

|            |   |
|------------|---|
| Title      | パーキンソン病患者の歩行障害に関する動作解析(自然科学系)   |
| Author(s)  | 武岡, 健次; 吉川, 正起; 池田, 聖児; 河村, 廣幸; 小柳, 磨毅; 田中, 則子; 淵岡, 聡; 林, 義孝                    |
| Editor(s)  |   |
| Citation   | 大阪府立看護大学医療技術短期大学部紀要. 1999, 4, p.45-49   |
| Issue Date | 1999-01-29  |
| URL        | <a href="http://hdl.handle.net/10466/2477">http://hdl.handle.net/10466/2477</a> |
| Rights     |   |

短 報

## パーキンソン病患者の歩行障害に関する動作解析

武岡健次<sup>1)</sup>, 吉川正起<sup>1)</sup>, 池田聖児<sup>1)</sup>, 河村廣幸<sup>2)</sup>,  
小柳磨毅<sup>3)</sup>, 田中則子<sup>3)</sup>, 淵岡 聡<sup>3)</sup>, 林 義孝<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>大阪府立成人病センター整形外科リハビリテーション室, <sup>2)</sup>大阪府立病院整形外科理学療法室,  
<sup>3)</sup>大阪府立看護大学医療技術短期大学部理学療法学科)

### Motion Analysis in Gait Disturbance in Patients with Parkinson's Disease

Kenji Takeoka<sup>1)</sup>, Masaki Yoshikawa<sup>1)</sup>, Seiji Ikeda<sup>1)</sup>, Hiroyuki Kawamura<sup>2)</sup>,  
Maki Koyanagi<sup>3)</sup>, Noriko Tanaka<sup>3)</sup>, Satoshi Fuchioka<sup>3)</sup> and Yoshitaka Hayashi<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Rehabilitation Medicine, Osaka Medical Center for Cancer and Cardiovascular Disease, <sup>2)</sup>Department of Rehabilitation Medicine, Osaka Prefectural General Hospital, and <sup>3)</sup>Department of Physical Therapy, Osaka Prefectural College of Health Sciences)

Parkinson's Disease (PD) is a common neurodegenerative disease of the elderly with characteristic symptoms including gait abnormality. This study was carried out to reveal whether the provision of a goal affects the walking for patients with PD. Ten patients with PD aged 60-77 as well as 6 normal volunteers aged 64-72, as a control group, were examined. All these subjects were tested to walk straight forward 10 meters, with and without a chair (as a goal) placed forward to sit on. Walking of these subjects were analyzed by estimation of temporal, distance and kinematic factors on motion pictures taken by video camera system. When the goal was provided, patients with PD walked significantly slower with shorter step length than in non-provision. Besides, the goal restricted their knee joint movement and increased the ratio of double supporting period. These results suggest that patients with PD may be less able to walk with a goal provided than without one.

**Key words:** Parkinson's disease; gait disturbance; motion analysis

#### はじめに

パーキンソン病 (以下 PD と略す) は黒質線条体系のドーパミン欠乏を背景として起こる中枢神経疾患であり, リハビリテーション医療の治療対象となることの多い慢性進行性の難病である<sup>1,2)</sup>。PD 患者の歩行は体幹が前傾し, 上肢の振りが減少するなどの特徴的な姿勢を呈し, すくみ足や小刻み歩行, 突進現象などの歩行障害が, 日常生活動作を阻害する重要な症状の 1 つとなる<sup>3-5)</sup>。

PD 患者の歩行において, 歩行路上に一定間隔の線分などがあると, 患者の歩行障害が軽減するという矛盾行

動 (kinesie paradoxale) が存在することはよく知られている<sup>6-8)</sup>。しかしこれとは逆に, 患者が椅子やベッド等の目標物に腰掛けようとして歩行する際に, 通常の歩行に比べて, すくみ足や小刻み歩行が著明に出現して移動能力を低下させ, 時には転倒に至ることをしばしば経験する。こうした PD 患者の歩行障害が, 歩行に付随する目的行動によって増悪する現象を分析した報告は少ない。

そこで今回我々は, PD 患者に対して前方の椅子に腰掛ける条件を付加した歩行を行わせ, 通常の歩行と比較し, 目的行動の有無が PD 患者の歩行障害に及ぼす影響を動作分析手法を用いて検討したので報告する。

#### 対 象

対象は歩行可能な PD 患者 10 例 (男性 8 例, 女性 2

例；以下 PD 群) であり，症例の年齢は 60 歳から 77 歳，平均  $69.3 \pm 4.8$  歳であった。Hoehn & Yahr の重症度分類 (Stage) <sup>9)</sup> は II が 2 例，III が 6 例，IV が 2 例であった。対照群は 6 例 (男性 1 例，女性 5 例) で年齢は 64 歳から 72 歳，平均  $67.5 \pm 2.6$  歳，神経疾患や骨関節疾患を有しない健常人とした。患者群と対照群の年齢，身長および体重に有意な差はなかった (表 1)。

## 方 法

歩行路前方に目標物を配置した環境を設定し，被験者の一歩行周期における歩行速度・歩幅・両脚支持時間・膝の関節運動を分析した。以下に歩行条件と歩行分析の方法を示す。

### 1. 歩行条件 (図 1, 2)

被験者に 2 m の準備歩行後に 10 m の歩行路を椅子に向かって歩行し，椅子に坐るように指示した (目的歩行)。次に同じ距離で目標物のない歩行を同一距離で行わせた (通常歩行)。以上の歩行をランダムに 3 回ずつ施行し，10 m の歩行に要した時間の最も短い試行を採用した。目的歩行の準備歩行を終了した直後 (以下 A) と椅子に坐

る方向転換の直前 (以下 B)，通常歩行の終了直前 (以下 C) のそれぞれ一歩行周期に分類し，以下の歩行分析を実施した。

### 2. 歩行分析

被験者の肩峰，大転子，膝関節外側，足部外果に反射指標を張り付け，側面からビデオカメラ 2 台を用いて歩行を撮影した。撮影画像から A, B, C の歩行周期をビデオ式三次元動作解析システム (エムピージャパン社製 TOMOCO システム) を用いて 15 Hz のサンプリング周波数で解析し，以下の時間因子，距離因子，関節運動因子を分析した。

- 1) 歩行速度：肩峰の移動速度
- 2) 歩幅：両脚支持期における両足部外果間の距離
- 3) 両脚支持時間の割合：一歩行周期中の両脚支持時間の割合

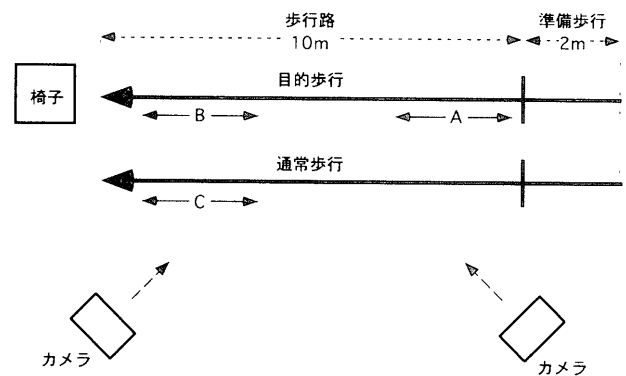


図 1 方法 (歩行路)

- A：目的歩行の準備歩行を終了した直後の一歩行周期  
 B：椅子に坐る方向転換直前の一歩行周期  
 C：通常歩行の終了直前の一歩行周期

|         | PD 群 (n=10)     | 対照群 (n=6)        |
|---------|-----------------|------------------|
| 年齢 (歳)  | $69.3 \pm 4.8$  | $67.5 \pm 2.6$   |
| 身長 (cm) | $157.6 \pm 8.0$ | $152.7 \pm 10.7$ |
| 体重 (kg) | $49.7 \pm 10.5$ | $49.7 \pm 9.6$   |

PD 群：パーキンソン病患者群

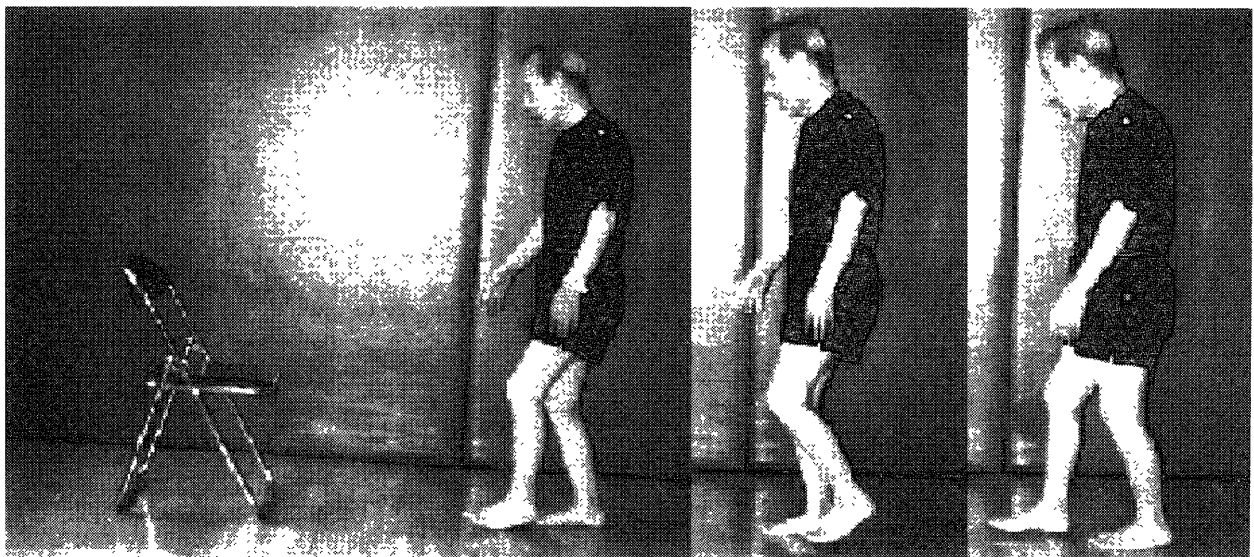


図 2 目標歩行

椅子に坐る方向転換直前の一歩行周期を被験者の肩峰，大転子，膝関節外側，足部外果に反射指標を張り付け，側面から歩行動作を撮影した。

4) 膝関節運動：一歩行周期における膝関節の角度変化  
 これらの項目をPD群と対照群の間で比較検討した。  
 統計処理には2元配置分散分析を用い、多重比較を行って有意水準は5%未満とした。

結 果

1. 歩行速度

歩行周期Aの歩行速度は対照群が1.05±0.01 m/sec, PD群では0.63±0.23 m/secであった。歩行周期Bの歩行速度は対照群が0.96±0.07 m/sec, PD群では0.55±0.22 m/secであった。歩行周期Cの歩行速度は対照群が1.07±0.07 m/sec, PD群では0.76±0.18 m/secであった。いずれの歩行周期もPD群は対照群に比べて有意に歩行速度が遅かった ( $p < 0.01$ )。さらに対照群の歩行速度は歩行周期A,B,C間に差はなかったが, PD群ではAとBの歩行速度はCに比べて有意に低下していた ( $p < 0.01$ )(図3)。

2. 歩幅

歩行周期Aの歩幅は対照群が56.0±4.14 cm, PD群で

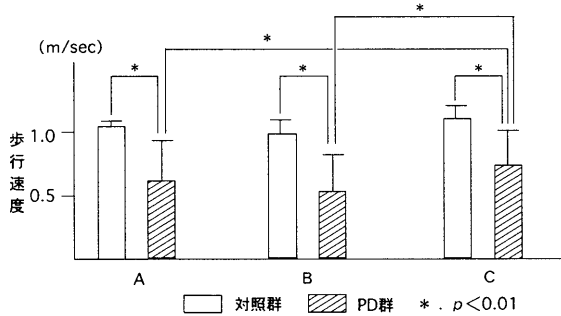


図3 歩行速度の比較  
 (肩峰の移動速度にて測定)  
 A: 目的歩行の準備歩行を終了した直後の一歩行周期  
 B: 椅子に坐る方向転換直前の一歩行周期  
 C: 通常歩行の終了直前の一歩行周期

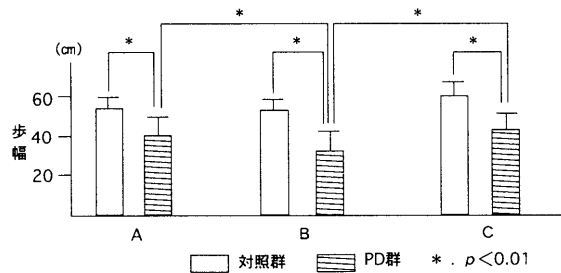


図4 歩幅の比較  
 (両足部外果間の距離にて測定)  
 A: 目的歩行の準備歩行を終了した直後の一歩行周期  
 B: 椅子に坐る方向転換直前の一歩行周期  
 C: 通常歩行の終了直前の一歩行周期

は39.2±8.99 cmであった。歩行周期Bの歩幅は対照群が53.6±4.52 cm, PD群では32.4±9.88 cmであった。歩行周期Cの歩幅は対照群が59.1±5.69 cm, PD群では41.4±8.41 cmであった。

歩行周期A, B, Cいずれにおいても, PD群は対照群に比べて有意に歩幅が減少していた ( $p < 0.01$ )。さらにPD群のBは, AとCに比べ有意に歩幅が減少していた ( $p < 0.01$ )(図4)。

3. 両脚支持時間の割合

両脚支持時間の割合は, 歩行周期Aにおいて対照群が14.4±2.8%, PD群では18.3±4.7%であった。歩行周期Bでは対照群が16.1±3.5%, PD群は21.9±6.4%であった。歩行周期Cの対照群では12.2±3.6%, PD群は14.8±2.9%であった。両脚支持時間の割合は歩行周期CではPD群と対照群に差は認められなかったが, 歩行周期AとBにおいてはPD群の両脚支持時間の割合が対照群に比べて有意に高かった ( $p < 0.05$ )(図5)。

4. 膝関節の角度変化

歩行周期AとBにおける立脚期の踵接地ならびに足

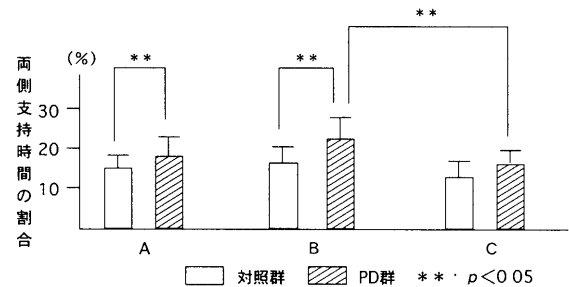


図5 両脚支持時間の割合の比較  
 (一歩行周期の両脚支持時間の割合にて測定)  
 A: 目的歩行の準備歩行を終了した直後の一歩行周期  
 B: 椅子に坐る方向転換直前の一歩行周期  
 C: 通常歩行の終了直前の一歩行周期

表2 膝関節角度 単位(°)

|   | 立脚期 |      | 遊脚期  |
|---|-----|------|------|
|   | 踵接地 | 足尖離地 | 遊脚中期 |
| A | PD群 | 15±4 | 19±4 |
|   | 対照群 | 5±1  | 10±1 |
| B | PD群 | 23±8 | 26±6 |
|   | 対照群 | 6±3  | 11±5 |

立脚期の踵接地ならびに足尖接地と遊脚中期の膝関節角度を示す。

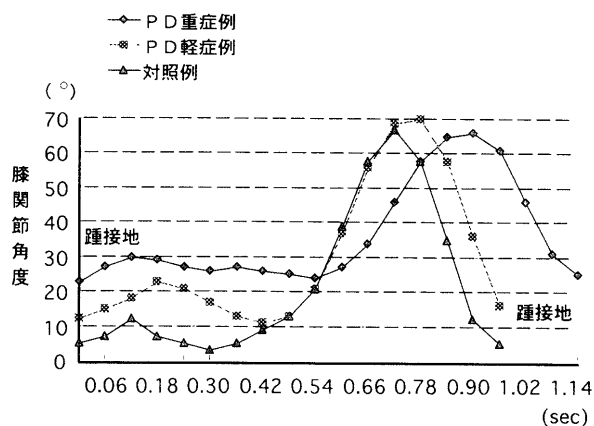


図6 歩行周期 A における膝関節角度変化  
A：目的歩行の準備歩行を終了した直後の一歩行周期

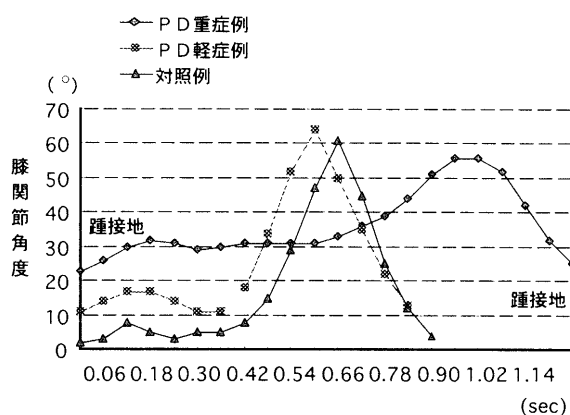


図7 歩行周期 B における膝関節角度変化  
重症例では立脚期における膝屈曲の増大と遊脚期での減少が顕著となり、二重膝作用が消失していた。  
B：椅子に坐る方向転換直前の一歩行周期

尖離地と遊脚中期の膝関節角度を示す (表 2)。PD 群は立脚期の膝屈曲角度が増大し、逆に遊脚期では屈曲角度が減少する傾向にあった。さらに PD 群の重症例 (stage IV) と軽症例 (stage II) および対照例について、A および B における一歩行周期の膝関節の連続的な運動を観察した (図 6, 7)。

その結果、重症例は目標物に近づく歩行周期 B において、立脚期における膝屈曲の増大と遊脚期での膝屈曲の減少がより顕著となり、軽症例や対照例にみられる一歩行周期に 2 回の膝屈曲と伸展を繰り返すいわゆる二重膝作用 (double knee action) が消失していた。

## 考 察

ビデオ画像による歩行分析の結果、PD 患者は健常高齢者と比較して歩行速度の低下、歩幅の減少、膝関節運動の減少が認められ、Knutsson<sup>10)</sup>が報告した PD 患者の歩行分析についての研究や我々の先行研究<sup>11)</sup>と一致する結果であった。

今回我々が実施した椅子に腰掛けるという目的動作を付加した歩行では、PD 患者は目的行動に移る直前の歩行周期 B において、歩行速度の低下、歩幅の減少、膝関節運動の減少がさらに増悪する傾向がみられ、両脚支持時間の割合も増加する傾向にあった。これらの歩行速度の低下と両脚支持時間の増加はすくみ足を、歩幅と膝関節運動の減少は小刻み歩行の増悪を反映していると考えられる。これは患者が日常生活の中で訴える、「椅子や車椅子に坐ろうとすると、足がすくみ、小刻みになる」という歩行障害の増悪現象と一致し、椅子に坐るなどの目的行動は、歩行障害の増悪因子となり得ることが示唆された。

PD の主病変である黒質および大脳基底核は、大脳皮質の運動野、前運動野などと密接な情報の交換を行い、運動のプログラミングと制御に関係すると報告されている<sup>12)</sup>。PD 患者の歩行障害が目的歩行において増悪するのは、より複雑で高位のプログラミングと制御が必要である椅子に坐る動作への移行が、比較的意識下の自動的な運動である歩行にも影響を及ぼしたものと推察される。また我々の行った先行研究の結果から、歩行路が障害物によって段階的に狭小するといった視覚情報も、歩行障害の増悪因子となることが明らかになっている<sup>11)</sup>。

さらに我々は PD 患者が目標物に近づいた時の歩行分析を実施し、一歩行周期中の膝関節運動を分析した。その結果、PD 群は立脚期の膝屈曲角度が増大し、逆に遊脚期では屈曲角度が減少する傾向にあった。さらに重症例は対照例や軽症例に比べて膝関節角度変化が減少し、立脚時間の延長と遊脚初期にみられる膝関節の屈曲角度は緩徐になる傾向がみられた。特に重症例が目標物に近づいた時に膝関節の屈曲が減少し二重膝作用が緩徐となったのは、すくみ足や小刻み歩行により遊脚期の膝屈曲および伸展運動が抑制されたためと考えられる。二重膝作用は立脚期に股関節と足関節との連動により、重心移動を減少させ、床反力による衝撃の吸収と推進力に作用すると言われている<sup>12)</sup>。こうした重症例における膝運動機能の消失は、PD 患者の歩行の不安定化やエネルギー消費の増大にもつながると推察された。

以上より、目的行動を付加した環境での歩行速度、歩幅、両脚支持時間の割合、膝関節運動における我々が考案した測定法は、PD 患者の歩行障害の評価の指標になると考えられる。

今後症例数を増やし、この評価方法の妥当性について検討したい。また PD 患者の日常生活における重大な阻

害因子であるすくみ足や小刻み歩行に対する訓練方法や、在宅での歩行障害を軽減する方法についても研究を進めていきたい。

## 結 論

PD患者の歩行障害が目的行動を付加することによって増悪する現象を、歩行速度、歩幅、一歩行周期の両脚支持時間の割合、膝関節運動についてビデオ式三次元動作解析システムを用いて解析した。

PD患者では、目標物に近づくと歩行速度の低下、歩幅の減少、両脚支持時間の割合の増加、膝関節運動の減少が顕著になることが明らかとなった。

PD患者の歩行速度の低下や、両脚支持時間の割合の増加はすくみ足を反映し、歩幅と膝関節運動の減少は小刻み歩行を反映していると考えられた。

本研究を行うにあたり、ご助言をいただきました大阪大学医学部神経内科学教室の阿部和夫先生に深謝致します。なお本研究は平成9年度の大阪府立看護大学医療技術短期大学部共同研究として助成を受けて実施し、論文の要旨は第33回1998年日本理学療法士学会において発表した。

## 文 献

- 1) 井上隆三 (1992) パーキンソン病及びパーキンソン症候群患者の重心位置、重心移動、重心動揺の変化. 理学療法学, 19:546-550.
- 2) 橋本信也 (1992) “難病の事典”, 照林社, 東京, p.44-45.
- 3) 千田富義, 中村隆一 (1986) 歩行 (基礎から臨床まで) 失調性歩行, パーキンソン病歩行. 理・作療法, 20:540-546.
- 4) 外山治人, 岡西哲夫, 梶原敏夫 (1991) すくみ足・小刻み歩行を呈するパーキンソン病患者に対する歩行訓練について. 理・作療法, 18:521-527.
- 5) 樽林洋介 (1991) Parkinson病におけるすくみ足の臨床的検討. 埼玉医科大学雑誌, 18:327-335.
- 6) Imai, H. (1996) Clinicophysiological features of akinesia. Eur. Neurol., 36 (Suppl.) 1:9-12.
- 7) Umahara, T., Kano, H., Iwamoto, T., Katsunuma, H., Tachikawa, K. and Tachikawa, S. (1991) An MRI and SPECT study of frozen gait without other manifestations of parkinsonism in the elderly. 日本老年医学会雑誌, 28:377-384.
- 8) Nakaoka, T. (1983) Experimental tremor produced by ventromedial segmental lesion in monkeys. Neuroanatomical study. Appl. Neurophysiol., 46:92-106.
- 9) Hoehn, M.M. and Yahr, M.D. (1967) Parkinsonism onset progression and mortality. Neurology, 17:427-442.
- 10) Knutsson, E. (1972) An analysis of parkinsonian gait. Brain, 95:475-486.
- 11) 武岡健次, 岡田光郎, 七堂大学, 山田保隆, 河村廣幸, 小柳磨毅 (1997) パーキンソン病患者の小刻み歩行の評価. 大阪府立病院医学雑誌, 20:46-48.
- 12) 窪田俊夫, 大橋正洋 (1997) “歩行障害の診断・評価入門”, 医歯薬出版, 東京, p.941-951.

---

(受付日1998年10月30日, 受理日1999年1月22日)