

[原著] 身体各部位における皮膚電気反射の潜時の差異について

石倉 正二郎* 辰濃 治郎**

(昭和47年7月20日受付)

要 旨

皮膚電気反射 (GSR) の身体各部位での潜時の差異を検査しているとき、正常被験者において従来の神経伝導時間の差や皮膚温そのほかによる皮膚汗腺の活動の違いというような末梢での現象では説明困難な潜時のパターンを数多く見出した。極端な場合には身体各部位の GSR 潜時がほぼ等しいこともある。潜時のパターンが同一被験者においてはほかのパターンに跳躍的に変化する例もしばしば観察された。潜時の変化が血流遮断の影響をうけない例もあった。二重刺激による回復曲線にはふたつの曲線の存在が推定された。これらの事実から皮膚電気反射の潜時には中枢の関与が多であると推測される。

Keywords: 皮膚電気反射

略語一覧: GSR: Galvanic skin reflex
OLP: ortholatency pattern

ILP: isolatency pattern

序 言

皮膚電気反射 (GSR) とよばれる電位変化または抵抗変化は皮膚の汗腺に基づくものであること¹⁾、その汗腺の活動には精神性のものと分泌性のものがあること²⁾は周知の事実である。その精神性発汗のみられる前額・手掌・足底で GSR を記録すると各部位で潜時の差異が認められる³⁾。これは中枢よりの伝導路の長さの違いや皮膚温の違いによるものと説明されているが、潜時の差異は必ずしも末梢におけるそれらの条件だけでは解決できない事例にしばしば遭遇する。また GSR を経時的に記録していると反射の潜時が突如跳躍的に変化する場合もまれならず見られる。これら従来の理論からでは説明困難な反応について実験を行なったのでその結果を報告する。

実験方法

被験者は健康な男子大学生有志 10 名で年齢は 18 才から 23 才までである。実験期間は 3 月末より 6 月にわたった。実験室は遮音してあり冷暖房により室温を 20°C に保った。

被験者は室内のベッドに仰臥して閉眼安静状態をたもつように教示された。刺激は 1 秒間持続する 50 Hz の閃光で三栄測器 5S-1361 photo phono stimulator を用い眼前 20 cm に置いたランプより与えた。電極は銀・塩化銀の皿電極を用い、額は Fp1, Fp2 の位置に、手掌は左右にそれぞれ一対づつ、足底は約 5 cm の距離に一対装着した。装置の関係上左右手掌は皮膚抵抗反射 (Veraguth の方法)、額と足底は皮膚電位反射 (Tarchanoff の方法) で行なった。前者は日本光電 GSR 測定用ブリッジ箱 GSR-2 を用い日本光電 RM-150 で 2.0 sec の時定数で増巾した。後者は直接 RM 150 に導き時定数 2.0 で増巾した。後頭部より同時に脳波を記録し原則として α 波出現時にのみ刺激を与えることにし、脳波が睡眠パターンに移行するときは音刺激そのほかで

* 千葉大学人文学部心理学科, ** 千葉大学医学部生理学第一

SHOJIRO ISHIKURA and JIRO TATSUNO: Difference in latencies of galvanic skin reflex at various parts of human body.

* Department of Psychology, Faculty of Humanities & Social Sciences, Chiba University, Chiba.

** Department of Physiology, School of Medicine, Chiba University, Chiba.

Received for publication, July 20, 1972.

覚醒させるか、またはその記録を実験データより除いた。二重刺激には前述の1秒持続の光刺激を適当間隔にして与えた。間隔は全く無作為に変化させた。

実験結果

1. GSR の身体各部位での記録とその潜時の跳躍的变化

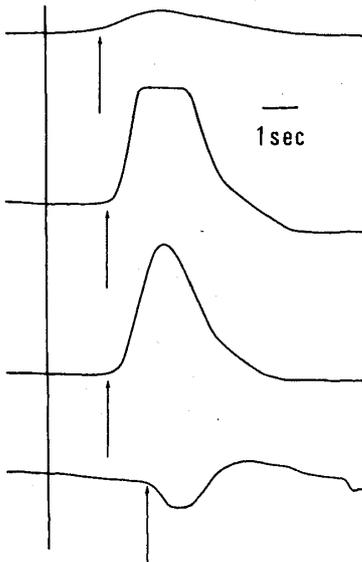


図1A GSR の正常潜時パターン

第一段は前額・第二段は右手掌・第三段は左手掌・第四段は足底のGSRを示す。左端の縦線は刺激時点を示し、矢印はGSRの起始を示す。潜時は上から下への順で増大している。

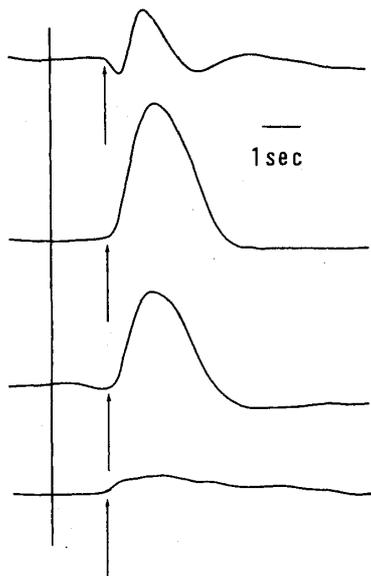


図1B GSR の同一潜時パターン

四カ所のGSRの潜時がほぼ等しくなっている。

図1Aは一被験者の前額、左右手掌および足底で記録したGSRである。それらの刺激より曲線の立ち上がりまでの時間、すなわち潜時は前額手掌足底の順に増大している。中枢より離れるほど潜時が増すという Bloch and Paillard の報告³⁾と一致する。このような潜時の群を正常潜時パターン ortholatency pattern (OLP) とよび、このパターンのみを示す被験者は10名中7名であった。これら7名のそれぞれの部位での潜時の平均は前額1.47秒、右手掌1.74秒、左手掌1.82秒、足底2.31秒で、前額・手掌・足底間には潜時に明らかな差異があり、左右手掌では有意の差はなかった。

このような反応が続いているうちに潜時パターンが急激に図1Bのように変化しその後かなり長くその状態にとどまることがしばしば観察された。このパターンでは額・手掌・足底のGSR潜時がほとんど等しくなっている。これを同一潜時パターン isolatency pattern (ILP) と名付ける。ILPを示す被験者は10名中3名に見られそれらの被験者は後日の再検査にもILPを示した。

ILPから再びOLPへの変化も見られ、これも同様に急激な変化である。ILPの継続する時間は不定であるが通常数分の経過である。OLP→ILP, ILP→OLPの変換の誘因と思われるものを実験状況から発見することはできなかった。

2. ILP と血流遮断の関係

ILPを示す被験者について血流遮断によりパターンがいかに変化するかを観察した。あらかじめ上腕部に巻いたマンシットにより、ILPを示している時期に上腕を圧迫して血流を遮断してGSRを記録した。この間十数分にわたってILPの反応は持続され、潜時は多少の動揺はあってもほぼ同一値にとどまった。この場合皮膚温も低下した。

3. 二重刺激テスト

種々の間隔でふたつの光刺激を与えるとそのおのおのの刺激に応じてふたつの反応がみられることがある。ふたつの反応が出現するためには二刺激の間隔がある程度以上大きいことが必要である。二刺激の起点間の時間が1.8秒以下(刺激の持続は1秒なので第1と第2刺激の間で光刺激がoffになっているのは0.8秒以下)では、われわれの実験では二反応が認められなかった。2.1秒まではふたつの反応が起こる確率は少なく、それ以上の間隔ではふたつの反応すなわち二峯性の反応が著明になる。

図2は5名の被験者の手掌の二重刺激に対する反応を

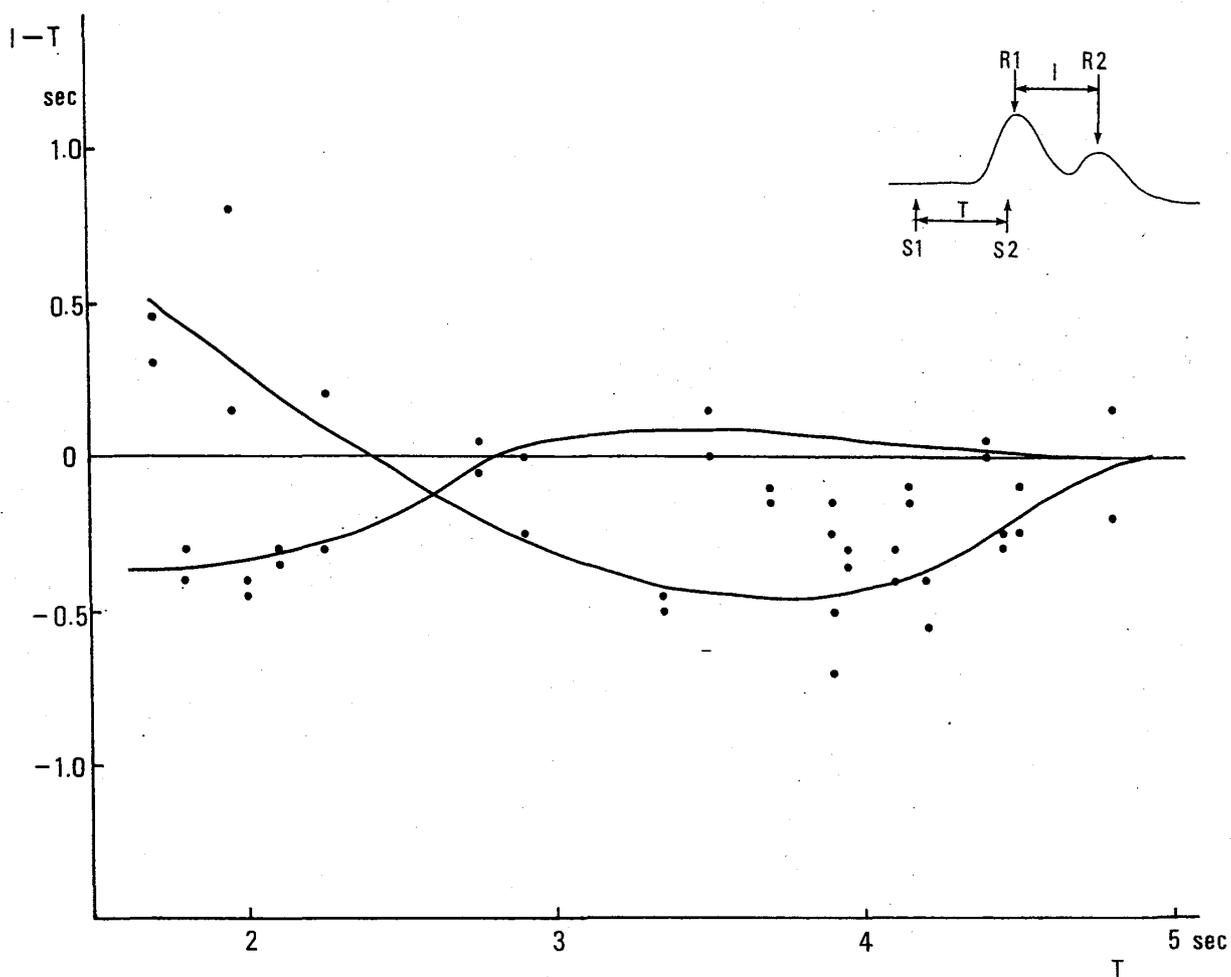


図2. 二重刺激による回復過程

右上部に示すように刺激 S_1 と S_2 を時間々隔 T で与えると、これに応じてふたつの峯をもつ GSR が生ずる。これを R_1 , R_2 としその間隔を I とする。

横軸に T を、縦軸に $I-T$ をとると5人の被験者の手掌での観測値は図のように分布する。これよりふたつの回復曲線を推定して実線で示した。

分析したもので、横軸は第1刺激と第2刺激の起点間の時間、縦軸は二峯間の時間々隔から前述の刺激間時間々隔を引いた値を示した。この値が正であればふたつのGSRは刺激間隔よりも長い間隔で起こっていることになり逆に負であればGSRの間隔は刺激間隔より短い。換言すれば正であれば第1の刺激による反応は第2の刺激に対する反応を抑制しており、負であれば前者は後者を促進していると考えられる。

5名の観察結果からはかなり明瞭な抑制促進の推移が認められる。前述したように1.8秒以下の値は得られていないが、1.8秒から2.2秒の間では促進と抑制のふたつの相反する反応群がみられる。同一被験者がこの両者の反応を出している。2.2秒以後は概して促進の傾向がつよく、3.9秒あたりで最大となり、以後次第にその傾向は減弱して4.8秒あたりでほとんど相互間の影響がなくな

る。5名の被験者全員の回復曲線がこの経過をほぼ同様に示したことは注目値する。これらの観測値を説明するためふたつの回復曲線を仮定してみた。すなわち1.8秒あたりでは抑制が起こっていて2.4秒以上では促進に変わり、これが3.9秒で最大となり以後減弱する曲線と、1.8秒あたりですでに促進が起こっていて、2.9秒以上では相互の影響ほとんどなしという曲線である。

考 察

GSRは刺激に対する精神的興奮によって発汗の反射活動が惹起されて生ずるものだが、与えられる同一刺激が必ずしも同一の精神的興奮をもたらすとは限らず、むしろ急速に刺激に対しナレを生じ、測定四カ所の各部位でそれぞれ反応の振巾の減弱・消失をきたし、そのため

四カ所そろってのデータは実験回数に比して意外と少ないものであった。

身体各部位での潜時をパターンとしてみると、このパターンはときおり急激な変化を示し、例えば OLP から ILP へと跳躍的に移行する。この変化は経時的な潜時の動揺をこえる著しいものであり、またこれを末梢における皮膚温・血流変化に基づく汗腺活動の変動によると考えるには余りにも段階的な変化である。さらに血流遮断による影響を全く受けなかった例もあることは、このパターンの変動を末梢における現象としてしまうのに疑念を生じさせる。

古く Gildemeister and Ellinghaus⁴⁾ が記述したように GSR の潜時は、(a) 中枢神経系内での過程に要する時間、(b) 末梢皮膚に至るまでの神経伝導に要する時間、および (c) 皮膚細胞の電気的変化に要する時間の和である。彼らは (b) に関し大脳より指尖まで 1 m の距離について 0.15 秒と推定している。この点 Carmichael⁵⁾ も GSR をもちいて伝導速度について、上肢において 1.80 m/sec から 2.17 m/sec と彼らの測定値を示している。OLP の平均的潜時の各部位間の差は、これらの伝導速度を考えて十分理解できる。しかし OLP→ILP の変化は伝導速度での説明の範囲を凌駕している。藤森⁶⁾ も左右手掌の温度差によって潜時の差異が 1 秒近くまで変動することから、伝導速度の差は問題にならないとしている。藤森は潜時の差は各部位の皮膚温の相違で説明するのが至当としているが⁷⁾、一方 Carmichael⁵⁾ は皮膚温のほかに皮膚血管反射による変動もあると主張している⁸⁾。

このような末梢効果器における変化の重要性もさることながら、われわれは (a) の要素、すなわち中枢神経系内での過程に要する時間を重視したい。血流遮断・皮膚温低下によっても ILP が変化しなかった例が実在する。また二重刺激による回復曲線に二曲線が共存すると仮定できるとすれば、このような複雑な回復過程が末梢の汗腺活動において生ずると考えるのは困難である。むしろこのようなふたつの曲線は中枢における刺激受領時の状態によって決定されると推測した方が妥当と思われる。

GSR の潜時パターンに中枢の関与が大となれば、その状態によって、ある時期は A というパターン、ある時期は B というパターンで刺激に応ずるという過程も十分考えられる。いいかえれば中枢にはいくつかの反応のパターンが既存して、刺激に対する中枢の反応の程度によって異なるパターンの反射が触発されると推測する。

いずれにせよ中枢における反射の潜時については今後

さらに上述の仮説にもとづいた検討が必要であると考え

SUMMARY

Galvanic skin reflexes were recorded from various parts of ten healthy university students: forehead, left and right palm and sole. Latency pattern of the four positions changed sometimes abruptly from one pattern to another, for example from OLP to ILP in three of ten subjects. An ILP was not influenced by circulation block and temperature fall. In recovery process of GSR after double stimuli two recovery curves were assumed to exist: one represented inhibition-facilitation sequence and the other only facilitation. These facts suggested that predominant importance of the processing time in CNS to the GSR latency. Possibility was discussed on a hypothesis that the CNS had preset reaction patterns of GSR and stimuli released any one of them according to the reactive state of CNS.

文 献

- 1) Tarchanoff, J.: Ueber die galvanischen Erscheinungen an der Haut des Menschen bei Reizung der Sinnesorgane und bei verschiedenen Formen der psychischen Taetigkeit., Pflueger Arch., (1890) 46, 44-55, 1890.
- 2) 新美良純, 白藤美隆: 皮膚電気反射, 基礎と応用, 医歯薬出版, 東京, 1969.
- 3) Bloch, V. et Paillard, J.: Interet d'une utilisation des techniques polygraphiques d'EEG pour l'exploitation des responses electrodermales (E. D. G.), Rev. Neurol., 86, 171-174, 1952.
- 4) Gildemeister, M. und Ellinghaus, J.: Fuer Physiologie der menschlichen Haut. III. Ueber die Abhaengigkeit des galvanischen Hautreflex von der Temperatur der Haut., Pflueger Arch., 200, 262-277, 1923.
- 5) Carmichael, E. A., Honeyman, W. M., Kolb, L. C. and Stewart, W. K.: Peripheral conduction rate in the sympathetic nervous system of man., J. Physiol., 99, 338-343, 1941.

- 6) 藤森聞一, 本間伊佐子, 渡部美種: 皮膚電気反射の身体部位差について, 脳神経領域, 9, 28-38, 1951.
- 7) 藤森聞一: 皮膚電気反射に関する最近の知見, 生体の科学, 2, 98-103, 1950.
- 8) Carmichael, E. A., Honeyman, W. M., Kolb, L. C. and Stewart, W. K.: A physiological study of the skin resistance response in man., J. Physiol., 99, 329-337, 1941.
-

和洋医学・歯学・薬学・看護学等の専門書店

全国医書小売業組合加盟店

株式 志学書店
会社

千葉県亥鼻町51 電話千葉(22)8571
夜間専用(22)3863

振替東京11274