歯髓の電気刺激による頭皮上誘発電位に対する針麻酔の効果

藤本 洋

Effect of acupuncture on scalp potential evoked by electric tooth pulp stimulation

Hiroshi FUJIMOTO

I. 緒 言

針麻酔は1958年、中国での成功が報告されて以来^{1,2)} 世界各国で数多くの追試報告がなされており、著者らも、口腔外科領域の手術³⁾、疼痛治療⁴⁾などに針麻酔を応用し、ある程度効果があることを認めた。針が鎮痛効果を有することは古くから経験的に知られていたにもかかわらず、その医学的評価は低かった。しかし、中国での針麻酔の成功が大きく報道されてから、針麻酔は副作用が少なく、痛覚のみをほぼ選択的に、しかも容易に抑制するとして注目を集めた。しかし、その効果は不安定で、科学的裏付けが十分ではなく、作用機序解明についても、各方面でようやくその緒に付いたところである。そこで著者は、歯髓に発する感覚は人ではもっぱら痛覚であるといわれているのに注目し、これを研究に利用することを考えた。

人の歯牙に、強い電気刺激を与え、その結果中枢神経内に惹起される主要な電位変動は痛みに関連したものである可能性が高い。そこで通常の脳波を記録する方法で頭皮上より誘発電位を得ることができれば、痛みに対する針麻酔の効果を客観的に定量化するためのよい指標となると思われるので実験を行った。

II. 実 験 方 法

実験は、健康成人で、上顎前歯部に健康歯髓を有する成人男子41名、無髓歯を有する成人男子3名を対象とした。

刺激電極は刺激電流を歯髓に局限させうるように同一

愛知学院大学歯学部第2口腔外科学教室（主任：河合 幹教授）
Second Department of Oro-maxillo-facial Surgery,
School of Dentistry, Aichigakuin University (Chief:
Prof. Tsyuoshi Kawai)

受付日：昭和53年2月14日

前歯歯冠の唇側および舌側に置いた。この電極は直径3～4 mm で歯の表面に電極糊とともに貼付けし、あらかじめ作製しておいたセルロイドシーネで歯列全体をおおるように被覆して電極を固定した。電極抵抗は30～70 k Ω であった。なお刺激電流が歯肉へ滑走しないように、唾液の侵入を防ぐためのラバーダム防湿を施した(図1)。

被験者は、シールドルーム内で閉眼、安静に仰臥させた。電気刺激は、被験者の耐えうる最大強度の0.1 msec

図1 歯に刺激電極を装着固定する方法を示す図

図2 実験のブロック・ダイアグラム
電子管刺激装置より被験者に刺激を与えると同時に、加算平均装置を掃引させるようにした。

の矩形波を、電子管刺激装置（日本光電製 SEN-110 型）を用いて与え、痛み刺激とした。この時の電流量は 3.3 ~ 8.8 mA（平均 5.02 mA）であった。

誘発電位導出のためには、脳波用針電極（または銀血電極）を用い、おもに単極（時に双極）誘導し、増幅器（日本光電製 Multipurpose Polygraph RM 150 型）、

図 3 誘発電位を分析する方法を示す図

点線は無刺激時の背景脳波を 200 回加算した時の振幅を 2 倍したものでこの点線より大きな電位変動を、誘発電位 (E.P.) とした。

加算平均装置（日本光電製 ATAC 501-10 型）を用いて、200 回加算平均を行い、ブラウン管オシロスコープに得られた波形を写真撮影した（図 2）。

このようにして得られた電位変動の波形を、図 3 のごとく、無刺激時の背景脳波を 200 回加算平均した波形の最大振幅の (a) を 2 倍した幅 (2a) を基線を中心にして上下にとり、これより大きな電位変動を誘発電位 (E.P.) とした（図 3）。得られた誘発電位については潜時・振幅について分析を行った。

誘発電位が得られた被験者 13 名 47 試行に針麻酔を行った。針麻酔の方法は、刺激歯牙と同側の顔面の経穴 3 か所（四白・人中・迎香）および反対側の合谷・三間に針刺し、中国製針麻酔器 6-27-7 型および BT-701 型を参考にした自家製針麻酔器を用い、7 ~ 10V、2 ~ 3 Hz で通電した。

さらに、針麻酔による自覚的な痛覚閾値の変化と、誘発電位の相関を調べるため、被験者 5 名に、歯（陽極）・口唇（陰極）で電気刺激を加え、針麻酔経過中の痛覚閾値の変化を、歯髄診断器 (Malk 製 Dentotest) を用いて測定し、誘発電位との関係について検討した。

図 4 歯の電気刺激による頭皮上誘発電位の出現頻度とその振幅を示す図

図 a：出現頻度を表わし、横軸は潜時、縦軸は試行数を表わす。

図 b：振幅を表わし、横軸は潜時、縦軸は試行数を表わす。

図 5 頭皮上誘発電位の導出部位を示す図

積層円錐は誘発電位の出現頻度を示す（ ∇ の線 1 本が 2 個）同側，反対側は刺激部位と記録部位の関係を示す。T₁、T₂ は Silverman⁶⁾ による。その他は 10-20 方式⁵⁾ による。

III. 実験結果

1. 頭皮上誘発電位について

頭皮上誘発電位は、被験者 44 名について 154 試行中 36 名 99 試行で得られた。得られた誘発電位の頂点潜時は、10～193 msec の範囲であったが、20～40 msec であることが最も多く、潜時の長いものほど出現頻度が漸時減少した（図 4 の a）。

振幅は 10.2～23.4 μ V であったが、潜時 80 msec までのものは比較的小さく、それより長潜時のもの、特に 160～180 msec のものは大きな振幅を示した（図 4 の b）。

i) 頭皮上誘発電位の導出部位

電極配置については、種々試みた結果、誘発電位が得られるのは、10-20⁵⁾ 方式の T₃・T₄、F₇・F₈ および Silverman による T₁⁶⁾・T₂ を中心とした部分であることがわかった。誘発電位は刺激と同側および対側ともに記録できたが、対側でより多く記録し得た（91 : 52）（図 5）。

ii) 頭皮上誘発電位に対する検討

記録した誘発電位が歯髄以外の感覚入力または顔面表情筋や頸部の筋などの反射性放電またはそれによる電極の動揺に由来するかもしれないので、次の 4 点について実験を行い検討した。

（a）歯肉への電流滑走により、歯肉内の感覚神経が刺激された結果である可能性があるため、被験者 3 名 3 例について、誘発電位が得られることを確認したあと、刺激歯牙根尖部に 2% 塩酸リドカイン 0.5 cc を用いて浸潤麻酔を行ったところ、3 例ともに浸潤麻

背景脳波活動の加算平均値

図 6 頭皮上誘発電位が得られた被験者の刺激歯牙の根尖部に 2% 塩酸リドカイン 0.5 cc を浸潤麻酔した時の頭皮上誘発電位の変化を示す。

酔後 15～30 分に誘発電位に相当する電位変化は認められず、また、浸潤麻酔 60 分後には、3 例とも誘発電位が回復した（図 6）。ゆえにこの誘発電位には、歯髄からの求心性線維がおもに関与していると考えられる。

（b）歯髄以外の刺激による可能性をさらに明確に除外するために、誘発電位が得られた被験者のうち、無髄歯を有するもの 3 名に電気刺激を与えて記録したところ、3 例ともに誘発電位に相当する電位変化は認められなかった（図 7）。ゆえに得られた誘発電位は、

歯周組織刺激によるものではないと考えられる。

(c) 痛み刺激に対して反射性に惹起された眼球運動図を記録している可能性、あるいは眼輪筋などの放電または収縮による記録電極の動揺による変化を誘発電位として誤認している可能性を検討するために、被験者3名の眼球周辺に記録電極を置き、歯に電気刺激を与えて、その電位変化を記録したところ、3例ともに誘発電位に相当する電位変化は認められなかった(図8)。ゆえに上記の可能性は否定できるのではないかと考えられる。

(d) 頸部や後頭部の筋の放電またはそれらの収縮による電極の動揺が原因であるかもしれないので、後

頭部に置いた電極から電位変化を記録した。前側頭部で誘発電位が得られた場合には、後頭部に置いた電極からも、振幅は同じ位ではあるが、潜時の遅い電位変動が得られることもあった。しかし、前側頭部では電位変動は得られなくとも、後頭部では誘発電位とは似ていない電位変動が得られる場合があった。ゆえに、この結果より、痛みに対する頸の反射運動による可能性は少ないと考えられる。

2. 頭皮上誘発電位に及ぼす針麻酔の影響

頭皮上誘発電位が得られた被験者13名47試行に針麻酔を行ったところ、被験者11名41試行に針麻酔が有効であった。針麻酔が有効な場合には、自覚的な痛覚閾値の上

図7 同一被験者の無髄歯と有髄歯に電気刺激を与えた時の電位変動を示す。

図8 歯に電気刺激を与えて、眼窩の上下とT₁-T₇に記録電極を置いて得た電位変動を示す。

図9 針麻酔が有効な場合の200回加算した頭皮上誘発電位の変化を示し、針麻酔30分後に頭皮上誘発電位が消失し、終了後15分で誘発電位が回復した例。

図10 針麻酔による自覚的痛覚閾値上昇と頭皮上誘発電位の関係を表わす図で、横軸は、針麻酔前の痛覚閾値を基準とし、針麻酔後の痛覚閾値の変化を示し、縦軸は、頭皮上誘発電位に対する針麻酔の抑制の程度を示す。

図 11 針麻酔による頭皮上誘発電位の抑制の頻度および程度を表わす図で、横軸は潜時、縦軸は%を表わす。

昇とよく平行して頭皮上誘発電位の消失、または振幅の低下を認めた (図 9)。図 9 にその 1 例を示す。針麻酔開始 30 分後に自覚的な痛覚閾値の上昇とともに、頭皮上誘発電位が消失し、針麻酔終了後 15 分で、頭皮上誘発電位および自覚的な痛覚閾値ともに、針麻酔前とほぼ同様な水準にまで回復した。

針麻酔による自覚的な痛覚閾値の上昇については、全例とも針麻酔開始 15 分後位より痛覚閾値が 1.2~6 倍上昇し、1 例を除いて針麻酔終了後 15 分で、痛覚閾値が針麻酔前の値にほぼ回復しているのがみられ、自覚的にも針麻酔が有効であることが認められた (図 10)。針麻酔による痛覚抑制のない人では、頭皮上誘発電位に変化はみられなかった。

さらに頭皮上誘発電位の振幅が 50% 以上抑制され、同時に自覚的な痛覚抑制のあった人で、抑制の発現頻度と振幅抑制の程度について検討した。

抑制の発現頻度については、潜時 160~180 msec の誘発電位が抑制されることが最も多かったが、それ以外の潜時の誘発電位が抑制を受ける機会は 72~93% とほぼ均等であった (図 11 の a)。

振幅の抑制程度についても、66~85% で、抑制の発現頻度と同様に、各潜時間に大きな差は認められなかった (図 11 の b)。

IV. 考 案

著者は、本実験が、痛みに対する針麻酔効果の客観的指標になると考え、実験を行った。その結果、針麻酔により自覚的な疼痛閾値の上昇とよく平行して頭皮上誘発電位の振幅の抑制がみられ、本実験の目的は遂げられた。しかし、歯牙の刺激方法、頭皮上誘発電位の記録方法、およびその性質、針麻酔の生理学的機序等については十分に吟味しなければならない必要があることがわか

った。以下それらの問題点について考察を加える。

1. 刺激方法について

ヒト歯髄に電気刺激を与えるためには、被験歯を他の歯や、周囲組織から隔絶して、刺激電流が漏洩するのを防止しなければならず、そのためには従来はラバーダム防湿を行い、排唾管にて唾液を吸引し行っていたが、この方法では被験者は開口を強いられ、長時間の実験には不都合であった。一方、被験者の被刺激歯牙に窩洞形成を行い、窩洞内に刺激電極を埋入・固定すれば、刺激電極としては確実であるが、対象がヒトである場合には、この方法は望ましくない。

そこで本実験では、人体に組織損傷を残すことなく刺激電極を確実・簡単に装着する方法として、仰臥位では比較的唾液に触れず、また他の歯や周囲組織より隔絶しやすい上顎前歯を対象とした。被刺激歯牙を、ラバーダム防湿し、その上に、あらかじめ作製しておいたセルロイドシーネを装着し、刺激電極を固定する方法を用いた。この方法では、被験者は長時間開口を強いられることもなく、また電極の固定も確実で容易であった。

Chatrian⁸⁾ は歯に窩洞形成を行い、刺激電極を装着して、刺激電流が歯髄に局限するようにしている。Matthews⁹⁾ は歯冠の頬舌側に刺激電極を置き、双極で刺激しており、これは歯牙周囲組織や、歯根膜に電流が流れるのを防止でき、単極で刺激するよりも、より確実に歯髄を刺激できる利点があり、Mumford¹⁰⁾ も、歯冠の頬舌側に刺激電極を置いて歯牙を刺激した場合には、その刺激電流は歯冠歯髄のみを流れることを報告している。著者は得られた頭皮上誘発電位が歯髄刺激により生じたものであることを、無髄歯と浸潤麻酔を用いた実験により裏付けた。このことは Chatrian⁸⁾ もほぼ同様の結果を報告している。

2. 歯髄刺激による頭皮上誘発電位の波形について

ヒトの歯に電気刺激を加え、頭皮上誘発電位を記録した報告としては、Spreng ら¹¹⁾、Schmidt¹²⁾、Chatrian ら¹³⁾、佐野¹⁴⁾がある。Spreng ら¹¹⁾は潜時 75~120 msec に、Schmidt¹²⁾は 87.2±1.9 msec に主要な電位変動を有すると報告している。一方 Chatrian ら¹³⁾は、頭頂部で5相性の誘発電位を記録し、その頂点潜時は、38, 72, 134, 234, および 315 msec であり、また、刺激歯牙と反対側の中心後回下方より、潜時75および 108 msec の誘発電位を記録したと報告している。佐野¹⁴⁾も Chatrian ら¹³⁾とはほぼ同様の結果を報告している。

著者の結果では、潜時 20~40 msec の反応が最もよくみられ、80 msec まで漸時出現頻度が減少し、80~100 msec で出現頻度がやや増加し、以後 200 msec まで漸時出現頻度が減少した。著者の観察したこれらの頭皮上誘発電位は、Spreng ら¹¹⁾、Schmidt¹²⁾、および Chatrian ら¹³⁾、佐野¹⁴⁾の報告している電位変動の一部に相当すると思われるが、Chatrian ら¹³⁾の報告とはかなり相違する点が認められた。Chatrian ら¹³⁾は坐位の被験者の後頭部を不関電極として双極誘導しているため、痛みに対する運動系の反射的興奮に起因する電位変動を記録している危険性が大きいと考えられる。

動物の歯に電気刺激を与え、大脳皮質誘発電位を記録した報告としては、Hassel ら¹⁵⁾、Vycklicky ら¹⁶⁾、Shigenaga ら¹⁷⁾、Keller ら¹⁸⁾、堀田¹⁹⁾のものがあ、Hassel ら¹⁵⁾は 22 msec、Vycklicky ら¹⁶⁾は 11.5 msec、Shigenaga ら¹⁷⁾は 7~11 msec、Keller ら¹⁸⁾は 11~12 msec、堀田¹⁹⁾は 11 msec といずれも極めて短潜時の誘発電位を記録しているが、これらは著者が人で観察した短潜時の要素に対応するものであろう。

3. 歯髄刺激による頭皮上誘発電位の性質について

Cracco ら²⁰⁾は、疼痛刺激による誘発電位は筋源性ではないことを報告している。Chatrian ら⁸⁾は、先天性無痛症の患者の歯に電気刺激を加えても誘発電位が得られず、正常人被験者の失活歯や、局所麻酔下の歯牙を電気刺激した場合にも、誘発電位が得られなかったと報告している。著者の記録した誘発電位は、歯根膜等歯牙周囲組織の刺激が原因となって起こされた他の感覚による誘発電位が含まれている可能性をほぼ否定できるとしても、痛覚性のものだけとはいいい切れないと考え、運動系の反射的興奮に起因すると思われるものを慎重に検討した結果、少なくとも眼球運動に起因するものは認められなかった。さらに頸筋の活動を反影しているのではないかと思われる電位変化が認められたが、極めて不安定で、誘発電位とは著しく異なっていた。したがって、誘発電位は、歯痛情報が大脳皮質で処理される神経性過程を反映していると考えられる。

4. 針麻酔による痛覚閾値の上昇について

針麻酔による痛覚閾値の上昇については、Anderson

ら²¹⁾は針麻酔による歯の痛覚閾値が1.9~2.2倍上昇し、さらに針刺した部位に、針の代わりに約 2 cm² の表面電極を置き、0.3 msec 矩形波で刺激を行って、歯の痛覚閾値の2.1~2.4倍の上昇が認められ、この痛覚閾値の上昇は被験者の被暗示性の大小とは関係ないと報告している。Man ら²²⁾は、大腿皮膚に種々の刺激を与え、針麻酔の影響を観察しているが、被験者40名中37例に痛覚閾値の上昇を、4例に振動に対する感覚のわずかな減少がみられたと報告している。本実験でも、針麻酔により、刺激歯牙の痛覚閾値が1.2~6倍上昇し、自覚的にも針麻酔が有効であることが認められた。

5. 針麻酔の頭皮上誘発電位に対する影響

大浜²³⁾、橘²⁴⁾、清水²⁵⁾は、誘発脳波の速い成分は抑制を受けると報告している。また、大浜²³⁾は遅い成分(80~120 msec)の振幅は増加したと報告しているが、これらの報告は、四肢を刺激しているので方法に問題がありすぎると思われる。

著者の実験では、記録した誘発電位に対して、抑制の頻度は、160~180 msec の誘発電位は、必ずある程度の抑制を受けたが、他の潜時のものは72~93%の頻度で抑制され各潜時間に大差は認められなかった。一方、抑制の程度も、いずれの潜時の誘発電位でも、66~85%で、ほぼ同様の結果を示した。したがって針麻酔が、抑制の発現頻度、抑制の程度ともに誘発電位の特定の要素に対して有効であるという結果は得られなかった。

疼痛刺激による誘発電位の頂点潜時は報告者によって大きな差があり、どの要素が痛みによる誘発電位かは依然不明瞭である。動物では大脳皮質の歯痛の投射は弱く、また、痛みには特殊な中枢の局在はないともいわれている。また、痛覚の発現には大脳皮質は、大きな役割はもたないであろうとも考えられている²⁶⁾。堀田¹⁹⁾は、ネコの歯髄電気刺激に対する三叉神経脊髄路核から得られる誘発電位は、針麻酔により数10パーセントの振幅抑制を受ける。しかし、大脳皮質誘発電位に対する影響は、三叉神経核のものに比べると非常に不安定で、しかも効果が少ないと報告している。

しかし、本実験で得られた結果より、自覚的疼痛閾値の上昇とともに、誘発電位が消失、あるいは振幅の抑制を受けた事実は、針麻酔が皮質レベルに対しても、不安定ではあるが、ある程度の作用を有していることが示された。また同時に、針麻酔の効果を客観的に定量化するための指標として誘発電位が有用なことを示した。

V. 結 語

著者は、歯髄の電気刺激により、頭皮上誘発電位を得ることができれば、痛みに対する針麻酔の効果を客観的に定量化するための便利な指標になるであろうと検索した。

1) 歯の電気刺激によって、被験者36名99試行に頭皮

上誘発電位が得られた。これに対して、次の点について検討を加えた。

- i) 刺激電極の固定方法を工夫し、電流滑走を最少限にした。
 - ii) 無髄歯と、局所麻酔を施した有髄歯を用いて誘発電位が歯髄刺激によるものであることを確認した。
 - iii) 歯の痛みによる、眼球運動図、頸部や後頭部の筋の放電またはそれらの収縮による電極の動揺による可能性は否定し得た。
- 2) 得られた頭皮上誘発電位は歯髄刺激によると思われる結論を得た。
- 3) 針麻酔により頭皮上誘発電位が抑制される場合には、自覚的な痛覚閾値の上昇とよく平行した。
- 4) 針麻酔による頭皮上誘発電位に対する抑制の程度および頻度は、誘発電位の潜時とは特定の相関を示さなかった。
- 5) 頭皮上誘発電位は、針麻酔効果の客観的指標に用いる。
- 6) 針麻酔による鎮痛効果はある程度期待でき、今後の針麻酔の作用機序の解明および臨床応用が期待される。

稿を終るにあたり、終始御懇切な御指導と御校閲を頂きました河合幹教授ならびに本学生理学教室佐藤豊彦教授に深謝いたします。また本実験に多大な御協力を頂いた北山誠二講師、堀田文雄学兄ならびに第2口腔外科学教室員各位および本学生理学教室員各位に深謝致します。

なお、本研究の一部は、昭和49年4月第28回日本口腔外科学会総会、昭和49年11月第4回日本脳波筋電図学術大会、昭和50年9月第20回日本口腔外科学会総会、および臨床脳波誌²⁷⁾に発表した。また、本研究の一部は、昭和50年度文部省科学研究費補助金(奨励研究)、昭和50年・51年度厚生省医療研究補助金によったものであることを付記する。

文 献

- 1) 小田代政美, 他: ハリ麻酔について. 日本医事新報2503号: 43 1972.
- 2) Diamond, G.E.: Acupuncture Anesthesia. JAMA 218: 1558 1971.
- 3) 藤本 洋, 他: 針麻酔の口腔外科領域における応用(第2報). 日口外誌 20: 605 1974.
- 4) 北山誠二, 他: 三叉神経痛に対する針刺通電療法. 日口外誌 20: 187 1974.
- 5) Jasper H.H.: The 10-20 electrode system of the international Federation. EEG 10: 321 1952.
- 6) Silverman: 7) 大熊輝雄より引用.
- 7) 大熊輝雄編: 臨床脳波学. 医学書院, 東京, 1963, 41頁.
- 8) Chatrian, G.E., Farrell, D.F., Canfield, R.C.: Congenital Insensitivity to Noxious Stimuli. Arch Neurol 32: 141 1975.
- 9) Matthews, B. and Searle, B.N.: Electrical Stimulation of Teeth. Pain 2: 245 1976.
- 10) Mumford, J.M. and Newton, A.V.: Zone of excitation when electrically stimulating human teeth. Archs Oral Biol: 1383 1969.
- 11) Spreng, M. and Ichioka, M.: Langsame Rindenpotentiale bei Schmerzreizung am Menschen. Pflügers Arch 279: 121 1964.
- 12) Schmidt, J.: Die Beeinflussung der langsamen Hirnrindenpotentiale des Menschen nach elektrischer Zahnreizung durch Analgetika. Acta biol. med. germ. Band 24: 369 1970.
- 13) Chatrian, G.E., Canfield, R.C., Knauss, T.A. and Ettoreletich, R.E.: Carebral responses to electrical tooth pulp stimulation in man. Neurology 25: 745 1975.
- 14) 佐野晴男: 歯牙電気刺激による体性感覚誘発電位に及ぼす刺激強度と30%笑気吸入との影響について. 日歯麻誌 5: 9 1977.
- 15) Van Hassel, H.J., Biedenbach, M.A. and Brown, A.C.: Cortical potentials evoked by tooth pulp stimulation in rhesus monkeys. Archs Oral Biol 17: 1059 1972.
- 16) Vyklícky, L., Keller, O., Brožek, O. and Butkhuži, S. M.: Cortical potentials evoked by stimulation of tooth pulp afferents in the cat. Brain Research 41: 211 1972.
- 17) Shigenaga, Y., Matano S., Kusuyama, M. and Sakai, A.: Cortical neurons responding to electrical stimulation of the rat's incisor pulp. Brain Research 67: 153 1974.
- 18) Keller, O., Butkhuži, S.M., Vyklícky, L. and Brožek, O.: Cortical responses evoked by stimulation of tooth pulp afferents in the cat. Physiol Bohemoslov 23: 45 1974.
- 19) 堀田文雄, 他: 痛覚上行路の誘発電位に対する針麻酔の影響. 日口科誌 24: 193 1975.
- 20) Cracco, R.Q. and Bickford, R.G.: Somatomotor and Somatosensory Evoked Responses. Arch Neurol 18: 52 1968.
- 21) Anderson, S.A., Ericson, T., Holmgren, E. and Lindqvist, G.: Electro acupuncture: Effect on pain threshold measured with electrical stimulation of teeth. Brain Research 63: 393 1973.
- 22) Man, S.C. and Baragar, F.D.: Local skin sensory changes after acupuncture. CMA J 109: 609 1973.
- 23) 大浜和憲, 他: ハリ麻酔とヒトの脳・背髄・末梢神経・筋レベルに於ける体性感覚誘発電位.

- 麻酔 23: 956 1974.
- 24) 橋 直矢, 他: 体性知覚誘発電位と針麻酔. 臨床脳波 16: 432 1974.
- 25) 清水裕幸, 他: ハリ麻酔と体性知覚誘発電位. 臨床脳波 18: 391 1976.
- 26) Zimmermann M.: Neurophysiology of Nociception. Neurophysiology 210: 179 1976.
- 27) 藤本 洋, 他: 歯の電気刺激による頭皮上誘発電位とハリ麻酔. 臨床脳波 18: 399 1976.
-