

高齢者の中樞神経機能の改善と鍼灸刺激

八瀬善郎（関西鍼灸短期大学教授）

研究協力者 若山育郎、鈴木俊明、谷万喜子、鍋田理恵、中村征史

変性神経疾患は加齢と密接に関連して発現し、三大変性疾患であるアルツハイマー病、パーキンソン病、運動ニューロン疾患は現代医学的にも治療困難である。錐体外路系疾患のパーキンソン病や攣縮性（痙性）斜頸などは薬剤抵抗性で、対応に苦慮するが、鍼灸である程度の効果がこれまで認められている。

キーワード：パーキンソン病、攣縮性斜頸、鍼灸刺激、表面筋電図、MPTP 動物モデル

A. 研究目的

これまで中枢神経疾患の中で、パーキンソン病の筋強剛や振戦、又斜頸に於ける頭位異常や筋緊張など錐体外路徴候に対し、鍼刺激の効果が確認されたのでより詳細な検討を行った。則ち、パーキンソン病では服薬と鍼治療の関係、斜頸では刺激部位や刺激量の影響について電気生理学的に検討した。

B. 研究方法

関西鍼灸短期大学附属診療所神経内科外来通院中のパーキンソン病1例、攣縮性斜頸4例（男子2例、女子2例）に週1-2回の鍼治療を行った。

1) パーキンソン病については服薬の有無による鍼の治療効果を検討した。治療は座位、左風池に刺鍼し5分間置鍼、患側（左側）の橈側手根屈筋、尺側手根屈筋、拇指球筋および小指球筋を検査筋とし、治療前の服薬の有無について8回ず

つ検査、表面筋電図波形より最大頂点間振幅を測定し、振戦の程度を検討した。

2) 攣縮性斜頸では、遠隔部単一経穴（外関穴）について鍼の治療効果を検討した。筋緊張亢進の強い僧帽筋側の外関穴に置鍼、抜鍼直後、5分後、10分後の表面筋電図の最大頂点間振幅、平均整流化電位を分析し、統計学的に検討した。

C. 研究結果

1) パーキンソン病患者では、鍼治療前の検査筋にみられる高振幅異常放電は、鍼治療により著明に減少した。表面筋電図波形の変化を図1に示す。鍼治療安静時に比べ、置鍼中、抜鍼後の最大頂点間振幅値は服薬の有無にかかわらず有意に減少した（図2）。

2) 代表例として頭位が左回旋、右側屈を示す攣縮性斜頸患者では、左外関穴への単一刺鍼により、表面筋電図上、左僧帽筋の刺激前の高振幅異常放電は治療後

(抜鍼 10 分後) に著明に低下した (図 3)。また、最大頂点間振幅、平均整流化電位は、刺激前から、抜鍼直後、5 分後、10 分後で、経時的に有意 (ANOVA: $p < 0.01$) に低下した (図 4, 5)。

D. 考察

錐体外路系疾患の筋緊張の異常亢進に対し、鍼刺激の治療効果については古くから報告されている。しかし、臨床症状の評価は困難で、症状の変動は、心理的側面も含め多くの要因が関与する。臨床的に、パーキンソン病や、アテトーゼ、ジストニーの筋緊張の弛緩に鍼灸治療が一定度の改善を示すことが経験的に認められるが客観的評価の困難さがある。我々は表面筋電図における波形分析を通じて、臨床症状と関連して振幅低下の認められることを報告してきた。今回パーキンソン病症例で服薬により鍼刺激の筋緊張の弛緩効果に影響するかどうかを検討したが、刺激後の短期観察では服薬の如何にかかわらず治療効果は認められた。

攣縮性斜頸症例では、僧帽筋攣縮が著しい患側の外関穴に鍼刺激を行い、刺激後 10 分後まで表面筋電図による観察検討を行い経時的に緊張緩和の動態を確認することができた。これまで局所の鍼刺激効果を報告してきたが、遠隔部位の一穴をによっても効果が見られた。即ち、頸部から肩甲筋の異常緊張を少陽系の変調と捉え、手少陽三焦系の外関穴を用い

た所、罹患筋の改善が認められたものである。

こうした臨床的な鍼灸治療効果の機序を明らかにするために、MPTP によるラットのパーキンソン病モデルを使用して、鍼刺激による検討をはじめ、鍼刺激群に明らかな脱力、寡動抑制を認めた <中村 征史他：パーキンソン病モデルマウスに対する頭皮鍼の効果：(未発表)>。

E. 結論

- 1) パーキンソン病症例で、鍼治療効果に与える服薬の影響を検討したが、服薬の有無にかかわらず鍼刺激による筋緊張の緩和が認められた。
- 2) 攣縮性斜頸では、局所への鍼刺激のみならず、遠隔刺激でも経絡上の一穴への刺鍼により効果が確認された。

F. 参考文献

- 1) 八瀬善郎：加齢に於ける鍼灸の影響—特に中枢神経系について—、平成 5 年度長寿科学研究報告書、1994, p59-62
- 2) 八瀬善郎：加齢における鍼灸の影響—特に中枢神経変性疾患について—、平成 6 年度長寿科学研究報告書、1995, p473-477
- 3) 八瀬善郎：中枢神経疾患における鍼灸の治療効果とその作用機序、平成 8 年度長寿科学総合研究報告書、1997, p28 - 31

- 4) 加地輝彦：痙性斜頸の治療と対策—薬物療法を中心に—、神内治療、5:27-32, 1988
 - 5) 柳澤信夫：ジストニー（全般）、今日の神経疾患治療指針、亀山・高倉編、医学書院東京、1994, p541-543
 - 6) 谷万喜子他：攣縮性斜頸に対する鍼治療の効果—筋電図学的検討—、神内治療 14:43-48, 1997
 - 7) 出端明男：悪化の一途をたどって死の転帰をとった筋萎縮性側索硬化症、鍼灸不適應疾患の鑑別と対策、監修代田文彦他、医道の日本社、262-263, 1994
 - 8) 八瀬善郎：変性神経疾患と鍼灸、全日本鍼灸学会雑誌、47: 207-213, 1997
 - 9) 八瀬善郎：八瀬善郎：中枢神経疾患に対する鍼灸治療 長期経過との関連、平成九年度長寿科学総合研究報告書 1998, p75-69
- ② 谷万紀子、鍋田理恵、鈴木俊明、八瀬善郎：攣縮性斜頸に対する遠隔部単一穴への鍼刺激効果の電気生理学的検討—外関穴への置鍼における表面筋電図評価、第49回日本東洋医学会学術総会 1998, 5, 23
 - ③ 谷万紀子、鍋田理恵、鈴木俊明、若山育郎、八瀬善郎：攣縮性斜頸患者に対する鍼刺激効果—頸部動作を指標とした検討—、平成10年度日本東洋医学会関西支部例会、1998, 10, 25
 - ④ 鈴木俊明、谷万紀子、鍋田理恵、若山育郎、八瀬善郎：攣縮性患者に対する局所への散鍼の適応と其の効果検討、平成10年度日本東洋医学会関西支部例会、1998, 10, 25

G. 研究発表

1. 論文発表

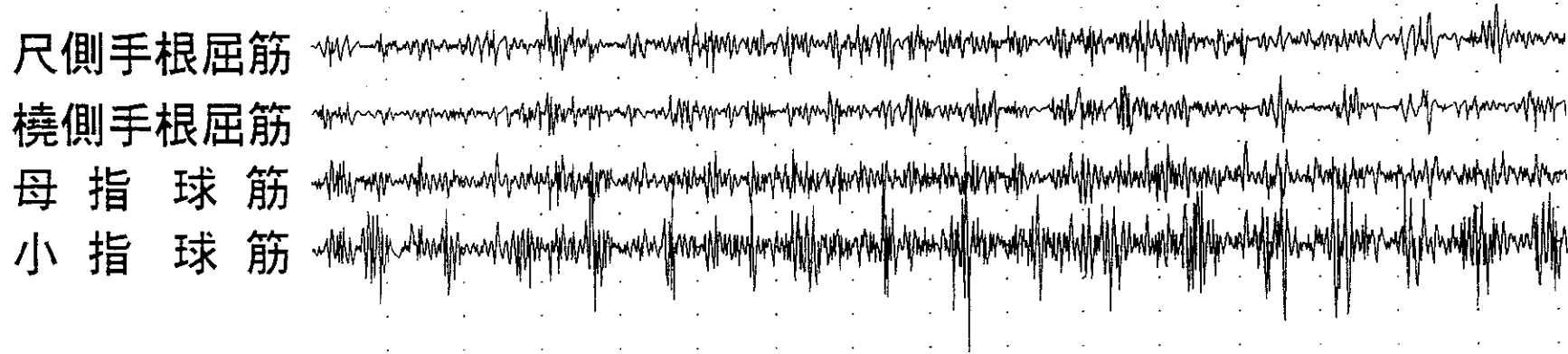
- ① 鍋田理恵、谷万紀子、鈴木俊明、八瀬善郎：パーキンソン病の筋強剛と振戦に対する置鍼刺激の短期効果、神内治療、15:513-519, 1998

2. 学会発表

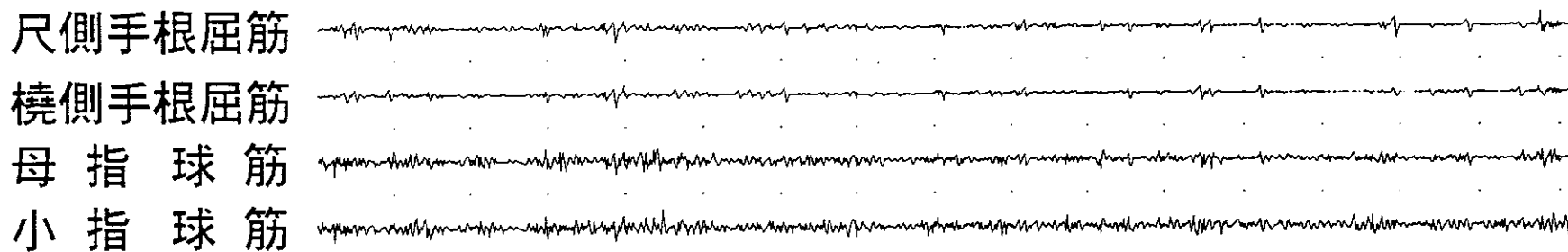
- ① 鍋田理恵、谷万紀子、鈴木俊明、八瀬善郎：若年性パーキンソン病の振戦症状に対する鍼治療と薬物治療の

図 1 パーキンソン病症例

鍼治療前



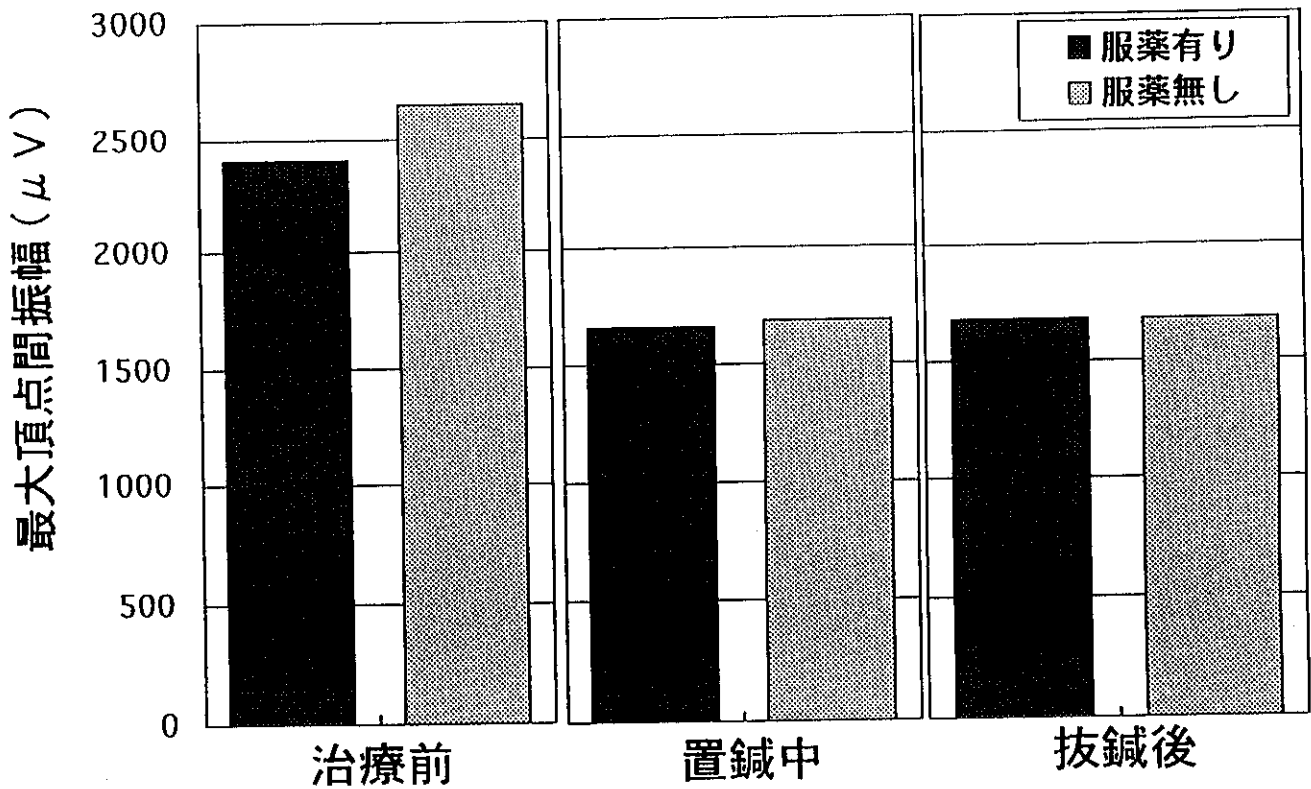
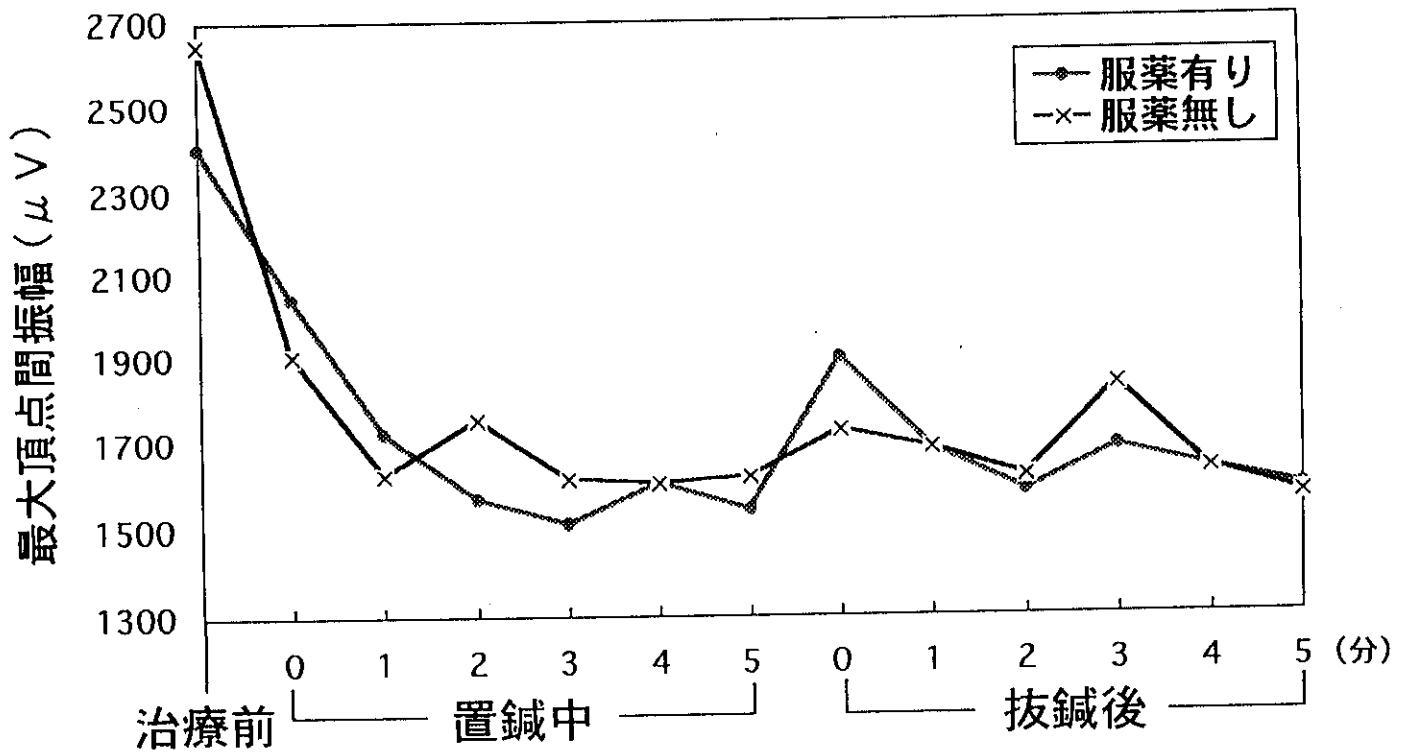
鍼治療後



鍼治療前後の表面筋電図波形の変化

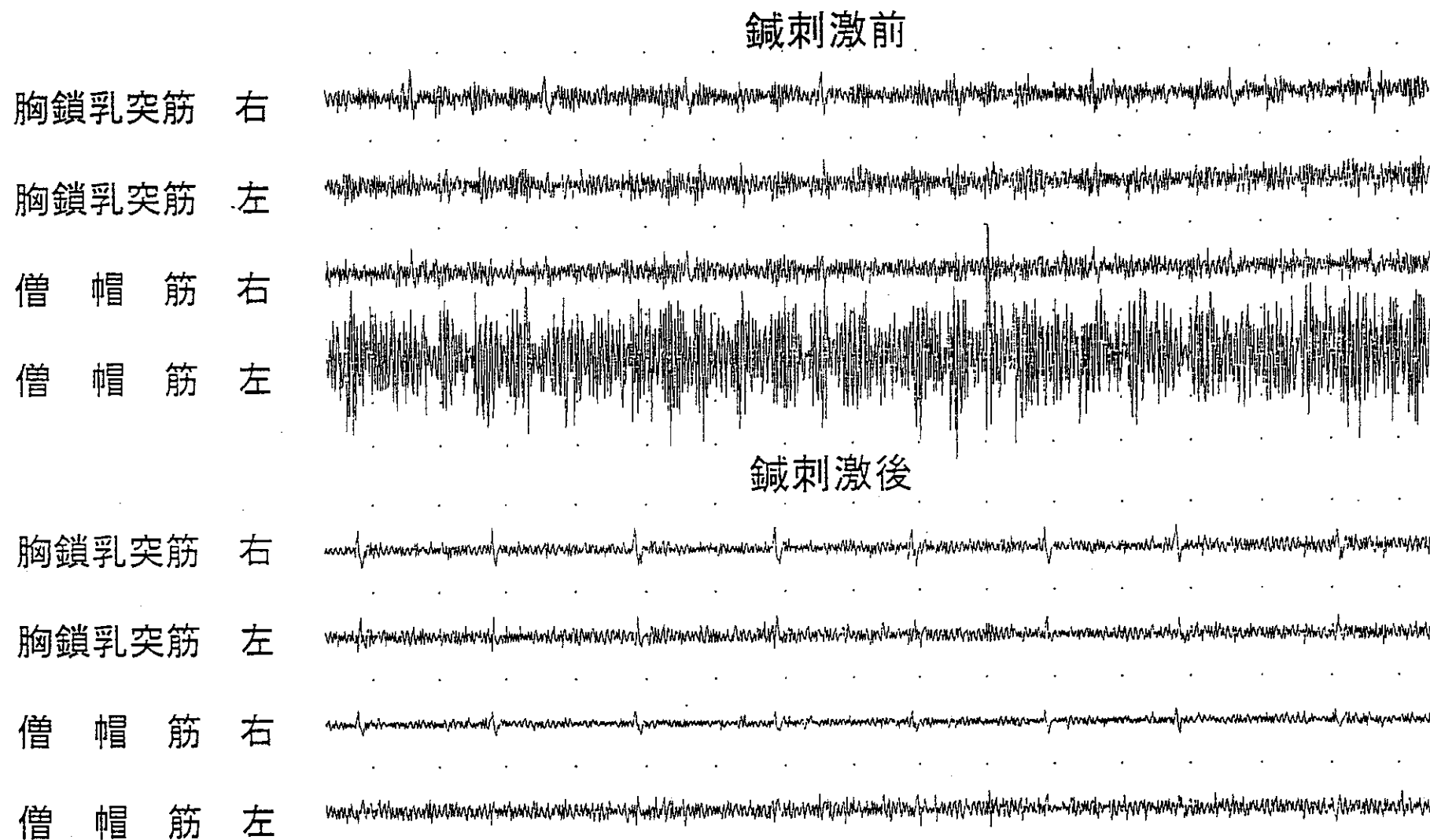
左風池穴に5分間の置鍼治療を行ったときの代表的な表面筋電図波形変化を示す。治療前安静時には高振幅な異常放電を認めたが、治療後は著明に減少した。振幅の感度は $500\ \mu\text{V}/\text{D}$ 、潜時は $200\text{ms}/\text{D}$ である。

図 2 パーキンソン病症例



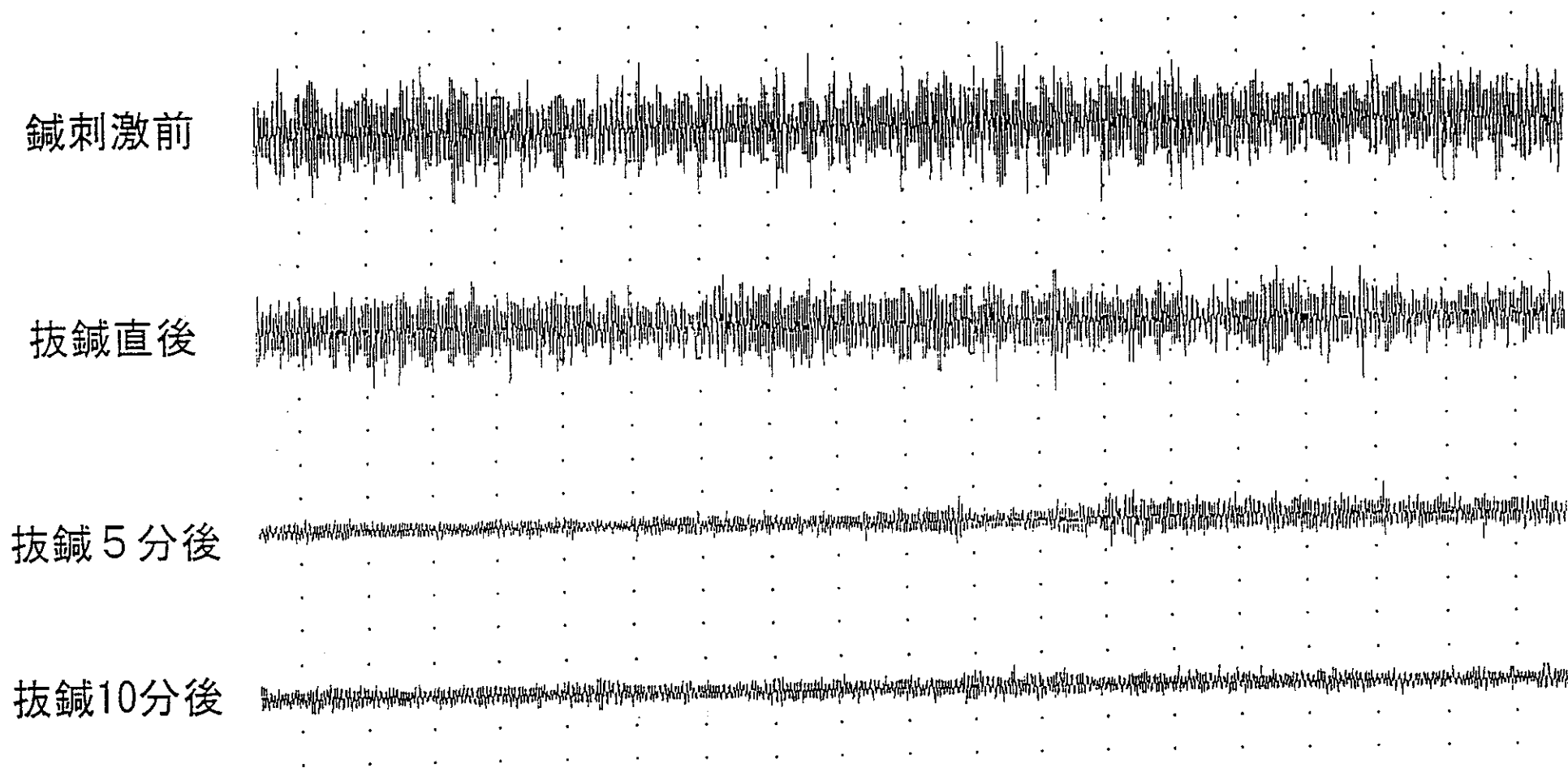
治療前服薬の有無別治療効果の検討

治療前服薬の有無間に有意な差は認められず、治療前の服薬有り・無しともに治療前安静時に比べて置鍼中、抜鍼後と有意に減少した。

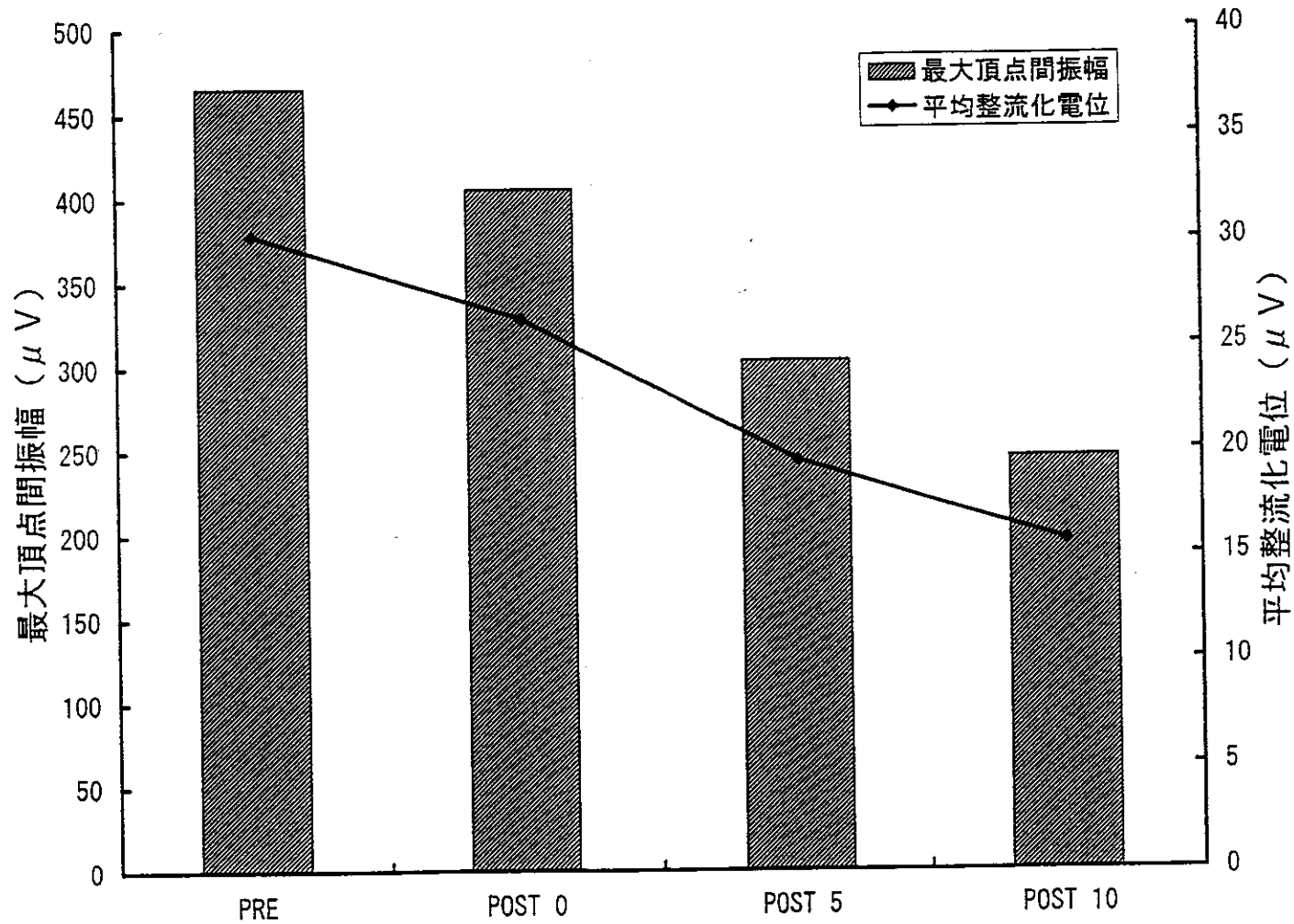


攣縮性斜頸患者への鍼刺激前後における表面筋電図変化（症例2）

単一経穴（左外関穴）への鍼刺激前および鍼刺激後（抜鍼10分後）の表面筋電図変化を示した。鍼刺激前には左僧帽筋に表面筋電図振幅の増大を認めた。しかし、鍼刺激後には左僧帽筋の表面筋電図振幅は著明に低下した。振幅の感度は $200\mu\text{V}/\text{D}$ 、潜時の感度は $500\text{ms}/\text{D}$ である。



攣縮性斜頸患者への鍼刺激前後における代表的な表面筋電図変化（症例2・左僧帽筋）
 単一経穴（左外関穴）への鍼刺激前、抜鍼直後、抜鍼5分後、抜鍼10分後の表面筋電図変化を示した。
 鍼刺激後は、左僧帽筋の異常放電が経時的に低下した。
 振幅の感度は $200\mu\text{V}/\text{D}$ 、潜時の感度は $1\text{s}/\text{D}$ である。



鍼刺激前後の表面筋電図波形分析結果（症例 2・左僧帽筋）

症例 2 における、全 16 回の表面筋電図波形分析の結果を示した。

単一経穴（左外関穴）への鍼刺激後は、鍼刺激前と比較して、最大頂点間振幅、平均整流化電位ともに経時的に有意に低下した（ANOVA: $p < 0.01$ ）。

老年者の中樞神経系に対する鍼治療の効果に関する研究
 -近赤外分光法を用いた鍼刺激による脳血流の変化-

分担研究者 吉田章 大蔵省印刷局東京病院 大蔵技官
 研究協力者 安野富美子 大蔵省印刷局東京病院東洋医学
 坂井友実 筑波技術短期大学鍼灸学科 助教授

研究要旨：老年患者15例に鍼刺激を行い、その前後の脳血流量の変化を近赤外分光法を用いて計測した。その結果、脳血流量を表わす総ヘモグロビン量は、鍼刺激で、増加し、その最大値は鍼刺激中であり、抜鍼後漸次減少していくことがわかった。

A. 研究目的

我々は、鍼刺激の中樞へ及ぼす効果について、鍼刺激を行い、レーザースペクル法、超音波ドプラ法等を用いて眼底血流を測定することにより検討してきた。しかし、これらの方法は、直接脳血流を見ているものではない。今回、脳血流量の変化を直接観察できる近赤外分光法を用いて、脳血流量を検討し、鍼刺激による脳血流量の変化を検討したので報告する。

B. 研究方法

1) 対象

対象は、当院の鍼灸外来に通院中の60歳以上の患者15例、平均年齢68.2歳とした。対象症例を表1に示す。

2) 方法

患者を仰臥位にして、前額部の左側に近赤外分光器PSA-III N (バイオメディカルサイエンス社製) のプローブを装着し、黒い布にてプローブの遮光と目隠しを行い、15分間安静にさせた。その後ディスポーザブルステンレス鋼毫鍼、径18 μ mを用いて、左手「合谷」穴に刺入深度約1.5cmで得気を得るように2分間の捻鍼・雀啄刺激を行い5分間の留鍼を行い抜鍼した。

表1. 鍼刺激対象症例

症例番号	性	年齢/歳	疾患名
①	女	60	頭痛、頸椎症
②	女	61	骨粗鬆症
③	女	62	頭痛
④	女	63	頭痛
⑤	女	63	耳鳴、頭痛
⑥	女	64	頭痛
⑦	男	67	胃癌手術後
⑧	女	68	骨粗鬆症
⑨	男	70	顔面神経麻痺
⑩	女	73	糖尿病、閉塞性動脈硬化症、脳梗塞
⑪	女	73	頭痛、不眠症
⑫	男	73	顔面神経麻痺
⑬	女	74	骨粗鬆症
⑭	女	79	多発性脳梗塞、変形性脊椎症
⑮	男	74	肩関節周囲炎

測定は、安静臥位後から、鍼刺激終了15分後まで連続的に行った。

本研究を行うに当たり、術者より各々の患者に対して本法の意義を説明し、承諾を得てから行った。

測定項目は、

①総Hb:組織中に存在する総ヘモグロビン量 (cm³・g/L)、単位組織中の酸化型ヘモグロビン量+単位組織中の還元型ヘモグロビン量。

②StO₂:組織中の血液の酸素飽和度 (%)、単位組織中の酸化型ヘモグロビン量/総Hb×100。

測定値の解析は、鉗刺激前:刺激前30min-60minの平均(120データ)、刺激中:撚鉗雀啄後30-60minの平均(120データ)、抜鉗後0min-30minの平均(120データ)、5分後:抜鉗後300min-330minの平均(120データ)、10分後:抜鉗後600min-630minの平均(120データ)、15分後:抜鉗後900min-930minの平均(120データ)とし、有意差の解析は、paired t-testを用いた。有意水準は、5%以下とした。

3) 測定方法の原理¹⁾

本研究で使われた近赤外分光法を用いた組織酸素飽和度 (StO₂) 及び Hb 量モニター装置の原理について述べる。本装置は頭蓋骨におおわれた脳や、皮膚表面から深いところにある筋肉などの組織の血管中の血液の S_O2 及び Hb 量を、無侵襲で連続的にモニターすることができる。3波長の近赤外光を組織表面に交互に照射し、組織内に散乱した光の一部を照射点からある距離を置いた表面で受光し、その吸光度をもとに組織中の組織酸素飽和度 (StO₂) 及び Hb 量を測定、算出するものである。組織透過性のよい近赤外光のうち Hb の吸光特性があり、水の吸光度の影響が少ない 700~850nm の波長から 700、750、830nm を選択し照射する。装着したプローブのセンサー間隔を中央から 10mm と 25mm 離すことで、皮膚表面から 10~25mm の組織中の測定が可能となる。

C. 研究結果

15例の総Hb量は、鉗刺激開始前値を100

とすると、刺激中105.9、抜鉗直後104.7、抜鉗5分後105.0、10分後、104.2、15分後103.8で、鉗刺激中に上昇し、抜鉗後一時低下するが、その後やや上昇し、以後下降していくが、15分を経過しても前置より増加していた(図1)。

次に、15例の酸化型Hbと還元型Hbの変化をみると、酸化型Hbは、同様に鉗刺激開始前を100とすると、刺激中107.0、抜鉗直後105.8、5分後106.3、10分後、105.2、15分後104.9で、鉗刺激中にピークとなり、抜鉗後低下したが、15分後でも前値よりは増加していた(図2)。還元型Hbは、同様に鉗刺激開始前を100とすると、刺激中102.8、抜鉗直後101.9、5分後101.8、10分後、101.7、15分後101.0と変化はわずかであった(図3)。

また、15例の鉗刺激前後のStO₂値は、鉗刺激開始前を100とすると、刺激中101.1、抜鉗直後100.9、5分後101.1、10分後、100.9、15分後100.9とほとんど変化はみられなかった(図4)。

しかし、上昇が見られた酸化型Hb、総Hb量のいずれにおいても、統計的に有意差はなかった。

D. 考 察

近赤外分光法を用いた脳血流に関する研究²⁻⁸⁾は、最近見られるようになってきたが、鉗刺激の効果に関する研究は、大久保らの⁹⁾筋血流に及ぼす鉗刺激の効果に関する研究のみであり、脳血流量を測定した研究は見られない。

また、矢野ら¹⁰⁾は、合谷一手三里の鉗通電で、ポジットロンCTを用いて脳血流量の増加を報告している。今回行った我々の実験は、撚鉗・雀啄・置鉗と通電刺激によらない方法を用いた。その結果、酸素化ヘモグロビンは、鉗刺激中に増加し、抜鉗後10分頃より徐々に減少するが、15分の観察期間中前値には戻る

に減少するが、15分の観察期間中前値には戻ることなく維持していた。この酸素化ヘモグロビンの増加は脳血流量が増加して脳組織に多くの酸素が運ばれた事を意味し、総ヘモグロビン量が増えたことは脳の血流量が増えた事によると考えられた。鍼治療で脳血流量が増加させることが可能であれば、軽度痴呆症や、脳血管障害などの治療として応用できる可能性が示唆される。

今回、実験的に「合谷穴」のみを刺激部位としたが、日常臨床では多くの経穴を用いており、より脳血流に影響を及ぼしやすい部位・経穴があるものと思われる。今後、他の経穴との比較が必要と考えられる。

E. 結論

近赤外分光法を用いて、鍼刺激による脳血流量の変化を測定した。その結果、鍼刺激後に総ヘモグロビン量及び酸素化ヘモグロビンの増加が見られた。その効果は鍼刺激中にピークとなり、抜鍼後15分後まで続いていた。

以上から、鍼刺激は脳血流を増加させる可能性が示唆された。

F. 参考文献

- 1) 斉藤建夫ほか：近赤外分光を用いた Venous Occlusion 法による組織血流計測、Therapeutic Research17-6、P2015-2018
- 2) 灰田宗孝ほか：近赤外光による脳機能検出の試み、臨床神経学、36-12、P1519
- 3) 本田祐ほか：近赤外線分光法を用いた体外循環中の脳酸素代謝の変動 重回帰分析による臨床的検討、Therapeutic Research17-6、P2061-2066
- 4) 小田利通ほか：近赤外分光法を用いた脳モニタリングの現状、新潟医学会雑誌、111-11、P718
- 5) 井川真理子ほか：開閉眼による局所脳血

流の変化 近赤外分光法による計測の試み、精神神経学雑誌 99-12、P1177

- 6) 新岡正ほか：近赤外分光法を用いたヒト脳内血液動態の無侵襲計測 暗算作業負荷時における変化について、日本衛生学雑誌 53-1、P259
- 7) 関和則ほか：近赤外線分光分析装置による脳内ヘモグロビン濃度の測定 正常者における姿勢変換時の変化、リハビリテーション医学 33-11、P835-836
- 8) 大久保義則ほか：近赤外線分光法を用いた星状神経節ブロック後の脳血液量の変化、麻酔、44-3、P423-427
- 9) 大久保正樹ほか：近赤外分光法を用いた鍼刺激による末梢筋組織の血液酸素動態の測定 (第1報) 鍼電極通電刺激による血液量変動について、全日本鍼灸学会雑誌 47-1、P76
- 10) 矢野忠、森和：鍼通電刺激が脳血流量および脳代謝に及ぼす影響、全日本鍼灸学会雑誌、41(4):19-26、1991

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 坂井友実・安野富美子・吉田章・佐藤広隆：近赤外分光法による鍼刺激時の肩組織血行動態の検討、日本温泉気候物理医学会 第63回学術総会、下呂町、1998. 5. 14-15
- 2) 安野富美子・吉田章・坂井友実：鍼通電刺激による脈絡膜血流の経時的変化、日本温泉気候物理医学会 第63回学術総会、下呂町、1998. 5. 14-15
- 3) 安野富美子・吉田章・坂井友実・丁宗鐵：中枢神経系に対する鍼治療の効果—眼底血流を指標にして—日本東洋医学会 第49回学術総会、熊本市、1998. 5. 22-24

図1. 鍼刺激前後のHbの変化(15例)

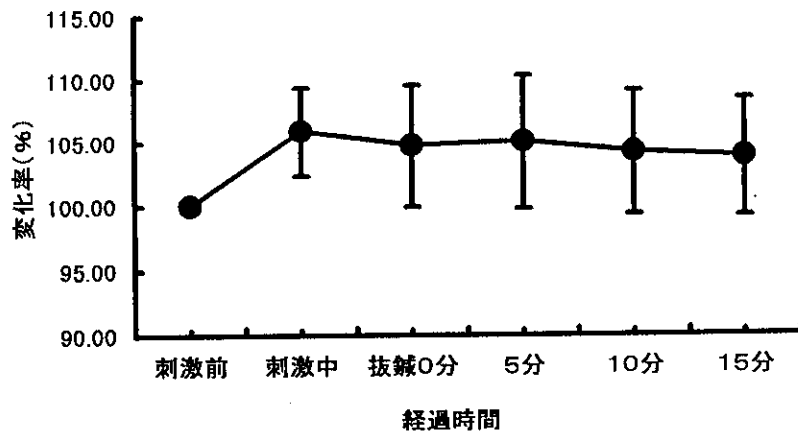


図2. 鍼刺激前後のOXY Hbの変化(15例)

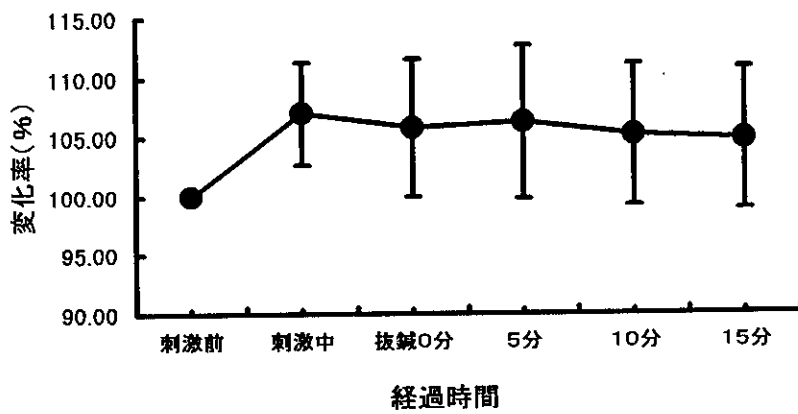


図3 鍼刺激前後のDEOXY Hbの変化(15例)

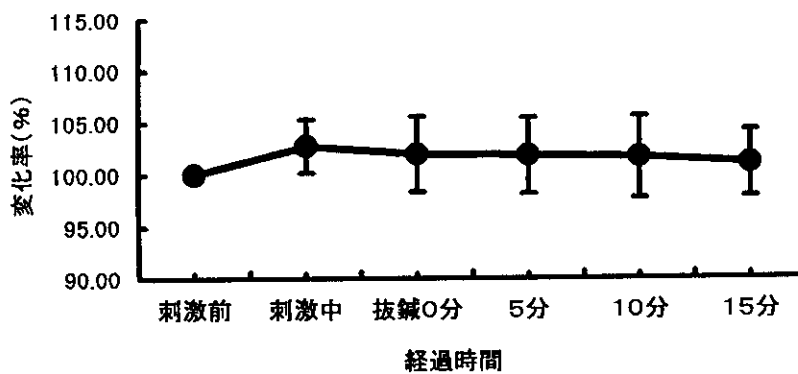
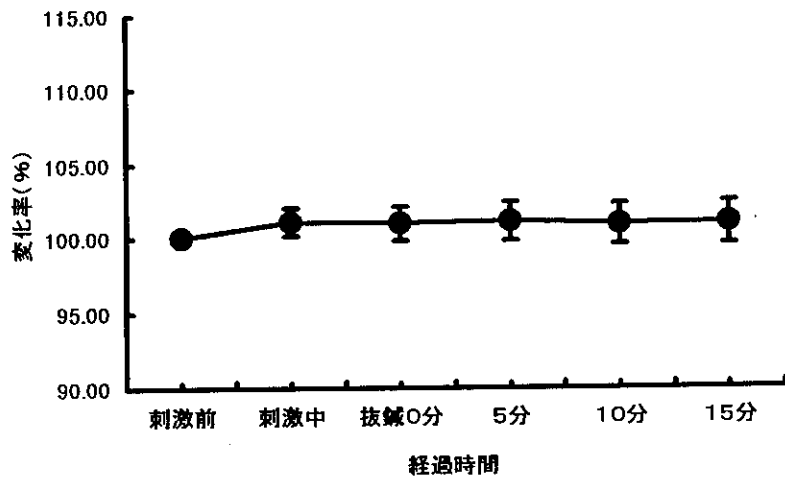


図 4 鍼刺激前後のStO2の変化(15例)



老人医療における鍼治療の中樞神経系に及ぼす影響

春山克郎 (順天堂大学医学部医史学講師)

高血圧自然発症ラットを高カロリー飼料とストレスが負荷されるようなブラケットケージにて飼育し、皮内鍼法を用いた鍼治療の皮内鍼群と対照群間において生存期間、脈拍数、最高血圧、最低血圧、体重、飼料消費量について検討を行った。脈拍数、最高血圧、最低血圧については差はみとめられなかったが、皮内鍼群では体重は有意に多く、また飼料消費量も多かった。生存期間においては体重の多い皮内鍼群の方が長く、鍼治療は生存期間を延長させる傾向があった。

キーワード：鍼治療, SHR (高血圧自然発症ラット), 動物実験, 志室

A. 研究目的

過去の本研究において脳血管障害に伴う意識障害に対しての鍼治療の有効性の可能性、また鍼治療の自律神経系への影響を心拍変動の解析より報告してきた。また実験モデルとしてスナネスミの一側の総頸動脈の結紮を行い、その回復の状態を体重より検討し、その回復を是正する傾向があることを報告した。

高齢化に伴い血圧の上昇はしばしばみられるところであり、加齢とともに高血圧症になる人も多い。今回脳血管障害の先駆段階の一つである高血圧に注目し、これまでの研究より高血圧に対して鍼治療が何らかの有効性を有するのではないかと考え、血圧の上昇にともない脳では細小動脈の肥厚、硝子変性、血管の狭小化、血栓形成などに起因する脳軟化などの病変がみられると言われている高血圧自然発症ラット (以下SHRと略す) を用い鍼治療の効果を検討した。

B. 研究方式

我々は7週齢のSHR6匹を3匹ずつの2群に分け、皮内鍼群、対照群とし鍼治療の効果を検討した。鍼治療は皮内鍼法にておこなった。我々の開発した方法¹⁾により予め10番のステンレス鍼を用い波形の長さ10mmの鍼を作成し、背部を剃毛後人間の経穴の志室に相当する部位において両側の皮内に挿入し皮内鍼群とした。対照群は背部の剃毛および皮内鍼挿入用の注射針のみを挿入し直ぐに抜去した。

高血圧の発症を早く誘因する目的で、飼育用のケージは床が粗い網状となったステンレス製のブラケットケージを用い、また飼料は高カロリーの固形飼料 (395.6kcal/100g) を用いた。

皮内鍼群、対照群の生存期間を検討し、脈拍、血圧、体重については実験開始後2週間ごとに3回の測定値の平均値を採用し、また飼料消費量を実験開始2週間後より2週間ごとの総

量として測定し、たとえば9週10週の消費量を11週の値というようにそれぞれの値を示した。飼料量については死亡により不正確になるため各々3匹生存期間中を対象として消費量を記載し、また心拍数、血圧については3匹の平均値にて示した。死亡脱落后は残りの平均値で示した。

脈拍、血圧の測定はラットの尾動脈にてソフロン社製自動血圧測定装置にて行った。

C. 研究結果

SHRの予後についてみると、対照群では77週目（495日）、79週目（509日）、89週目（580日）、皮内鍼群では86週目（563日）、98週目（645日）、99週目（651日）に死亡した。平均生存期間は対照群 528 ± 45.6 日、皮内鍼群 619 ± 49.2 日であった。

脈拍数についてみると、図1のごとく皮内鍼群と対照群の間には明らかな差はみられず、皮内鍼群では60週頃より心拍数の増加がみられるが対照群との有意な差はみられない。

最高血圧、最低血圧を図2、図3に示した。どちらも皮内鍼群、対照群に有意な差は認められなかった。

図4に体重の変化を示した。10週目頃より皮内鍼群の方が体重の増加が多く、その傾向は全経過を通じてみとめられ15週目には有意（ $P < 0.05$: Welch's test）に皮内鍼群が多かった。

飼料の消費量をみると、11週、39週、45週の時点のみ対照群が多かったが、その他の週においては皮内鍼群が多く、全経過の消費量

をみると対照群は26161g、皮内鍼群30022gで皮内鍼群の方が3861g多かった。

E. 結論

SHRの生存期間の検討では対照群 528 ± 45.6 日に比して鍼治療群 619 ± 49.2 日で、Nが少ないため有意差は認められなかったが、鍼治療は生存期間を延長させる傾向が示唆された。

脈拍数、最高血圧、最低血圧については対照群、皮内鍼群の間には明らかな差はみられなかった。

しかし体重については皮内鍼群は10週頃より対照群に比して増加傾向がみとめられ、また飼料消費量も多かった。

一般に体重の増加は高血圧症に対しては悪影響を与えると考えられるが、今回の検討では飼料の消費量が多く、体重の増加の多い鍼治療群が反て生存期間の延長傾向がしめされたことは非常に興味深い。鍼治療は緊張を緩和するような自律神経系への影響が認められるが、SHRに対してストレスとなるようなブラケットケージを用いており、このようなストレスに対して鍼治療は緩和作用があり、その結果として飼料消費量が増え、体重が増加し、生存期間を延長させている可能性があり、今後更に検討を要すると考えている。

F. 引用文献

1) 石原武、春山克郎他：マウスなど実験用小動物へん皮内鍼刺入法の新しい試み、日東医誌、47：55-61、1996

G. 研究発表

なし

图 1

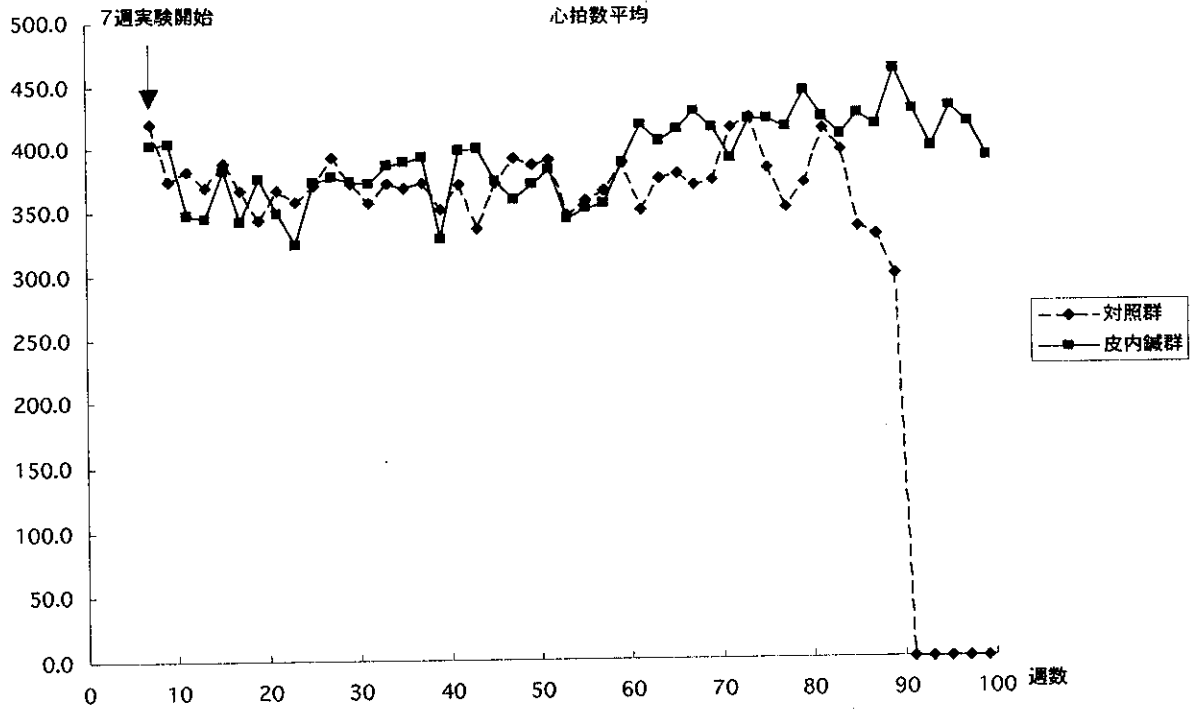


图 2

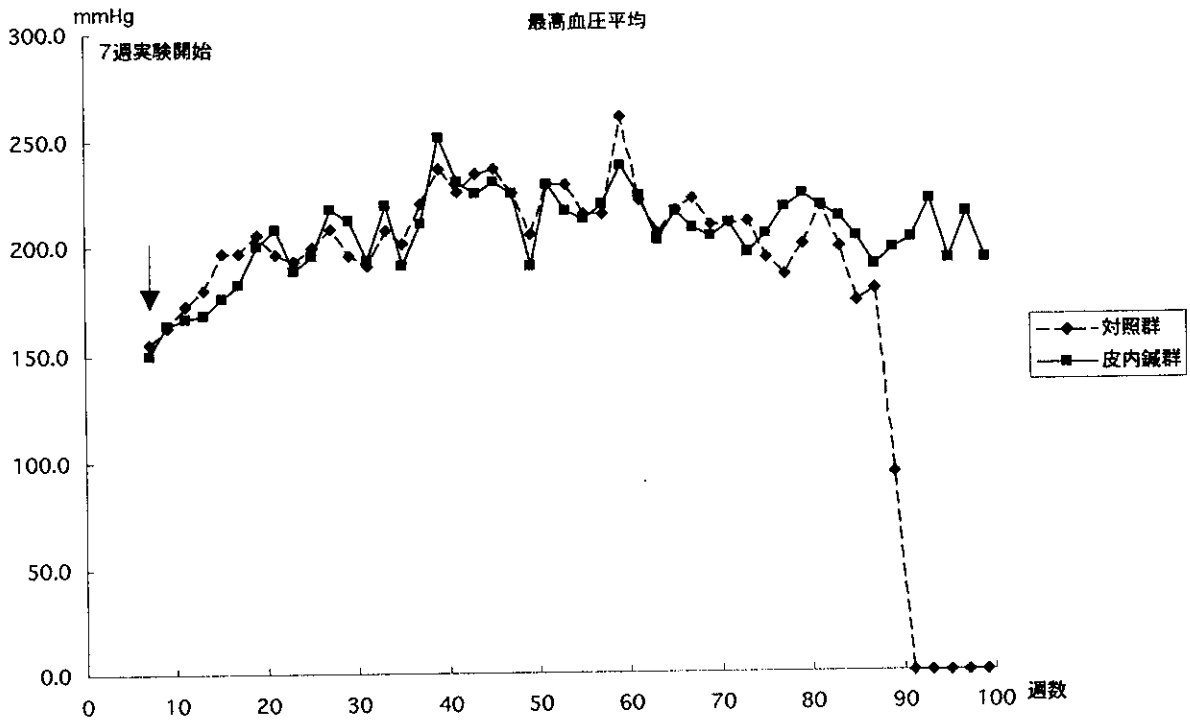


图3

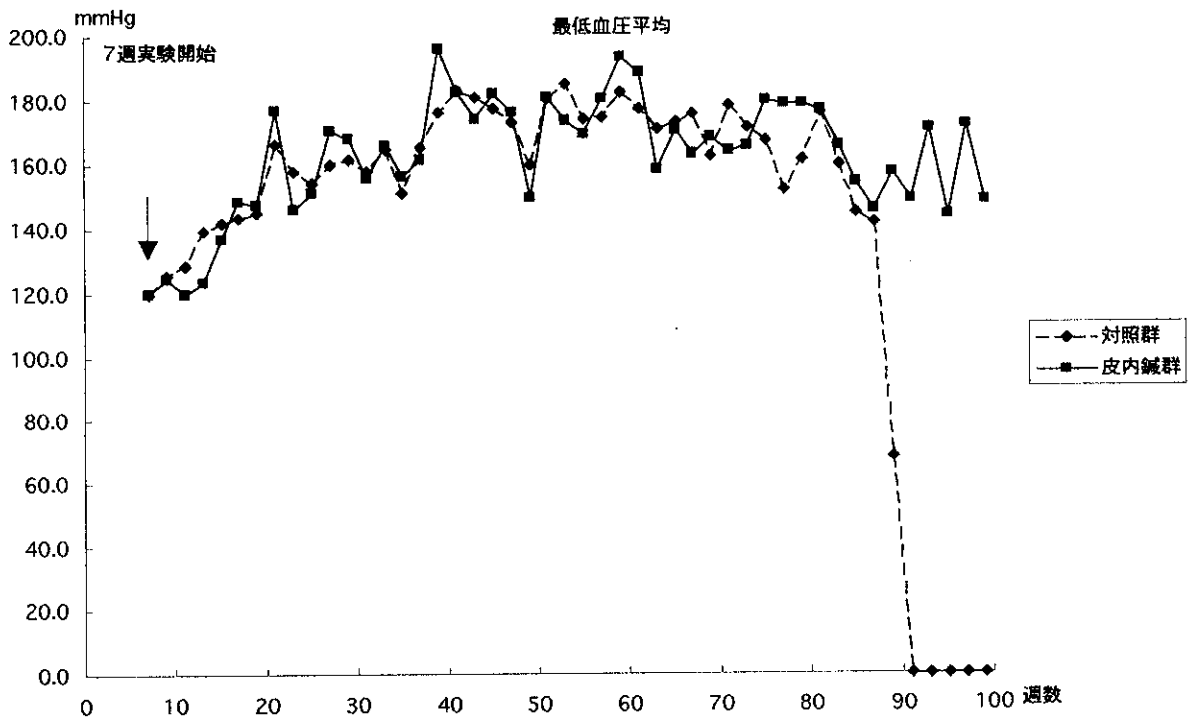


图4

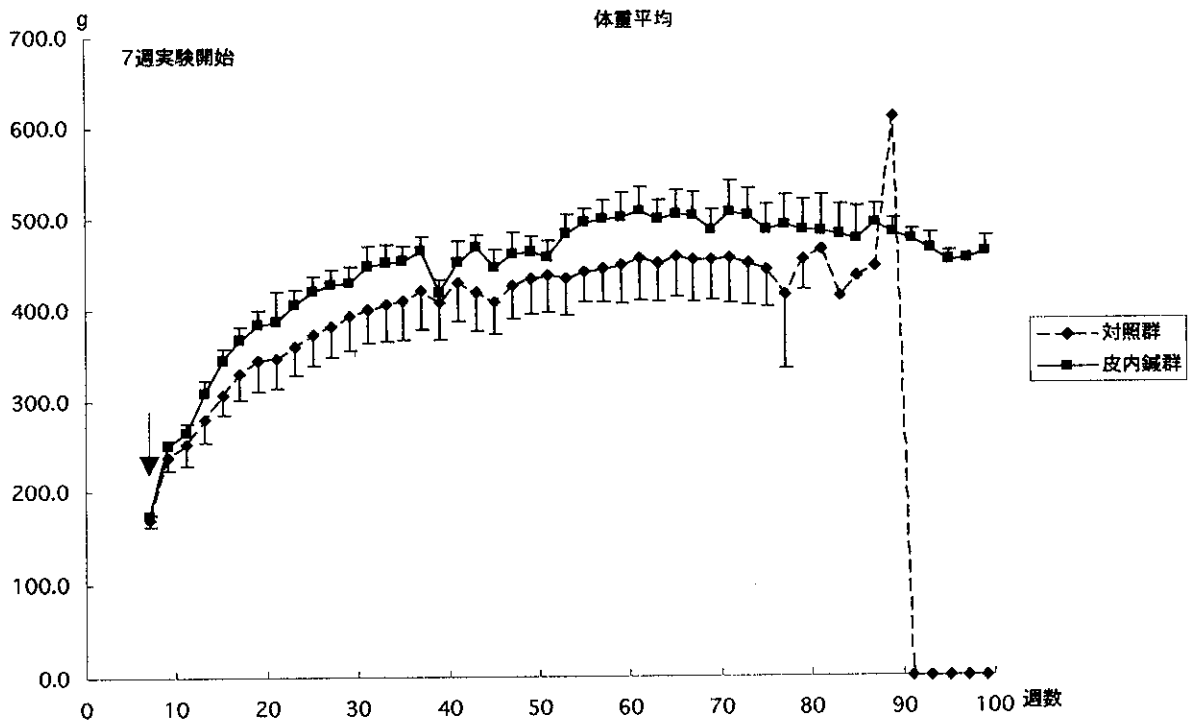


図5

