皮膚電位活動に及ぼす電極圧迫の影響と性差

東京都神経科学総合研究所 石原金由¹⁾
関西学院大学 宮田 洋

Effects of pressure and sex differences on skin potential activity

ISHIHARA, Kaneyoshi
Department of Psychology,
Tokyo Metropolitan Institute for Neurosciences,
Fuchu 183

MIYATA, Yo
Department of Psychology, Kwansei Gakuin University,
Nishinomiya 662

The present study was to investigate the effects of pressure and sex differences on skin potential activity (SPA), using 10 male and 10 female students. Although skin potential level (SPL) was decreased instantly after pressing the electrode site, subsequently SPL was changeless, i. e., flattening pattern, compared with SPL on control side. The frequency of skin potential responses (SPRs) was decreased, and no effect on the negative component of amplitude while the positive component was significantly abolished on the pressure side. As to the interpretation of these results, following possible factors were suggested: (1) sweat pore occlusion by the pressure, (2) the effects of pressure reflex, and (3) local ischemia resulting from the pressure. Sex differences on SPA were also evidently observed. There were significantly higher SPLs and greater frequency in SPRs in males than in females. Thus, it was suggested that the use of any subject group that consisted of both males and females should be avoided when electrodermal activity is employed as psychophysiological measure.

Key words: skin potential activity, pressure, sex differences, sweat-pore occlusion, local ischemia.

皮膚表面を圧迫することによって、発汗は抑制されることが知られている。Takagi & Sakurai (1950) は、身体の片側を圧迫すると、圧迫された側では発汗が抑制されることを報告しており、

この現象は半側発汗 (hemihidrosis) と呼ばれている。

汗腺活動と密接に関連している皮膚電気活動 (electrodermal activity: EDA) もまた、圧

1) 実験の実施にあたり、齋藤 敬氏 (日本 IBM) の協力を得ました。また、本論文の作成にあたっては、小川徳雄先生 (愛知医科大学教授) ならびに宮下彰夫先生 (東京都神経科学総合研究所) から多くの助言をいただきました。諸氏に感謝します。

1984. 8. 23 受稿

1984. 11. 7 受理

迫によって影響を受ける。すなわち、皮膚抵抗水準 (skin resistance level : SRL) は増加し、皮膚抵抗反応 (skin resistance response : SRR) も出現しにくくなる。一方、皮膚電位反応 (skin potential response : SPR) は振幅の減少および二相性波形の陰性单相波化が報告されている (宮下, 1984; Nakayama & Takagi, 1958; 横田, 1957a)。しかしながら、これらの研究は、体幹部もしくは指のつけねを圧迫した時のものであり、直接電極装着部位を圧迫したものではない。

精神生理学的指標としてEDAを用いて実験をする場合、電極を過度に圧迫して装着したり、あるいは実験中、被験者が電極装着部位を何らかの形で押していると、EDAの結果は不当に歪められてしまう可能性がある。本研究の目的は、直接電極部位を圧迫した場合の皮膚電位活動 (skin potential activity : SPA) が受ける影響を調べ、SPAの発現メカニズムについても若干の検討を加えたい。また、あわせてSPAの性差についても検討し、従来の知見と比較する。

方 法

被験者 大学生20名(18~23歳、平均20.6歳)が被験者として用いられ、内訳は男女各10名ずつであった。

装 置 SPAは、高感度直流増幅器(東亜電波製, CDR-12A)を用いて、紙送り速度60mm/minで記録された。電極は、渡辺・山崎・新美(1969)によるAg-AgCl電極が作製され、その中から電極間電位差が ± 0.3 mV以下の対を選択し用いた。電極は、0.06 mol NaCl 寒天電解質を介して、以下の部位に装着された。探索部位として左手第2, 3指末節掌側、無関部位は、skin drilling法(Shackel, 1959)によって不活性化処理が施された同側前腕内側であった。

手 続 被験者は、椅座で安静閉眼および深呼吸を2分間ずつ行った後、第2指または第3指の

電極装着部位を圧迫し、再び安静閉眼、深呼吸を2分間ずつ行った。その後、5分間の安静期をおいた後、脱圧し、再度5分間の安静期をおいた。深呼吸は、SPRを誘発する手段として用いられ (Fowles & Rosenberry, 1973)、呼吸の速さおよび深さは、記録を見ながらインタホンを通して適宜被験者に指示された。

電極部位の加圧は、Fig. 1 に示されるように大型の洗濯ばさみで電極部位をはさむことによって行った。加圧値は、被験者の指の厚さの個人差もあって、およそ1kg/cm²であった。実際には、実験終了後に電極を取り除くと、皮膚表面に明確な電極の跡がすべての被験者に認められた程度であった。加圧する指は、カウンタバランスされた。室温は 22.3 ± 0.8 °C、湿度は 56.7 ± 6.9 %であった。

資料の整理 皮膚電位水準 (skin potential level : SPL) およびSPRの読み取りは、石原・宮田(1980a)に従って、SPLは30秒毎に計測され、1分毎に平均値を算出した。また、SPRは0.2mV以上の反応について、陰性单相波、二相性波、陽性单相波に分類され、頻度および振幅が計測された。

Fig. 1. Schematic presentation of the method of pressure.

結 果

SPLは通常陰性電位なので、各Fig. の中では便宜上、絶対値で示してある。したがって、SPLの低下もしくは減少は、陽性方向への変化を意味する。

圧迫の効果

SPL Fig. 2 は、時間経過に伴う圧迫・非圧迫指のSPLの変化を示したものである。圧迫前のSPLは、圧迫指、非圧迫指とに差は認められないが、圧迫した時点で、圧迫指のSPLは急激に低下し(Fig. 2の4分目から5分目)、その後深呼吸による一時的上昇を除いて、あまり変化せず、一定のレベルを保っている。一方、非圧迫指は深呼吸によるSPLの一時的上昇を除くと、漸減傾向が認められ、ことに深呼吸の後では、圧迫指と比較して6~7 mV低下している。脱圧後、圧迫指のSPLは急激に増加することもないが、非圧迫指のSPL値にまで回復することもなく、圧迫中と同様に非圧迫指よりも高い電位を示している。圧迫前、圧迫中、脱圧後の平均SPL値を用いて2要因(圧迫×時間)の分散分析を行った結果、圧迫および時間の主効果、圧迫×時間の交互作用が有意であった(圧迫： $F(1, 19)=6.85$,

Fig. 2. Mean SPL changes on the control and pressure sides.
($\uparrow$): Beginning of pressure,
($\blacktriangle$): Termination of pressure.

$P < .025$; 時間： $F(2, 38)=75.66$, $P < .001$; 圧迫×時間： $F(2, 38)=60.91$, $P < .001$).

SPR Fig. 3 は、圧迫指と非圧迫指のSPR頻度を圧迫前、圧迫中、脱圧後で表わしたものである。圧迫中のSPR頻度は、圧迫指で減少しているのがわかる。同様の傾向は、脱圧後にも認められる。2要因の分散分析の結果、圧迫および時間の主効果、圧迫×時間の交互作用が有意であった(圧迫： $F(1, 19)=7.23$, $P < .05$; 時間： $F(2, 38)=24.70$, $P < .001$; 圧迫×時間： $F(2, 38)=6.63$, $P < .005$)。次にSPR頻度を波形別にみると、Table 1で示される。Table 1は、非圧迫指で各種波形のSPRが出現した時、対照の圧迫指ではどのような波形を示したかを表わしている。圧迫前では、非圧迫指と圧迫指の波形はほぼ一致している。しかしながら、圧迫中は、非圧迫指で反応が出現していたにもかかわらず、圧迫指での無反応(NR)の頻度が増加している。また、非圧迫指で二相性波

Fig. 3. Frequency of SPRs during three epochs.

Table 1. The number of SPRs in each wave-form on pressure side at the time when various wave-forms of SPRs occurred on control side (Degree of coincidence of SPR wave-forms).

		Pressure side											
		Pre-pressure				Pressure				Post-pressure			
		N	D	P	NR	N	D	P	NR	N	D	P	NR
Control side	N	134	3		2	110	3		41	62	2		18
	D	2	70			16	9	4	2		2		
	P		1	30		7		7	6	3			1

N: Negative wave D: Diphasic wave P: Positive wave
NR: No response

(D)あるいは陽性単相波(P)が出現した時に、圧迫指で陰性単相波(N)の出現していることがわかる。SPRの振幅については、陰性成分と陽性成分に分けて分析がなされた(Fig. 4)。陰性成分(Fig. 4a)については、圧迫中にSPRが出現しなかった3名を除き、圧迫前および圧迫中の平均振幅を用いて2要因の分散分析(圧迫×時間)がなされた。その結果、いずれの要因にも差は認められなかった。陽性成分(Fig. 4b)に関しては、圧迫中に二相性波あるいは陽性単相波の出現した者が6名のみであったため、この6名について陰性成分と同様の分析が行われた。分散分析の結果、圧迫×時間の交互作用のみが有意で、圧迫の主効果については傾向にとどまった(圧迫×時間: $F(1, 5) = 27.67$, $P < .005$; 圧迫: $F(1, 5) = 6.27$, $P < .1$)。振幅に関する結果は、圧迫によって陽性成分のみが減少したことを示している。

Fig. 4. Amplitudes of negative and positive components in pre- and during pressure epochs.

性 差

分析には非圧迫指から得られたSPAデータのみが用いられた。

SPL Fig. 5は、男女別にSPLの変化を示したものである。測定中の3区間（圧迫前、圧迫中、脱圧）の平均SPL値を用いて2要因（性差×時間）の分散分析を行った結果、性差および時間の主効果が有意であった（性差： $F(1, 18) = 13.25, P < .005$ ；時間： $F(2, 36) = 199.48, P < .001$ ）。Fig. 5からも明らかなように、男性の方が、SPL値はおよそ12mV高かった。

Fig. 5. Mean SPL changes in male and female subjects.

SPR Fig. 6で示されるように、SPR頻度は男性の方が多かった。SPL同様にSPR頻度についても分散分析をした結果、性差および時間の主効果が認められた（性差： $F(1, 18) = 5.12, P < .05$ ；時間： $F(2, 36) = 18.81, P < .001$ ）。振幅の分散分析は、陰性成分についてのみ行われたが、性差は認められなかった。陽性成分については、前述したように使用しうる例数が6例（男性4名、女性2名）と少なかったため、分散分析は行えなかった。しかしながら、圧迫前のみの平均振幅は、男性（ $N=9$ ）で2.65 mV（SD 1.28），女性（ $N=6$ ）で1.3 mV（S

D 1.00）で、 t -検定の結果、性差の傾向を認めた（ $t=2.03, df=13, P < .1$ ）。

Fig. 6. Frequency of SPRs in male and female subjects during three epochs.

考 察

圧迫の効果 SPAへの圧迫効果は顕著に認められた。SPLは圧迫直後急激に低下したものの、その後は、ほとんど変化せず、非圧迫指に比較して高くなった（Fig. 2）。脱圧後も、圧迫指のSPLは変化せず、圧迫中と同様に非圧迫指よりも電位は高かった。SPRについても、圧迫による頻度減少（Fig. 3）および二相性波や陽性单相波の陰性单相波化の現象が認められた。また、圧迫によって陽性成分の振幅も大きく減少した。これらの結果は、SPLを除いて、過去の研究（Nakayama & Takagi, 1958；横田, 1957a）と一致している。

SPAの発現と密接に関連のある汗腺および発汗現象は、圧迫によってかなり複雑な影響を受けられると思われる。まずSPRについて考えてみると、以下のような要因があげられる。

第1に、圧迫による汗口の閉鎖である（小川²⁾）

2) 小川徳雄（1984年，6月，私信）

Shuster, 1963)。さらに、SPA測定に用いられた電極電解質(0.06 mol NaCl 寒天)による表皮湿潤も加わって、汗口閉鎖は促進されると考えられる。この汗口閉鎖によって発汗は抑制されることが知られているが、汗腺自体の活動を抑制するものではない(Papa & Kligman, 1966)。

湿潤による汗口閉鎖がSPAに及ぼす影響は、SPLの低下、SPR頻度の減少、振幅 — とくに陽性成分の減少で特徴づけられており(Edelberg, 1968; Fowles & Rosenberry, 1973; Fowles & Schneider, 1978; Fowles & Venables, 1970; 石原・宮田, 1980b; 石原・齋藤・宮田, 1980; 奥田・丹治・清水・山崎・新美, 1970), SPRの陽性成分の発現は、表皮の表層部に由来することが示唆されている(奥田ら, 1970)。湿潤によるSPRへの影響は、本研究結果と一致しているものの、SPLの方は、圧迫中、無処置側に比べて相対的に高くなっており、湿潤効果とは考え難い。

本研究では、圧迫・非圧迫指とも寒天電解質を用いており、湿潤による汗口閉鎖の程度は同じであろう(ただし、圧迫によって湿潤が促進される可能性もある)。同じ汗口閉鎖の現象でも、圧迫によるものと、湿潤によるものとは、表皮の状態が異なるのではないと思われる。したがって、本実験で得られたSPLおよびSPRの結果は、少なくとも湿潤による汗口閉鎖のみではなく、圧迫によるそれに関与していると考えられる。

第2にあげられる要因は、圧迫による反射的発汗抑制で、皮膚圧—発汗反射と呼ばれるものである。手掌は圧に対してかなり敏感で、圧—発汗反射が起り易いと考えられる。³⁾このメカニズムについては、いまだ明らかではないが、小川・朝山・伊藤(1981)は、皮膚圧によって生じた知覚神経衝撃が脊髄分節レベルで発汗遠心路に干渉し、発汗抑制をもたらすと推測している。したがって、圧迫による発汗抑制は、汗腺自体の活動が抑制さ

れることによって生起する。Nakayama & Takagi(1958)は、右側臥位(すなわち右体側の圧迫)でのSPRは、圧迫側での振幅減少や、非圧迫側で二相性波形が出現している時に圧迫側では陰性单相波が出現していたことを報告している。彼らはSPLやSPR頻度については述べてはいないが、波形に関しては本研究と一致している。

第3に、圧迫によって2次的に生起する血行障害である(Nakayama & Takagi, 1958)。阻血(ischemia), 駆血(exsanguination), あるいは動脈閉塞(arterial occlusion)がSPRに及ぼす影響は、圧迫や湿潤による結果と類似している。すなわち、無処置側が二相性波・陽性单相波でも、処置側では陰性单相波がみられ(Nakayama & Takagi, 1958; Wilcott, 1958, 1962b; 横田, 1957b), 陰性成分の振幅には差が認められなかった(Wilcott, 1958)。これらの研究では、駆血等の手続きにゴム製包帯が使用されており、これを巻きつけることによって血行障害を起こさせている。ただし、本研究のように電極部位を直接圧迫していたのではなく、また、その圧迫力や血行障害の程度も異なっていたと思われる。おそらく、ゴム製包帯の方が、圧迫力・血行障害の程度ではまさっていたであろう。

上述の3要因がSPRに及ぼす影響は、かなり類似しており、どの要因が主として本結果に影響を与えたのかは結論できない。しかし、陽性成分の消失あるいは振幅減少については、汗口閉鎖の結果、汗が表皮導管部に到達できないことが主要因と思われる。汗口閉鎖が生起していないはずの駆血等の研究(Nakayama & Takagi, 1958; Wilcott, 1958, 1962b; 横田, 1957b)でも同様の結果が得られたことは、おそらく、血行障害が発汗量の減少をもたらすため(小川, 1982), 汗が表皮導管部まで充満しなかったであろうということと説明できるかもしれない。Wilcott(1962a, b)は、発汗反応とSPAを同時記録したところ、SPRの陰性成分は発汗反応より先

3) 小川徳雄(1984年, 6月, 私信)

行して出現しており、陽性成分は発汗反応と同時に出現したことを報告した。さらに、駆血中には発汗反応がないにもかかわらず、陰性単相波は出現していることから(Wilcott, 1962b), SPLの陽性成分は、汗が表皮表層部に到達した時に生起する電気的变化であり、陰性成分は近位導管部ないしは分泌コイル付近の電気的变化を反映していると考えられる。

次にSPLについてであるが、圧迫がSPLに及ぼす影響を報告した研究はない。わずかにWilcott(1958)が駆血および動脈閉塞時のSPLを報告しているが、一貫したSPL変化は認められなかった。しかしながら、本研究では、圧迫直後の低下とその後のレベル変化に乏しかったことが示されており、Wilcottの結果と一致しない。また、既述したように表皮湿潤による汗口閉鎖でも説明しえない。それゆえ、本研究でのSPLの結果は、直接電極の上から圧迫したことによるものと思われる。ただし、どのようなメカニズムがこのような結果を生起させたかは不明である。しかし、圧迫が汗口閉鎖だけでなく、汗腺の深部にまで何らかの影響を及ぼしたか、あるいは、同じ汗口閉鎖の現象でも、圧迫によるものと湿潤によるものでは、表皮の状態が異なっていたというようなことが考えられるかもしれない。いずれにせよ、今後さらに検討する必要がある。

脱圧後、SPLおよびSPRが急速な回復を示さなかったことは興味深い。駆血等の研究では、いずれも15分から25分間の処置をしているにもかかわらず(Nakayama & Takagi, 1958; Wilcott, 1958, 1962b; 横田, 1957b), 処置終了後、すみやかに回復していることから(Wilcott, 1958), 本結果が血行障害によるものではないことを推測させる。圧迫の残存効果か、あるいは圧迫によって圧迫指の湿潤効果が促進されたのかもしれないが、少なくともSPLの結果をみる限り、湿潤効果とも考え難い。

脱圧後の測定時間が短かったこともあって、回

復にどの程度の時間がかかるかはわからないが、わずか10分程の圧迫でこのような現象が生起することは、今後、実験事態で充分注意すべきであろう。

性差 SPAに関する性差の報告は少なく、Christie & Venables(1971b)がSPLについて女性の方が低いと述べている。この結果は、本結果と一致している。皮膚伝導度変化を用いた性差の研究では、Kopacz & Smith(1971)が電気ショックに対する脅威感を3段階に操作して検討している。皮膚伝導度水準に関しては、男性の方が高く(SRLでは低い)、一方、女性は男性と比較して誘発性反応の振幅増加や自発反応の頻度増加が報告されている。また、自発反応頻度では、脅威レベル×性差の交互作用も認められた。すなわち、男性では脅威レベル増加に伴って一次的に頻度も増加したが、女性では脅威レベルが0%から50%に変化したところで大きく増加した。誘発反応の振幅および自発反応頻度についての彼らの報告は、実験状況が全く異なるため単純に比較はできないが、本研究結果と一致しない。

Kopaczらは、このような性差が発汗要因によるものではなく、非発汗性、とくに性ホルモン機能の差によると示唆している。同様の示唆は、Broverman, Klaiber, Kobayashi & Vogel(1968), Christie & Venables(1971b), Shmavonia, Miller & Cohen(1968)によってもなされている。また、Baitsch(1954)は、思春期前では皮膚抵抗変化に性差が見られず、それ以後では、男性の方がSRLは低く、反応性が高いと報告しており、暗に性ホルモンの重要性を示唆している。

EDAの発現と関連のある発汗および汗腺の機能にも性差は認められている。性差が明確に現れるのは、Baitsch(1954)の報告と一致して思春期以後であり、性機能がほとんど終息した高年者では、再び性差は認められなくなる(田中, 1956)。女性では暑熱負荷による発汗発現までの潜時が男

性より長く、発汗量も女性の方が少ない(Fox, Löfstedt, Woodward, Eriksson & Werkstrom, 1969; Morimoto, 1978)。さらに、活動汗腺の数は女性の方が多くにもかかわらず(Juniper & Dykman, 1967; Morimoto, 1978), 単一汗腺あたりの分泌量は男性の方が多く、薬物の局所投与に対する発汗反応も男性の方が強い(小川, 1982)。これらの知見から、本研究で得られた結果のように、男性の方がSPLは高く、SPR頻度あるいは振幅も大きいと推測しうるかもしれない。しかし、発汗反応はSPRと高い相関があるものの、SPLとは相関がない(Wilcott, 1962a)。SPL発現機序については、発汗性要因だけでなく、非発汗性の要因もかなり関与していることが指摘されており(Christie & Venables, 1971a; 石原・宮田, 1980a; Venables & Martin, 1967; Yamazaki & Tajimi, 1972), 発汗現象のみと結びつけるのは困難であろう。

本実験で用いられた女性被験者は、月経周期についてコントロールされていなかったものの、SPAに明らかな性差が認められた。このことは、EDAを用いた精神生理学的研究において、被験者の構成を男女混合にしないことが望ましいことを意味している。男女混合で用いた場合、いたずらに標準偏差を大きくし、本来の実験目的を達成できない可能性があると思われる。Bell, Christie & Venable(1975.)やShmavonian, Yarmat & Cohen(1965)も同様の見解を述べている。

要 約

本研究は、SPAに及ぼす電極圧迫の影響と性差を検討する目的で行われた。被験者として、大学生20名(男子10名, 女子10名)が用いられた。

電極圧迫によってSPAは以下のような影響を受けた。

(1) SPLは圧迫直後に急激に低下したが、その後は変化に乏しく、非圧迫指と比較してSPL値は高くなった。

(2) SPRについては、頻度の減少および二相性波・陽性单相波の陰性单相波化が認められた。また、振幅についても、陽性成分の減少が認められた。

このような結果が得られた主要因として、(1) 圧迫による汗口閉鎖、(2) 皮膚圧-発汗反射による反射的発汗抑制、(3) 圧迫によって2次的に生起する血行障害、が考えられた。

SPAの性差も顕著であり、以下のような結果が得られた。

(1) SPLは、女性に比較して男性の方が高かった。

(2) SPR 頻度も男性の方が多く、振幅については、陽性成分に関してのみ、男性の方が大きい傾向が認められた。

これらの結果から、EDAを指標として行う研究において、男女混合の被験者群を構成することは避けられるべきであることが示唆された。

引用文献

- Baitsch, H. 1954 Über geschlechts und seiten-differenzen im "Niveau"-elektrodermatogramm. *Confine Neurol.*, 14, 88-100.
- Bell, B., Christie, M. J., and Venables, P. H. 1975 Psychophysiology of the menstrual cycle. In P. H. Venables and M. J. Christie (Eds.), *Research in psychophysiology*. London: John Wiley & Sons, Pp. 181-207.
- Broverman, D. M., Klaiber, E. L., Kobayashi, Y., and Vogel, W. 1968 Roles of activation and inhibition in sex differences in cognitive abilities. *Psychol. Rev.*, 75, 23-50.
- Christie, M. J., and Venables, P. H. 1971a Characteristics of palmar skin potential and conductance in relaxed human subjects. *Psychophysiology*, 8, 523-532.

- Christie, M. J., and Venables, P. H. 1971b Sodium and potassium electrolytes and "basal" skin potential levels in male and female subjects. *Jap. J. Physiol.*, 21, 659-668.
- Edelberg, R. 1968 Biopotentials from the skin surface : The hydration effect. *Ann. NY Acad. Sci.*, 148, 252-262.
- Fowles, D. C., and Rosenberry, R. 1973 Effects of epidermal hydration on skin potential responses and levels. *Psychophysiology*, 10, 601-611.
- Fowles, D.C., and Schneider, R.E. 1978 Electrolyte medium effects on measurements of palmar skin potential. *Psychophysiology*, 15, 474-482
- Fowles, D. C., and Venables, P. H. 1970 The reduction of palmar skin potential by epidermal hydration. *Psychophysiology*, 7, 254-261.
- Fox, R. H., Lofstedt, B. E., Woodward, P. M., Eriksson, E., and Werkstrom, B. 1969 Comparison of thermoregulatory function in men and women. *J. Appl. Physiol.*, 26, 444-453.
- 石原金由・宮田 洋 1980 a 異なる電極電解質と皮膚電位活動. 心理学研究, 51, 291-294.
- 石原金由・宮田 洋 1980 b 皮膚電位活動とその基礎的背景. 人文論究. 30, 75-94.
- 石原金由・斎藤 敬・宮田 洋 1980 皮膚電位活動に関する基礎的研究(Ⅲ) —表皮湿润効果を除去する電解質の検討— 関西心理学会第92回大会発表論文集, 9.
- Juniper, K., and Dykman, R. A. 1967 Skin resistance, sweat gland counts, salivary flow, and gastric secretion : Age, race, and sex differences, and intercorrelations. *Psychophysiology*, 4, 216-222.
- Kopacz, F. M., and Smith, B. D. 1971 Sex differences in skin conductance measures as a function of shock threat. *Psychophysiology*, 8, 293-303.
- 宮下彰夫 1984 皮膚電位活動測定に關する諸要因の検討. 早稲田心理学年報, 16, 21-28.
- Morimoto, T. 1978 Variations of sweating activity due to sex, age and race. A. Jarrett (Ed.), *The physiology and pathophysiology of the skin. Vol. 5*, London : Academic Press, Pp. 1655-1668.
- Nakayama, T., and Takagi, 1958 Two components involved in galvanic skin response. *Jap. J. Physiol.*, 8, 21-30.
- 小川徳雄 1982 エックリン汗腺. 現代皮膚科学大系3C. 皮膚の構造と機能Ⅲ. 東京, 中山書店, Pp, 89-109.
- 小川徳雄・朝山正己・伊藤嘉紀 1981 皮膚圧及びハリによる区域的発汗抑制, 自律神経, 18, 246-253.
- 奥田賢一・丹治哲雄・清水功一・山崎勝男・新美良純 1970 皮膚湿润による手掌皮膚電位活動の変化. 心理学研究, 40, 158-162.
- Papa, C. M., and Kligman, A. M. 1966 Mechanisms of eccrine anidrosis : 1. High level blockade. *J. Invest. Dermatol.*, 47, 1-9.
- Shackel, B. 1959 Skin drilling : A method of diminishing galvanic skin potentials. *Am. J. Psychol.*, 72, 114-121.
- Shmavonian, B. M., Miller, L. H., and Cohen, S. I 1968 Differences among age and sex groups in electrodermal conditioning. *Psychophysiology*, 5, 119-131.

- Shmavonian, B. M., Yarmat, A. J., and Cohen, S. I. 1965 Relationships between the autonomic nervous system and central nervous system in age differences in behavior. In A.T. Welford and J. E. Birren (Eds.), *Behavior, aging and the nervous system*. Springfield : Thomas.
- Shuster, S. 1963 Graded sweat-duct occlusion : A technique for studying sweat-gland function. *Clin. Sci.*, 20, 89-95.
- Takagi, K., and Sakurai, T. 1950 A sweat reflex due to pressure on the body surface. *Jap. J. Physiol.*, 1, 22-28.
- 田中正巳 1956 発汗性に影響を及ぼす生物学的要因の研究—第2報, 発汗性の性的差異. 日本生理誌, 18, 395-397.
- Venables, P. H., and Martin, I. 1967 The relation of palmar sweat gland activity to level of skin potential and conductance. *Psychophysiology*, 3, 302-311.
- 渡辺尊己・山崎勝男・新美良純 1969 皮膚電位水準および皮膚電位反射測定の方法論的諸問題、精神誌, 71, 17-31.
- Wilcott, R. C. 1958 Effects of local blood removal on skin resistance and potential. *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 51, 295-300.
- Wilcott, R. C. 1962a Palmar skin sweating vs. palmar skin resistance and skin potential. *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 55, 327-331.
- Wilcott, R. C. 1962b Effects of exsanguination on sweating and skin potential response. *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 55, 1136-1137.
- Yamazaki, K., and Tajimi, T. 1972 What is skin potential level? *Psychophysiology*, 9, 650-652.
- 横田敏勝 1957a 皮膚電気反射の本態に関する研究, 日本生理誌, 19, 98.
- 横田敏勝 1957b 皮膚電気反射に関する研究, 日本生理誌, 19, 724-725.