

医療福祉領域におけるロボット技術の活用 ～期待と課題～

Application of Robotics for Medical and Welfare Field

○ 高杉 紳一郎 (佐賀整肢学園)

Shin-ichiro TAKASUGI, Saga Medical and Welfare Center for the Challenged

Abstract: Robotic technology should be widely applied for medical and welfare field, especially in highly aged society. We have developed a brand-new integrated robot “Smart Trainer” for resistance training of muscles, only using concentric muscle contraction to provide safer and effective training. We also developed a new electric wheelchair robot “Rodem” which can make transferring easier and safer, without any turning around process. Now we are developing a walking assist device for people with gait disturbance or joint diseases. This assist suit has no rigid frame or bulky exoskeleton but has a very slim and soft body, compared with other powerful robotic suits. These robots will contribute to many aged and handicapped people for their independent and happy life, and may also reduce hard labor of caregivers or medical staff.

Key Words: Robotic technology, Aged society, Muscle training, Electric Wheelchair, Walking assist suit

【背景】

わが国が誇る世界一のロボット技術を、世界一の高齢社会で真に役立つ実用技術として育てあげれば、極めて大きな社会貢献となる。

しかし現時点で、臨床最前線の現場で真に役立つ実用レベルにまで育て上げられた技術や装置は数少ないのも現実である。筆者がリハビリテーション医療の立場から開発に関与してきた生活支援ロボットのトライアル事例を供覧し、「生みの親」と「育ての親」の立場から課題と期待について論じる。

1. 筋力増強トレーニングロボット

【目的】

膨大な数の筋トレマシンが開発され現場に普及しているが、その多くは大腿四頭筋の強化に特化した製品であって、つまずきの回避に非常に重要な前脛骨筋(つま先上げ)や腸腰筋(もも上げ)が強化できる装置は極めて少ない。

しかし現場の切実な声としては「今以上のマシンを追加導入する資金も無いし、設置場所も無い」。そこで、1台で歩行機能に重要な多くの筋群をトレーニングできる装置を開発するため、早稲田大(藤江正克教授)、九州大(橋爪誠教授)を中心とする研究機関と、竹井機器工業や日立製作所等との医工連携により、ロボット技術を駆使してこれを実現した(2005～2007年度のNEDO委託研究「人間支援型ロボット実用化基盤技術開発」)。

【方法】

レッグプレス往復運動の往路と復路で負荷方向を反転し、主動筋と拮抗筋を交代させて「もも上げ+つま先上げ運動」を自然に促す「リフトオフ運動」を最初に創案した。

レッグプレスとリフトオフは、ともに閉鎖運動連鎖(CKC: Closed-Kinetic-Chain)に分類され、多数の筋活動を同時に促進できる特徴がある。両者を瞬時に切り替えて繰り返すプログラムの開発には難渋したが、結果的に筋損傷リスクが低く、身体に優しい求心性筋収縮のみを用いた「フル・コンセントリック・エクササイズ」が誕生した。

その後、電気容量的に限界があったサーボモータ駆動を磁性流体ブレーキに換装し、さらにボート漕ぎゲーム機能を搭載してモチベーション向上を図れる普及機「スマートトレーナー」が完成し、2011年6月に市場投入した(Fig. 1)。

【結果】

デイケア通所高齢者19名(平均年齢79.7歳、要支援1～要介護2)に対する実証試験では、週2回の運動介入を12週間続けた結果、大腿四頭筋、ハムストリング、腸腰筋、前脛骨筋の筋力が有意に増加し、歩行速度も有意に向上した($p < 0.05$)。



Fig. 1 “Smart Trainer” (Full-concentric Exercise)

2. 移乗移動アシストロボット

【目的】

ベッドから車いすへ移乗する動作では、複雑で3次元的な身体操作が必要なため転倒のリスクがあり、また介助者の職業性腰痛の原因でもあり、重大な問題となっている。「安全かつ容易な移乗介助を行いたい」という現場の切実な声に対して、既に多様な移乗アシスト装置が開発されているが、課題解決には至っていない。

筆者は2009年からテムザック社と共同で、従来の移乗手順を半減させた移乗法を創案し、移乗した後、そのまま自立移動できる電動車いすロボット「ロデム」の開発に着手した(Fig. 2, 3)。2012年度からはNEDO実証事業「デンマークにおける生活支援ロボットを活用した介護サービス提供に係る検討」の助成を受けた。

【方法と結果】

ロデムを用いると、身体の向きを変えずに容易に移乗できる上、座面の電動昇降機能により、健常者と同じ視線の

高さで会話ができ、社会参加や日常生活面で有用であり、半起立訓練ともなる。乗車すると、前傾したアクティブな乗馬姿勢となるため、骨盤後傾を防ぎ円背姿勢も回避して背筋が伸びる利点もあり、背部の除圧もまた長所となる。さらには、年齢や障害を問わず健常者も乗って楽しいユニバーサルデザインを目指している。



Fig. 2 “RODEM” (electric wheelchair robot)

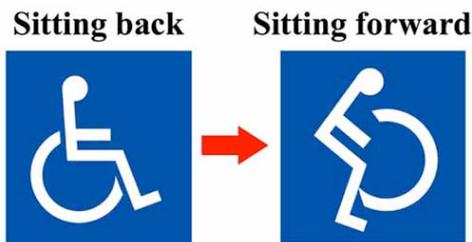


Fig. 3 New image of a wheelchair

3. 歩行アシストスーツ

【目的】

パワフルな外骨格型ロボットスーツを、リハビリ患者に装着して機能回復を図ったり、介護スタッフに装着して身体負荷の軽減を図ろうとする研究に注目が集まっている。ただし、アシスト装置の装着にアシスト者が必要であり、時間もかかる点は否定できない。

現場の切実な声としては「少しでも薄く、軽い装置を」「より簡単に装着したい」のが本音である。そこで筆者は2009年より九州大(村上輝夫教授, 山本元司教授, 岩本幸英教授)と構想を練り、住友理工(旧・東海ゴム工業)と共同で、軽く・薄く・柔軟な装着型歩行アシストスーツの開発に取り組んでいる(Fig. 4)。2012年度からは文科省 A-step「研究成果最適展開支援プログラム」の助成を受けた。

【方法と結果】

このアシストスーツは、両大腿部の前面に柔軟な牽引ベルトを配置し、歩行中の遊脚期に同期してサーボモータで巻き上げて、股関節の屈曲運動(振り出し〜もも上げ運動)をリズムカルにアシストし、歩容の改善を図り、つまずきも防ごうとする装置である。

外骨格型のアシストスーツと異なる長所は、

- 1) 堅固な外骨格が無く、薄型軽量(約 1kg)のため、身体密着性が高く、着衣下にもスマートに装着できて、日常生活での使用に適している点
- 2) 回転軸が無いので、関節中心に正確に適合させる必要が無く、短時間で容易に装着できる点(約 1 分間)

- 3) モータ出力が弱いため(2~4kgf)、重量物の挙上作業には対応できない反面、予期せぬ行動や誤動作による転倒リスクが低い点などがある。

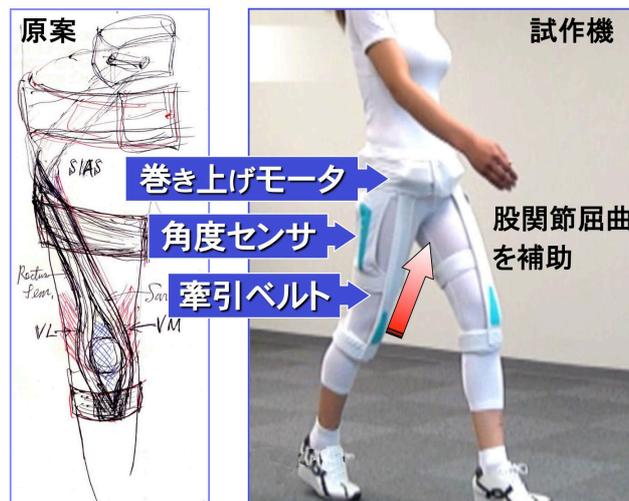


Fig. 4 Walking assist suit

【考察】

いずれのロボット技術も、今後さらなる改善へ向けて、課題山積の様相を呈しているが、最後に私見と期待を述べて稿を閉じたい。

1. 開発側に立つ「生みの親」の方々には、
企画のスタート段階から普及機完成のゴールに至るまで、医療介護の現場をホームポジションとして頂き、走りながらも常に現場ユーザの切実な声に耳を傾け続けて頂きたい。つついハイテク技術の競演に燃える情熱は理解できるが、待った無しの臨床現場を見に来て助けて頂きたい。
2. 介護や医療現場のプロフェッショナルには、
実務に追われ多忙を極める中でも、できれば胸襟を開いて、ただ一言でも率直なアドバイスを開発側に戻して頂きたい。つつい医療介護のプロは、開発者や製造メーカー側に100点満点の完成品を求める習性がある。しかし、あえて「育ての親」の気持ちで、ヨチヨチ歩きの子の手を引いて、是々非々のスタンスから、叱って/褒めて子育て願いたい。
3. 政策面や財源面の支援
研究開発コストの支援:既に名声を得た「勝ち馬マシン」に予算を集中配分するのも良いが、有望な若芽にも気づいて見出し、目を配って育てる見識も望みたい。
導入コスト~運用コストの支援:報酬制度に直結しない高額なロボットに対して、何ら導入支援策が無ければ、爪に火をともし介護リハビリ現場への導入など夢のまた夢。
もし経済財政強者の骨太い声だけが優先され、社会保障を切り詰め締め上げる政策が続けば、最前線の医療介護職員は奔走疲弊し、人もモノも補給されぬまま痩せ細る。当然ながら「ロボット育て」などに構う余力など無い。

【結語】

ロボット工学はわが国が世界に誇ってお家芸であり、これを超高齢社会の医療・福祉領域に活かし、新たな治療技術を創出して新産業を育成し、医療介護スタッフの負担を軽減して雇用拡大を図れば、極めて大きな社会貢献となる。

参考文献

- (1) 高杉紳一郎, 上島隆秀ほか, 移乗・移動支援ロボット, ヒトの運動機能と移動のための次世代技術開発, pp. 197-203, 2014.