医疗领域中的应用, 国内相关研究单位已自主研发了 NEG8 型 NIRS 仪。

本研究直观呈现了 NIRS 设备 NEG8 对硬膜上和硬膜下血肿的检测作用。NEG8 设备可使用近红外扫描技术鉴别血管内循环血液与血管外汇集的血液。当发生 ICH 时, 在血管外聚集的血液(作为血肿的证据)比血管内流动的血液含有更高浓度的血红蛋白, 并且能够吸收更多的近红外光, 使光谱能量衰减增大, 因此, 可将其与脑血管内循环的血液区分开来。因此, 近红外光吸收率的大小决定了是否存在血肿。本研究发现此设备对血肿具有较高的敏感度[91.18% (31/34)], 表明其有利于对血肿的及时诊断, 同时也具有较高的阳性预测值[88.57% (31/35)], 提示其对诊断血肿具有较高的准确性。此外, 本研究中对每一受试者头部所有位置的 NIRS 检查均在 2 min 内完成, 提示其可以在急诊或重症监护等紧急情况下进行快速诊断, 也可用于对血肿的发生和发展多次频繁地进行监测。本研究结果表明, 通过我国自主研发的 NIRS 设备能够对脑外伤所致的硬膜外和硬膜下血肿进行早期

诊断, 有利于临床对患者进行早期干预, 以获得较好的预后。

NIRS 技术应用的目的并非在于取代传统 CT 对 ICH 的诊断。在不具备 CT 诊断的条件下, NIRS 可发挥重要的辅助诊断作用。尤其对脑创伤后 2 h 经 CT 检查结果为阴性但临床高度怀疑存在早期进行性出血的患者, NIRS 具有检测耗时短、操作简便易行的优点, 便于对患者进行严密监测, 以观察脑创伤的进展情况。同时, 弥补了 CT 检查因存在辐射风险无法实现多次频繁扫描的不足。此外, 大部分医院由于仪器资源有限而患者众多, 往往患者入院数小时后才能实际开展 CT 检查; 而 NIRS 易于实现便携式设备, 可广泛应用于急诊室、救护车及损伤现场, 在短时间内对患者进行检查。前期研究<sup>[12]</sup>发现, 血肿进展与早期神经症状恶化有关, 约 38% 患者会出现颅内血肿进展, 预后一般较差。通过 NIRS 有利于对疑似进展性血肿患者进行快速、定时的有效监测。

NIRS 测量存在一定的假阳性, 本组为 4 例, 原因通常为头发遮挡、颅骨较厚、颅外软组织损伤或颅内异物等<sup>[13-14]</sup>。本研究 NIRS 测量数据中假阴性 3 例, 其中 2 例为慢性期硬膜下血肿患者, 可能是由于血肿内机化造成血肿内成分结构变化导致假阴性, 1 例为急性硬膜下血肿患者, 可能因血肿范围较小造成假阴性。

本研究的局限性: ①纳入的样本量较小; ②NIRS 技术不利于检测双侧 ICH, 因为双侧 ICH 不会引起左右透光度的改变<sup>[14-16]</sup>; ③即使 NIRS 检测结果为阴性, 也不能取代 CT 或 MR 检查, 影像学诊断仍是 ICH 诊断的“金标准”。

总之, NIRS 技术在检测硬膜外和硬膜下血肿方面具有较高的敏感度和阳性预测值, 在慢性血肿和活动性出血的定期监测方面也表现出一定的优势。

## [参考文献]

- [1] 马定军, 刘佰运, 郝淑煜, 等. 颅脑创伤数据库平台的建立与初步应用. 中华神经外科杂志, 2014, 30(20): 159-161.
- [2] 刘贤富, 王承缘, 鲍文公. 儿童急性后颅凹硬膜外血肿的 CT 诊断与临床. 中国医学影像技术, 1993, 9(2): 45-46.
- [3] 刘佰运, 江基尧, 张赛. 《急性颅脑创伤手术指南》解读. 中华神经外科杂志, 2008, 24(12): 944-945.
- [4] 刘泉开. 关注颅脑创伤. 现代诊断与治疗, 2008, 19(4): 193-197.
- [5] Brenner D, Elliston C, Hall E, et al. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. AJR Am J Roentgenol, 2001, 176(2): 289-296.
- [6] Leon-Carrion J, Dominguez-Roldan JM, Leon-Dominguez U, et

- al. The infrascanner, a handheld device for screening in situ for the presence of brain haematomas. *Brain Inj*, 2010, 24(10):1193-1201.
- [7] Gratton G, Maier JS, Fabiani M, et al. Feasibility of intracranial near-infrared optical scanning. *Psychophysiology*, 1994, 31(2): 211-215.
- [8] 毛雯岚, 钱志余, 杨天明, 等. 颅脑创伤近红外实时监测技术研究. *光谱学与光谱分析*, 2009, 29(4):922-925.
- [9] Kahraman S, Kayali H, Atabey C, et al. The accuracy of near-infrared spectroscopy in detection of subdural and epidural hematomas. *J Trauma*, 2006, 61(6):1480-1483.
- [10] Semenova Zh B, Marshintsev AV, Melnikov AV, et al. Infrascanner in the diagnosis of intracranial lesions in children with traumatic brain injuries. *Brain Inj*, 2016, 30(1):18-22.
- [11] Kim AL. Portable traumatic brain injury detection with near-infrared technology: Infrascanner model 2000. *Mil Med*, 2015, 180(5):597-598.
- [12] 刘利娜, 欧阳林. 创伤脑区周围“半暗带”的功能磁共振成像研究. *功能与分子医学影像学(电子版)*, 2014, 3(4):550-553.
- [13] Cruz J. Near-infrared spectroscopy. *J Neurosurg*, 1994, 80(1): 181-182.
- [14] Robertson CS, Gopinath SP, Chance B. A new application for near-infrared spectroscopy: Detection of delayed intracranial hematomas after head injury. *J Neurotrauma*, 1995, 12(4):591-600.
- [15] Gopinath SP, Robertson CS, Contant CF, et al. Early detection of delayed traumatic intracranial hematomas using near-infrared spectroscopy. *J Neurosurg*, 1995, 83(3):438-444.
- [16] Gopinath SP, Robertson CS, Grossman RG, et al. Near-infrared spectroscopic localization of intracranial hematomas. *J Neurosurg*, 1993, 79(1):43-47.

## 《中国介入影像与治疗学》杂志 2018 年征订启事

《中国介入影像与治疗学》杂志创刊于 2004 年,是由中国科学院主管,中国科学院声学研究所主办的国家级学术期刊,主编为邹英华教授。刊号:ISSN 1672-8475, CN 11-5213/R。曾获中国精品科技期刊,现为中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)、中国科学引文数据库核心期刊、《中文核心期刊要目总览》收录期刊、WHO《西太平洋区医学索引》(WPRIM)来源期刊、荷兰《医学文摘》收录源期刊、俄罗斯《文摘杂志》收录源期刊。

《中国介入影像与治疗学》杂志以报道介入影像与治疗学、介入超声学、介入材料学、药物学与护理学等方面的临床研究、基础研究以及医、理、工结合的成果与新进展为主,是介入影像、介入治疗专业人员学习、交流的平台。

《中国介入影像与治疗学》为月刊,64 页,大 16 开本,彩色印刷。单价:16 元,全年定价 192 元。订户可随时向当地邮局订阅,邮发代号:80-220;亦可向编辑部直接订阅,免邮寄费(欢迎通过银行转账,附言栏请注明订阅杂志名称)。

联系电话:010-82547903 传真:010-82547903

E-mail: cjiit@mail.ioa.ac.cn 网址: www.cjiit.com

编辑部地址:北京市海淀区北四环西路 21 号大猷楼 502 室 邮编:100190

银行账户名:《中国医学影像技术》期刊社 账号:110907929010201

开户行:招商银行北京分行清华园支行 联系人:田苗

