

琉球大学学術リポジトリ

[原著] 大動脈手術時の総腓骨神経刺激による体性感覚誘発電位(SEP)の安定性と信頼性の検討

メタデータ	言語: 出版者: 琉球医学会 公開日: 2010-07-02 キーワード (Ja): キーワード (En): somatosensory euoked potential, monitorring, aortic aneurism 作成者: 白石, 一雅, 平良, 豊, 濱田, 哲, 磯, 淳典, 島袋, 泰, 寺田, 泰蔵, 小笠原, 隆行, 伊波, 寛, 奥田, 佳朗, Shiraishi, Kazumasa, Taira, Yutaka, Hamada, Satoshi, Iso, Atsunori, Shimabukuro, Tai, Terada, Taizoh, Ogasawara, Ryukoh, Iha, Hiroshi, Okuda, Yoshiaki メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002015838

大動脈手術時の総腓骨神経刺激による 体性感覚誘発電位(SEP)の安定性と信頼性の検討

白石 一雅、平良 豊、濱田 哲、磯 淳典、島袋 泰
寺田 泰蔵、小笠原隆行、伊波 寛、奥田 佳朗

琉球大学医学部麻酔科学講座

(1993年3月9日受付、1993年9月7日受理)

はじめに

体性感覚誘発電位(Somatosensory evoked potential,以後SEP)は非侵襲的に脊髄から大脳に至る神経伝導路の機能を測定できることから、心血管外科の手術中の脳、脊髄のモニターとして用いられる様になった¹⁾。手術中のモニターとしてのSEPは手技的には困難ではないが、手術室の環境(特に手術機器からのノイズ)、患者の状態(体温、麻酔の深度や種類)により大きく影響を受け、しばしばSEP波形の描出に失敗したり不完全なSEP波形しか得られない場合がある。この研究の目的は、我々がこれまでに大動脈手術中にSEPを行った16例について調べ、SEP波形の中で最も安定し再現性の高い頂点を同定すること、及びその頂点を基準とする電位変化の信頼性について検討することである。

対象と方法

1989年10月から1991年12月までに人工血管置換術を行った胸部腹部大動脈瘤患者16人について手術中にSEPの測定を行った。

患者は年齢35歳から74歳で大動脈瘤はDe-bakeyの分類で3b:14例、1b:2例であった。

症例はすべて予定手術で、術前に四肢麻痺などの神経障害は認められなかった。

定型的術前処置の後、手術室に入室し、フェンタニール、ジアゼパム、ベクロニウムまたはサクシニルコリンを用いて麻酔を導入し、気管内挿管後患者の体位を決定してから右膝窩部外側の総腓骨神経上皮膚面に刺激電極を置いた。刺激は100V、2Hz、duration 0.2msecで行い、刺激に対応した右足関節の背屈運動により刺激部位が適切であることを確認した。基準電極として陽極を耳朶に置き、陰極を頭頂部(Cz)の後方2cm(Cz')に置いてSEPを導出し、256回加算した。周波数帯域は2Hz~1KHzとした。SEPの測定には2チャンネル誘発電位測定装置(日本光電社製Neuropack II)を用いた。

手術開始前にcontrolとしてSEP波形を記録し、以後30分毎に記録した。大動脈遮断中は必要に応じて10~15分毎に記録した。N₂-P₂間の電位差がcontrolの50%以下に減少した場合に有意の波形変化とした²⁾。

結 果

controlで得られたSEP波形の典型的なサンプルを図1に示した。縦軸は電位を示し、単位は

表1. 各波形の出現率(例数13)

	N1	P1	N2	P2	N3
導入後	0.88	0.94	1.00	0.94	1.00
大動脈遮断後	0.75	0.75	0.75	0.68	0.68
遮断解除後	0.75	1.00	1.00	1.00	0.88

表2. 大動脈遮断時、解除後のN2の電位差の変化

電位差変化	大動脈遮断直後	遮断解除後
変化なし	10	13
変化あり	4	1
その他	2	2

0.625 μ V / div、横軸は時間で単位は 20 msec / div である。これはKimuraら⁵⁾の示した腓骨神経刺激によるSEP波形とよく一致した波形であり、彼らの命名に従いN₁、P₁、N₂、P₂、N₃とした。controlでの各頂点の平均潜時はN₁: 19.9msec、P₁: 34.1msec、N₂: 47.5msec、P₂: 70.5msec、N₃: 125.2msecであった(図2)。この中で最も潜時が一定している頂点はN₂で、その標準偏差は最も小さく5.34msecであった。control時、大動脈遮断後、遮断解除後の各時点におけるそれぞれの頂点の出現率はN₁:0.88、0.75、0.75、P₁:0.94、0.75、1.00、N₂:1.00、0.75、1.00、P₂:0.94、0.75、1.00、N₃:1.00、0.68、0.88で、N₂の頂点が高頻度で出現率が高く、次いでP₁、P₂の順であった(表1)。

SEPの振幅は常にN₂-P₂間の電位差が最も大きかった。したがって術中のSEPの振幅変化を比較する際はN₂-P₂間の電位差を用いた。大動脈遮断直後に電位差に有意の変化(電位低下)を示したものが4例あり、その内の3例では遮断解除後に回復した。しかしながら残りの1例では遮断解除後も電位の回復が見られないままであった。また手術途中からノイズの混入のため変化の判定が出来ないものが2例あった(表2)。図3は大動脈遮断直後に電位差が著明に低下し、遮断解除後に回復した例のSEP波形の推移

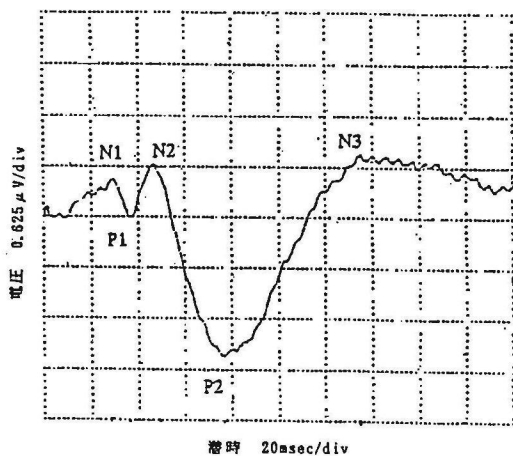


図1. control時のSEP波形

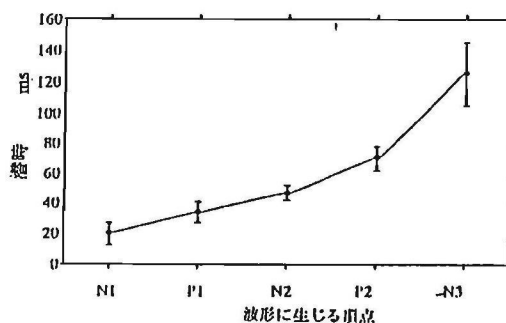


図2. 各波形の潜時

を示したものである。当院の外科では胸部下行大動脈瘤の場合可能な限り肋間動脈を再建する方針をとっているが、実際に肋間動脈を再建したのは16例中9例で、残りの7例では人工血管置換部位が短い、肋間動脈が閉塞しているまたは再建不能の状態であるという理由から再建が行われていなかった。肋間動脈再建を行わなかった7例の内3例で大動脈遮断後に電位低下が起こり、その内の1例は遮断解除後も回復していない。

今回調べた16例では脊髄虚血によると思われる術後神経障害はみられなかった。しかし1例で術後一過性ではあるが末梢性の右腓骨神経麻痺による右足関節の下垂がみられた。

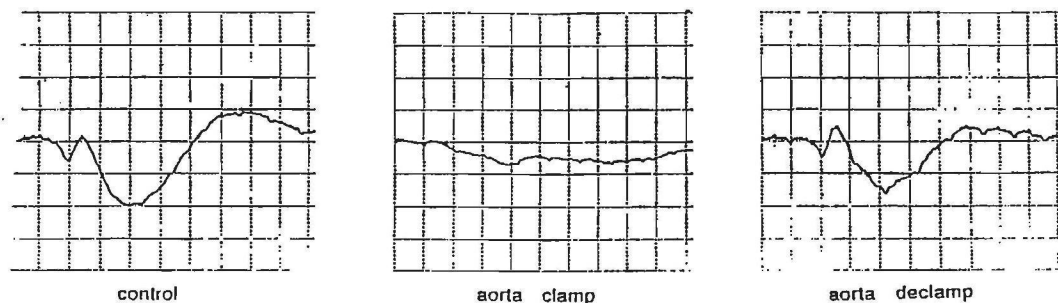


図3. 各時点における波形の変化

考 察

SEPは非侵襲的に脊髄から大脳にいたる神経伝導路の機能を測定できることから心血管外科の手術中のモニターとして有用であり最近普及してきた。手術中のモニターとしてのSEPの問題点の一つは、手術室の環境からのノイズ、体温、血圧、麻酔の深度や種類により影響を受けるということである^{4,6)}。そのため、しばしばSEP波形の描出に失敗したり不完全なSEP波形しか得られない場合がある。このような場合でも実際の臨床の場においては最低限の情報は得なければならない。したがって、手術中のSEP波形の中で最も安定し再現性の高い頂点を同定することは重要なことであるが、このような観点から手術中のSEP波形を解析した報告はみあたらない。我々は大動脈手術中にSEPを行った16例について調べたところ、N₂ (潜時47.5 msec)の頂点は最も出現率が高く、潜時が最も安定していることが明かとなった。したがって手術中のSEPの潜時の変化を評価する時はN₂について判定することが望ましいと思われる。N₂に次いで出現率が高いのはP₁、P₂であった。振幅変化を評価するとすればP₁-N₂かまたはN₂-P₂のいずれかを測定すればよいと考えられるが、N₁-P₁-N₂の波形の周波数は約40Hzで交流に近いこと、またP₁-N₂間の電位差は比較的小さいことからノイズの影響を受けやすい。したがって電位差変化を評価するには、比較的周波数が低く、振幅の大きいN₂-P₂間の電位差を測定した方がよいと思われた。SEPの各頂点の起源については未だ不明な点が多いが、脛骨

神経刺激によるSEPの第一次反応の成分について調べた徳橋ら⁷⁾の研究ではP₃₈、N₄₆は足部の感覚領野に最も大きな振幅を示す成分で、N₄₆は細い有髄性神経によるインパルスを反映していると述べている。このP₃₈、N₄₆は我々のP₁、N₂に一致するものと思われる。

我々がSEPを行った16例では術後に脊髄障害を残したものはなかったが、N₂-P₂間の電位差は大動脈遮断直後に有意の低下を示したものが4例あり、その内の3例では遮断解除後に回復している。これは大動脈遮断中に神経伝導路に虚血性の可逆的障害が生じたことを示唆している。大動脈遮断解除後も電位差が回復しなかった1例は肋間動脈の再建を行わなかった例であるが、術後障害を残していないことから、側副血行により脊髄血流が回復したものの機能回復には時間を要したものと考えられる。一方、大動脈遮断による脊髄虚血は解剖学的に脊髄の前半分すなわち運動路に生じやすいため、体性感覚路の機能を見るSEPが正常であっても術後運動障害を起こし得る可能性が示唆されている^{2,4)}。また大動脈遮断時は脊髄虚血のみならず末梢神経の虚血の可能性もある。障害部位が末梢神経なのか中枢神経なのかの鑑別はSEPだけでは不可能である。したがって術後脊髄障害の予防、早期発見のためのモニターとしてのSEPには自ずから限界がある。岡本ら⁸⁾は術中脊髄モニタリングとして脊髄誘発電位を報告している。これは末梢神経の障害の影響を受けずに脊髄虚血のモニタリングが可能で、SEPよりもより鋭敏であるといわれているが、反面頸椎と腰椎の硬膜外腔に電極を挿入する必要があり準備

に時間がかかること、また体外循環等でヘパリンを使用する場合は硬膜外血腫の危険性があることから日常臨床では推奨できない方法である。侵襲が少ないという利点を考えればSEPに代わる方法はないのが現状である。したがって上記したようなSEPの限界を踏まえたうえでその変化を判読し術者に伝える事によって術式選択の参考になれば有用かと思われる。

我々の行った16例中SEP波形の判読不能となったものが2例あった。これはおそらく患者の接地が不十分、刺激電極の乾燥、手術・麻酔機器からのノイズの混入等の原因によると思われる。SEPに影響を及ぼす因子は、血圧、麻酔薬、体温、PaO₂低下、PaCO₂の低下または上昇、交流の混入、電気メスのノイズなどがあげられる^{9, 11)}。したがってこれらの因子を出来る限り除去、あるいは一定にして測定を行うことがテクニカルエラーを減らし、この検査の信頼性を向上させるための要点である。

SEPは侵襲の少ないモニターといわれているが、1例で術後一過性ではあるが末梢性の右腓骨神経麻痺による右足関節の下垂がみられた。この原因として刺激電極による長時間の神経圧迫が考えられる。したがって刺激電極の固定時には過度の神経圧迫とならぬようスポンジなどを当てるような工夫が必要であると思われた。

結 論

1. 胸部大動脈瘤に対する人工血管置換術後の虚血性脊髄障害の予防と早期発見の目的で行った体性感覚誘発電位(SEP)の解析を行った。
2. 手術中のSEP波形の各頂点の内、N₂が最も出現率が高かった。SEPの振幅の測定はN₂-P₂間で行うことが適切であると思われた。
3. 大動脈遮断によると思われるSEPの振幅低下が見られ、一過性の脊髄虚血が疑われたが術後脊髄障害はみられなかった。

文 献

- 1) 高木 治、奥村福一郎：胸部大動脈瘤手術における体性感覚誘発電位による脳脊髄機能モニター、麻酔 34 : 1594 ~ 1600,

1986.

- 2) Szilagyi, D. E., Hageman, J. H., Smith, R. F., and Elliott, J. P. : Spinal cord damage in surgery of the abdominal aorta, *Surgery* 83 : 38~56, 1978.
- 3) 飯島みち子、小田切徹太郎、徳武 巖、関仁誌、清野 誠一：術中SEPが消失し、左半身麻痺を起こした人工心肺併用開心術の一例、臨床脳波 30 : 826~828, 1988.
- 4) 高木 治：大血管遮断時の神経機能モニタリングに関する研究、麻酔と蘇生 26 : 15~26, 1990.
- 5) Kimura, J., Yamada, T., and Kawamura, H.: Central Latencies of Somatosensory Evoked Potentials, *Arch Neurol.* 35 : 683 ~ 688, 1978.
- 6) 友田 宏幸、平田 郁雄、柴崎 浩、伊藤翼、十時 忠秀：心・大血管手術中の脊髄・大脳誘発電位変化・主として低血圧に伴う変化について、臨床脳波 29 : 302 ~ 308, 1987.
- 7) 徳橋 泰明、佐藤 勤也、町田 正文、長岡 武志：脛骨神経刺激によるSEPsの第1次反応の成分について、臨床脳波 28 : 399~405, 1986.
- 8) 岡本 弦、守屋 秀繁、今井 克己、村上正純、出沢 明、吉永 勝訓、村上 淳、中川 武夫：大動脈瘤手術に対する術中脊髄モニタリング、臨床脳波 31 : 367 ~ 372, 1989.
- 9) Grundy, B. L.: Intraoperative monitoring of sensory evoked potentials, *Anesthesiology* 58 : 72~87, 1983.
- 10) Pathak, K. S., Brawn, R. H., Cascorbi, H. F., and Nash, C. L.: Effects of fentanyl and morphine on intraoperative somatosensory cortical-evoked potentials, *Anesth. Analg.* 63 : 833~837, 1984.
- 11) Peterson, D. O., Drummond, J. C., and Todd, M. M., : Effects of halothane, enflurane, isoflurane and nitrous oxide on somatosensory evoked potentials in humans, *Anesthesiology* 65 : 35~40, 1986.

Stability of Somatosensory Evoked Potential during Aortic Surgery by Peroneal Nerve Stimulation

Kazumasa Shiraishi, Yutaka Taira, Satoshi Hamada,
Atsunori Iso, Tai Shimabukuro, Taizoh Terada,
Ryukoh Ogasawara, Hiroshi Iha and Yoshiaki Okuda

Department of Anesthesiology, Faculty of Medicine,
University of the Ryukyus

Key words : somatosensory evoked potential, monitoring, aortic aneurism

ABSTRACT

Somatosensory evoked potentials (SEP) recorded at the scalp by stimulation of the peroneal nerve at the knee were monitored during surgery of the thoracic or thoracoabdominal aortic aneurysm in 16 patients. Five SEP peaks (N1, P1, N2, P2, N3) were identified in a majority of the subjects. Of the 5 peaks of the wave form, we found that N2 was the most stable point, and adopted potential differences between N2 and P2 to compare the amplitude change of SEP wave during surgery. The amplitude of the SEP wave was unchanged after cross clamping of the aorta in 10 patients, and decreased in 4 patients. No postoperative neurological complications caused by ischemia were recognized in any patient. This suggested that SEP changes during surgery might indicate that there is reversible ischemic damage to the brain, spinal cord, or peripheral nerves. we concluded that the N2 is the most appropriate peak assess the SEP.