

手掌部電気刺激装置による
生理的変化の研究

秋本 龍二, 細木 力, 神谷 章平, 森 信弘, 服部 信行
稲永 和豊, 矢島 潤平, 岡村 尚昌, 津田 彰, 山田 茂人

筑水会神経情報研究所

筑水会神経情報研年報 第20巻 別冊

Bull Chikusuikai Neuroinform Vol.20, 2001

研究と報告

手掌部電気刺激装置による 生理的变化の研究*

秋本 龍二¹⁾, 細木 力¹⁾, 神谷 章平¹⁾, 森 信弘²⁾³⁾, 服部 信行²⁾³⁾
稲永 和豊²⁾³⁾, 矢島 潤平⁴⁾, 岡村 尚昌⁵⁾, 津田 彰⁶⁾, 山田 茂人⁷⁾

Summary : This report used a single blind experiment to investigate the physiological changes brought about by the two modes ("relax" and "active") of a palmar electronic pulse device in 11 healthy subjects.

From an evaluation of the autonomic nervous system from the cardiographic RR interval, the results showed that the "relax" mode electronic pulse pattern, designed to induce "electronic sleep," significantly increased the parasympathetic nervous activity level, compared to the pre-application level. Additionally, the "active" mode, designed to promote, "electronic arousal," was found to significantly increase the saliva level of 3-methoxy-4-hydroxyphenylglycol (MHPG), compared to the pre-application level.

These results indicate that the electronic pulse application pattern of this device may have been effective in bringing about a state of relaxation and arousal.

Key words : Palmar Electric Pulse Device, RR Interval, MHPG, Electronic Sleep, Electronic Arousal

はじめに

“手は外部の脳である”と一般的に言われているように、手と脳の間には神経的に非常に密接した関係が存在している¹⁾。また手掌部を電気刺激することにより恐怖症や強迫神経症の患者に対し有効な治療が行えるという報告もされている²⁾。経皮的な電気刺激の神経に及ぼす作用について

は、周波数漸減型低電圧パルスを頭部に通電し、睡眠を誘発する電気睡眠法があり³⁾、わが国においては電気睡眠導入器⁴⁻⁶⁾として医療用具の扱いで既に実用化されている。また周波数漸増型低電圧パルスを頭部に通電すると、覚醒レベルの上昇が認められ⁷⁾⁸⁾、さらに老年痴呆に対しては、睡眠障害と異常行動や自発性と情緒面に明らかな改善

* Physiological changes brought about by a palmar electronic pulse device.
Ryuji Akimoto¹⁾, Katsu Hosoki¹⁾, Syohei Kamiya¹⁾, Nobuhiro Mori²⁾³⁾, Nobuyuki Hattori²⁾, Kazutoyo Inanaga²⁾³⁾, Junpei Yajima⁴⁾, Hisayoshi Okamura⁵⁾, Akira Tsuda⁶⁾ and Shigeto Yamada⁷⁾
¹⁾ ホーマーイオン研究所 (東京都) Homer Ion Laboratory, Tokyo
²⁾ 筑水会病院 (八女市) Chikusuikai Mental Hospital, Yame
³⁾ 筑水会神経情報研究所 (八女市) Chikusuikai Institute for Neuroinformation, Yame
⁴⁾ 別府大学短期大学部初等教育科 (大分県) Department of Childhood Education, Beppu University Junior college, Oita
⁵⁾ 久留米大学心理学研究所 (久留米市) Graduate School of Psychology, Kurume University, Kurume
⁶⁾ 久留米大学文学部心理学科 (久留米市) Department of Psychology, Kurume University, Kurume
⁷⁾ 佐賀医科大学精神医学教室 (佐賀県) Department of Psychiatry, Saga Medical University, Saga

効果がみられるとの報告もある⁹⁾¹⁰⁾。

このような電気刺激による作用の要因としては、自律神経系に及ぼす作用が大きいとされている。すなわち電気睡眠の場合、入眠を阻害する交感神経の緊張に対し抑制的に働いて睡眠を誘発し、また電気覚醒の場合は、交感神経活動を賦活し、老年性痴呆に伴う昼間傾眠を改善するとされている。

本実験では、健康成人に対して電気睡眠の通電パターンと電気覚醒の通電パターンを用いて手掌部を刺激することにより生理的な反応としてそれぞれどのように変化をするか検討した。

I. 対 象

健康成人11名(男子10名, 女子1名)平均年齢29.2歳(年齢幅23~38歳)を対象被験者とした。被験者には前もって実験の主旨を説明し、同意を得て実験を行った。また6名の被験者を群I, 5名の被験者を群IIに無作為に分けた。

II. 方 法

1. 使用機器の特性と使用方法

使用した機器は、ホーマーイオン研究所製の手掌部電気刺激装置ストレスリムーバー“パルス

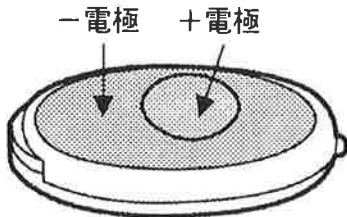


図1 実験に使用した機器

エッグ”である。主な仕様は、出力電圧最大75V(無負荷時)、持続100 μ secの矩形波パルスを14Hzから1Hzまで3分間かけて周波数を漸減させる“リラックス”モードと、同様の矩形波パルスを、14Hzから73Hzまで1分間かけて周波数を漸増させる“アクティブ”モードの2つの出力モードを切換えにより選択できる装置である。

外観は卵型の形状をしており、手掌部に機器をのせ、手を握った時にその中に納まる大きさに設計されている。通電のための電極は、面積約3cm²の楕円形をした+電極と、その外周を取り囲むように配置された面積約14cm²の-電極からなり、この電極間は絶縁されている(図1参照)。

使用法は機器を左手(ただし被験者の中で4名は実施日2日目に右手で行った)の手掌部にのせ、+電極が手掌部のほぼ中央のくぼみにある労宮のツボにあたるように置き、そのまま手を握れば機器の準備は完了である。

機器の出力は無段階の調整器により任意に設定ができ、実験での出力強度の設定基準は痛みを感じることのない、少し我慢すれば耐えられる程度とした。また、タイマーは15分にセットされている。したがって“リラックス”モードの場合は3分間のパターンを5回繰り返すし、“アクティブ”モードの場合は1分間のパターンを15回繰り返すことになる。

2. 実験の実施方法

この実験にはシングル・ブラインド・クロスオーバー・デザイン法を用いた。

その実施方法は表1に示すとおり、同一被験者に対し、出力モード“リラックス”と“アクティ

表1 実験の実施方法

	1日目		2日目	
	午前	午後	午前	午後
被験者群I	リラックス	アクティブ	アクティブ	リラックス
被験者群II	アクティブ	リラックス	リラックス	アクティブ

ブ”をそれぞれ同日内に午前と午後1回ずつ行い、1日目に“リラックス”を先行した被験者は、2日目には“アクティブ”を先行する。これを被験者群Ⅰとし、この群をリラックス先行群とした。

また、1日目に“アクティブ”を先行した被験者は、2日目には“リラックス”を先行する。これを被験者群Ⅱとし、この群をアクティブ先行群とした。

被験者には出力モードの内容及びその出力モードの特性については知らせなかった。したがって実験中は、出力のモード設定及び被験者の手掌部への機器の装着、出力の調整に関しては検者が行っ

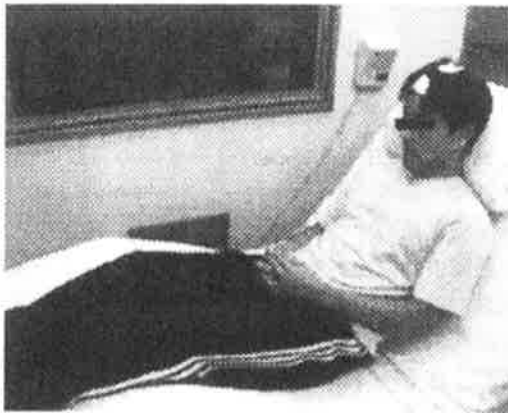


図2 被験者の姿勢

た。

実施場所は、室温24～27℃、湿度52～66%、室内の照度200Lxのシールドルーム内で実験を行った。

被験者の実験中の姿勢は、図2のようにリクライニング式のベッドの背を起し、首の辺りに丸めたタオルを挟み、被験者に身体的負担が軽くなるように努めた。

3. 記録内容及び条件

検査項目は、脳波、心電図、唾液とした。

脳波は国際10-20法に基づいて、前頭部(Fz)、中心部(Cz)、頭頂部(Pz)、後頭部(Oz)の脳波を左右両耳朶を短絡し、これを不関電極とする単極法で記録した。

心電図は左右鎖骨下に電極を配置する修正Ⅰ誘導により記録した。

唾液は被験者に脱脂綿を5分間口内に入れるよう指示をし、唾液が含浸した脱脂綿をサンプルとして採取した。

各検査の手順は、表2のとおりである。

また被験者には実験日前に各人の背景を確認する目的で、心理的ストレス反応尺度STAIミネソタ多面人格目録MMPIを実施した。

4. 分析方法

脳波の分析方法は、アーチファクトの混入が認められないデータについて10秒を1区間として20

表2 各検査の手順

順番	1	2	3	4
検査	唾液採取	休憩	通電前・開眼時 脳波及び心電図	通電中・開眼時 脳波及び心電図
時間	5分間	5分間	5分間	15分間

順番	5	6	7
検査	通電後・開眼時 脳波及び心電図	休憩	唾液採取
時間	5分間	5分間	5分間

msec 間隔でサンプリングし, 各検査手順の 1 区間 5 分 (ただし機器通電中の 15 分間は 5 分間毎 3 区間に分けた) 毎に自己回帰 (AR) 要素波解析法を用いて周波数分析を行い¹³⁾, さらに中心周波数が 8~13Hz の α 波帯域にある要素波を抽出し, その解析結果の中心周波数とパワーについて, 実験の午前と午後のそれぞれ出力モード毎にグループ分けをし, 各グループ毎に平均値を求めた。比較は開眼時の通電前, 通電 10~15 分, 通電後について, t 検定を用いて統計学的な有意性を求めた。

心電図は, 心電図 R-R 間隔による心拍変動の時系列データについて各検査手順の 1 区間 5 分 (ただし機器通電中の 15 分間は 5 分間毎 3 区間に分けた) 毎に自己回帰 (AR) 要素波解析法を用いて周波数分析を行い, 高周波帯域 (0.16Hz~0.46Hz) に中心周波数がある要素波 (HF 成分) のパワー値を心臓副交感神経活動レベルの指標とし, 低周波帯域 (0.04~0.15Hz) に中心周波数がある要素波 (LF 成分) と HF 成分のパワー値の比 (LF/HF 成分) を交感神経活動レベルの指標とした¹²⁾¹³⁾。ただし HF, LF 成分共に, 得られたパワーが総パワーの 5% 以上のものを有意な成分と見なした。解析された HF 及び LF/HF 成分のパワー値は, 各被験者毎に開眼通電時の 3 区間及び開眼通電後について, それぞれ開眼通電前との比を算出し, さらにデータを実験の午前と午後のそれぞれ出力モード毎にグループ分けをし, 各グループ毎に平均値を求めた。開眼通電前, 通電時, 通電後のそれぞれの比較については, t 検定を用いて統計学的な有意性を求めた。

唾液は, 唾液中に含まれる血中 3-methoxy-4-hydroxyphenylglycol (MHPG) 濃度を通電前と通電後に測定し, その測定結果を実験の午前と午後にそれぞれ出力モード毎にグループ分けをし, 各グループ毎に平均値を求めた。通電前後の比較は, t 検定を用いて統計学的な有意差を求めた。この MHPG はヒトの中樞ノルアドレナリン神経系の活動性を反映するとされ, 不安の程度を評価する指標になると言われている¹⁴⁾。この濃度が上昇することは, ノルアドレナリンの分泌が

促進され, 交感神経系の活動が上昇したことを示唆する。

5. 対象被験者の除外

心電図 R-R 間隔の解析では心拍変動が小さいために, それを周波数分析しても LF, HF 成分の帯域に要素波の中心周波数が出現しない被験者が 1 名, 心理的ストレス反応尺度 STAI とミネソタ多面人格目録 MMPI により情緒の不安定さが確認され, さらに心拍変動の周波数分析においても実験の実験期間中, 持続して他の被験者には見られない大きな起伏の傾向にあった被験者が 1 名, 計 2 名を除外した。したがって本実験では, 被験者数 9 名 (男子 8 名, 女子 1 名) について評価をした。

III. 結 果

1. 脳波についての結果

開眼時の出力モード毎の変化

a) 午前と午後の各出力モード毎の開眼時脳波の変化 (表 3)

α 波帯域の中心周波数については, 通電前と比べ通電中は, 出力モードを問わず, 午前に行った実験で速波化し, 午後に行った実験では徐波化する傾向にあったが統計的な有意差はなかった。また続く通電後については, リラックスモードの場合, 通電中と比べ午後の Pz において有意な徐波化が見られたが, 全体としては速波化の傾向にあった。アクティブモードの場合は, 通電中と比べ午後の Fz・Cz を除き徐波化の傾向があり, 午前の Pz では有意差が得られた。

同じ α 帯域の power 値については, 通電前と比べ通電中は, 午前のアクティブが Fz・Pz, 午後のアクティブが Cz, 午後のリラックスが Fz・Cz で有意に増え, 午前のリラックスには有意な変化は見られなかった。

また, 出力モード毎の各区間における午前と午後の違いによる差については, 中心周波数, Power 値共に有意差は見られなかった。

b) 各出力モード毎の開眼時脳波の変化 (表 4)

α 波帯域の中心周波数については, 通電前と通

表3 午前と午後の各出力モード毎の開眼時脳波の変化 (n=9)

			午前のアクティブ		午後のアクティブ		午前のリラックス		午後のリラックス		
Fz	F (Hz)	前	10.14		10.07		10.16		10.25		
		通電	10.26		9.79		10.01		9.92		
		後	9.70		10.05		10.19		10.11		
	power	前	13.49	*) *	17.15		15.16		19.72	*) **	
		通電	23.36		23.86		22.02		33.47		
		後	21.98		24.12		18.77		29.13		
Cz	F (Hz)	前	9.77		10.23		9.99		10.11		
		通電	10.02		9.91		10.21		9.98		
		後	9.84		10.14		10.41		10.00		
	power	前	19.19	*) *	19.08	*) *	16.62		23.73	**) *	
		通電	26.21		26.40			19.34			33.04
		後	21.87		26.66			16.34			30.73
Pz	F (Hz)	前	9.88	*) *	10.44		10.05		10.48	*) *	
		通電	10.16		10.19		10.22		10.61		
		後	9.80		9.98		10.17		10.10		
	power	前	20.47	*) *	18.83		16.52		22.24	*) *	
		通電	25.89		23.88		13.87		26.45		
		後	20.99		23.08		20.68		29.35		
Oz	F (Hz)	前	10.23		10.52		10.32		10.59		
		通電	10.39		10.61		10.41		10.57		
		後	10.24		10.46		10.61		10.59		
	power	前	15.67		20.61		13.69		19.80		
		通電	19.60		18.69		15.43		25.14		
		後	17.46		21.33		16.19		23.50		

F (Hz) : 中心周波数 前 : 開眼時・通電前
 power : パワー (μV^2) 通電 : 通電 10~15 分
 後 : 開眼時・通電後

**P < 0.01
 *P < 0.05

電中のそれぞれの間で、アクティブ及びリラックスとも通電による有意差は見られなかった。

また power 値については、通電前と通電中の比較において、アクティブでは Fz・Cz・Pz で、リラックスでは Fz・Cz・Oz で有意に増えていた。さらに各出力モードとも Fz においては、通電前と通電後に有意な増加が見られ、通電による作用が通電後にも持続していた。その他、リラックスの Pz において通電前、通電中と比較し、通

電後は有意に増えていた。

2. 心電図についての結果

a) 機器の午前又は午後の通電による変化について (図3)

リラックスモードは、午前と午後の間に、HF 成分、LF/HF 成分とも有意差はみられなかった。また午前の HF 成分の通電後 5 分において通電前 5 分との間に有意差がみられた。

アクティブモードは、午前と午後の間に、HF

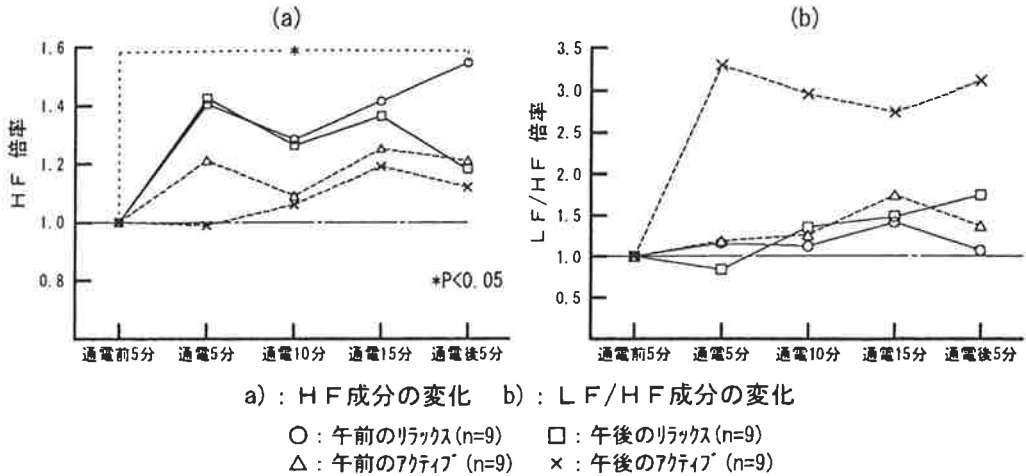


図3 午前と午後の各出力モード毎の変化

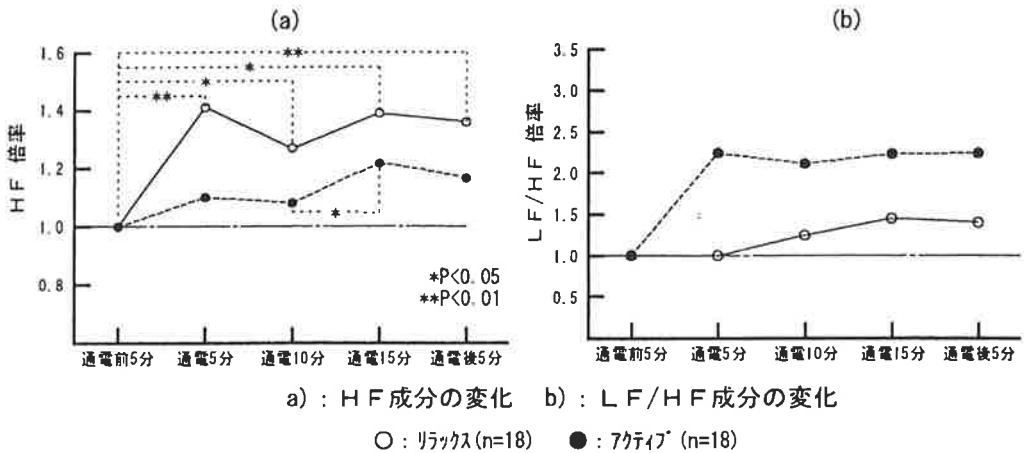


図4 出力モード毎の変化

も有意差はみられなかった (図4 (b))。

3. 唾液中のMHPGについての結果

a) 午前又は午後の各出力モード毎のMHPG変化について (図5)

リラックスモードは、午前において、通電後に有意な増加が認められた。また、午後については、わずかな増加傾向ではあったが、有意差はみられなかった。

アクティブモードは、午前と午後ともに通電後、同様な増加傾向を示したが、有意差はみられなかった。

b) 出力モード毎のMHPG変化について (図6)
 各出力モードともに通電後、増加傾向を示し、特にアクティブモードにおいては、有意な増加が認められた。

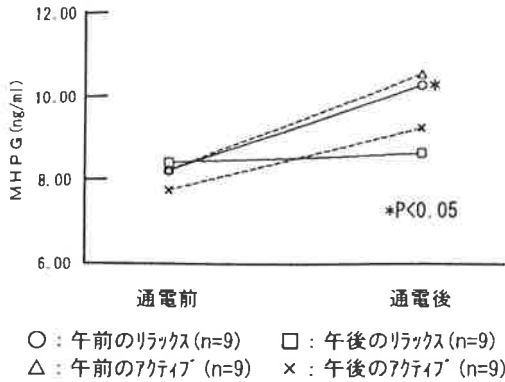


図5 午前と午後の各出力モード毎のMHPG変化

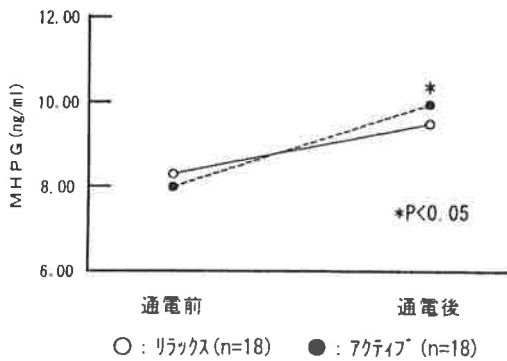


図6 出力モード毎のMHPG変化

IV. 使用例報告

本実験と並行して筑水会クリニックで外来患者を対象に行われた使用例を報告する。

1. 33歳 男性 (うつ病)

パルスエッグを2週間使用しての感想。

アクティブモードについて

- ・10分程度使用すれば、思考力がさえてきた。
- ・頭がぼーっとする (考えがまとまらない) 状態が改善された。
- ・自分の行動を律しやすくなった。(躊躇しなくなる。)
- ・人との会話を積極的に行い、楽しめるようになった。

リラクスマードについて

・10分程度の使用で、リラックスした状態となり、入眠しやすくなった。

2. 33歳 男性 (うつ病)

抗うつ薬を服用している。

リラクスマードについて

- ・パルスエッグを入眠前に使いはじめてから、入眠がはやくなった。(15分位で眠れる。)
- ・午前3時位に目が覚めても、その後パルスエッグを使用すると、15分以内には眠っている。

3. 76歳 女性 (不眠症)

睡眠薬を服用している。

リラクスマードについて

- ・薬を飲んでも寝付けなかったのが、パルスエッグを使用して寝つきが良くなった。

V. 考 察

末梢の感覚受容器に刺激が加わると、その刺激は感覚神経をとおって脊髄から脳に伝達される。脳に伝達された刺激は脳幹網様体を経て大脳皮質へ伝わる。この脳幹網様体と大脳皮質は相互に影響しあいながら、意識レベルを調節しているといわれている¹⁵⁾。今回我々の行った手掌部電気刺激は、この伝達経路を介して脳組織へ間接的に作用を与えるのではないかという推測のもと実験が行われた。また、手掌部の刺激部位は、東洋医学で昔から自律神経系に作用を与えるといわれている労宮という経穴である。

“リラクスマード”モードについて

本実験に使用した装置の周波数漸減性の通電パターンである出力モード“リラクスマード”の開眼時での生理的变化としては、心電図R-R間隔による自律神経系の評価では、副交感神経活動レベルが有意に上がることが確認され、交感神経活動レベルについては有意な変化が認められなかった。また脳波では、前頭・中心部を優位として広い範囲でα波帯域の活動が増加していた。さらにMHPGの濃度測定結果においては、午前の実験で有意な増加がみられたが、全体としては通電前後に有意な差は認められなかった。なお、

MHPG 濃度の測定結果から、午前の実験において通電により有意な増加を示し、午後の実験には、わずかな変化しかみられなかった。これは一般に、午前9～10時と比べて午後1～3時の時間帯では、MSLTに関する Agnew ら¹⁷⁾の報告にもみられるように、健康成人では入眠潜時が短縮するという概日リズムによる変化が、バイアスとなり午後の結果において、交感神経の抑制がより強く現れたものと思われる。

周波数漸減性低電圧パルスを通電する電気睡眠導入器について、Matsumoto ら¹⁸⁾は動物実験において、視床下部の交感帯である腹内側核を刺激することで、交感神経活動が抑制され、睡眠を誘発すると報告している。また、人への臨床応用について、清水ら⁹⁾、遠藤ら⁵⁾によると健康成人の昼間睡眠において、同装置の頭皮上からの通電により、入眠潜時が短縮し、入眠促進効果が得られることが認められ、さらに飯島ら⁹⁾によって、精神生理学的要因による持続性の不眠症患者に対し、有効であることが確認されている。

これら過去の研究結果を参考に本実験の結果について推測すると、“リラックス”モードの通電により、副交感神経活動レベルが有意に上昇したこと、すなわち交感神経系の緊張の緩和が起り、電気睡眠導入器の入眠促進効果と、近似するリラクゼーション効果が現れたものと思われる。

“アクティブ”モードについて

本実験に使用した装置の周波数漸増性の通電パターンである出力モード“アクティブ”の開眼時での生理的变化としては、心電図 R-R 間隔による自律神経系の評価では、交感神経・副交感神経活動レベルは共に上がる傾向にあったが、有意差は認められなかった。また脳波では、前頭・中心・頭頂が有意に α 波帯域の活動が増加していた。さらに MHPG の濃度測定結果においては、通電前よりも通電後に有意な増加が認められた。このことは中枢におけるノルアドレナリンの分泌量が有意に増加したと考えられる。

前術の電気睡眠導入器による通電よりさらに高

い周波数帯域で14Hz から80Hz まで漸増するパルス電流を用いた頭部通電装置がある。この装置について、松本ら⁷⁾は、動物実験において、視床下部の交感帯である腹内側核を刺激することで、交感神経系の緊張を引き起こすことにより、睡眠から覚醒への移行が得られることを示した。この覚醒作用については、樋口ら¹⁹⁾の、脳内のドーパミン系に対する影響の可能性、さらに妹尾ら¹⁹⁾の脳内線条体アセチルコリンの細胞外遊離量が有意に増加することを認めた報告からそれらが関与している可能性が考えられる。また、人への臨床応用について、佐藤ら⁸⁾は脳波記録によって傾眠状態にある被験者に覚醒効果をもたらすことを確認し、白川ら²⁰⁾は健康若年成人に対し、毎朝20分間の通電を1週間にわたって行い、夜間の総睡眠時間が有意に延長するとともに、昼夜での深部体温リズムの規則性が高まり、その深部体温リズムの振幅が増大することを示した。さらに大川ら⁹⁾と稲永ら¹⁰⁾は、老年痴呆に対して、睡眠障害と異常行動や自発性、情緒面に明らかな改善効果がみられると報告している。

これら過去の覚醒作用があるとされる研究結果と、本実験の結果において MHPG の濃度が通電により有意に増加したこと、さらに心電図 R-R 間隔による自律神経系の評価で交感神経の活動レベルが上がる傾向にあることを考え合わせると、交感神経系の活動が亢進し、周波数漸増性の電気覚醒装置と同様な作用が出現した可能性が考えられる。

本実験における脳波の α 波帯域の解析結果のうち、そのパワー値が通電により有意に増加したことに関しては、その意味するところが何であるかの解釈はできなかった。

本実験から得られた生理的变化に対しては、今まで述べてきた通電による作用以外にも変化を起こしうる要因を考慮すべきだと考える。

第1は、本実験が、固定化された環境のもと、身体的負担の少ない姿勢において、実験が行われたことにより、交感神経活動の緊張の緩和が生じ、リラクゼーション効果がより強く現れた可能性が

考えられる。

第2は, 手掌部に装置を握ることにより, 手の感覚受容器に圧刺激が加わり, 昔から行われている手の経穴を刺激することと同様な, リラクゼーション効果が生じた可能性がある。

これらを評価するためには, 今後無使用時と無通電時のそれぞれの被験者群における同様な手順による実験が必要と思われる。

現代生活においては, 種々様々なストレスと向き合う状況が多くなっている。このような時に, それらを緩和することができ, 携帯性が良く, 操作が簡便である本装置を使用することは有意義なことだと思われる。

ま と め

健康成人を対象とした, 手掌部電気刺激装置の通電による生理的变化について実験を行った。

電気睡眠の通電パターンである“リラックス”モードにおいて心電図 R-R 間隔による自律神経系の評価で, 副交感神経活動レベルが通電前と比べ有意に上昇していた。また電気覚醒の通電パターンである“アクティブ”モードにおいて唾液中に含まれる MHPG の濃度が, 通電前と比べ有意に増加していた。これらの結果は, 本装置の通電パターンにより精神生理学的にそれぞれリラクゼーション効果や覚醒作用を及ぼした可能性が考えられる。

参 考 文 献

- 1) 久保田鏡: 手と脳。紀伊國屋書店, 東京, 1982.
- 2) 山下剛利, 藤本辰人, 石村栄作ほか: 恐怖症・強迫神経症治療の新しい試み—皮膚電気刺激による制御法—。精神医学, 31(11): 1165-1173, 1989.
- 3) Gilyarovskii, V.A., Liventzev, N.M., Segali, Y.E., et al.: Electroson, Medgvyz, Moskva, 1953 (in Russian) [益子義教, 益子正教訳: 電気睡眠(臨床的・生理学的研究)。共立出版, 東京, 1957.]
- 4) 清水徹男, 大川匡子, 菱川泰夫ほか: ポリグラフ法を用いた電気入眠器(Sleepy)の入眠促進効果の検討—健康成人の昼間睡眠を指標として—。臨床精神医学, 15(5): 701-713, 1986.
- 5) 遠藤四郎, 末永和栄, 大熊輝雄ほか: 電気入眠器('Sleepy')による入眠促進効果—昼間睡眠を指標として—。精神医学, 28(6): 695-704, 1986.
- 6) 飯島壽佐美, 菱川泰夫, 杉田義郎ほか: 電気入眠器(Sleepy)の不眠症に対する治療効果—2重盲検・交叉法による臨床治療試験—。精神医学, 28(12): 1369-1375, 1986.
- 7) 松本博次: 睡眠から覚醒機構への移行機構。四国医学雑誌, 44: 166-171, 1988.
- 8) 佐藤謙助, 大島正光: 電気覚醒器による覚醒効果に関する研究。医療情報学連合会発表, 1985.
- 9) 大川匡子, 穂積 慧, 菱川泰夫: 痴呆老年者の異常行動と睡眠障害に対する頭部低電圧パルス通電治療—2重盲検・交叉法による臨床治療試験—。精神医学, 34: 901-912, 1992.
- 10) 稲永和豊, 三浦智信, 西川 正: 老年痴呆患者の精神機能に対する頭部通電装置(HESS-100型)の治療効果—2重盲検・交叉法による臨床治療試験—。精神治療学, 8: 564-576, 1993.
- 11) 佐藤謙助: 生体の情報制御システム(I)。筑水会神情報, 12: 65-103, 1993.
- 12) 早野順一郎: 心拍変動の自己回帰スペクトル分析による自律神経機能の評価—RR間隔変動係数(CV-RR)との比較—。自律神経, 25: 334-343, 1988.
- 13) 早野順一郎: ホルター心電図による自律神経活動の分析とその臨床応用—心拍変動の complex demodulation—。BME, 7: 38-47, 1993.
- 14) S. Yamada, J. Yajima, M. Harano, et al.: Saliva level of free 3-methoxy-4-hydroxyphenylglycol in psychiatric outpatients with anxiety. International Clinical Psychopharmacology, 13: 213-217, 1998.
- 15) 森田雄介: 眠りたい眠れない。講談社, 東京, 1993.
- 16) J. Matsumoto, H. Seno, Y. Morita, et al.: Sleep induction by electrical stimulation in cats and its application to man. Electrotherapeutic Sleep and Electroanesthesia (Wageneder, F.M. and Germann, R.H., editors), vol.5, Graz, dbv-Verlag f.d. Technische Univ.: 255-261, 1978.
- 17) Agnew, H.W. Jr., Webb, W.B. and Williams, R.L.: The first night effect; An EEG study. Psychophysiology, 2: 263-266,

- 1966.
- 18) 樋口 久, 三島和夫, 館岡正子ほか: 低電圧パルス通電の脳内ドーパミン代謝に対する影響. 精神薬療基金研究年報, 23: 281-286, 1992.
- 19) 妹尾広正, 森田雄介, 佐藤謙助: 頭部電気刺激装置 (HESS-100) による無麻酔・無拘束ラット頭部への通電刺激の脳内アセチルコリン遊離に対する影響. 脳内微小透析法による検討. 新しい医療機器研究, 2(2): 1-7, 1994.
- 20) 白川修一郎, 大川匡子: 頭部電気刺激装置 (HESS-100) の睡眠・覚醒および体温リズムに対する効果. 新しい医療機器研究, 3(1): 95-102, 1995.