

· 临床研究 ·

胫后神经电刺激对后路腰椎椎间融合术患者术中
下肢深静脉血流速度的影响

陈黎敏 葛建林 叶红 顾海燕 崔志明 徐冠华

江苏省南通大学第二附属医院,南通市第一人民医院手术室 226001

通信作者:徐冠华,Email:xghspine@163.com

【摘要】 目的 探讨胫后神经电刺激对后路腰椎椎间融合术(PLIF)患者术中下肢深静脉血流速度的影响。**方法** 选取 120 例 PLIF 患者,按照随机数字表法将其分为 20 mA 组、25 mA 组、30 mA 组和 40 mA 组,每组 30 例。术中通过监测 T1(麻醉后)、T2(切皮前)、T3(置入椎间融合器前)、T4(缝合结束)时双下肢股总静脉、腘静脉血流速度,分析 SEP 不同电流刺激强度对下肢深静脉血流速度的影响。**结果** 与组内 T1 时间点比较,4 组患者股总静脉、腘静脉 T2、T3、T4 时间点的血流速度均较高($P<0.05$)。与 20 mA 组、25 mA 组同时时间点比较,30 mA 组、40 mA 组的股总静脉血流速度较高($P<0.05$)。在 T2 时间点,30 mA 组[(16.68±1.47) cm/s]、40 mA 组[(16.86±1.22) cm/s]的腘静脉血流速度较 20 mA 组[(15.46±0.90) cm/s]、25 mA 组[(15.94±1.52) cm/s]高($P<0.05$)。T3、T4 时间点,30 mA 组腘静脉的血流速度高于 25 mA 组,25 mA 组腘静脉的血流速度均高于 20 mA 组($P<0.05$)。20 mA 组术毕确诊 DVT 2 例,术后 24 h 确诊 DVT 2 例;25 mA 组术毕无 DVT 发生,术后 24 h 确诊 1 例;30 mA 组和 40 mA 组术毕和术后 24 h 均无 DVT 发生。**结论** 胫后神经电刺激可以增加患者下肢静脉的血流速度,其中以 30 mA 电流强度的刺激效果较为理想。

【关键词】 体感诱发电位; 脊柱手术; 下肢深静脉血栓; 肺栓塞

基金项目:南通市科技计划项目(GJZ17083);江苏省“333 工程”科研项目(BRA2017204),江苏省青年医学人才资助项目(QNRC2016413);南通市科技计划项目(MSZ 18249)

Funding: Nantong Science and Technology Program (GJZ17083); Jiangsu “333 Project” Scientific Research Project (BRA2017204), Jiangsu Youth Medical Talent Funding (QNRC2016413)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.08.019

下肢深静脉血栓(deep vein thrombosis, DVT)是指血液在下肢深静脉系统内的不正常凝结,严重时栓子脱落随血流流动造成急性肺栓塞(pulmonary embolism, PE)^[1]。DVT 和 PE 统称为静脉血栓栓塞症(venous thromboembolism, VTE)^[2]。导致 DVT 发生的基本要素包括静脉血液淤滞、血管内皮损伤、血液高凝状态,即 Virchow 三要素^[3]。外科手术麻醉状态下的血液回流减慢、低血压等造成血液相对瘀滞,为 DVT 的发生提供了条件^[4-5]。Oda 等^[6]研究报道,脊柱退行性疾病手术后未行任何抗凝措施,约有 15.5% 的患者发生 DVT。另有研究显示,在外科手术中,超过 50% 的 DVT 发生在术中^[7]。抗凝治疗虽可阻止 DVT 的进展^[8],但为了避免术后出血和硬膜外血肿,一般不选择使用抗凝药物,采用相对安全的物理预防措施,包括间歇充气压力泵(intermittent pneumatic compression, IPC)、足底静脉泵(venous foot pumps, VFP)和医用弹力袜(graduated compression stockings, GCS)。全麻手术患者术中不建议使用 GCS 来预防 DVT,是因为术中 IPC、VFP 工作时会产生较大的噪音,影响手术医生操作;下肢佩戴石膏模具、严重下肢畸形、下肢局部情况异常(如皮炎、坏疽、近期接受皮肤移植手术)的患者更不适宜使用弹力袜、IPC 和 VFP。如何安全、有效地解决全身麻醉脊柱手术中血流缓慢瘀滞的问题,成为研究的关键。

有研究报道,以体感诱发电位(somatosensory evoked potential, SEP)为代表的神经电生理检测技术对脊柱手术安全性的提高具有重要意义^[9]。在前期工作中,课题组发现术中行 SEP 监

测时,刺激强度为 25 mA 的电刺激可引起足部轻微背屈,足部背屈可促使小腿肌肉收缩,进而促进下肢深静脉血流的速度增加,减少 DVT 发生率,提示电流刺激可能对术中 DVT 的形成有一定的预防作用。为进一步明确预防术中 DVT 的最佳电流刺激强度,本研究选择行后路腰椎椎间融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF)的患者为研究对象,观察 SEP 监测中不同刺激强度的电流对下肢深静脉血流速度的影响,报道如下。

资料与方法

一、研究对象

纳入标准:①术前检查凝血功能、血小板计数、肝功能、肾功能正常;②术前经彩色多普勒超声诊断无 DVT;③既往无动脉缺血性疾病或动脉硬化,无心梗、脑梗病史,无高脂血症、糖尿病史,无严重高血压或消化性溃疡等;④接受全身麻醉,签署治疗知情同意书;⑤本研究经医院伦理委员会审查批准(审批号:2017-40)。排除标准:术中发生意外情况,如手术时间过长、出血过多者。

选取 2017 年 5 月至 2018 年 10 月在我院治疗的腰椎退行性疾病行单节段 PLIF 患者共 120 例,其中腰椎管狭窄症 81 例,腰椎间盘突出 39 例;男 84 例,女 36 例;年龄 35~60 岁,平均年龄(46.6±9.3)岁。按照随机数字表法将患者分为 20 mA 组、25 mA 组、30 mA 组和 40 mA 组,每组 30 例。各组患者年龄、性别、体重指数、手术时间、出血量、D-二聚体等一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,详见表 1。

表 1 各组患者一般资料比较

组别	例数	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	性别(例)		体重指数 (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	出血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	D-二聚体 ($\mu\text{g}/\text{L}$, $\bar{x} \pm s$)
			男	女				
20 mA 组	30	48.4 $\pm$ 4.5	23	7	25.22 $\pm$ 2.79	86.1 $\pm$ 12.3	197.0 $\pm$ 23.2	189 $\pm$ 13
25 mA 组	30	47.6 $\pm$ 4.7	19	11	24.86 $\pm$ 2.91	88.3 $\pm$ 11.9	201.0 $\pm$ 25.2	186 $\pm$ 14
30 mA 组	30	46.8 $\pm$ 4.8	20	10	24.95 $\pm$ 3.18	91.3 $\pm$ 11.6	200.0 $\pm$ 19.7	191 $\pm$ 17
40 mA 组	30	47.5 $\pm$ 3.9	22	8	25.47 $\pm$ 2.69	87.7 $\pm$ 12.5	193.0 $\pm$ 22.4	196 $\pm$ 12

二、研究方法

手术室室温设定为 22℃ (SEP 监测易受体温影响^[10]), 湿度为 50%~60%。双下肢彩色多普勒超声血流检测由一名高年资医生完成, 手术由同一组医生完成。麻醉方法采用静吸复合麻醉(此方法不仅可尽量减少麻醉对 SEP 监测结果的影响, 还可提高总麻醉效能, 从而保证手术的顺利进行^[11]), 全程根据脑电双频指数(bispectral index, BIS) 目标值(40~60)、血压、心率(波动 $\pm$ 20%)等指标综合判断, 调整丙泊酚、舒芬太尼靶控浓度及顺苯磺酸阿曲库铵泵注速率维持麻醉深度。

1. 电流刺激时间点: 监测时间点为 T2(切皮前)、T3(置入椎间融合器前)、T4(缝合结束)。

2. 监测设备及方法: 采用 10 通道 Medelec Synergy 术中监护系统, 参考电极置于前额 Fz 点, 记录针电极放置于顶颞 Cz 点, 接地电极置于记录与参考电极之间, 刺激电极置于胫后神经在踝部的体表投影处。采用方波脉冲, 波宽 0.2~0.3 ms, 刺激频率 2.3 Hz, 叠加次数 200 次。切皮前给予 3 次电刺激, 取 3 次均值作为参考基线, 椎弓根钉植入开始每 3 min 给予 1 次刺激, 椎管减压开始给予连续刺激, 冲洗后、缝合前给予数次刺激, 查验脊髓神经有无血肿压迫。T2、T3 和 T4 时间点, 分别连续给予 3 次神经电刺激, 每个时间点、每次神经刺激间隔 5 s。

3. 刺激强度: 电刺激强度安全范围为 20~50 mA^[12]。4 组患者分别采用 20 mA、25 mA、30 mA 和 40 mA 刺激强度的电流刺激。

三、彩色多普勒超声血流探测

采用 M-Turbo 彩色多普勒超声诊断仪, 检测不同电流刺激强度下股总静脉和腘静脉的峰值血流速度。采用高频线阵探

头, 探头频率 5~12 MHz。俯卧位时采集腘静脉血流速度, 患者踝部统一垫以 20 cm 高度的海绵垫, 翻身更换为仰卧位后, 采集股浅静脉血流速度, 保持双下肢的自然伸直状态。血流探测时间点分别为 T1(麻醉完成后, 未予以电流刺激)、T2、T3 和 T4。术毕均予以穿着及膝弹力袜。

四、DVT 超声诊断

术后即刻及术毕 24 h, 采用彩色多普勒超声检测统计 DVT 的发生率。DVT 诊断时间点分别为 T4 及 T5(术后 24 h)。

五、统计学方法

采用 SPSS 16.0 版统计学软件包进行数据处理, 计量资料采用($\bar{x} \pm s$)形式表示, 多组比较采用 F 检验, 组间比较采用单因素方差分析, 两两比较采用 t 检验、SNK- q 检验。计数资料采用百分数(%)进行描述, 组间比较采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

结 果

一、各组患者股总静脉、腘静脉血流速度比较

4 组患者股总静脉、腘静脉 T1 时间点的血流速度比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。与组内 T1 时间点比较, 4 组患者股总静脉、腘静脉 T2、T3、T4 时间点的血流速度均较高($P < 0.05$)。与 20 mA 组、25 mA 组同时时间点比较, 30 mA 组、40 mA 组的股总静脉血流速度较高($P < 0.05$)。在 T2 时间点, 30 mA 组、40 mA 组的腘静脉血流速度较 20 mA 组、25 mA 组高($P < 0.05$)。T3、T4 时间点, 30 mA 组腘静脉的血流速度高于 25 mA 组, 25 mA 组腘静脉的血流速度均高于 20 mA 组($P < 0.05$)。30 mA 组与 40 mA 组腘静脉血流速度比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。详见表 2、表 3。

表 2 不同强度胫后神经电刺激对股总静脉血流速度的影响(cm/s , $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	T1	T2	T3	T4
20 mA 组	30	13.17 $\pm$ 1.25	18.02 $\pm$ 2.60 ^a	17.22 $\pm$ 2.18 ^a	16.47 $\pm$ 2.08 ^a
25 mA 组	30	13.08 $\pm$ 1.32	18.42 $\pm$ 2.94 ^a	17.74 $\pm$ 2.80 ^a	16.86 $\pm$ 1.87 ^a
30 mA 组	30	13.37 $\pm$ 1.53	20.13 $\pm$ 3.73 ^{abc}	19.41 $\pm$ 3.48 ^{abc}	18.77 $\pm$ 3.14 ^{abc}
40 mA 组	30	13.25 $\pm$ 1.47	20.68 $\pm$ 3.57 ^{abc}	20.12 $\pm$ 3.26 ^{abc}	19.49 $\pm$ 3.17 ^{abc}

注: T1 表示麻醉完成后; T2 表示切皮前; T3 表示置入椎间融合器前; T4 表示缝合结束时; 与组内 T1 比较, ^a $P < 0.05$; 与 20 mA 组同时时间点比较, ^b $P < 0.05$; 与 25 mA 组同时时间点比较, ^c $P < 0.05$

表 3 不同强度胫后神经电刺激对腘静脉血流速度的影响(cm/s , $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	T1	T2	T3	T4
20 mA 组	30	10.86 $\pm$ 0.68	15.46 $\pm$ 0.90 ^a	14.06 $\pm$ 1.99 ^a	13.37 $\pm$ 2.12 ^a
25 mA 组	30	10.82 $\pm$ 0.96	15.94 $\pm$ 1.52 ^a	15.08 $\pm$ 1.71 ^{ab}	14.75 $\pm$ 1.73 ^{ab}
30 mA 组	30	10.99 $\pm$ 1.13	16.68 $\pm$ 1.47 ^{abc}	16.31 $\pm$ 1.92 ^{abc}	16.03 $\pm$ 2.06 ^{abc}
40 mA 组	30	10.90 $\pm$ 1.01	16.86 $\pm$ 1.22 ^{abc}	16.52 $\pm$ 1.78 ^a	16.26 $\pm$ 2.12 ^a

注: 与 20 mA 组同时时间点比较, ^b $P < 0.05$; 与 25 mA 组同时时间点比较, ^c $P < 0.05$

二、各组患者术后 DVT 发生情况

20 mA 组术毕确诊 DVT 2 例, 术后 24 h 确诊 DVT 2 例; 25 mA 组术毕无 DVT 发生, 术后 24 h 确诊 1 例; 30 mA 组和 40 mA 组术毕和术后 24 h 均无 DVT 发生。

三、各组患者术后下肢不适症状

40 mA 组有 9 例患者出现小腿酸痛不适感, 2 例患者于术后 24 h 仍存在轻微不适感, 术后 3 d 消失, 其余 7 例患者不适感在术后 24 h 自行消失, 余各组患者均未有新增不适。

讨 论

外科手术患者在无下肢收缩辅助的情况下, 静脉回流只能靠回流量及静脉瓣的共同作用^[13-14]。脊柱手术大多数需要全身麻醉、俯卧位, 术中腹内压增高, 极易导致腹腔、盆腔静脉内血流缓慢。研究证明, 对足底肌肉或腓肠肌给予中等强度的电刺激, 可引起肌肉收缩, 进而加快股静脉和腘静脉的血流速度^[15]。本研究中, T1 时间点 4 组患者的血流速度比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。与组内 T1 时间点比较, 4 组患者股总静脉、腘静脉 T2、T3、T4 时间点的血流速度均增高 ($P<0.05$)。提示胫后神经电刺激可以增加下肢深静脉血流速度。

Broderick 等^[16]研究显示, DVT 患者接受电刺激后最大静脉血流速度可增加 200%, 平均静脉血流速度可增加 60%, 流量增加达 60%。本研究中, 40 mA 组接受胫后神经电刺激后, T2 时间点血流速度较 T1 时间点增加 50%~120%, 最大血流速度与 Broderick 的研究结果有差距, 可能与刺激强度未选择最大安全刺激强度有关。T3、T4 时间点的血流速度与组内 T2 时间点比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 这可能与 PLIF 采用全身麻醉, 尤其是同时采用了控制性低血压技术有关。随着手术时间的增加, 虽有电流刺激的叠加效应, 但下肢长时间制动仍可消减此种效应。

20 mA 组 T4 及 T5 时间点超声检测有 2 例 DVT 发生; 25 mA 组 T4 时间点无 DVT 发生, T5 时间段有 1 例 DVT 发生; 30 mA、40 mA 组 T4、T5 时间点均无 DVT 发生, 表明在 30 mA 和 40 mA 电流刺激强度下, 血流速度随着刺激强度的增加而加快, 但在预防 DVT 的效果上, 差异无统计学意义。研究证实, 高强度的电流刺激可导致较强的小腿肌肉收缩, 而快速肌肉收缩可以导致肌肉痉挛^[16]。术后随访 40 mA 组有部分患者主诉小腿存在不适感, 故本研究建议, 在预防 DVT 时, 选用 30 mA 的电流刺激强度为佳。

本研究不足之处: ①本研究纳入病例数量有限, 所得结果还需大样本多中心研究进行验证; ②股静脉和腘静脉频谱随呼吸、心跳波动较大, 部分甚至出现负向波, 而采用最大正向血流速度能否反映静脉的平均速度还有待商榷; ③由于静脉的解剖特性, 探头加压的力度以及测量角度均会对静脉内径和速度的测量产生影响, 可能导致测量误差。

参 考 文 献

- [1] 宋枬. 凝血因子 XI 及其基因多态性与深静脉血栓形成关系的研究进展[J]. 中华骨科杂志, 2016, 36(10): 634-639. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2016.10.009.

- [2] 牛鹿原, 张欢, 张福先. 急性下肢深静脉血栓发生症状性肺栓塞的预测[J]. 中华普通外科杂志, 2017, 32(5): 415-417. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-631X.2017.05.011.
- [3] 孙明利, 冯亚平, 黄俊. 住院患者深静脉血栓形成的临床特征[J]. 中华内科杂志, 2017, 56(12): 914-918. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2017.12.005.
- [4] De Maeseneer MG, Bochanen N, van Rooijen G, et al. Analysis of 1,338 patients with acute lower limb deep venous thrombosis (DVT) supports the inadequacy of the term "proximal DVT" [J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2016, 51(3): 415-420. DOI: 10.1016/j.ejvs.2015.11.001.
- [5] Mackman N. New insights into the mechanisms of venous thrombosis [J]. J Clin Invest, 2012, 122(7): 2331-2336. DOI: 10.1172/JCI60229.
- [6] Oda T, Fuji T, Kato Y, et al. Deep venous thrombosis after posterior spinal surgery [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2000, 25(22): 2962-2967. DOI: 10.1097/00007632-200011150-00019.
- [7] Kearon C. Natural history of venous thromboembolism [J]. Circulation, 2003, 107(1): 122-130. DOI: 10.1055/s-2001-14539.
- [8] Behraves S, Hoang P, Nanda A, et al. Pathogenesis of thromboembolism and endovascular management [J]. Thrombosis, 2017, 6(1): 3039713. DOI: 10.1155/2017/3039713.
- [9] Scibilia A, Raffa G, Rizzo V, et al. Intraoperative neurophysiological monitoring in spine surgery: a significant tool for neuronal protection and functional restoration [J]. Acta Neurochir Suppl, 2017, 124(1): 263-270. DOI: 10.1007/978-3-319-39546-3_38.
- [10] Zanatta P, Bosco E, Comin A, et al. Effect of mild hypothermic cardiopulmonary bypass on the amplitude of somatosensory-evoked potentials [J]. J Neurosurg Anesthesiol, 2014, 26(2): 161-166.
- [11] Li Y, Meng L, Peng Y, et al. Effects of dexmedetomidine on motor- and somatosensory-evoked potentials in patients with thoracic spinal cord tumor: a randomized controlled trial [J]. BMC Anesthesiol, 2016, 16(1): 51. DOI: 10.1097/ANA.000000000000016.
- [12] 王丽薇, 孟秀丽, 郭向阳, 等. 不同浓度七氟醚对脊髓手术中躯体感觉诱发电位的影响 [J]. 中华医学杂志, 2015, 95(10): 753-756. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2015.10.008.
- [13] Williams JR, Little MT, Kramer PA, et al. Incidence of preoperative deep vein thrombosis in calcaneal fractures [J]. J Orthop Trauma, 2016, 30(7): 242-245. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000568.
- [14] Lin CH, Chen WL, Du CH, et al. Prevention of deep vein thrombosis and pulmonary embolism [J]. Intensive Care Med, 2015, 16(9): 1330-1334. DOI: 10.1016/j.mpaic.2015.06.017.
- [15] Pietsch M, Kuhle J, Hamer H, et al. Mechanical versus drug prevention of thrombosis after total hip endoprosthesis implantation. a randomized, controlled clinical study [J]. Biomed Tech (Berl), 2003, 48(7-8): 207-212. DOI: 10.1515/bmte.2003.48.7-8.207.
- [16] Broderick BJ, Kennedy C, Breen PP, et al. Patient tolerance of neuromuscular electrical stimulation (NMES) in the presence of orthopaedic implants [J]. Med Eng Phys, 2011, 33(1): 56-61. DOI: 10.1016/j.medengphy.2010.09.003.

(修回日期: 2019-09-03)

(本文编辑: 凌 琛)