

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 3 月 4 日現在

機関番号：32511

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23700621

研究課題名(和文)聴覚リズムを用いた歩行能力向上プログラムの確立

研究課題名(英文)Establishment of walking ability improvement program using the auditory rhythm

研究代表者

斉藤 琴子 (SAITO, Kotoko)

帝京平成大学・地域医療学部・講師

研究者番号：20599758

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円、(間接経費) 870,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では健常若年者、地域在住高齢者(高齢者)、脳血管障害片麻痺者(片麻痺者)を対象に様々なテンポに同調した歩行を行わせ、リズム形成および筋活動量の変化から歩行運動制御における相対タイミングの影響を明らかにしたうえ、片麻痺者を対象に相対的なタイミングの獲得による歩行能力の向上について検証した。その結果、若年者および高齢者では同一歩行形態では相対タイミングは不変であるが、片麻痺者にはそれぞれのテンポにおいて個別のタイミングが存在し、歩行速度の変化を通じた相対タイミングの存在はみられなかった。片麻痺者に対し個別のタイミングを反復して学習させた結果、歩行速度の向上がみられた。

研究成果の概要(英文)：We determined the effects of relative timing during locomotion control, as reflected by rhythm generation and changes in muscle activities, when young, community-based elderly, and hemiplegic persons walked at different paces, and investigated changes in their gait performance due to improvement of the relative timing. The results demonstrated that the relative timing remained unchanged for a certain walking form in healthy young persons and the elderly. In contrast, timing that was individualized according to the walking pace was observed and there was relative timing due to different walking speeds in the hemiplegic persons who presented with a decline in gait performance. After the hemiplegic persons repeatedly learned about individualized timing, their walking speed improved.

研究分野：人間医工学

科研費の分科・細目：リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：歩行 リハビリテーション リズム 学習 高齢者 片麻痺者

### 1. 研究開始当初の背景

歩行、走行、書字、投球など日常生活に欠かせない動作は「運動の枠組みを規定する一般化されたプログラム：GMP (Generalized Motor Program) Shapiro 1981)」によって獲得されており、健康者にとっては安定した諸動作である。相対タイミングとは「全体の動作時間の中の何%の時点で動作が生じるかというタイミング」を指し、歩行では1歩行周期の時間が変化しても立脚中期や足先離地が生じる相対タイミングは変化しない (Schmidt 1975)。しかし、リズム形成および筋活動量の点からは歩行運動制御における相対タイミングについては明らかとなっていない。

リハビリテーションにおいて、リズム形成に障害が生じるパーキンソン病や運動麻痺を呈する脳血管障害を対象とし、リズムの改善を目的にペース音やセラピストの口頭指示によるテンポに同調させた歩行練習が一般的に行われている。しかし、リズム音に同調した歩行を行う際に、患者の可能な一定のテンポによる歩行の繰り返しが行われるものの相対タイミングを考慮した多様なタイミングを学習させるような歩行練習はされていないのが現状である。

### 2. 研究の目的

本研究では健康若年者 (若年者)、地域在住高齢者 (高齢者)、脳血管障害片麻痺者 (片麻痺者) を対象に様々なテンポに同調した歩行を行わせ、リズム形成および筋活動量の変化から歩行運動制御を行う相対タイミングの影響を明らかにしたうえで、相対的なタイミングの獲得による歩行能力の向上について検証した。

### 3. 研究の方法

本研究では以下の実験を行った。

#### (1) 若年者を対象とした歩行における相対タイミングの影響

健康若年者 15 名 (年齢  $22.8 \pm 1.9$  歳、男性 8 人、女性 7 人) に対して、電子メトロノームから 30、40、50、60、70、80、90、100、110、120、130、140、150、160、170、180、190、200beats/min の 18 種類のリズム音を発信し、リズムに同調した歩行を行わせた。歩行中の右下肢の前脛骨筋と腓腹筋の筋活動を表面筋電計 (図 1、Noraxon 社、TeleMyo DTS、図 2 筋電計装着部位) にてサンプリング周波数 1.5kHz で記録した。また、同時に右側の足底 (踵部と第一中足骨底) にフットスイッチを装着し (図 3)、立脚期と遊脚期を同定した (図 4)。

分析は安定した 15 歩行周期について解析を行った。時間について 1 歩行周期時間を 100% とし、立脚期と遊脚期から立脚期の相対的な時間比 (%) を求めた。筋電図信号は全波整流後、歩行周期毎に RMS 値を算出し 1 歩

行周期を 100% とし、遊脚期と立脚期から立脚期の相対的な筋活動量比 (%iEMG) を求めた。さらに、歩行時の相対タイミングを求めた。全ての被験者に対して、施行前にインフォームドコンセントに努め口頭と文書にて同意を得た。また、帝京平成大学倫理委員会の承認を受け施行した。



図 1 表面筋電計 (TeleMyo DTS) と EMG プローブ

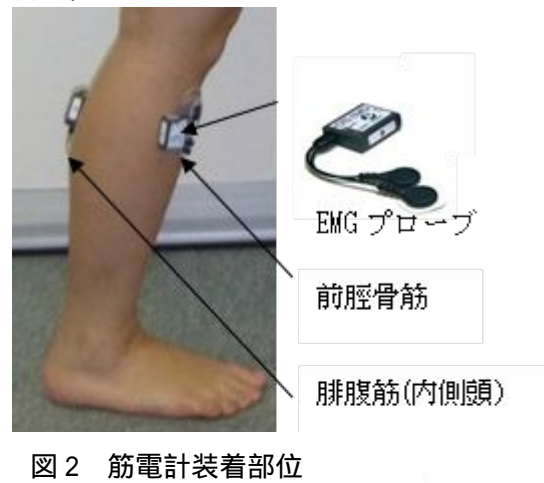


図 2 筋電計装着部位



図 3 フットスイッチ貼付部位

#### (2) 中高年者を対象とした歩行における相対タイミングの影響

高齢者 10 名 (年齢  $70.0 \pm 2.9$  歳、男性 7 人、女性 3 人) を対象とした。研究方法 (1) と同様に、18 種類のリズム音に同調した際の前脛骨筋と腓腹筋の筋活動を表面筋電計にて測定した。さらに、歩行時の相対タイミングを求めた。被験者が不可能なテンポでの歩行は測定を行っていない。分析は安定した 15 歩行周期について解析を行った。時間について 1 歩行周期時間を 100% とし、立脚期と遊

脚期から立脚期の相対的な時間比(%)を求めた。筋電図信号は全波整流後、歩行周期毎にRMS値を算出し1歩行周期を100%とし、遊脚期と立脚期から立脚期の%iEMGを求めた。さらに、歩行時の相対タイミングを求めた。

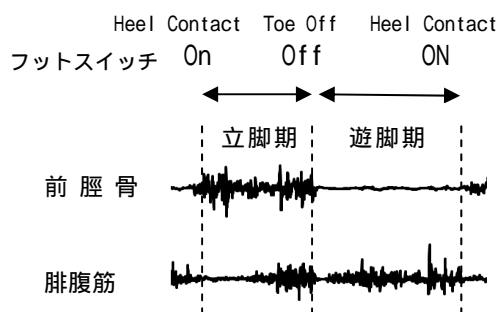


図4 フットスイッチによる立脚期と遊脚期の同定方法

(3) 片麻痺者を対象とした任意の速度における相対タイミングの影響

片麻痺者に対して、任意の歩行速度における時間比を求めた。対象は屋外歩行を自立している維持期片麻痺者2名とした。

症例1: 45歳、女性、脳梗塞による右片麻痺(総入院月数4.2ヶ月)発症後5.3年経過していた。運動麻痺はBrunnstrom stageでは右上肢、右下肢であった。表在・深部感覚は上下肢共に軽度鈍麻していた。痙性はmodified Ashworth scale(MAS)で上肢1、下肢2であった。日常生活動作(Activity of Daily Living:ADL)は自立しており、機能的自立度評価表(Functional Independence Measure:FIM)は126点、認知・高次脳機能に問題は認められなかった。歩行能力は杖・補装具なしで屋内外自立、公共交通機関利用も自立していた。理学療法は退院後施行されておらず、終了後5.0年経過していた。

症例2: 62歳、男性、脳梗塞による左片麻痺(総入院期間6.5ヶ月)発症後10年経過していた。運動麻痺はBrunnstrom stageでは右上肢、右下肢であった。表在・深部感覚は上下肢共に鈍麻していた。痙性はMASで上肢3、下肢2であった。ADLは自立しており、FIMは126点、認知・高次脳機能に問題は認められなかった。歩行能力はT字杖使用、補装具なしで屋内外自立、公共交通機関利用も自立していた。理学療法は退院後施行されておらず、終了後9.3年経過していた。

課題は低速歩行、快適歩行、最大歩行の3種類の歩行とした。立脚相の時間比の求め方は(1)と同様とした。歩行時の相対タイミングを求めた。分析は低速歩行、快適歩行、最大歩行の3条件の時間比について、一元配置分散分析を用いて群間の比較を行い、その後多重比較検定を行った。また、各歩

行速度について、単回帰分析を行った。

(4) 片麻痺者を対象としたおける相対タイミングの影響

片麻痺者1名に対して2週間にわたり週4回30分間、30、40、50、60、70、80、90、100、110、120、130、140、150beats/minの13種類のリズム音を各1分出力しそのテンポに同調した歩行を行わせた。リズム音の出力はランダムとした。その際に(1)と同様に時間比と最大歩行速度を測定した。対象者の属性は(3)の症例A(Brunnstrom stageでは右上肢、右下肢)である。

4.(1)研究成果

若年者を対象とした歩行における相対タイミングの影響

若年者に対して30~200beats/minの18種類のリズム音に同調して歩行させた結果、同一歩行形態内で時間比および%iEMG(前脛骨筋、腓腹筋)においてテンポによる有意差は生じず、同一歩行形態内での相対タイミングに変化はなかった(図5)。

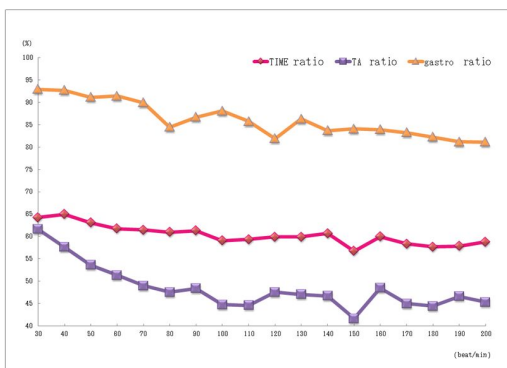


図5 リズム変化した際の時間比、前脛骨筋、腓腹筋の%iEMG

高齢者を対象とした歩行における相対タイミングの影響

高齢者では同一歩行形態内において時間比および%iEMG(前脛骨筋、腓腹筋)に、有意差はみられず個人による個別のタイミングがみられた。

片麻痺者を対象とした任意の速度における相対タイミングの影響

3種類の歩行速度について単回帰分析を行った結果、2症例ともに有意な相関関係がみられ、速度は均等に増加した。(症例A:  $r=0.96$ , 症例B:  $r=0.96$ )3種類の時間比に関して、一元配置分散分析検定を用いて群間の比較を行った結果、有意であった( $F$ 値=20.4(2,

9)）。その後多重比較検定を行った結果、症例 A, B ともに 3 群間に有意差がみられた( 図 6)。

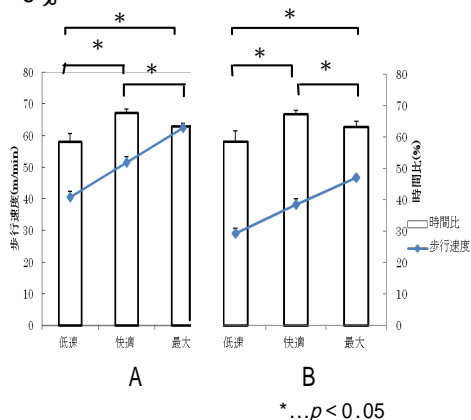


図 6 片麻痺者を対象とした任意の速度における相対タイミングの影響

片麻痺者を対象としたおける相対タイミングの影響

片麻痺者に対して、2 週間にわたり週 4 回 30 分間、30、40、50、60、70、80、90、100、110、120、130、140、150beats/min の 13 種類のリズム音を各 1 分出力しそのテンポに同調した歩行を行わせた結果、最大歩行速度の改善が見られた。

## (2) 考察

運動機能のリズム同調が脳卒中患者やパーキンソン病などの患者の動作回復を積極的に促すことは Taut ら(1993、1996、1999)によって報告されている。

健常者の GMP は、運動パターンの相に対して適応幅が広く、相内は比較的安定している。だが、連続した動作で異なる運動パターンを行う場合、運動の枠組みである GMP は新たに開始される。その際に、一定であった相対タイミングも変化し、運動パターンが一時的に不安定になるが、GMP の開始とともに安定し運動パターンを変化させて学習へと導くことが出来る。だが、脳血管疾患やパーキンソン病など疾患によりリズム形成に障害を生じる場合、GMP および相対タイミングは分断されるため、不安定な状態が断続的に続くことで歩行を円滑に遂行することが困難になると考えられる。

本研究により、片麻痺者に対して、歩行速度を速くする練習だけでなく、相対タイミングに着目し多様な歩行速度(タイミング)に対応する歩行練習により、更なる歩行能力の向上に繋がると推察される。

当初の予定では高齢者、片麻痺者ともに被験者数ある程度確保し施行する予定であったが、両親の介護、死去や私自身の体調不良により研究が至らなかったため、謝罪致します。

## (3) 本研究の限界と今後

本研究の限界：横断研究となり、縦断研究に耐えうるデータを確保できなかった。症例数を確保することができなかった。

本研究の今後：高齢者、片麻痺者のともに症例数が少なかったため、今後は症例数を増加し臨床応用に繋げる資料をさらに蓄積していく必要がある。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

斉藤 琴子, 菅原 憲一. 脳卒中片麻痺者の歩行速度の差異による相対タイミングの変化. 理学療法の科学と研究, 4(1), 27-29, 2013, pp27-29 (査読あり)

[学会発表](計1件)

Saito K, Sugawara K, Takagi M. The effects of relative timing of temporal and muscle output ratios in the control of ambulation in patients with stroke-induced hemiplegia. The XIX Congress of the International Society of Electrophysiology and Kinesiology, 2012年7月20日, Brisbane Convention & Exhibition Centre, Australia)

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

斉藤 琴子 (Saito Kotoko)  
帝京平成大学 地域医療学部 講師  
研究者番号：20599758

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

菅原 憲一 (Sugawara Kenichi)  
神奈川県立保健福祉大学 保健福祉学部 教授  
研究者番号：90280198

村岡 慶裕 (Muraoka Yoshihiro)

早稲田大学 人間科学学術院 准教授  
研究者番号：10338254