

平成21年6月2日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19500477
 研究課題名（和文） 人工筋肉を用いた、麻痺手を動かすシステムに関する研究
 研究課題名（英文）
 Development of an appliance moving paralyzed fingers with artificial muscles

研究代表者

千田 益生（SENDA MASUO）
 岡山大学・医学部・歯学部附属病院・准教授
 研究者番号：60226694

研究成果の概要：

岡山大学で開発した人工筋肉を用いて、頸髄損傷患者や筋委縮性側索硬化症（ALS）患者などの麻痺した手指を動かすシステムを研究・開発しました。まず、代表的日常生活動作遂行における指先に必要な圧力を計測しました。必要とする圧力を計測することで、必要最小限の力を発揮できる人工筋肉を装着した装具・器具を新たに作成し、ピンチ動作や把持動作を行いました。患者に合わせた装具を実際に装着してもらい、改良点を見出し製品化を目指しました。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：総合領域 リハビリテーション医学

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：健康・福祉工学、人工筋肉、福祉用具・支援機器、リハビリテーション医学

1. 研究開始当初の背景

人工筋肉を用いた立位支援システムや歩行支援システムについては、平成17、18年度に科学研究費をいただき、研究を行ってきました。下肢に関しまして研究は軌道に乗り、少しずつですが進展してきました。患者の障害は、下肢に関しては移動という問題は非常に大きな問題です。一方で、日常生活の自立

には、上肢、特に指の機能が大切です。岡山大学で新たに作成した人工筋肉のうち、指の把持動作やピンチ動作に適した屈曲彎曲型あるいは伸展彎曲型を応用して麻痺した手・指の機能を代償できるのではないかと考えました。下肢の立位あるいは移動能力と並行して、指の機能向上の必要があると考えました。岡山大学で開発した人工筋肉の特徴は、

ソフトアクチュエータで人体に優しく、様々な種類があり、たいへん安価であることが挙げられます。下肢の立位・歩行支援システムと同様に、できるだけ着けやすく、できるだけ軽く、できるだけ操作が簡単なシステムを安価で作成しようと考えました。まず、日常生活動作に必要な手・指の機能としては、つまむ、持つなど把持動作あるいはピンチ動作です。把持・ピンチ動作が可能になれば、食事動作、パソコンなどの操作など日常生活に役に立つ動作が可能になります。さらに、可能であれば、把持やピンチだけでなく、自由に動かせる指、究極的にはピアノが弾ける指を目指そうと研究をスタートしました。

2. 研究の目的

- (1) まず、日常生活動作、例えば、字を書く、コップを持つ、スプーンで掬うなどの動作でどの程度の圧力が指先に必要であるかを調査するを最初の目標としました。
- (2) 次に、必要な圧力を発揮できる人工筋肉を装着した把持装置、把持システムを作成することが目標になります。
- (3) 実際に患者に使ってもらい、使いやすさ、問題点、改良点を指摘していただき、実用的な製品として完成させたいというのが目標です。
- (4) 手・指のそれぞれが独立して動く、システムの開発です。最終的には、ピアノを弾けるような手・指をつくるのが目的です。

3. 研究の方法

母指、示指、中指の3本の指の先端にどのぐらいの圧力を作用させると、日常生活動作を行えるかを調査しました。各指先に圧センサーを装着し日常生活上の動作を行いました。測定した動作は、スプーンを用いての食事動作、フォークでウインナーを刺して口に運ぶ、

湯呑に水を入れ口に運ぶ、鉛筆で字を書く、キーボードをたたくなどの動作としました。対象は、健常な手指に愁訴のない10例に対し、3回動作を繰り返し行い最小値、平均値を求めました。個人での変動が大きいため、何度か練習していただいた後に測定しました。

手の把持動作の場合、母指と、示指・中指は対立位になることが必要です。グローブ状のものに人工筋肉を装着しても、人工筋肉の作用する方向が対立方向（母指と、示指・中指が向かい合う方向）にならないため、新しい装具を開発する必要があります。対立装具に人工筋肉を装着する装置を考案しました。脊髄損傷患者あるいは片麻痺患者に装着し、把持動作を実際に行ってみて実用化するには何が問題かを検証する必要があります。実際に麻痺のある患者に装着し実用的か否かを検証しました。

対立装具による把持・ピンチ動作とは別に、個々の指をそれぞれ独立して動かせるシステムの研究も行いました。装具による把持・ピンチ動作ではなく、グローブ型で、それぞれの指に人工筋肉を伸展屈曲ともに作用させる装置を考案し、改良しよう取り組みました。

4. 研究成果

日常生活動作における各指に必要な圧力は、スプーンで掬う(2.9N)、フォークで刺して口に運ぶ(18.0N)、コップを把持して呑む(17.4N)、字を書く(28.9N)、キーボード操作(33.3N)でした。伸長型彎曲空気人工筋1本による出力は140mm長で空気圧500kPa注入時には20Nであり、3本用いれば単純に計算すれば60Nであり、日常生活動作の遂行が十分可能であることがわかりました。

手の把持動作の場合、母指と、示指・中指は

対立位になることが必要です。そのため、対立装具に人工筋肉を装着した装具を開発しました。グローブ型では、金好筋肉の収縮方向を規定することが難しく、どうしても対立位に動かせることができません。従来に対立装具を用い、母指と示指・中指が人工筋肉が収縮した際に、つまむ動作になるように力の方向を規定しました。また、人工筋肉が作用する前には、初期状態として、指が開いている必要があります。そのため対立装具にバネを装着し、開いた位置を維持するようにしました。新しく開発したこの装置により、ピンチ動作が麻痺した指においても可能になりました。

脊髄損傷患者あるいは片麻痺患者に装着し、把持動作を実際に行いました。実際に麻痺のある患者に装着するには、まず変形した指それぞれを装置に沿わせることが必要です。実際に装着するのに苦心しました。右上下肢麻痺（片麻痺）患者の人工筋肉装着の対立装具を装着した感想としては、確かにピンチ動作は可能ですがピンチで把持したものを移動できず、実際に日常生活に用いることができないということでした。ただ今まで動かなかった指が動くようになり、ピンチ動作ができることは喜んでいました。今後は手関節・肘関節・肩関節の人工筋肉による装置を開発することが必要であると考えました。

3本の対立位にある指による把持装置のみならず、グローブ型の訓練装置も開発しました。岡山大学の人工筋肉を用いた麻痺手を動かせる装置の特徴としては、1本1本の指が独立して動くことが可能であるところであり、その特徴を生かすべく、グローブ式の装置も作成しました。グー、チョキ、パーなどの動作や究極的にはピアノが弾けることを目指しています。現在グローブの素材、装着方法、出力の増大、コンプレッサーの縮小化など問

題点は数多くありますが、解決すべく取り組んでいます。当初の目標としては、患者の訓練用として、患者自身が操作して麻痺手の訓練を行えるようになることです。まず変形した指に装置を装着する必要があります。グローブ型ですと、指が先端まで入りません。指サック状の構造にし、装着を容易にしました。人工筋肉も屈曲型に加え伸展型も組み込み、閉じる、開くができるように工夫しています。現在も研究を継続しています。

人工筋肉を用いた麻痺動かせるシステムについて改善すべき点としては、装着しやすさ（簡単につけられ、簡単に脱げる）、動かす操作が簡単であること（スイッチの on off で操作可能）、装着感が良いこと、見た目がすっきりしていること、軽くすること、人工筋肉が有効に働くことなどが挙げられ、今後の検討を要すると考えました。また空気を送り込むコンプレッサーが現時点では非常に大きく、コンプレッサーの小型化・軽量化も製品化に向けては是非必要であると考えました。空気を送り込んで、人工筋肉を動かすのでどうしても有線になります。制御システムもコンピューターと連動していますので有線の状態です。コンパクトな機械類とし、軽くて小さいコンプレッサーが実現できれば、訓練機器あるいは実用的なものとして製品化も可能であると考えました。

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 2 件）

- ① 那須 巧、千田益生、壺山佳美：ADL動作自立のために必要な手指の力：人工筋肉を応用した手指動作支援装置開発にあたって。リハビリテーション医学。査読有 45:S408, 2008.

②千田益生、則次俊郎：人工筋肉によるリハビリテーション支援．関節外科．査読有
26:109-110, 2007.

〔学会発表〕（計 3 件）

①千田益生：人工筋肉－リハビリテーション医学における臨床応用－：学内COEアクチュエータシンポジウム．岡山市岡山大学.
2008.12.9

②千田益生：人工筋肉－開発と臨床応用－：第41回日本人間工学会 中国・四国支部大会 特別講演．広島県三原市.
2008.11.22

③那須 巧、千田益生：ADL動作自立のために必要な手指の力：人工筋肉を応用した手指動作支援装置開発．第45回日本リハビリテーション医学会学術集会．横浜市.
2008.6.6

6. 研究組織

(1) 研究代表者

千田 益生 (SENDA MASUO)

岡山大学・医学部・歯学部附属病院・准教授
研究者番号：60226694

(2) 研究分担者

則次 俊郎 (NORITSUGU TOSHIRO)

岡山大学・大学院自然科学研究科・教授
研究者番号：70043726

堅山 佳美 (KATAYAMA YOSHIMI)

岡山大学・医学部・歯学部附属病院・医員
研究者番号：90397886

(3) 連携研究者

なし