原 著

ヒト眼輪筋反射に対する反復ハリ
通電刺激の効果錦 織 綾 彦* 安 雲 和 四 郎 川 本 正 純
山 口 雄 三 辻 本 太 郎

要旨 単発ハリ通電刺激は眼輪筋反射の潜時の遅い成分を抑制する。この効果の性質を詳しく調べるためハリ通電刺激に反復刺激を用いて反射に対する影響を検討した。反射は眼窩上神経を電気刺激して誘発し、眼輪筋の反射性筋電図として記録した。この筋電図は刺激側のみに出現する潜時約10msの成分(R1)と、両側性に出現する潜時約30msの成分(R2)からなる。ハリ通電刺激は合谷穴部の皮膚に与えた。①反復ハリ通電刺激はR2を抑制した。②ハリ通電刺激を10発刺激として刺激頻度を20c/s～2c/sとすると、R2抑制の程度は単発時に比べて減少した。③刺激頻度を2c/sに固定してパルス数を2～200の間で変化させると、10以上の刺激では、②と同様にR2抑制の程度は減少した。

I はじめに

針の効果には、日常臨床で繁用されている短時間刺激によって得られるものがある。著者らは、こうした効果のうち、針刺入部位の脊髄分節を越えて出現する効果のメカニズムを解明するために皮膚抑制^{1,2)}が手がかりになると考えて、侵害受容性のヒト眼輪筋反射^{3,4)}とラット開口反射^{5,6)}を指標として研究を行っている。

単発ハリ通電刺激が、ヒト眼輪筋反射を抑制することはすでに報告した^{3,4)}。今回は、この抑制効果の性質を更に詳しく検索する目的で、ハリ通電刺

激を反復刺激として、反射に対する影響を検索した。

II 方 法

(1) 被 検 者

実験は、健康成人(18歳～36歳)延べ23名を対象として行った。

(2) 眼輪筋反射

眼輪筋反射は、三叉神経第1枝の眼窩上神経を経皮的に電気刺激(単発)して誘発した。反射誘発刺激は、一側の前額部に約2cmの間隔で装着した2個の表面皿電極を通じて、持続0.1msの単発矩形波(日本光電製、電気刺激装置SEN7103)として与えた。刺激強度は、反射が出現し始める強度の1.5倍～2.0倍(平均1.7倍)とした。反射の誘発間隔は、慣れ現象の影響を少なくするため、10sec～20secの間で無作為に変化させた。反射は眼輪筋の反射性筋電図として、下眼瞼部に約3cm離して置いた1対の表面皿電極から導出して、陰極線オシロスコープ(日本光電製VC9)で観察記録した。

* Ayahiko NISHIGORI 大阪大学医療技術短期大学部臨床生理学

共同研究者: Washiro YASHUMO, Mashazumi KAWAMOTO, Yuzo YAMAGUCHI 大阪大学医療技術短期大学部臨床生理学, Taro TUJIMOTO 大阪大学医学部精神科

Key Words: 眼輪筋反射, electro-acupuncture, 皮膚抑制, 皮膚刺激, 侵害受容性反射

Fig. 1 刺激設定の模式図 一侧の眼窩上神経に与えた単発電気刺激を試験刺激 (TS) とし、これに単発及び反復ハリ通電刺激を条件刺激 (CS) として先行させた。CS 終了と TS との時間間隔を100ms として、CS のパルス数、刺激頻度を変化させた。また、パルス数と刺激頻度を固定して、CS 終了と TS との刺激間隔を変化させた。

眼輪筋反射の反射性筋電図は、刺激側だけに出現する潜時約10msの成分(R1)と、両側性の潜時約30msの成分(R2)とからなる。R2は多相性であるので定量化のため積分した。

(3) ハリ通電刺激

ハリ通電刺激は、単発ハリ通電刺激の実験で効果が著明に出現した、第1、第2中手骨間の皮膚(合谷)に浅く刺入した針を関電極とし、持続1msの陰性矩形波として与えた。針は皮膚を局限して刺激する目的で、ステンレス針(直径0.1mm)を針尖部を除いて絶縁して用いた。関電極は幅1cmの湿性電極として、関電極と同側の前腕上部に巻きつけた。ハリ通電刺激の強度は、ハリ通電刺激と反射誘発刺激の刺激間隔を(単発ハリ通電刺激によって反射が最も強く抑制される)100msに設定して、R2がコントロールの50%以下に抑制される強度とした。この強度は刺激を感じ始める強度の1.6倍~2.5倍(平均2.0倍)であった。

(4) 刺激設定

ハリ通電刺激を条件試験 conditioned stimulus (CS) とし、反射誘発刺激を試験刺激 test stimulus (TS) として以下の実験を設定した。

Fig. 2 R2に対する反復ハリ通電刺激(CS)の効果, 1, 刺激頻度の影響 CS を10発のtrain pulse として TS に100ms 先行させて合谷に与えた。刺激頻度は500c/s ~ 2c/s の間で変化させた。縦軸はコントロールのR2 積分値を100%として表示し、横軸は刺激頻度を表示した。黒色の棒グラフは、R2 に対する単発ハリ通電刺激の効果を示した。

1) CS のパルス数を10として、CS 終了とTSの刺激間隔を100msに固定し、CSの頻度を2c/s~500c/sの間で変化させた。

2) CSとTSの刺激間隔は1)と同様の設定として、CSのパルス数を2~200の間で変化させた。

3) CSのパルス数と刺激頻度をそれぞれ10, 2c/sとして、CS終了後100ms~300msの間でTSを与えた。

眼輪筋反射のR2は、被検者が反射誘発刺激の到来をあらかじめ知り、その刺激に注意を向けた際に抑制される⁷⁾。こうした精神生理学的な因子の影響を除外するため、刺激は1), 2), 3)の設定内で無作為に与えた。

Fig. 1 は刺激設定の模式図である。

III 結 果

1) CSのパルス数を10とし、刺激頻度を2c/s~500c/sの間で変化させると、20c/sの場合R2の反応量はコントロールの45.5%±11.5%(平均値±標準偏差)に抑制された。これに対し単発刺激では、38.0%±12.8%に抑制され、両者のR2抑制量に有

Fig. 3 R2に対する反復ハリ通電刺激(CS)の効果, II, 刺激数の影響 CSを2c/sとし, パルス数を1~200の間で変化させて, TSに100ms先行して合谷に与えた。縦軸はコントロールの積分値を100%とし, 横軸はCSのパルス数を表示した。

意差($n=76$, $t_{cal}=2.49$)を認めた。CSの刺激頻度を20c/sより減少させると両者の差は更に著明となった。刺激頻度が90c/s以上の場合両者に差はなかった(Fig. 2)。CSの刺激頻度(c/s)とR2反応量(対コントロール比)の間に負の相関($n=192$, $r=-0.69$)があった。

2) CSの刺激頻度を2c/sとして, パルス数を2~200の間で変化させた場合, パルス数を5とすると, R2の抑制量は減少する傾向がみられた。パルス数10の場合, R2はコントロールの $63.2\% \pm 25.0\%$ までしか抑制されず, 単発の場合($41.3\% \pm 15.2$)に比較して抑制されにくくなった($n=122$, $t_{cal}=6.20$)。パルス数を増加するとR2は更に抑制されにくくなり, 200の場合R2はコントロールの $89.3\% \pm 20.4\%$ となり, ほとんど抑制されなかった(Fig. 3)。CSのパルス数とR2の反応量の間に正の相関があった($n=299$, $r=0.57$)。

3) CSを2c/s, パルス数10とし, CS終了とTSの時間間隔を100~300msの間で変化させた場合, 100msでR2はコントロールの $67.0\% \pm 32.9\%$ に抑制され, 200ms, 300msの場合もほぼ同程度抑制

Fig. 4 反復ハリ通電刺激と単発ハリ通電刺激のR2抑制効果の比較 反復ハリ通電刺激(●——)を2c/s, 10発のtrain pulseとして, TSに100~300ms先行させて合谷に与え, 単発ハリ通電刺激(○——)の場合と比較した。縦軸はコントロールのR2積分値を100%として, 横軸はCSとTSの刺激間隔(ms)を表示した。

された。一方, 単発刺激ではR2は100msで最も抑制($33.1\% \pm 11.7\%$)され, 反復刺激の場合に対して有意差($n=42$, $t_{cal}=2.94$)を認めた(Fig. 4)。

以上 1), 2), 3)いずれの場合にもR1に著明な変化はなかった。

[刺激に対する被検者の内省報告]

- 反復ハリ通電刺激による感覚は単発刺激の場合に比較して強く感じ, 単発刺激時に痛みを感じない場合でも, 痛みを感じることもある。
- 刺激頻度が20c/s, 10c/s, 2c/sの際には, パルス数が増すに従い累加的に痛みを強く感じた。
- パルス数を10以上に増加させた際にも刺激を弱く感じることはなかった。
- 反射誘発刺激による感覚は, 反復刺激を先行させると弱く感じ, 単発刺激の場合に比べて大きな差異はなかった。

V 考 察

針の遠隔効果には, 針麻酔刺激等の長時間刺激

によるものと、日常使用される短時間刺激によるものとがある。この効果のうち脊髄の分節を越えて出現する効果を解明するためのモデル実験の1つとして、侵害受容性のヒト眼輪筋反射を指標とした実験がなされている。

Boureau ら⁸⁾(1979)は、眼輪筋反射が針麻酔刺激によって抑制されることを明らかにした。更にこの抑制がナロキソンによって拮抗されることから、内在性モルフィン様物質の関与を示唆した。一方、著者ら^{3,4)}(1980)は、短時間刺激のモデルとして単発ハリ通電刺激を用いて、これが眼輪筋反射を抑制することを報告し、この効果は広範な皮膚に起源を持つ皮膚抑制であると考えられることを示した。

この様に針の遠隔効果の出現には、少なくとも質的に異なる2つのメカニズムが関与すると考えられる。

(I) 反復ハリ通電刺激の効果とその出現メカニズム。

単発ハリ通電刺激の効果の持続時間は約1秒と短い。そこで今回の実験では、効果の増強を期待して、ハリ通電刺激を反復刺激としてその効果を検討した。しかし、結果はハリ通電刺激のパルス数を増加した場合、効果は増強されずむしろ減弱された。このような現象は、ハリ通電刺激による入力の相互作用によって、それぞれの効果が打ち消された結果出現すると考えられる。Jabbur ら²⁾(1970)は、猫の後索核で広範な皮膚からの入力、抑制性の相互作用を受けることを示した。こうしたメカニズムが、本実験での相互作用の基礎にあることは疑いないと思われる。

(II) 実験結果と臨床の関連

ハリ通電刺激を2c/sとした際のパルス数とR2反応量との間、またパルス数を10とした際の刺激頻度とR2反応量の間、それぞれ正および負の相関があった。すなわち、反復ハリ通電刺激の効果は、そのパルス数に比例して減少し、刺激頻度に逆比例して減少する。こうした現象はヒト眼輪筋反射に特異的ではなく、ラット開口反射(歯髄刺激、眼窩下神経刺激による)を指標とした際にも、ハリ通電刺激を反復刺激とした際に観察される。

以上のことから、今回の結果は日常臨床で刺針

によって得られた効果が、更に刺激を付加された時に減弱したり消失することと関係があることを示唆し、更にその出現には、付加された針の刺激パターンが関係することを示唆している。

一方、内省報告によると、被検者は単発ハリ通電刺激より反復刺激の方を強く感じたという。しかし、抑制効果は単発刺激の方が強く出現した。これは痛み等の強い感覚を伴う施針が、必ずしも有効とは限らないことに対応すると思われる。

VI ま と め

1. 反復ハリ通電刺激は、眼輪筋反射のR2を抑制した。しかし、抑制量は単発刺激時に比較して減少した。
2. R2抑制量は、ハリ通電刺激のパルス数を10とした場合、2c/s~20c/sの刺激頻度で減少した。刺激頻度を2c/sとした場合では、パルス数を10~200とした際に減少した。
3. こうした現象は、臨床で刺針によっていったん得られた効果が、追加された刺激によって減弱することと関係があると考ええる。

(本論文の要旨は昭和56年5月24日、第31回本学会名古屋学術大会において発表した)

引用文献

- 1) By E. D. Adrian : Afferent discharges to the cerebral cortex from peripheral sense organs, J. physiol. **100**, 159~91. (1941)
- 2) S. J. Jabbur and N. R. Banna : Widespread cutaneous inhibition in dorsal column nuclei, J. Neurophysiol. **33** ; 616~624. (1970)
- 3) 安雲和四郎, 山口雄三ほか: ハリ刺激時の眼輪筋反射, 日本鍼灸治療学会誌 **29**(3)36~41. (1980)
- 4) 錦織綾彦, 山口雄三ほか: ハリ通電刺激による皮膚抑制, 自律神経雑誌 **27**(2・3)274~275. (1980)
- 5) 安雲和四郎, 山口雄三ほか: ハリ通電刺激によるラット開口反射の抑制, 日本鍼灸治療学会誌 **30**(3) ; 204~208. (1981)
- 6) 安雲和四郎, 山口雄三ほか: ハリ通電刺激の侵害受容性反射に及ぼす影響—ラット開口反射の場合—, 全日本鍼灸学会雑誌 **31**(3) ; 247~251. (1981)

- 7) 錦織綾彦, 山口雄三ほか: 選択的注意集中と眼輪筋反射, 脳波と筋電図 **10**(1);48, (1982)
- 8) F. Boureau, Y. Yamaguchi, et al.: Abolition par la naloxone de l'effet inhibiteur d'une stimulation électrique périphérique sur la com-

posante traditive du réflexe de clignement, *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **47**(3);322~328, (1979)
(〒577 東大阪市中鴻池町1-6-2-406
1983年6月24日受付)

Effects of repetitive electro-acupuncture stimulation on the human blink reflex

Ayahiko Nishigori, Yuzo Yamaguchi, et al.

Laboratory of clinical physiology, College of Biomedical Technology, Osaka University

Taro Tujimoto.

Department of Neuropsychiatry, Osaka University Medical School.

Summary

Effects of repetitive electro-acupuncture stimulation on the blink reflex were studied in 23 healthy adults. The blink reflex was elicited by an electrical stimulus of the supraorbital nerve. The reflex EMG's were recorded from the orbicularis oculi muscle. The EMG's were composed of the early component (R1), ipsilaterel to the supraorbital stimulation, with about 10 m sec latency and the bilateral late ones (R2) with about 30 m sec latency. Electro-acupuncture stimulations consisting of single pulse and a train pulse were given to the skin on "Hogu" point, respectively.

Single pulse electro-acupuncture stimulation inhibited the R2 components for 30 m sec to 1 sec after the stimulation and its inhibitory effect reached maximum about 100 m sec after it. The R2 components were also suppressed when the skin was stimulated by a train of ten pulses with frequency of 2c/s to 20c/s, but the inhibitory effect decreased significantly compared with that of single pulse stimulation. The inhibitory effect was also diminished by 10 to 200 pulses electro-acupuncture stimulation with a frequency of 2c/s.