研究論文

Silent Periodによる老年者の姿勢調節機構の評価

岩月 宏泰¹⁾ 室賀 辰夫²⁾ 木山 喬博¹⁾
辻井洋一郎¹⁾ 猪田 邦雄¹⁾

Evaluation of Control System in Standing Posture in the Aged by changes of Silent Period.

Hiroyasu IWATSUKI, RPT¹⁾, Tatsuo MUROGA, MD²⁾, Takahiro KIYAMA, RPT¹⁾, Youichiro TSUJII, RPT¹⁾, and Kunio IDA, MD¹⁾.

1)Department of Physical Therapy. 2)Occupational Therapy, College of Medical Technology, Nagoya University: 1-1-20 Daikouminami Higashiku Nagoya (461) Japan.

TEL 052-723-1111.

J. Exerc. Physiol. 3(4):215-219, 1988. ISSN 0912-7100. Received May 29, 1988.

ABSTRACT

The disorder level in standing posture of the aged was evaluated by the disappearance period of electric discharge in musculus gastrocnemius (Silent Period). Subjects were nine aged people and ten healthy young people. They were ordered to stand in the upright position on both flat floor and forwardly sloped plate by 20 degrees with a vibrators fastened on both tendon achilles. Vibration at the frequency of 70 Herz was applied for one minutes, and tibial nerve was stimulated with the supra-maximal electrical stimulation at 0.2 Herz of frequency.

- 1) Under the resting condition, silent period of the aged was 24.0ms on flat floor and 10.8ms on sloped plate longer than those of young people.
- 2) Both aged and young people showed longer silent period during receiving vibration than under the resting condition.

Prolongation of silent period which implies lowered excitability of α motoneurons at the cornua anterior of spinal cord at the upright position suggested that the upper central nervous systems might control greatly outside stimulation on proprioceptors.

Key Words: silent period, control system in standing posture, vibratory reflex
要旨

傾斜板及び平坦な床上に両側アキレス腱に70Hzの振動刺激を与えながら直立位を保持させ、脛骨神経を最大閾値で刺激し腓腹筋から誘発されるSilent Periodの消長から老年群(9名)の姿勢保持障害を若年群(10名)と比較検討した。

- ①老年者の安静時SPは若年群に比べて床立位で24.0ms、傾斜立位では10.8msと延長した。
- ②床、傾斜立位に限らず老、若年群とも振動負荷中は安静値よりも延長する傾向が認められた。

直立位に於て脊髄前角細胞の興奮性を表すSPが振動負荷時に延長した事は、末梢の固有感覚系の外乱に対して上位中枢での制御系の関与が大きいことが推測された。

キーワード: Silent Period, 立位調節機構, 振動刺激

1)名古屋大学医療技術短期大学部 理学療法学科: 名古屋市東区大幸南1-1-20 (〒461)

TEL 052-723-1111. 2)同上 作業療法学科

運動生理 3(4):215-219, 1988.

受付日 1988年5月29日

I 緒 言

老年者の姿勢反応障害は臨床でよく見られる現象であり、また加齢に伴い直立位に於ける重心動揺距離が延長することが報告されている¹⁾。しかし重心動揺測定の結果からは立位を保持させる機構の全ての系を含むために機能異常を起こしている部位を同定する事は困難である。

今回、脊髄前角細胞の興奮性を表すとされている Silent Periodの消長を指標として、老齡者の直立姿勢制御機構に関与する抗重力筋の作用機序を明らかにする事を目的として行った。

II 対象と方法

対象は 58歳から 88歳までの健常老人 9名（平均年齢 66.9 ± 10.2 歳、男性6名、女性3名）であった。被験者は下肢や脊柱に著しい変形を認めない者とした。対照群として健常青年10名（平均年齢 20.6 ± 1.9 歳、男性3名、女性

7名）を用いた。

方法は被験者の両側アキレス腱上部に振動子（平和電子社製TMT-18）を弾力包帯で固定し、更に両側膝関節に膝装具を装着させ伸展位に固定した後、両足を接した直立位を平坦な床（床立位）と 20° の傾斜板上（傾斜立位）に保持させた（図1）。

測定は、被験者に5m以上遠方に固定した視標を注視させた上で行った。振動刺激は両側同時に70Hzの同一周波数にて1分間加え、振動負荷中と終了後に0.2Hzの頻度で右膝窩部の脛骨神経に最大閾値の電気刺激(ES)を与えて腓腹筋(GS)から誘発された筋活動を双極誘導法により表面筋電図（日本光電社製 MEM 3202）として記録した。

表1 安静時に於ける若年群と老年群との実測値の比較

	n	FLAT(ms)	TILT(ms)	DIFFERENCE(ms)
YOUNG	10	163.9 ± 16.9	151.8 ± 18.2	18.8 ± 9.4
OLD	9	$187.9 \pm 29.3^*$	$162.6 \pm 26.4^*$	27.3 ± 16.8

: n.s.

III 結 果

① 安静時のSP実測値；

記録された筋放電は刺激アーチファクトから約3, 4msの潜時を経てM波を認め、その後F波に続いて一過性の筋放電消失期（Silent Period: SP）が出現した後再び持続性筋活動を認めた。SPは電気刺激から再び持続性筋放電が出現するまでを計測した。

各条件での安静時SPの実測値は、床立位時で若年群は 163.9 ± 16.9 msで老年群は 187.1 ± 29.3 msであり、傾斜立位は若年群 151.8 ± 18.2 msで老年群は 162.6 ± 26.4 msであった（表1）。両群とも傾斜立位時にSPは短縮しており、老年群は各条件下で若年群よりも延

図1 測定方法

図2 床立位と傾斜立位時の振動負荷中と終了後のSP平均値

長傾向を示し標準偏差も大きかった。

床立位と傾斜立位の差を取ると若年群では 18.8 ± 9.4 ms に対して老年群は 27.3 ± 16.8 ms であり、老年群は約10msの延長を認めた。

②振動負荷時と終了後のSPの経時的变化(図2)；

(床立位) 老、若年群の両群とも振動負荷中のSPは安静時よりも延長したが一定の傾向を認めなかった。老年群は振動負荷終了後5秒経過した時点で安静値に戻ったが、若年群は安静値に戻るまでに25秒間要した。

(傾斜立位) 両群とも振動負荷の有無に関わらず、安静値と有意な差を認めなかった。

③各被験者に於ける振動負荷中、後のSP変化率；

各被験者の安静時のSP平均値を100として、計測した実測値の変化率を求めると床立位で振動刺激を負荷している間は両群とも延長する傾向を示したが、負荷後は安静値に集束していく傾向が認められた(図3)。

また傾斜立位における振動中SPは両群とも安静値と差を認めなかったが、負荷後に於ける若年群のSPは安静時よりも短縮する傾向が認められたが、老年群は安静時と変わらなかった(図4)。

IV 考察

SPは持続的な筋収縮中にその筋を支配する神経へ直接又は経皮的に電気刺激を負荷すると出現する。また除脳ネコでも認められる事から脊髄レベルの神経制御機構の関与が推測される。

SPの出現要因には張力増加に伴うGolgi腱器官からの抑制性インパルス、該当筋と同レベルのRenshaw細胞による反回性抑制やGIA求心性線維の不応期等の要因が指摘されてきた³⁾。SPが短縮する事はこの要因が减弱している為に、 α 運動ニューロンの興奮性が高まっていることを間接的に表している。

今回の実験では安静時SPは測定条件に関わらず老年群が若年群より延長した。また各条件に於ける両群間の差は床立位24.0msで傾斜立位10.8msであった事から、老年者では平坦な床での直立位には下腿三頭筋の活動性が低い事を示唆している。この事は老年者の骨、関節の変性や筋萎縮によるalignmentの乱れの為か上位中枢が関与する直立姿勢制御系に乱れが生じた結果と考えられる。

一方振動負荷中のSPは両群とも安静値より延長傾向にあった。傾斜立位は平坦な直立位

図3 床立位時の振動負荷中と終了後のS Pの変化率（上段：若年群 下段：老年群）

図4 傾斜立位時の振動負荷中と終了後のS Pの変化率（上段：若年群 下段：老年群）

に比べて重心がより前方移動し、かつ膝が装具で伸展位に保持されている為下腿三頭筋の活動が増加する。その上振動刺激を負荷すれば緊張性振動反射(TVR)の影響で、SPは安静時より短縮すると思われたが両群とも延長傾向を示した。この事実に対して今回の実験は安定系における振動負荷ではなくて、立位時という不安定系で施行したことを考慮する必要がある。

一般に安定系で振動負荷をするとTVRの影響で当該筋に不随性の筋収縮が出現する。この反射の発現機序は振動刺激により求心性線維の発火が多シナプス性に脊髓内で伝播し α 運動ニューロンを興奮させると考えられている²⁾。しかし、直立位という不安定系での振動刺激の影響は、振動刺激で持続性に強制発火させられた下腿三頭筋の求心性発火が増加していくために、下腿三頭筋が伸長させられているという感覚情報が姿勢調節機構に錯覚を生じさせ、これを補正させるために後方にモーメントが働くと考えられている⁴⁾。またGodaux & Desmedt⁶⁾らは筋に低頻度の振動刺激を与えると大型ニューロンの閾値が高いためにH波が抑制される事を確認している。以

上の事から、不安定系である立位では前脛骨筋からの相反性抑制が働いたためにSPが延長したものと考えられる。

引用文献

- 1) 丸田和夫・他：重心動揺測定による脳卒中後片麻痺患者の平衡機能障害に関する検討 理・作・療法 18:3:195-200, 1984.
- 2) 本間三郎：緊張性振動反射。藤森閑一編：固縮と痙縮—その基礎と臨床，医学書院，203-217, 1975.
- 3) 室賀辰夫・茂木禧晶・他：Silent Period からみた傾斜板立位時の正常人下腿筋放電様式。臨床神経 25:288-293, 1985.
- 4) 小野田嶺雄・日比野隆一・他：重心動揺に及ぼす振動刺激の影響。臨床脳波 21:513, 1979.
- 5) 伊藤文雄：筋感覚の科学，名古屋大学出版会。350-356, 1985.
- 6) Desmedt, J.E. & Godaux, E., In Progress in clinical neurophysiology, ed. Desmedt, J.E. 8(1980)215-242. Basel: Karger.