

## ハンドエルゴメーターを用いた 施設入所型車椅子使用者に対する運動処方プログラムの実践

天岡 寛\*<sup>1</sup> 石本恭子\*<sup>2</sup> 小野寺 昇\*<sup>3</sup> 末光 茂\*<sup>4</sup>

### 要 約

施設入所型車椅子使用者に対する運動処方の実践効果を検討することを目的とした。対象は、頸椎後縦靭帯骨化症にて施設入所中の車椅子使用者で、2型糖尿病を罹患している41歳の女性1名であった。運動処方プログラムはハンドエルゴメーター(Monark Rehab Trainer 881E, MONARK社製)を用い、平成14年11月から毎週水曜日、車椅子に座った状態のまま水温を40℃に維持した足浴状態で行った。また同時に対象者の筋力向上を目的として、日常生活内にチューブを用いた筋力トレーニングを1日2回(朝・晩)の頻度で日常生活の一部として取り入れた。その結果、ハンドエルゴメーター駆動運動時の総回転数が増加し、連続回転数及びその時の回転速度も向上した。空腹時血糖値の低下、インスリン皮下注が30単位から16単位に減少した。毎週水曜日を心待ちにしていることなど今回の運動処方が日常生活に張りを持たせただけでなく、精神面においても効果的であったことが示唆された。

### はじめに

Hoffman DM<sup>15)</sup>は、施設に入所している車椅子使用者の多くは、日常活動量(Activity of daily living; ADL)が低く、心臓血管系を良好な状態に維持することが難しいことを指摘している。このことは、生活習慣病罹患率を高める要因となり、生活の質(Quality of life; QOL)を低下させると考えられる。これらことから、車椅子使用者の日常活動量を増加させるための運動処方が必要であると考えられる。

生活習慣病の中でも合併症を引き起こすリスクファクターの一つである肥満を伴う糖尿病患者は、2010年には1,000万人に達するとされている<sup>17)</sup>。我が国の糖尿病患者の95%は、生活習慣の影響を受けて発症する2型糖尿病(NIDDM)である<sup>15)</sup>。NIDDMの治療の目標は、厳格な血糖コントロールによる慢性合併症の予防であり、薬物・食事・運動の各療法がある。中でもNIDDMにおいて、運動療法が効果的であるとされ、その効果には、全身持久力を向上させるだけでなく、血糖のコントロール、インスリン抵抗性の改善、肥満の解消が含まれている<sup>10)</sup>。

近年、健康増進や予防医学の面から水中運動が注目されている<sup>9,17)</sup>。ヒトは水中において水の物理的特性の影響を受け、陸上とは異なる生体反応を示す

ことが明らかになっている<sup>4,5,7,10,13)</sup>。水の物理的特性は、健康を支える柱の一つである休養にも効果をもたらすことが明らかになっている<sup>14,16)</sup>。入浴もその手段の一つであり、部分浴として代表的なものに足浴がある。足浴により上肢の血流が増加することが報告されている<sup>18)</sup>。

車椅子使用者においても水中運動は可能であるが、施設入所型車椅子使用者においては、疾病の状態等により浸水することが困難である場合が多い。ハンドエルゴメーター駆動動作は車椅子に座った状態のままで行うことができる。また、ハンドグリップを握ることが困難な場合においてもハンドグリップに固定することによって運動実施が可能であると考えられる。これは、施設入所型車椅子利用者において日常活動量を増加させる手段の一つであると考えられる。

そこで、我々は、車椅子に座ったままの状態でも足浴することで上肢の血流を増加させ、かつハンドエルゴメーター運動ができる環境を整え、施設入所型車椅子使用者に対する運動処方を実践し、その効果について検討した。

### 研究 方法

#### (1) 対象者

対象は、O県T市の身体障害者療護施設に入所中

\*1 川崎医療福祉大学大学院 医療技術学研究科 健康科学専攻 \*2 川崎医療福祉大学大学院 医療技術学研究科 健康体育学専攻  
\*3 川崎医療福祉大学 医療技術学部 健康体育学科 \*4 川崎医療福祉大学 医療福祉学部 医療福祉学科  
(連絡先)天岡 寛 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学大学院

の頸椎後縦靭帯骨化症，頸随損傷による両下肢麻痺，手掌，手指麻痺および糖尿病を罹患している41歳の女性1名であった．

#### (2) 対象者の運動機能

対象者の運動機能は，両上肢手関節から末梢までの筋力レベルはZレベル，両手指の関節は進展位拘縮状態のため握力は0 kg，下肢もT-Pレベルの不全頸椎損傷であった．車椅子駆動レベルは自立レベルであった．

#### (3) 運動処方プログラム実践前の状況

2型糖尿病は，平成9年に集団検診にて指摘された．インスリンを皮下注（朝・ノボリン R24 $\mu$ ，夕・ノボリン R12 $\mu$ ）していた，食事は制限され，1,300kcal/日であった．高血糖であることを考慮して，日常活動量増加を目的として車椅子でゴルフボールを10個運ぶ（片道約20mを10往復）ことを日課としていた．

#### (4) 運動処方プログラムの実践

運動処方プログラムは，ハンドエルゴメーター（Monark Rehab Trainer 881E，MONARK社製）を用い，平成14年11月から毎週水曜日の午後，およそ30分間の運動を展開した．また同時に対象者の筋力向上を目的として，日常生活内にチューブを用いた筋力トレーニングを1日2回（朝・晩）の頻度で日常生活の一部として取り入れた．ハンドエルゴメーター運動は，車椅子に座った状態のままで行い，水温を40℃に維持した足浴状態で行った．運動前後の脈拍をPULSE GRAPH（SEIKO社製）を用いて記録した．血圧は手首自動測定血圧計（松下電工社製）を用いて測定した．ハンドエルゴメーターを用いた運動処方の様子を図1に示した．

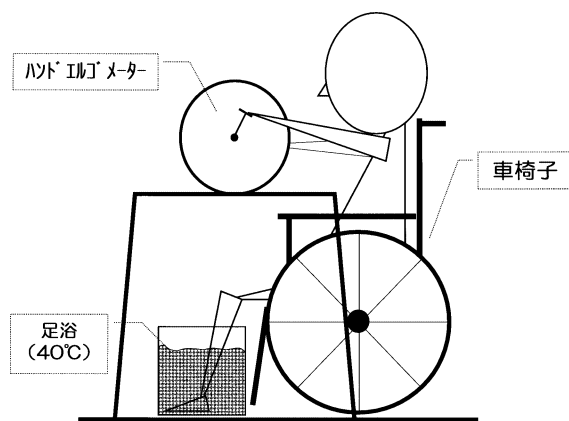


図1 ハンドエルゴメーターを用いた運動処方プログラムの実践の模式図（車椅子に座ったままの状態で行うことができる）

#### (5) インフォームド コンセント

本研究の対象者および施設については，ヘルシン

キ宣言の趣旨に沿って研究の目的，方法，期待される成果，不利益がないこと，危険性を十分排除した環境とすることなど十分な説明を行い，参加の同意を得た．また，運動処方を行う上で施設と提携している医師との連携を保ち，施設常勤の看護師から対象者の状況等を把握した．

#### 結果及び考察

運動処方プログラムの実践経過を表1に示した．対象者は，入院（2月19日，26日），積雪（2月5日）等の理由により実践不可能であった日を除いて欠席することは無かった．

表1 ハンドエルゴメーターを用いた運動処方プログラムの実践経過

平成14年	平成15年
10月30日	1月8日
	15日
11月6日	22日
13日	29日
20日	
27日	2月5日
	12日
12月4日	19日
11日	26日
18日	
25日	3月5日
	12日
	19日
	26日

今回用いたハンドエルゴメーターは50回転/分で運動強度を設定するものであったが，対象者の症状，筋力を考慮して負荷設定を0 Wとし，対象者が回せる回転数を負荷とした．足浴は，対象者が糖尿病を罹患していることから，足浴できる状況でないときには足浴無しにすることや，その日の対象者の体調により負荷を設定し，対象者に無理な負担がかからないように注意した（12月18日；風邪のため．1月8日；左腕痛のため）．

運動処方開始当初は5回転させることが精一杯であり，補助を付けて回転させていたが，数回の実践により補助の必要がなくなった．同時に総回転数が増加した（図2）．このことは，筋力向上を目的としたチューブトレーニングがゴルフボール運びと同様に日課として定着した効果であると考えられた．このことを踏まえて，12月4日から実践プログラムに「最大限のスピードで10回転」を取り入れ，無酸素的な運動負荷も加えた．

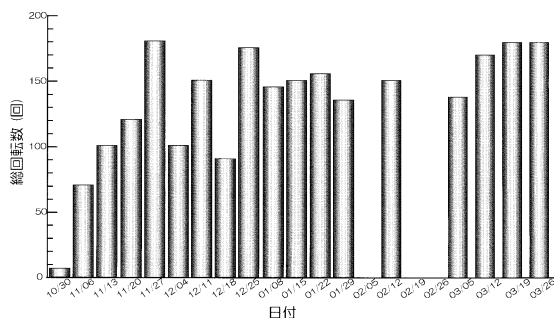


図2 ハンドエルゴメーターを用いた運動処方プログラムの実践における総回転数の推移

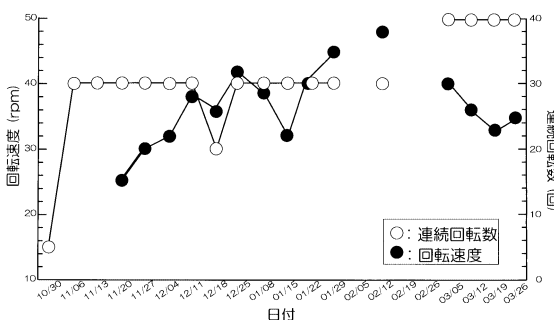


図3 ハンドエルゴメーターを用いた運動処方プログラムの実践における連続回転数及びその時の回転速度の推移

表2 ハンドエルゴメーターを用いた運動処方プログラムの実践における脈拍数の推移の一例

運動処方プログラム時のハンドエルゴメーター回転総数 (回)	脈拍数 (回/分)	
	運動開始前	運動終了後
20	62	89
30	61	84
15	70	80
20	70	79
15	70	84
30	61	84
20	60	80

総回転数の増加と共に連続回転数及びその時の回転速度も向上した(図3)。表2に運動処方プログラム時のハンドエルゴメーター運動回転数と脈拍の変化の一例を示した。運動後脈拍は上昇したが、運動終了後には安静時まで速やかに回復した。車椅子使用者において上肢エルゴメーターを用いたトレーニングにより全身持久力が向上したと報告<sup>1,11)</sup>され

ている。本研究においてもハンドエルゴメーターを用いた1週間に1日の継続的な有酸素運動の実践が全身持久力の向上や心臓血管系に効果を及ぼしたものと考えられた。

運動処方の実践により空腹時血糖値の低下(運動処方前; 239mg/dl, 運動処方実施(平成15年1月22日); 107mg/dl), インスリン皮下注が30単位(運動処方プログラム実践前)から16単位(3月26日現在)に減少し, 2型糖尿病改善に効果的であったと考えられた。

現在, 車椅子マラソンや車椅子バスケットボール等様々な車椅子スポーツ競技が行われている<sup>3,12)</sup>。しかしながら, 施設入所型車椅子使用者においては, 車椅子動作は, 上肢だけでなく体幹部を含むダイナミックな動きとなるため, 障害の程度によっては持続して行うことが困難であると考えられる。さらに, 車椅子走行が安全で快適に行えるような道路(歩道)が整備されていないこと, また, 大型トレッドミルや車椅子エルゴメーターを導入することが困難であることなどの問題から, 車椅子を用いた運動実践の機会を日常生活の中で確保することが困難であると考えられる。

一方, 今回用いたハンドエルゴメーター駆動運動<sup>1,2,14,15,16)</sup>は, 肩関節を中心とした動きであり, 単純な回転作業を繰り返す運動であるため動作が安定している。また, 負荷設定が容易であることや, 車椅子に座ったままの状態のできる。これらのことは, 施設入所型車椅子使用者においても運動実践の機会を日常生活の中で確保することができると考えられる。

足浴には, 上肢の血流を増加させ, 皮膚温を上昇させること<sup>8,18)</sup>や免疫機能の向上<sup>13)</sup>などの効果がある。また, 片下肢麻痺患者に対し, 麻痺側下腿を温水につけることで非麻痺側の下肢筋力を増加させた<sup>25)</sup>報告もある。今回の運動処方プログラムにおいては, 終了後に手指先が温くなることや足浴部がほのかに赤くなる等の上肢および下肢血流増加が認められた。また, 対象者からの聞き取り調査から, 足浴をする方が良いことが挙げられた。これらのことから, 今回の運動処方プログラムにおいても足浴による効果は十分に得られていた可能性が示唆された。

日常生活における対象者や施設関係者の聞き取り調査では, 両上肢の拳上げが頭の後ろまで出来るようになったことや, 車椅子上での姿勢が良くなり姿勢変化や身体を支えることも自分で出来るようになったこと等があげられた。対象者は肩凝りの解消を認めた。また, 運動処方プログラム実施日は, よ

く眠れること等があげられた。対象者が、実践日である毎週水曜日を心待ちにしていることなど、今回の運動処方の実践が日常動作能の向上だけでなく精神面においても効果的であったことが示唆された。

#### ま と め

糖尿病を罹患している施設入所型車椅子使用者に対する運動処方を、足浴を利用し車椅子に座った状態で運動を実施することができる環境を整え実践した。以下の結果を得た。

1. ハンドエルゴメーター駆動運動時の総回転数が増加した。
2. 連続回転数及びその時の回転速度が向上した。
3. 空腹時血糖値の低下、インスリン皮下注が30単位から16単位に減少した。
4. 日常生活において日常動作能の向上が示唆された。

本研究は、平成14年度厚生労働科学研究費補助金障害保健福祉総合研究事業課題番号 H14-障害-015によった。

#### 文 献

- 1) 東章弘, 川上英樹, 前澤勝之: 車椅子を使用している進行性筋ジストロフィー患者に対する肥満の解消を目的とした運動指導の一例: 腕エルゴメーター作業による有酸素性トレーニングの実践. 体育学研究, **45**, 739-745, 2000.
- 2) 石澤渉, 高田治実, 脇元章博, 石垣栄司, 寺村誠治, 高木康臣: 脊髄損傷患者に対する上肢エルゴメーターの影響. JRリハビリテーション医療学会誌, **24**, 55-57, 1998.
- 3) 大久保衛: 代表的車椅子スポーツの現況と今後の医学的課題 車椅子マラソンのスポーツ外傷・障害 日本車椅子マラソン大阪大会の調査から. 日本臨床スポーツ医学会誌, **9**(2), 206-209, 2001.
- 4) 小野寺昇, 小野順子, 遠山敬久, 松崎裕美, 天岡寛, 早田剛, 吉岡哲, 山口英峰, 小海節美: ディープウォーターエクササイズにおける心拍数と酸素摂取量の変化. 川崎医療福祉学会誌, **10**(2), 409-411, 2000.
- 5) 小野寺昇: 水中運動と健康増進. 体育の科学, **50**(7), 510-516, 2000.
- 6) Onodera S, Miyachi M, Nishimura M, Yamamoto K, Yamaguchi H, Takahashi K, Joo Yong-In, Amaoka H, Yoshioka A, Matsui T and Hara H: Effects of water depth on abdominails aorta and inferior vena cava during standing in water. *J. Gravitational Physiology*, **8**(1), 59-61, 2001.
- 7) 小野寺昇: 水中運動の臨床応用: フィットネス 健康の維持・増進. 臨床スポーツ医学, **20**(3), 289-295, 2003.
- 8) 川平和美, 横山知子, 衛藤誠二, 田中信行: 脳卒中片麻痺下肢の等速性運動に対する冷水ならびに温水(人工炭酸泉)足浴の影響. 日本温泉気候物理医学会雑誌, **61**(2), 67-73.
- 9) 佐藤祐造: 運動療法. 最新医学, **54**, 88-94, 1999.
- 10) 佐藤祐造, 渡辺俊彦, 山之内国男, 梶田美和子: 運動, スポーツと生活習慣病. 臨床スポーツ医学, **16**, 633-638, 1996.
- 11) 篠原孝明, 鈴木伸治: 肢体不自由児における無酸素性作業閾値(AT)を指標とした運動療法の検討. 日本小児整形外科学会雑誌, **10**(1), 47-49, 2001.
- 12) 飛松好子: 代表的車椅子スポーツの現況と今後の医学的課題 障害者スポーツにおけるクラス分け. 日本臨床スポーツ医学会誌, **9**(2), 185-190, 2001.
- 13) 豊田久美子(京都大学 医技短大), 荒川千登世, 稲本俊: 足浴が精神神経免疫系に及ぼす影響. 総合看護, **32**(3), 3-14, 1997.
- 14) Hutzler Y: Physical performance of elite wheelchair basketball players in armcranking ergometry and in selected wheeling tasks. *Paraplegia*, **31**, 255-261, 1993.
- 15) Hoffman DM: Cardiorespiratory fitness and training in quadriplegics and paraplegics. *Sports Medicine*, **3**, 312-330, 1986.
- 16) Martel G, Noreau L, Jobin J: Physiological responses to Maximal Exercise on arm cranking and wheelchair ergometer with paraplegics. *Paraplegia*, **29**, 447-456, 1991.
- 17) 山地啓司: 水泳・水中運動の酸素摂取量. 水泳水中運動科学, **1**, 45-55, 1998.
- 18) Rowell LB: The cutaneous circulation. *Physiology and Biophysics*, **2**, 185, W. B. Saunders Co., Philadelphia, 1974.

(平成15年6月5日受理)

**Effect of an Ergotherapy Program Using  
the Arm Cranking Ergometer for Wheelchair-dependent Patient**

Hiroshi AMAOKA, Yasuko ISHIMOTO, Sho ONODERA and Shigeru SUEMITSU

(Accepted Jun. 5, 2003)

Key words : TYPE II DIABETES, ARM CRANK, IMMERSION

**Abstract**

The purpose of this case study was to study the effects of an ergo therapy program using the arm cranking ergometer for wheelchair-dependent patients with Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament (OPLL) and type 2 diabetes. This program has been in effect since Oct 30, 2002. The subject was a 41 year old female who had morbidity type 2 diabetes and was a wheelchair-dependent patient with OPLL. The subject was instructed to perform training of the upper arm using the tube everyday (morning; 20counts, afternoon; 20counts). The subject was instructed on how to use the arm cranking ergometer (Monark Rehab Trainer 881E, MONARK co.) weekly by the research staff. Arm cranking ergometer exercise was performed in the state of foot-bath. The subject and institution gave informed consent before participating. Plasma glucose decreased after the ergo therapy was implemented. During performance the insulin unit decreased from 30 to 16 units per day. The rotational speed and total rotational frequency of the arm cranking ergometer improved. It is important to note that the subject was looking forward to the weekly ergo therapy program. This suggests an ergo therapy program improvement in QOL for the subject. The program continues to this day.

Correspondence to : Hiroshi AMAOKA

Doctoral Program in Health Science, Graduate School of Medical  
Professions, Kawasaki University of Medical Welfare  
Kurashiki, 701-0193, Japan  
(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.13, No.1, 2003 145-149)