

# 在宅パーキンソン病高齢者の歩行障害に対する 聴覚的リズム刺激を用いた治療法（第1報）

—パーソナルテンポに合わせた歩行練習—

佐藤 佐和子<sup>1)</sup> 吉田 紀明<sup>2)</sup>

## Effects of rhythmic auditory stimulation using personal tempo on the gait disturbance of patients with parkinsonism — a home physiotherapy —

Sawako Sato (OTR, MS)<sup>1)</sup>, Motoaki Yoshida (MD)<sup>2)</sup>

### 要 旨

パーキンソン病の歩行障害に対して、パーソナルテンポと言われる個人固有のテンポを外的リズム刺激として用いた歩行練習の効果について検討した。症例は介助なし歩行にて在宅生活を送るパーキンソン病もしくはパーキンソン症候群8名であり、平均年齢は74.5±5.1歳、重症度はYahr分類でI度からIV度であった。課題はパーソナルテンポを録音したオーディオプレーヤーを聴きながら、毎日約15分間自宅で歩行練習を行うこととした。期間は1ヶ月とした。歩行速度、歩幅、ケイデンスを指標として測定した。1ヶ月後の測定において、各指標に有意な変化は認められなかった。しかし、症例ごとに観ると改善を示す例も複数認められた。研究の限界を含めて考察を加えた。

キーワード：パーキンソン病

在宅高齢者

歩行障害

聴覚リズム刺激

パーソナルテンポ

1) 目白大学保健医療学部作業療法学科

2) 健康科学大学健康科学部作業療法学科（神経内科）

1) Dept. of Occupational Therapy, Faculty of Health Medicine, Univ. Mejiro

2) Dept. Neurology, Division of Occupational Therapy, Univ. Health Science

## はじめに

パーキンソン病は難病に指定されており、高齢者に多く、多くの方が10年を超える長期にわたり在宅生活を送られている。症状は徐々に進行するが、中でも歩行障害は身体機能面、生活面、精神面などに大きな影響を及ぼすため、よりよい歩行状態を維持することはQOLの点からも重要であると考えられる。

パーキンソン病の歩行障害、特にすくみ足に対しては現在有効な薬物療法がない。これまでパーキンソン病の歩行障害に対して、視覚的キュー (cue) や聴覚的キューなどの外的刺激を用いたリハビリテーションが行われており、歩行速度や歩行量、歩幅などに対する改善が報告されている<sup>1-10)</sup>。特に聴覚的キューを用いた研究では、中枢神経系の運動コントロールシステムに作用するリズムの働きが明らかにされつつある<sup>8)</sup>。パーキンソン病で障害される内的なリズム形成に対して外的リズム刺激を用いて補うと、歩行練習なしでも歩行障害が改善したとの報告もなされている<sup>11)</sup>。しかし無動の一種であるすくみ足の改善は困難である。一方リズムに関連して、人間はパーソナルテンポ (精神テンポ、メンタルテンポ) という個人固有の一貫したテンポを持っていることが知られている<sup>12,13)</sup>。パーソナルテンポにあわせて行動したときに最もストレスやミスが少なくなり、それ以外のテンポの時はストレスを感じやすくなると言われている。

本研究では、在宅で暮らすパーキンソン病またはパーキンソン症候群の方の歩行障害に対して、パーソナルテンポを用いた外的リズム刺激が及ぼす効果について検討した。

## 対 象

対象は、介助なし歩行にて在宅生活を送るパーキンソン病もしくはパーキンソン症候群の8症例 (男性3名、女性5名) であり、平均年齢は $74.1 \pm 5.1$ 歳、重症度はYahr分類でI度からIV度の範囲にあり (I度1名、II度2名、III度4名、IV度1名)、罹病期間は $4.9 \pm 2.7$ 年であった。運動障害は片側性が1名、両側性が7名であった。歩行障害の症状のうちすくみ足が6名、加速歩行が6名、転倒傾向が4名にみられ、いずれも重症度に比例していた (表1)。対象者と介護者には課題期間中に内服薬の変更の予定がないことを確認した後に、本研究の目的と課題を口頭および書面により説明し、十分な理解と書面による同意を得た。

## 方 法

### 1) パーソナルテンポの設定

パーソナルテンポはビデオ (Victor製, Everio GZ-MG505) を用いて個別に対象者の自宅にて測定した。障害が少ない方の手 (利き手7名、非利き手1名) で2分間、机や大腿前面をたたいてもらった。テンポについては、自由で心地のよいと感じるテンポでなるべく一定のテンポを心がけるよう教示した。本研究ではパーソナルテンポを以下のように定義した。

表1 症例の内訳

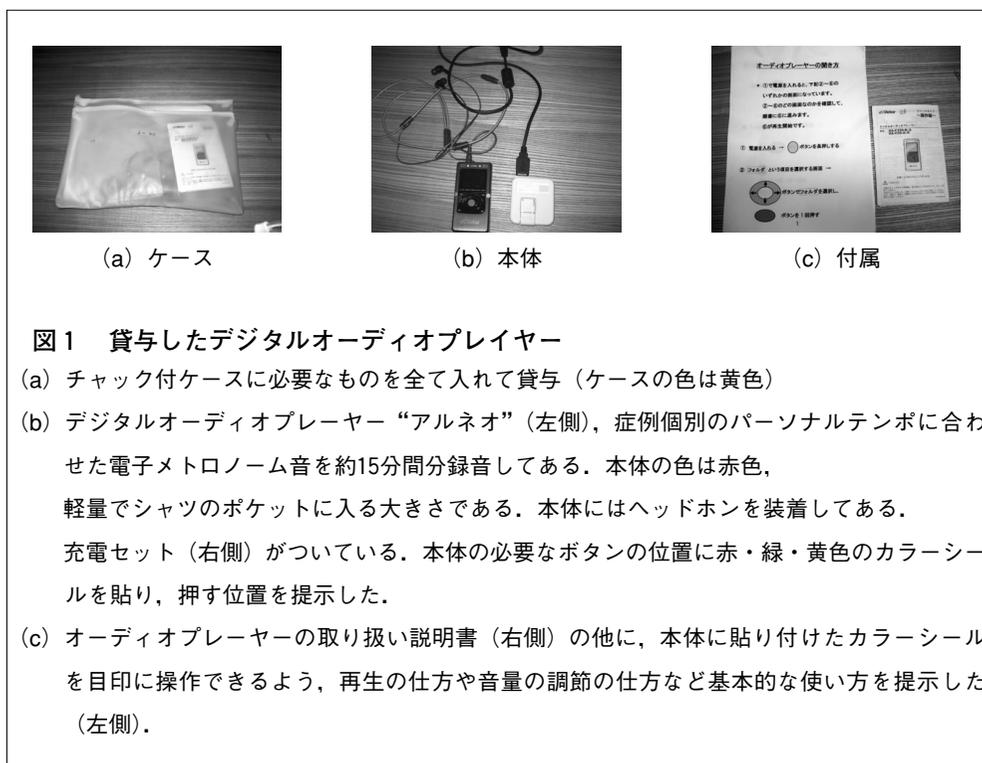
症例	A	B	C	D	E	F	G	H	平均年齢(歳)	SD
									74.1	5.1
性別	F	M	M	M	F	F	F	F	74.1	5.1
年齢	60代	70代	60代	60代	80代	70代	70代	80代		
疾患名	パーキンソン病	パーキンソン病	パーキンソン病	パーキンソン病	パーキンソン病 症候群	パーキンソン病	パーキンソン病	パーキンソン病 症候群		
Yahr分類	I	II	III	III	II	III	III	IV	罹患期間 平均(年)	SD
罹患期間(年)	3	3	3	10	5	2	6	7	4.9	2.7
片側・両側	片側・右	両側	両側	両側	両側	両側	両側	両側		
歩行障害	(-)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)		
	(-)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)		
	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)		
	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)		

パーソナルテンポ (回/分) = 2分間のうちの途中1分間 (31秒から90秒の間) に机をたたいた回数

## 2) 外的リズム刺激課題

1) にて測定した個々のパーソナルテンポを, メトロノーム (SEIKO 製, DIGITAL QUARTZ METRONOME SQ 100-77) を使用して電子メトロノーム音に変換した. その電子メトロノーム音をデジタルオーディオプレーヤー (Victor 製 alneo, XA-C 59, 以下アルネオ) に15分間録音し, 対象者に貸与した (図1). 対象者には自宅で毎日アルネオを装着して15分間歩行練習を行うよう課題を提示した. 歩行場所は屋内外問わず好みの場所で行ってよいと説明した. 課題遂行期間は1ヶ月とした.

開始2週間後に筆者らが1度訪問し, 課題の遂行状況を見守った.



## 3) 課題履行前後の歩行状況の測定

各対象者の課題履行前後における歩行状況をビデオにて撮影し, 歩行距離 (m), 歩行時間 (min), 歩数 (steps), 歩行速度 (m/min), 歩幅 (cm/step), ケイデンス (steps/min), すくみ足の回数 (回) を測定し, 算出した. なお, 測定に際して下記の4点に配慮して場面設定を行った.

- ・測定時間帯; 課題提示前, 提示後ともに同時時間帯に設定した (日内変動への配慮).
- ・測定場所 ; 歩行場所は自宅内で普段よく移動するコースの往復とした (居間からトイレ間など, 平均歩行距離は $18.2 \pm 6.3$  m).

- ・測定回数；1度につき測定は2回行った。1回目は練習とし、2回目を測定した。
- ・体調の確認；測定前には表情などの観察の他に、血圧及び心拍数測定（テルモ社製、電子血圧計 ES-P 2000 A）を行い体調に配慮した。

#### 4) その他の測定

上記の他にも今回の課題に関連するアンケート調査を行った。課題履行前には「歩行の調子」と称して現在の主観的な状態をたずねた。課題履行後は「歩行の調子」の他に、パーソナルテンポを用いた外的リズム刺激課題に対する質問「課題への取り組み」「歩きやすさ」「課題時間」をたずねた。答えは筆者らの用意した3～5択より選択する形とした。

#### 5) 統計学的分析

対象8名の課題履行前後における歩行状況（歩行速度、歩幅、ケイデンス）について、対応のあるt検定にて有意差検定を行った。Microsoft Excel 2003を用い、有意水準5%での両側検定を行った。

#### 6) 倫理的配慮

本研究は健康科学大学の研究委員会の承認を得て行った。

## 結 果

#### 1) 課題履行前後の歩行状況

課題履行前後における歩行状況について、表2に統計学的検定結果、表3に症例ごとのデータを示す。歩行速度、歩幅、ケイデンスのいずれも課題履行前後の平均値の間には有意な差がみられなかった（表2）。また、課題履行前に比較して課題履行後のほうが歩行速度と歩幅は標準偏差、すなわちばらつきが大きくなっていた。症例別にみると、歩行速度は4名増加-3名減少-1名不変、歩幅は4名増加-2名減少-2名不変、ケイデンスは4名増加-3名減少-1名不変であった（表3）。ケイデンスは加速運動を考慮すると歩幅の増加と連動することが望ましいと考えられる。その点、ケイデンスの増加がみられた4名のうち3名は歩幅の増加もみられた。すくみ足回数は課題履

表2 課題履行前後の歩行状況の変化（全体）

	課題前		課題後		t 値
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
歩行速度 (m/min)	31.09	14.29	33.93	18.29	0.28 (n.s.)
歩幅 (cm/step)	31.39	11.44	33.84	15.55	0.28 (n.s.)
ケイデンス (steps/min)	96.36	14.87	98.02	14.9	0.61 (n.s.)

対応のあるt検定を用い、両側検定で有意水準を5%とした。

表3 症例別の課題履行前後の歩行状況の変化

症例	A		B		C		D		E		F		G		H	
	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後
歩行距離 (m)	30.20		16.20		19.00		18.00		11.80		16.80		23.20		10.40	
歩行時間 (min)	0.58	0.58	0.58	0.68	0.38	0.28	0.58	0.47	0.72	0.73	0.65	0.63	0.67	0.82	0.77	
歩数 (steps)	65.00	65.00	50.00	50.00	41.00	31.00	53.00	43.00	68.00	67.00	78.00	68.00	71.00	55.00	65.00	
歩行速度 (m/min)	51.77	51.77	27.77	23.71	49.57	67.06	30.86	38.57	16.47	16.09	22.91	36.63	34.80	12.73	13.57	
歩幅 (cm/step)	46.46	46.46	32.40	32.40	46.34	61.29	33.96	41.86	17.35	17.61	21.54	34.12	32.68	18.91	16.00	
ケイデンス(steps/min)	111.43	111.43	85.71	73.17	106.96	109.41	90.86	92.14	94.88	91.36	106.36	107.37	106.50	67.35	84.78	
すくみ足回数 (回)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	

行前より6名は0回とすくみ足がみられなかったが、うち症例Gでは課題履行後の測定時に1回みられた。また、症例Eでは課題履行前の測定時に1回みられたが課題履行後はすくみ足がみられなかった。症例Hは課題履行前後ともにすくみ足が1回ずつみられた。

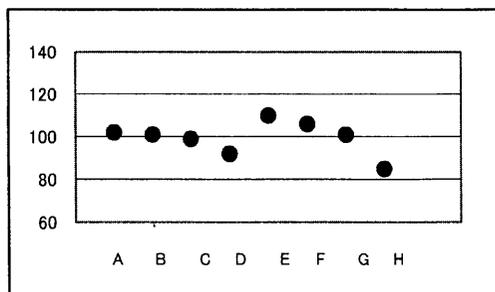


図2 各症例のパーソナルテンポ

8名のパーソナルテンポは85～110であった。

## 2) パーソナルテンポ

対象8名のパーソナルテンポを図

2に示す。本結果ではパーソナルテンポは85～110/minであり、林ら<sup>11)</sup>の設定したメトロノームテンポ120/minに比較すると全員少し遅めの設定となった。

## 3) 課題に対するアンケート結果

表4に今回の課題に関連するアンケート結果を示す。主観的な「歩行の調子」については課題履行後で3名が改善傾向を示し、4名が不変、1名は悪くなったと感じていた。「課題への取り組み」状況については8名ともにできた、もしくはだいたいできたと答えた。パーソナルテンポに合わせた歩行練習の歩きやすさについては、7名が歩きやすいと答えたが、1名はテンポが速かったと答えた。15分という「課題時間」については、5名がよいと答えたが、2名は長く、1名は短いと答えた。課題に対する自由なコメントを求めたところ、「余計なことを考えずに歩けた」、「意識して歩くようになった」、「歩きがよくなった」などのほかに、「音に合わせることで調子によって歩きすぎると後で歩けなくなった」、などの意見が聞かれた。また、課題の練習に用いたデジタルオーディオプレーヤーの使い方について、「機器が小さくて多機能であり操作が分かりにくい」との意見が1名から聞かれた。

## 考 察

結果1)が示すとおり、本研究では歩行状況に関して先行研究で報告されているような有意な改善は認められなかった。しかし結果2) 3)を含めて得られた情報は多かった。研究の限界をふまえて本研究に対し考察する。

### 1) 歩行状況について

今回測定した歩行速度・歩幅・ケイデンスについての全体の結果(表2)および個人別の結果(表3)を併せてみると各数値が課題履行後に増加することが歩行状況の改善の目安となっていたが、実際には増加したり減少したりと個々にばらつきが示された。歩行速度については先行研究<sup>11)</sup>にて聴覚的キューとして用いているメトロノームテ

表4 課題に関連するアンケート結果

	症例	A	B	C	D	E	F	G	H
課題前	歩行の調子	悪い	ふつう	ふつう	悪い	ふつう	悪い	悪い	悪い
	歩行の調子	ふつう	ふつう	ふつう	悪い	悪い	よい	悪い	よい
	課題への取り組み	だいたいできた	できた	できた	できた	だいたいできた	できた	できた	できた
	歩きやすさ	やすい	やすい	やすい	やすい	やすい	やすい	にくい (速かった)	やすい
課題後	課題時間	よい	よい	短い (希望30分)	よい	長い	長い (希望10分)	よい	よい
	課題に対する自由 コメント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・少し調子によって歩きすぎると歩けなくなった(症例A)</li> <li>・気をつけて意識して歩くようになった(症例B)</li> <li>・音を聴きながら歩くときは歩きがよくなった(症例D)</li> <li>・音を聴きながら歩くと余計なことを考えなくてよい(症例G)</li> <li>・アルネオの機器が小さく多機能で操作がわかりにくい(症例B)</li> </ul>							

「歩行の調子」……………とてもよい、よい、ふつう、悪い、とても悪い【5段階評価】  
 「課題への取り組み」……………できた、だいたいできた、ほとんどできなかった【3段階評価】  
 「歩きやすさ」……………歩きやすい、歩きにくい【2段階評価】  
 「課題時間」……………長い、よい、短い【3段階評価】

ンポよりも、今回設定したパーソナルテンポが相対的に遅めのテンポであるために生じたばらつきの可能性が示唆された。歩幅についてみると、症例 A と B が不変、C, D, E および F が増加、G と H が減少したことより、歩行障害の程度（重症度）と歩幅の広がりに関連する可能性が示唆された。

また、歩幅が増加した4名のうち3名でケイデンスと歩行速度が増加していた（症例 C, D, F）。このことはパーソナルテンポを用いた外的リズム刺激が一部の症例における歩行障害の改善に寄与した可能性を示唆するものと思われた。また、日常生活の中で最も主訴として多いといわれるすくみ足については本研究ではほとんどの症例にみられなかった。これは重症度との関連の以外にも、たとえ症状が日常生活の中ではみられていても他者がみている場面では出現しにくかったり、慣れた自宅の環境の中での測定であることなども影響していると思われた。したがって、すくみ足に対する本研究の影響を検討するには難点があった。

一方、聴覚的キューにより改善が示唆されているパーキンソン病の内的リズム障害について、歩行速度、歩幅およびケイデンスを測定することが内的リズム障害を正しく反映しているかどうかは疑問が残る。歩幅の変動係数なども測定するべきであるが、足部にセンサーをつけるなど機器がないと測定は困難であり、測定場所も一定の決められた場所で行うことが必要となる。どのような指標を調べるべきか、またどのような指標ならば調べるのが現実的に可能であるか、なども併せて今後の課題である。

## 2) パーソナルテンポについて

本研究では85~110/min という症例個別のパーソナルテンポを得た。これは、前述のとおり先行研究におけるメトロノームテンポ120/min に比較すると少し遅めの設定になったが、表4にも示したように歩きやすいという評価が多く聞かれた。したがって、パーソナルテンポは本症例にとって無理のないテンポであったと考えられる。また表2に示したように、各症例の歩行速度は重症度の影響を考慮してもなお個人差が大きいといえる。したがって今回のように各症例に応じたテンポを練習課題とすることは歩行障害の改善にとって有用ではないかと思われた。症例個々に応じたテンポがパーソナルテンポでよいのか、または他のよりよいテンポ設定があるのかについては、今後も引き続き研究する必要があると思われた。

またパーソナルテンポ測定についても、まだ特に決められた測定方法がないため各研究者が独自の手法によって測定しているのが現状である。本研究では簡便さや疲労度に配慮し状況や時間の設定を行ったため測定が困難となる状況は起こらなかった。しかし、障害が少ない方の手という条件を設けたが、両側性の障害が認められる対象者が多いことを考慮すると、今後は別の方法によるパーソナルテンポの測定手法も同時に行う必要があると考えられた。一例として、メトロノーム音をはじめから対象者に聴いてもらい心地のよいテンポを選択するなどがよいと思われた。

### 3) 課題の内容について

本研究の課題である“自宅にて毎日アルネオを装着して15分間の歩行練習，歩行場所はどこでもよい，課題遂行期間は1ヶ月”という課題は表4に示したように概ね遂行しやすく無理のない課題であったことがうかがえる．課題時間の15分間については長いと感じた人も短いと感じた人も若干名あったが，これらは性差による違いの他にも，普段より散歩など歩行に関連した活動をどの程度行っているのかなど生活スタイルの影響もあると考えられた．課題時間の設定は，このような生活スタイルに応じた配慮も今後必要であろうと思われた．

また，配慮が足りなかった点として，使用したデジタルオーディオプレーヤー“アルネオ”についてあげられる．この機器も含めて現在量販されている携帯型のオーディオプレーヤーはとて小小さく，軽量で多機能である．筆者はメトロノーム音の再生方法について大きな文字で視覚的にわかりやすく原色を用いた説明書を専用で作成し，アルネオにも必要部分にシールを貼り付けるなどの工夫を行った．しかしながら，操作ボタンが小さいこと，機能が多すぎるゆえにボタンを1つ押し間違えると説明書にない画面に飛んでしまうこと，画面の文字が英語表記されているなどにより，高齢者を対象とした本研究では軽量であること以外のメリットがあまりなかったと考えられた．この点も次回課題としたい．

### 4) 本研究の限界

研究デザインの限界として，本研究で用いたデザインが統制群 (= 対照群) を設定せずに，いわゆる実験群のみを設定し，対象者内における測定時期 (プリ・ポスト) を1つの要因として外的リズム課題という独立変数との交互作用を調べた点があげられる．実験群のみのデザインでは様々な攪乱要因を除外できないため適切な結果が示しにくい．プリ・ポストデザインによるデータの分析手法としては，統制群を作り介入の効果を吟味することが正確な効果判定につながると思われる．今回は対象者数を多くとれなかったため統制群を設定できなかったというのが実状であった．次回への課題としたい．

その他に，対象者数の少なさ，測定環境を各対象者の自宅としたことやパーソナルテンポにおける測定手法のあいまいさなどが本研究の限界としてあげられる．

## おわりに

在宅パーキンソン病高齢者の歩行障害を改善するための聴覚的キューとして我々はパーソナルテンポに着目した．パーソナルテンポは本来個人のもつ最大限のパフォーマンスを引き出してくれる要素である．本研究を足がかりにして，パーキンソン病の歩行障害，特にすくみ足を含めた内的リズムの障害に対してパーソナルテンポを用いた聴覚刺激が有用か否か，今後更に検討する予定である．

最後に，本研究に快く御協力して下さった対象者の皆さま及び御家族の皆さま，ま

た対象者の方を御紹介くださいましたI県パーキンソン病友の会の会長さま，事務局長さまに深謝いたします。

## 文献

- 1) Fernandez del Olmo M, Cudeiro J : The timing in Parkinson's disease : Effects of a rehabilitation programme based on rhythmic sound cues. Proceedings of the Society for Neuroscience, 734.2, 2003
- 2) Freedland RL, Festa C, Sealy M, et al. : The effects of pulsed auditory stimulation on various gait measurements in persons with Parkinson's disease. Neurorehabilitation, 17, 81-87, 2002
- 3) Howe TE, Lovgreen B, Cody FW, et al. : Auditory cues can modify the gait of persons with early-stage Parkinson's disease: A method for enhancing Parkinsonian walking performance. Clinical Rehabilitation, 17, 363-367, 2003
- 4) McIntosh GC, Brown SH, Rice RR, et al. : Rhythmic-auditory motor facilitation of gait patterns in patients with Parkinson's disease. Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, 62, 122-126, 1997.
- 5) Miller RA, Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR: Components of EMG symmetry and variability in Parkinsonian and healthy elderly gait. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 101, 1-7, 1996.
- 6) Morris GS, Suteerawattananon M, Etnyre BR, et al. : Effects of visual and auditory cues on gait in individuals with Parkinson's disease. Journal of the Neurological Sciences, 219, 63-69, 2004
- 7) Pacchetti C, Mancini F, Aglieri R, et al. : Active music therapy in Parkinson's disease : An integrative method for motor and emotional rehabilitation. Psychosomatic Medicine, 62, 386-393, 2000
- 8) Richards CL, Malouin F, Bedard PJ, et al. : Changes induced by L-dopa and sensory cues on the gait of Parkinsonian patients. In Woollacott M and Horak F (Eds.), Posture and Control mechanisms, vol.2, 126-129. Eugene : University of Oregon Books, 1992
- 9) Suteerawattananon M, Morris GS, Etnyre BR et al. : Effect of visual and auditory cues on gait in individuals with Parkinson's disease. Journal of Neurological Sciences, 219, 63-69, 2004
- 10) Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR, et al. : Rhythmic auditory stimulation in gait training for Parkinson's disease patients. Movement Disorders, 11 (2), 193-200, 1996
- 11) 林維菊，林明人，伊藤直子，大越教夫，渡邊雅彦，庄司進一：パーキンソン病の歩行障害に対する音リズム刺激の効果の検討。運動障害， 8 (1)， 1-7, 1998
- 12) 松田文字：時間を作る，時間を生きる－心理的時間入門－。北大路書房，2004
- 13) 杉之原正純，平伸二，武藤玲路，今若修：精神テンポの基礎的実験研究（2）－精神テンポの規制に関する実験的研究－。広島修道大学総合研究所，1993

## Abstract

We investigated effects of rhythmic auditory stimulation in conjunction with personal tempos on the gait disturbance of senile parkinsonian patients. The subjects were 8 patients with Parkinson diseases or parkinsonism of stage I to IV, with a mean age of 74.1 years and a mean disease duration of 4.9 years. Physiotherapy was performed at home. Initially, the personal tempo of the subjects was measured individually. A metronome tone in accordance with the individual personal tempo was recorded on audiocassette tapes. The patients walked for 15 minutes every day for one month while listening to the metronome tones. We measured velocity, cadence and stride length of walking for one month before and after the training. When these parameters of the patients as a whole were statistically analyzed, no parameters were significantly altered after the training. However, individual cases showed an increase in velocities as well as cadences of 4 cases. In addition, of the 4 cases that showed the increase in cadence, 3 cases showed an increase in stride length.

It might be that there were good responders and bad responders to the stimulation. Although the rhythm of 2 Hz has been used in auditory stimulation therapy for the parkinsonian gait in many studies, few studies on alternatives and their benefits have been performed until now. Further studies on the effect of an auditory stimulation in conjunction with personal tempo would be necessary to clarify whether this tempo would be more effective than the rhythm of 2 Hz for improving the gait disturbance of parkinsonism.

Key Words : parkinsonism  
gait disturbance  
auditory cues  
personal tempo  
home physiotherapy