

近红外光谱无创监测局部脑氧饱和度在重型颅脑损伤术后治疗中的应用研究

唐剑,周和平,王绍波,陈新生

(安徽医科大学附属安庆医院神经外科,安徽 安庆 246000)

摘要:目的 探讨近红外光谱技术(NIRS)实时无创监测重型颅脑损伤术后局部脑氧饱和度(rScO₂)的变化规律以及与颅内压(ICP)之间的相关性。方法 选择24例重度颅脑损伤急诊术后病人,采用近红外光谱与有创颅内压监测仪持续监测rScO₂、ICP,同时记录脉氧饱和度(SpO₂)、平均动脉压(MAP)、脑灌注压(CPP),采用SPSS统计学方法分析监测结果的关联性。结果 重度颅脑损伤预后程度和rScO₂差异有统计学意义,预后越好的组其rScO₂值越高,术后rScO₂早期会出现下降,最后随颅内高压缓解后再次呈上升趋势。但4例死亡病人伤后rScO₂主要呈下降趋势,上升不明显。rScO₂与ICP呈显著负相关($r = -0.882, P < 0.001$),rScO₂与CPP呈显著正相关($r = 0.938, P < 0.001$)。结论 近红外光谱技术可以准确无创监测脑组织rScO₂,对于重型颅脑损伤治疗及预后评估有着重要意义。

关键词:近红外光谱;无创监测;脑局部氧饱和度;重型颅脑损伤;颅内压

doi:10.3969/j.issn.1009-6469.2017.06.017

Application of noninvasive monitoring of regional cerebral oxygen saturation in the treatment of severe brain injury in the postoperative by near infrared spectroscopy

TANG Jian,ZHOU Heping,WANG Shaobo,CHEN Xinsheng

(Department of Neurosurgery, Anqing Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Anqing, Anhui 246000, China)

基金项目:安徽医科大学校科学研究基金(2015xkj146)

通信作者:陈新生,男,主任医师,硕士生导师,研究方向:颅脑创伤的急救治疗和功能恢复,E-mail:cxsg649@163.com.cn

3.3 采用PFNA治疗的技术要点和注意事项

(1)在手术之前要准确测量股骨髓腔,选择适合的髓内钉。髓内钉过细,固定不牢固,过粗则插入困难或导致股骨骨折内固定失败;(2)当导针打入股骨颈股骨头之后,应保持正位导针位于股骨颈中线稍偏下,轴位导针位于股骨颈居中,当准确定位之后再将外侧皮质打开,随后打入防旋刀片^[10];(3)如遇骨折复位不良可以在透视下小切口内使用骨膜剥离器顶压,克氏针临时经皮内固定后再行PFNA内固定,注意克氏针不能影响PFNA内固定操作;(4)PFNA主钉徒手插入股骨髓腔,不可以暴力锤击;(5)逆粗隆型粗隆间骨折或股骨粗隆下骨折选用240mm或全长PFNA主钉;(6)注重围手术期准备及处理。

综上所述,采用PFNA治疗高龄股骨粗隆间骨折不仅操作简单快捷,而且治疗效果较好、并发症较少,值得在临床上推广使用。

参考文献

[1] 赵崇伟,奚江明,韩燕.闭合复位经皮股骨近端解剖锁定板治

- 疗高龄股骨粗隆间骨折[J].当代医学,2013,19(6):34-35.
- [2] 洪紫平,傅天水,黄奕铁,等.PFNA内固定术治疗股骨粗隆间骨折的临床分析[J].中外医学研究,2016,14(16):44-45.
- [3] 关长勇,常青,彭伟,等.PFNA内固定与人工股骨头置换术治疗高龄股骨粗隆间骨折疗效比较[J].中国骨与关节损伤杂志,2013,28(2):110-112.
- [4] 朱勋兵,仇大鹏,张井泉.股骨近端抗旋髓内钉与锁定钢板治疗股骨粗隆间骨折的疗效比较[J].安徽医药,2015,19(2):334-336.
- [5] 王锡奕,陈武生,王明森,等.人工股骨头置换术治疗高龄股骨粗隆间骨折的临床疗效分析[J].当代医学,2011,17(13):30-31.
- [6] 沈宁江,宋世锋,王广积,等.不同手术方法治疗老年股骨粗隆间骨折疗效分析[J].中国骨与关节损伤杂志,2013,28(10):914-916.
- [7] 杨子来,来秀芬,陈允震.高龄股骨粗隆间骨折治疗策略的临床研究[J].中国骨与关节损伤杂志,2013,28(8):764-765.
- [8] 郭永智,桑庆华,于晨,等.PFNA与DHS内固定治疗骨质疏松性股骨粗隆间骨折的Meta分析[J].中国骨与关节损伤杂志,2014,29(6):537-540.
- [9] 李克文,张国秋.DHS与半髋置换治疗高龄患者股骨粗隆间骨折的临床疗效比较[J].现代中西医结合杂志,2011,20(19):2350-2353,2355.
- [10] 陈占斌,黄立新,徐耀增,等.PCCP与PFNA治疗高龄股骨粗隆间骨折临床疗效比较[J].实用骨科杂志,2012,18(10):890-894.

(收稿日期:2017-01-12,修回日期:2017-02-21)

Abstract: Objective To investigate the changes of regional cerebral oxygen saturation ($rScO_2$) in patients with severe brain injury after operation which were continuously monitored by near infrared spectroscopy (NIRS) and the correlation between the changes of regional cerebral oxygen saturation and intracranial pressure (ICP). **Methods** Twenty four patients with severe brain injury after emergency operation were given continuously monitoring of regional cerebral oxygen saturation and intracranial pressure by near infrared spectroscopy and invasive intracranial pressure monitor. Meanwhile pulse oxygen saturation (SpO_2), mean arterial blood pressure (MAP) and cerebral perfusion pressure (CPP) were monitored. The correlation of monitoring results was analyzed by SPSS statistics analysis. **Results** The prognosis of severe brain injury and $rScO_2$ statistically significant. The $rScO_2$ reduced in the early postoperative period. As the intracranial pressure relieves it increases. But the $rScO_2$ in 4 cases of death decline as others subsequently it increased while the ascending trend was not obvious. A significant negative correlation between the $rScO_2$ and ICP ($r = -0.882, P < 0.001$), and a positive correlation between the $rScO_2$ and CPP ($r = 0.938, P < 0.001$). **Conclusions** Near infrared spectroscopy technology can accurately noninvasive monitoring of regional cerebral oxygen saturation, which is of great significance for the treatment and prognosis of patients with severe brain injury.

Key words: Near infrared spectroscopy; Noninvasive monitoring; Regional cerebral oxygen saturation; Severe brain injury; Intracranial pressure

重型颅脑损伤是神经外科常见的急危重症,致死致残率极高,病死率高达 30% ~ 50%^[1]。其预后不仅取决于原发性颅脑损伤,而且很大程度上还取决于它的继发性损伤,特别是脑组织缺血缺氧。据相关文献报道,因颅脑损伤死亡的人群中超过 90% 可继发脑缺血缺氧^[2]。因此,及早发现和治疗脑缺血缺氧,减少继发性脑损伤是治疗重度颅脑损伤的关键。近红外光谱是一种新型的局部脑氧供需平衡的监测方法,具有实时、无创、精确、快速、简便等优点。我们使用近红外光谱技术(NIRS)监测 24 例重型颅脑损伤病人的局部脑氧饱和度($rScO_2$),分析 $rScO_2$ 变化规律,研究其与颅内压之间的相关性,探讨近红外光谱无创监测 $rScO_2$ 技术在重型颅脑损伤治疗中的应用意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2015 年 11 月—2016 年 8 月安徽医科大学附属安庆医院神经外科收住的 24 例重度颅脑损伤病人为研究对象。均于伤后 24 h 内入院,入院后急诊行开颅手术治疗,其中男性 15 例,女性 9 例,年龄 22 ~ 73 岁,平均年龄 (47.4 ± 19.75) 岁。致伤原因:车祸伤 14 例,坠落伤 8 例,打击伤 2 例。纳入标准:(1)伤后 24 h 内收住入院,入院后急诊行手术治疗;(2)有严重颅脑损伤病史,伤后意识障碍,格拉斯哥评分(GCS):3 ~ 8 分,有明显的神经系统阳性体征;(3)头颅 CT 示颅内脑挫裂伤,脑内血肿量 > 30 mL,中线结构偏移 > 5 mm,脑室、脑池受压明显;(4)无其他明显复合性损伤,既往无心肺脑疾患病史;(5)无额叶损伤额骨骨折或额部皮肤损伤;(6)经医院医学伦理委员会批准,病人家属知情同意并签署知情同意书。排除标准:(1)病人躁动不能完成监测;

(2)脑疝晚期,脑干功能衰竭;(3)合并有全身多脏器功能减退,不能耐受手术。按照伤后 3 个月随访的 GOS 评分标准分为预后良好组、中残组、重残组、死亡组。

1.2 监测方法 选择纳入标准病人,术中即行脑室穿刺 Codman 颅内监测探头置入术,具体操作方法:对双侧额角、三角区等脑室系统体表投影部位及周围常规消毒铺巾,使用电钻进行颅骨钻孔,颅内压监测探头穿刺进入侧脑室,固定颅内监测探头管道,连续观察与记录颅内压(ICP),同时密切观察病人意识、瞳孔及生命体征变化。根据颅内压的高低调整治疗方案,监测时间每半小时记录 1 次。监测期 5 ~ 7 d。术后使用 OXImeter 近红外光学参数分析仪进行持续无创监测。具体操作方法:暴露病人额部,乙醇擦拭额部皮肤以保持清洁,将探头用弹力胶布固定于病人患侧额部,使不漏光,探头位于发际前下缘距眉弓 1 ~ 2 cm,持续监测采集 $rScO_2$ 。同时心电图监护记录无创心率、血压、脉氧饱和度(SpO_2)和呼吸频率等,并计算出平均动脉压(MAP, $MAP = 1/3$ 收缩压 + $2/3$ 舒张压),脑灌注压(CPP, $CPP = MAP - ICP$)。

1.3 统计学方法 采用 SPSS17.0 统计软件进行统计分析。观测资料主要为计量资料,检验前均对变量进行正态性检验,再以 $\bar{x} \pm s$ 来描述之。各指标间的相关关系以 Pearson 相关检验分析之,进一步的分析则为单因素线性回归。不同预后组病人的 $rScO_2$ 变化趋势采用两因素重复测量资料的方差分析。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 $rScO_2$ 、ICP、CPP、MAP 的相关性分析结果 将 24 例病人术后 7 d 的 $rScO_2$ 、ICP、CPP、MAP 的均

值来表示该病人术后相应指标,再对这些指标数据进行 Pearson 相关分析,结果见表 1, $rScO_2$ 与 ICP、CPP 差异有统计学意义($P < 0.05$),相关系数(绝对值) r 均在 0.9 附近。

表 1 病人术后各指标相关性分析结果(r 值, P 值)			
项目	$rScO_2$	ICP	CPP
ICP	-0.882,0.000		
CPP	0.938,0.000	-0.933,0.000	
MAP	0.173,0.420	0.135,0.530	0.171,0.424

2.1.1 $rScO_2$ 与 ICP 的线性回归分析 将 24 例病人术后 7 d 的 $rScO_2$ 的均值与 ICP 的均值来表示该病人的脑氧饱和度和颅内压的集中趋势,并做单因素线性回归分析,其回归方程为 $Y = -0.449 6X + 72.759$ ($F = 171.452$, $P < 0.001$),散点图见图 1。

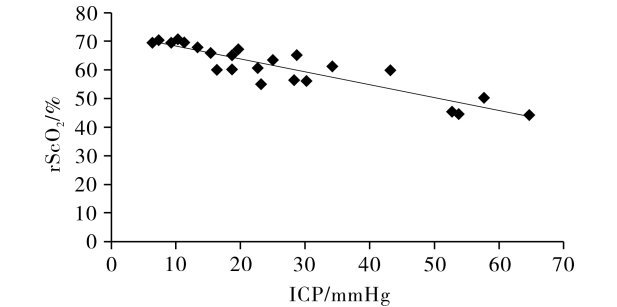


图 1 $rScO_2$ 与 ICP 的散点图

2.1.2 $rScO_2$ 与 CPP 的相关性 再以 $rScO_2$ 为因变量, CPP 为自变量,做单因素线性回归分析,其回归方程为 $Y = 0.476 1X + 37.436$ ($F = 170.409$, $P < 0.001$),散点图见图 2。

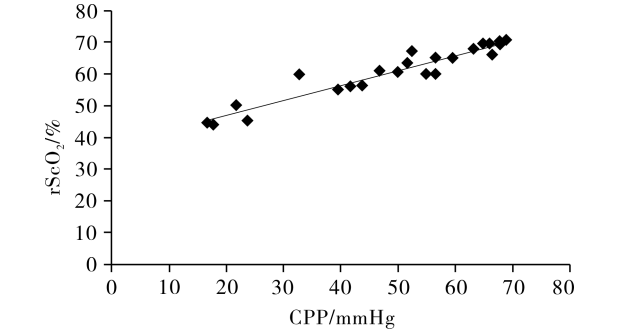


图 2 $rScO_2$ 与 CPP 的散点图

2.1.3 MAP 与 $rScO_2$ 、ICP、CPP 的关系 由表 1 可知 MAP 与 $rScO_2$ 、ICP、CPP 的线性关系差异无统计学意义, P 值分别为 0.420、0.530、0.424。

2.2 不同预后程度病人 $rScO_2$ 变化趋势分析

2.2.1 基本情况描述 分别用病人 1 d 内 16 个监测数据的均值来表示该病人 1 d 监测数据,用不同预后组 $rScO_2$ 的 $\bar{x} \pm s$ 来反映不同预后程度病人 $rScO_2$ 的集中趋势和离散趋势。根据伤后 3 个月随访的 GOS 评分标准将受试对象分为预后良好组 8 例(33.33%)、中残组 7 例(29.17%)、重残组 5 例(20.83%)、死亡组 4 例(16.67%);不同预后病人术后 $rScO_2$ 统计学描述见表 2。

2.2.2 不同预后程度病人 $rScO_2$ 差异及变化趋势 对表 2 资料做重复测量资料方差分析,结果列示于表 3。分析显示:(1)组间差异有统计学差异($F = 236.3$, $P = 0.000$),即不同预后组中病人的 $rScO_2$ 差异有统计学意义,从数值上看预后程度好的组其 $rScO_2$ 值高,采用 LSD 法两两比较结果表示任意两不同预后组 $rScO_2$ 差异有统计学意义($P < 0.05$);(2)从时间效应上来看,结果显示时间效应差异有统计学意义($F = 42.6$, $P = 0.006$),从数值上也可表明在同一预后组,随着时间的推移其 $rScO_2$ 也是有先下降后上升的趋势;(3)时间与组别的交互作用差异无统计学意义($F = 2.0$, $P = 0.440$)。

表 3 两因素重复测量资料方差分析结果					
变异来源	离均差平方和	自由度	均方	F 值	P 值
组间差异	8 134.2	2	4 067.1	236.3	0.000
时间效应	4 256.3	5	851.3	42.6	0.006
组间 $\times$ 时间	292.6	9	32.5	2.0	0.440

3 讨论

重度颅脑损伤后常会引起脑血流下降,使脑组织缺血缺氧,而脑组织对缺血缺氧高度敏感,长时间缺血缺氧可引起不可逆性脑损伤,及时发现并纠正脑缺血缺氧可有效减少继发性脑损伤,改善病人预后水平^[3]。因此实时准确的监测脑氧饱和度对

表 2 不同预后组别术后不同时间的 $rScO_2$ 比较/(%, $\bar{x} \pm s$)								
组别	例数	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d
良好组	8	70.96 $\pm$ 3.87	66.47 $\pm$ 2.74	64.35 $\pm$ 4.96	65.56 $\pm$ 3.81	67.44 $\pm$ 2.45	72.72 $\pm$ 5.42	76.60 $\pm$ 3.47
中残组	7	64.94 $\pm$ 1.55	63.83 $\pm$ 2.43	62.93 $\pm$ 2.64	59.84 $\pm$ 4.12	61.87 $\pm$ 3.33	62.94 $\pm$ 5.54	65.22 $\pm$ 2.54
重残组	5	61.55 $\pm$ 2.69	58.35 $\pm$ 5.34	55.67 $\pm$ 3.49	54.54 $\pm$ 1.71	55.59 $\pm$ 3.45	57.25 $\pm$ 2.09	60.89 $\pm$ 3.54
死亡组	4	49.46 $\pm$ 2.18	45.25 $\pm$ 3.79	43.46 $\pm$ 5.27	—	—	—	—

于指导选择有效的治疗措施和判断病人预后具有重要价值。NIRS 是近年来发展起来的一种检测组织结构性质和动态功能的新技术,可以准确无创地监测脑组织 $rScO_2$ [4]。把人体组织看成是光学浑浊物质,利用近红外波段光对人体组织的良好通透性及不同组织分子在该波段的光学性质差异可以实现对组织的精确测量。近红外光在颅内主要的吸收体是组织中还原血红蛋白(Hb)、氧和血红蛋白(HbO_2),两者波长上具有不同的吸收特性,利用近红外波段的两个不同波长的光照射组织后并检测不同波长各自散射出来的光的不同强度,根据修正的 Lambert-Beer 定律,便可得到局部组织血氧饱和度[5]。

影响脑组织氧饱和度的因素有很多,其中主要是颅内压和脑灌注压[6]。重型颅脑损伤后由于颅内血肿、脑挫裂伤及脑肿胀等原因引起颅内压增高,随着 ICP 增高会降低 CPP 引起脑灌注下降,脑供血供氧减低, $rScO_2$ 对缺氧特别敏感,有研究发现,当出现脑出血、脑缺血等情况时,脑组织的光学特性会发生改变,因此 $rScO_2$ 可以作为一种判断重型颅脑损伤病情变化的一种指标[7-8]。本研究发现重型颅脑损伤术后 $rScO_2$ 变化趋势与预后存在一定相关性,重度颅脑损伤预后程度越好其 $rScO_2$ 值越高,术后 $rScO_2$ 早期会出现下降,随颅内高压缓解后再次呈上升趋势。4 例死亡病人伤后 $rScO_2$ 呈下降趋势。重度颅脑损伤病人术后早期 $rScO_2$ 值高,提示此时颅内压不高,考虑手术减压效果明显,部分病例 $rScO_2$ 上升趋势不大,考虑病情较轻,伤后脑缺血缺氧程度不重,但随后因为术后脑水肿发展,ICP 逐渐升高时, $rScO_2$ 会出现下降趋势,脑水肿减轻后,ICP 又会再次降低至恢复正常, $rScO_2$ 在 ICP 正常值与不同程度 ICP 增高之间差异有统计学意义,并有密切的负相关性。CPP 维持在 60 ~ 70 mmHg 以上是保证脑最低氧饱和度的限度。在 MAP 变化不大时,CPP 下降主要是由于 ICP 增高,到一定程度后可以引起脑血流的改变,从而改变脑代谢水平。研究表明[9],当重度颅脑损伤后 ICP > 40 mmHg, CPP < 50 mmHg 时,即可出现脑血管自动调节功能受损,造成脑血流量减少,严重的会引起不可逆性脑损伤。所以随着 CPP 下降, $rScO_2$ 同样会出现下降,提示脑组织缺血缺氧,同样当 CPP 升高时, $rScO_2$ 也会升高提示脑组织缺血缺氧得到改善,本组资料亦证实该点, $rScO_2$ 与 CPP 之间呈正相关。

在重型颅脑损伤病人治疗过程中, SpO_2 除在病

人临死前下降外,整个监测过程中基本维持在正常范围内,但这并不能说明病人脑组织氧饱和度是正常的。因为 $rScO_2$ 反映的是脑组织局部氧饱和度,而 SpO_2 只能反映外周血氧饱和度,不能反映局部脑组织的供氧情况,特别是被测脑组织存在梗死或水肿时[10]。所以我们更需要加强重型颅脑损伤病人的脑组织氧饱和度连续监测,让医护人员真实准确地了解脑内氧代谢水平,及时调整治疗措施,降低并发症,这对于提高疗效及评估预后有着重要意义[11]。NIRS 可以直接监测到 $rScO_2$ 的具体量化数值,准确反映脑氧代谢水平,帮助我们及早发现颅内氧供需平衡状况和脑血流改变情况,指导临床治疗及疾病的预后判断。而且与 ICP 监测相比具有无创、简便等特点,它将成为临床医学上的热门研究领域,极具发展潜力,值得在临床上推广应用。

参考文献

- [1] 管宇航. 颅内压监测在急性颅脑损伤救治中的应用进展[J]. 神经疾病与精神卫生,2011,11(3):291-293.
- [2] KO SB. Multimodality monitoring in the neurointensive care unit: a special perspective for patients with stroke[J]. J Stroke,2013,15(2):99-108.
- [3] DEVIS JB, PETERSEN ET, ALDERLIESTEN T, et al. Non-invasive MRI measurements of venous oxygenation, oxygen extraction fraction and oxygen consumption in neonates [J]. Neuroimage, 2014,95:185-192.
- [4] DRAYNA PC, ABRAMO TJ, ESTRADA C. Near-infrared spectroscopy in the critical setting[J]. Pediatr Emerg Care,2011,27(5):432-439.
- [5] PELLICER A, BRAVO MDEL C. Near-infrared spectroscopy: a methodology-focused review[J]. Semin Fetal Neonatal Med,2011,16(1):42-49.
- [6] NAROTAM PK, MORRISON JF, NATHOO N. Brain tissue oxygen monitoring in traumatic brain injury and major trauma: outcome analysis of a brain tissue oxygen-directed therapy[J]. J Neurosurg, 2009,111(4):672-682.
- [7] 戴丽娟, 花国然, 钱志余. 脑组织血氧饱和度的微创在位测量[J]. 应用光学,2010,31(6):989-992.
- [8] 刘玉冰, 钱志余, 王宏, 等. 脑组织光学模型的 Monte-Carlo 仿真研究[J]. 生物医学工程研究,2016,35(1):18-21,35.
- [9] 中国医师协会神经外科医师分会, 中国神经创伤专家委员会. 中国颅脑创伤颅内压监测专家共识[J]. 中华神经外科杂志, 2011,27(10):1073-1074.
- [10] 腾铁超, 丁海曙, 龚庆成, 等. 近红外光谱监测体外循环手术中脑组织氧合状况的研究[J]. 光谱学与光谱分析,2006,26(5):828-832.
- [11] 黄鑫, 任辉, 鲜继淑, 等. 近红外光谱技术在神经外科患者脑氧和血流动力学监测中的应用研究进展[J]. 现代生物医学进展,2015,15(10):1943-1946.

(收稿日期:2016-10-24,修回日期:2017-02-13)