

短報

関節リウマチ患者のための試作ショッピングカートの検討

田中順子*¹ 江口淳子*¹ 小原謙一*¹ 齋藤芳徳*²

はじめに

関節リウマチ(以下, RA)患者は, 現在国内に約70万人いるといわれている¹⁾. 好発年齢は30~50歳で男女比は1対3~4と女性に多く, 働き盛りの女性を襲う疾患である^{2,3)}. RA患者の一人である筆者自らの体験から, 日常生活は疼痛との戦いであり, 加えて拘縮, 予後への不安, 抑うつ気分, さらに仕事や家事の苦痛, 趣味の剥奪等, 生活に極めて大きな影響を与える疾患であると言える. 筆者が特に困難を感じる活動の一つに, 重い物の運搬を余儀なくされる食品の買い出し(以下, 買い物)がある. 成人期の女性の家事の中でも食事関連の買い物は不可欠であり頻度も高い⁴⁾. 筆者は関節負担軽減のためにショッピングカート(以下, カート)の使用を試みたが, 既製のカートではスーパーマーケットの店内専用バスケットを積載できない, 買い物を積載した重いカートの乗用車(以下, 車)への搬入出が困難, 一連の買い物活動を1台のカートでできない等の不都合が認められ, RA患者に適するカートを製作する必要性を感じた. そこで我々の先行研究においては, RA患者に適するカートを検討するために, 既製カートを用いて上肢の関節負担がより少ないのは押すタイプと引くタイプのどちらなのかについて, 筋電図(EMG: Electromyogram)を中心に分析した. その結果, 平滑な床上の筋活動は引く方が少ない傾向にあったが, 買い物物品をバスケットに入れる動作や安定性からは押すタイプが現実的とも思われた. 従って, 押すタイプを基本としながらも, 患者の状態像や場の状況に合わせて引くことも可能な両用タイプが好ましいと考えた. 特に車輪は, スムーズな方向転換のためにキャスターを導入する必要があった.

そこで本研究の目的は, 先行研究から得られた結果を基に, 車を使用しての買い物を想定したRA患者に適するカートの製作を試み, 試作カートの効果判定を先行研究の方法に準じて行うこととした.

なお, 本研究におけるRA患者の操作的定義は, 上肢関節に問題を抱えるRA患者である.

試作カートの製作

1. 今回の試作カートデザインに至るまでの経緯
買い物の過程で筆者が最も苦痛を感じていたのは, 重い買い物物品もしくは買い物物品を積載したカートの持ち上げであった. そのため当初のデザインは, 車への搬入出時に救急車のストレッチャー式で脚部が自動的に収納展開され, カートを持ち上げなくても良いものであった. しかし, 本体長と脚長との関係他の理由からこの構想を断念せざるを得なかった. そしてたどりついたのが, 荷台のバスケットはスライドさせて車の座席上に, カートは折りたたんで座席前に置くというものであった. そうしてできたのが, 今回の試作カートであった(図1).



図1 試作カート

名称: 試作カート(島製作所)
材質: アルミフレーム, プラスチック
重量: 5.0kg
車輪: 前輪: ダブルキャスター(直径90mm)
後輪: シングル固定輪(直径140mm)
寸法: 高さ900mm~970mm × 幅410mm ×
奥行740mm(展開時)
高さ750mm × 幅410mm × 奥行570mm
(収納時)
その他: 荷台, 把手の高さは調節が可能

*1 川崎医療福祉大学 医療技術学部 リハビリテーション学科 *2 茨城大学 教育学部
(連絡先) 田中順子 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学
E-Mail: jtanaka@mw.kawasaki-m.ac.jp

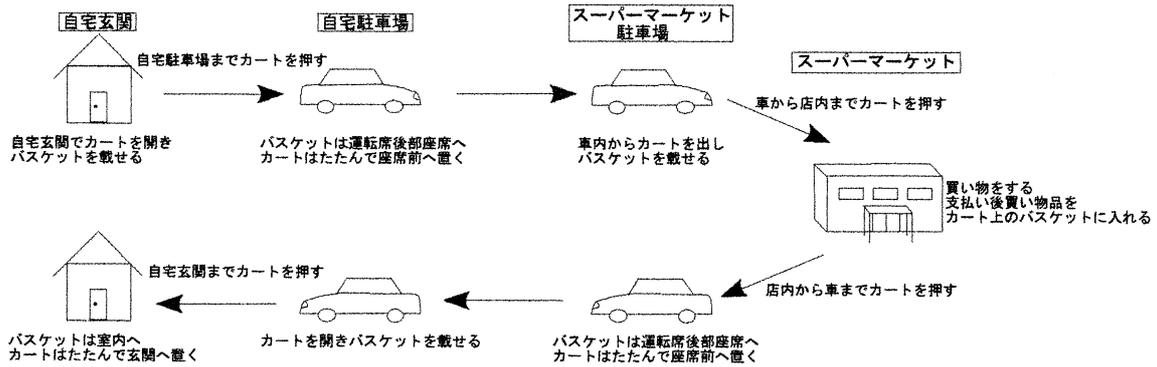


図2 買い物時のカート使用の流れ

2. カート製作の条件

買い物におけるカート使用の一連の流れを図2のように設定した。1つのカートで買い物行動のすべてが行えることとし、カートに私物バスケットをセットして、店内でもそれを使用することとした。製作に当たっては、先行研究の結果、筆者の体験、メーカーの意見等を参考に以下を条件とした。押すタイプ、最大積載量10kg、前輪ダブルキャスター、コンパクトに収納できる、収納時自立できる、軽量である、車への搬入出が簡便である、折りたたみ等の操作がしやすい、荷台部の高さが調節できる。

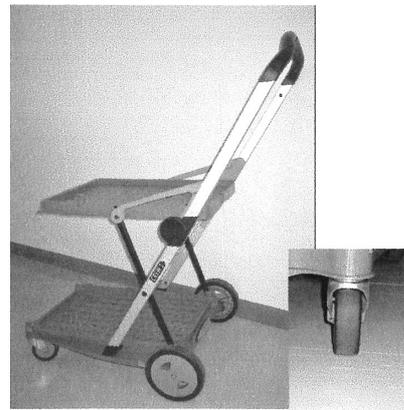


図3 ドイツ製カート

名称：クルーズカート（CREW'S）
 材質：アルミフレーム，プラスチック
 重量：6.9kg
 車輪：前輪：シングルキャスター（直径90mm）
 後輪：シングル固定輪（直径170mm）
 寸法：高さ1,030mm × 幅550mm × 奥行900mm（使用時）
 高さ190mm × 幅550mm × 奥行750mm（収納時）
 特徴：1動作だけで収納展開が加納

試作カートの評価

目的

試作カートの効果判定を目的に、我々の先行研究に準じて筋電図を中心に分析した。

方法

1. 対象

健常成人男性10名（年齢20.6±1.3歳，身長168.3±6.2cm，体重61.9±6.5kg）で、全員右利きであった。

2. データの収集方法

2.1. 実験条件

比較対照としてドイツ製のクルーズカート（以下、ドイツ製カート）を使用した（図3）。ドイツ製カートも試作カートと同様に押すタイプであった。カートは買い物時の荷物を想定して6.5kgの荷重をカート中央に載せ、総重量を9.0kgとした。

カート走行は直線，右折，左折，右Uターン，左Uターンの5方向で計測した（図4）。測定場所は平滑な床の室内であった。カートを体幹の前方に構え両上肢でハンドルを押し、自然に構えた姿勢を基本姿勢とした。

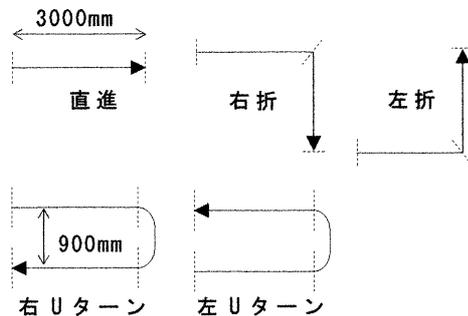


図4 実験時のカートの走行方向

2.2. 筋電図

測定解析には表面筋電計（NORAXON 製 MyoSystem1200 U.S.A.）を使用した。サンプリング周波数は1,000Hzに設定した。十分な皮膚処理をした後、銀/塩化銀表面電極（Blue Sensor N-00S，

Medicotest A/S Denmark)を、電極間距離を3.0cm間隔として、大胸筋、広背筋、三角筋前部線維、三角筋中部線維、上腕二頭筋、上腕三頭筋、橈側手根屈筋、橈側手根伸筋の筋腹に、筋線維の走行に対して平行に貼付した。アース電極は肘頭に貼付した。電極は全て右半身のみに貼付した。

初めに、ダニエルズ等の徒手筋力テスト(MMT: Manual Muscle Test)の“正常”に準じて⁵⁾、最大随意収縮(MVC: Maximal Voluntary Contraction)を發揮させ、その間のEMGを5秒間記録した。十分な休憩後カートを自然な姿勢で構え、姿勢が安定したことを筋電図モニターの波形にて確認した後、EMGを記録した。記録した波形は全波整流した後、1秒間の平均活動電位を、MVCの平均活動電位を基準にして正規化し(%MVC)、これを筋活動量の指標とした。

2.3. ビデオカメラによる観察

筋電図の測定状況をビデオカメラ(SHARP製液晶デジタルビデオカメラVL-Z950)に記録し、観察分析した。

2.4. アンケート

主観的評価を目的に、試作カートドイツ製カートそれぞれについて、「軽い-重い」、「楽-苦痛」、「負担が小-負担が大」について、軽いを1、重いを5とした5段階で回答させた。さらに自由記述で感想を記述させた。

3. 統計学的処理

試作カートとドイツ製カートの筋活動量(%MVC)及びアンケートの比較には、Wilcoxon符号順位検定を用い、有意水準を5%未満($p < 0.05$)とした。

4. 補足調査

RA患者である筆者(Stage II~III, Class II⁺)¹⁾が、試作カートとドイツ製カート(各総重量9.0kg)を比較するため、室内で体験使用と試行を行った。試行では、キャスターの性能を知るために、キャスターを直進方向に対して垂直に設置した地点を起点としてハンドルを両上肢でまっすぐ前方へ押し、キャスターが直進方向と平行になった地点を終点として後輪が進んだ距離を計測した。試作カートでは同条件でキャスターが平行になることは皆無であったため、後輪が軌道から外れるまでの距離とその地点での直進方向を基本軸としたキャスターの角度を計測した。キャスターの回転持続時間を知るために、空中のキャスターを前進方向へ示指で1回はじき回転が停止するまでの時間を計測した。また、カートを引いた場合の走行状態を把握するため、ハンドルの中央部を把持して筋電図と同じく5方向に引いた。

結 果

1. 筋電図

一事例の筋電波形の結果を図5に示した。各被験者の結果では、試作カートで走行中常時高値を示した筋は、広背筋、上腕三頭筋、橈側手根屈筋、橈側手根伸筋であった。直進時であっても進行の途中で突然筋活動が増加する事例が見られた。その他の方向においても前述筋が高値を示したが、三角筋前部線維が高値を示す事例も認められた。方向転換時には方向を問わず顕著に、広背筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、橈側手根伸筋で高値を示す事例が多かった。

ドイツ製カートではどの被験者においても常時高値を示した筋は認められなかった。右Uターン時に広背筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、橈側手根屈筋、橈側手根伸筋のいずれかが増加を示す事例が認められたが、高値ではなかった。直進時と右Uターン時以外の方向転換時には、特に明確な増加を示す事例は認めず、筋活動は安定していた。ドイツ製カートの方が試作カートよりも高値を示した筋を認める事例もあったが、その差は最大で2.59%、多くは1.0%未満であった。

試作カートとドイツ製カートの被験者全体の比較結果を図6に示した。直進では、上腕二頭筋を除くすべての筋で試作カートの方が有意に高値であった。右Uターンでは、三角筋中部線維と上腕二頭筋を除くすべての筋で、試作カートの方が有意に高値であった。

2. ビデオカメラによる観察

試作カートでは、キャスターが速やかに進行方向へ旋回せず、方向転換後も旋回方向へ向いたまま進み軌道を外れた。軌道に戻そうとすると今度は逆方向へ向き反対側へ外れた。走行の開始時にキャスターが旋回することもあり、一直線上を進むことが困難であった。3mの直線走行間でキャスターの向きが進行方向以外に向いた回数は2~4回であった。本体の細かい振動も観察され、走行の安定性に欠けていた。

ドイツ製カートでは、直進時にキャスターのごく微細な左右の揺れが観察された。しかし、方向転換時にも本体の動揺はなく、転換後には速やかに車輪が進行方向に戻っていた。3mの直線走行間でキャスターの向きが進行方向以外に向いた回数は0回であった。

3. アンケート

5段階評価での合計点の平均は、試作カートでは10.3、ドイツ製カートでは4.9となり、ドイツ製カートの方が有意に低値を示した($p = 0.0049$)。自由記

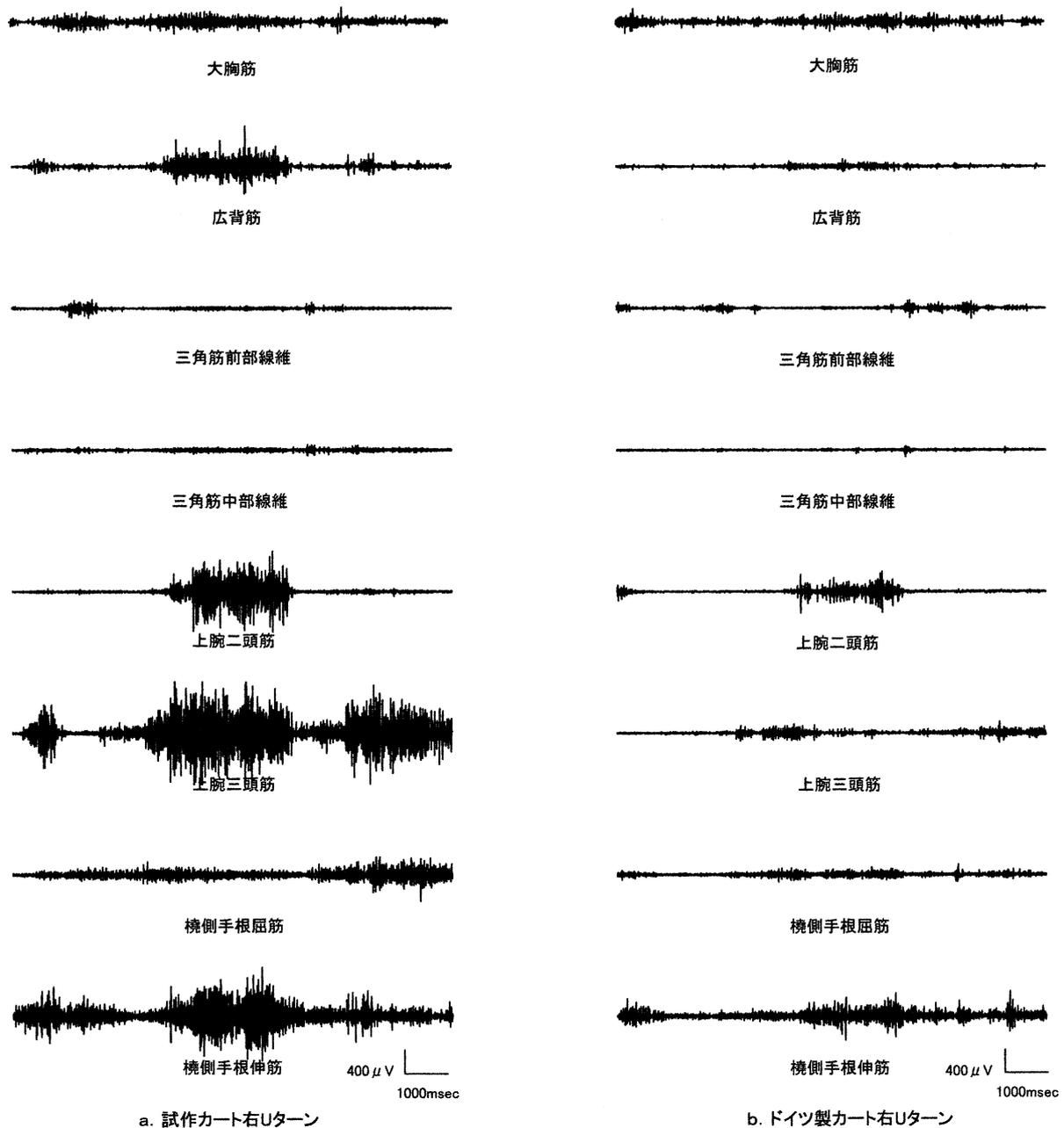


図5 一事例における筋電図の比較

述の結果は、試作カートでは、「方向転換時、手関節背屈筋に負担を感じた」、「直進時にも勝手に曲がることあり、修正するのに力を使った」、「前輪の向きによって、曲がりやすさに差があった」、「方向転換時、車輪がいうことを聞かず余計な力が入った」、「直進時でも安定して進むことができなかつた」、「方向転換時は車輪が曲がりにくい体全体を捻った」等であった。ドイツ製カートでは、「どの方向転換時も負担が少なかった」、「スムーズに操作できた」、「前輪の動きが滑らかで扱いやすかつた」、「過去に扱ったスーパーの店内カートと比較しても、とても扱いやすかつた」等であった。

4. 補足調査

室内での体験使用では、試作カートの走行では直進を維持することが困難で、軌道上を走行するためには1~2mおきにカートの向きを調整する必要があった。その都度、肩関節、手関節に負担を感じ、同部位に痛みを生じた。方向転換時はより旋回しやすくするため、旋回側の上肢はハンドルを手前に引き、反対側は強く押していた。ドイツ製カートの走行はどの方向へも軽い力で方向転換でき、軌道を外れることは一度もなく、疲労を感じることもなかつた。

ドイツ製カートでキャスターが平行になるまでの距離は、10回の試行で平均6.9cm(6.0~10.0cm)で

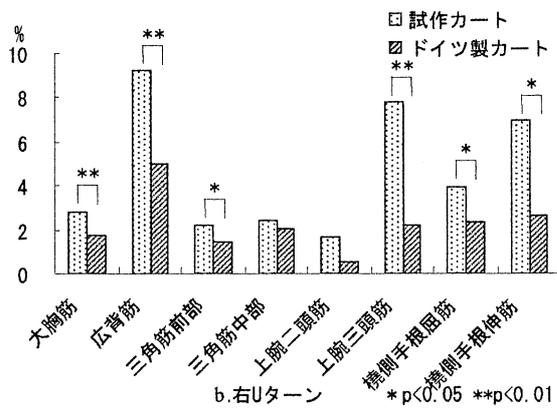
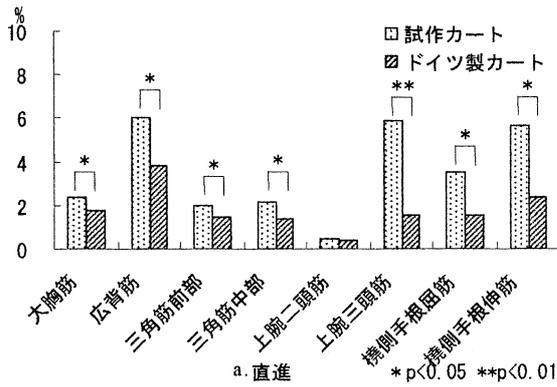


図6 筋活動量の比較

あった。前輪後輪とも軌道を外れることはなかった。試作カートで軌道から外れた地点までの距離の平均は4.7cm(2.5~8.5cm)で、その地点でのキャスターの角度の平均は43.5°(30~50°)であった。そのままカートを押したところ、キャスターの角度は変化しないままカートはその場で旋回し、直進することはなかった。その時のキャスターは、すべての試行で旋回側のダブルキャスターの外輪が床に接地せず回転が停止していた。キャスターの回転持続時間は、10回の試行で最も長時間であったのは、試作カートが2.59秒に対してドイツ製カートは7.75秒であった。片手で引いた場合の結果は、試作カートでは直進さえ不可能で、すべての方向で全く統制が困難であった。ドイツ製カートは、軽い力で引くだけですべての方向に円滑に動くことができた。ドイツ製カートは、押す引く共にカートの全長を直径とする最小の円運動が可能であった。

走行以外では、試作カートはコンパクトに収納できない、収納時に自立しない、収納展開に各2~3動作を必要とする、車輪のストッパーが前輪に付いているため基本姿勢から操作できない、そのため収納展開時に車輪が回転し操作しにくい、荷台やハンドルの高さ調節が複雑で理解しにくい、荷台やハン

ドルの高さ調節がRAの筆者には困難なほど力を要す、等の問題点が発見された。ドイツ製カートは操作に必要なボタンは目立つ色で色分けしてあり、初めてでもすぐに操作方法が理解できた。収納時には自立し、収納展開も各1動作でできた。問題点として、本体が大きい、収納時の持ち上げが重い、収納時に体幹を前傾する必要がある、等が挙げられた。

考 察

カートの走行では、測定筋は通常著明な関節運動を伴わない静止性収縮によって関節を固定し支持性を与えている。しかし、外部から何らかの抵抗が働いた場合好ましからぬ関節運動を生じ、これを防ぐために筋収縮が発生する⁶⁾。従って、本研究では先行研究と同様、カート走行時に抵抗が生じたとき抵抗の大きさに比例して筋活動が高まるとし、筋活動量の多いものを関節負担が大きいと考えることとする。

筋電図の結果から、試作カートはドイツ製カートに比べ多くの筋活動を必要とし、アンケート、体験使用からも関節負担が大きいと考えられる。試作カートは方向転換時に思うようにキャスターが旋回せず、方向転換後も速やかに戻らず、旋回した位置のまま惰性で旋回方向へ進み続けた。この原因として考えられるのは、キャスターの構造と性能上の問題である。ドイツ製カートはシングルキャスターで、その回転は持続時間からも分かるように抵抗を感じないくらい滑らかで高性能であった。後輪は固定輪であったため安定感もあり、回転し過ぎて走行が不安定になることもなかった。これに対し、試作カートはダブルキャスターであった。ダブルキャスターは基底面が広いために安定度が増し、安全性という視点から高齢者の歩行補助具には使用頻度が高い。今回の試作カートも安全性を優先してダブルキャスターを導入した。しかし、この基底面が広く4点が床に接地していることや車輪自体の重量が増すことが軽快なキャスターの回転を妨げ、方向転換時の抵抗を増して筋活動を強めたと考えられる。さらに、抵抗の存在は車輪の統制を困難にし、軌道の修正に過度の筋活動を必要としたことも考えられる。加えて車輪の形状にも差異が認められた。ドイツ製カートは床との接地面が平面なのに対して、試作カートの方は軽い凸面となっており中央部のみが床に接地していた(図1, 3)。旋回時にキャスターの外輪が浮き上がる事実もあり、床とキャスターとの密着性が低下して回転に影響を与えたことも考えられる。

カートのキャスターは2軸からなっており、一つはキャスターの向きを左右に自在に動かす垂直軸、

もう一つは前後に動かす水平軸である。前方へ進む場合、キャスターは本体から伸びた垂直軸の後方に車輪の中心が位置し、かつ進行方向に平行であるときスムーズに走行する。抵抗を軽減するためにはこの二つの軸の回転性が大きな鍵を握っていると考えられる。磨耗していない新しい車のタイヤがスリップしにくいと同じ理由で、効率の良い走行のためにはキャスターと接地面との間に密着性による摩擦が必要である。これに対し、垂直軸及び水平軸に掛かる摩擦は可能な限り小さくすることが、キャスターと接地面との間に生じた摩擦力を最大限に動源に変換し、小さな力で最大の効果を上げることにつながると考える。そのためには、例えばベアリングを使用したキャスターを導入すること等を考える必要がある。

我々の先行研究による押すタイプと引くタイプの比較では、引く方の筋活動が低い傾向であったが、今回使用したドイツ製カートは押すタイプであったにも拘わらず筋活動は低かった。このことから、筋活動にはカートのタイプによる差異だけでなく車輪の性能そのものが大きく影響することも理解された。

RAの痛みは、炎症による自発痛・圧痛・運動痛の他、拘縮による運動痛、阻血痛、さらには関節軟骨及び骨の破壊や亜脱臼といった関節の適合不良による運動痛など、種々の原因により発生する⁷⁾。この

ため、関節に著明な関節運動がない場合でも、関節に多少でも負荷が掛かると疼痛の出現、増強に直結することが分かる。鎮痛と疲労除去はRAのリハビリテーションで最も重要な課題の一つであるため、カートの製作に関しては、いかに筋活動を抑え関節に掛かる負荷を軽減するかが焦点となると考える。今回の試作カートはその点の重要性を改めて認識させてくれた。

結 語

RA患者に適するカートを検討するためにカートの製作を試みたが、今回の試作カートには多くの課題が残された。中でも最大の問題点はキャスターの不具合であった。今後はその材質や種類の検討、ベアリングの使用など、性能向上のための研究が必要である。また、カート製作の条件であったコンパクト化、操作の簡便化も達成できなかった。また、車への搬入出だけでなく、レジ台へのバスケットの移動も視野に入れる必要がある。今後は、走行性と操作性の両面から改良を重ね、車への搬入出を含めたRA患者の実際使用によるモニター調査を実施することを予定している。

本研究は、平成16年度川崎医療福祉大学プロジェクト研究費の助成を受けて行ったものの一部である。

注

† 1) Steinbrockerによる分類。関節リウマチの病期(進行度)はStage I~IV、機能障害度はClass I~IVで表記される。Stage IIは中期で、軽度の軟骨破壊と筋萎縮があるが関節変形はない状態、Stage IIIは進行期で、軟骨及び骨の破壊、関節変形、高度の筋萎縮がある状態である。Class IIは動作の際に1箇所あるいはそれ以上の関節に苦痛や運動制限があるが、普通の活動ならば何とかできる程度の機能である⁸⁾。

文 献

- 1) 財団法人リウマチ友の会ホームページ。http://www.nrat.or.jp/
- 2) リウマチ情報センターホームページ。http://www.rheuma-net.or.jp/rheuma/
- 3) 相川崇史: 関節リウマチとは。勝部定信, 相川崇史共編, リウマチテキスト, 改訂第2版, 南江堂, 東京, 1-14, 2004。
- 4) 福田恵美子: 家のことをする。生田宗博編, ADL 作業療法の戦略・戦術・技術, 第2版, 三輪書店, 東京, 289-294, 2005。
- 5) Daniels L and Worthingham C 著, 津山直一, 東野修治訳: 徒手筋力検査法。改訂第5版, 共同医書出版社, 東京, 1991。
- 6) 中村隆一, 齋藤宏, 長崎浩: 基礎運動学。第6版, 医歯薬出版株式会社, 東京, 292, 2006。
- 7) 佐々木智也: 理学療法。佐々木智也, 石田肇編, リハビリテーション医学全書17 リウマチ・痛み, 第2版, 医歯薬出版株式会社, 東京, 113-132, 1994。
- 8) 景山孝正: リウマチおよび類似疾患。森崎直木監修, 整形外科学・外傷学, 改訂第5版, 文光堂, 東京, 148, 1990。

(平成18年11月16日受理)

**A Study of an Experimental Shopping Cart for Patients with
Rheumatoid Arthritis**

Junko TANAKA, Atsuko EGUCHI, Kenichi KOBARA and Yoshinori SAITO

(Accepted Nov. 16, 2006)

Key words : rheumatoid arthritis, shopping cart, electromyogram

Correspondence to : Junko TANAKA

Department of Rehabilitation, Faculty of Health Science
and Technology, Kawasaki University of Medical Welfare
Kurashiki, 701-0193, Japan

E-Mail: jtanaka@mw.kawasaki-m.ac.jp

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.16, No.2, 2006 335-341)