

は心不全による88歳女性で、昨年度調査時には転倒歴はなく、BZD 非服用者だった。

睡眠薬の目的で服用されていたベンゾジアゼピン (BZD) は多様で、服用薬としては nitrazepam が最も多く、その他に estazolam、brotiazolam、bromazepam、triazolam、etizolam、clothiazepam が投与されていた。服薬期間は 20.1 ~ 189.1 か月で、平均 59.8 (±49.2) か月だった。

歩行テストは昨年同様、機能訓練室内で10mの距離を「安全な範囲で、できるだけ早く歩く」ように指示して実施し、歩行速度、歩幅、歩行率を計測した。転倒歴に関しては、過去3か月間の転倒経験を本人および介助者

から聴取した。対象者の介護ニーズは昨年度と同様だったが、今回は調査時に Barthel Index で A D L を評価した。

比較はBZD 服用者群と非服用者群で行い、本年度の歩行パラメータ、昨年度の歩行パラメータ、1年間の歩行パラメータの変化、年齢、性別、Barthel Index、昨年度の長谷川式痴呆尺度 (HDSR) について検討した。また、転倒者については、昨年度の同時期転倒歴を有するものに本年度の転倒歴を有するものを含めて転倒者群とし、昨年度、本年度とも転倒歴のないものを非転倒者群として、それぞれBZD 服用の関与を検討した。さらに両群で歩行パラメータ等の比較検討を行った。

表1. 対象の背景と成績：BZD 服用と歩行のパラメータ

パラメータ	BZD 非服用者群 (n=21)	BZD 服用者群 (n=22)	P 値
年齢	80.9 ± 5.45歳 (78.5 ± 6.31歳)	78.5 ± 5.87歳 (78.0 ± 5.88歳)	
性別：男／女	4／17 (7／21)	6／16 (8／17)	
Barthel index	91.2 ± 7.73	88.4 ± 8.51	p=0.269
歩行速度	69.6 ± 18.03cm/sec (69.6 ± 22.06cm/sec) [67.7 ± 19.37cm/sec]	57.9 ± 22.21cm/sec (58.0 ± 20.56cm/sec) [60.2 ± 20.50cm/sec]	p=0.065 (p=0.054) [p=0.225]
歩幅	41.8 ± 9.04cm (41.7 ± 8.99cm) [41.2 ± 9.62cm]	36.5 ± 9.81cm (36.5 ± 9.34cm) [37.7 ± 9.20cm]	p=0.072 (p=0.040) [p=0.234]
歩行率	100.3 ± 17.44 (99.7 ± 20.99) [98.9 ± 18.30]	93.3 ± 15.43 (94.5 ± 18.65) [94.6 ± 17.71]	p=0.172 (p=0.344) [p=0.436]
歩行速度変化	1.9 ± 10.27cm/sec (p=0.398)	-2.3 ± 13.56cm/sec (p=0.437)	p=0.258
歩幅変化	0.5 ± 8.27cm (p=0.774)	-1.3 ± 5.28cm (p=0.254)	p=0.393
歩行率変化	1.4 ± 14.65 (p=0.671)	-1.3 ± 12.55 (p=0.639)	p=0.527

(括弧内は平成 9年度の成績) [括弧内は平成10年度の対象者の平成 9年度の成績]

表 2. BZD 服用と転倒頻度 (過去 3か月以内)

転倒者の定義と年度	BZD 非服用者群	BZD 服用者群	χ^2 (補正あり)
平成10年度 (43名)	4/17 (21)	11/11 (22)	4.531* (3.271)
平成 9年度 (53名)	4/24 (28)	6/19 (25)	0.814 (0.303)
平成 9年度 [43名] ¹	5/16 (21)	12/10 (22)	4.246* (3.058)
平成10年度 {53名} ²	6/22 (28)	14/11 (25)	6.718** (5.327*)

成績は、転倒者/非転倒者 (総数)、 * p<0.05, **p<0.01

¹ 平成10年度の対象について前年度の転倒者を追加

² 平成 9年度の対象について本年度の転倒者を追加

表 3. 転倒者と歩行パラメータ

	非転倒者群	転倒者群	p値
年齢 (歳) (平成 9年度)	78.9±6.33	77.1± 5.55	0.297 (t-test)
(平成10年度)	80.8±6.05	77.9± 4.87	0.107 (t-test)
歩行速度 (cm/sec) (H9)	67.5±23.65	58.6±18.03	0.155 (t-test)
(H10)	67.9±22.85	57.0±15.95	0.095 (t-test)
歩幅 (cm) (H9)	40.7± 8.84	36.9±10.17	0.162 (t-test)
(H10)	41.2± 9.07	35.7± 9.95	0.067 (t-test)
歩行率 (H9)	98.0±19.88	96.1±20.43	0.737 (t-test)
(H10)	97.6±18.26	95.4±14.19	0.668 (t-test)
HDSR (H9)	22.9± 4.30	21.6± 5.77	0.384 (t-test)
Barthel Index (H10)	92.1± 6.19	86.2± 9.61	0.033 (t-test)*
性別 (男/女) (H9)	7/26	8/12	0.247 (χ^2 -test)
速度変化	1.65±11.94 (p=0.487)	-3.1±12.17 (p=0.309)	0.213 (t-test)
歩幅変化	0.65± 6.11 (p=0.590)	-2.1± 7.83 (p=0.294)	0.210 (t-test)
歩行率変化	0.69±11.89 (p=0.769)	-1 ±16.07 (p=0.801)	0.693 (t-test)

転倒者として、平成 9年度の対象について本年度の転倒者を追加した。転倒者20名、非転倒者33名 (平成10年度: 17名、26名)。成績は、平均±標準偏差、* p<0.05

C. 研究結果

BZD 服用者群と非服用者群での比較では、年齢、性別分布、Barthel Index の背景特徴に関してほぼ同等であった。歩行のパラメータについてはBZD 服用者群で歩行速度の低下傾向と歩幅の縮小傾向が認められた。平成 9 年度と比較すると、服用者群では歩行速度、歩幅、歩行率とも低下し、非服用者群ではいずれも増大していたが、対象数の減少に伴い有意性は昨年より乏しかった。また、同一対象での 1 年間の各パラメータの変化については、いずれの群においても有意差は認められなかった（表 1）。

転倒者（調査時の 3 か月以前にさかのぼって転倒を経験したもの）の頻度に関して、昨年度は 53 名中 10 名（18.9%）だったが、今年度は 43 名中 15 名（34.9%）と増加し、BZD 服用者群で有意に出現頻度が大であった（表 2）。いずれの転倒においても重篤な合併症を生じたものはなかったが、昨年度の調査以来、転倒への関心が高まり転倒事故の想起に関してはより正確さを増したものと考えられた。そこで、本年度または昨年度の転倒経験者を転倒者群として、両年度とも 3 か月以内の転倒を経験しなかったものを非転倒者群として歩行のパラメータ、並びに昨年度の成績を比較検討した。その結果、転倒者群は 20 名（本年度 17 名）、非転倒者群 33 名（本年度 23 名）で、BZD 服用との関連での転倒者は服用者群 25 名中 14 名（本年度 22 名中 12 名）、非服用者群 28 名中 6 名（本年度 21 名中 5 名）だった。

転倒者群では Barthel Index が非転倒者群に比し、有意に低値だった。歩行のパラメータは転倒者群で小さかったが、有意差は認められなかった。転倒者群は非転倒者群に比し、年齢は若く、長谷川式痴呆尺度（HDSR）

は低く、転倒者群では女性が多かったがいずれも有意差は認められなかった。歩行のパラメータは 1 年間の経過で転倒者群では低下し、非転倒者群では上昇した（表 3）。

D. 考察

高齢者の転倒・転落の危険要因としての BZD 系薬物の長期服用と転倒に関する研究において、平成 10 年度の歩行パラメータは 9 年度とほぼ同様の成績だったが、有意差は認められなかった。同一対象者での経時変化についてみると、歩行速度は非服用者群で若干速くなり服用者群では遅くなり、歩幅も同様に非服用者群で若干拡大し、服用者群では縮小していた。歩行率でも同様に非服用者群で若干増大し、服用者群では減小していた。

転倒頻度は平成 9 年度の調査では有意差を認めなかったが、平成 10 年度には非服用者群では 14.3% から 19.0% に、服用群では 24% から 50% に増大し、両群に有意差を認めた。両年度を合わせて検討すると有意差はさらに明らかとなる。転倒事故の想起の確実さに関しては、獨協医大リハビリテーション科病棟における調査で前向き調査の方が後ろ向き調査よりも転倒事故が多く記録されたことから、本人および観察者の注意の程度が関与すると考えられる。昨年度の調査により転倒事故に関する対象者の関心が高まったことからより正確に想起され有意差を生じた可能性が考察される。

転倒者をどのように定義するかも問題である。本研究では一貫して転倒を「床面（地面）に横たわる、あるいは尻餅など体幹が床面に接触し、起立位に復するため立ち上がり動作を要したもの」とした。転倒歴に関しては過去 1 年間、6 か月間など報告者によりさま

ざまである。後ろ向き調査であることから期間は短い方が正確であり、昨年度は過去1年間で3か月間に分けて調査したが、過去1年間の記憶はあいまいであることが明らかであったので3か月間のみとした。

不眠治療薬はこの30年間に大きく変化し、今日、処方される睡眠薬の大半はBZD系薬物である。BZDはGABA (gamma-aminobutyric acid) A受容体と複合体を形成しているBZD受容体への結合により、催眠、抗不安、抗けいれん、筋弛緩作用を発現する。GABAは中枢神経系において、抑制性神経伝達物質として重要な役割を果たすことから、BZDは歩行など動物の移動活動にも影響するものと考えられる。

高齢者におけるBZDと転倒の関連を論じた報告は数多く、転倒危険を増大させる^{1,2)}、性差を認める³⁾、大腿骨頸部骨折を増大させる⁴⁾、半減期の長いものは短いものより危険が大⁵⁾、大腿骨頸部骨折のリスクに関して超短時間型 (triazolam) と短時間型 (temazepam) 服用者間で有意差は認めない⁶⁾とするものなどがある。

BZDsの作用機序の面から考察すると、BZDs服用者の転倒ではふらつきや失調といった身体動揺が増大する可能性、筋弛緩作用に伴う脱力、反射的動作の緩徐化、覚醒水準の低下や注意障害などを介して転倒危険を増大させる可能性がある。中でも、とくに身体動揺の増大が直接的要因として注目されてきた。

我々は重心動揺計による計測を用いてBZD服用の影響を検討してきたが、長期的な服用者群では非服用者群と比較して有意な差は認められなかった。文献的に考察すると、急性応答に関する検討では身体動揺の増大が認められ、これは用量依存性である⁷⁾が、長期連

用では身体動揺は減少するとされる⁸⁾。すなわち、身体動揺に関しては早期から薬物耐性を生じることが示唆される。近年、動物でのBZDsに対する耐性の研究は広く行われ、筋弛緩、失調、移動運動障害、抗けいれん作用のいずれに関しても徐々に耐性を生じることが確認されてきた⁹⁾。その機序については不明な問題も多い。GABA_Aの結合部位での親和性や感受性の低下を生じる可能性が示唆されているが、GABAの関与する神経回路網全体での生理学的機能に変化を生じる可能性もあり、個別の作用に対する耐性とは別に機能変化を生じていないかについても注目する必要がある。

今回の我々の検討では重心動揺計のパラメータでは有意差を認めなかったが、BZD服用者群で歩幅の縮小と歩行速度の低下傾向が認められた。こうした変化は劇的なものではないが、起立歩行に関しては負の要因であり、日常生活面からみると活動範囲の縮小や内容の制約を生じる原因となり得るものである。したがって、薬物連用の長期的な影響についても多面的に見直す必要のあることを示唆するものであろう。異常歩行を呈するパーキンソン症では薬物により生じるものが多数知られている。しかし、原因薬物を中止した後も症状の消失しない例をしばしば経験する。薬物の長期間服用により神経回路網に代償性機能変化を生じる可能性のあることを、神経系に作用する薬物の処方では常に念頭に置く必要がある。

E. 結論

ベンゾジアゼピン系薬物の長期服用では、歩行速度の低下ならびに歩幅の縮小を生じる可能性が示唆され、服用者群は非服用者群に

比し、転倒頻度が有意に大であった。

F. 引用文献

- (1) Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF: Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med* 319:1701-1707, 1988.
- (2) Sorock GS, Shiskin EE: Benzodiazepine sedatives and the risk of falling in a community-dwelling cohort. *Arch of Internal Med* 148: 2441-2444, 1988.
- (3) Trewin VF, Lawrence CJ, Veitch CBA: An investigation of the association of benzodiazepines and other hypnotics with the incidence of falls in the elderly. *J Clin Pharmacy Therapeutics* 17:129-133, 1992.
- (4) Ray WA, Griffin MR, Schaffner W, et al.: Psychotropic drug use and the risk of hip fracture. *New Engl J Med* 316:363-369, 1987.
- (5) Ray WA, Griffin MR, Downey W: Benzodiazepines of long and short elimination half-life and the risk of hip fracture. *JAMA* 262:3303-3307, 1989.
- (6) Wysowski DK, Baum C, Ferguson WJ, et al.: Sedative-hypnotic drugs and the risk of hip fracture. *J Clin Epidemiol* 49:111-113, 1996.
- (7) Swift CG: Postural instability as a measure of sedative drug response. *Br J Clin Pharmacol* 18:87S-90S, 1984.
- (8) Campbell AJ, Somerton DT: Benzodiazepine drug effect on body sway in elderly subjects. *J Clin Exp Gerontol* 4:341-347, 1982.
- (9) Hutchinson MA, Smith PF, Darlington CL: The behavioural and neuronal effects of the chronic administration of benzodiazepine anxiolytic and hypnotic drugs. *Progr Neurobiol* 49:73-97, 1996.

G. 研究発表

1. 論文発表

- (1) 江藤文夫, 秋谷典裕, 早乙女郁子, 中島雅彦: 疾患別にみた転倒の原因と防止策 I - 脳血管障害. *臨床リハ* 7:254-258, 1998.
- (2) Eto F, Saotome I, Furuichi T, Ogasawara M: Effects of long-term use of benzodiazepines on gait and standing balance in the elderly. *Ann NY Acad Sci* 860:543-545, 1998.

2. 学会発表

- (1) 中島雅彦、江藤文夫、古市照人、他: 脳卒中片麻痺患者の転倒について、第25回獨協医学会、栃木、1997/12/6.
- (2) 中島雅彦、江藤文夫、古市照人、他: 転倒・転落の調査方法、発生頻度について、第35回日本リハビリテーション医学会、青森、1998/5/28.
- (3) 江藤文夫、早乙女郁子、秋谷典裕、他: 睡眠薬服用者の立位姿勢動揺, *日老医誌* 35(suppl): 140, 1998 (抄).

パーキンソン病の新しい靴型装具の開発

安東範明（国立療養所西奈良病院神経内科医長）

研究要旨 歩幅の縮小に加え、すくみ現象のあるパーキンソン病患者2例に対し新しい靴型装具の開発を試みた。症例は、55歳女性と63歳男性、パーキンソン病。Yahr 3度。外発性の運動により歩行が改善される可能性を考え、遊脚期の踵接地に対して目標を与えるため、靴型装具の前足部の甲にレーザーポインターを装着し、任意の角度で床面に照射できるようにした。これにより片足の立脚中期に、反対足の踵接地目標点が床に照射されるようにした。2症例とも、自由歩行時に比べ装具装着時には著明な歩幅の拡大が得られた。また、靴型装具をはずした後の自由歩行でも靴型装具装着時とほぼ同等の歩幅拡大が得られ、短期練習効果も示唆された。歩幅の拡大と共に歩行速度も増加した。

キーワード：パーキンソン病、歩行分析、すくみ足、靴型装具

A. 研究目的

パーキンソニズムにおいて、転倒は頻度が高く重大な機能障害である。転倒を生じさせる要素としては、精神状態の変化、起立及び腰掛け動作の障害、起立性低血圧、ジスキネジア、姿勢反射障害、加齢による体力の低下、歩行障害などがあげられる。なかでも歩行障害は重要で、歩行開始困難、加速現象、後方突進現象、およびすくみ現象などが出現する。また、すり足で歩行し、歩幅が小さくつま先のクリアランスも減少しているため、荒れた歩行路や障害物につまづきやすい。進行すると姿勢反射障害が頻回の転倒を生じさせる。

歩幅の縮小に加え、すくみ現象のある患者の場合、一步目の踏みだし困難、突然のすくみ現象や加速現象により、歩行は著しく障害され、また頻回の転倒を呈する。今回我々は、このような患者に対して、新しい靴型装具の開発を試みた。

B. 研究方法

症例1は、55歳女性、身長156cm、Yahr 3度。症例2は63歳男性、身長166cm、Yahr 3度。どちらの症例も、著明な歩幅の縮小に加え、一步目踏みだし困難、歩行中の突然のすくみ足や加速歩行の出現があり、頻回の転倒

を経験していた。外発性の運動により歩行が改善される可能性を考え、遊脚期の踵接地に対して目標を与えるため、靴型装具の前足部の甲にレーザーポインターを装着し、任意の角度で床面に照射できるようにした。これにより片足の立脚中期に、反対足の踵接地目標点が床に照射されるようにした。

歩行分析には、圧計測センサシステムのGaitScan (ニッタ株式会社) を用いた。このシステムは2,640×520mm、測定ポイント数54,912、空間分解能5×5mmの長方形の圧計測センサシートとパーソナルコンピューターで構成され、センサシートの上を歩行すると、サンプリング周波数30Hzで足圧を計測、解析し、モニター上に表示するものである。その後、足跡の再生表示とともに、重複歩幅(ストライド長)、歩幅、歩隔の距離因子と、重複歩時間(ストライド時間)、1歩時間、遊脚時間、両足接地時間の時間因子とが、瞬時に自動処理によって解析、表示される。歩行分析の基本的事項を能率的にこなすこのシステムを用いて歩行分析を行った。

まず自由歩行での歩行分析を行った。その後、靴型装具を装着させ、約5分間の歩行練習の後に、この靴型装具を装着した状態で歩行分析を行った。その後、靴型装具をはずして再び自由歩行を計測した。尚、レーザーポインターにて提示する歩幅の設定に関しては、Murrayらが画像法にて計測した健常者の年齢、身長別の歩幅データをもとに、症例の身長で補正し、さらに日本人の歩幅とその性差、患者の病状なども考慮して、症例1に関しては60cm、症例2に関しては65cmとした。

C. 研究結果

症例1では、自由歩行での平均歩幅303mm

に対して、装具装着時には539mmとなり、200mmを越える歩幅の拡大が得られた。また、靴型装具をはずした後の自由歩行にても、535mmと、靴型装具装着時とほぼ同等の歩幅拡大が得られ、歩幅の拡大と共に歩行速度も約150mm/s増加した。

症例2では、自由歩行時の平均歩幅506mmに対して、靴型装具装着時平均590mm、はずした直後平均616mmと増加し、歩行速度も平均200mm/s以上の増加が認められた。この装具の効果が確認されたと共に、短期練習効果も示唆された。これら2症例ともに、下肢の前方への振り出しが改善されたためか、練習および計測中、以前頻回にみられた前方突進は出現しなかった。

D. 考察

パーキンソン病の対策としては、L-dopaなどの薬物療法がまずあげられるが、これは固縮や振戦などの陽性症状には初期に劇的な効果を上げる反面、無動、姿勢反射障害、突進現象、小刻み症状などのADLに特に影響を及ぼす症状に対する効果はやや劣る。また、L-dopaは長期投与による副作用としてwearing-off現象やon-off現象が生じるなどの問題点がある。従って、薬物療法を補助する理学療法が重要である。

一方、kinesie paradoxale (逆説動作) とは、パーキンソニズムの経過中、著しい無動が存在しても、特殊な状況下(非常事態など) またはある種の刺激下で、突然無動から脱して正常に近い動作が可能となることをいう。例えば視覚刺激下でのkinesie paradoxaleとしては次のようなものがある。すくみ足状態の患者の目の前に障害物を置くと、患者は脚を高く上げてそれを踏み越え、スムーズに歩

き始める。床上に進行方向と直角に太めの線を適当な間隔で引いておくと、それによって患者はスムーズな歩行を成しうる。また、患者によっては、平地よりも階段の方が歩きやすいと訴える。

kinesie paradoxaleは随意運動の中枢メカニズムについての、Goldbergのdual premotor hypothesisに基づいて考えると理解しやすい。Goldbergは多くの臨床症状を考察して、外側運動系すなわち小脳・運動前野系は外界の情報を手がかりにして外界の状況に適合した外発性運動を遂行するときに制御系として働き、内側運動系すなわち大脳基底核・補足運動野系はすでに脳内に蓄えられている記憶などの情報を手がかりにして、外界の情報によらない自己ペースの内発性運動を行うときに制御系として働くと考えた。

kinesie paradoxaleをこの仮説に当てはめると、パーキンソン病では、内発性運動が障害されており自己ペースでの歩行は困難となり、ときにすくみ足などの現象を呈する。ところが外側運動系は健常であるため、外界からの刺激、たとえば号令などの聴覚刺激や等間隔に引かれた横線などの視覚刺激の存在下には外発性運動が活性化され歩行がスムーズになると理解できる。

最近、Morrisらは、パーキンソン病における歩行障害のとくにgait hypokinesia (slowness) (歩行速度の低下)の性質を明らかにする検討を行っている。それによると、パーキンソン病では内的運動制御機構でストライド長を調整することに問題があり、歩調の調節能は保たれている。そのため歩行速度を上げる必要がある場合、単位時間当たりの歩数を増やし小刻みに歩くことで対応してしまう。視覚的合図としてフロアマーカ-

(床の上の横線)を示したところ、ストライド長のみならず歩調と歩行速度も健常者に近づいた。これより、歩幅の拡大こそが歩行改善の最重要事項であり、今後のリハビリテーション戦略としては、視覚的合図を使うか、あるいは歩幅の維持に対する注意を持続させる何らかの方法を考えるのが有益であろうとしている。

今回の我々の靴型装具は、レーザーポインターの呈示する歩幅が、歩幅を維持するための一種の視覚的合図となったと考えられた。また、これにより歩行速度も増加し、良好な歩行が得られたものと考えられた。下肢の前方への振り出し幅が増加し、踵接地が充分成され前方突進現象が消失したことは、転倒予防の観点から重要である。今後も症例を増やし、更なる検討を続けていきたい。

E. 結論

パーキンソン病のリハビリテーションにおいて、あるいは日常生活で、この靴型装具で歩幅の拡大を意識的に誘導することにより、歩行速度の増大、歩容の改善に結びつくことが期待できる。

F. 引用文献

- 1) Pahwa R, Koller WC: Gait disorder in Parkinsonism and other movement disorders. In Joseph C Masdeu et al(ed): Gait disorder of aging 1st ed, Lippincott-Raven, Philadelphia 1997, 209-220
- 2) 水野美邦: Parkinson病とパーキンソニズムの見分け方. 内科73: 812-816, 1994
- 3) 今井壽正: 基底核疾患の起立・歩行障

- 害. 神経進歩 35 : 265-275, 1991
- 4) 荒木淑郎 : 最新神経病学. 改訂3版, 金芳堂, 1994, pp.274-275.
- 5) Goldberg, G. : Supplementary motor area structure and function: Review and hypotheses. Behav Brain Sci 8: 567-616, 1985
- 6) 真野範一 : 大脳と小脳の機能分担. 医学のあゆみ 145 : 153, 1988
- 7) 葛原茂樹 : 脳血管性パーキンソニズムの臨床的特徴. Medical Practice 12 : 351-355, 1995
- 8) 岩田 誠 : 神経症候学を学ぶ人のために. 医学書院, 1994, pp.320-321.
- 9) Knutsson E: An analysis of parkinsonian gait. Brain 95: 475-486, 1972
- 10) 佐藤峰善 : 一歩型フォースプレートの使用経験—健常成人とパーキンソン患者の比較—. 理学療法研究 6 : 35-40, 1989
- 11) Klenerman L, Dobbs R J, Weller C, Leeman A L, Nicholson P W: Bringing gaitanalysis out of the labotory and into the clinic. Age Ageing 17: 397-400, 1988
- 12) 安東範明 : パーキンソン症候群の歩行障害. 歩行障害の診断・評価入門, 窪田俊夫・大橋正洋編, 医歯薬出版, 1997, pp. 183- 192
- 13) 石井雅之、椿原彰夫、本山寿賀子ら : パーキンソン症候群—診断から在宅生活まで—. 総合リハ25 : 997-1016, 1997
- 14) 森本 茂、真野行生 : パーキンソニズムのリハビリテーション—長期罹患患者の問題点と対策—. 臨床リハ 2 : 107-113, 1993
- 15) Morris EM, Iansak R, Matyas TA, Summers JJ: The pathogenesis of gait hypokinesia in parkinson's disease. Brain 117: 1169-1181, 1994
- 16) Morris EM, Iansak R, Matyas TA, Summers JJ: Ability to modulate walking cadence remains intact in Parkinson's disease. J Neurol Neurosurg Psychiatr 57: 1532-1534, 1994
- 17) Murray MP, Drought AB, Kory RC: Walking patterns of normal man. J Bone Joint Surg 46: 335-360, 1964
- G. 研究発表**
1. 論文発表
- ① 安東範明、安東美波留、真野行生、錫村明生、高柳哲也、竹内孝仁 : 小脳性運動失調に対する新しい靴型装具の開発—歩行解析による臨床効果の検討—. リハ医学 35 : 100-105, 1998
- ② 安東範明 : 転倒しやすい患者のリハビリテーション 疾患別にみた転倒の原因と防止策 II—運動失調症とパーキンソニズム. 臨床リハ 7 : 259-264, 1998
2. 学会発表
- ③ 安東範明、真野行生他 : 小脳性運動失調に対する新しい靴型装具の開発—適切な重量負荷の場所に関する検討—. 第16回日本神経治療学会総会, 1998

下肢装具の重量が歩行におよぼす影響について

—— 一側下肢への重量負荷が歩行に

およぼす影響についての検討 ——

森本 茂 (奈良県リハビリテーションセンター 神経内科 部長)

矢倉 一 (奈良県リハビリテーションセンター 神経内科)

高齢障害者にとって、下肢装具の重量が歩行にどのように影響するかを検討するため、前段階研究として健常者での一側下肢へ重量負荷を行い、歩容におよぼす影響を、床反力計を用いて検討した。重量負荷側下肢は、初期接地時のZ1が大きくなり、足位置決めに不安定性を生じる可能性があり、立脚期には非負荷下肢に負担がかかる可能性が考えられた。

キーワード: 下肢装具、重量負荷、歩行分析

A. 研究目的

片麻痺患者に対して下肢装具は、能力障害レベルで大きな効果をもたらし、転倒の予防にも重要な役割を果たしている。AFO 下肢装具のタイプは、靴型金属支柱 AFO・プラスチック AFO・簡易型軽量 AFO・軟性下肢装具に大別され、それぞれの長所と短所がある。さらにプラスチック AFO は、プラスチック形成技術が普及したところから、多くの研究者により、さまざまな種類のものが考案されている。プラスチック AFO の中では、shoe-horn AFO がもっとも広く処方され、もっとも守備範囲が広い。軽量型 AFO は、OMCF、OMCF LH、Z-AFO などの優れたタイプがあるが、shoe-horn AFO と比較すると、内反制御、痙性尖足矯正には、十分な力が得られない。

さまざまなタイプの AFO が開発されているなかで、下肢装具の重量が片麻痺患者の歩行におよぼす影響についての研究はあまりみられない。下肢装具の重量が、高齢者・高齢障

害者の歩行にどのような影響をおよぼすかを検討するために、今回は健常者群に対する影響を床反力計を用いて床反力値を測定し検討した。

B. 研究方式

1. 対象:

対象は、健常者 8 名(男 6 名,女 2 名)、年齢 32.1 ± 5.2 歳(平均+標準偏差)、身長 164.4 ± 7.5 cm(平均+標準偏差)、体重 60.8 ± 9.2 kg(平均+標準偏差)である。8 例全例とも右利きで、運動器には明らかな疾患・障害を認めない。

2. 方法:

幅 40cm、長さ 125cm の床反力計 4 枚(80cm×250cm)からなるアニマ社製床反力計歩行解析装置を用い、歩行時の鉛直床反力(Z)、前後床反力(X)、側方床反力(Y)の 3 方向の床反力を計測した。歩行は、右足下腿遠位部(足関節上部)に 0kg(負荷な

し),0.5kg,1kg,2kg,4kg の5種類の重量を負荷し、それぞれの重量負荷において3試行ずつ床反力計上での歩行を行った。3試行にて得られたすべての立脚期を左右それぞれ正規化し平均した床反力値を用い、鉛直床反力(Z)では、heel strike(踵接地)時の最大値Z1、toe off(つま先離れ)時の最大値Z3、Z1-Z3間の立脚中期における最小値Z2を、前後床反力(X)では、heel strike 時の最大制御力X7、toe off時の最大前方推進力X9を、側方床反力(Y)では、側方安定力の最大値Y10を測定した。

C. 研究結果

結果を、図1に示す。

1. 鉛直床反力(Z)

① Z1

右下肢:0kg(負荷なし)では、平均 119.9%であった。0.5kg では 120.7%、1kg では 122.0%と、やや増加傾向にあるものの明らかな差はみられない。しかし、2kgでは124.5%、4kgでは129.5%と、Z1は有意に上昇した。

左下肢:0kg では平均 119.4%であった。0.5kgでは118.8%、1kgでは117.5%と、やや減少傾向が見られるが有意差はない。しかし、2kgでは116.6%、4kgでは118.0%(±6.6標準偏差)で、有意な減少が見られた。

② Z2

右下肢:0kg では平均 70.7%、0.5kg では 71.9%で差は見られなかった。1kg では 71.9%(±5.0標準偏差)、2kgでは74.9%、4kgでは78.7%で、負荷重量1kg以上では重量負荷が大きくなるにつれて有意に増加した。

左下肢:0kg では平均 70.6%、0.5kg では 72.6%で有意差は見られなかった。1kg では 74.5%、2kg では 78.8%、4kgでは84.0%と有意な増加が見られた。

③ Z3

右下肢:0kg では平均 110.7%、0.5kg では 112.6%で差はなく、1kg では 114.7%、2kg では 114.9%、4kgでは117.7kgと有意差が見られた。

左下肢:0kg では平均 111.8%、0.5kg では 112.4%、1kgでは113.2%と有意な変化はなく、2kgでは114.6%、4kgでは115.2%と有意な増加が見られた。標準偏差は、0kgでは3.97、0.5kgでは4.09、1kgでは4.37、2kgでは6.93、4kgでは5.96であり、2kg,4kgでは、標準偏差が大きい。

2. 前後床反力(X)

①X7

右下肢:0kg では平均-23.3%、0.5kgでは-24.1%で有意差はなく、1kgでは-25.2%、2kgでは-26.3%、4kgでは-29.7%で有意差が見られた。

左下肢:0kg では平均-21.6%、0.5kgでは-21.1%で有意差はなく、1kgでは-19.8%、2kgでは-18.6%、4kgでは-16.8%で有意差が見られた。

② X9

右下肢:0kg では平均 22.3%、0.5kgでは22.3%、1kgでは22.3%、2kgでは21.6%、4kgでは20.1%であり、荷重負荷側下肢で唯一、差が見られなかった。

左下肢:0kg では平均 23.3%、0.5kgでは22.8%、1kgでは22.8%、2kgでは22.4%で差はなかった。4kgでのみ20.4%で有意差が見られた。

3. 側方床反力(Y)

① Y10

右下肢:0kgでは平均7.0%、0.5kgでは7.4%で有意差はなく、1kgでは7.5%、2kgでは7.5%、4kgでは8.9%で有意差が見られた。

左下肢:0kgでは平均-7.7%、0.5kgでは

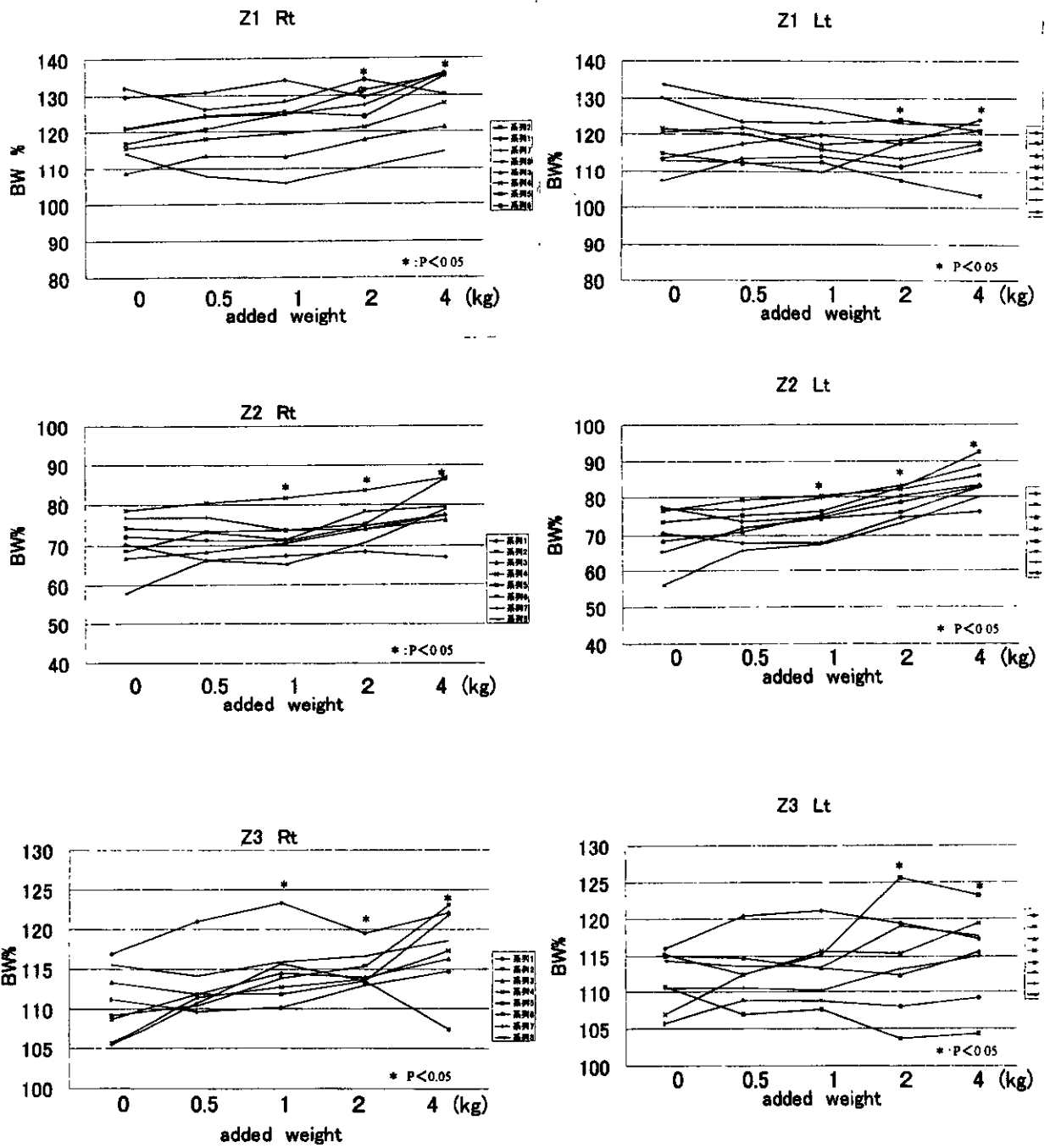
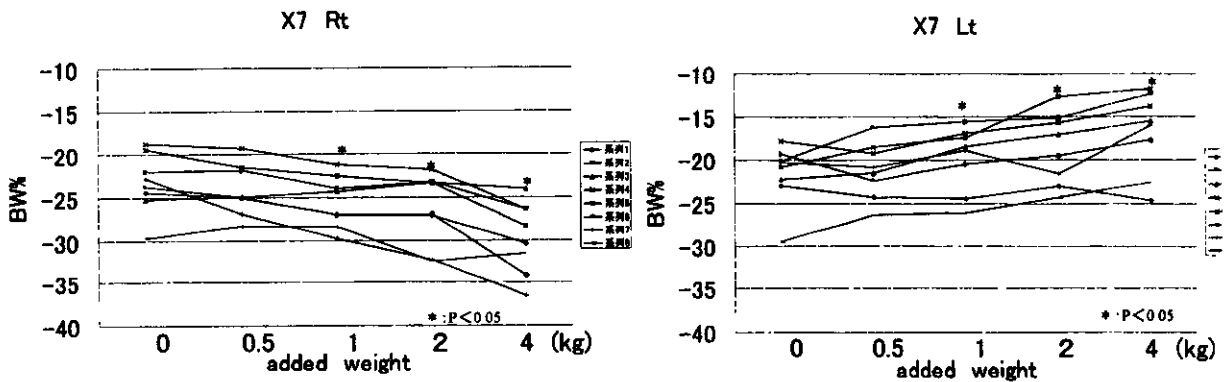


図1. 右下肢一側重量負荷歩行時の床反力 Z1,Z2,Z3,X7,X9,Y10 その1



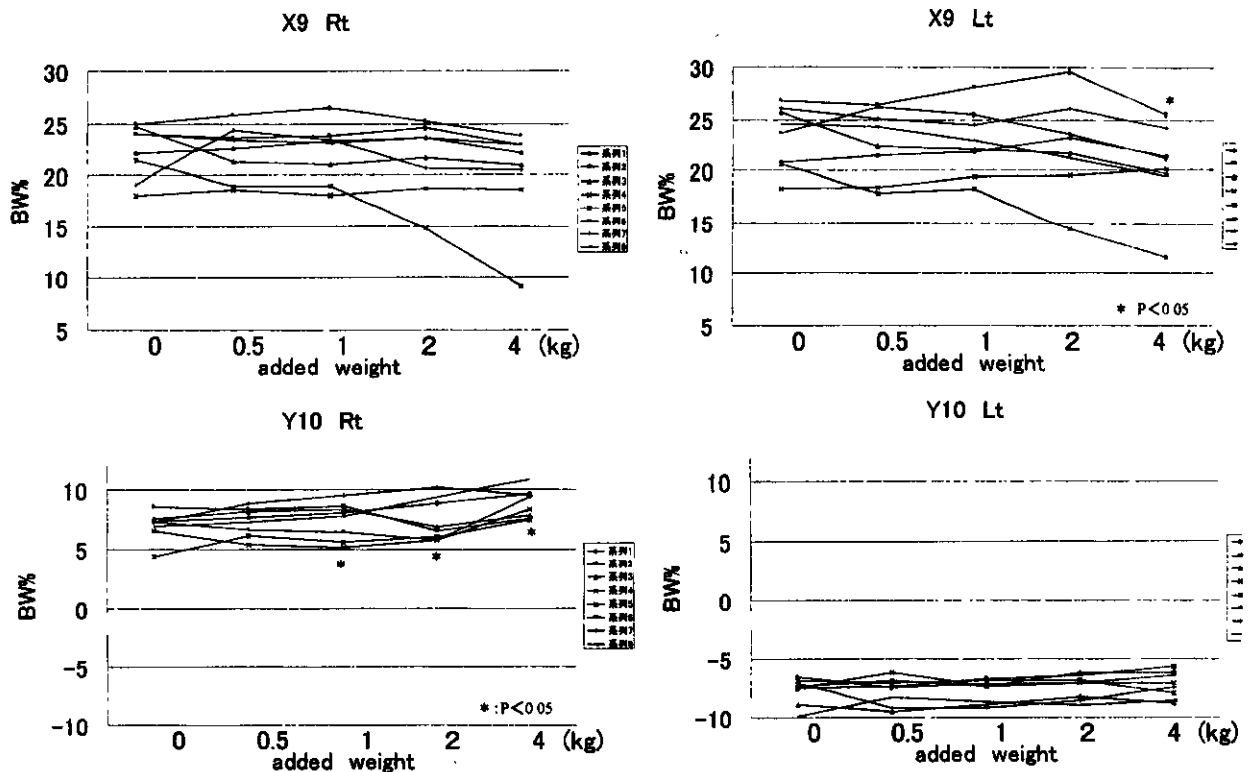


図1. 右下肢一側重量負荷歩行時の床反力 Z1,Z2,Z3,X7,X9,Y10 その2

-7.8%、1kg では-7.8%、2kg では-7.5%、4kg では-7.3%であり、左下肢では、唯一有意差が得られない項目であった。

D. 考察

1. 負荷側(右)では、初期接地時に荷重が大きくなるほど Z1 は大きくなり、heel strike の衝撃が大きくなる。このことは、初期接地で重要な足(踵)位置決めの際し、不安定性を助長する可能性が考えられる。AFO 装着歩行時に、つま先クリアランスが改善し歩行しやすくなるにも関わらず、股関節外旋位が増加する臨床例が時に見られることと関連性があるのかもしれない。

非負荷側(左)では、荷重が大きくなるほど heel strike 時の Z1 は小さくなり、これは非負荷側下肢の制御力が大きくなるのではなく、非負荷側下肢の振り出し速度が遅くなっている影響が考えられる。非負荷側下肢には、重量の直接の影響がないにも関わらず、振り出し速

度への遅延化として悪影響をおよぼしている可能性が考えられる。

2. Z2 は左右共に負荷重量が増加するにつれて、増大するが、非負荷側下肢の方が、負荷側下肢よりも荷重がよりかけられており、正常人では一側下肢に重量負荷を行い歩行する場合、立脚中期においては非負荷側下肢により負担がかかる可能性が考えられる。

3. Z3 は、歩行速度に直接関与する因子であるが、正常者の場合には、脚力が十分であれば、過重に対しむしろ対抗するように、遊脚期への移行に努力が払われるようになる可能性がある。知覚系により荷重されていることが正しく認識されており、重い荷重側下肢を強い力で降り出そうと無意識になされている可能性がある。また、非負荷側下肢の標準偏差は、今回の計測値の中でもっとも大きな項目であった。これは、非負荷側下肢は、個人差が非常に大きく、今回の自由歩行では、個人の歩行の性格がもっとも表現される因子であったといえる。

荷重の重さに応じて逆らわずになされる歩行、荷重の重さに逆らうような歩行と個人差が大きかった。

4. X7 は、初期接地の制動を表しており、Z1 と類似した結果が得られた。負荷側・非負荷側の相違も Z1 と同様であった。負荷側では、荷重が重くなるほど制動力が大きくなっているが、その増加幅は、0kg 時と各荷重時の X7 を比較すると、0.5kg、1kg、2kg、4kg の順に、0.85%、2.3%、3.1%、6.5% であり、これは、それぞれの荷重が体重に上乘せされた平均体重増加量である 0.5kg、1kg、2kg、4kg の順に、0.8%、1.6%、3.3%、6.6% に近い数値である。しかし、非負荷側では、X7 は荷重重量が増加するにしたがって初期接地時の制動力が小さくなっており、荷重がなされていないにも関わらず、荷重負荷された対側下肢の影響を受けていることになる。下肢に荷重されると、反対側の下肢の初期接地の衝撃を緩和させるような筋力が促通されている可能性と、単に振り出し速度が遅くなっている可能性が考えられる。

a. 上肢

	屈筋共同運動	伸筋共同運動
肩甲帯 肩関節	挙上と後退 屈曲・外転 外旋	前方突出 伸展・内転 内旋
肘関節 前腕	屈曲 回外	伸展 回内
手関節* 手指*	(屈曲) (屈曲)	(伸展) (伸展)

*手関節・手指のパターンは、個人差が大きい。

b. 下肢

	屈筋共同運動	伸筋共同運動
股関節	屈曲・外転 外旋	伸展・内転 内旋
膝関節 足関節 足指	屈曲 背屈・内反* 伸展	伸展 底屈・内反* 屈曲

*内反は、どちらのパターンでも生じる。

表 1. 基本的共同運動パターン (上田)¹⁾

5. X9 は、歩行速度に直接影響する因子であるが、負荷側下肢での因子の中では、唯一荷重による変化がまったく見られなかった。また、非負荷側でも大きな変化はないが、4kg 時でのみ有意な減少が見られた。X9 においても、X7 と同じように、負荷側下肢には影響がないにも関わらず、非負荷側に、最大荷重 4kg 負荷において、前方推進力の低下が生じてくる。これは、負荷側下肢の振り出しにエネルギーを要すために、非負荷側の振り出しが十分にできなくなっている可能性、あるいは、負荷側の荷重負荷が負荷側足関節の背屈動作を行いにくくするために、非負荷側の蹴り出しが十分にできなくなっている可能性が推測される。

6. Y10 は、歩行時の左右安定性を示す側方因子であるが、負荷側下肢では外側(股関節外転)方向への力が大きくなっており、遊脚期に外転方向への力が生じ、その力を打ち消すだけの制動力は、生じていない状態と推測される。歩容は、wide base 傾向になるが、wide base になることによって、側方への安定性が向上する可能性がある。しかし、逆に側方方向への不安定性が増すために結果として wide base

1. 対側性連合反応

● 上肢(対称性)

- 健肢の屈曲→患肢の屈曲
- 健肢の伸展→患肢の伸展

● 下肢

- 1) 内外転・内外旋については対称性
 - 健肢の内転→患肢の内転(と内旋)
 - 健肢の外転→患肢の外転(と外旋)

2) 屈伸に関して相反性*

- 健肢の屈曲→患肢の伸展
- 健肢の伸展→患肢の屈曲

2. 同側性連合反応

- 主に同じ種類の運動方向
 - 上肢の屈曲→下肢の屈曲
 - 下肢の伸展→上肢の伸展など

*例外も少なくない。

表 2. 連合反応 (上田)¹⁾

になったとも考えられる。非負荷側下肢では、非負荷側唯一有意差のない項目であった。非負荷側下肢は、反対側に荷重がなされても、側方方向への不安定性は生じることはないと考えられる。

7. 片麻痺患者では、歩行能力を向上させるためには、麻痺側下肢装具が有用である。短下肢装具には、さまざまなタイプが考案されており、現在はプラスチック AFO がもっとも処方件数が多い。また、プラスチック AFO にはさまざまな軽量型タイプが考案されており、それぞれに長所・短所がある。しかし、下肢装具の重量が歩行へどのような影響をおよぼすかは、運動失調症などでの研究がなされているが、片麻痺患者ではあまりなされていない。表1,2に示すように、装具が重ければ、股関節屈曲に力を要し、重ければ重いほど、共同運動、連合運動が生じやすくなるはずである。私たちは、原則的に下肢装具(AFO)は、同じ矯正力・制御能力があるならば、軽ければ軽い方が良いと考えているが、下肢装具の重量と歩容との関係の研究はあまり見られない。今回の研究で、健常者では、一側下肢に荷重負荷を行うことにより、負荷側下肢・非負荷側下肢にさまざまな影響が生じることが示され、高齢者・高齢障害者でも類似か同様の影響、あるいは健常者以上の影響が生じる可能性がある。

8. 健常者一側下肢重量負荷歩行において、0.5kg 負荷では、Z1,Z2,Z3,X7,X9,Y10 の有意な影響は見られなかった。今回、右利き症例の右下肢に重量負荷を行ったが、左下肢に負

荷を行った場合に、同様な結果が得られるかは推測できない。

E. 結論

健常者において、一側下肢に重量負荷を行うと、歩行時、初期接地時に衝撃が大きくなり、足部の位置決めに不安定性を生じる可能性があることが推測された。また、非負荷側下肢には、立脚期において、負荷側下肢以上に負担が増している可能性があり、負荷重量が大きくなると非負荷側下肢の toe off 力がばらつき不安定になる可能性も考えられた。高齢者・高齢障害者において、若年健常者と同様のことが言えるかどうかの研究も今後計画する。

中枢性麻痺疾患に対して、プラスチック AFO は、さまざまなタイプが考案処方されているが、基本形態・基本性能さらに最近では能動的下肢装具の性能など多くの研究がなされている。しかし、最も基本的な AFO の重量が歩行におよぼす影響については、運動失調症以外では、客観的な研究はほとんど見られない。私たちは基本性能が同等であれば、片麻痺の一部の症例を除いて、下肢装具は軽量である方が、歩容面・歩行エネルギー消費面からみて好ましいと考えており、今後さらに下肢への重量負荷が歩行におよぼす影響に関する研究を継続したい。

F. 引用文献

- 1) 服部 一郎 : リハビリテーション技術全書, 527-541. 1984 医学書院

高齢者の体位変換に伴う循環動態の変化と心臓交感神経機能の関連

田村拓久（国立療養所東埼玉病院 神経内科医長）

研究要旨：高齢者の体位変換における総頸動脈収縮期血流速度の変化および収縮期血圧の変動と心臓交感神経機能との関連を解析した。立位で総頸動脈内径に変化はなかったが、利き腕と同側の収縮期血流速度が有意に低下した。心臓交感神経機能障害が高度な症例ほど体位変換による収縮期血圧の低下が著明であった。

キーワード：総頸動脈血流速度、起立性低血圧、心臓交感神経機能障害、I-123 MIBG 心筋 SPECT

A. 研究目的

高齢者の心臓交感神経機能と循環動態の関連を解析することにより転倒に及ぼす影響を検討する。

B. 研究方式

64.6～84.5歳（平均年齢75.8歳）の外来患者9例を対象とした。方法は、24時間心電計および血圧計を装着後、臥位と立位での血圧、ドップラー法により両側の総頸動脈内径および収縮期血流速度を測定した。さらに、I-123 metaiodobenzyl guanidine (MIBG) を用いた心筋シンチのブルズ・アイ法により洗い出し率を測定した。そして、体位変換による血圧、総頸動脈内径および収縮期血流速度の変化と心臓交感神経機能との関連を解析した。

C. 研究結果

1. 患者背景：高血圧6例、起立性低血圧（失神の既往）2例、脳梗塞既往3例（右片麻痺1例、頭部CT上後頭葉部梗塞1例、ラクナ

所見のみ1例）、糖尿病3例、不整脈4例、心臓弁膜症2例、呼吸不全1例であった。内服薬は、降圧薬が6例、利尿薬が3例、糖尿病治療薬が2例、抗不整脈薬が2例に使用されていた。利き腕は全症例右であった。

2. 血圧：収縮期血圧は臥位が93.3～172.7mmHg（平均±標準偏差；130.0±24.4mmHg）、立位が116.0～183.0mmHg（137.6±18.7mmHg）であった。臥位に比べ立位で低下した症例は3例存在し、その差は各々3.6、17.5、38.2mmHgであった。起立性低血圧の1例は、38.2mmHgに低下したが、他の1例は、逆に54.0mmHgの増加を認めたが、24時間における収縮期血圧の変動は115mmHgと対象者内で最大であった。一方、立位で増加した症例は6例存在し、3.0～54.0mmHgであった。拡張期血圧は、臥位70.3～124.7mmHg（84.7±16.9mmHg）、立位63.7～112.3mmHg（91.1±16.0mmHg）であった。

3. 総頸動脈の指標：左側内径は、臥位が0.534～0.838cm（0.730±0.088cm）、立位では0.624～0.851cm（0.733±0.079cm）、右側は、臥位0.578～0.898cm（0.745±0.100cm）、立位

0.564~0.864cm (0.740±0.091cm) で、体位変化による内径差および左右差はなかった(図1)。左側の最大収縮期血流速度は、臥位51.0~100.0cm/秒(69.3±16.5cm/秒)、立位45.3~97.8cm/秒(67.8±19.6cm/秒)で差はなかった(図2)。一方、右側は、臥位39.4~96.1cm/秒(64.3±19.5cm/秒)、立位37.0~87.1cm/秒(56.4±16.8cm/秒)と低下した(p=0.0193)。臥位の最大収縮期血流速度には左右差はなかったが、立位では右側が低下した(p=0.0062)。左側の平均収縮期血流速度は、臥位24.6~57.0cm/秒(33.4±10.4cm/秒)、立位17.8~50.1cm/秒(29.5±9.6cm/秒)と低下し(p=0.0144)、右側も臥位21.6~51.5cm/秒(32.2±9.9cm/秒)、立位17.0~33.5cm/秒(24.2±5.9cm/秒)と低下したが(p=0.0044)、体位変換による左右差はなかった。

4. I-123MIBG心筋シンチの指標：洗い出し率は、12~35%(27.6±8.3%)であった。

5. 心臓交感神経機能との関係：洗い出し率と体位変換による両側総頸動脈の内径、最大および平均収縮期血流速度の変動とは関係がなかったが、収縮期血圧の変動(立位収縮期血圧-臥位収縮期血圧)と負の関係が認められた($r=-0.775$ 、 $p=0.0407$) (図3)。一方、収縮期血圧の変動と両側総頸動脈の内径、右側の最大および平均収縮期血流速度の変動とは関係がなかったが、左側の最大および平均収縮期血流速度と負の関係が認められた(最大収縮期血流速度； $r=-0.670$ 、 $p=0.0484$ 、平均収縮期血流速度； $r=-0.729$ 、 $p=0.0260$)。

D. 考察

安静時の総頸動脈の血流は、利き腕により左右差は認められないが、内頸動脈の血流は利き腕の反対側に多いことが知られている¹⁾。一方、起立性低血圧と脳血流の関係に関する報告は認められるが、起立性低血圧患者の左右脳血流に関する報告はほとんどない²⁾。今回の研究でも臥位の総頸動脈収縮期血流速度に差は認められなかった。体位変換による左右総頸動脈の内径に有意な変化はなかったが、立位により最大収縮期血流速度は利き腕の右側で低下し、さらに左側と比べ有意差を認めた。また、平均収縮期血流速度では、両側とも立位で低下した。このことは、臥位のみならず立位における優位半球への血流維持の調節が行われていることが示唆された。本研究では、脳血管造影を行っていないため右側頸動脈系の情報はないが、狭窄部位の存在により劣位半球の脳梗塞を発症する可能性を有している。

I-123 MIBGは、交感神経末端で血漿ノルエピネフリンと同様の動態を示すことを利用して、心不全、不整脈、その他の心疾患、自律神経障害を来す神経筋疾患等で心臓交感神経機能との関連を検討している。起立性低血圧に関する報告は、自律神経障害を有する神経疾患や糖尿病患者に関しては散見されるが^{3),4)}、これらを有しない高齢者での検討はない。今回の研究では、糖尿病患者を3例含んでいるが、I-123 MIBG心筋シンチの洗い出し率と収縮期血圧の変動は負の相関を認めたことは注目すべき所見である。一般に、I-123 MIBG心筋シンチの洗い出し率の増加は、心臓交感神経機能の障害を示唆する。したがって、心臓交感神経機能障害が高度な症例ほど起立性低血圧が生じやすいことが考え

られる。本研究で起立性低血圧を有する患者は2例存在した。1例は、起立性低血圧の基準を満たしたが、他の1例は満たしていない。この症例は、24時間の血圧変動が他患者と比べ最大で、このことと起立性低血圧による失神との関連が疑われた。

高齢者は多種の疾患を合併し、多剤を使用していることが多い。したがって、今後循環障害による失神、転倒を合併疾患別や薬剤別で解析する必要がある。

E. 結論

1. 高齢者を対象とし、体位変換における総頸動脈収縮期血流速度の変化および収縮期血圧の変動と心臓交感神経機能との関連を解析した。

2. 体位変換により総頸動脈内径に変化はなかったが、利き腕と同側の収縮期血流速度が有意に低下した。

3. 心臓交感神経機能障害が高度な症例ほど体位変換による収縮期血圧の低下が著明であった。

F. 引用文献

1) Bogren HG, Buonocore MH, Gu WZ : Carotid and vertebral artery blood flow in left- and right-handed healthy subjects measured with MR velocity mapping. J Magn Reson Imag. 4:37-42, 1994.

2) Yonehara T, Ando Y, Kimura K, Uchino M, Ando M : Detection of reverse flow by duplex ultrasonography in orthostatic hypotension. Stroke. 25:2407-2411, 1994.

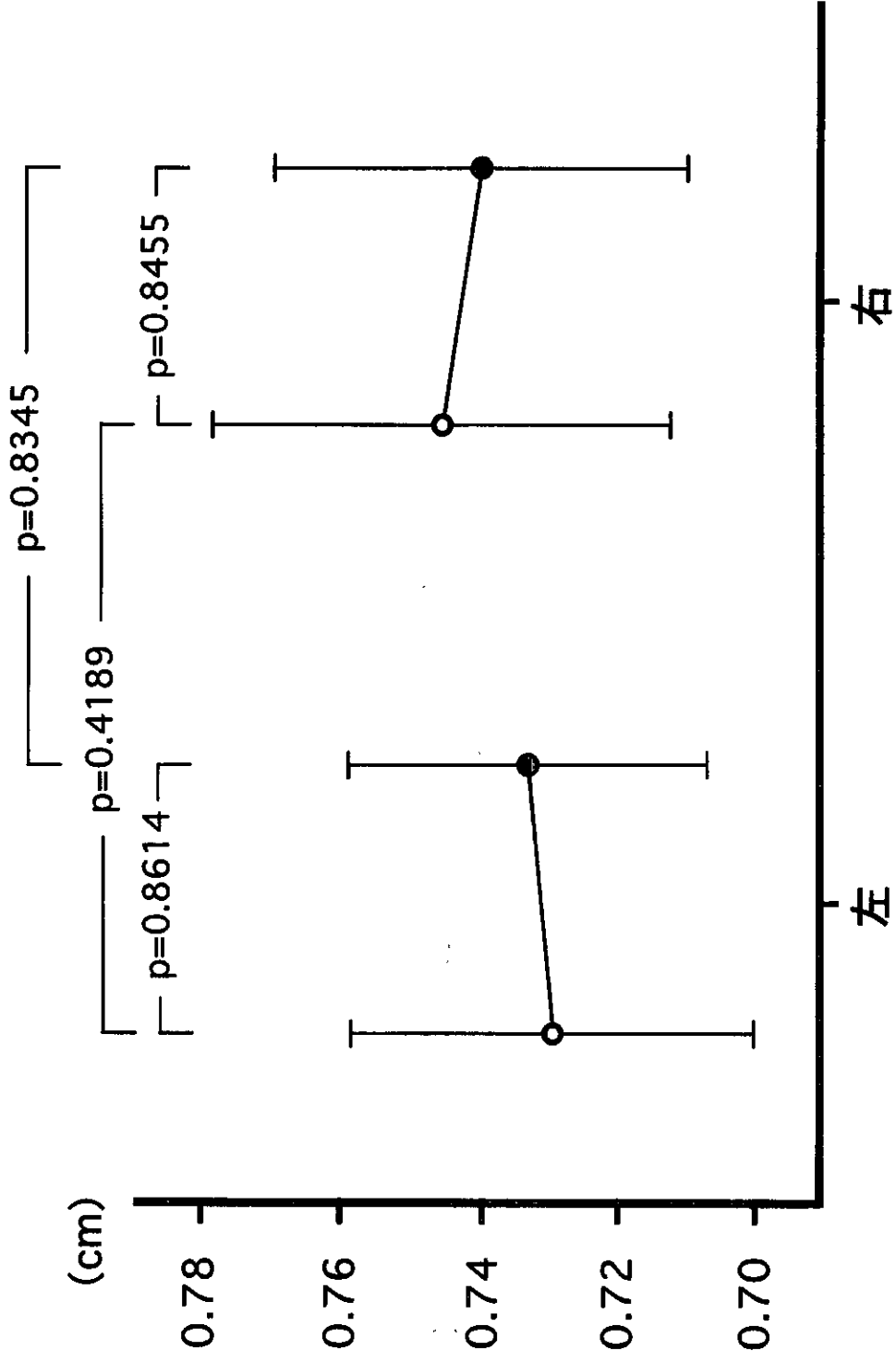
3) 白水重尚、安田武司、柳 務、高橋 昭、

長谷川康博、井上 実 : ^{123}I -MIBG 心筋シンチグラフィによる心臓交感神経機能の検討。臨床神経。34:402-404,1994.

4) Murata K, Sumida Y, Murashima S, Matsumura K, Takeda H, Nakagawa T, Shima T : A novel method for the assessment of autonomic neuropathy in type 2 diabetic patients : a comparative evaluation of ^{123}I -MIBG myocardial scintigraphy and power spectral analysis of heart rate variability. Diabetic Med. 13:266-272,1996.

● ●

図1 体位変換による総頸動脈内径の変化



● ●
 図2 体位変換による総頸動脈血流速度の変化

