足 踏 の 平 衡 生 理

福島 英行・檜 学

Role of the Proprioceptors in the Performance of Stepping and the Theory of the Tonic Neck and/or Tonic Lumbar Reflexes

Hideyuki Fukushima and Manabi Hinoki

(Kyoto University)

The aim of the present investigation is to obtain a better understanding on how the cervical and/or lumbar proprioceptors participate in a smooth performance of stepping. The investigation includes two series of examinations. Examination I: Ten normal subjects aged 18 to 39 were examined. To record movements of the head induced by stepping (Fukuda's method), we devised a new piece of equipment termed a drift meter. Using this equipment, movements of the head from side to side and/or back and forth can be recorded in terms of the angle of deviation of the head from the upright position of the head while standing on both feet.

Deviation of the head from side to side and/or back and forth is averaged using a computer. The averaged registograms of deviation of the head thus obtained are analyzed in relation to the movements of the feet. The results obtained were as follows.

- (1) There was a certain correlation between the movements of the head and those of the feet during stepping and, moreover, this correlation can be reasonably explained on the basis of the theory of the tonic neck reflex.
- (2) A rebound phenomenon was elicited in the movements of the head during stepping. This phenomenon is conducive to the reinforcement of the tonic neck reflex, through which a smooth performance of stepping can be realized.
- (3) The results described in (1) and (2) were observed when the head deviated from side to side and/or back and forth.

Examination II: Ten normal subjects aged 26 to 39 were examined. The deviation of the head during stepping was measured after fixing the waist with a corset and the results thus obtained were compared with those of the deviation of the head without this corset. In addition, patterns of averaged registograms of movement of the head were compared under the following two conditions, i.e., stepping with a corset and that without this corset.

The recordings and the method of analysis of movements of the head and feet used herein were the same as those described in examination I.

The following results were obtained.

- (1) The deviation of the head tended to increase when the subject's waist was fixed with a corset. This tendency was seen when the head deviated from side to side

and/or back and forth. The above-mentioned phenomenon is considered to be a compensatory action of the cervical proprioceptors in response to the limitation of the activity of the lumbar proprioceptors.

- (2) A similarity in patterns was found between the averaged registrograms of movements of the head in the above two conditions of stepping.

From the results of examinations I and II, we conclude the following:

- (1) The cervical proprioceptors play a major role in the control of the muscle tone of the lower limbs during stepping and such control is realized through the tonic neck reflex.
- (2) The lumbar proprioceptors are also responsible for smooth performance of stepping and the role of the lumbar proprioceptors in stepping is realized in close collaboration with the cervical proprioceptors.

第1篇：足踏における頭部と下肢の運動の協応； 緊張性頸反射からみた考察

I はじめに

歩行がヒトや動物の基本動作の1つであり、それらの持つ動的平衡機能を表示する重要な現象であることはよく知られ、それについての研究は少なくない。ヒトの歩行はヒトが高位に重心を持ち、かつその動作は片足立ちが連続して行なわれるという内容を有する故に、物理的には不安定な姿勢の連続である。したがって歩行を円滑に行なうためには極めて複雑な神経機序が要請される。かくして、ヒトの歩行は単純な下肢筋群の反覆運動として把握されるべきではなく、それと頭部、軀幹、上肢筋群の運動との協応のもとに考察すべきである。これに関連して2, 3例示してみよう。成人の場合、足踏又は歩行が行なわれる際には、上肢の挙上と下肢のそれは交叉性に行なわれる。従って、両者の挙上を同相で行なうよう強いる場合は歩行に際して上肢、下肢深部受容器間に形成されている協応関係を抑制することになり、それが契機となり既存の平衡失調の増大や潜在性平衡失調の顕在化がおこる可能性がある。私達が行なっためまい例の検査ではそれが確認された。そして、小脳機能異常を有する例で上記の型の足踏を命ずると、平衡失調の増大や平衡失調の誘発の頻度が有意に高い (Fukushima et al, 1979)²⁾。

この事実を参照すると、正常成人の歩行や足踏における上肢、下肢深部受容器間の協応の形成に小脳は重要な関連を有する事が窺われる。

もう1つ例示してみよう。足踏や歩行の際には下肢の運動に対応して頭部の運動が誘発されている。この問題についての最近の研究としては松原らの報告がある (Matsubara et al, 1979)⁶⁾。彼らの報告によると、足踏に際しては下肢運動とともに頭部運動が誘発されており、前者に対して後者は緊張性頸反射、緊張性迷路反射を介して影響を与えるという。また時実ら (Tokizane et al, 1951)⁹⁾は、歩行に際して腰部深部受容器は重要な役割を果たすことを指摘している。このような報告を参照すると、足踏の平衡生理を解明する1つの方法として足踏の際の頭部と下肢の協応を探ることや、腰部深部受容器活動性を変化させるよう操作した場合、この協応がどのように変貌するかを探ることは採用されてよいものと考ええる。

今回の論文では、そのような意図のもとに行なわれている研究の成果の一端を示してある。第1篇では足踏の際にみられる頭部と下肢の協応が緊張性頸反射の立場で説明可能かどうかを探ってみた

い。

II 成

績

(1) 検査の対象

健康成人10名を検査の対象とした。男8名，女2名であり，その年齢分布は18才から39才，平均29.6才であった。被検者はめまいの既往なく，平衡機能検査で異常をみとめていない。

(2) 検査方法

1) 足踏検査

被検者に，福田の足踏検査を行った（福田1957a）¹⁾。足踏の歩数は50歩とした。足踏偏倚の観察は福田の報告にしたがった。

2) 頭部運動の記録法

足踏中の頭部運動を記録するため次の方法を行なった。すなわち，新興通信工業社製単軸小型加速度変換器 BA-5L を前後方向と左右方向に使用し，それをヘルメット前額部に装着した。このヘルメットを頭部に装着して足踏検査を行なうが，足踏により生じる正頭位よりの左右前後への頭部の偏位は次のように記録される。すなわち，正頭位両足立ちの姿勢をとった際の頭位を原点とみなし，この原点よりの頭部の偏位を上記の装置で計測した。この際加速度計にはカットオフ周波数 20Hz のフィルターを使用し，高周波成分を除いてある。そのため記録された運動成分の大部分は鉛直方向に対する頭部の左右前後への傾斜を示している。但し，この方法によって速度変化時の加速成分を完全に除くことは不可能である。

3) 下肢運動の記録法

この検査では全経過にわたって下肢運動を記録してはいない。下肢が地面に接する瞬間，すなわち立脚相の開始時と脚が掌上され，地面より離れる瞬間，すなわち遊脚相の開始時点が記録されている。このためには次の操作を行なっている。すなわち，両側足底前部にうすいアルミ箔を貼布し，一侧の下肢が接地し床においた金属板に接触する際，通電が起こるように工夫し，その脚が掌上され金属板との接触が断たれ

る際に電流が切れるように工夫した。そのそれぞれの瞬間を電気的信号として記録した。以下その記録を下肢信号と呼ぶ。（図1参照）

図1

頭部偏位並びに下肢信号はペンレコーダー並びにデータレコーダーに同時記録され，コンピュータを用いて次の様に処理された。すなわち，片側下肢が接床した瞬間より同一下肢が再び接床する瞬間までを一区間とし，50歩の足踏期間中のそれぞれの区間の頭部偏位を加算平均した。以上の様に加算平均された前後左右への頭部偏位と上記の下肢運動との相関が検討された。

(3) 得られた成績

1) 代表例 20才 女性

図2に，この例の足踏時の頭部偏位と下肢信

図2 足踏時の頭部偏位と下肢信号記録

号を示している。最上段に左右方向の頭部偏位、次の段に前後方向の頭部偏位が示されている。また、3段目、4段目に右及び左の下肢が接床する瞬間と床より離れる瞬間が信号として記録されている。A点並びにC点に示される上向きの信号が右及び左の下肢がそれぞれ接床した瞬間を示しており、B点及びD点で示される下向きの信号は左及び右の下肢がそれぞれ床より離れる瞬間を示している。この頭部偏位を上記の方法により加算平均して得た偏位曲線と下

図3 足踏時の頭部偏位の加算平均図

肢運動の関係を示したのが図3である。この図の最上段には左右方向への頭部偏位曲線が示されているが、基線(0ライン)より上方へのカーブは、正頭位より右への頭部偏位を示し、下方へのそれは左への頭部偏位を示している。また図の2段目には前後方向への頭部偏位曲線を示してある。この曲線の基線より上方へのカーブは正頭位より前方への頭部偏位を示し、下方へのそれは後方への頭部偏位を示している。最下段には両側下肢が接床する瞬間と床より離れる瞬間と下肢信号として示してある。

上記の頭部偏位を下肢の運動の相関を説明するため次の模式図を作製した。先ず左右方向の頭部偏位と下肢運動の関係を図4に従って申しのべたい。図4のA点においては右足が接床し、両足立ちが成立している。この時点では頭部は左から右への傾斜を開始している。B点においては、左足が挙上され右足立ちが開始される。頭部の右への傾きはさらに増大する。B点とC点の間では、次の2つの姿勢がある。すなわち、挙上された左足は極位に達し頭部は正頭位に立ち直る。この姿勢は次の姿勢に変化する。すなわち、挙上されている左足が下方に伸展を開始し両足立ちの姿勢に向かう。この際、頭部は再び一過性に右に傾き、次いで急激にその方向を変化し左への傾斜を示しC点の姿勢とな

足踏時の頭部運動と下肢運動の協応(左右方向)

図4

る。以下この頭部偏位の変化を **rebound** となづけることとする。C点では左足が接床し、両足立ちが再び成立している。この際、頭部は依然として左へ傾斜を持続する。この左への頭部の傾斜はD点において右足が挙上され、左足立ちが成立するまで持続する。左足立ちの間の頭部の偏位は右足立ちの間のそれと対照的である。

次に上述の足踏における前後方向への頭部偏位と下肢運動の関係を分析してみたい。図5にその模式図が示されている。この図のB点においては右足が接床し、左足が挙上されている。この際、頭部は前傾している。B点とC点の間では次の2つの姿勢がある。すなわち、挙上された左足は極位に達し、頭部は後方に向かって立ち直る。この姿勢は次の姿勢に変化する。すなわち、挙上されている左足は下方に伸展を開始し両足立ちの姿勢に向かう。この際、頭部は再び一過性に前傾し、次いで急激にその方向を変

化し後方への傾斜を示し、C点の姿勢となる。すなわち、頭部偏位に **rebound** が認められる。C点においては両足立ちが成立しているが、頭部の後方への傾斜が依然としてつづいている。D点においては右足が挙上され左足立ちが成立し頭部は前傾している。左足立ちの間の頭部の偏位の変化と下肢運動の相関は右足立ちの間のそれと相似している。なお、この例での足踏検査を福田の方法で計測すると前方、右方向への偏倚を示し、その移行角度は 10° 、回転角度は 20° であった。また、足踏中に失調なく、その成績は正常域にあるとみなされた。

2) 10例での観察

それぞれの例での足踏検査成績は肉眼的観察ではいずれも正常値を示した。また、それぞれで得た頭部偏位の型並びにそれと下肢運動の相関は上述の図2、図3で示した成績と相似した。

足踏時の頭部運動と下肢運動の協応(前後方向)

図 5

III 考 案

上述したように、歩行に際しては下肢の反覆運動のみならず、それに対応して頭部の軀幹に対する位置変化、軀幹の骨盤に対する位置変化が規則正しくおこっている。

さて、中枢神経系の障害など、ある特定の条件下ではヒトでも前者の位置変化は緊張性頸反射をひきおこし、後者の位置変化は緊張性腰反

射をひきおこす。そして、それらの反射を介して四肢筋には規則性のある緊張の増減がおこる (Magnus 1924⁵⁾, 島本, 中島 1967⁶⁾)。また、時実らによると、緊張性頸反射、緊張性腰反射は、四肢筋より針電極を用いて記録した筋電図を **interval diagram** 法を用いて分析すると、正常人の場合でも検出されるという (Tokiza-

ne et al 1951⁹⁾). それでは、今回私達が得た足踏中の頭部と下肢の運動の相関は緊張性頸反射でどの程度にまで説明可能であろうか? 以下先ずそれについて申しのべてみたい。

1) 左右方向への頭部傾斜と下肢運動の相関: 図4のB点においては被検者は右足立ちであり、全体重を右下肢で支えることになる。そのためには、右下肢伸筋はその緊張を増大する必要がある。この際、頭部を右に傾斜していると都合が良い。というのは、頭部の右傾斜は緊張性頸反射を介して右下肢伸筋の活動性を増強するよう作用するからである。また、この際には左下肢は挙上されている。したがって、この側の下肢筋中屈筋緊張が増大し、伸筋緊張が減弱していることが望ましい。右への頭部傾斜は緊張性頸反射を介してそのように作用する。頭部運動に関して次に注目されるのは、B点とC点の間にみられる頭位の変化と下肢運動の相関である。B点をすぎ、挙上されている下肢が極位に達する時点では頭部は正頭位に立ち直っている。この頭位から頭部は短時間右傾し、次いで急激にその方向をかえて左側に傾斜し、C点の姿勢となる。この頭部運動 (rebound) が足踏中に起こることについての詳細な報告は私達の調査した範囲では見当らなかった。その仕組みの詳細な説明は今後の研究をまつ他ないが、一応次のようにその意味を説明できる。すなわち、この頭部運動はC点の姿勢を発現する過程を強化するためのものと理解するのである。ここで頭部を短時間右に傾け次いで左に急激に運動させる (rebound) のは、はずみをつけて左への頭部の傾斜を強化し、頸反射を増強して左下肢の下方への伸展と接床に際して要請されるこの脚の伸筋活動性を増大するためのものと考えれば、この現象の合目的性が理解できる。

2) 前後方向への頭部の傾斜と下肢運動の相関: 図5のB点における頭部と下肢運動について考えてみよう。この時点では頭部は前傾している。時実ら (1951)⁹⁾ の報告を参照するとこの頭位はヒトにおいては下肢伸筋活動性を減弱

する。したがって、B点における左下肢挙上には好都合であるが、右下肢による片足立ちには不利である。しかし、この際頭部は右に傾斜しているので、これによる頸反射により右下肢伸筋活動性が保証され、右下肢による起立には大きな支障がおこらない。前後方向にも足踏中頭部運動の rebound がみられる。すなわち、後方に向かって立ち直った頭位は短時間前傾し、次いで急激に方向をかえて後方に向かって傾斜し、C点の姿勢が形成される。この現象の平衡生理的意義は、はずみをつけて後方への頭部の傾斜を強化し、それによる頸反射を増強し下方への左下肢の伸展と接床に際して要請されるこの下肢伸筋活動性を増大するためのものと解釈できる。

緊張性頸反射はヒトの場合、中枢神経系に障害のある症例を対象とした場合明瞭にみとめられる (Magnus 1924)⁵⁾。また、時実ら (1951)⁹⁾ によると、正常人の場合、頸反射は筋電図を作製し、それを interval diagram 法で分析してはじめて検出可能であるという。すなわち、正常人の場合には、この反射は病的症例の場合のように明瞭ではない。しかし、すでに福田 (1957b)¹⁾ が報告しているように、各種のスポーツの姿勢にはこの反射が明瞭に認められている。このことは、時実らが静的姿勢においてこの反射を検出し、福田が動的姿勢においてそれを観察していることの相違によるものと思われる。いうまでもなく後者の姿勢においてはより強力にこの反射の出現が要請される。足踏の場合は動的平衡機能がより強く要請されるので、頸反射もより明瞭に出現し、今回の成績が得られたものと考えられる。因みに、時実ら (1951)⁹⁾ の報告によると、ヒトでも、動物 (イヌ、ネコなど) でも、軀幹に対して左右方向へ頭部傾斜が起こる場合には、緊張性頸反射を介して起こる下肢伸筋緊張の変化は、Magnus (1924)⁵⁾ の報告と一致する。しかし、前後方向への頭部傾斜に際して起こる下肢伸筋活動性の変化は Magnus のいう頸反射がそのままヒトにあ

てはまらない。すなわちヒトの場合はイス、ネコの場合と異り、前傾頭位では下肢伸筋（イス、ネコでは後肢伸筋）の緊張は減弱し、後傾頭位ではその増大をみる。なお、ウサギの成績はヒトのそれに相似する。さて、ここでつけ加えるべきは次の事項であろう。すなわち、足踏中の下肢の運動と頭部運動の相関に関与する平衡反射は緊張性頸反射ばかりでなく、緊張性腰反射、緊張性迷路反射が考えられることである。このうち緊張性腰反射に関連した事項は第2篇でふれてみたい。

Magnus (1924)⁵⁾ はネコを用い、その頭位が空間で変化する場合、頭位と四肢伸筋、屈筋の緊張に規則性のある関係があることをみとめ、その変化に関与するのは耳石系であり、その反射を緊張性迷路反射とよんでいる。この際、ネコの頭位が *supine position* ($+45^\circ$) をとったとき *maximal extensor tone* がえられ、その頭位が *prone position* (-135°) をとるとき *minimal extensor tone* がえられるという。また、この際の四肢の屈筋と伸筋の緊張の変化は対照的である。さらに、この緊張性迷路反射は除脳動物、乳児、中枢神経障害例で明瞭にみられるという。時実ら (1951)⁹⁾ は正常人を対象とし、空間における各頭位で四肢筋（屈筋、伸筋）緊張がどのように変化するかを究明している。この際、頸反射、腰反射がおこりえないような実験条件を設定していることはいうまでもない。彼らの得た成績を要約すると次のようになる。すなわち、正常成人でも頭位を空間で変化すると四肢筋緊張に規則性のある変化をみる。そして、この変化は前庭迷路機能を失って

いる聾者ではみられない。従って、ここでみられる筋緊張の変化は緊張性迷路反射によると考えてよい。但し、時実らがえた成績は Magnus が報告したそれとは相異なる。すなわち、時実らの成績では、正頭位 ($+180^\circ$) では四肢伸筋緊張は *minimum* である。これと対照的頭位、すなわち、頭部下位の姿勢 (0°) では四肢伸筋緊張は *maximum* となる。なお、屈筋緊張の変化は伸筋緊張のそれと対照的である。正常成人でも緊張性迷路反射が出現すると、足踏中にみる頭部と下肢の運動の相関はこの反射の面からも考察する必要がある。しかし、ヒトでの足踏は正頭位を中心として行なわれ、下肢伸筋は *minimum extensor tone* の状態におかれている。従って、足踏中の片足立ちでの下肢伸筋の活動性亢進を緊張性迷路反射で説明するのは困難である。もちろん挙上される下肢屈筋の緊張亢進と伸筋緊張減弱を緊張性迷路反射で説明することはなされてよい。しかし、支持脚と挙上脚の伸筋活動性の変化をより一元的に説明しようとする場合は、緊張性頸反射、緊張性腰反射でそれを行なうことが合理的と思う。

何れにせよ、今回の研究を通じて動的平衡機能が要請される足踏においては正常成人の場合でも明瞭に緊張性頸反射が出現していることは注目してよい。また、足踏中、頭部運動に *rebound* がみられ、それを通じて緊張性頸反射が強化され、次に採られる姿勢に好都合な状況が準備されていることは興味深い。これに言及した報告はこれまでのところみあたらないのでこの点をこの論文で強調した。

IV む す び

足踏中の頭部運動と下肢運動の相関を知る目的で次の検索が行なわれた。すなわち、①頭部運動を新しく考案した偏位計で記録し、得られた成績をコンピューターで処理した。②両下肢それぞれについて、それらが接床する瞬間と離床する瞬間を電気的信号として記録した。③④、⑤を対比して足踏中の頭部と下肢の運動の相関を観察した。得られた成績は次の通りである。

(1) 軀幹に対する頭部の左右及び前後方向への傾斜と下肢運動（上述）の間には一定の相関があり、

緊張性頸反射説でその対応関係を説明することが可能である。

(2)足踏中、頭部運動に rebound がみられた。その平衡生理的意義は、その運動を行なうことにより緊張性頸反射の出現を強化し、次に採られる姿勢に好都合な状況を準備する点にあると考えられる。

第2篇：足踏における頭部と下肢の運動の協応； 腰部深部受容器との関連において

I はじめに

中枢神経系に障害を有する症例のある一群では、軀幹の骨盤に対する位置を変化させると、四肢筋の緊張に規則性のある変化が出現することが報告されている(島本, 中島 1947)⁹⁾。このような現象はその後、村尾により指摘され、本間は除脳犬でそれを明らかにしている(村尾 1950⁷⁾, 本間 1950⁴⁾)。

時実らは骨盤に対する軀幹の位置を各種に変化させ、四肢筋より針電極で筋放電を記録し、それを interval diagram 法で分析する実験を行なっている(Tokizane et al 1951)⁹⁾。その結果、上記の位置関係の変化は正常成人においても病的症例でみられたような筋緊張の変化をひきおこすことを明らかにした。この筋緊張の変化は腰部深部受容器の関与する反射によると考えられており、緊張性腰反射, tonic lumbar reflex の名でよばれている。時実らの得た正常成人での成績よりすると、緊張性腰反射による下肢伸筋緊張の変化は次のようである。すなわち、軀幹が骨盤に対して前傾する場合(ventroflexion)には下肢伸筋緊張は減弱する。これに対し、軀幹が骨盤に対し後傾する場合(dorsiflexion)にはこの筋の緊張は増大する。また、軀幹が骨盤に対し右及び左に傾斜する場合は傾斜した側の下肢伸筋は緊張を増大し、その反対側のそれは減弱する。時実が下肢伸筋筋電図で得た成績よりすると、緊張性頸反射と緊張性腰反射は下肢筋緊張に対して相似する影響を与えることが判る。かくして、足踏における頭部の軀幹に対する、また軀幹の骨盤に対する位置変化はそれぞれ緊張性頸反射、緊張性腰反射を介して下肢伸筋に影響し、足踏の円滑な遂行に関係しているものと考えられる。さて、時実らは近藤の報告を引用し、ヒトの足踏における下肢筋活動には緊張性腰反射が重要な役割を果たすことを強調している。この考えが妥当であること明らかにする1つの方法は、足踏中の軀幹の骨盤に対する偏位を測定し、それと下肢運動がどのように対応するかを知ることであろう。また、次の方法も行なわれてよい。すなわち、今回の私達の成績(第1篇成績参照)及び近藤の成績より考えると、足踏中下肢筋群は緊張性頸反射と緊張性腰反射によりそれぞれ協調性のある影響をうけるものと考えられる。したがって、腰部に一定の操作を加え、腰部の骨盤に対する位置変化を制限(この操作は緊張性腰反射の出現を抑制することになる)し、この際、頭部の軀幹に対する位置変化がどのように変貌(これは緊張性頸反射の変化をまねくと考えられる)するか、またそれと下肢運動がどのように相関するかを知る方法は採用されてよい。

このような意図のもとに以下にのべる一連の実験が行なわれ、足踏における腰部深部受容器の役割が推定された。

II 成 績

(1)検査の対象

健康成人男10名を検査の対象とした。その年齢分布は26才から39才、平均33.7才であった。被検者はめまいの既往なく、平衡機能検査で異常を認めていない。

(2)検査方法

被検者の腰部に図6の如く、corset を装着し福田の足踏検査(50歩)を課し、その際得られた成績をcorset を装着しない場合の成績と比較した。比較項目は①足踏偏倚あるいは足踏失調の出現の有無についての肉眼的観察、②頭部偏位の増減並びに pattern の変化の有無の観察、以上2項目である。

(3)得られた成績

1)肉眼的観察で得られた成績

10例中9例は、corset 装着を行なった後も足踏に有意の変化なく、病的偏倚や足踏失調を認めなかった。1例は右への足踏偏倚がやや増加(移行角度 $10^{\circ} \rightarrow 30^{\circ}$ 、回転角度 $10^{\circ} \rightarrow 45^{\circ}$ 、移行距離 $50\text{cm} \rightarrow 10\text{cm}$ 、)した。但し、足踏失調は認

めなかった。

2)偏位計を用いて分析した成績

①代表例での観察

図7には28才の健康男子の成績を示してある。図示するように、corset 装着時の頭部偏位の pattern は、corset を装着していない場合のそれと有意の変化を示していない。しかし、頭部偏位の大きさは増大している。

②corset 装着による足踏中の頭部偏位角度の変動

corset 装着前とcorset 装着時に得られた頭部偏位の加算平均図の偏位角度の最大値と最小値より偏位の大きさを計測し、両者を比較した。偏位の大きさは次のように計測した。すなわち、偏位計を10度右方並びに前方へ傾けて静止させた際に、ペンが上方へ10mmふれるように校正し、それを加算平均図と対応させた。その結果、表1に示すごとく、腰部にcorset を装着することにより、左右方向、前後方向ともに頭部の偏位角度が増大する傾向を認めた。次いで、

図 6

足踏時の頭部偏位の加算平均図

— コルセット装着による変化 —

健康人 28才 男性

図 7

1表 コルセット装着による足踏時頭部偏位角度の平均値の変化

	頭部偏位角度の平均値	
	左右方向	前後方向
コルセット装着前	8.8±0.48	6.7±0.68
コルセット装着時	9.8±0.34	7.7±0.50

表 2 コルセット装着による頭部偏位角度の変化

	頭部偏位角度		
	増大	不変	減少
左右方向	5	4	1
前後方向	4	5	1

各検査例について corset 装着により、頭部偏位角度が +1.0 以上変化のあった場合を偏位角度増大、-1.0 以上であった場合を減少、±1.0 以内の場合を不変として分類整理すると表 2 の成績が得られた。すなわち、corset 装着により左右方向での頭部偏位が増大したもの 5 例、不変であったもの 4 例、減少したものは 1 例であった。前後方向の頭部偏位の増減に関しては、増大したもの 4 例、不変であったもの 5 例、減少したもの 1 例であった。この成績より corset 装着により足踏時の頭部偏位角度を減少する例は少なく、偏位角度を増大するか又は不変であるものが多いといえる。

III 考 案

足踏が片足立ちという不安定な姿勢の連続をその内容としているので、それが円滑に行なわれるためには、下肢運動に対して上肢、頭部、腰部の運動が精妙に協応し、前者の運動を支援、調整する必要がある。第 1 篇においては、足踏

中の頭部運動が下肢運動を調節する過程が緊張性頸反射説で説明できることを指摘した。さて、時実ら(1951)⁹⁾は、ヒトにおける足踏では、緊張性腰反射、tonic lumbar reflex¹⁾が下肢筋の緊張に影響し、それを介して足踏が円滑に行な

われることを強調している。この考えの当否をさらに確かなものとするため、今回の検索では足踏に際して腰部を corset で固定し、この際の頭部と下肢運動の協応の変動を観察している。ここで corset で腰部固定を行ったのは、この操作により足踏に際しておこる軀幹の骨盤に対する位置変化を制限し、緊張性腰反射の円滑な発現をさまたげるためである。しかし、果たして corset 装着は腰部深部受容器活動性に影響を与えうるものであろうか？ 松、牛尾 (1975)³⁾ はむち打ち損傷で腰痛とめまい、平衡失調を来している症例の腰部を corset で固定すると腰痛が去り（この際、腰部脊柱起立筋の異常筋放電が消失又は軽減することが多い）、それと平行して立ち直り反射障害の改善、視運動性眼振の活発化、あるいは上肢小脳症状の寛解などがおこることを明らかにしている。また、この所見は、このような例の腰部有痛部にプロカインを注射し、その部の γ 線維活動性亢進を是正するよう操作した場合のそれに相似する。このような成績を参照すると、腰部への corset 装着は、この部の深部受容器活動性に一定の影響を与えうるものであることを肯定してよいと思う。

さて、正常人の腰部に corset を装着して足踏を命じた場合、足踏中の頭部運動の型に有意の変動はなく、また頭部と下肢の運動の協応がこの操作により明瞭な変化を来すこともない。しかし、腰部固定により、頭部の偏位角度が増大する傾向のあることを明らかにし得た。換言すると、corset 装着により緊張性頸反射がより強力に発現していると考えてよい所見が得られた。

この成績をどのように解釈すべきであろうか？ 第 1 篇でのべた私達の成績よりすると、足踏に際して頭部運動は緊張性頸反射を介して下

肢筋に規則性のある影響を行使している。また、時実らの報告 (1951)⁹⁾ を参照すると、歩行に際しておこる腰部運動は緊張性腰反射を介して下肢筋の活動性を調整する。従って、両反射が協応して下肢筋に影響を行使する場合、足踏は円滑に行なわれるはずであり、正常成人にみる円滑な足踏はそのような背景を有するものと思われる。今、もし、腰部に一定の操作が加えられ、緊張性腰反射の発現が妨げられた場合、それを代償し、下肢筋の円滑な活動を保証するには個体はその他の平衡系、例えば頸部深部受容器を駆動してその事態に対処するはずである。これが今回の実験でみられた頭部偏位角度の増大傾向であると解釈してはいかなるものであろうか？ もちろん、今回の検査結果では、corset による腰部固定で足踏中の頭部偏位角度は増大するものばかりでなく、却って減少するものもあり、また増大するものと有意の変化を示さないものは相半ばする。しかし、減少するものは増大するものに比べその頻度が有意に少ない。このことは上述の考えと矛盾しない。有意の変化を示さないものについては次のように解される。すなわち、正常人の場合はこの操作が腰部深部受容器に一定の影響を与えとしても、腰痛を有するめまい例程には強力ではなく、従って必ずしも全例に頭部偏位の増大をもたらし得なかったと。

以上の一連の検査を通じて、頸部深部受容器と腰部のそれは互いに協力して足踏における下肢筋活動性を調整し、この運動の円滑な発現に重要な役割を果たしうることを明らかにし得た。従来、この考えは多くの研究者により肯定されている考えであるが、それを新しい方法を用いて明らかにし得たことはこの方向の研究に貴重な資料を与えたものと思う。

IV む す び

正常人の腰部に corset を装着し、足踏中におこる軀幹の骨盤に対する運動を制限した条件下に足踏検査を行なった。その結果、次の成績が得られた。

(1) corset で腰部固定を行なっても足踏中にみられる頭部運動の型及び頭部と下肢運動の協応には有意の変化はみられなかった。

(2) corset を装着して足踏を行なうと、頭部偏位角度が増大する傾向を示した。

以上の成績より、腰部深部受容器は頸部のそれと協応し、足踏中の下肢筋緊張を調節し、その運動の円滑な遂行に関与すると結論した。

稿を終えるにあたり、本研究に御協力を頂いた、牛尾信也、林正彦、上原範子、田坂康之らの諸氏（以上、倉敷中央病院耳鼻咽喉科）並びに土師知行氏（高知医科大学耳鼻咽喉科）に深謝します。本論文の要旨は第82回日本耳鼻咽喉科学会総会（京都）並びに第6回国際姿勢学会（京都）において発表した。

文 献

- 1) 福田精：運動と平衡の反射生理，医学書院，東京，p. 154-163 (1957a)，p. 1-43 (1957b)。
- 2) Fukushima, H., Yamamoto, E., Morinaka, S., Iwanaga, M., Nakanishi, M., Izumikawa, F., Yamazaki, H. and Hinoki, M.: Correlation between movements of the upper and lower limbs during stepping in relation to body equilibrium. *Agressologie* **20**: 147~148, 1979.
- 3) Hinoki, M. and Ushio, N.: Lumbosacral proprioceptive reflexes in body equilibrium. *Acta otolaryngol.(Stoch.)suppl* **330**: 197~210, 1975.
- 4) 本間武人：筋緊張性腰反射の研究（除脳犬における観察）。精神神経学誌 **52**: 292~302, 1950.
- 5) Magnus, R.: *Körperstellung*. Julius Springer, Berlin, 1924.
- 6) Matsubara, H. and Kitahara, M.: Head movement in the stepping test. *Proc. Symp. on postural reflex and body equilibrium*. p. 76~84, 1979.
- 7) 村尾誠：姿勢反射の研究；筋緊張性腰反射の臨床的観察。精神神経学誌 **52**: 1~14, 1950.
- 8) 島本多喜雄，中島正三：体姿反射の臨床的並びに実験的研究；特に緊張性腰反射に就て。日本内科学誌 **34**: 1~2, 1947.
- 9) Tokizane, T., Murao, M., Ogata, T. and Kondo, T.: Electromyographic studies on tonic neck, lumbar and labyrinthine reflexes in normal persons. *Jap. J. physiol.* **2**: 130~146, 1951.

（別刷請求先：福島英行
〒606 京都市左京区聖護院川原町
京都大学医学部耳鼻咽喉科学教室）