

高齢者のための肩関節可動域拡張する運動機の試作

—臨床実験による有効性を検討—

Development of an Exercise Machine for expanding Shoulder Joint ROM

○アハメド シャハリアル (新潟産業大学) 舟久保昭夫 (東京電機大学) 福井康裕 (東京電機大学)

佐久間一郎 (東京大学), 土肥健純 (東京大学)

Shahriar AHMED, Niigata Sangyo University
 Akio FUNAKUBO, Tokyo Denki University
 Yasuhiro FUKUI, Tokyo Denki University
 Ichiro SAKUMA, The University of Tokyo
 Takeyoshi DOHI, The University of Tokyo

Abstract: We have developed a transitive type exercise machine for expanding the Range Of Motion of shoulder joint, intended for the elderly person. This machine is electric motor drive and assists exercise to recover the ROM to the standard value, which help to keep the elderly person's self-care act and activity of daily life. In order to evaluate the effectiveness of this machine, we have conducted a practical experiment. In this experiment three elderly people exercised with this machine twice a week and the evaluation lasted for about three month. At the beginning of the exercise initial ROM value of respective subject is measured. Through a three months observation every new value is compared with this initial value. The ROM angle is measured with the digital goniometer installed in the machine. In the result, the exercise machine is evaluated as effective for maintaining and expanding shoulder joint ROM.

Key Words: Range Of Motion, exercise machine, shoulder joint, elderly

1. はじめに

一般的にヒトは高齢になると、加齢に伴い、身体的機能や運動機能が次第に低下していく。運動機能の低下は基本的に筋力の低下および関節可動域が狭まったことによって起きるといわれている。関節可動域の低下は、生活する上で欠かすことのできない動作の制限となるので高齢者にとって危険である。例えば、足首関節可動域の低下は歩行中の転倒や躓きの原因となり、肩関節可動域の低下は日常生活動作に多大な影響を与える。結果として個人のセルフケアが実現できなくなり、病気などにかかりやすくなる。セルフケアが不足することによっておこりうる病気には、肥満などの生活習慣病の他、歯周病やうつ病になる報告もあるので、高齢者にとってセルフケアの実現はとても重要である。また多くの場合、高齢になると若い時に比べて外出する機会、時間や頻度が少なくなる。さらに、外出が減ったことにより、筋肉を動かす運動する機会が減り、体調管理がうまくできていないケースが見受けられる。その結果、要支援・要介護の可能性が高くなると言われている。この状況を回避するために我々は、高齢者の肩関節可動域拡張運動に着目し、運動を支援するために電気モータ駆動による他動式の機械を試作した。他動式であるため飽きることなく、毎日数分間適度な肩関節可動域拡張運動をする習慣をつけることで、肩関節可動域を狭くなった人の場合は拡張して最低限必要とされる基準値に近づける、十分に拡張された人の場合現状を維持する。その結果、老化の進行を遅らせることにつながり、日々のセルフケアの実現を通じて健康を維持、QOLの向上を図れると考えられる。

2. 研究目的

本研究では、地元の介護老人保険施設の協力を得て、試作機を用いて実際に高齢者に運動してもらい、有効性を検証することを目的とする。

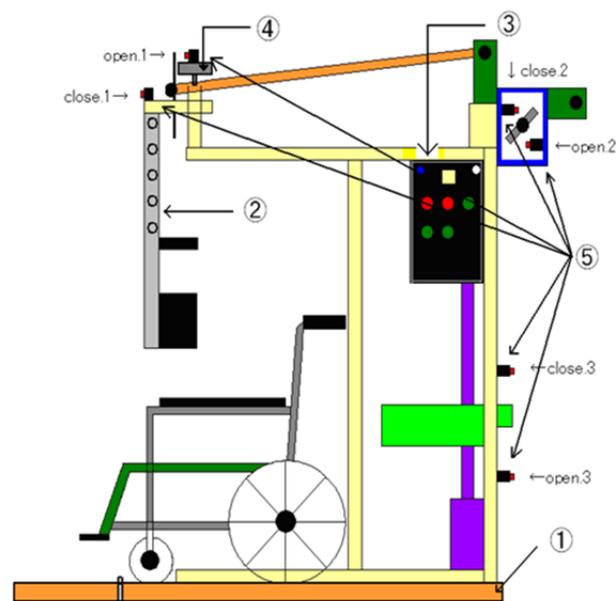


Fig.1 Shown is block diagram of the transitive type exercise machine for expanding the Range Of Motion of shoulder joint. ① is the wooden platform where wheel chair is placed. ② are the arms that do opening and closing movement. ③ is the control switch box. ④ is the digital goniometer to measure the motion angle. ⑤ is the position of the safety limit switches.

3. 運動機および方法

3-1 肩関節可動域拡張運動機の概要

肩関節可動域拡張運動機は、Fig.1 に示すように主に①～⑤の機能を搭載している。今回の臨床使用に協力してもらう介護老人保険施設の利用者の臨床場を踏まえ、車いすのまま運動を行えるようにした。この試作機は、他動的であるためオペレーターが全て操作を行うものとし、ペレーターは被験者を車椅子のまま、機械に乗り入れる。

①プラットフォーム 試作機に車いすの後ろからの乗り入れを容易にするため、合板を取り付けた。毎回同じ位置を再現するためにプラットフォーム上にレールを設け、車輪のずれによる位置ずれを防止した。

②アームおよび高さ調節 アームの高さは、6段階の調節が可能である。Fig.2 に示すように、オペレーターが被験者の姿勢にあわせて運動時の肘が 90 度なるように上下調節する。被験者にアームを握ってもらい、運動を開始すると自然に肘が外側に広がってしまい、垂直姿勢を維持することができない。肩関節の一部である上腕骨の回転困難がその理由であるがこのままでは拡張運動にはならない。またアームの正確な開度の測定に誤差が生じる。これらの問題を解決するため、被験者の肩関節への負担を軽減し、肘を固定できるようにハンドル部分から下を 15 度曲がった形にした (Fig.3 参照)。このアームでは、被験者の肘が外側に広がらないように矯正パッドを設けた。③コントロールパネル「他動式」によるオペレーターが全てを操作する。「手動運転」と「自動運転」の2種類の動作モードが選択可能である。カウンター機能を搭載しているため、「自動運転」時の運動回数を設定でき、目的の回数に足したら止める。また、パネル上にスピードコントロールつまみがあり、これにより開閉のスピードを変更可能になっている。

④アーム開閉幅調節 (ストッパーとリミットスイッチ) アームを「手動」や「自動」で開くとき、Fig.1 の④で示すように分度器とリミットスイッチで作った開閉幅調節器が上部に設置してある。リミットスイッチとアームの動作と連動している鉄筋により、設定したリミットスイッチに干渉することで指定の角度まで広がり停止する仕組みになっている。また、指定した角度以上は開かないよう別の安全措置も取られている。

⑤安全リミットスイッチは開くときに3ヶ所、閉じるときに、3ヶ所、計6ヶ所に設けてある。リミットスイッチ箇所はFig.1の⑤に示す通りである。アームを開閉する際に、計3つのリミットスイッチによる3重の保安構造にすることで安全性を確保した。

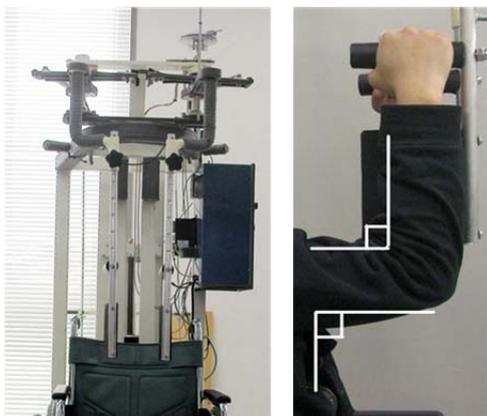


Fig.2 Shown is the photograph of the adjustable arm of the exercise machine. The length of the arm should be adjusted as the subject's elbow to be 90 degrees as shows in right view.



Fig.3 Shown is the photograph of the arm. The arm is 15 degrees bent from the position of handle and soft pad is patched at the elbows to avoid unexpected expansion during exercise.

3-2 運動および計測

地元の介護老人保険施設の車椅子に乗っている高齢者の年齢 65 歳から 70 歳くらいの 3 人を被験者とし、下記の順序で行う。

オペレーターが被験者を試作機に車いすのまま乗り入れ、車いすを固定し、手は腿の部分にのせ、安全確認する。次に被験者にアームのハンドルを握ってもらい、腕の位置がアームの部分と 90 度になるように高さを調節する。

続いて初期の角度調節を行う。ハンドルを握ったままアームを開いて行き、被験者が無理なく開けるまでの角度を初期の角度とする。この角度より 3~5 度を増した角度を運動できるような開度に設定し、カウンターにより回数を設定した後に運動を開始する。設定した開度まで開くと、ストッパーに干渉して自動的に止まり、また戻ってくる。スピードコントロールにより速度を設定する。今回の実験では 1 分間に 2 回、かなりの遅い速度で行う。

運動時の開閉角度は試作機に設けたデジタル角度計によって示される。Fig.4 に示す回転式角度計のセンサー部分は、試作機の右アームの回転軸と同期した動作をできるように設置しており、回転した角度はデジタル表示される。運動を繰り返し、測定した数値を個人用カルテに記入する。最初に計測した被験者それぞれの初期値からある一定期間終了日までの角度の変化を計測する。



Fig.4 Shows the photograph of the digital goniometer. The sensor part of the goniometer is fixed on the top of the right arm of the exercise machine to synchronize the rotation as the arm.

4. 結果

3名の被験者に3か月間、肩関節可動域拡張運動機を使用してもらい、その観測結果をFig.5からFig.7に示す。

Fig.5に示すように被験者1の初期可動域が運動開始4月25日現在90度と基準値に近い値になっている。7月23日までの間週2回運動を行い、この間の平均値85度が赤い線で示されている。Fig.6に示す被験者2の初期可動域が95度となっている。被験者1同様4月25日現在の値が基準値に近い値になっている。7月23日までの間週2回運動を行い、この間の平均値91度が赤い線で示されている。被験者3の観測結果はFig.7に示す。

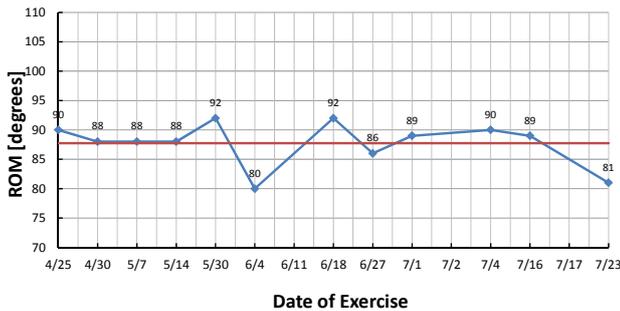


Fig.5 shows the result of 3 months exercise of subject 1. The horizontal axis indicates the date of exercise and the perpendicular axis indicate maximum ROM angle. The red line indicates the average ROM value during this period.

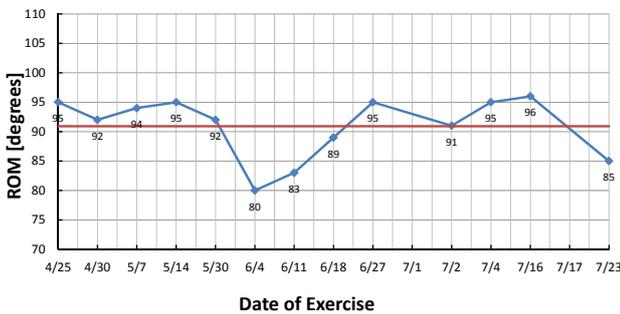


Fig.6 shows the result of 3 months exercise of subject 2. The horizontal axis indicates the date of exercise and the perpendicular axis indicate maximum ROM angle. The red line indicates the average ROM value during this period.

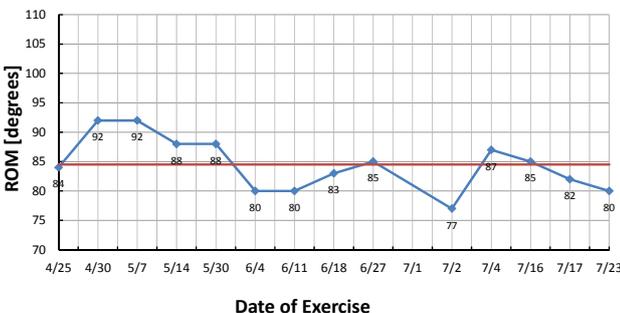


Fig.7 shows the result of 3 months exercise of subject 3. The horizontal axis indicates the date of exercise and the perpendicular axis indicate maximum ROM angle. The red line indicates the average ROM value during this period.

4月25日現在の値が84度と3人の被験者の中で最も狭く、基準値よりやや小さい値となっている。被験者1、被験者2と同様に7月23日までの間週2回運動を行い、この間の平均値84.5度が赤い線で示されている。

5. 考察

関節可動域の低下は、生活する上で欠かすことのできない動作の制限となるのでADLが低下する。ADLの低下は、個人のセルフケア活動の妨げになり、病気などにかかりやすくなる。高齢者にとってセルフケアの重要性は、要支援・要介護の状態を極力避けなければならないところにある。この状況を回避するために我々は、高齢者の肩関節可動域拡張運動に着目し、運動を支援するために電気モータ駆動による他動式の機械を試作した。試行錯誤を繰り返しながら計測誤差を最小限に抑え、運動効果を上げる結果が得られた。手動動作時の平均計測誤差は0.04度、自動動作時の誤差は0.28度となり、無視できる値になった。

毎日数分間適度な肩関節可動域拡張運動をする習慣をつけることを計画していたが、臨床現場の実情から週に2回を運動することになった。同じ高齢者でも田舎で農作業を経験した人と都会で暮らしをしてきた人は可動域の初期値に差が表れる。本試作機は、可動域を狭くなった人の場合は拡張して最低限必要とされる基準値に近づける、十分に拡張された人の場合現状を維持し、老化の進行を遅らせる。本実験協力した3人の被験者全員田舎で暮らししている人で、肩関節可動域の初期値が元より高い値を所持している。そのため、これ以上著しい拡張は望めないが、現状を維持し、老化の進行を遅らせる効果を期待する。その場合はさらに長時間の観測が必要である。本報告では、3か月間の観測を示したが、同一被験者による運動支援は現在続いているため経過観測を今後の課題とする。

参考文献

- (1) Reiko Yatani, Visiting rehabilitation- the experience of Moriya city of Ibaraki prefecture. Sogo Rehabilitation, Vol.11 (12) 1983.
- (2) Y. Miyazaki, R Yatani, The role of Physio therapist and Occupational therapist in the regional rehabilitation activity. Physio Therapy and Occupational Therapy, Vol. 11(7), 1977.
- (3) Database for human properties-Condition setup for measurement.
http://www.tech.nite.go.jp/human/jp/contents/cindex/basic_develop.html
- (4) Range of motion training.
- (5) <http://popup7.tok2.com/home2/yatabe/disease/katamahi/rom.htm>
- (6) Japanese Orthopedics Association, Disability committee, Japanese physiatrist society criterion committee: Table of Joint range of motion.
- (7) <http://plaza.umin.ac.jp/~aqua/muscle/muscle61-63.html>

謝辞

- 柏崎中央病院介護老人保健施設さつき荘の西先生をはじめ関係者全員に感謝を申し上げます。
- 本研究は部分的に「公益財団法人内田エネルギー科学振興財団からの助成金によって支援されている。