

# 体重免荷を応用した寝たきり 防止のための歩行訓練

	財団法人 明治生命厚生事業団 体力医学研究所	種田行男
(共同研究者)	同	西嶋洋子
	国立身体障害者 リハビリテーションセンター	田中信行
	同	草野修輔
	同	石井昇

## New Idea of Walking Practice Using a Counter-Weight Suspension to Prevent Bedridden Condition

by

Yukio Oida, Yoko Nishijima

*Physical Fitness Research Institute, Meiji Life Foundation of Health and Welfare*

Nobuyuki Tanaka, Shusuke Kusano, Noboru Ishii

*National Rehabilitation Center for the Disabled*

### ABSTRACT

We designed the new apparatus for the walking practice, which relieves the load in a low limb by lightening a body weight, and examined usefulness of this device. Subjects were two male hemiplegic patients due to cerebrovascular accident. They were suspended with the counter-weight to 5% of body weight, and walked on the treadmill with the speed of 1.0 to 2.6 km/h and the inclination of 0 to 16%.

The results of walking during the body suspension were as follows:

- 1) Ventilatory Threshold (VT) and the oxygen uptake at the heart

rate of 100 beats/min ( $\dot{V}_{O_2}$  100) were almost same as the results of measurement without suspension.

- 2) The angle of coxa at stretched position increased, and resulted in the increase in the stride.
- 3) The duration of dorsi-flexion at the heel contact was prolonged.
- 4) The difference of the duration of swing phase and support phase in a walking cycle between disabled and abled side was not improved.

We observed that the body suspension technique was useful to measure cardio-respiratory fitness level accurately and safely in the hemiplegic patient, and that the pattern of gait was improved by using this technique. Therefore, counter-weight suspension technique seems to be useful for a hemiplegic patient to rehabilitate walking ability.

## 要 旨

われわれは片麻痺患者のための歩行訓練装置を考案し、その装置の有用性について検討した。被検者は2名の男性脳卒中片麻痺患者で、体重の5%のおもり(カウンターウエイト)で身体をつり上げることによって体重を免荷された。被検者は歩行速度1.0~2.6 km/h, 傾斜0~16%の負荷条件でトレッドミル上を歩いた。

体重免荷歩行時の結果は次の通りである。

- 1) 換気性作業閾値(VT)および心拍数100時の酸素摂取量( $\dot{V}_{O_2}$  100)は、通常歩行時の結果とほぼ同じであった。
- 2) 股関節の伸展が増加し、歩幅が広がった。
- 3) 接床時における足関節の背屈時間が延長した。
- 4) 健側と患側との間にみられる、歩行1周期中の立脚期および遊脚期の割合のアンバランスは改善されなかった。

本装置を用いることによって、片麻痺患者の持

久的機能を安全になおかつ正確に評価することができた。また、体重免荷によって歩行動作の改善が認められた。したがって、われわれが考案した体重免荷法によるトレッドミル歩行は、片麻痺患者の歩行能力の回復に有効であることが示唆された。

## 緒 言

高齢者が寝たきり状態になる原因疾患の第一位は、脳卒中である。脳血管障害によって身体にマヒなどの障害をもった状態での生活では障害をもつ前に比べ、日常の生活動作の低下が起こり、運動機能を維持するために必要な運動を怠れば、廃用性機能低下が起こる。この機能低下は身体障害が重度になるほど起こりやすいこと、また高齢者では老化による生理機能の低下とあいまって障害が重度化しやすいことなどが指摘されている。上田<sup>14)</sup>は、老年障害者のリハビリテーションにおける最終的なゴールのひとつとして、家庭生活への円滑な復帰をあげ、そのためには、廃用症候群と

しての体力の低下をいかに予防するかが重要な課題であると述べている。すなわち、障害者の呼吸循環器機能の評価をもとにして適切な運動処方を行ない、体力の向上を計ることによって廃用症候群を予防し、ひいては老年障害者の寝たきり状態を防止することができるものと考えられる。

従来、片麻痺患者の体力は、以下のような運動負荷方法によって評価されてきた。窪田ら<sup>5),7)</sup>は台からの立ち上り運動あるいは踏み台昇降運動、宮原ら<sup>9)</sup>は1分間の反復起立動作、平地歩行、ビルの階段昇降など、高木ら<sup>13)</sup>は1周30mの平地歩行および階段昇降運動、兼本ら<sup>2)</sup>は棒つかまり踏み台昇降試験、そして河野ら<sup>4)</sup>は自転車エルゴメータによる運動負荷テストなどである。これらの研究はいずれも、片麻痺患者の呼吸循環器機能の測定から持久性の評価を試みている。

歩行の不安定な片麻痺患者に対しては、トレッドミルによる運動様式では転倒の危険性があるため、安全性の配慮から自転車エルゴメータあるいは踏み台昇降運動などの歩行動作以外の運動様式が多く用いられてきた。しかしながら、呼吸循環器機能の評価は、局所的な運動である下肢伸展運動あるいは自転車駆動よりも、トレッドミルを用いた全身的な運動様式の方がより信頼性は高いことから、歩行可能な片麻痺患者には、全身運動である歩行によって呼吸循環器機能の評価することが望まれる。

そこで、われわれは今回、歩行中の身体の安定性の向上、および体重による下肢への負担を軽減することを目的とした身体挙上型体重免荷装置を考案した。そして、片麻痺患者を対象にこの装置を用いてトレッドミル歩行を実施し、その結果からこの訓練装置の安全性について、およびこの方法によって測定した呼吸循環器機能の評価値の信頼性について、さらに将来的にこの装置を用いた体力増進訓練などのリハビリテーションへの応用の可能性などについて検討した。

## 1. 方 法

被検者は国立身体障害者リハビリテーションセンターに入院中の男性脳卒中片麻痺患者2例である。被検者Y(年齢51歳、身長159cm、体重63kg)は左片麻痺(上肢Brunnstromステージ4、手指3、下肢4)で、中等度の左半身知覚障害があり、関節可動域は、左肩、股、足関節に軽度から中等度の制限がある。移動能力は、プラスチック下肢装具(SHB)とT杖による屋外長距離歩行、および屋内短距離杖なし歩行が可能であり、発病からの期間は7ヵ月であった。つぎに、被検者N(年齢44歳、身長162cm、体重66kg)は左片麻痺(上肢Brunnstromステージ3、手指3、下肢3)で知覚障害、関節可動域および移動能力については、被検者Yとほぼ同程度であった。なお、発病からの期間は8ヵ月である。

被検者には以下の方法を用いて、トレッドミルによる運動負荷を与えた。歩行速度は1.0km/hから開始し、第2段階からは0.4km/hづつ、2段階ごとに増速した。歩行路の傾斜は0%から4%づつ、2段階ごとに上昇させた。両被検者に設定した負荷は、被検者Yには9段階、被検者Nには8段階の漸増法で実施し、各段階における負荷時間はすべて1.5分間とした。なお、トレッドミル歩行の際には、転倒防止のためトレッドミル側部に設けた手すりを被検者の健側手指で握らせた。

体重の免荷は、被検者の腸骨稜点あたりを支点にした身体つり上げ用ハーネスを被検者に装着し(図1)、ハーネスの左右の支点到直径5mmのワイヤーを結び、被検者の頭上と後方約2mの2ヵ所に設置した滑車を介して、ワイヤーの対側におもり(カウンターウエイト)をつるすという方法で実施した(図2)。なお、体重免荷に用いたカウンターウエイト量は、各被検者の体重の5%に設定した。

測定は体重免荷装置を使用しない場合（通常歩行）と、装置を付けた場合（体重免荷歩行）の2条件を同じ負荷設定で連続して行なった。なお、両条件の間には心拍数が安静値に回復するまで十分な休息時間を設けた。

歩行中の呼気ガスの分析は、Mijnhardt 社製

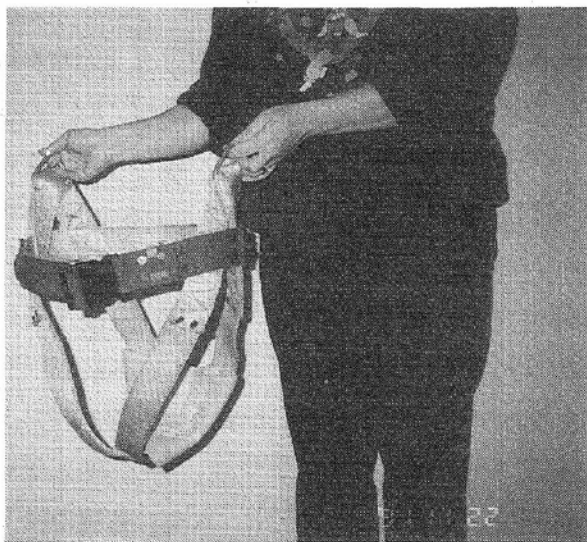


図1 体重免荷用ハーネス

OXYCON SIGMA にて行ない、運動時の酸素摂取量、二酸化炭素排出量および換気量を、さらに胸部誘導によって心拍数をそれぞれ測定した。呼気ガスおよび心拍数の分析は、各負荷段階における運動開始1分後からの30秒間に計測されたものを用いた。換気性作業閾値（VT）は、 $\dot{V}_{CO_2}$ - $\dot{V}_{O_2}$  曲線の変形点を視覚的に求めることによって判定した。

歩行中の筋活動を前脛骨筋およびヒラメ筋から表面電極によって導出し、データレコーダ（TEAC XR 50）に収録した。筋電図の解析は、各負荷段階での運動開始約1分後から30秒間のデータをサンプリング周波数1kHzでAD変換し、全波整流したのち、15ステップの平均加算波形をパーソナルコンピュータにて求めた。また、足底とシューズの間に装着した直径5mm、長さ2mのビニールチューブ内の空気圧の変化を、サンプリング周波数100HzでAD変換し、そのう

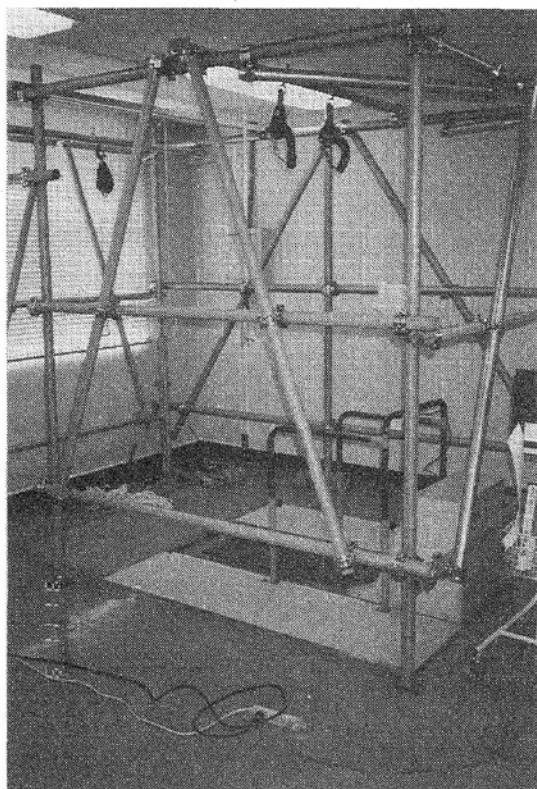


図2 身体挙上型体重免荷装置

被検者の頭上およびその後方に滑車を取り付け、被検者の対側につるされたおもり（カウンターウェイト）によって、体重を免荷する。



ちの15ステップの平均加算波形から歩行1周期に対する立脚期および遊脚期の割合を算出した。歩行姿勢および歩行動作は、ビデオカメラにて健側面から録画し、後ほど動作分析を行なった。

## 2. 結 果

トレッドミルによる運動負荷試験時の呼吸循環器機能について検討した結果、VT値は、被検者Yでは通常歩行時に14.9 ml/kg/min、体重免荷時には14.4 ml/kg/minであり、被検者Nではいずれも12.5 ml/kg/minであった。心拍数100の時の酸素摂取量 ( $\dot{V}_{O_2} 100$ ) は、被検者Yでは通常歩行時に13.7 ml/kg/min、体重免荷時には11.7 ml/kg/minであり、被検者Nではそれぞれ13.7 ml/kg/minと15.1 ml/kg/minであった。また、最大下運動での酸素摂取量と心拍数の回帰式から推定した最大酸素摂取量は、被検者Yが通常歩行時に32.4 ml/kg/min、体重免荷時に34.1 ml/kg/minであり、被検者Nではそれぞれ34.8 ml/kg/minと37.9 ml/kg/minであった。

以上のように、通常歩行時と体重免荷時の間には、いずれの指標にも明らかな差はみられず、また両被検者の測定値もほぼ近似していた。しかしながら、被検者Nは被検者Yよりも1段階低い負荷段階で測定を終了したために、最終負荷段階での心拍数(被検者Y:通常歩行時133拍/分、体重免荷時130拍/分、被検者N:119拍/分、109拍/分)、および酸素脈(被検者Y:通常歩行時0.168 ml/kg、体重免荷時0.166 ml/kg、被検者N:0.148 ml/kg、0.150 ml/kg)は、いずれも被検者Yの方が被検者Nよりも多かった。さらに、主観的作業強度をあらわすBorg指数は、被検者Yでは両歩行条件とも14、被検者Nでは通常歩行で13、体重免荷歩行で12を示した。

運動中の酸素摂取量と心拍数との回帰式(および相関係数)は、被検者Yで通常歩行時に、 $Y = 0.270 X - 13.26$  ( $r = 0.979$ )、体重免荷時には  $Y = 0.325 X - 20.79$  ( $r = 0.989$ ) であり、また被検者Nはそれぞれ、 $Y = 0.278 X - 14.11$  ( $r = 0.982$ ) と、 $Y = 0.300 X - 14.90$  ( $r = 0.944$ ) であった。通常歩行および体重免荷歩行ともに高い相関

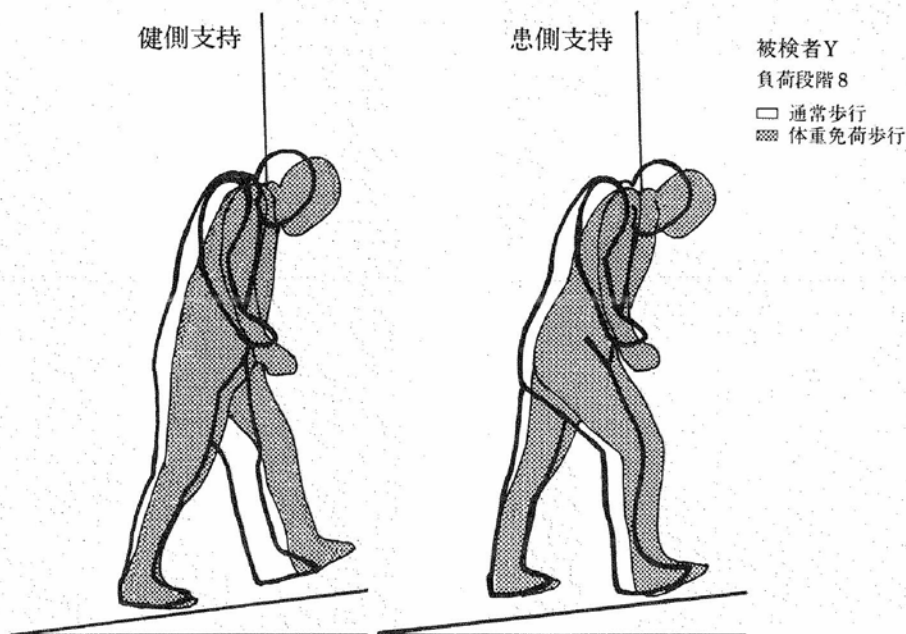


図3 歩行中の姿勢および動作  
速度2.6 km/h、傾斜12%の負荷条件時を示した。

が認められた。

歩行中の動作をビデオ解析した結果、被検者 Y では最終負荷段階（6 段階以上）に近づくと、体重免荷時の股関節の最大伸展が通常歩行時に比べ、増大する傾向がみられた（図 3）。

通常歩行での 1 周期に対する立脚期および遊脚期の割合は、いずれの負荷段階においてもほぼ同じであった。被検者 Y の健側ではそれぞれ 75% と 25%，患側で 66% と 34% であり、また被検者 N では健側で 78% と 22%，患側で 68% と 32% であった。そして、これらの時間的割合は、体重免荷の影響をほとんど受けなかった。歩行 1 周期の所要時間は、体重免荷によって被検者 Y ではいずれの負荷段階においても延長傾向が認められたが、被検者 N では通常歩行時とほとんど変わらなかった（表 1）。

歩行中の健側での下腿筋電図は、遊脚期において前脛骨筋の放電が、さらに立脚期に腓腹筋の放

電が観察された（図 4）。一方、患側下腿においては、両被検者ともに短下肢装具を装着しての歩行であったために、筋放電はほとんど認められなかった。体重免荷歩行時には、前脛骨筋の放電が立脚期の前期まで延長する傾向がみられ、被検者 Y では第 5 段階目の負荷条件において、立脚期の開始から前脛骨筋の放電が休止するまでの時間が、通常歩行時に比べ約 120 msec 延長した。

### 3. 考 察

日常における活動性が低下すると考えられる片麻痺患者の体力は、おもに全身持久性の体力要素によって評価されている。体力科学の分野では、全身持久力の指標として最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_{2max}$ ) が用いられている。これは直接的に測定が可能であるものの、被検者を疲労困憊まで追い込む必要があるため、高齢でしかも障害を追っている片麻痺患者には妥当な指標とは考えにく

表 1 歩行 1 周期の所要時間

通常歩行	被検者 Y		被検者 N	
	健側 (sec)	患側 (sec)	健側 (sec)	患側 (sec)
負荷段階 1	—	—	1.86	1.87
2	1.85	1.82	1.81	1.81
3	1.8	1.88	1.77	1.75
4	1.68	1.7	1.45	1.45
5	1.63	1.64	1.52	1.54
6	1.57	1.54	1.27	1.26
7	1.55	1.52	1.36	1.35
8	1.44	1.44	1.28	1.28
9	1.45	1.48	—	—
体重免荷歩行				
負荷段階 1	2.51	2.51	1.77	1.73
2	2.22	2.22	1.71	1.66
3	2.19	2.19	1.62	1.64
4	1.91	1.93	1.49	1.47
5	1.93	1.91	1.53	1.5
6	1.77	1.76	1.47	1.47
7	1.76	1.77	1.41	1.41
8	1.65	1.65	1.28	1.28
9	1.7	1.7	—	—

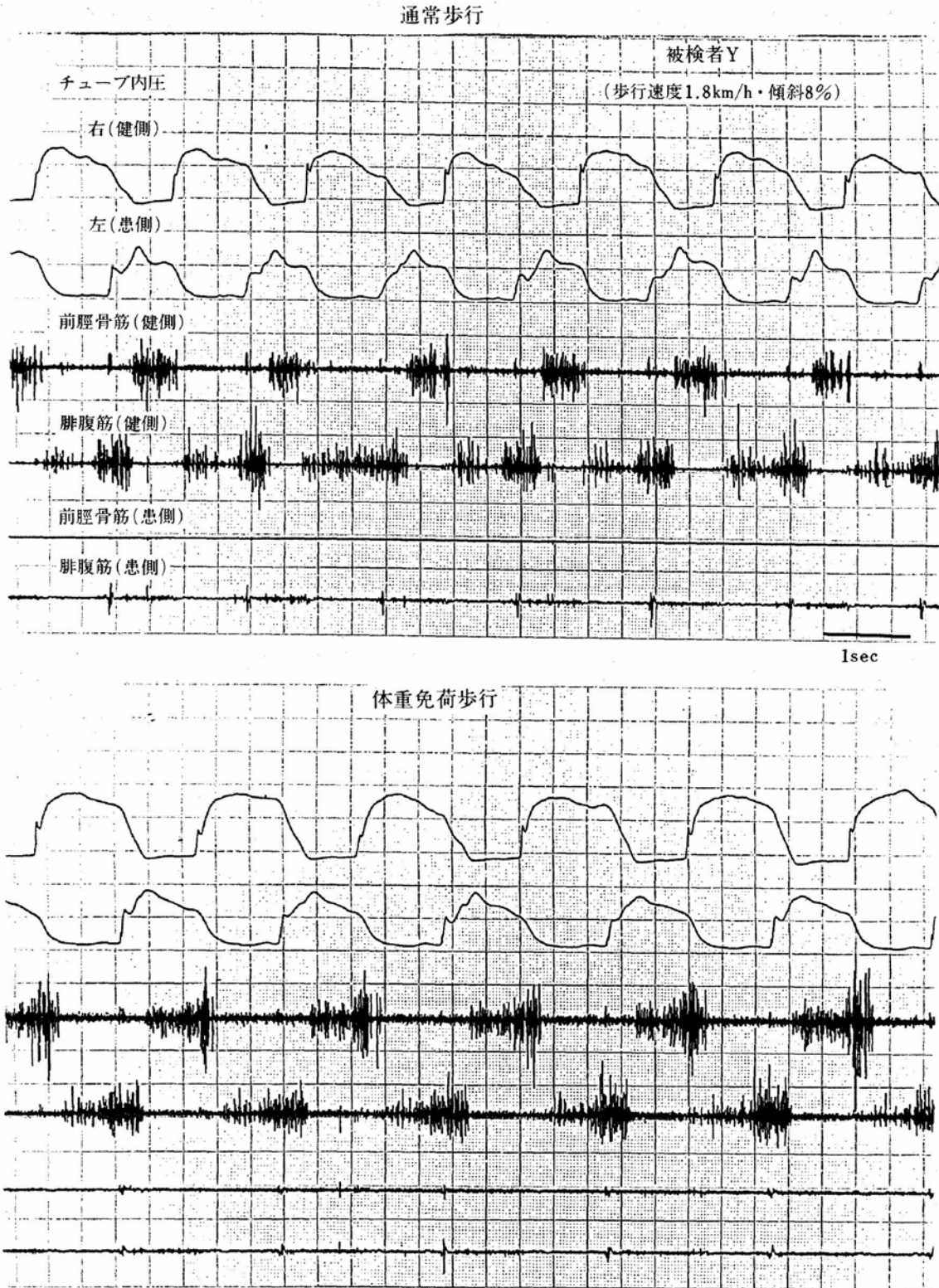


図4 歩行中の不腿筋活動および足圧の変化

く、安全性を十分考慮した障害者のための評価指標の開発が求められている。

われわれは身体挙上型体重免荷装置を考案し、

この装置を用いたトレッドミル歩行によって、片麻痺患者の全身持久力を安全に、なおかつ正確に評価できうるか否かを検討した。その際、全身持

久力の評価には  $\dot{V}_{O_2}100$  および VT を指標とした。間嶋ら<sup>9)</sup>は患側下肢の運動機能(上田による片麻痺機能テスト)がグレード7~8の40代および50代の片麻痺患者を対象に測定した  $\dot{V}_{O_2}100$  は、40代の平均が11.6 ml/kg/min, 50代では11.3 ml/kg/min と報告している。吉田ら<sup>16)</sup>は血中乳酸濃度が非直線的に増加し始める点を Aerobic Threshold とし、平均年齢54.3歳の脳卒中片麻痺患者を対象に平均13.8 ml/kg/min であったこと、また岸ら<sup>3)</sup>の測定した心筋梗塞患者の VT は14.1~15.2 ml/kg/min であり、本研究の結果はこれらの報告の測定値ときわめて類似していた。

これらの研究は  $\dot{V}_{O_2}100$  あるいは VT が、片麻痺患者の体力評価や体力向上のための運動プログラムを処方する際の負荷強度の設定に有用であることを報告している。したがって、本法による体重免荷歩行は、片麻痺患者の全身持久性能力の評価に妥当であることが示唆された。また、心拍数と酸素摂取量の相関は非常に高いことから、本研究での負荷条件は、強度(トレッドミルの速度と傾斜)および時間ともに片麻痺患者を対象とした運動に適していると考えられた。

最終負荷段階における心拍数は、体重免荷によって通常歩行時よりも減少する傾向がみられた。われわれ<sup>10)</sup>は健常者を対象に被検者の体重の1/3, 2/3, 5/6を免荷した場合、体重免荷量が増加するにしたがって、歩行中の心拍数、酸素摂取量、および下腿三頭筋の放電量が減少することを認めている。これらの結果から、片麻痺患者に対する体重免荷は、わずか体重の5%の免荷量であっても、生体への負担を軽減することが推察された。

また歩行動作のビデオ解析から、体重免荷によって歩行時の股関節がより伸展することが観察された。これは下肢への体重負担が軽減したこと、ハーネスに装着したワイヤーで身体を軽くつ

り上げているため、歩行中において前後左右への身体の移動が抑えられたことが、歩行動作の改善に起因したものと考えられる。

歩行動作の時間的因子の検討には、歩行1周期に対する立脚期および遊脚期の割合が指標とされている。窪田ら<sup>6)</sup>は、立脚期の割合が片麻痺では健側で71.7%, 患側で60.3%と報告している。本研究の結果はこれらの報告と一致しており、健側と患側のアンバランスが認められた。われわれは体重免荷による下肢への負担の軽減が、患側での立脚期を延長し、左右のアンバランスを緩和することを期待していたが、今回の結果からは明らかにしなかった。しかしながら、体重免荷時の歩行1周期時間が、両側において通常歩行より延長したことは、体重免荷による歩幅の増大によるものであり、歩行動作の改善が認められた。

片麻痺患者の健側における歩行中の筋活動は、健常者とほぼ同じパターンを示すことが明らかになった。さらに、体重免荷によって前脛骨筋の後期放電が、立脚期の前期にまで延長したことは、足関節背屈動作の保持時間の延長によるものと考えられる。すなわち、通常歩行では立脚期開始時において足底全体で床に着地していた動作が、体重免荷によってかかとからの接床動作に改善されたものと推測される。この結果は、われわれの健常者を対象とした研究<sup>11)</sup>での通常歩行時の前脛骨筋活動と類似していることから、体重免荷による患側への負担の軽減が、健側の動きを従来の正常なパターンに戻す可能性が示唆された。

本研究での被検者は、SHBを装着していたため、患側における足関節の可動性を検討することはできなかった。大胡田<sup>12)</sup>は自転車エルゴメータを用いて下腿の筋活動を記録し、健側の放電パターンは、健常者のものとほとんど同じであったが、患側の関与はわずかであったことを報告している。さらに、患側を主体にしたペダリングを指示した場合、放電パターン、放電順序、および活



動と非活動相が不明瞭になることを認めている。山下ら<sup>15)</sup>は歩行可能な片麻痺患者に対して検討されたさまざまなバイオフィードバック訓練の有効性を紹介し、自らは膝関節角度のフィードバック訓練によって膝関節の調節能力が改善されたことを報告している。体重免荷がこのような訓練法にどの程度役立つかは、今後の重要な検討事項である。

従来、実施されてきた他の体重免荷方法による運動療法としては、医療用のプールを用いて関節・腱の拘縮に対しての受動的伸展運動あるいは体重免荷時の筋力強化および歩行訓練があげられる。水中歩行訓練は浮力によって体重の負担が軽くなり、骨・関節・腱などへの負担が減少することから、高齢者および身体障害者のリハビリテーションにきわめて有効と考えられる。しかしながら水中訓練は、運動負荷量の設定が困難であること、また訓練中の安全管理やセラピストの人的問題などが指摘されている<sup>1)</sup>。この点本研究での体重免荷法は、安全面の改善のために、訓練中にトレッドミル上でバランスを崩した場合、つり上げ用のカウンターウェイト付近に取り付けたストッパー装置によって、歩行中の転倒を防止できるようにしている。安全性の向上によって、従来トレッドミル歩行ができなかった障害者にも、トレッドミルによる歩行訓練の可能性が生まれ、さらに歩行能力の高い者には、より強い負荷での運動が実施できる。また、トレッドミルによる自己訓練が可能となれば、運動指導者の人的問題の解決にもつながるであろう。

これらの結果から、本研究で開発した身体挙上型体重免荷装置は、トレッドミル歩行訓練中の安全性の向上および患側への負担の軽減から、脳卒中発病早期で歩行能力の劣った患者に対して、早期からの歩行訓練を可能にするものと考えられる。さらに、障害レベルが改善してきた患者に対しては、正常な歩行パターンを修得させるための

訓練を、トレッドミル上で繰り返し行なうことが可能になった。また、この装置を用いての全身持久性評価の妥当性が認められたことから、身体的活動量の減少にともなう廃用性症候群を予防するための体力の向上に役立つものと考えられる。

しかしながら、体重免荷による歩行動作の改善は、主に被検者 Y においてのみ観察された。また、体重免荷時の主観的作業強度を示す Borg 指数は、両被検者に一致した傾向がみられなかったことから、歩行が不安定な片麻痺患者にとっては、体重免荷が本人にとって楽に感じる場合と、逆に慣れない環境として歩行動作を崩す可能性もあることが示唆された。その理由として以下の点が挙げられる。

第 1 に、体重免荷を実施することは、身体の質量を一時的に減少させたことと同じような状態になり、その際には床反力の調節がうまくできなければ、歩行の運動エネルギーによって身体の長軸方向に対する回転運動が起こる可能性がある。第 2 に、ハーネスのベルトが患側下肢を外転外旋方向に押しやるため、遊脚期において内転を意識して下肢を前方に運ばなければならない。第 3 に、負荷量が多くなるほどハーネスの内側部が被検者の鼠蹊部を圧迫するため、歩行中に痛みを生ずる可能性がある。

安全でかつ有効な歩行訓練のために使用する体重免荷量を、患者の障害レベルあるいは訓練内容に合わせてどの程度に設定するべきかについては、今後の重要な研究課題である。

## 総 括

われわれは歩行中の身体の安定性の向上、および体重免荷による下肢への負担を軽減することを目的とした身体挙上型体重免荷装置を用い、2名の片麻痺患者に対してトレッドミル歩行を実施した。その結果、被検者はこの装置を使用することによって、歩行中の転倒の危険性がなくなり、さ

らにハーネスによって身体がサポートされていることから、十分な安心感を得ることができた。また、片麻痺患者の持久的機能を安全になおかつ正確に評価することができ、さらに歩行動作の改善が認められた。したがって、われわれが考案した体重免荷法によるトレッドミル歩行は、片麻痺患者のリハビリテーションに有効であることが示唆された。

## 謝 辞

本研究の目的は、リハビリテーションの現場で実施できる有効な歩行訓練法を開発することであり、その研究の遂行には、身体障害者の治療やリハビリテーションに携わっている医師および臨床検査技師との共同研究が最も望ましいものと考えられた。そこで、国立身体障害者リハビリテーションセンターの草野神経内科医長、および石井臨床検査技師長らに本研究のスタッフにお入りいただき、研究計画の立案から測定およびデータ解析にまで多大な援助と助言をいただいた。また、本研究の測定は同センターですべて行なったものであり、本研究に深いご理解をいただいた二瓶隆一病院長、および実験の被検者としてご協力くださった皆様に厚くお礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 指宿忠昭, 矢部京之助; 障害者水泳プールの動向, 中伊豆リハビリテーションセンター研究報告集, 65-74 (1983)
- 2) 兼本成斌, Bussmann, W. D., Kaltenbach, M., Maul, F. D., Hor, G.; 棒つかまり踏み台昇降試験, 呼と循, 28 (7) 731-736 (1980)
- 3) 岸 良光, 村山正博; 運動負荷と循環, 総合リハ, 18 (7) 549-553 (1990)
- 4) 河野信弘, 南谷和利, 水野忠和, 武井正子, 須田柳治, 三浦忠雄, 神山須真, 吉田敬義, 辻 博明; 片麻痺患者の運動負荷テストに対する呼吸循環機

- 能, 順天堂大学保健体育紀要, 18, 76-88 (1975)
- 5) 窪田俊夫, 花田 実, 山口恒弘, 指宿忠昭, 大胡田茂夫; 脳血管障害片麻痺の運動負荷テストとその臨床応用について, 総合リハ, 9 (10) 811-818 (1981)
- 6) 窪田俊夫, 三島博信, 山口恒弘, 角田忠男, 宮崎信次; 歩行時間関連因子による片麻痺歩行の分析—評価指標とその表示法について, 総合リハ, 12 (2) 135-142 (1984)
- 7) 窪田俊夫, 山口恒弘, 指宿忠昭, 大胡田茂夫, 角田忠男, 杉浦俊夫; 踏台昇降テストによる片麻痺の全身持久性の評価, 総合リハ, 13 (4) 289-294 (1985)
- 8) 間嶋 満, 上田 敏; 脳卒中片麻痺患者の体力に関する検討—40代および50代の脳卒中片麻痺患者について, リハビリテーション医学, 22 (2) 64-72 (1985)
- 9) 宮原恵子, 緒方 甫, 浅山 滉, 今村義典; 脳卒中後片麻痺者の活動性, 総合リハ, 12 (11) 853-857 (1984)
- 10) Oida, Y., H. Ebashi, Y. Nishijima and S. Watanabe; Analysis of metabolism and EMG while walking with a counter-weight, *J. J. P.*, 40 (Suppl), 149 (1990)
- 11) Oida, Y., S. Watanabe, H. Ebashi and Y. Nishijima; Analysis of gait patterns with a counter-weight, *J. J. P.*, 41 (Suppl), 187 (1991)
- 12) 大胡田茂夫, 指宿忠昭, 水原由明; 体力トレーニング器具の検討(第1報)—脳血管障害片麻痺患者に対する固定自転車の筋電図学的考察, 中伊豆リハビリテーションセンター研究報告集, 46-51 (1977)
- 13) 高木秀峰; 症例「片麻痺患者の歩行および階段昇降におけるエネルギー消費量」, 通信医学, 30 (6) 403-408 (1978)
- 14) 上田 敏偏; 図説臨床老年医学講座—第10巻, リハビリテーション, メジカルビュー社, 東京 (1986)
- 15) 山下隆昭, 奥 英久, 坊岡正之; 片麻痺の歩行訓練—バイオフィードバックの観点から, 理・作・療法, 12 (3) 173-179 (1978)
- 16) 吉田豊和, 緒方 甫, 宮原恵子, 浅山 滉; 脳卒中後片麻痺患者における Aerobic Threshold, Anaerobic Threshold 測定の可能性について, 総合リハ, 13 (7) 529-531 (1985)