

【産業技術】 ライフサイエンス ロボティクス

ロボット装具で脳卒中の回復を補助（米国）

軽量で腕に装着できる携帯型の神経ロボティクス装置

This article originally appeared on the MIT News Office website. (March 20, 2007)

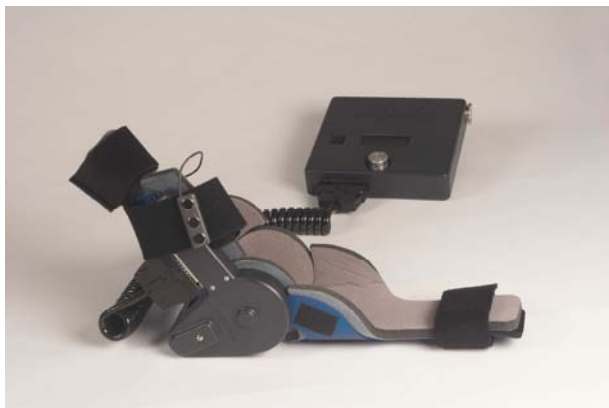
Copyright(c): Deborah Halber, MIT News Office Correspondent

マギー・フェルメンタルは 32 歳で脳卒中になり、右腕に麻痺が残った。一年半受けた従来型の治療ではほとんど改善の兆候が見られなかったため、彼女はマサチューセッツ工科大学(MIT)の技術者達が開発した新しいタイプのロボティック治療を試すことにした。米国物理療法リハビリテーション誌¹2007年4月号に掲載されたこの研究では、パイロット臨床試験において、重度の脳卒中患者5人に対してフェルメンタルの治療に使われたものと同型の装置が使用され、良好な治療結果が得られている。



マギー・フェルメンタルは脳卒中の生存患者で、臨床研究参加者(study participant)である。彼女はこの装置を 18 時間使用した後、再び肘を完全に動かすことができた。彼女は現在もその状態を維持している。(写真出所: Myomo, Inc.)

フェルメンタルはこのリハビリ装置を 9 週間にわたり 18 回使用した。16 回目の使用後、彼女は脳卒中後はじめて自分の肘を完全に曲げたり伸ばしたりすることができるようになった。かつて外科の看護師であったフェルメンタルは現在、ベス・イスラエル病院の脳卒中の教育看護師となっている。「自分の腕を再び自由に動かすことができるなんて夢のようでした」と彼女は話す。「料理や身支度、買い物、スイッチを入れたり、キャビネットを開けたり 現在は再び自分の両腕で、以前よりも簡単に行うことができます」



この装置は軽量の肘用装具であり、EMG(筋電図)センサーを使用している。このセンサーは目的とする動作に応じて患者の二頭筋か三頭筋の表面に取り付けられる。携帯型の制御装置を通じて患者の状態に応じた補助が行われる。(写真出所: Myomo, Inc.)

¹ “ American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation ”

この装置は、フェルメンタルの筋肉の電氣的活動を感知し、動作が楽に行えるように力の補助を行っただけでなく、彼女の脳も変化させた。

脳卒中後は脳細胞の破壊によって運動機能の喪失が起こる。忍耐の要る反復的な運動療法を行うことで、他の神経がその喪失した機能をいくらか肩代わりすることができる。MITが開発したロボット装具のような装置は、人々が自身の神経の可塑性²(経験と訓練によって神経が再配線されるために脳の認知力が増大すること)を活用する助けとなる。

FDA(米国食品医薬品局)の認可を待っているこのロボット型治療装置は、MITの臨床研究センターとボストンにあるスパウルディング・リハビリ病院の脳卒中患者でテストされた。研究者達によると、この結果から「筋群に『力の補助』を行うこの装置の能力によって、運動回復の際の大脳可塑性の重要な要素であると考えられている、脳の意図と実際の手足の動作のフィードバックループ³の完結を助けるかもしれない」ことが示された。

この研究によって、重度の障害が残っている患者の腕の機能は、この装具の使用後に平均23%の回復が見られたことと、脳卒中患者に典型的な腕の筋肉の緊張が著しく緩和されたことが示された。

費用対効果の高いリハビリ

米国では脳卒中の生存患者が570万人を数えており、毎年新たに70万人が脳卒中患者となっている。米国において脳卒中は身体障害の第一番目の要因となっている。神経疾患に苦しむ患者の治療を目的とした医療装置の多くはここ数十年で根本的な変化がなかった。あるいは、費用の高い、高リスクな脳内インプラント⁴が必要であった。

このロボット治療装具はMITのデシュパンド技術革新センター⁵の最初の研究助成金受給対象の一つであった。同センターは新しい初期段階の研究に資金提供を行い、MITの革新者が、商業化に取り組むために必要な資金を提供している。このロボット型治療装置はデシュパンドセンターの2002年度と2003年度の研究助成金を受給した。

² plasticity: できている神経回路網の配線を変化させること。

神経細胞の可塑性は、膜の性質、シナプス接合、神経伝達物質放出の機能的な変更を伴う。

³ フィードバック制御を介する経路のこと。

⁴ブレイン・コンピューター・インターフェイス(BCI)のように、脳に流れる電気信号をコンピュータに直接結び付けて、考えるだけで操作できることを目指した技術、試みが行われている。現在のところ大脳の運動皮質などにコンピューターチップを埋め込むものなどがある。

⁵ Deshpande Center for Technological Innovation

「私達はこの装置を、人々の生活の質⁶に多大な影響を与える可能性を持った新規の技術であると考えていた」と、デシュバンドセンターの学部長で化学工学学部教授のチャールズ・クーニーは語る。「この研究により私達が正しかったことが証明された」

携帯・着用可能で軽量のロボット装具を腕にはめる。筋電図（EMG: 筋肉細胞収縮時の電気活動を感知する）で患者の電氣的な筋肉活動を検知し、モーターにデータが送信されることにより、脳卒中患者が麻痺の残る腕を制御することが可能になる。

作業療法士や理学療法士の監督下で使用すれば、患者が基礎的な運動訓練（例：箱を持ち上げる、電気のスイッチに手を伸ばすなど）から、より複雑な作業（例：洗濯かごを運んだり、麻痺がない方の腕で物を持ったまま電気のスイッチを入れたり消したりするなど）に前進する助けとしてこの装置を用いることができる。

ある臨床研究参加者は、試行後に、麻痺していない方の手でコップを持ちながら、麻痺している方の手でライトのスイッチを入れたり消したりすることができるようになったという報告がなされた。

（写真出所：Myomo, Inc.）



この研究の研究者ら（ハーバード大学医学部兼スパウルディング・リハビリ病院のドクターである J.ステイン、K.クレプス、R.ヒューズ、及び MIT 卒業生の K.ナレンドランと J.マックビーン）によると、たとえ一年前に脳卒中に襲われた人でもこの装置を使うことで再び動かせるようになる可能性があるとのことである。

「この装具は神経の障害で苦しんでいる人々が力を取り戻して回復し、自立を獲得することを可能にしてくれるだろう」と、MIT 機械工学科の教授であり、同装置の開発に携わった最初の研究チームを率いたウディ・フラワーズは話す。「この関節装具はユーザーが容易に制御できるし、コスト効率も良いようである。この装具によって多くの患者達が自主独立型の治療ができるようになる可能性がある」

⁶ Quality of Life (QOL): 生命の質とも訳される。人間としてより充実した生活を送るために、生活を物質的な面から量的にとらえるのではなく、生活の質や人生の質を重視しようとする考え方。狭義では、患者の日常生活をいかに苦痛の少ないものにするかという意味で用いられる。

動き方を再学習する

2002年～2003年、フラワーズは当時まだ学生だったナレンドランとマックビーンと共に、実用レベルの能動関節⁷ 装具の試作機を開発した。最初の試作装置では、脊髄に何らかの損傷を負い麻痺が残っている患者が腕を動かすことを可能にした。2004年にはナレンドランとマックビーンがMITの5万ドルビジネスプランのコンペに勝利した。彼らはそのすぐ後に、彼らが神経ロボティクス(NeuroRobotics)と称する医療技術の新しい分野を発達させることを目的として、ボストンを拠点としたMyomo(「my own motion(私自身の動作)」の頭字語)という名の会社を設立した。

「神経ロボティクスは、麻痺した筋肉と神経回路の制御の仕方を再学習する能力を促進することによって、神経系の障害で苦しむ人達が再び身体を動かせるように、非侵襲的⁸な形で補助してくれる」とナレンドランは話す。

「患者の筋肉を刺激したり動かしたりする他の装置とは異なり、神経ロボティクスは患者の身体に実際に適応した、軽量で着用可能な装置の中に組み込まれており、動作の開始や制御を行うために患者自身の筋肉の電気活動信号を用いている」とマックビーンは説明する。

「もしこの装置がなければ、私達がテストした大部分の患者達は思うような動作が全く行えず、患者が訓練を通して動作能力を向上させることの現実的な方法はなかっただろう」とステインは話す。「この装置の『力を補助する』機能でユーザーの意図した動作を可能にすることにより、ユーザーは訓練によって動作能力を向上させることができる。このようにこの装置は、訓練を通して動作能力を向上させ、人間の脳生来の能力を促進させる働きをする」

出典：<http://web.mit.edu/newsoffice/2007/brace.html>
(All rights reserved. Used with Permission.)

翻訳：NEDO 情報・システム部

⁷ アクチュエーターによって駆動される関節。

⁸ 組織を傷つけたり身体を痛めたりしない手法、処置のこと。