

触覚バイオフィードバックに基づく歩行リハビリ支援システム

-第 12 報：足接地パターンの背部への振動付与に対する歩行適応過程の検証-

Tactile Bio-feedback based Locomotion Rehabilitation Assisting System

-12th report: Investigation of the effect of Perception-Empathy Wearable Device on Adaptive Behavior in stroke patient-

○ 齋地健太（早大） 安田和弘（早大） 北地雄（総合東京病院）

貝吹奈緒美（総合東京病院） 原島宏明（総合東京病院） 岩田浩康（早大）

Kenta SAICHI, Waseda University
Kazuhiro YASUDA, Waseda University
Yu KITAJI, Tokyo General Hospital
Naomi KAIBUKI, Tokyo General Hospital
Hiroaki HARASHIMA, Tokyo General Hospital
Hiroyasu IWATA, Waseda University

Abstract:This paper introduced a haptic-based biofeedback device to supplement the foot pressure information of a paretic foot with a wearable vibrotactile biofeedback device attached to the back. This system provides information regarding a patient’s foot pressure pattern to the patient and physical therapist. The previous study showed that the device immediately improved the stride length during walking. To clarify the effect of the device, the present study investigated the adaptive behavior during walking with vibrotactile stimulus.

Key Words: Stroke, Gait rehabilitation, Biofeedback, Perception, Adaptive process

1. はじめに

片麻痺者は感覚障害により歩行中に麻痺側足底の接地感覚を知覚することが困難である。そのため歩行における運動学習を阻害することが多い。我々はこれまで、片麻痺者の麻痺側足底圧を患者背部へ振動刺激としてバイオフィードバックし、療法士も共感可能な知覚支援 RT の概念と設計を報告してきた⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾ (Fig. 1)。本装置を用いることで、片麻痺者は接地状況を容易に知覚し、療法士は適切な動作指導や褒めを提示することができるため運動学習の効率化が期待できる。これまで本装置を用いた片麻痺者を対象とした臨床試験を行い、介入前後で麻痺側最大圧の増加傾向および歩幅の有意な増加を確認した⁽⁴⁾⁽⁵⁾。

本研究の目的は、これまで開発されてきた知覚支援 RT で付与される足接地パターンに対応した背部へ振動刺激による歩行状態の経時的変化を測定することにより、バイオフィードバックされる振動刺激の歩行への適応過程を検証することである。

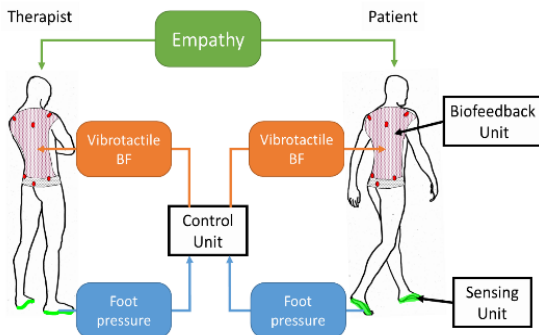


Fig.1 System overview

2. 適応過程検証試験

2.1 試験デザイン

下肢感覚が中等度鈍麻である回復期の片麻痺者 2 名 (Table 1) を対象に、介入前 1 日、知覚支援 RT による介入期間 3 日、介入後 1 日の計 5 日間の試験を行った (Fig. 2)。各試験日で、歩行パフォーマンスの評価指標として 10m 歩行速度、麻痺側の蹴り出しの評価指標として床反力計 P-walk (BTS) を用いて健側重複歩距離を測定した。健側重複歩距離は、一要因分散分析を用いて各日を比較し、有意差を認めた場合は下位検定を実施した。

Table 1 Patient Information

Number	Recovery Phase	Age	Brs.	Hypesthesia	MMSE
A	Recovery	85	IV	Moderate	25
B	Recovery	62	IV	Moderate	30

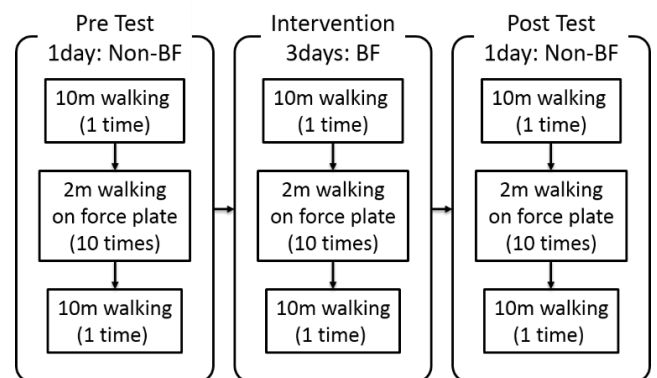


Fig. 2 Trial Design

2.2 結果

患者 A, 患者 B ともに, 介入前に比べて介入 1 日目に歩行速度が低下した後は次第に上昇した (Fig.3) . 一方, 健側重複歩距離では, 患者 A は 3 日目から, 患者 B は 2 日目から増加した (Fig.4) . さらに, 患者 A の介入前後を比較したところ介入後に有意な増加傾向が得られ ($p=0.068$) , 患者 B は介入前と介入 2 日目以降全てにおいて有意差が確認され, 重複歩距離が増加した (全て $p=0.000$) .

2.3 考察

歩行パフォーマンスは患者 A, 患者 B とも初回適応において低下した. 本結果から, 振動刺激の適応初期段階では振動刺激を歩行パフォーマンスとして反映できなかったと考えられる. これは振動刺激による足接地パターンの認識という一時的な認知的負荷が一因と推察される. 一方, 健側重複歩距離の結果から, 患者 A では介入 3 日目, 患者 B は介入 2 日目から増加が確認された. 同時に, この時期から歩行速度も上昇していた. 一連の結果から, 患者は比較的短期間 (1 日ないし 2 日) の適応期間で麻痺側の蹴り出し力および歩行速度向上に動作適応できたことが推察される.

3. まとめ

本研究では, 片麻痺者を対象として知覚支援 RT によりバイオフィードバックされる振動刺激の歩行への適応過程検証試験を行った. 試験結果より, 適応初期段階では振動刺激を歩行パフォーマンスの向上として反映できなかったが, その後の 1 日ないし 2 日の適応期間で歩行の改善が得られた.

謝辞

本研究は日本学術振興会科学研究費助成事業基盤研究 B (No26289068) 及び早稲田大学理工学術院総合研究所奨励研究費の支援を受けて行われました. ここに謝意を表します. また, 臨床にご協力いただいた総合東京病院リハビリテーション科スタッフおよび患者様に深く感謝いたします.

参考文献

- (1) 岩田浩康 他, 触覚バイオフィードバックに基づく歩行リハビリ支援システム～第1報: 足圧表示インタフェースの設計と基本性能評価～, Robomech2006, No.2P2-A15, 2006.
- (2) 岩田浩康 他, 認知神経リハのためのバイオフィードバック型知覚支援RT 一概念と設計一, 第17回ロボティクスシンポジウム論文集中, pp.14-20, 2012.
- (3) 岩田浩康 他, 触覚バイオフィードバックに基づく歩行リハビリ支援システム～第10報: 知覚共感ウェアの提案～, Robomech2013, No.1A2-D05, 2013.
- (4) 齋地健太 他, 触覚バイオフィードバックに基づく歩行リハビリ支援システム～第11報: 知覚共感ウェアによる片麻痺者への歩行介入～, Robomech2016, No.2P1-02b3, 2016.
- (5) K.Saichi et al., Development and pilot clinical evaluation of a haptic-based perception-empathy biofeedback device for gait rehabilitation, EMBC2016, No.1754, 2016.

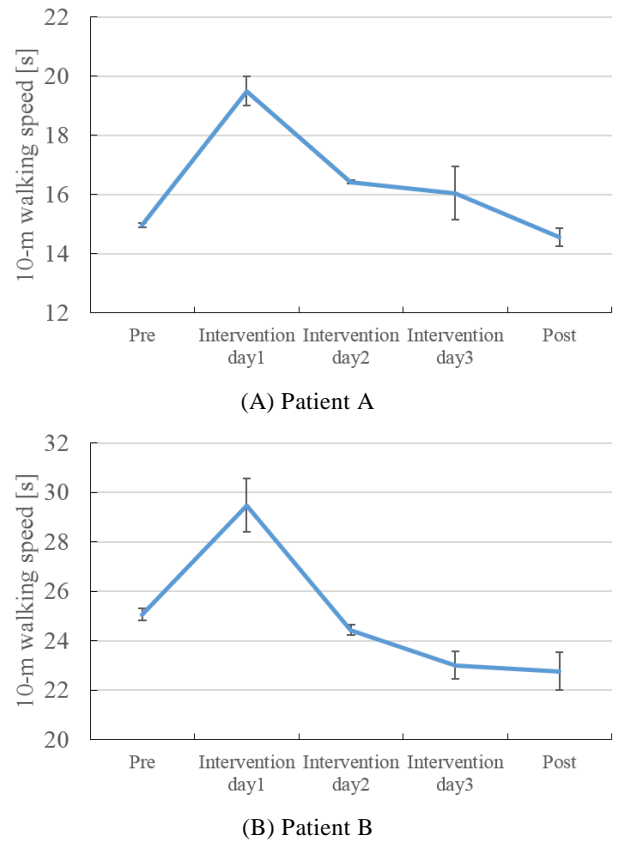


Fig.3 10-m walking speed

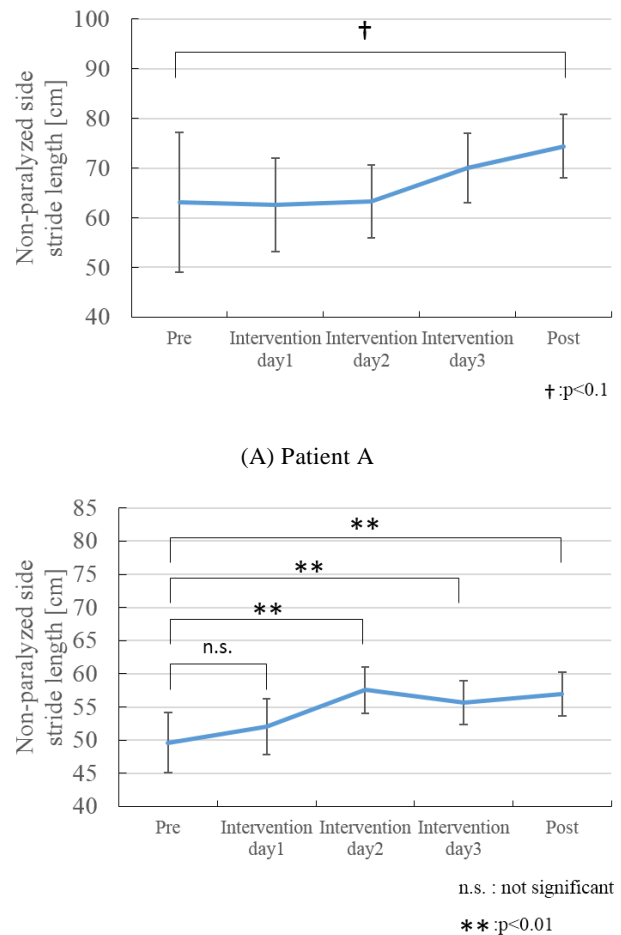


Fig.4 Non-paralyzed side stride length