等尺性掌握運動時における Sympathetic Skin Response (SSR) の変化

Change in Sympathetic Skin Response (SSR) during Isometric Grasping Movement

岩月 宏泰¹⁾ 岩月 順子²⁾

HIROYASU IWATSUKI¹⁾, JUNKO IWATSUKI²⁾

¹⁾Department of Physical Therapy, Nagoya University College of Medical Technology: 1-1-20
Daikouminami, Higashi-ku, Nagoya 461, Japan TEL +81 52-723-1111

²⁾Department of Rehabilitation, Tokai Memorial Hospital

Rigakuryoho Kagaku 11(1): 39-42, 1996. Submitted July 30, 1995. Accepted Nov. 20, 1995.

ABSTRACT: Sixteen healthy young adults performed isometric grasping movement (50%MVC), and the latent period and amplitude of sympathetic skin response (SSR) and R-R interval of electromyogram were examined. During static condition, the latent period and amplitude of SSR were 1.54 ± 0.20 sec and 1.60 ± 0.24 mV, respectively, showing a positive correlation between the latent period and body height ($r=0.45$, $p<0.05$) and limb length ($r=0.48$, $p<0.05$). However, neither the latent period nor amplitude showed correlation with variation of coefficient of R-R interval (CV_{R-R}). During grasping movement, the latent period was shortened by 5.6% and the amplitude was increased by 7.5% compared with those during static condition. These results suggest that SSR wave may mirror the activity of skin sweat glands.

Key words: sympathetic skin response (SSR), grasping movement, sweat gland, posterior fiber of sympathetic ganglia

要旨: 健康青年 16 名を対象に等尺性掌握運動 (50%MVC) 時の Sympathetic Skin Response (SSR) 潜時, 振幅の変化と心電図 R-R 間隔変動との関連性について検討した。1. 安静時の SSR 波形では潜時 1.54 ± 0.20 秒, 振幅 1.60 ± 0.24 mV であり, 潜時と身長間に $r=0.45$ ($p<0.05$), 肢長とは $r=0.48$ ($p<0.05$) と正の相関を認めた。しかし, 潜時, 振幅と心電図 R-R 間隔変動係数 (CV_{R-R}) とは相関を認めなかった。2. 掌握運動時と安静時の比較では, 潜時が約 8.4% 短縮し, 振幅が約 7.5% 増加した。本研究の結果, SSR 波形は運動による皮膚汗腺機能の活動状況を反映することが示唆された。

キーワード: Sympathetic skin response (SSR), 掌握運動, 汗腺, 交感神経節後線維

1) 名古屋大学医療技術短期大学部: 愛知県名古屋市大幸南 1-1-20 (〒461) TEL 052-723-1111

2) 東海記念病院

受付日 1995年7月30日 受理日 1995年11月20日

I. はじめに

交感神経系は運動時の循環、内分泌などの調節に関与し、生体の内部環境維持に重要な役割を担っている。またこの系は骨格筋や体性感覚器の機能を調節していることから、運動時における役割について検討することは重要と考えられる。ヒトの交感神経活動を直接記録する方法として微小神経電図法が、Hagbarthら¹⁾により開発されたが、手技が複雑で侵襲的であることから、臨床応用には問題がある。1984年にShahaniら²⁾が皮膚の汗腺機能を指標としたSympathetic skin response (SSR)を報告して以来、主に交感神経節後線維の障害を示す疾患の評価法として用いられてきた。SSRは広義の皮膚電気反射に含まれ、Sympathectomy、微小神経電図および薬物学的検討などから遠心路は汗腺を支配する無髄C線維由来と考えられている¹⁾³⁾。

この反応は振幅、潜時、波形に動揺性があり、慣れや不連続性もみられ、その処理方法にも問題が残されている。しかし、SSRを臨床応用した報告では、糖尿病性末梢神経損傷者でSSR波形の消失や振幅の低下を認めており、この理由として無髄線維の軸索変性や神経線維数の減少が推測されている⁴⁾。また本疾患では潜時も遅延したことから、無髄線維変性による伝導速度の低下とも考えられるが、汗腺の無髄線維の伝導速度は伝導の保たれてる限り低下しないという報告⁵⁾もあり意見の分かれるところである。他の自律神経指標との関連では糖尿病患者においてSSR振幅とMCV、SCVとに正の相関がみられたことから、交感神経は体性神経障害と並行して障害されることが推測されている⁶⁾。SSR波形と自律神経症状との関連性についてShahaniら²⁾は関連がみられないとしているが、渡引⁶⁾、Fagiusら⁵⁾は関連を認めている。このようにSSR波形の異常反応の解釈については検討されてきたが、精神性発汗と温熱性発汗の両方を高める運動がSSR波形に及ぼす影響についての報告はない。

本稿では等尺性掌握運動時の汗腺機能の変化がSSR波形に反映されるか否かを検討した。

II. 対象と方法

対象は健康青年16名（平均年齢20.6歳、男性6名、女性10名）であった。

導出方法；被験者に仰臥位をとらせ、室温約28℃、手掌部皮膚温33.0-36.0℃の条件とし、直径1cmの銀皿電極を用いて陰極を手掌中央部に、陽極を手背中央部に塗

着し、同側手根部で正中神経に0.2 msec, 120-140 Vの矩形波の電気刺激を加えSSRを記録した（図1）。各刺激毎の間隔は20秒とし、8回の反復刺激を加えた。SSRの測定は日本光電社製MEM3202を使用し、安静時と等尺性掌握運動（最大握力の50%張力；50%MVC）3分間維持および終了後に行った。また同時に胸部誘導により心電図を記録し、連続する100拍のRR間隔の変動係数（ CV_{RR} ）を算出した。得られた波形について潜時は電気刺激から反応の開始までとし、振幅はpeak-to-peakで計測した。

統計学的処理は各項目間の関連には相関関係を、各測定条件別の比較にはStudent t検定を行い、危険率5%未満を有意な差と判定した。

III. 結 果

導出された波形の多くは陰性、陽性成分からなる二相性を示し数種の亜型もみられたが、同一個人では再現性が高かった。15秒間隔での反復刺激では最初から数回までは波形が安定するが、刺激回数が増すにつれて振幅が小さくなる傾向がみられた。潜時、振幅は 1.54 ± 0.20 秒、 1.60 ± 0.24 mVであり、潜時と身長間に $r=0.45$ ($p < 0.05$)、肢長（第7頸椎棘突起から手掌記録部までの長さ）とは $r=0.48$ ($p < 0.05$)の正の相関を認めた（表1）。

掌握運動時では潜時 1.41 ± 0.23 秒、振幅 1.72 ± 0.35 mVであり、安静時より振幅が大きくなる傾向を認め、潜時は有意に短縮した（表2, $p < 0.05$ ）。また掌握運動後の潜時 1.51 ± 0.20 秒、振幅 1.44 ± 0.32 mVであり、運動

図1 SSR導出方法

表1 相関マトリックス

	身長	肢長	SSR 振幅	CV _{R-R}	MCV	SCV
SSR 潜時	0.45*	0.48**	0.36	0.34	0.25	0.51**
SSR 振幅	—	—	—	0.38	0.28	0.34

*: $p < 0.1$ **: $p < 0.05$ 表2 等尺性掌握運動時の SSR 潜時、振幅および CV_{R-R}

項目	安静時	掌握運動中	運動後
SSR 潜時 (sec)	1.54 ± 0.20	1.41 ± 0.23	1.51 ± 0.20
SSR 振幅 (mV)	1.60 ± 0.24	1.72 ± 0.35	1.44 ± 0.32
CV _{R-R} (%)	4.35 ± 1.08	5.34 ± 1.20	5.49 ± 1.22

Mean ± SD, *: $p < 0.05$

中に比べて有意な低振幅を示した ($p < 0.05$)。CV_{R-R} は安静時 $4.35 \pm 1.08\%$ 、運動中 $5.34 \pm 1.20\%$ および終了後 $5.49 \pm 1.22\%$ であり、各条件間に有意な差を認めなかった。

IV. 考 察

ヒトの皮膚交感神経は支配する部位や役割から皮膚血管、汗腺および立毛筋支配に大別される。このうち前二者を支配する交感神経は体温調節と密接な関係がある。一般に外気温や体温上昇によって、皮膚血管支配の交感神経活動が抑制され、汗腺支配の交感神経活動は促進される。運動時におけるヒトの交感神経活動については末梢血管反応を指標として観察されることが多く、運動時には皮膚および筋支配の交感神経活動が高まると考えられていた^{7,8)}。しかし、皮膚交感神経活動は精神活動、環境温度の変化などで増減し、個人差が大きく、中立温度 (22-26°C) の環境下ではその活動が最低となり、環境温度の上昇とともに亢進する。このため、運動による皮膚交感神経の活動状況を捉えるためには注意を要する。Bini ら⁹⁾ は筋収縮に対する皮膚交感神経反応に明らかな傾向を認めないと報告している。一般に中等度以上の筋力を要する運動では温熱性発汗と精神性発汗がみられる。

微小神経電図を用いた実験では皮膚交感神経活動が 30%MVC の掌握運動時に高まると報告している⁸⁾。本研究

究でも安静時より掌握運動 (50%MVC) 中には振幅が大きくなる傾向を認めた。SSR は GSR と同様の polysynaptic な体性-交感神経反射である²⁾ が、掌握運動により意識が活性化され興奮中枢である皮質感覚運動野、灰白隆起、延髄などに促通的に働いた可能性もある。また掌握運動中には運動強度に伴い血中エピネフリン濃度が高まることが報告¹¹⁾ されており、振幅増加にはカテコールアミンによる液性因子が関わっている可能性もある。本研究では運動中の CV_{R-R} に高値を示したことから、呼吸性不整脈の出現頻度が高まったと考えられるが、安静、掌握運動中ともに SSR 波形と関連が認められなかった。副交感神経機能の指標として CV_{R-R} を用いたが SSR が局所の汗腺活動を捉えているに過ぎないことから、他の指標を用いることも検討していく必要があるだろう。

SSR は従来定量化が困難であった sudomotor system を評価できる検査法であるが、健常者でも振幅、潜時および波形に動揺性があり、解釈に問題を残している。しかし、本研究でみられたように掌握運動時には SSR の振幅、潜時が変化したことから、SSR は運動による汗腺の活動状況を反映していると考えられる。

文 献

- 1) Hagbarth KE, et al.: General characteristics of sympathetic activity in human skin nerves. Acta Physiol Scand, 84: 164-176, 1972.

- 2) Shahani BT, et al. : Sympathetic skin response. *J Neurol Neurosurg Psychiat*, 47 : 536-542, 1984.
- 3) Knezevic W, Bajada S : Peripheral autonomic surface potential. *J Neurol Sci*, 67 : 239-251, 1985.
- 4) 渡引康公 : Sympathetic skin response (SSR) の臨床応用に関する研究 (第2報). *自律神経*, 24 : 557-565, 1987.
- 5) Fagius J, Wallin BG : Sympathetic reflex latencies and conduction velocities in patient with polyneuropathy. *J Neurol Sci*, 47 : 449-461, 1980.
- 6) 渡引康公 : Sympathetic skin response. *臨床脳波*, 31 : 77-782, 1989.
- 7) 斉藤 満 : 運動と交感神経活動. *体育の科学*, 40 : 129-136, 1990.
- 8) Vissing SF, Victor RG : Central motor command activate sympathetic outflow to skin during static exercise. *Acta Physiol Scand*, 136 (Suppl) 584 : 44, 1989.
- 9) Bini G, et al. : Thermoregulatory and rhythmic generating mechanisms governing the sudomotor and vasomotor outflow in human cutaneous nerves. *J Physiol*, 306 : 537-552, 1980.
- 10) 及川 登 : 心拍数変動を用いた糖尿病性自律神経障害の定量化評価 (第2報). *糖尿病*, 27 : 489-495, 1984.
- 11) 斉藤 満・他 : 静的掌握運動時の活動筋疲労感覚と筋交感神経活動の関係. *自律神経*, 25 : 497-502, 1988.