《原 著》

磁気刺激による脳卒中患者の交感神経皮膚反応(SSR)の検討

猪飼 哲夫*¹ 大熊 るり*² 鄭 健 錫*¹
 木村 知行*¹ 高田耕太郎*¹ 米本 恭三*²

Sympathetic Skin Response (SSR) Evoked by Magnetic Stimulation in Stroke Patients

Tetsuo IKAI,*¹ Ruri OHKUMA,*² Kenshaku TEI,*¹
 Chiko KIMURA,*¹ Kotaro TAKATA,*¹ Kyoza YONEMOTO*²

Abstract: We studied the sympathetic skin response (SSR) on the hand, evoked by magnetic stimulation of the neck, in fifty-two hemiplegic patients (26 men and 26 women) caused by cerebro vascular accident. Twenty-five of the 52 patients had hemiparesis on the right side of the body and twenty-four of them had hemiparesis on the left side. All tests were performed with the patients relaxed and sitting in a warm, quiet room. The center of the circular coil was placed over the 7th cervical spinous process. Magnetic stimulation was given at a 50% intensity of the magnetic stimulator (Magstim 200). Counter-clockwise current flow in the coil was used for the responses in the right hand. Stimulations were repeated six times, with intervals of at least 30 sec, on each side. The SSRs were amplified and recorded with a restricted filter setting of 0.5 Hz to 3 kHz using the Viking apparatus. The amplitudes of the waves were measured from peak to peak. The SSR was elicited in forty-six of the 52 patients. The habituation was observed, but was not marked. There were strong correlations between the shortest latency and the mean latency, and between the largest amplitude and the mean amplitude. The amplitude of the SSRs in the hemiplegic side of the patients were significantly reduced compared to those in the sound side. In comparison the amplitudes were reduced in the elderly patients (over 60 years old) compared to the younger patients, and also in patients in the subacute phase (within 3 months) compared to those in the late phase. The amplitudes were diminished and the latencies were prolonged in the patients with larger lesions (over 3 cm across) compared to those with smaller lesions. The SSR evoked by magnetic stimulation is a useful and simple method in evaluating the autonomic function. The central pathway of the SSR is uncertain. The medullary reticular formation and midbrain are emphasized as the center of the SSR. In the present study, we have demonstrated abnormal SSRs in the stroke patients, that may reflect suppression of the somato-sympathetic reflex caused by damage of the brain. (*Jpn J Rehabil Med* 1997; 34: 686-692)

要 旨: 脳卒中片麻痺患者 52 名を対象として、第 7 頸椎上で円形コイルを用いて磁気刺激を行い、手掌・手背からの導出法で交感神経皮膚反応 (SSR) を記録した。麻痺側、健側の潜時、振幅を求め種々の検討を行った。52 名中 46 名から SSR が導出され、habituation の程度は小さかった。麻痺側の振幅は健側に比べ有意に小さかった。高齢患者では健側の振幅は小さく、また発症後経過期間が短い患者では振幅は小さかった。病巣の大きい患者では、潜時は長く振幅は小さかった。磁気刺激は SSR の簡便な測定法であり、有用性が高いと考える。SSR の反応経路は明らかではないが、脳幹網様体に対して大脳皮質からの影響が示唆された。(リハ医学 1997; 34: 686-692)

1997 年 1 月 17 日受付, 1997 年 8 月 8 日受理

* 東京都リハビリテーション病院/〒131 東京都墨田区堤通 2-14-1

Tokyo Metropolitan Rehabilitation Hospital

*² 東京慈恵会医科大学リハビリテーション医学教室/〒201 東京都狛江市和泉本町 4-11-1

Department of Rehabilitation Medicine, Jikei University School of Medicine

Key words: 脳卒中 (stroke), 磁気刺激 (magnetic stimulation), 交感神経皮膚反応 (sympathetic skin response), 自律神経機能障害 (autonomic dysfunction), 自律神経系 (autonomic nervous system)

はじめに

自律神経機能評価法には、生理学的、薬理的、形態学的など多種の方法が存在するが、手技や侵襲的な問題にて使用が制限されるものもある。交感神経皮膚反応 sympathetic skin response (以下 SSR と略す) は、皮膚の汗腺機能を指標とした交感神経性活動の電気生理学的診断法の一つであり、広義の皮膚電気反射 (galvanic skin reflex, GSR) に含まれる。SSR は 1980 年代に Shahani らにより初めて報告され、手技が簡単で非侵襲的な方法であることから、糖尿病やパーキンソン病などの定量的な自律神経機能評価に用いられてきた。しかし、SSR は汗腺を支配する交感神経活動を評価したものであり、全ての自律神経機能を見たものではない。

脳卒中患者では、しばしば発汗異常や血圧異常などの自律神経障害を合併することがある。そこで今回我々は、最近開発され錐体路などの運動機能評価を可能とした磁気刺激を用いて、脳卒中片麻痺患者から SSR を導出して種々の検討を行い、その有用性についても検討した。

対 象

東京都リハビリテーション病院に入院中の脳卒中片麻痺患者 52 名 (男性 26 名, 女性 26 名, 34~80 歳, 平均 61 歳) を対象とした。疾患の内訳は、脳出血 19 名, 脳梗塞 33 名, 障害側は右片麻痺 25 名, 左片麻痺 27 名である。1 例の脳幹部梗塞以外、病巣は大腦半球に存在していた。全例初回発症例で、発症後検査施行までの期間は 35~1,356 日 (中央値 93 日) であった。明らかな肩手症候群を呈する患者、両側片麻痺患者は対象から除外したが、軽度の糖尿病を合併している患者 (インシュリン、経口糖尿病薬を使用せず、食餌療法のみ患者) は 4 名含まれている。研究を施行する前に、検査の意義、施行方法について説明し同意を得た。このため認知面に問題のある患者、重度な失語症患者は対象から除外した。

方 法

室温が約 25°C の閑静な部屋で、患者に安静座位をとらせた。脳波用円盤電極を用い、記録電極を手掌中央部に、基準電極を手背中央部に固定し、接地電極は両側前腕部に装着した。直径 90 mm の円形コイルの中心を第 7 頸椎棘突起上に置き、磁気刺激装置 (Magstim 社 model 200) の最大出力の 50% の刺激強度にて刺激した。その際、右手からの導出の時はコイルに反時計回りの電流が流れる方向に置き、左手の場合は逆とした。検査施行時、両側手掌部の皮膚温を皮膚温度計にて測定した。

30 秒以上の間隔をおき、健側、麻痺側より各々 6 回 SSR の波形を筋電計 (Nicolet 社 Viking) を用いて記録した。増幅器のフィルターは 0.5 Hz~3 kHz に設定した。得られた波形より潜時 (刺激より反応開始まで)、振幅 (peak-to-peak) を計測した。最小潜時、平均潜時、最大振幅、平均振幅を求めた。

この研究に先立ち、健常者 5 名より同様な方法にて SSR を導出し、潜時、振幅の左右差を比較した。

検 討 項 目

- (1) 最小潜時と平均潜時、最大振幅と平均振幅の関係を調べた。
- (2) 健側と麻痺側の潜時、振幅を比較した。
- (3) 以下の項目について潜時、振幅を比較した。
 - ・性 (男性と女性)
 - ・年齢 (60 歳未満と 60 歳以上)
 - ・発症後経過期間 (3 カ月未満と 3 カ月以上)
 - ・障害側 (右片麻痺と左片麻痺)
 - ・麻痺の程度 (手指の Brunnstrom stage III 以下と IV 以上)
 - ・知覚障害 (才籐ら²⁾ の分類による SEP I, II 型と III 型)
 - ・疾患 (脳出血と脳梗塞)
 - ・病巣の大きさ (CT 画像より病巣の最大直径と最小直径を求めた。その平均値が 3 cm 以上と 3 cm 未満)

なお統計処理に関して、(1) は Pearson の相関係数の検定、(2) は Wilcoxon 検定、(3) は Mann-

Whitney 検定を用い、有意水準は 5% とした。

結 果

健常者の平均潜時と最小潜時、平均振幅と最大振幅において左右差は認められなかった。手掌部皮膚温は全患者とも 31°C 以上であり、また左右差は 1°C 以下で、健側、麻痺側のどちらかが高いという傾向はなかった。対象患者 52 名中 46 名 (88.5%) から SSR の導出が可能であった。両側導出不能が 3 名、麻痺側のみ導出不能が 3 名存在した。刺激回数に伴い振幅が低下する habituation (慣れ現象) が認められた症例も存在したが、振幅の減少は 20% 未満であった。両側とも導出可能であった 46 名の患者より以下の結果を

得た。

- (1) 平均潜時と最小潜時の間には健側 ($y = 0.903x + 0.03$, $R = 0.875$, $p < 0.01$), 麻痺側 ($y = 0.819x + 0.137$, $R = 0.861$, $p < 0.01$) とも強い相関が認められた (図 1)。また平均振幅と最大振幅の間にも健側 ($y = 1.152x + 0.466$, $R = 0.979$, $p < 0.01$), 麻痺側 ($y = 1.14x + 0.223$, $R = 0.994$, $p < 0.01$) とも強い相関を認めた (図 2)。このため以後の検討では平均潜時、平均振幅を使用した。
- (2) 平均潜時では健側と麻痺側に差は認められなかったが、平均振幅は健側で 3.92 mV, 麻痺側で 1.98 mV となり麻痺側が有意に小さかった (図 3)。

図 1 平均潜時と最小潜時

平均潜時と最小潜時の間には健側 ($y = 0.903x + 0.03$, $R = 0.875$, $p < 0.01$), 麻痺側 ($y = 0.819x + 0.137$, $R = 0.861$, $p < 0.01$) とも強い相関が認められた。

図 2 平均振幅と最大振幅

平均振幅と最大振幅との間に健側 ($y = 1.152x + 0.466$, $R = 0.979$, $p < 0.01$), 麻痺側 ($y = 1.14x + 0.223$, $R = 0.994$, $p < 0.01$) とも強い相関を認めた。

図3 潜時と振幅

平均潜時では健側と麻痺側に差は認められなかったが、平均振幅は健側で 3.92 mV、麻痺側で 1.98 mV となり麻痺側が有意 (** $p < 0.01$) に小さかった ($n = 46$)。

図4 振幅の年齢による差

60 歳以上の患者群 ($n = 22$) の健側における平均振幅は 60 歳未満群 ($n = 24$) に比べ有意 (* $p < 0.05$) に低下していたが、麻痺側では差は認められなかった。

図5 振幅の発症経過期間による差

発症後 3 カ月未満の患者 ($n = 18$) では平均振幅は 3 カ月以上群 ($n = 28$) に比べ小さく、健側で有意差 (* $p < 0.05$) が認められた。

(3)

- ・年齢：60 歳以上の患者群の健側における平均振幅は 60 歳未満群に比べ有意に低下していたが、麻痺側では差は認められなかった (図 4)。平均潜時は両群で差を認めなかった。
- ・発症後経過期間：発症後 3 カ月未満の患者群では平均振幅は 3 カ月以上群に比べ小さく、健側で有意差が認められた (図 5)。平均潜時は両群で差を認めなかった。
- ・病巣の大きさ：3 cm 以上の病巣を呈した患者群 (病巣大) の平均潜時は 3 cm 未満の群 (病巣小)

に比べ両側とも有意に延長していた (図 6)。麻痺側の平均振幅は 3 cm 以上群 (病巣大) が 3 cm 未満群 (病巣小) に比べ低い傾向はあったが、有意差は認められなかった (図 7)。

その他の項目である性、障害側、麻痺の程度、知覚障害、疾患において平均振幅、平均潜時に有意差は認められなかった。

考 察

皮膚に分布する交感神経には末梢血管と汗腺を支配する 2 種類が存在するが、SSR は暖かい条件下での

図6 潜時の病巣の大きさによる差

3 cm 以上の病巣を呈した患者群 (病巣大, $n=14$) の平均潜時は 3 cm 未満の群 (病巣小, $n=31$) に比べ両側とも有意 (健側 $*p<0.05$, 麻痺側 $**p<0.01$) に延長していた。

図7 振幅の病巣の大きさによる差

麻痺側の平均振幅は 3 cm 以上群 (病巣大, $n=14$) が 3 cm 未満群 (病巣小, $n=31$) に比べ低い傾向はあったが、有意差は認められなかった。

汗腺を支配する交感神経活動を見たものである。このため、SSR で自律神経機能を全て評価することはできないが、自律神経機能の一つの評価法としては意味はあると考える。

SSR は体性-自律神経反射の一つで、多シナプス反射である³⁾。求心路は有髄線維である $A\beta$ と $A\gamma$ 、遠心路は薬理学的研究からも交感神経節後線維である無髄 C 線維が考えられている³⁻⁵⁾。反射中枢は未だ明確でないが、脳幹網様体が重視されている⁴⁾。しかし上位にある大脳皮質、視床下部などからの影響も大きい。脊損者や脊髄動物でも弱いながらも反射は認めら

れ、脊髄内の反射経路の存在も示されている⁶⁾。横田ら⁶⁾は胸髄完全横断症例の検討から、上肢の SSR の脊髄伝導路はいったん上位胸髄まで下降すると考えている。

SSR の導出方法は一般に、手根部での正中神経や足踵部での後脛骨神経^{1,7)}、前額部眼窩上神経^{6,7)} への電気刺激が用いられる。電気刺激以外に音刺激、光刺激を用いることも可能であり、同様の波形を呈する。記録は脳波用円盤電極を用い、記録電極、不関電極を、手掌、手背や足底、足背に置くことが多いが、不関電極を爪に置く報告^{6,8)}もある。我々は Uozumi らの報告⁹⁾に準じ、第 7 頸椎上に円形コイルを置き、刺激強度は容易に導出が可能で、頸筋の収縮が起こらず不快感がない刺激装置の最大出力の 50% に設定した。この部位では神経根が刺激されると考えられており¹⁰⁾、電流の方向が重要である。電流の方向を逆にすると、導出された SSR の振幅は小さくなった。

SSR は皮膚温、覚醒度に影響される^{11,12)}。そこで測定は皮膚温が 30°C 以上になるように暖かい部屋で施行し、開眼、安静の状態で刺激した。

刺激を続けていると SSR の振幅が徐々に小さくなる傾向があり、habituation と呼ばれている。この原因としては、脳幹部、視床下部の中枢性抑制、刺激により賦活され伝導に関与する交感神経の参加する線維数や、temporal dispersion の影響、および効果器である汗腺の疲労などが考えられている^{13,14)}。他の報告に比べ磁気刺激ではこの現象が小さかったが、その理由は明らかでない。Habituation が存在するため、得られた反応より最短潜時、最大振幅を用いることが多いが、振幅の大きい 5 つの反応より平均潜時、平均振幅を求め、比較することも行われている¹⁵⁾。今回の結果から、最短潜時と平均潜時、最大振幅と平均振幅の間には強い相関が認められたため、平均潜時、平均振幅を用いて検討を行った。

SSR は自律神経障害を伴う疾患に広く応用されている。糖尿病患者では、振幅、潜時とも正常者に比べ有意に延長していた¹⁶⁾。中枢神経障害としての脊髄損傷^{6,17,18)}、多発性硬化症^{18,19)}、脊髄小脳変性症²⁰⁾、パーキンソン病^{5,21)}などで、反応の消失や振幅の低下が知られている。SSR の異常は R-R 間隔変動などの他の自律神経機能検査とも、相関を示すことが報告されている^{16,22,23)}。

脳卒中患者に SSR を用いた報告は少ない。荒巻

ら²²⁾は18例の脳卒中患者に対してSSRの検討を行った。18例中9例より波形の導出が可能であり、健常者に比べ潜時は遅延、振幅は低下していた。右顔面麻痺と右上肢遠位部筋脱力のみを呈した左放線冠部脳梗塞患者の1例報告²⁴⁾では、右上肢で50%以上の振幅低下を認めた。Korpelainenら²⁵⁾は58名の脳梗塞患者に対して詳細な報告を行っている。58名中54名(93%)からSSRが導出され、健常者に比べると潜時は延長、振幅は低下したが、発症時期で検討すると急性期(発症後1カ月以内)、慢性期(6~12カ月)とも振幅は低下していたのに対し、潜時は急性期の患者のみ延長していた。健側、患側の振幅は、大脳梗塞の患者では差は認められなかったが、脳幹部の梗塞の患者では患側が著明に低下していた。脳卒中患者では肩手症候群を合併する場合がある。原ら²⁶⁾は肩手症候群を呈している患者において、患側のSSRの振幅の増大を認め、症状軽減とともに振幅の減少を認めたと報告している。肩手症候群の機序は明確ではないが、交感神経活動の異常が推測されており、亢進している状態ではSSRの振幅が増大する可能性を示している。

今回の研究では脳卒中患者52名中46名(88.5%)よりSSRが導出された。健常人では十分な刺激を与えれば全例で誘発される¹¹⁾。糖尿病患者では10~20%が導出できないと報告している文献が多い^{16,21)}。

麻痺側、健側の潜時に差は認められなかったが、振幅は麻痺側が健側に比べ有意に低下していた。過去の健常者における正中神経手根部刺激による報告²⁷⁾から、手部記録でのSSRの潜時は1.2~1.6 sec、振幅は1.5~3 mV程度である。潜時はこの範囲に入っているが、健側の振幅はやや大きかった。SSRの反応消失は一般に異常と評価され、また最大振幅の左右差は比較的一定しているため、極端な左右差を示す場合は振幅の低い方が異常である可能性が高い¹²⁾。このことから脳卒中患者の麻痺側は異常と判断され、何らかの汗腺に対する交感神経活動の障害が考えられる。慢性期の脳卒中患者の麻痺側で皮膚温の低下が見られたという報告²⁸⁾もある。SSRの振幅の低下は反応経路の中核と考えられている脳幹網様体に対して、上位にある大脳皮質からの影響が示唆される。

健側において高齢者の振幅は若年者に比べ低下していた。一般に加齢により振幅は低下、潜時は延長する。加齢により活動汗腺数、機能の低下が考えられている¹²⁾。

発症後検査までの期間が短い(3カ月未満)患者群では、両側とも振幅は小さかった。急性期を過ぎ、発症から3カ月までの患者では、交感神経活動の障害が強い可能性がある。

病巣の大きい患者(3 cm以上)群では、小さい患者群に比べ潜時は長く振幅は小さかった。手掌部の皮膚温が健側、麻痺側で差がなかったことから、潜時の延長が皮膚温の低下によるとは考えにくい。求心路および中枢における潜時の延長はありうるが、この区間における伝導時間は極端に短くほとんど問題にならない。潜時遅延の原因の多くは、伝導の遅い節後無髄線維による¹²⁾。病巣の大きな患者において無髄線維の障害が存在する可能性は否定できないが、潜時の取り方に問題があったとも考えられる。SSRの波形は初め陰性、次に陽性成分からなる2~3相性の波が基本であるが、数種の亜型も存在する^{15,23)}。立ち上がりが不鮮明の場合や振幅の小さい場合、最初の陰性成分が出現しない場合は、潜時の正確な計測は困難であり、潜時の遅れとして認めてしまうこともありうる¹⁵⁾。

以上、本研究について考察してきたが、磁気刺激を用いたSSRの検討は簡便な測定法であり、痛みも少なくhabituationが起こりにくいことから有用性は高いと考える。今回の研究では、患者の自律神経症状とSSRの関係、磁気刺激によるSSRの再現性について検討していない。また先に述べたように、SSRは汗腺を支配する交感神経活動を評価したにすぎない。今後はこれらを含め脳卒中患者における自律神経機能障害に対する研究を更に発展させていきたい。

本研究に協力頂いた東京都リハビリテーション病院検査技師高橋修氏に感謝する。本論文の一部は、第33, 34回日本リハビリテーション医学会学術集会、第26回日本脳波・筋電図学会学術集会において発表した。

文 献

- 1) Shahani BT, Halperin JJ, Boulu P, Cohen J: Sympathetic skin response—a method of assessing unmyelinated axon dysfunction in peripheral neuropathies. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1984; **47**: 536-542
- 2) 才藤栄一, 木村彰男, 千野直一, 沢 俊二: 脳血管障害者における体位感覚誘発電位一感覚障害・運動麻痺との関係. *リハ医学* 1989; **26**: 141-148
- 3) Sato A, Schmidt RF: Somatosympathetic reflexes: Afferent fibers, central pathways, discharge characteristics. *Physiol Rev* 1973; **53**: 916-947
- 4) Elie B, Guiheneuc P: Sympathetic skin response:

- normal results in different experimental conditions. *Electroencepha Clin Neurophysiol* 1990; **76**: 258-267
- 5) 真野行生, 中室卓也, 高柳哲也: Sympathetic skin response と自律神経系一発汗との関連について一. 臨床脳波 1988; **30**: 71-75
 - 6) 横田隆徳, 松永高志, 沖中亮一, 小田島奈津, 田邊 等, 古川哲雄, 塚越 廣: 胸髄完全横断症例における Sympathetic Skin Response (SSR). 自律神経 1989; **26**: 153-158
 - 7) Uncini A, Pullman SL, Lovelace RE, Gambi D: The sympathetic skin response: normal values, elucidation of afferent components and application limits. *J Neurol Sci* 1988; **87**: 299-306
 - 8) 田中浩稔, 三島徳雄, 三森康世, 木村 淳: 交感神経皮膚反射 (SSR) の Habituation の検討. 自律神経 1992; **29**: 294-300
 - 9) Uozumi T, Nakano S, Matsunaga K, Tsuji S, Murai Y: Sudomotor potential evoked by magnetic stimulation of the neck. *Neurology* 1993; **43**: 1397-1400
 - 10) Meyer B-U, Benecke R, Dressler D, Haug B, Conrad B: Fractionated determination of central motor conduction times by non-invasive stimulation of cortex, spinal tracts and nerve roots. *EEG EMG* 1988; **19**: 234-240
 - 11) 三森康世, 田中浩稔: Sympathetic skin response (SSR). 日本臨床 1992; **50**: 753-758
 - 12) 横田隆徳, 古川哲雄: Sympathetic skin response (SSR). 神経内科 1992; **36**: 11-19
 - 13) 吉良保彦, 荒巻駿三, 小倉 卓, 平澤泰介: Sympathetic skin response (SSR) と慣れ. 臨床検査 1994; **38**: 1211-1214
 - 14) 小倉 卓, 平澤泰介: 交感神経皮膚反応の慣れ現象. 臨床脳波 1995; **37**: 355-359
 - 15) 綿引康公: Sympathetic skin response (SSR) の臨床応用に関する研究 第1報 ヒト SSR の基礎的性質. 臨床神経学 1987; **27**: 442-448
 - 16) 綿引康公: Sympathetic skin response (SSR) の臨床応用に関する研究 第2報 糖尿病性末梢神経障害における交感神経無髄線維機能の定量的評価法の試み. 自律神経 1987; **24**: 557-565
 - 17) 小倉 卓, 片山義敬, 荒巻駿三, 岩破康博, 平澤泰介: 脊髄損傷における sympathetic skin response (SSR) の検討. 中部整災誌 1991; **34**: 185-187
 - 18) Yokota T, Matunaga T, Okinaka R, Hirose K, Tanabe H, Furukawa T, Tsukagoshi H: Sympathetic skin response in patients with multiple sclerosis compared with patients with spinal cord transection and normal controls. *Brain* 1991; **114**: 1381-1394
 - 19) Karaszewski JW, Reder AT, Maselli R, Brown M, Arnason BGW: Sympathetic skin response are decreased and lymphocyte beta-adrenergic receptors are increased in progressive multiple sclerosis. *Ann Neurol* 1990; **27**: 366-372
 - 20) 横田隆徳, 塚越 廣, 田邊 等: 小脳変性症における sympathetic skin response (SSR) と体温. 自律神経 1993; **30**: 67-71
 - 21) 古島健次, 片山雅史, 古閑公治, 寺本靖之, 中西亮二, 山永裕明: パーキンソン病および糖尿病患者の交感神経皮膚反射 (SSR). 臨床脳波 1996; **38**: 467-471
 - 22) 荒巻駿三, 吉良保彦, 喜多章介, 岩波寿子, 千保一幸, 久保俊一, 平沢泰介, 石神重信: 自律神経機能評価法としての sympathetic skin response (SSR) と R-R 間隔変動の検討. 京都医学会雑誌 1993; **40**: 99-103
 - 23) 吉良保彦, 荒巻駿三, 片山義政, 小倉 卓, 平澤泰介: SSR (sympathetic skin response) と R-R 間隔変動の相関性. 臨床検査 1993; **37**: 1385-1389
 - 24) 佐々木石雄, 湯中淳一, 出口一志, 山田淳夫, 竹内博明: 右顔面筋麻痺と右上肢遠位部筋脱力のみを呈した脳梗塞患者における sympathetic skin response (SSR). 神経内科 1994; **41**: 132-134
 - 25) Korpelainen JT, Tolonen U, Sotaniemi KA, Myllyla VV: Suppressed sympathetic skin response in brain infarction. *Stroke* 1993; **24**: 1389-1392
 - 26) 原 行弘, 野田幸男, 千野直一: 肩手症候群を呈する脳卒中患者における Sympathetic Skin Response の検討. 総合リハ 1991; **19**: 431-434
 - 27) 田中浩稔, 三森康世: Sympathetic skin response (SSR) と自律神経機能障害. 神経内科 1993; **39**: 143-149
 - 28) 木原幹洋, 佐橋 功, 高橋 昭, 菅屋潤彦, 小川徳雄, 中尾直樹: 脳血管障害に伴う片麻痺患者の足背皮膚温変化. 自律神経 1984; **21**: 399-404