

腹部外科手術後疼痛に対する鍼鎮痛の効果と 内因性鎮痛物質の関係

†石丸 圭荘

†明治鍼灸大学 臨床鍼灸医学教室

要旨：腹部外科手術後疼痛に対する鍼鎮痛の至適通電条件を知る目的で内因性鎮痛物質であるβ-endorphin および副腎皮質刺激ホルモン (Adrenocorticotropic Hormone: ACTH) を指標に、合谷・足三里あるいは腹部の切開創を想定したその近傍への低頻度 (3Hz) および高頻度 (100Hz) の鍼通電と SSP 通電の効果を実験的に健常人 (volunteer 5例) にて検討した。その結果、合谷・足三里への低頻度 (3Hz) 鍼通電がβ-endorphin を有意に増加させ鎮痛効果が優れることが明らかとなった。次に、臨床的に腹部外科手術22症例 (術後鍼通電群11例、非通電群11例) を対象に、実験的に最も効果が認められた合谷・足三里への低頻度3Hz 鍼通電を試みβ-endorphin, ACTH の推移、鎮痛剤投与量を評価した。その結果、β-endorphin, ACTH は手術中全症例で有意に増加した。術後、非通電群では時間の経過とともに両者とも術前値に復したが、鍼通電群では通電によりβ-endorphin が再び有意に増加した。さらに、非通電群では11例中10例で鎮痛剤が使用されたが、鍼通電群では鎮痛剤が使用されたのは11例中1例のみであった。以上、手術中はβ-endorphin, ACTH とともに有意に増加し、全身麻酔下にあっても手術侵襲は中枢に輸入され、術後の疼痛に備えストレス誘発鎮痛が賦活されている可能性が示唆された。また、合谷・足三里への低頻度 (3Hz) 鍼通電は、術後に再びβ-endorphin を増加させ、術後の疼痛を軽減させて鎮痛剤の使用を削減できたものと考えられた。

I. はじめに

1972年、中国の鍼麻酔手術を発端に鍼鎮痛の研究が進められ¹⁾、現在、鍼鎮痛の作用機序は、経穴に低頻度 (1-3Hz) 鍼通電を行うと徐々に鎮痛が発現するが、この鎮痛は、opioid receptor 拮抗薬である naloxone によって拮抗されることから内因性モルヒネ様物質 (morphine like factory: MLF) β-endorphin が関与していると考えられている²⁻⁶⁾。さらに、鍼通電刺激がストレスアクトとして視床下部に作用すると corticotropin releasing hormone (CRH) が下垂体を刺激し、副腎皮質刺激ホルモン (adrenocorticotropic hormone: ACTH) を末梢血中に放出させ、ストレス誘発鎮痛 (stress induced analgesia: SIA) を引き起こすと考えられている⁷⁻⁸⁾。一方、高頻度 (100 Hz) 鍼通電では通電開始と同時に鎮痛が発現し、この鎮痛は naloxone で拮抗されないことから MLF とは異なり、脊髄分節レベルで鎮痛が生じると考えられている⁹⁻¹¹⁾。

1997年、米国立衛生研究所 (national institutes of health: NIH) は、代替・相補医療として前述した鍼鎮痛の作用機序を背景に、これまで様々な疼痛疾患に応用されてきた鍼治療の効果を認める合意声明を発表している。その中には、術後疼痛に有用であるとの報告¹²⁾もあるが、術後疼痛に対する効果的な通電頻度 (周波数) や通電部位 (経穴) 等は明確にされていない。また、術後疼痛に対して鍼通電の他に経皮的電気神経刺激 (transcutaneous electrical nerve stimulation: TENS) を応用した報告¹³⁻¹⁵⁾等もあり術後疼痛に対する最も有効な刺激鎮痛法 (stimulation produced analgesia: SPA) は未だ定まっていない。我々もこれまでに、腹部外科手術後疼痛に対し TENS の1種である SSP (silver spike point) 電極通電や鍼通電を低頻度 (3Hz) あるいは高頻度 (100Hz) 通電にて応用し、疼痛の緩和に有効であることを報告した¹⁶⁻¹⁹⁾。

そこで今回は、術後疼痛を想定し、実験疼痛に

平成12年7月17日受付, 平成12年10月24日受理

Key Words: 鍼鎮痛 Acupuncture Analgesia, 術後疼痛 Post-operative Pain, β-エンドルフィン β-endorphin, 副腎皮質刺激ホルモン ACTH

†連絡先: 〒629-0392 京都府船井郡日吉町 明治鍼灸大学 臨床鍼灸医学教室

対する鍼および SSP の効果的な通電頻度（周波数）や通電部位（経穴）などの至適通電条件を検討した。また、 β -endorphin, ACTH を指標にその鎮痛機序について検討を加えた。さらに、腹部外科手術症例に対し至適通電条件下での鍼鎮痛を試み、その臨床的効果を術後の鎮痛剤の使用量および β -endorphin, ACTH の推移について検討した。

なお、本研究は学内審査委員会において、その倫理面において特に問題のなかったことが確認されている。

II. 方 法

1. 術後疼痛に対する至適通電条件の実験的検討

1) 鍼通電と SSP 通電の比較

健常人 volunteer 5 名（男性 4 名，女性 1 名，平均年齢 25.2 ± 4.3 歳）を対象に腹部外科手術後疼痛を想定し以下の実験的研究を行った。

これまでの報告を参考に⁹⁻¹⁰⁾、低頻度で MLF の賦活と高頻度での脊髄分節レベルでの鎮痛効果を期待し、両側の合谷・足三里への低頻度（3Hz）および腹部正中切開想定部位近傍への高頻度（100 Hz）通電を同時に行い、鍼通電と SSP 通電における最大痛覚閾値およびそれに至るまでの時間と最大通電量（mA）を比較した。また、被験者の通電に対する感覚の低下に対して、随時通電量を増加させた通電量漸増群と通電量一定群で、通電 30 分後における痛覚閾値の変化を比較した。

SSP 通電は直径 13 mm の SSP 電極を用い、鍼通電は鍼長 50 mm，径 0.20 mm のステンレス鍼（SEIRIN）を用いて約 20~30 mm 刺入し、不快感を訴えない程度の響きを与えた後に通電装置 trimix-101H（NIHON MEDIX）を使用しパルス幅 50 μ s，交流波形にて通電を行った。

痛覚閾値の測定は、熱痛覚計 UDH-104（Pain Thermo Meter: UNIQE MEDICAL）を用い、安静仰臥位にて腹部正中切開想定部位に直径 1 cm のプローブを接着しプローブの温度を毎秒 0.2 $^{\circ}$ C で上昇させ、疼痛として感ずる温度を熱痛覚閾値として記録した。

2) 鍼通電条件と内因性鎮痛物質の関係

鍼通電条件と内因性鎮痛物質の関係について血漿 β -endorphin, ACTH を指標に以下の条件群

にて検討した。

両側の合谷・足三里への低頻度（3Hz）鍼通電群，高頻度（100Hz）鍼通電群，鍼通電を行わない対照群，さらに、術後疼痛を想定した正中切開創想定部位近傍への低頻度（3Hz）鍼通電群，高頻度（100Hz）鍼通電群，鍼通電を行わない対照群を設定した。各群の熱痛覚閾値は、通電前および通電 30 分経過時に測定し、同時に末梢血を採血し β -endorphin, ACTH の推移を比較した。

β -endorphin および ACTH の定量は、肘静脈より 1 回 5 ml を採血後 3000rpm，10 分間遠沈分離し血清を凍結保存した。この凍結保存血清をまとめて塩野義製薬生化学分析室において、 β -endorphin は Furui²⁰⁾，ACTH は Zahadnik²¹⁾らに準じて radioimmuno assay (RIA) 法にて定量した。

2. 腹部外科手術症例に対する鍼鎮痛

本学附属病院外科において持続硬膜外麻酔を使用せず、全身麻酔下（GOS）に腹部外科手術が施行された 22 症例を封筒法にてランダムに鍼通電群 11 例（表 3），鍼を行わない非通電群 11 例（表 4）に分け鍼鎮痛の効果を比較検討した。また、患者には術前に、鍼通電の効果が認められない場合には鎮痛剤を使用することなど十分なインフォームドコンセントを行った。

鍼通電は、実験的に腹部正中切開想定部位の熱痛覚閾値を低電流にて短時間で有意に上昇させ、さらに β -endorphin の有意な増加を認めた合谷・足三里への低頻度（3Hz）鍼通電を行った。通電は、麻酔の影響が軽減する術後 3 時間後より 3 時間連続で行った。通電量は、筋収縮を確認し不快感を訴えない範囲で通電感覚の低下に対して随時通電量を増加させた。

血漿 β -endorphin, ACTH の定量は術前（手術前日），術中（手術開始 1 時間）と術直後から術後 12 時間までは 3 時間ごとに行った。

術後疼痛に対する評価は、手術後に自覚する痛みの程度を 0：痛みなし，1：軽度の痛みを訴える，2：痛みを訴える，3：痛みが強く鎮痛を要求するに分類し、使用した鎮痛剤の量を同時に記録した（表 3, 4）。

統計処理は、統計ソフト statistica for macintosh 4.1 J を使用し、二元配置分散分析（ANOVA）

表1 鍼通電とSSP電極通電の比較

| | 鍼 | SSP |
|-------------|---------------|--------------|
| 最大熱痛覚閾値 | 51.1±0.7 °C | 50.8±0.5 °C |
| 最大閾値到達時間 | *31.0±9.1 min | 52.2±7.1 min |
| 最大通電量 3Hz | *16.2±5.5 mA | 25.4±5.2 mA |
| 最大通電量 100Hz | *1.9±0.4 mA | 17.6±3.8 mA |

*P<0.01 vs TENS (mean±SD, n=5)

表2 鍼通電とSSP通電における通電量漸増群と一定群の熱痛覚閾値の比較(通電30分値)

| | 漸増群 | 一定群 |
|-----|--------------|-------------|
| 鍼 | *52.6±1.1 °C | 50.2±1.1 °C |
| SSP | *51.3±1.3 °C | 49.8±1.0 °C |

*P<0.05 vs 一定群 (mean±SD, n=5)

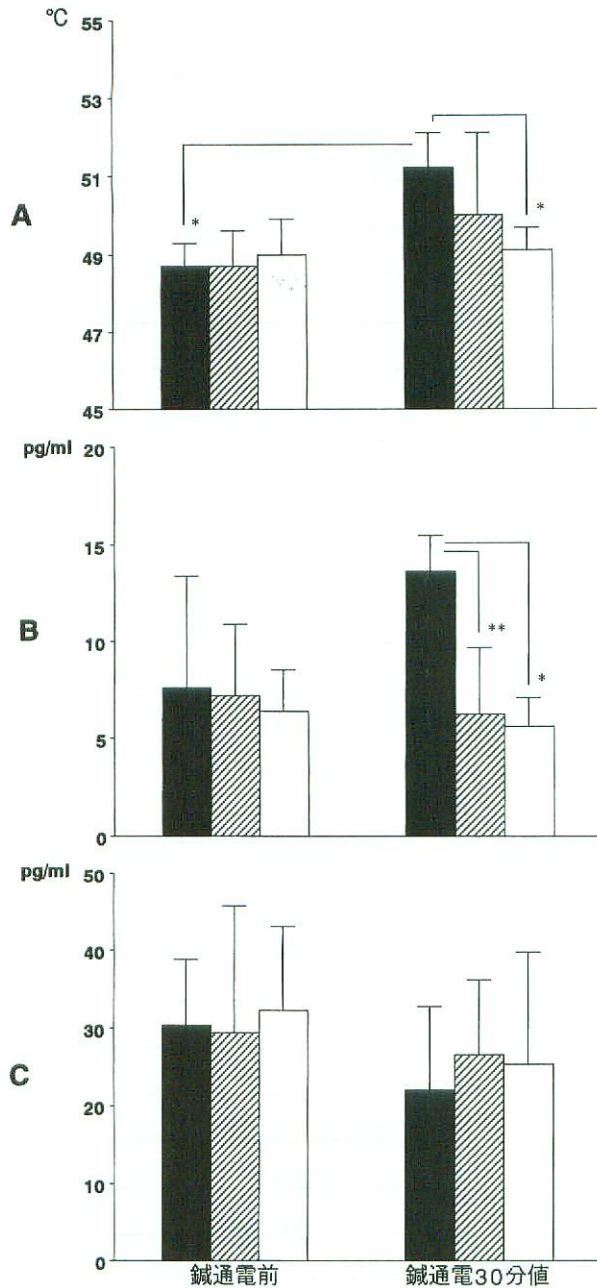


図1 合谷・足三里通電の影響

A: 熱痛覚閾値の変化, B: β -endorphinの変化, C: ACTHの変化を示す。

■: 3Hz鍼通電群, ▨: 100Hz鍼通電群, □: 対照群, β -endorphin 正常値 10pg/ml 以下, ACTH 正常値 5.5-50pg/ml 以内 *P<0.01 **P<0.05 (mean±SD, n=5)

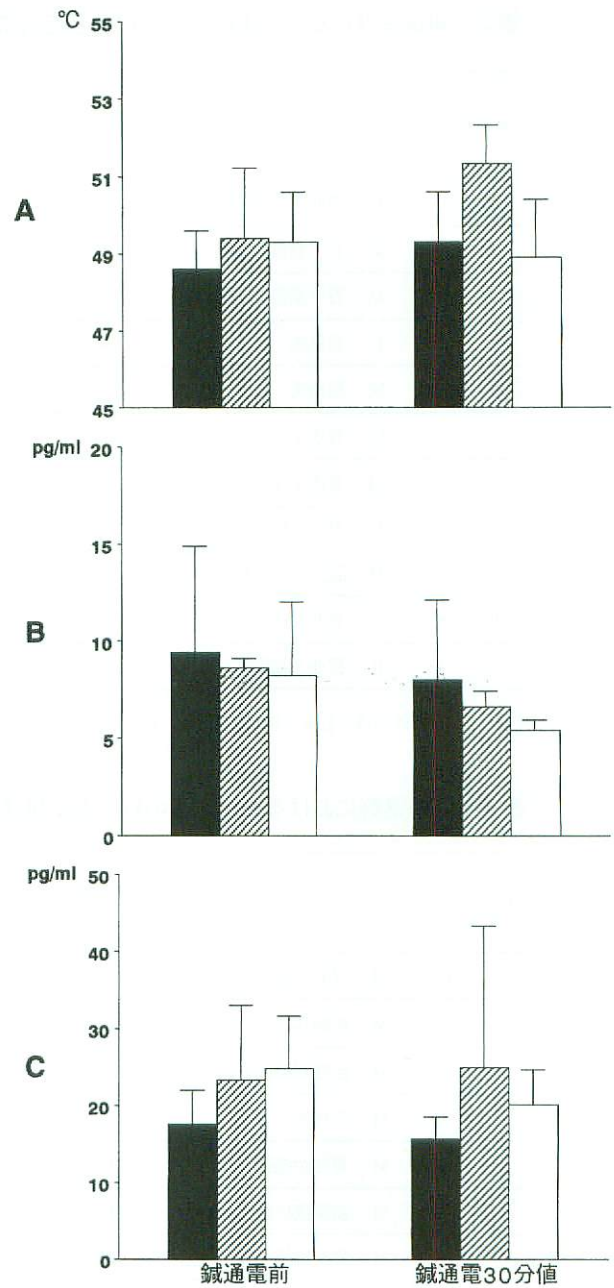


図2 腹部正中切開想定部位近傍通電の影響

A: 熱痛覚閾値の変化, B: β -endorphinの変化, C: ACTHの変化を示す。

■: 3Hz鍼通電群, ▨: 100Hz鍼通電群, □: 対照群, β -endorphin 正常値 10pg/ml 以下, ACTH 正常値 5.5-50pg/ml 以内 *P<0.01 **P<0.05 (mean±SD, n=5)

を行った後に多重比較 (Tukey's) を行い, 平均値と標準偏差 (mean±SD) で示した. なお麻酔および手術, 投薬は全て医師が行った.

Ⅲ. 結果

1. 術後疼痛に対する至適通電条件の実験的検討

1) 鍼通電と SSP 通電の比較

両側の合谷・足三里への低頻度 (3Hz) および腹部切開想定部位近傍への高頻度 (100Hz) 通電を同時に行い鍼通電と SSP 通電の効果を比較した (表 1). その結果, 最大熱痛覚閾値は鍼通電 $51.1 \pm 0.7^\circ\text{C}$, SSP 通電 $50.8 \pm 0.5^\circ\text{C}$ で, この閾値に到達するまでの時間を比較すると鍼通電 31.0 ± 9.1 分, SSP 電極通電 52.2 ± 7.1 分で, 鍼通電

表 3 鍼通電群における術後疼痛の程度と使用鎮痛剤

| 症例 | 年齢 | 性別 | 術式 | 麻酔時間 (分) | 術後疼痛の程度 (使用鎮痛剤) | | | | |
|----|----|----|-----------|-------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------|--------|
| | | | | | 術直後 | 術後3時間 (鍼通電開始前) | 術後6時間 (鍼通電直後) | 術後9時間 | 術後12時間 |
| 1 | 67 | F | 総胆管空腸吻合術 | 220 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 71 | M | 右半結腸切除術 | 170 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 71 | M | 胃全摘術 | 395 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 57 | F | 胆摘術 | 160 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 67 | M | 胆摘術 | 75 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 41 | M | 胃亜全摘術 | 175 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | 57 | M | 胃亜全摘術 | 210 | 2 | 2 | 3 voltaren 50mg | 1 | 0 |
| 8 | 65 | F | 直腸高位前方切除術 | 166 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 9 | 88 | M | 腹会陰式直腸切断術 | 225 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 82 | F | 胃亜全摘術 | 200 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 53 | F | 胃亜全摘術 | 165 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 |

術後疼痛の程度 0: 痛みなし 1: 軽度の痛みを訴える 2: 痛みを訴える 3: 痛みが持続し鎮痛を要求

表 4 非通電群における術後疼痛の程度と使用鎮痛剤

| 症例 | 年齢 | 性別 | 術式 | 麻酔時間 (分) | 術後疼痛の程度 (使用鎮痛剤) | | | | |
|----|----|----|-----------|-------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------|
| | | | | | 術直後 | 術後3時間 | 術後6時間 | 術後9時間 | 術後12時間 |
| 1 | 63 | M | 胃亜全摘術 | 150 | 2 | 2 | 3 sosegon 15mg | 1 | 0 |
| 2 | 68 | M | 直腸高位前方切除術 | 225 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 70 | M | 直腸高位前方切除術 | 150 | 2 | 2 | 3 voltaren 50mg | 0 | 0 |
| 4 | 81 | M | 胆摘術 | 120 | 2 | 2 | 3 sosegon 15mg | 1 | 0 |
| 5 | 74 | M | 胃亜全摘術 | 215 | 2 | 2 | 2 | 3 voltaren 25mg | 1 |
| 6 | 71 | M | 直腸低位前方切除術 | 210 | 2 | 1 | 2 | 3 voltaren 25mg | 1 |
| 7 | 74 | M | 胃全摘術 | 225 | 1 | 3 sosegon 15mg | 3 voltaren 25mg | 2 | 2 |
| 8 | 31 | M | 胃亜全摘術 | 180 | 2 | 2 | 3 voltaren 25mg | 2 | 2 |
| 9 | 80 | F | 胆摘術 | 50 | 2 | 2 | 3 voltaren 25mg | 0 | 0 |
| 10 | 69 | M | 胃亜全摘 胆摘術 | 290 | 1 | 2 | 3 voltaren 50mg | 1 | 0 |
| 11 | 70 | M | 胃全摘術 | 205 | 2 | 2 | 3 voltaren 50mg | 2 | 2 |

術後疼痛の程度 0: 痛みなし 1: 軽度の痛みを訴える 2: 痛みを訴える 3: 痛みが持続し鎮痛を要求
使用鎮痛剤 voltaren 25-50mg 坐薬 (ジクロフェナクナトリウム) sosegon 15mg 筋注 (ペンタゾシン) を投与

において最大熱痛覚閾値迄で有意 ($P<0.01$) に短時間で上昇させた。また、最大通電量 (mA) を比較すると 3Hz では鍼通電 16.2 ± 5.5 mA, SSP 通電 25.4 ± 5.2 mA, 100 Hz では鍼通電 1.9 ± 0.4 mA, SSP 通電 17.6 ± 3.8 mA と鍼通電では SSP 通電に比して有意 ($P<0.01$) に低電流量で最大痛覚閾値に到達した。

また、被験者の通電に対する感覚の低下 (所謂慣れ) に対して随時通電量を増加させた通電量漸増群と通電量一定群での熱痛覚閾値の上昇を通電 30 分後にて比較した結果 (表 2), 鍼通電では漸増群 52.6 ± 1.1 °C, 一定群 50.2 ± 1.1 °C に漸増群で有意 ($P<0.05$) な痛覚閾値の上昇を認めた。また、SSP 通電においても漸増群 51.3 ± 1.3 °C, 一定群 49.8 ± 1.0 °C に漸増群で有意 ($P<0.05$) な痛覚閾値の上昇を認めた。また、両通電の漸増値を比較すると有意差は認めないが鍼通電において上昇傾向にあった。

2) 鍼通電条件と内因性鎮痛物質の関係

鍼通電では SSP 通電と比較し低電流にて短時間で最大痛覚閾値に達することから、鍼通電と内因性鎮痛物質の関係について検討を加えた。その結果、合谷・足三里 (図 1) 鍼通電では、熱痛覚閾値 (A) は 3Hz 鍼通電群 (■) において通電 30 分値 51.2 ± 0.9 °C に上昇し、通電前値 48.7 ± 0.6 °C および対照群 (□) 49.0 ± 0.9 °C に比して有意 ($P<0.01$) に上昇した。次に、 β -endorphin (B) は 3 Hz 通電群 (■) で通電前値 7.6 ± 5.8 pg/ml から通電 30 分値 13.6 ± 1.9 pg/ml に増加したが有意差はなかった。しかし、100 Hz 鍼通電群 (⊗) の 6.2 ± 3.5 pg/ml ($P<0.01$) および対照群 5.6 ± 2.1 pg/ml ($P<0.05$) に比して有意な増加が認められた。一方、100 Hz 鍼通電群 (⊗) では熱痛覚閾値 (A) は 50.0 ± 2.1 °C と上昇傾向ではあったが通電前値と有意差はなく、 β -endorphin (B) は通電前値 7.2 ± 3.7 pg/ml から通電 30 分値 6.2 ± 3.5 pg/ml にやや減少した。また、各群ともに ACTH (C) は正常値 (5.5~50 pg/ml) 範囲内で推移し有意な増減は認められなかった。

一方、腹部正中切開想定部位近傍への鍼通電 (図 2) では、熱痛覚閾値 (A) は 3 Hz 鍼通電群 (■) で通電前値 48.6 ± 1.0 °C から通電 30 分値 49.3 ± 1.3 °C に 0.7 °C 上昇し、100 Hz 鍼通電群 (⊗)

においては通電前値 49.4 ± 1.8 °C から通電 30 分値 51.3 ± 1.0 °C に 2.0 °C 上昇するが有意ではなかった。また、 β -endorphin (B) は 3 Hz, 100 Hz 鍼通電群ともに通電 30 分値に通電前値より下降した。また、ACTH (C) は 100 Hz 通電群において 23.4 ± 9.5 pg/ml から通電 30 分値に 25.0 ± 18.3 pg/ml で唯一増加するが SD 幅が大きく有意な変化ではなかった。

2. 腹部外科手術症例に対する鍼鎮痛

各 22 症例の術式は、表 3, 4 に示す如く消化管悪性腫瘍手術および胆嚢摘出術である。鍼通電群 (表 3) の平均年齢は 65.3 ± 13.2 歳, 男性 6 名, 女性 5 名, 平均麻酔時間 196.4 ± 77.5 分であり、非通電群 (表 4) の平均年齢は 68.2 ± 13.4 歳, 男性 10 名, 女性 1 名, 平均麻酔時間 183.6 ± 64.0 分であった。これら、両群間の平均年齢、麻酔時間には統計的に差は認めなかった。しかし、封筒法による割付けのため性差を生じた。

表 5 鍼通電群と非通電群の β -endorphin 平均値の推移

| | β -endorphin pg/ml | |
|-------------------|--------------------------|-------------------|
| | 鍼通電群 | 非通電群 |
| 術前 | 4.0 ± 1.6 | 5.0 ± 1.8 |
| 術中 | 45.0 ± 14.0 #1 | 25.0 ± 13.2 #1 |
| 術直後 | 32.7 ± 15.9 #2 | 19.9 ± 13.2 |
| 3 時間後 (鍼通電開始前) | 15.2 ± 10.0 | 11.5 ± 8.9 |
| 6 時間後 (鍼通電直後) | * 20.4 ± 13.0 #2 | 10.0 ± 6.6 |
| 9 時間後 | 17.7 ± 14.8 | 7.3 ± 5.2 |
| 12 時間後 | 7.6 ± 3.9 | 7.2 ± 5.1 |

#1 $P<0.01$ #2 $P<0.05$ VS 術前値 (Mean \pm SD, n=11)
* $P<0.05$ 鍼通電群 VS 非通電群
 β -endorphin 正常値 10 pg/ml 以下

表 6 鍼通電群と非通電群の ACTH 平均値の推移

| | ACTH pg/ml | |
|-------------------|---------------------|---------------------|
| | 鍼通電群 | 非通電群 |
| 術前 | 42.8 ± 27.4 | 37.6 ± 19.2 |
| 術中 | 335.4 ± 205.7 #1 | 237.1 ± 178.0 #1 |
| 術直後 | 250.8 ± 180.0 #1 | 159.8 ± 119.3 #1 |
| 3 時間後 (鍼通電開始前) | 98.9 ± 56.1 | 56.2 ± 37.6 |
| 6 時間後 (鍼通電直後) | 53.2 ± 27.0 | 41.1 ± 27.7 |
| 9 時間後 | 40.4 ± 24.8 | 37.3 ± 25.2 |
| 12 時間後 | 32.0 ± 21.7 | 33.8 ± 18.5 |

#1 $P<0.01$ #2 $P<0.05$ VS 術前値 (Mean \pm SD, n=11)
ACTH 正常値 5.5-50 pg/ml 以内

術後疼痛の程度と使用鎮痛剤の関連は、両群ともに術後3時間までは術後疼痛の程度1~2であったが、鍼通電群(表3)では通電直後に0~1に軽減し、1例(症例7)のみ術後6時間(鍼通電直後)に鎮痛剤である voltaren 坐薬 50 mg (ジクロフェナクナトリウム, ノバルティス)を使用した。これに対して、非通電群(表4)では術後6時間で疼痛の程度が3に増強し、術直後より軽度の痛みであった1例(症例2)を除く全ての症

例において痛みが強く持続し、鎮痛剤 sosegon 15 mg 筋注(ペンタゾシン, 山之内製薬)あるいは voltaren 坐薬 25~50 mg の投与が必要となった。

次に、鍼通電群と非通電群の β -endorphin の平均値の推移(表5)を比較すると、鍼通電群の術前値の平均濃度は 4.0 ± 1.6 pg/ml, 非通電群では 5.0 ± 1.8 pg/ml で正常値(10 pg/ml 以下)の範囲内であった。しかし、術中(手術開始1時

表7 鍼通電群の各症例における β -endorphin, ACTH の推移

| 症例 | β -endorphin pg/ml ACTH pg/ml | | | | | | |
|----|--|-----|-----|-------------------|------------------|-------|--------|
| | 術前 | 術中 | 術直後 | 術後3時間 (鍼通電開始前) | 術後6時間 (鍼通電直後) | 術後9時間 | 術後12時間 |
| 1 | 3 | 41 | 47 | 10 | 8 | 10 | 10 |
| | 55 | 370 | 150 | 90 | 70 | 50 | 50 |
| 2 | 3 | 38 | 53 | 7 | 6 | 3 | 3 |
| | 19 | 90 | 90 | 71 | 52 | 30 | 13 |
| 3 | 5 | 47 | 25 | 8 | 4 | 4 | 5 |
| | 49 | 170 | 140 | 98 | 80 | 71 | 70 |
| 4 | 2 | 22 | 26 | 8 | 22 | 26 | 8 |
| | 60 | 260 | 370 | 99 | 60 | 70 | 49 |
| 5 | 4 | 30 | 12 | 11 | 15 | 6 | 6 |
| | 15 | 180 | 89 | 89 | 60 | 13 | 13 |
| 6 | 7 | 44 | 32 | 11 | 28 | 18 | 7 |
| | 28 | 350 | 380 | 40 | 30 | 27 | 28 |
| 7 | 3 | 37 | 4 | 20 | 16 | 3 | 3 |
| | 8 | 420 | 60 | 210 | 10 | 16 | 8 |
| 8 | 5 | 66 | 24 | 9 | 15 | 16 | 4 |
| | 45 | 790 | 270 | 19 | 9 | 8 | 10 |
| 9 | 2 | 62 | 46 | 22 | 33 | 46 | 14 |
| | 90 | 580 | 540 | 190 | 60 | 40 | 60 |
| 10 | 6 | 44 | 45 | 40 | 45 | 23 | 10 |
| | 82 | 160 | 130 | 92 | 95 | 80 | 30 |
| 11 | 4 | 64 | 46 | 22 | 33 | 40 | 14 |
| | 20 | 320 | 540 | 90 | 60 | 40 | 22 |

表8 非通電群の各症例における β -endorphin, ACTH の推移

| 症例 | β -endorphin pg/ml ACTH pg/ml | | | | | | |
|----|--|-----|-----|-------|-------|-------|--------|
| | 術前 | 術中 | 術直後 | 術後3時間 | 術後6時間 | 術後9時間 | 術後12時間 |
| 1 | 3 | 25 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 52 | 350 | 140 | 60 | 50 | 40 | - |
| 2 | 3 | 35 | 9 | 8 | 3 | 3 | 3 |
| | 37 | 190 | 90 | 90 | 63 | 55 | 38 |
| 3 | 7 | 6 | 9 | 8 | 7 | 5 | 7 |
| | 27 | 180 | 98 | 82 | 80 | 59 | 52 |
| 4 | 5 | 14 | 13 | 3 | 13 | 5 | 6 |
| | 16 | 83 | 64 | 5 | 6 | 5 | 5 |
| 5 | 6 | 16 | 20 | 8 | 8 | 8 | 9 |
| | 35 | 110 | 160 | 19 | 14 | 12 | 17 |
| 6 | 4 | 33 | 23 | 28 | 23 | 19 | 20 |
| | 33 | 160 | 82 | 120 | 30 | 18 | 30 |
| 7 | 5 | 44 | 48 | 16 | 15 | - | - |
| | 24 | 210 | 320 | 54 | 66 | - | - |
| 8 | 5 | 34 | 33 | 6 | 7 | 6 | 5 |
| | 19 | 640 | 450 | 18 | 24 | 28 | 19 |
| 9 | 3 | 4 | 8 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 31 | 45 | 75 | 18 | 10 | 16 | 31 |
| 10 | 5 | 36 | 30 | 23 | 10 | 7 | 6 |
| | 60 | 460 | 130 | 60 | 30 | 60 | 53 |
| 11 | 9 | 29 | 22 | 21 | 18 | 14 | 10 |
| | 80 | 180 | 149 | 93 | 80 | 80 | 60 |

β -endorphin 正常値 10 pg/ml 以下, ACTH 正常値 5.5~50 pg/m 以内(斜体数値は ACTH の推移を示す)。

間)では鍼通電群 45.0 ± 14.0 pg/ml, 非通電群では 25.0 ± 13.2 pg/ml と, 両群ともに術前値に比し有意 ($P < 0.01$) に増加した. また, 術後の推移をみると, 非通電群では時間の経過とともに漸次下降し術後9時間ではほぼ術前値に復した. これに対し, 鍼通電群では術後3時間後(鍼通電開始前)に 15.2 ± 10.0 pg/ml に減少するも術後6時間(鍼通電直後)には再び 20.4 ± 13.0 pg/ml に増加し, この値は術前値および非通電群に比して有意 ($P < 0.05$) に高値であった.

さらに, 鍼通電群の各症例における β -endorphin の推移(表7)は, 術後6時間(鍼通電直後)において症例1, 2, 3, 7で下降するが, 他の症例では正常値以上に増加した. しかし, 鍼通電直後に下降した症例1では通電後(術後9時間), 症例3においては通電後(術後12時間)から再び軽度増加が認められた. しかし, 斜体数字で示す ACTH の推移(表7)は, 全ての症例で経過中に変化をみなかった.

さらに, 各症例の術後疼痛の程度(表3, 4)と β -endorphin (表7, 8)の関連は, 鍼通電群(表3)では術後3時間までは痛みを訴えるも, 鍼通電後 β -endorphin の増加に伴い痛みは軽減し, 痛みが強く鎮痛を要求した症例7を除いて鎮痛剤を必要とする症例はなかった. この症例7においては鍼通電による β -endorphin の増加を認めず, 通電後の術後9, 12時間においても β -endorphin は 3 pg/ml と症例中最も低値であった(表7). これに対し, 非通電群(表8)では症例6を除いて, 術後時間の経過とともに β -endorphin 濃度は正常値まで下降した. また, β -endorphin の下降とともに痛みを訴え, 術直後から軽度の痛みであった症例2を除く全ての症例において痛みが持続し, 鎮痛剤が必要となった. また, 症例7では術後3時間目に sosegon 15 mg 筋注, 術後6時間目には voltaren 25 mg 坐薬が投与されるも疼痛が持続し術後9, 12時間の採血は断念した(表4, 8).

次に, ACTH 平均値の推移(表6)は, 術前値(手術前日)鍼通電群で 42.8 ± 27.4 pg/ml, 非通電群では 37.6 ± 19.2 pg/ml で正常値(5.5~50 pg/ml)の範囲内であった. しかし, 術中は鍼通電群で 335.4 ± 205.7 pg/ml ($P < 0.01$), 非通電群では 237.1 ± 178.0 pg/ml ($P < 0.05$) と術前

値に比し術中で有意に増加した. しかし, 術後は時間の経過に従って下降し術後9時間では鍼通電群 40.4 ± 24.8 pg/ml, 非通電群 37.3 ± 25.2 pg/ml でほぼ術前値に復し, β -endorphin で認められた様な鍼通電群と非通電群での差異は認められなかった.

また, 症例各 ACTH の推移の特徴は, 手術侵襲の大きい胃全摘術(表7・症例3, 表8・症例7, 11), 腹会陰式直腸切断術(表7・症例9)にて術後12時間を経過しても正常値 5.5-50 pg/ml 以内を越えて持続したが, β -endorphin は正常値 10 pg/ml 以下の濃度に下降した.

IV. 考 察

Baoguo²³⁾らは婦人科手術後疼痛に対し, 合谷および下腹部切開創近傍に TENS を用い通電頻度を3秒ごとに 2 Hz-100 Hz に変調させることにより術後疼痛を軽減させることを報告している. さらに, Kho²³⁻²⁴⁾らは腹部外科手術後疼痛に対し耳鍼と背部への TENS を組み合わせ麻薬(fentanyl)の使用量が軽減できると報告している. また, 黒川²⁵⁾, 梅木¹⁸⁾らは SSP 通電にて合谷・足三里に低頻度で通電し, さらに切開創の近傍には高頻度で通電し鎮痛効果があることを報告している. この様に術後疼痛に対し刺激鎮痛法(SPA)として鍼通電や経皮的電気刺激法(TENS)などが試みられているが, 術後疼痛に対する通電頻度(周波数)や通電部位(経穴)など至適通電条件は十分に明らかではないうえに, その機序も明確ではない.

これまでに報告されている SPA の作用機序は, 低頻度(1-3 Hz)通電においては β -endorphin をはじめとする内因性モルヒネ様物質(MLF)が関与すること²⁻⁶⁾, 一方, 高頻度(100 Hz)通電では naloxone で拮抗されないことから触圧刺激を伝える A β 線維の入力を増強させ, C線維からの痛みの入力が増強され脊髄後角で抑制され脊髄分節性に鎮痛が発現すると考えられている⁹⁻¹⁰⁾. さらに, 通電頻度に関係なく通電刺激がストレスラーとして視床下部脳下垂体に作用し β -endorphin と同時に副腎皮質刺激ホルモン(ACTH)を放出させストレス誘発鎮痛(SIA)を引き起こすと考えられている⁷⁻⁸⁾. このことから β -endorphin および ACTH の推移に検討を加えた.

術後疼痛に対する至通通電条件の実験的検討

現在迄に著者らは、実験的に鍼通電とTENS（直径13 mm SSP 電極，同じく直径 13 mm ゴム電極，長方形 60 mm×30 mm ジェル電極）の特性を比較し鍼通電が実験的に最も痛覚閾値を上昇させ、TENS の表面電極では SSP 電極が効果的であることを報告してきた²⁶⁻³⁰⁾。しかし、今回さらに詳細に検討した結果、鍼通電では SSP 通電に比較して、低電流、短時間で最大熱痛覚閾値に到らせることが判った。その機序を明らかにするため鍼通電において通電頻度（周波数）や通電部位（経穴）と血漿 β -endorphin と ACTH の関係について検討した。

その結果、低頻度（3 Hz）鍼通電では、合谷・足三里への通電において β -endorphin の有意な増加にともない熱痛覚閾値も有意に上昇した。しかし、腹部切開想定部位近傍通電では熱痛覚閾値の上昇傾向は認めるも β -endorphin の変化は認めなかった。また、ACTH は両通電部位ともに増加は認めなかった。末梢経穴への低頻度（1-3 Hz）鍼通電による鎮痛作用は、ラットへの naloxone の中枢投与のみならず腹腔内投与によって用量依存的に拮抗³¹⁻³²⁾され、中枢以外の末梢あるいは腹腔内に介在する opioid receptor が MLF を誘導し鎮痛を引き起こすことが明らかにされている³³⁾。この様に、今回の合谷・足三里への低頻度（3 Hz）鍼通電によって引き起こされた鎮痛は中枢や末梢あるいは腹腔内で β -endorphin 産生能が賦活され、鎮痛効果をもたらしたものと考えられる。しかし、ACTH の増加は認めなかったことからストレス誘発鎮痛（SIA）が関与した可能性は低いと思われる。Takeshige⁸⁾らは、ラット非経穴への鍼通電において SIA が発現することを報告している。しかし、非経穴部に相当する腹部切開創近傍通電において β -endorphin、ACTH ともに変化を示さなかったことから SAI の関与は低いと思われる。

一方、高頻度（100 Hz）鍼通電では合谷・足三里あるいは腹部切開想定部位近傍への通電ともに熱痛覚閾値の上昇傾向を示したが β -endorphin、ACTH ともに顕著な変動は認められなかった。このことは、高頻度（100 Hz）鍼通電では MLF および SIA 以外の鎮痛機序が関与した可能性が示唆される。Zhou³⁴⁾はラットの 100 Hz 鍼通電

では、抗オピオイド物質である cholecystokinin octapeptide (CCK-8) が脊髄レベル産生され、低頻度（2 Hz）では CCK-8 の産生が見られないと報告しており、100 Hz 鍼通電では脊髄内で MLF に拮抗して産生された CCK により MLF の作用が抑制された可能性も考えられる。また、Xiao⁵⁾は、ラット足三里相当部位に鍼通電を行い脳室内にモルヒネに親和性の強い opioid μ , δ , κ receptor の拮抗薬を注入し、周波数別の鍼鎮痛をラット tail flick を指標に検討し、2 Hz では μ を介して β -endorphin、30 Hz では δ を介して Met-enkephalin、100 Hz では κ を介して dynorphin が作用することを報告している。このことから 100 Hz 通電では opioid κ receptor を介した dynorphin が作用していた可能性も考えられる。この他に、下行性疼痛抑制系のノルアドレナリン神経系とセロトニン（5-hydroxytryptamine: 5-HT）神経系の関与³⁵⁾なども考えられるが今後の検討課題である。

以上のことから、効果的に鍼鎮痛を発現させるためには、opioid receptor を介し β -endorphin を賦活させる通電頻度（周波数）と同時に、通電を行う部位（経穴）が重要であることが示唆された。また、通電に対する感覚の低下（所謂慣れ）に対して随時通電量を増加させた漸増群で有意に熱痛覚閾値上昇をさせた。このことから通電量を適宜増加させることにより、痛覚閾値をさらに上昇させ得る可能性が示唆される。

腹部外科手術症例に対する鍼鎮痛の効果

至通通電条件に関する実験から、鍼通電は SSP 通電に比較し有意に低電流にて短時間で最大熱痛覚閾に達し、さらに、合谷・足三里への低頻度（3 Hz）鍼通電にて熱痛覚閾値の上昇と同時に β -endorphin を有意に増加させた。しかし、腹部切開創近傍への高頻度（100 Hz）鍼通電は熱痛覚閾値、 β -endorphin ともに有意な上昇は認めなかった。このことから、Baoguo²²⁾、Kho²³⁻²⁴⁾、梅木¹⁸⁾らが試みた末梢経穴への低頻度および切開創近傍への高頻度通電を同時に試みるのではなく、合谷・足三里への低頻度（3 Hz）鍼通電のみを腹部外科手術症例に対し臨床応用した。これは、前述した実験結果に加えて、腹部切開創近傍への鍼通電を試みる場合、創部を包むガーゼ等で刺鍼

が困難なこと、刺鍼における清潔操作の問題から創部の汚染が危惧されることなどを考慮し、末梢部の経穴（合谷・足三里）への低頻度（3 Hz）鍼通電のみを試みた。

その結果、鍼通電群では鍼通電直後に非通電群に比して β -endorphinは有意に増加した。また、症例各々の β -endorphin推移をみると鍼通電後、11症例中8症例は正常値以上に増加した。これに伴い術後疼痛も軽減し、鎮痛剤を必要としたのは11例中1例（症例7）のみであった。

北出³⁵⁾らはヒト鍼鎮痛非反応症例に対しMLF分解酵素 carboxydase の作用を抑制するD-phenylalanineを経口投与し、鍼鎮痛が出現することを報告している。このことから鍼通電にて β -endorphinの増加が認められなかった症例はMLF分解酵素 carboxydaseが活性化していた可能性も考えられる。この様に、術後疼痛に対する鍼鎮痛の効果は β -endorphinの濃度と密接に関連しており、非通電群では β -endorphinは時間の経過とともに正常値まで下降し、これに伴い11例中10例で痛みが持続して鎮痛剤 sosegon筋注あるいは voltaren坐薬等の使用を余儀なくされた。

また、全身麻酔下にあるにもかかわらず術中に β -endorphin、ACTHが全症例で有意に増加し、術後は時間の経過とともに減少した。David³⁷⁾、Oyama³⁸⁾らは麻酔の導入および手術にて β -endorphin、ACTHさらにcortisolが増加することを報告している。このことは、麻酔下で意識の無い状態においても生体は麻酔や手術侵襲等の影響を中枢に入力し、術後の疼痛に備えストレス誘発鎮痛(SIA)を賦活させている可能性が示唆される。SIAは、様々な侵襲ストレスが視床下部に作用すると脳下垂体から β -endorphinと同時にACTHが放出されSIAが惹起されると考えられている³⁹⁾。今回の結果から、このSIAは術中に発現し術後3時間程度はSIAの効果を持続するが、術後時間経過とともに β -endorphin、ACTH濃度は低下し、疼痛を訴える症例が現れた。しかし、鍼通電群においてはSIAが消失した後に再び β -endorphinのみが有意に上昇し、疼痛の緩和と同時に鎮痛剤の使用を削減し得た。

さらに、胃全摘術や腹会陰式直腸切断術など手術侵襲が大きな術式ではACTHが術中値より術

後12時間まで正常値を越え高濃度を持続し、 β -endorphinは正常値に下降した。この様にACTHは生体へのストレス（手術侵襲）を反映したが、術後疼痛に対する鍼鎮痛作用との関連は認められなかった。

次に、術中から術後3時間で β -endorphinおよびACTH濃度は鍼通電群において非通電群に比し高値であった。これは鍼通電群において平均麻酔時間が長かったこと、さらに両群の性差や術中の術式の違い等がこの差を生じさせたものと考えられる。

また、術後疼痛に対する通電時間について、実験的には鍼通電で 31.0 ± 9.1 分で最大閾値に達したことから通電時間を30分を中心に検討したが、実験疼痛（熱痛覚閾値）と術後疼痛とでは痛みの基準が異なることや、これまでも腹部外科手術に対する術後疼痛症例に対して¹⁶⁻¹⁹⁾3時間程度の通電が適していたことから3時間の連続通電を行った。また、梅木ら¹⁸⁾はSSPにて術後12時間連続で通電し、非通電症例に比し疼痛軽減や早期離床、排ガス促進に有効と報告している。今回の実験の結果からもSSP通電では最大閾値に達するまで 52.2 ± 7.1 分を要しており、使用する電極によって通電時間を変える必要性も示唆された。なお、3時間の鍼通電による生体内での折鍼や鍼の腐蝕等の問題はみていない。

近年、術後疼痛に対する鎮痛手段としてpre-emptive analgesia（先取り鎮痛）が積極的に試みられている⁴⁰⁾。この方法は、術前より切開創周囲へ局所麻酔や硬膜外麻酔法を導入し、中枢への手術侵襲を遮断して生体の恒常性を低下させるcorticotropin releasing factor (CRF)の放出を抑制することが報告されている⁴¹⁻⁴⁶⁾。しかし、末梢から脊髄後根を介する神経伝導路を遮断しても手術の侵襲を受けた組織から放出される炎症性サイトカインinterleukin-6 (IL-6)によって疼痛を生じることや、術式や硬膜外麻酔法に使用する薬剤などによっても多少効果が異なることが指摘されている⁴²⁻⁴⁶⁾。この点から、pre-emptive analgesiaを試みている手術症例においても、十分に効果の認められない症例に対しては、合谷・足三里への低頻度（3 Hz）鍼通電にて副作用なく内因性に β -endorphinを賦活させ鎮痛剤の使用を削減でき得る可能性が考えられる。

謝 辞

稿を終えるにあたり、終始御指導を賜りました明治鍼灸大学外科学教室咲田雅一教授に深甚なる謝意を捧げます。また、本研究にご協力を頂いた臨床鍼灸医学教室今井賢治助手、岩昌宏助手、麻酔科学教室智原栄一助教授に感謝申し上げます。また、本研究は平成9、10年度文部省科学研究(腹部外科術後疼痛に対する鍼鎮痛の効果と内因性鎮痛物質の関係について:09770976)助成を受けて行われた。

引用文献

1. Ulett G A, Han J, Han S : Traditional and evidence based acupuncture : history, mechanisms, and present status. *South Med J*, 91 (12) : 1115-1120, 1998.
2. Mayer D J, Price D D, Rafii A : Antagonism of acupuncture analgesia in man by the narcotic antagonist naloxone. *Brain Res*, 121 : 368-372, 1977.
3. Pomeranz B, Chiu D : Naloxone blockade of acupuncture analgesia : endorphin implicated. *Life Sci*, 19 : 1757-1762, 1976.
4. Sjolund B H, Eriksson M B E : The influence of naloxone on analgesia produced by peripheral conditioning stimulation. *Brain Res*, 173 : 295-301, 1979.
5. Xiao H C, Ellen B G, Martin W A : Electrical stimulation at traditional acupuncture sites in periphery produces brain opioid-receptor-mediated antinociception in rats. *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 277 : 654-660, 1996.
6. Abbate D, Santamaria A, Brambilla A, et al : β -endorphin and Electroacupuncture. *Lancet*, 13 : 1309, 1980.
7. Malizia E, Andreucci G, Paolucci D, et al : Electroacupuncture and peripheral β -endorphin and ACTH levels. *Lancet*, 2 : 535-536, 1976.
8. Takeshige C, Kobori M, Hishida F, et al : Analgesia inhibitory system involvement in nonacupuncture point stimulation produced analgesia. *Brain Res*, 28 : 379-391, 1992.
9. Cheng R, Pomeranz B : Electroacupuncture analgesia could be mediated by at least two pain relieving mechanisms ; endorphin and non-endorphin systems. *Life Sci*, 25 : 1957-1963, 1979.
10. Bowsher D : The physiology of stimulation-produced analgesia. *J Br Med Acupunct Soc*, 9 : 58-62, 1993.
11. Guieu R, Francoise M, Gervet T, et al : Met-enkephalin and beta-endorphin are not involved in the analgesic action of transcutaneous vibratory stimulation. *Pain*, 48 : 83-88, 1992.
12. NIH Panel Issues Consensus Statement on Acupuncture : NIH News Release, 1997.
13. Han J S, Chen X H, Sun S L, et al : Effect of low-and high-frequency TENS on met-enkephalin-arg-phe and dynorphin A immunoreactivity in human lumbar CSF. *Pain*, 47 : 295-298, 1991.
14. Hargreaves A, Lander J : Use of transcutaneous electrical nerve stimulation for postoperative pain. *Nurs Res*, 38 (3) : 159-161, 1989.
15. Chen L, Tang J, White P F, et al : The effect of location of transcutaneous electrical nerve stimulation on postoperative opioid analgesic requirement : acupoint versus nonacupoint stimulation. *Anesth Analg*, 87 : 1129-1134, 1998.
16. 呉 志宏, 甲田久士, 山川 緑ら : 腹部外科手術後の創部痛に対する SSP 療法の効果. *京都府立医科大学雑誌*, 98 (4) : 437-444, 1989.
17. 石丸圭荘, 篠原昭二, 北出利勝ら : 腹部外科手術後の創部痛に対する SSP 療法の実験的研究. *明治鍼灸医学*, 5 : 1-6, 1989.
18. 梅木 昇, 岩 昌宏, 石丸圭荘ら : 腹部外科手術後の創部痛に対する SSP療法. *明治鍼灸医学*, 7 : 55-60, 1990.
19. 宮川巖幸, 石丸圭荘, 池田和久ら : 腹部外科手術後疼痛に対する SSP 通電の応用. *明治鍼灸医学*, 17 : 15-19, 1995.
20. Furui T, Satoh K, Asano Y, et al : Increase of β -endorphin levels in cerebrospinal fluid but not in plasma in patients with cerebral infarction. *J Neurosurg*, 61 : 748-751, 1984.
21. Zahradnik R, Brennan G, Hutchison J S, Odell W D : Immunoradiometric assay of corticotropin with use of avidin-biotin separation. *Clinical chemistry*, 35 (5) : 804-807, 1989.
22. Baoguo W, Jun T, Paul F, et al : Effect of the intensity of transcutaneous acupoint electrical stimulation on the postoperative analgesic requirement. *Anesth Analg*, 85 : 406-413, 1997.
23. Kho H G, Eijk R J R, Kapteijns W M M J, et al : Acupuncture and transcutaneous stimulation analgesia in comparison with moderate-dose fentanyl anesthesia in major surgery. *Anesthesia*, 46 : 129-135, 1991.
24. Kho H G, Kloppenborg P W C, Egmond J van : Effects of acupuncture and transcutaneous stimulation analgesia on plasma hormone levels during and after major abdominal surgery. *European Journal of Anesthesiology*, 10 : 197-208, 1993.

25. 黒川 恵：術後疼痛に対する SSP 療法の鎮痛効果について. 東洋医学とペインクリニック, 9 : 21-24, 1979.
26. 石丸圭荘, 篠原昭二, 北出利勝ら：鍼および SSP 電極通電刺激が痛覚閾値に及ぼす影響. 明治鍼灸医学, 6 : 61-67, 1990.
27. 石丸圭荘, 篠原昭二, 岩 昌宏ら：鍼通電刺激の深部痛覚閾値に及ぼす影響. 明治鍼灸医学, 8 : 27-33, 1991.
28. 石丸圭荘, 篠原昭二, 岩 昌宏ら：鍼通電および経皮的電気刺激法の深部痛覚閾値におよぼす影響について. 京都府立医科大学雑誌, 102 (2) : 189-196, 1993.
29. Ishimaru K, Kawakita K, Sakita M : Analgesic effects induced by TENS and electroacupuncture with different types of stimulating electrodes on deep tissues in human subjects. Pain, 63 : 181-187, 1995.
30. 石丸圭荘, 岩 昌宏, 今井賢治ら：ヒト深部痛に対する絶縁鍼通電の効果. 明治鍼灸医学, 17 : 1-5, 1995.
31. Takeshige C, Tsuchiya M, Guo S Y, Sato T : Dopaminergic transmission in the hypothalamic arcuate nucleus to produce acupuncture analgesia in correlation with the pituitary gland. Brain Res, 26 (1) : 113-22, 1991.
32. Sato T, Takeshige C, Shimizu S : Morphine analgesia mediated by activation of the acupuncture-analgesia-producing system. Acupunct Electrother Res, 16(1, 2) : 13-26, 1991.
33. Stein C, Yassouridis A : Peripheral morphine analgesia. Pain, 71 : 119-121, 1997.
34. Zhou Y, Sun Y h., Shen J M, Han J S, : Increased release of immunoreactive CCK-8 by electroacupuncture and enhancement of electroacupuncture analgesia by CCK-B antagonist in rat spinal cord. Neuropeptides, 24 : 139-144, 1993.
35. Chuan L C, Jin C L, Chia C T, et al : Decrease of anesthetic activity by electroacupuncture on Jen-Chung point in rabbits. Neurosci Lett, 202 : 93-96, 1995.
36. 北出利勝：D-フェニルアラニンによる鍼鎮痛および鍼麻酔増強効果に関する研究. 大阪医科大学雑誌, 45(2) : 59-65, 1986.
37. David Pickar, Martin R Cohen, Michel Dubois : The relationship of plasma cortisol and β -endorphin-immunoreactivity to surgical stress and postoperative analgesic requirement. General Hospital Psychiatry, 5 : 93-98, 1983.
38. Oyama T, Saito T, Isomatsu T : Plasma level of ACTH and cortisol in man during diethyl ether anesthesia and surgery. Anesthesiology, 29 : 559-564, 1968.
39. Lewis, J W : Multiple neurochemical and hormonal mechanisms of stress induced analgesia. Ann N Y Acad Sci, 467 : 194-203, 1986.
40. Woolf C J, Chong M S : Preemptive analgesia-Treating postoperative pain by preventing the establishment of central sensitization. Anesth Analg, 77 : 362-379, 1993.
41. Naito Y, Tamai S, Shingu K, et al : Responses of plasma adrenocorticotropic hormone, cortisol, and cytokines during and after upper abdominal surgery. Anesthesiology, 77 : 426-431, 1992.
42. 細川豊史：麻酔と手術侵襲. 小川龍, 弓削孟文編, 真興交易医書, 1995.
43. Smeets H J, Kievit J P, Dulfer T, et al : Endocrine-Metabolic response to abdominal aortic surgery : a randomized trial of general anesthesia versus general plus epidural anesthesia. World J of Surg, 17 : 601-607, 1993.
44. Moore C M, Desborough J P, Powell H, et al : Effect of extradural anesthesia on interleukin-6 and acute phase response to surgery. Brit J Anaesth, 72 : 272-279, 1994.
45. Tverskoy M, Cozakov C, Ayache M : Postoperative pain after inguinal herniorrhaphy with different types of anesthesia. Anesth Analg, 70 : 29-35, 1990.
46. Gieseckè K, Hamberger P, Jörnberg P, et al : High and low dose fentanyl anaesthesia : Hormonal and metabolic responses during cholecystectomy Brit J Anaesth, 61 : 575-582, 1988.

Effects of Acupuncture Analgesia on Post-operative Pain After Abdominal Surgery and the Relationship of Endogenous Analgesic Substances

†Keisou ISHIMARU

¹Department of Acupuncture and Moxibustion, Meiji University of Oriental Medicine

Summary :

Introduction

We previously reported that acupuncture decreased post-operative pain after abdominal surgery and significantly reduced the use of analgesic drugs. However, the mechanism of acupuncture analgesia has not been completely elucidated. In this study, the effects of surgical invasion and acupuncture analgesia on serum β -endorphin, an endogenous analgesic substance that is involved in analgesic action, and adrenocorticotrophic hormone (ACTH) levels were evaluated.

Methods

To determine the suitable conditions for electroacupuncture (EA; 3 Hz and 100Hz) and transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS; 3 Hz and 100Hz) to increase the pain threshold in the abdomen, an experiment was carried out using five healthy volunteers. Clinically, continuous EA treatment was performed at Acupuncture point LI4 (Hoku) and S36 (Tsusanli) for 3 hours starting from 3 hours post operatively in 11 patients (EA group). Another eleven patients not treated by EA served as controls. Peripheral blood (5ml) was collected before, during, immediately after surgery and at 3 hour intervals thereafter until 12 hours after surgery, and serum β -endorphin and ACTH levels were measured by radioimmunoassay (RIA).

Results and Conclusion

β -endorphins and pain threshold were increased most significantly by EA (3 Hz) in five healthy volunteers.

During surgery, both β -endorphins and ACTH levels increased significantly. After surgery, these levels tended to gradually decrease to preoperative values, but the level of serum β -endorphin increased significantly again during the EA (3 Hz) treatment in the EA group. Analgesic drugs for postoperative pain were used in 10 of the 11 cases in the control group, but were used only in 1 of the 11 cases in the EA group.

These results suggest that β -endorphin level induced by the EA reduced the postoperative pain, and even under the general anesthesia, the surgical invasion appeared to be input to the central nervous system and activate stress-induced analgesia.