

厚生労働科学研究費補助金

障害者対策総合研究事業

慢性期脳卒中患者における重度上肢機能障害に対する

革新的治療法の実用化研究

- ランダム化比較試験によるブレンマシンインターフェース

(BMI)リハビリテーションの効果の検討 -

平成25年度 総括研究報告書

研究代表者 藤原俊之

平成26(2014)年4月

目次

I．総括研究報告

慢性期脳卒中患者における重度上肢機能障害に対する
革新的治療法の実用化研究

藤原俊之

II．分担研究報告

1．ランダム化比較試験によるブレインマシン
インターフェース(BMI)リハビリテーションの効果の検討

補永 薫

2．革新的ブレインマシーンインターフェースシステムの
開発に関する研究

牛場潤一

III．研究成果の刊行に関する一覧表 ----- 12

IV．研究成果の刊行物・別刷 ----- 13

厚生労働科学研究費補助金（障害者対策総合研究事業）
（総括）研究報告書

慢性期脳卒中患者における重度上肢機能障害に対する革新的治療法の実用化研究：
ランダム化比較試験によるブレンマシンインターフェース(BMI)リハビリ
テーションの効果の検討

研究代表者

藤原俊之 慶應義塾大学医学部リハビリテーション医学教室 講師

研究要旨

運動イメージを非侵襲的に脳波により感知し、ロボット装具を操作する画期的なブレンマシンインターフェース(BMI)リハビリシステムを開発し、脳卒中による重度片麻痺患者の上肢機能リハビリテーションに応用し、実用化を目指すためにランダム化比較試験を施行中である。すでに倫理委員会における承認も得られ、さらに東京湾岸リハビリテーション病院倫理委員会でも承認され、現在参加者を慶應義塾大学病院ならびに東京湾岸リハビリテーション病院で継続募集中である。

研究分担者

里宇明元 慶應義塾大学医学部リ
ハビリテーション医学教室 教授

牛場潤一 慶應義塾大学理工学部
講師

新藤恵一郎 慶應義塾大学医学部リ
ハビリテーション医学教室 非常勤
講師

補永 薫 東京湾岸リハビリテーシ
ョン病院 医長

となった原因のトップは脳血管障害（21.5%）であり、脳卒中後遺症は医療、経済に大きな影響を与えている。特に脳卒中後の片麻痺による上肢機能障害の回復は困難であり、いわゆる回復期のリハビリにおいても実用レベルの上肢機能を獲得できるのは全体の30%程度とされており（藤原ら、リハ医学 2006）、日常生活における能力低下に上肢機能障害は重大な影響を与えている。しかしながら、上肢機能障害特に手指機能障害に対する効果的なリハビリは殆どないのが現状である(Langhorne P et al, Lancet Neurol 2009)。我々は脳科学研究戦略

A. 研究目的

脳卒中患者の総患者数は280万人であり、平成22年国民生活基礎調査の概況によると要介護者の介護が必要

推進プログラムにおいて、運動イメージを非侵襲的に脳波により感知し、ロボット装具を操作する画期的なブレインマシーンインターフェース(BMI)リハビリシステムを開発した。本システムは簡便な脳波システムにより、実験室での限られた使用ではなく、一般の訓練室での使用が可能である。我々は本システムを用いて、世界に先駆けて臨床におけるBMI治療手技を確立し、従来は代償動作の獲得のみにとどまっていた麻痺手の筋活動を認めない重度片麻痺患者への治療を可能とした(Shindo et al, J Rehabil Med 2011)。すでに30例以上の脳卒中慢性期重度上肢機能障害に用い、運動機能の改善を認めている。しかしながら、質の高いevidenceの獲得には、RCTが必要である。世界的にも未だ少数例でのケース報告のみであり、BMIリハビリに関するRCTは行われていない。本研究ではBMIによるロボット装具による訓練の重度上肢機能障害への効果を明らかにするためにRCTを行い、世界に先駆けてBMIリハビリの効果を明らかにするものである。平成24年度より慶應義塾大学病院、東京湾岸リハビリテーション病院、済生会神奈川県病院において評価者教育、研究体制の整備を行い、各病院で参加者を募集し、RCTを開始する

B . 研究方法

対象は脳卒中後片麻痺患者とし、参加基準は1)発症後6か月以上経過し、在宅復帰をして、歩行、ADLは自立、

2)上肢機能障害が残存し、手は胸の高さまで挙がるが、手指伸展筋群の筋活動を認めない、認知機能障害がなくMini Mental State Examination (MMSE)24点以上とする。対象の募集はリハビリテーション科外来通院患者より行い、倫理委員会申請、臨床試験登録を済ませた時点より募集を開始する。研究デザインはランダム化比較試験(RCT)とし、BMI群では、手指伸展運動イメージ時の運動野における事象関連脱同期を用いて、運動イメージを感知することにより電動ロボット装具を操作してペグの取り外しを行うBMI訓練を40分間、10日間行う。対照群では、同じロボット装具ならびに脳波記録システムを用いてペグの取り外しを行うが、事象関連脱同期をトリガーとせずに行う。クロスオーバーデザインを用い、介入、対照の順序ランダム化して割付を行う(資料1)。(倫理面への配慮)

本研究はヘルシンキ宣言ならびに臨床研究に関する倫理指針を遵守する。

取り込み基準を満たした患者に対しては、リハビリ科の外来で、当研究についての説明を行い、参加の有無は患者本人が選択する。

参加を選択した場合には、説明文書に従い詳細な説明をもう一度行い、同意を得た段階で、プログラムを開始する。本研究は慶應義塾大学医学部倫理審査委員会にて承認済み(課題番号20120068)であり、UMIN臨床試験登録済み(UMIN試験ID:UMIN000008468)である。また、東

京湾岸リハビリテーション病院倫理審査会でも平成25年度に承認された（受付番号55）。

なおBMI 訓練ならびに対照訓練のどちらも国家資格を有する作業療法士が行うこととする。

C . 結果

訓練室で簡便に使用可能な BMI システムを臨床において使用し、介入試験実施中である（資料2）。

今年度までに 13 例のエントリーがあった。現在試験継続中であり、エントリー患者も募集中である。

D . 考察

世界に先駆けて臨床におけるBMI治療手技を確立し、従来は代償動作の獲得のみにとどまっていた麻痺手の筋活動を認めない重度片麻痺患者への治療を可能とした(Shindo et al, J Rehabil Med 2011)。すでに30例以上の脳卒中慢性期重度上肢機能障害に用い、運動機能の改善を認めている。しかしながら、質の高いevidenceの獲得には、RCTが必要である。世界的にも未だ少数例でのケース報告のみであり、BMIリハビリに関するRCTは行われていない。本研究ではBMIによるロボット装具による訓練の重度上肢機能障害への効果を明らかにするためにRCTを行い、世界に先駆けてBMIリハビリの効果を明らかにするものである。本年度研究により、BMIシステムが確立され、当該施設における倫理委員会の承認も得られ、UMIN臨床試験登

録も完了し、試験が開始され、順調に参加者のエントリーが進んでいる。次年度にはさらなるエントリー患者の増加が見込まれ、研究計画通りに研究は遂行されるものと考えられる。

BMIリハビリにより上肢機能障害の改善がもたらせれば、要介護者の介護量軽減が可能となるのみならず、長期療養者ならびに要介護者のQOLの向上に結びつくものと思われる。また世界に先駆けてBMIリハビリの効果を明らかにすることはまさに「日本発の革新的医療機器の開発と実用化」につながり、この分野で世界をリードすることが可能となる。また、本治療法の効果が実証され、広く実用化が図られれば、マンパワーを必要としない画期的なリハビリ治療手法として病院のみならず、通所介護施設などセラピストが不足している現場においても有効なリハビリ手法として使用が可能となる。これにより介護保険のみでは十分なりハビリを受けることが困難であった長期療養者、在宅患者においても効果的なリハビリを導入することが可能となる見込みである。これは医療・介護サービス提供体制の効率化ならびに機能強化を推進するとともに、長期にわたる要介護者のリハビリの効率化、機能強化、人的資源の効率的な利用に結びつき、医療経済学的にも望ましい効果が期待される。

E . 結論

慶應義塾大学病院ならびに東京湾岸リハビリテーション病院における倫理審査承認終了し、参加者エントリー継続中であり、現在研究試行中である。

F . 健康危険情報

特記すべきことなし。

G . 研究発表

1 . 論文発表

1. Yamaguchi T, Fujiwara T, Saito K, Tanabe S, Muraoka Y, Otaka Y, Osu R, Tsuji T, Hase K, Liu M: The effect of active pedaling combined with electrical stimulation on spinal reciprocal inhibition. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 23: 190-194, 2013.
2. 藤原俊之:片麻痺上肢に対する新たな治療戦略 HANDS therapy から経頭蓋直流電気刺激(tDCS)、BMIまで . *リハビリテーション医学* 20: 277-280, 2013.
3. 藤原俊之、里宇明元:ニューロリハビリテーションの最近のトピックス. *脳神経外科* 41:663-668, 2013
4. 藤原俊之、里宇明元:ニューロリハビリテーションの現状と未来. *最新医学* 68: 988-994, 2013

学会発表

1. Fujiwara T: Hybrid Assistive Neuromuscular Dynamic Stimulation (HANDS) therapy for hemiparetic upper extremity. *Keio Neuroscience Seminar*, 2013, Tokyo.

2. Fujiwara T: Overview of rehabilitation approaches for hemiparetic upper extremity. Newer therapeutic strategy for hemiparetic upper limb after stroke. 第7回 World congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine, 2013, Beijing.
3. Fujiwara T: Hybrid Assistive Neuromuscular Dynamic Stimulation (HANDS) therapy for hemiparetic upper extremity. Newer therapeutic strategy for hemiparetic upper limb after stroke. 第7回 World congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine, 2013, Beijing.
4. Fujiwara T: Hybrid Assistive Neuromuscular Dynamic Stimulation (HANDS) therapy- new therapeutic strategy for hemiparetic upper extremity after stroke. *Neurorehabilitation*. 第7回 World congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine, 2013, Beijing.
5. Fujiwara T, Honaga K, Kawakami M, Nishimoto A, Abe K, Otaka Y, Tsuji T, Kimura A, Liu M: Closed loop myoelectrically controlled neuromuscular electrical stimulation combined with a splint improves upper extremity motor function, and modulates spinal and cortical interneurons among patients with

- stroke. 第 7 回 World congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine, 2013, Beijing.
6. Fujiwara T, Nishimoto A, Kawakami M, Horie A, Maeda T, Ushiba J, Kamatani D, Kimura A, Liu M: Task-oriented therapeutic brain computer interface (BCI) application to patients with severe hemiparesis. 第 7 回 World congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine, 2013, Beijing.
 7. Fujiwara T: Hybrid Assistive Neuromuscular Dynamic Stimulation (HANDS) therapy-New therapeutic strategy for hemiparetic upper extremity after stroke.. Recovery after stroke. 第回 Asian Congress of Neuro Rehabilitation 2013, 2013, Jakarta.
 8. 藤原俊之, 川上途行, 西本敦子, 阿部 薫, 補永 薫, 大高洋平, 辻 哲也, 木村彰男, 里宇明元: 脳卒中片麻痺患者における HANDS therapy による上肢機能改善と皮質内抑制・脊髄相反性抑制の変化. 第 38 回 日本脳卒中学会総会, 2013, 東京.
 9. 西本敦子, 藤原俊之, 牛場潤一, 鎌谷大樹, 川上途行, 前田 剛, 阿部 薫, 木村彰男, 里宇明元: 慢性期重度片麻痺患者における Brain-computer interface を用いた上肢訓練の効果. 第 38 回 日本脳卒中学会総会, 2013, 東京.
 10. 川上途行, 藤原俊之, 深川 遥, 倉澤友子, 西本敦子, 阿部 薫, 大高洋平, 辻 哲也, 牛場潤一, 里宇明元: 慢性期重度片麻痺上肢に対する新たな治療戦略の試み. 第 38 回 日本脳卒中学会総会, 2013, 東京.
 11. 鎌谷大樹, 藤原俊之, 西本敦子, 前田 剛, 牛場潤一, 里宇明元: 慢性期重度片麻痺患者における Brain-computer interface 訓練前後の脳血流動態の変化 NIRS による評価. 第 38 回 日本脳卒中学会総会, 2013, 東京.
 12. 前田 剛, 藤原俊之, 牛場潤一, 西本敦子, 鎌谷大樹, 里宇明元: 慢性期脳卒中重度片麻痺患者に対する BCI を用いた上肢訓練による運動イメージ時 ERD の変化. 第 38 回 日本脳卒中学会総会, 2013, 東京.
 13. 藤原俊之, 川上途行, 補永 薫, 堀江温子, 石川愛子, 大高洋平, 辻 哲也, 木村彰男, 里宇明元: 慢性期脳卒中片麻痺患者における HANDS therapy による上肢機能改善と神経生理学的変化の検討. 第 50 回 日本リハビリテーション医学会学術集会, 2013, 東京.
 14. 川上途行, 藤原俊之, 西本敦子, 牛場潤一, 堀江温子, 補永 薫, 新藤悠子, 大高洋平, 辻 哲也, 木村彰男, 里宇明元: 慢性期脳卒中重度片麻痺患者における Brain

computer interface を用いた上肢訓練の効果. 第 50 回 日本リハビリテーション医学会学術集会, 2013, 東京.

15. 堀江温子, 藤原俊之, 川上途行, 西本敦子, 補永 薫, 大高洋平, 辻 哲也, 牛場潤一, 木村彰男, 里 宇 明 元 : Brain computer interface (BCI)-HANDS 療法 の 組 合 せ に よ る 重 度 片 麻 痺 患 者 に お け る 上 肢 機 能 改 善 効 果 の 検 討 . 第 50 回 日 本 リ ハ ビ リ テ ー シ ョ ン 医 学 会 学 術 集 会 , 2013, 東 京 .
 16. 藤原俊之, 川上途行, 補永 薫, 堀江温子, 西本敦子, 大高洋平, 辻 哲也, 木村彰男, 里宇明元: 慢性期脳卒中片麻痺患者における上肢機能改善と皮質内抑制、相反性抑制の変化の検討. 第 43 回 日本臨床神経生理学会, 2013, 高知.
 17. 藤原俊之: 脳卒中片麻痺上肢の機能回復とその神経生理学的機序.(教育講演) 第 43 回 日本臨床神経生理学会, 2013, 高知.
 18. 藤原俊之: tDCS の臨床応用. 第 24 回磁気刺激法の臨床応用と安全性に関する研究会. 第 43 回 日本臨床神経生理学会, 2013, 高知.
- H . 知的財産権の出願・登録状況

なし

厚生労働科学研究費補助金（障害者対策総合研究事業）
（分担）研究報告書

慢性期脳卒中患者における重度上肢機能障害に対する革新的治療法の実用化研究：
ランダム化比較試験によるブレンマシンインターフェース(BMI)リハビリテーションの
効果の検討

研究分担者 補永 薫 東京湾岸リハビリテーション病院 リハビリテーション部部长

研究要旨

運動イメージを非侵襲的に脳波により感知し、ロボット装具を操作する画期的なブレンマシンインターフェース(BMI)リハビリシステムを開発し、脳卒中による重度片麻痺患者の上肢機能リハビリテーションに応用し、実用化を目指すためにランダム化比較試験を施行中である。すでに倫理審査会における承認も得られ、現在参加者を募集中である。

A．研究目的

脳卒中患者の総患者数は280万人であり、平成22年国民生活基礎調査の概況によると要介護者の介護が必要となった原因のトップは脳血管障害（21.5%）であり、脳卒中後遺症は医療、経済に大きな影響を与えている。特に脳卒中後の片麻痺による上肢機能障害の回復は困難であり、いわゆる回復期のリハビリにおいても実用レベルの上肢機能を獲得できるのは全体の30%程度とされており（藤原ら, リハ医学 2006）、日常生活における能力低下に上肢機能障害は重大な影響を与えている。しかしながら、上肢機能障害特に手指機能障害に対する効果的なりハビリは殆どないのが現状である

(Langhorne P et al, Lancet Neurol 2009)。我々は脳科学研究戦略推進プログラムにおいて、運動イメージを非侵襲的に脳波により感知し、ロボット装具を操作する画期的なブレンマシンインターフェース(BMI)リハビリシステムを開発した。本シス

テムは簡便な脳波システムにより、実験室での限られた使用ではなく、一般の訓練室での使用が可能である。本システムを用いたBMI治療手技による重度片麻痺患者への治療は報告はなされており(Shindo et al, J Rehabil Med 2011)、慶應大学病院リハビリテーション科ではすでに多数の脳卒中慢性期重度上肢機能障害に用い、運動機能の改善を認めている。しかしながら、質の高いevidenceの獲得には、RCTが必要である。世界的にも未だ少数例でのケース報告のみであり、BMIリハビリに関するRCTは行われていない。本研究ではBMIによるロボット装具による訓練の重度上肢機能障害への効果を明らかとするためにRCTを行い、世界に先駆けてBMIリハビリの効果을明らかにするものである。平成24年度より慶應義塾大学病院、東京湾岸リハビリテーション病院、済生会神奈川県病院において評価者教育、研究体制の整備を行い、参加者を募集し、RCTを開始する

B. 研究方法

対象は脳卒中後片麻痺患者とし、参加基準は1)発症後6か月以上経過し、在宅復帰をして、歩行、ADLは自立、2)上肢機能障害が残存し、手は胸の高さまで挙がるが、手指伸展筋群の筋活動を認めない、認知機能障害がなくMini Mental State

Examination(MMSE)24点以上とする。研究デザインはランダム化比較試験(RCT)とし、BMI群では、手指伸展運動イメージ時の運動野における事象関連脱同期を用いて、運動イメージを感知することにより電動ロボット装具を操作してペグの取り外しを行うBMI訓練を40分間、10日間行う。対照群では、同じロボット装具ならびに脳波記録システムを用いてペグの取り外しを行うが、装具による指の伸展は作業療法士がスイッチを押して行うこととする。クロスオーバーデザインを用い、介入、対照の順序ランダム化して割付を行う。

(倫理面への配慮)

本研究はヘルシンキ宣言ならびに臨床研究に関する倫理指針を遵守する。取り込み基準を満たした患者に対しては、リハビリ科の外来で、当研究についての説明を行い、参加の有無は患者本人が選択する。

参加を選択した場合には、説明文書に従い詳細な説明をもう一度行い、同意を得た段階で、プログラムを開始する。本研究は慶應義塾大学医学部倫理審査委員会にて承認(課題番号20120068)された後、東京湾岸リハビリテーション病院倫理審査会でも承認(受付番号55)されている。

なおBMI 訓練ならびに対照訓練のどちらも国家資格を有する作業療法士が行うこととし、訓練環境は通常の訓練と同様に作業

療法訓練室を使用予定としている。その上で現在機器の設定を含め準備中である。

C. 研究結果

現在参加者の募集を行っている段階である。

D. 考察および E. 結論

現在、試験途中のため結論は出ていないが、協力病院で行っている同様のシステムでの検討事例を考えると慢性期脳卒中患者において、BMI装置を用いた訓練を取り入れることにより、それまで困難であった手指の随意的な伸展筋活動の改善が期待される。

G. 研究発表

2. 学会発表

・川上 途行, 藤原 俊之, 西本 敦子, 牛場 潤一, 堀江 温子, 補永 薫, 新藤 悠子, 鎌谷 大樹, 大高 洋平, 辻 哲也, 木村 彰男, 里宇 明元. 慢性期脳卒中重度片麻痺患者におけるBrain-computer interfaceを用いた上肢訓練の効果

・堀江 温子, 藤原 俊之, 川上 途行, 西本 敦子, 補永 薫, 大高 洋平, 辻 哲也, 牛場 潤一, 木村 彰男, 里宇 明元. BCI 訓練と HANDS 療法の組合せによる重度片麻痺患者における上肢機能改善効果の検討

いずれも第50回日本リハビリテーション医学会学術集会(2013年6月.東京)にて発表。

H. 知的財産権の出願・登録状況

現在行っていない。

厚生労働科学研究費補助金（障害者対策総合研究事業）
（分担）研究報告書

慢性期脳卒中患者における重度上肢機能障害に対する革新的治療法の実用化研究：
ランダム化比較試験によるブレンマシンインターフェース(BMI)リハビリテーションの
効果の検討

研究分担者 牛場 潤一 慶應義塾大学工学部生命情報学科 准教授

研究要旨

運動イメージを非侵襲的に脳波により感知し、ロボット装具を操作するブレンマシンインターフェース(BMI)リハビリシステムを軽量化、可搬化し、開発されたシステムの技術評価を実施した。健常成人での有用性、動作安定性を認めたことから、現在計画されている脳卒中重度片麻痺患者に対する上肢機能リハビリテーションとして使用する準備が整備されたと判断した。

A．研究目的

我々は文部科学省脳科学研究戦略推進プログラム（平成20～24年度）において、運動イメージを非侵襲的に脳波により感知し、ロボット装具を操作するブレンマシンインターフェース(BMI)リハビリシステムを開発した。本システムは簡便な脳波システムにより、実験室での限られた使用ではなく、一般の訓練室での使用が可能である。本システムを用いたBMI治療手技による重度片麻痺患者への治療は報告はなされており(Shindo et al., J Rehabil Med 2011)、今年度はコントロール介入時期を組み合わせた単一症例研究で、その治療効果の更なる有意性が明らかにされている(Mukaino et al., J Rehabil Med 2014)。しかし、ほかの研究分担者の研究報告書にもあるとおり、更に質の高いevidenceの獲得には、RCTが必要である。RCTを実施するためには、BMIリハビリに対する知識や経験の有無によらず、一般の医療従事者が簡易にBMIシステム

を運用できることや、BMIシステムが計量で、可搬性を満たしており、ベッドサイドや訓練室など、場所を選ばずにBMIリハビリが施行できる汎用性が求められている。そこで本研究では、BMIによるロボット装具による訓練の重度上肢機能障害への効果を明らかにするためのRCT実施を工学的に支援するために、簡易に装脱着可能で、タッチ式ユーザーインターフェースのみでシステム設定と運用が可能なBMIシステムを構築し、慶應義塾大学病院、東京湾岸リハビリテーション病院、済生会神奈川県病院に技術実装することを目的とした。

B．研究方法

パナソニック製タッチパネルPC（Windows 7）を利用して、以下の項目が自動的にキャリブレーションされるソフトウェア機構を実装した。

- ・ 皮膚電極間インピーダンスを計測し、電極装着性を視覚的にアラートする機能

- ・ 運動想起時に脳波上に生じるアルファ周波数帯の振幅減少を視覚的に表示する機能
- ・ 時間スウィープおよび縦軸のダイナミックレンジをタッチ式で変更できる機能
- ・ キャリブレーションボタンを押すことによって、その際に得られた脳波の特徴を線形識別し、判別関数を自動決定する機能

開発されたソフトウェアの基本的な動作確認を終えた後、昨年度に開発を終えた、簡便に装脱着が可能な脳波ヘッドセットを本システムに統合した。

次に、本システムが臨床研究に利用できることを確認するため、事前に倫理委員会から承認を得た手順に沿って説明をおこない、本人同意の得られた以下の脳卒中片麻痺患者3名ならびに健常成人3名を対象に、実際のBMIトレーニングを施行し、作業療法士および工学修士の資格ないし学位を有する2名の研究者に試用評価を依頼した。

対象患者の参加基準は、(1)初発の脳卒中である、(2)脳卒中後片麻痺を有する、(3)発症後6か月以上経過し、在宅復帰をして、歩行、ADLは自立、(4)上肢機能障害が残存し、手は胸の高さまで挙がるが、手指伸展筋群の筋活動を認めない、(5)認知機能障害がなくMini Mental State Examination(MMSE)24点以上。

C. 研究結果

毎日1時間程度、本システムを試用し、計10日間の連続使用を3回実施したが、従前の

BMIシステムと比較して利便性に問題は無く、機器の耐久性も高いことが認められた。

D. 考察および E. 結論

今回、RCTを日常的に施行するために必要な技術面での改良研究を実施し、昨年度実績と統合することにより、従前のBMIシステムと同様の機能を有し、かつ、簡便に利用できる可搬システムの確立が達成されたものといえる。これにより、来年度以降、複数の臨床研究拠点において、標準化された技術に基づく研究データ集積が円滑に実施される基盤が完成したものと見える。

G. 研究発表

1. 刊行論文

Masahiko Mukaino, Takashi Ono, Keiichiro Shindo, Toshiyuki Fujiwara, Tetsuo Ota, Akio Kimura, Meigen Liu, Junichi Ushiba, The efficacy of brain-computer interface-driven neuromuscular electrical stimulation for chronic hemiplegia, Journal of Rehabilitation Medicine, in press.

・ 総説 (査読無し)

牛場潤一、特集：神経回路の可塑性と brain-machine interface - 神経リハビリテーションにおける非侵襲的 brain-machine interface の可能性、神経内科 79(4): 513-518, 2013

牛場潤一、連載：Brain-Machine Interface(BMI)の現状と展望(頭脳脳波を用いた非侵襲BMI、週刊 医学のあゆみ245(8): 669-674, 2013

H. 知的財産権の出願・登録状況
現在行っていない。

研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Yamaguchi T, Fujiwara T, Saito K, Tanabe S, Muraoka Y, Otaka Y, Osu R, Tsuji T, Hase K, Liu M	The effect of active pedaling combined with electrical stimulation on spinal reciprocal inhibition.	Journal of Electromyography and Kinesiology	23	190-194	2013
藤原俊之	片麻痺上肢に対する新たな治療戦略 HANDS therapyから経頭蓋直流電気刺激(tDCS)、BMIまで	リハビリテーション医学	20	277-280	2013
藤原俊之、里宇明元	ニューロリハビリテーションの最近のトピックス.	脳神経外科	41	663-668	2013
藤原俊之、里宇明元	ニューロリハビリテーションの現状と未来	最新医学	68	988-994	2013
補永 薫, 藤原 俊之	【リハビリテーションにおける臨床神経生理学】ヒトにおける神経回路の評価 大脳皮質レベルでの神経回路の評価	MEDICAL REHABILITATION	166	73-78	2013
補永 薫, 藤原 俊之	電気生理検査による機能障害の評価 脳波と手の運動の相関性	Journal of Clinical Rehabilitation	22	397-401	2013
Masahiko Mukaino, Takashi Ono, Keiichiro Shindo, Toshiyuki Fujiwara, Tetsuo Ota, Akio Kimura, Meigen Liu, Junichi Ushiba	The efficacy of brain-computer interface-driven neuromuscular electrical stimulation for chronic hemiplegia.	Journal of Rehabilitation Medicine	In press	In press	2014
牛場潤一	特集：神経回路の可塑性と brain-machine interface - 神経リハビリテーションにおける非侵襲的 brain-machine interface の可能性	神経内科	Vol.7 9 No.4	513-8	2013
牛場潤一	連載 :Brain-Machine Interface(BMI)の現状と展望 頭皮脳波を用いた非侵襲BMI	週刊 医学のあゆみ	Vol.2 45 No.8	669-74	2013