

中手指節関節の可動域制限が諸活動に及ぼす影響  
—健全成人を対象とした探索的研究—

名古屋大学大学院医学系研究科  
リハビリテーション療法学専攻

林 浩之

平成 25 年度学位申請論文

中手指節関節の可動域制限が諸活動に及ぼす影響  
— 健常成人を対象とした探索的研究 —

名古屋大学大学院医学系研究科  
リハビリテーション療法学専攻

(指導：清水 英樹 准教授)

林 浩之

## 要旨

目的:客観的および主観的評価によってMCP関節のROMが諸活動に及ぼす影響を探索し、活動を遂行するために必要なMCP関節の屈曲および伸展ROMを示唆することであった。

方法:屈曲制限装具を使用し、MCP関節の屈曲を70度、60度、50度、40度、また、伸展制限装具を使用しMCP関節の伸展を-20度、-30度、-40度、-50度の合計8つのROMで制限した。客観的評価の実験には21名の健常若年者が参加した。対象者には各ROM制限でJebsen test, O'Connor testを実施するよう指示し、遂行時間を測定した。主観的評価の実験には30名の健常若年者が参加した。各ROM制限で19項目の活動を実施するよう指示し、活動遂行の困難さについて5点法で評価した。

結果:Normal handと比較すると、Jebsen testでは屈曲60度以下での制限、伸展-40度以下での制限、O'Connor testでは、屈曲40度の間にのみ有意な差がみられた。19項目の活動においてNormal handと比較して有意に困難さのあった制限角度は、屈曲50度以下、伸展-40度以下であった。

結論:客観的評価と主観的評価の結果から、屈曲に関しては70度以上、伸展に関しては-30度以上のROMを得ることで手の活動能力は著明に低下せず、さほど困難さを生じることなく多くの活動を遂行できる可能性が示唆された。

キーワード:MCP関節, 屈曲, 伸展, 活動能力, 客観的評価, 主観的評価

## **Abstract**

**Purpose:** This study was conducted to evaluate the respective impacts of limited flexion and extension of all finger metacarpophalangeal joints on hand function of healthy people.

**Methods:** Using orthoses, the flexion and extension of all finger metacarpophalangeal joints of subjects was limited to 70, 60, 50, and 40 degrees (deg) flexion and to 20, 30, 40, and 50 deg extension lag. As an objective evaluation the hand function of 21 healthy participants, we used the Jebsen–Taylor hand function test and the O’Connor finger dexterity test for a normal hand at eight limitation angles. As a subjective evaluation of 30 healthy participants, we elicited their reports of perceived difficulty when performing 19 activities. We asked participants to perform tasks 1–19 with a normal hand at eight limitation angles. We compared results among groups obtained for the normal hand, limited flexion trial, and limited extension lag trial.

**Results:** At 70 deg flexion and at 30 deg and 20 deg extension lag, no significant difference was found from data of normal hands on objective evaluation. At 70 deg and 60 deg flexion and at 30 deg and 20 deg extension lag, no significant difference in difficulty was found in comparison with normal hand on subjective evaluation.

**Conclusion:** Even if full flexion or extension of metacarpophalangeal joints is not possible, achieving more than 70 deg of flexion and more than 30 deg of extension lag shows normal hand function.

## 目次

1. 背景
2. 研究デザイン
3. 実験1：装具装着による手の活動能力への影響
  - 3.1 目的
  - 3.2 対象と方法
    - 3.2.1 対象
    - 3.2.2 方法
    - 3.2.3 データ分析
  - 3.3 結果
  - 3.4 小括1
4. 実験2：手の活動能力の客観的評価における MCP 関節の ROM 制限の影響
  - 4.1 目的
  - 4.2 対象と方法
    - 4.2.1 対象

4.2.2 方法

4.2.3 データ分析

4.3 結果

4.3.1 **Jebsen-Taylor hand function test**

4.3.2 **O'Connor finger dexterity test**

4.4 小括 2

5. 実験 3 : 手の活動能力の主観的評価における MCP 関節の ROM 制限の影響

5.1 目的

5.2 対象と方法

5.2.1 対象

5.2.2 方法

5.2.3 データ分析

5.3 結果

5.4 小括 3

6. 考察

7. まとめ

8. 研究の限界

9. 文献リスト

10. 図表

## 1. 背景

手の外傷や熱傷、リウマチなどの炎症性疾患は手指関節の可動域 (Range of motion; ROM) を制限する。そのことにより手の活動能力（手を使用する能力）は低下し、日常生活活動 (Activities of daily living; ADL) や生活の質 (Quality of life; QOL) の低下を招く (Anzarut, Chen, Shankowsky, & Tredget, 2005)。日常生活の多くの活動は手の活動能力に依存しており (Carmeli, Patish, & Coleman, 2003)、全ての活動を支障なく遂行するためには手の完全な機能を回復することが望ましい。しかしながら、重症度により ROM や筋力、知覚など十分な回復を得ることが困難である場合もある。手の活動能力が低下した患者に対する治療目標は、ADL、仕事、レジャーにおける手の活動能力の十分な回復を促進することであり (Michlovitz, Harris, & Watkins, 2004, Guzelkucuk, Duman, Taskaynatan, & Dincer, 2007)、ROM、筋力、知覚など手の機能の完全な回復が見込まれない場合、完全な機能を回復するよりも ADL やレジャーなど活動を遂行するために必要な機能を獲得することを優先することが望ましい (Michlovitz et al., 2004)。

手の活動能力は筋力、知覚、心理などから影響を受けるが、その中でも手指 ROM の減少は、手の活動能力を特に低下させる因子である (Vliet Vlieland, van der Wijk, Jolie, Zwinderman, & Hazen, 1996, Goodson, McGregor, Douglas, & Taylor, 2006, Clements et al., 1999, Sandqvist, Eklund, Akesson, & Nordenskiöld, 2004)。また様々な疾患で手指



ROM の減少が生じるためにリハビリテーションで関わる頻度が高い (Glasgow, Tooth, & Fleming, 2010). 手指の ROM 制限は手の活動能力と関連しており (O'Connor et al., 1999), 手指の ROM 制限が日常生活の諸活動にどのように影響するのかについての情報を得ることとは ROM に対する治療を実施する上で参考となり, 治療目標やプログラムを決定するために重要である.

手指関節の中で手の活動能力において最も重要な関節は中手指節 (metacarpophalangeal, MCP) 関節であり (Moran & Berger RA, 2003), 活動を遂行している際に必要な MCP 関節の ROM については先行研究で報告されている (Hume, Gellman, McKellop, & Brumfield, 1991, Hayashi & Shimizu, 2013). しかし, 報告された MCP 関節の ROM は活動遂行に必要な通常の ROM であり, MCP 関節の ROM が制限されると活動遂行にどのように影響を及ぼすのかという点に着目した研究はない. 手指関節の ROM 制限によって活動遂行に影響が生じる (O'Connor et al., 1999) ことは明らかであるが, 治療によってどの程度の ROM を再獲得できれば活動遂行に影響が生じにくいのかは不明確である. そのため, MCP 関節の ROM がどの程度制限されると手の活動能力に影響を及ぼすのかを理解することができれば, 手の活動能力の低下を生じない MCP 関節の ROM を示唆することが可能となる. このことは MCP 関節の ROM 制限がある, あるいはそれが予測される患者に対するリハビリテーションにおける目標やプログラム設定を設定する上で有益な情報となるだろう.

手の活動能力の評価には客観的評価と主観的評価がある. 客観的な評価は効果的な治療

計画における有益な情報を提供する (Rallon & Chen, 2008). また, 最近, 活動や参加レベルでの評価が重要視されるようになってきており (Schoneveld, Wittink, & Takken, 2009), 客観的な評価に加え, 患者からの主観的なフィードバックを得ることはさらなる治療計画の改善につながる (Holavanahalli, Helm, Gorman, & Kowalske, 2007, Marks et al., 2011) ことが示唆されている. したがって, 手の活動能力を包括的に評価するためには客観的評価と主観的評価の両側面から捉えることが重要である (Fowler & Nicol, 2001).

そこで本研究では, MCP 関節の ROM に焦点を当て, 装具を使用することで MCP 関節の ROM を段階的に制限し, 客観的および主観的評価によって活動遂行に影響を及ぼす MCP 関節の ROM を明らかにすることで活動を遂行するために必要な MCP 関節の屈曲 ROM および伸展 ROM を示唆することを目的とした.

## 2. 研究デザイン

本研究は実験 1, 2 および 3 から構成され, 健常者を対象として実施した探索的研究であった. 本研究は名古屋大学医学部生命倫理審査委員会 (承認番号 11-608) による承認を得て実施された. なお, 全対象者から本研究への参加に対しインフォームドコンセントを得た.

### 3. 実験 1：装具装着による手の活動能力への影響

#### 3.1 目的

本研究では、示指、中指、環指、小指の MCP 関節の ROM が同程度制限される関節リウマチ、MCP 関節置換術後、重度外傷、熱傷などの患者を想定し、示指から小指までの手指 MCP 関節の ROM を同時に同じ角度で制限した。対象者の右手指 MCP 関節の ROM は屈曲制限装具および伸展制限装具を使用することで制限された（東名ブレース社製）（図 1）。これらの装具は他関節の ROM を制限することなく、MCP 関節の ROM を様々な角度で制限することが可能である。屈曲制限装具は屈曲 ROM を制限するが伸展 ROM は制限しない構造となっており、伸展制限装具は伸展 ROM を制限するが屈曲 ROM を制限しない構造となっている。MCP 関節の屈曲あるいは伸展 ROM の制限は各装具の側面にあるスクリューを回すことによって調整することが可能である。本研究では装具を使用することにより MCP 関節の ROM を制限した。しかし、MCP 関節の ROM を制限しなくとも装具を装着すること自体が手の活動能力を低下させる可能性が考慮された。

そこで実験 1 は、装具を装着することが手の活動能力に影響を及ぼさないのか確認することを目的とした。

#### 3.2 対象と方法

### 3.2.1 対象

実験 1 には 21 名 (男性 13 名, 女性 8 名, 平均年齢:  $21.5 \pm 1.0$  歳) の健常者が参加した。

### 3.2.1 方法

対象者の右手に装具を装着し, MCP 関節の屈曲に対しては屈曲制限装具を使用し制限角度が 90 度, MCP 関節の伸展に対しては伸展制限装具を使用し制限角度が 45 度となるように設定した。すなわち, これは手に装具を装着しているが, MCP 関節の ROM に一切の制限を加えず完全な自動運動が可能な設定である。

手の活動能力の評価として Jebsen-Taylor hand function test (Jebsen test), ならびに O'Connor finger dexterity test (O'Connor test) を使用した。Jebsen test は脳卒中 (Beebe & Lang), 熱傷 (Holavanahalli et al., 2007), 関節炎 (Stamm et al., 2007) など様々な疾患に対して使用されており, さらに日常生活の活動と関連があることも報告されている (Sharma, Schumacher, & McLellan, 1994)。Jebsen test は, 書字, ページめくり, 小物品拾い, 食事動作, チェッカーの積み重ね, 大きくて軽い物品の移動, 大きくて重い物品の移動の 7 つの subtest により構成される。遂行するために要した時間の増加は, 低下した手の活動能力として考慮される (Jebsen & Taylor, 1969, Hackel, Wolfe, Bang, & Canfield, 1992)。ただし, Jebsen test には細かな物品を指で操作する手指巧緻動作が含まれていない。そこで本研究では, Jebsen test に加え, O'Connor test を使用することとした。O'Connor test は

100 穴に 3 本のペグを挿入する時間を計測することにより手指巧緻性を評価する検査であり、遂行時間の増加は手指巧緻性の低下を示す (Berger, Krul & Daanen, 2009)。

対象者には手に装具を装着していない条件 (Normal hand)、屈曲制限装具を装着した条件、伸展制限装具を装着した条件の 3 条件で Jebsen test および O'Connor test を実施するよう指示し、遂行時間を測定・記録した。各状態の実施順はランダムとした。

### 3.2.3 データ分析

Normal hand と屈曲制限装具装着条件、伸展制限装具装着条件での Jebsen test の合計遂行時間および O'Connor test の遂行時間を比較するために 1 元配置分散分析を使用した。また、Normal hand を対照群として屈曲制限装具装着条件および伸展制限装具装着条件を比較するために事後検定として Dunnett 検定を使用した。有意水準は、 $p < 0.05$  とした。

### 3.3 結果

Normal hand、屈曲制限装具装着条件および伸展制限装具装着条件における Jebsen test を遂行するために要した合計時間の平均 (標準偏差) は、それぞれ、43.7 (4.0) 秒、44.5 (4.1) 秒、44.1 (5.2) 秒であった。Normal hand、屈曲制限装具装着条件および伸展制限装具装着条件の 3 条件間に有意な差はなかった ( $p = .868$ )。さらに事後検定においても Normal hand と屈曲制限装具装着条件 ( $p = .806$ )、伸展制限装具装着条件 ( $p = .944$ ) の

間に有意な差はなかった。Normal hand, 屈曲制限装具装着条件および伸展制限装具装着条件における O'Connor test を遂行するために要した時間の平均(標準偏差)は,それぞれ, 386.5 (44.5) 秒, 392.5 (55.2) 秒, 396.8 (51.2) 秒であった。Normal hand, 屈曲制限装具装着条件および伸展制限装具装着条件の 3 条件間に有意な差はなかった ( $p = .809$ )。さらに事後検定においても Normal hand と屈曲制限装具装着条件 ( $p = .901$ ), 伸展制限装具装着条件 ( $p = .740$ ) の間に有意な差はなかった。

### 3.4 小括 1

Normal hand と屈曲制限装具装着条件および伸展制限装具装着条件における Jebsen test, O'Connor test の遂行時間には有意差はなかった。したがって, 実験 1 の結果は, 本研究で使用した装具を手に装着すること自体は手の活動能力にほとんど影響しないことを示す。

## 4. 実験 2 : 手の活動能力の客観的評価における MCP 関節の ROM 制限の影響

### 4.1 目的

実験 2 の目的は, 客観的評価を用いて手の活動能力における MCP 関節の屈曲および伸展 ROM 制限の影響を評価し, 著明な手の活動能力の低下を生じない MCP 関節 ROM を示す

ことであった。

## 4.2 対象と方法

### 4.2.1 対象

実験 2 には実験 1 と同じ 21 名（男性 13 名，女性 8 名，平均年齢：21.5±1.0 歳）の健常者が参加した。

### 4.2.2 方法

屈曲制限装具を使用し，対象者の MCP 関節の屈曲 ROM を 70 度，60 度，50 度，および 40 度の 4 段階で制限した。また，伸展制限装具を使用し，MCP 関節の伸展 ROM を -20 度，-30 度，-40 度，および -50 度の 4 段階で制限した。対象者の MCP 関節 ROM をこれら 8 つの条件で制限し，Jebsen test および O'Connor test を実施するよう指示し，それぞれの遂行時間を測定・記録した。各 ROM 制限条件での実施順はランダムとした。

### 4.2.3 データ分析

Normal hand と各 ROM 制限条件における Jebsen test の合計遂行時間および O'Connor test の遂行時間を比較するために 1 元配置分散分析を使用した。また，Normal hand を対照群として各 ROM 制限条件を比較するために事後検定として Dunnett 検定を使用した。

有意水準は、 $p < 0.05$  とした。

### 4.3 結果

#### 4.3.1 Jebsen-Taylor hand function test

屈曲 70 度, 60 度, 50 度および 40 度での制限条件下において Jebsen test を遂行するために要した合計時間の平均 (標準偏差) は, それぞれ 47.4 (4.9)秒, 49.0 (5.4)秒, 50.7 (5.5)秒, 53.5 (7.1)秒であった。伸展-20 度, -30 度, -40 度および-50 度での制限条件下において Jebsen test の合計時間の平均 (標準偏差) は, それぞれ 47.3(5.8)秒, 48.2(5.1)秒, 50.2(6.3)秒, 51.0 (7.3)秒であった。

一元配置分散分析の結果, Normal hand および各 ROM 制限条件間に有意な差があった ( $p < .001$ )。Normal hand と各屈曲 ROM 制限条件の比較では, 60 度 ( $p = .024$ ), 50 度 ( $p = .001$ ), 40 度 ( $p < .001$ ) の間に有意な差がみられた。Normal hand と各伸展 ROM 制限条件の比較では, -40 度 ( $p = .003$ ), -50 度 ( $p < .001$ ) の間に有意な差がみられた (表 1)。

#### 4.3.2 O'Connor finger dexterity test

屈曲 70 度, 60 度, 50 度および 40 度での制限条件下において O'Connor test を遂行するために要した時間の平均 (標準偏差) は, それぞれ 392.1 (43.8) 秒, 410.7 (45.6) 秒,



434.9 (74.8) 秒, 475.3 (107.9) 秒であった。伸展-20 度, -30 度, -40 度および-50 度での制限条件下において O'Connor test を遂行するために要した時間の平均 (標準偏差) は, それぞれ, 391.5 (42.1) 秒, 401.8 (47.7) 秒, 405.0 (46.8) 秒, 432.8 (67.5) 秒であった。

一元配置分散分析の結果, Normal hand および各 ROM 制限条件間に有意な差があった ( $p < .001$ )。Normal hand と各屈曲 ROM 制限条件の比較では, 最も ROM 制限の強い 40 度 ( $p < .001$ ) の間のみ有意な差がみられた。Normal hand と各伸展 ROM 制限条件の比較では, いずれの角度においても有意な差はみられなかった (表 2)。

#### 4.4 小括 2

本研究では, 手の活動能力の客観的評価として Jebsen test および O' Connor test を使用した。Jebsen test など物品操作に要する時間 (スピード) を測定する検査における時間の増加は, 自宅での活動を遂行するための時間の増加につながり, 活動を遂行するための小さな時間の増加は日常生活に大きな影響をもたらす。さらに日常生活を遂行するために増加した時間は, 活動を実施しないこと, 避けることにつながる (Bland, Beebe, Hardwick, & Lang, 2008)。したがって, 活動遂行をスピードの面からとらえることは重要である。

本研究の客観的評価における Jebsen test の合計時間では, 屈曲に関しては 70 度, 伸展に関しては-20 度, -30 度での制限で Normal hand と比較して有意な差はなかった。屈曲

に関しては, Hume et al. (1990) の報告よりも大きな屈曲 ROM を要する結果となった.

Hume et al. (1990) は, 物品を把持した際の静的な MCP 関節の角度を測定することにより機能的 ROM は 60 度であることを報告した. しかし, 人が活動を実施する際は随時手の形を変えていることが報告されており (Hayashi & Shimizu, 2013), 動的な活動遂行中にはより大きな ROM が必要となると考えられる. それゆえに本研究においても MCP 関節の機能的 ROM よりも大きな屈曲 ROM を要する結果となった可能性がある. また, 伸展に関しては, これまで機能的 ROM さえも報告されていない. 伸展 ROM と手の能力は関連すること (Sandqvist et al., 2004), 伸展 ROM が改善したことで手の能力が改善したこと (Holavanahalli et al., 2007) が報告されているが, 活動に必要な具体的な数値はこれまで示されてこなかった. 本研究の結果からは, 活動遂行において MCP 関節の完全な伸展 ROM は必要ではなく, -30 度以上の ROM を得ることによって手の活動能力の著明な低下を生じないことが示唆された.

O'Connor test では, Normal hand と比較して屈曲 40 度での制限で有意な差があったのみであり, 伸展に関しては本研究で設定した伸展 ROM 制限では有意な差はなかった. 先行研究でも小さな物品を拾い上げ, 指間で操作する手指巧緻性は手を開く動作は必要としないことが報告されており (Gülke, Wachter, Geyer, Schöll, & Apic, 2010), 細かな物品の操作に十分な伸展 ROM は必要ないのであろう. 一方, 屈曲に関しては 40 度での制限で有意な差があった. O'Connor test においてペグをつまむためには指尖つまみ, ペグを操作するた

めには指腹つまみとなる。指尖つまみおよび指腹つまみでの MCP 関節・近位指節（proximal interphalangeal; PIP）関節・遠位指節（distal interphalangeal; DIP）関節の運動比率はそれぞれ指尖つまみで 36%・41%・23%，指腹つまみで 59%・32%・9%と報告されており（Nakamura, Miyawaki, Matsushita, Yagi, & Handa, 1998），これは指腹つまみの方が MCP 関節の屈曲 ROM が重要であることを示している。したがって，MCP 関節の屈曲 ROM 制限が強くなると細かな物品の操作能力の低下が生じると考えられる。

以上のことから，MCP 関節は屈曲 70 度，伸展-30 度を得ることによって手の活動能力に低下を生じにくい可能性が示唆された。

## 5. 実験 3：手の活動能力の主観的評価における MCP 関節の ROM 制限の影響

### 5.1 目的

主観的評価を用いて手の活動能力における MCP 関節の屈曲および伸展 ROM 制限の影響を評価し，活動全般の遂行に困難さを生じにくい MCP 関節の ROM を示すことであった。また，活動における手の使い方の特徴によって困難さを生じにくい MCP 関節の ROM を考察することであった。

### 5.2 対象と方法

### 5.2.1 対象

実験 3 には 30 名 (男性 13 名, 女性 17 名, 平均年齢  $21.9 \pm 1.7$  歳) の健常者が参加した.

なお, 対象者全員の利き手は右であった.

### 5.2.2 方法

実験 2 と同様に, 対象者の MCP 関節の ROM を 8 つの角度で制限した. 実験 3 では, 活動を遂行する際の困難さについて評価することとした. 活動は, 手外科領域で最も頻繁に使用される The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Outcome Measure (DASH)

の中から活動項目である 21 項目を選択した. なお, 交通機関の利用が自由にできる

(Manage transportation need) および性生活をする (Sexual activities) の 2 項目は実施することが困難であるために本研究では除外し, 残りの 19 項目を本研究で実施した (表 3).

対象者には, Normal hand および 8 つの ROM 制限条件下で活動を遂行し困難さを評価す

るよう指示した. 困難さの程度は, 1: まったく困難なし, 2: やや困難, 3: 中等度困難,

4: かなり困難, 5: できなかった, の 5 点法とした.

### 5.2.3 データ分析

実験 3 において, まず本研究では対象者 30 名による各活動における困難さの点数の中央値が 2 以上となるものを困難のある活動として定義した. この定義に基づき, Normal hand

および各 ROM 制限条件において 19 活動中の困難のあった活動数を算出した。その後、Normal hand と各 ROM 制限条件における困難のあった活動数を比較するために、Fisher's exact test を使用し、多重比較として Bonferroni 補正法を使用した。有意水準は、 $p < 0.05$  とした。

### 5.3 結果

屈曲 40 度での制限でのきつめのビンのふたを開ける (Open a tight jar) 動作ができなかった 1 名を除いて全員が全ての ROM 制限で全ての活動を遂行することができた。各活動項目における各 ROM 制限での困難さの中央値を表 4 に示す。活動によって、困難さを生じる ROM 制限は異なった。

困難さを生じた活動項目数は、Normal hand で 0 項目 (0%)、屈曲 70 度で 3 項目 (16%)、屈曲 60 度で 4 項目 (21%)、屈曲 50 度で 10 項目 (53%)、屈曲 40 度で 11 項目 (58%) であった。また、伸展-20 度で 1 項目 (5%)、-30 度で 4 項目 (21%)、-40 度で 9 項目 (47%)、-50 度で 11 項目 (58%) であった。困難さを生じた活動項目数において、Normal hand および各 ROM 制限条件の間には有意な差があった ( $p < .001$ )。Normal hand と各 ROM 制限条件をそれぞれ比較すると、屈曲 50 度 ( $p = .014$ )、屈曲 40 度 ( $p = .005$ )、伸展-40 度 ( $p = .041$ )、-50 度 ( $p = .005$ ) の条件下との間に有意な差がみられた (表 5)。

また、本研究では、系統立てた方法で評価はしなかったが、動作時、MCP 関節の制限が

強くなると隣接関節での代償運動が生じることを観察した。たとえば、通常、ナイフやハンマーなどを把持する際には、物品を手掌に対し斜めの位置とするが、ROM制限が強くなるにつれPIP・DIP関節を強く屈曲し物品を手掌に対し直角の位置で把持していた。また、伸展制限が強くなると、母指の外転が強く出現していた。

#### 5.4 小括3

患者の活動に対する主観的側面からの評価はQOLにも関連するために重要視されるようになった。手指拘縮と活動遂行の困難さは強く関連すること (Sandqvist et al, 2004) や MCP 関節 ROM の改善により活動の困難さが軽減したこと (Choi et al, 2011) が報告されている。しかし、どの程度の ROM 制限によって活動に困難さを生じるのかは不明であった。活動遂行における困難さはQOLの低下にもつながるため、困難さを生じることなく様々な活動を遂行するために必要なROMについて検討することは重要である。そこで本研究では主観的評価である活動の困難さにも焦点を当て、MCP関節の屈曲あるいは伸展ROM制限による活動の困難さについて検討した。本研究の主観的評価の結果では、屈曲60度、70度での制限、伸展-30度、-20度の制限でNormal handと比較して困難さを生じる活動数に有意な差はなかった。

活動中に要するMCP関節の屈曲ROMと伸展ROMについては、それぞれ屈曲70~80度、伸展-10度であることが報告されている (Hayashi & Shimizu, 2013)。しかし、これは活動

中の最大 ROM を計測することによって示された ROM であり，これらの ROM を得なければ活動遂行に困難さを生じるというわけではない．Hume et al. (1990) は活動において物品を把持した際の MCP 関節の屈曲角度を計測することで活動に必要な MCP 関節の屈曲 ROM を 60 度であると報告しており，活動における困難さの観点からは，活動に要する最大屈曲 ROM および伸展 ROM を得られなくとも活動全般に困難さを生じにくい可能性が示された．伸展に関しては，治療後，MCP 関節-30 度を得ることで治療における患者の満足度が高まることが報告されており (Waljee & Chung, 2012)，本研究の結果においても先行研究と同様の結果が示された．したがって，MCP 関節屈曲 60 度以上，伸展-30 度以上を得ることで様々な活動遂行に困難さが生じにくい可能性が示唆された．

また，本研究では，屈曲 40 度での制限でピンのふたを開ける動作ができなかった 1 名を除いて全員が全ての ROM 制限で全ての活動を遂行することができた．本研究では系統立てた方法で評価はしていないが，MCP 関節の ROM が制限されることによって代償運動を生じることが観察され，この代償運動によって活動を遂行することができたと考える．手指の動きが制限されることで手掌を使用した代償運動が生じること (Holavanahalli et al., 2007)，手指の ROM 制限があっても活動に困難は生じるが活動を遂行することは可能であることが報告されている (Pennathur & Mital, 1999)．また，代償動作は本来の動作とは異なるために MCP 関節，PIP 関節，DIP 関節にかかる力が変化する (Chao, Opgrande, & Axmear, 1976)．そのため ROM 制限が強くなるほど困難さが生じることとなるが，本研究で設定した制限内

であれば代償運動により活動を遂行することが可能である。

屈曲制限について手の使い方の特徴でみると、書く (Write)、食事の支度をする (Prepare a meal)、ハンマーを使う (Hammering) は最も制限の小さい屈曲 70 度、壁拭きは屈曲 60 度でさえ困難さが生じた。これらの活動の特徴は、把持する物品が細いために手指の大きな屈曲 ROM を要すること、Write を除いて、power grasp であることが挙げられる。Power grasp や細い物品を把持する際には MCP 関節の大きな屈曲 ROM が必要である (Gülke et al., 2010)。

次に、きつめのビンのふたを開ける (Open a tight jar)、庭仕事をする (Do yard work)、布団を敷く (Make a bed)、ヘアードライヤーを使用する (Blow-dry your hair)、食事でナイフを使う (Use a knife to cut food)、フリスビーをする (Playing frisbee) は屈曲 50 度、トランプをする (Card playing) は屈曲 40 度で困難さが生じた。これらの活動の特徴は、大きな屈曲 ROM を要するが、power を必要としないことである。その他の活動は、今回設定した ROM 制限では困難さを生じなかった。これらの活動は、pinch, precision grasp, hook grasp である。

Nakamura et al. (1998) は、pinch や precision grasp において MCP 関節は PIP 関節や DIP 関節ほど屈曲を要しないことを報告しており、Moran & Berger (2003) は hook grasp では、ほとんど MCP 関節の屈曲を要しないことを報告した。以上のことにより、把持する物品が細く、power を要する活動では屈曲 60 度以上、把持する物品が細くとも power を要しない活動では 40 度以上の MCP 関節の ROM を要し、pinch や hook grasp である活動では、本研究で設定した ROM 制限であれば活動に困難さを生じることなく遂行できる可能性が示唆さ



れた。

次に伸展制限について、手の使い方の特徴でみると頭上の電球を交換する (Change a light bulb overhead) は最も制限の小さい-20 度、Write, Prepare a meal, 壁拭き (Do heavy household chores) は-30 度で困難さを生じた。これらの活動の特徴は、活動時に橈側指 MCP 関節を中心に伸展位にあり、頻回な手指の操作を要することである。Open a tight jar, Make a bed, Use a knife to cut food, Card playing, Playing frisbee は-40 度、頭上の棚の上に物を置く (Place an object on a shelf above your head), Hammering は-50 度で困難さを生じた。これらの活動の特徴は、原則的に MCP 関節は屈曲位での活動であるが、尺側指と比較すると橈側指は伸展位にあることである。その他の活動は、今回設定した制限角度では困難さを生じなかった。これらの活動の特徴は全指が同程度屈曲位にあることである。以上のことにより、活動時に MCP 関節が伸展位にあり、頻回な手指の操作を要する活動は-30 度以上、活動自体は屈曲位であっても橈側指が尺側指よりも伸展を要する活動は-50 度以上の ROM を要し、全手指 MCP 関節が同程度屈曲位にある活動はほとんど伸展できなくとも活動に困難さを生じることなく遂行できる可能性を示唆する。

## 6. 考察

本研究では、MCP 関節の ROM 制限による活動への影響について、客観的および主観的

な手法を用いて評価した。客観的評価と主観的評価は患者の手の活動能力を包括的にとらえることが可能である (Fowler & Nicol, 2001) ため、両側面からの研究が重要である。

本研究で得られた結果として、1) 客観的な評価において、屈曲 70 度以上、伸展-30 度以上では Normal hand と比較して有意な手の活動能力低下は生じないこと、2) 主観的な評価において、屈曲 60 度以上、伸展-30 度以上では Normal hand と比較して活動における困難さを生じる項目の割合は増えないこと、3) 活動時の手の使い方によって困難さの生じる ROM 制限は異なることが挙げられる。

先行研究では、活動遂行に要する MCP 関節の ROM に着目しており、MCP 関節の ROM が制限されると活動遂行にどのように影響を及ぼすのかという点に着目した研究はない。どの程度の屈曲あるいは伸展 ROM があれば手の活動能力の低下、さらに活動遂行の困難さを生じにくいのか分かれば目標 ROM が治療に適用できるが、それに関する内容については過去に報告されていない。本研究では、装具を装着することによって MCP 関節の ROM を制限したが、実験 1 において本研究で用いた装具を装着することによって手の活動能力が低下しないことを確認した。したがって、実験 2 および 3 の結果は、MCP 関節の ROM 制限によるものであると解釈できる。

本研究では、客観的評価と主観的評価による手の活動能力の低下を生じる MCP 関節の屈曲 ROM にわずかではあるが 10 度の違いがあった。客観的評価は手の動作のスピードや熟練さを評価し、主観的評価は手の活動能力をどのように感じているかを評価しており

(Rallon & Chen, 2008), 異なった側面を評価しているために両評価間には不一致が生じたものと思われる (van Weering, Vollenbroek-Hutten, Kotte, & Hermens, 2007, van Weering, Vollenbroek-Hutten, & Hermens, 2011). したがって, 患者の手の活動能力を包括的に捉えるためには両側面での評価が必要となる. 本研究から, 客観的評価と主観的評価の両者において諸活動に影響を生じにくい MCP 関節の ROM を考慮すると, 屈曲に関しては 70 度以上, 伸展に関しては -30 度以上の ROM を得ることで手の活動能力は著明に低下せず, さほど困難さを生じることなく多くの活動を遂行できる可能性が示唆された. また, 活動によって困難さを生じる MCP 関節の ROM が異なることも示唆され, 患者の活動に対するニーズの違いに合わせた治療を実践する際の参考となるだろう. 完全な MCP 関節の ROM を治療によって獲得することが困難な場合, 手の活動能力が低下しないこと, さらに活動に困難さを生じないことに焦点を当てた取り組みが必要である. ROM 制限の予防および改善における治療において目標とする具体的な ROM を設定する場合, まずは本研究の結果から示唆された ROM を獲得することを念頭に置いた治療計画立案やプログラムを実施することが望ましいと考える.

## 7 まとめ

本研究では, MCP 関節の ROM 制限による活動への影響について, 客観的および主観的

な側面から検討した。

本研究によりどの程度の MCP 関節の ROM を獲得、あるいは維持できれば手の活動能力の低下を生じにくいのかについて詳細な知見を得ることができた。さらに、このことから MCP 関節の ROM 制限に対するリハビリテーションにおいて、手の活動能力の低下あるいは困難さを生じないために獲得することが望ましい ROM を示すことができた。

## 8 研究の限界

本研究にはいくつかの限界がある。本研究では、関節リウマチ、MCP 関節置換術後、重度外傷、熱傷などの患者を想定し、示指から小指までの手指 MCP 関節の ROM を同時に制限した。そのため本研究の結果は、全手指の MCP 関節の ROM が同時に制限されない 1 手指の骨折や腱損傷などの疾患に対しては適応となりにくいかもしれない。次に、本研究では MCP 関節の ROM を制限したのみであり隣接関節の ROM は制限しなかった。しかし、MCP 関節の ROM に制限がある場合、隣接関節にも ROM 制限が生じることがあり、今後は隣接関節の ROM 制限を考慮した研究が必要となるだろう。さらに、本研究では代償運動にも言及した。しかし、代償運動に関しては観察のみに基づく考察であり、系統立てた評価に基づくものではない。最後に、本研究では、人工関節置換術、重度外傷、熱傷などによる MCP 関節の ROM 制限を想定した。しかし、これらの ROM 制限を生じる機序は解剖

生理学的に異なり，隣接関節などの他関節に与える影響にも違いが生じる可能性もあるため，今後は ROM 制限の発生機序を考慮した研究が必要である．また，本研究は健常者を対象としてデータを取得した探索的研究である．したがって，本研究の結果を患者に適用することが今後の課題である．

## 9. 文献リスト

Anzarut, A., Chen, M., Shankowsky, H., & Tredget, E. E. (2005). Quality-of-life and outcome predictors following massive burn injury. *Plastic and Reconstructive surgery*, 116(3), 791-797.

Berger, M. A., Krul, A. J., & Daanen, H. A. (2009). Task specificity of finger dexterity tests. *Applied Ergonomics*, 40(1), 145-147.

Bland, M. D., Beebe, J. A., Hardwick, D. D., & Lang, C. E. (2008). Restricted active range of motion at the elbow, forearm, wrist, or fingers decreases hand function. *Journal of Hand Therapy*, 21(3), 268-275.

Carmeli, E., Patish, H., & Coleman, R. (2003). The aging hand. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 58(2), 146-152.

Chao, E. Y., Opgrande, J. D., & Axmear, F. E. (1976). Three-dimensional force analysis of finger joints in selected isometric hand functions. *Journal of Biomechanics*, 9(6), 387-396.

Choi, J. S., Mun, J. H., Lee, J. Y., Jeon, J. H., Jung, Y. J., Seo, C. H., & Jang, K. U. (2011).

Effects of modified dynamic metacarpophalangeal joint flexion orthoses after hand burn. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 35(6), 880-886.

Chung, K. C., & Haas, A. (2009). Relationship between patient satisfaction and

objective functional outcome after surgical treatment for distal radius fractures.

*Journal of Hand Therapy*, 22(4), 302-308.

Chung, K. C., Burns, P. B., Kim, H. M., Burke, F. D., Wilgis, E. F., & Fox, D. A. (2012).

Long - term followup for rheumatoid arthritis patients in a multicenter outcomes

study of silicone metacarpophalangeal joint arthroplasty. *Arthritis Care &*

*Research*, 64(9), 1292-1300.

Clements, P. J., Wong, W. K., L Hurwitz, E., Furst, D. E., Mayes, M., White, B. et al.

(1999). Correlates of the disability index of the health assessment questionnaire: a

measure of functional impairment in systemic sclerosis. *Arthritis & Rheumatism*,

42(11), 2372-2380.

Glasgow, C., Tooth, L. R., & Fleming, J. (2010). Mobilizing the stiff hand: combining theory and evidence to improve clinical outcomes. *Journal of Hand Therapy*, 23(4), 392-401.

Goodson, A., McGregor, A. H., Douglas, J., & Taylor, P. (2007). Direct, quantitative clinical assessment of hand function: usefulness and reproducibility. *Manual Therapy*, 12(2), 144-152.

Gülke, J., Wachter, N. J., Geyer, T., Schöll, H., Apic, G., & Mentzel, M. (2010). Motion coordination patterns during cylinder grip analyzed with a sensor glove. *The Journal of Hand Surgery*, 35(5), 797-806.

Guzelkucuk, U., Duman, I., Taskaynatan, M. A., & Dincer, K. (2007). Comparison of therapeutic activities with therapeutic exercises in the rehabilitation of young adult patients with hand injuries. *The Journal of Hand Surgery*, 32(9), 1429-1435.

Hackel, M. E., Wolfe, G. A., Bang, S. M., & Canfield, J. S. (1992). Changes in hand



function in the aging adult as determined by the Jebsen Test of Hand Function.

*Physical Therapy*, 72(5), 373-377.

Hayashi, H., & Shimizu, H. (2012). Essential motion of metacarpophalangeal joints

during activities of daily living. *Journal of Hand Therapy*, 26(1), 69-73.

Holavanahalli, R. K., Helm, P. A., Gorman, A. R., & Kowalske, K. J. (2007). Outcomes

after deep full-thickness hand burns. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(12), S30-S35.

Hume, M. C., Gellman, H., McKellop, H., & Brumfield Jr, R. H. (1990). Functional range

of motion of the joints of the hand. *The Journal of Hand Surgery*, 15(2), 240-243.

Jebsen, R. H., Taylor, N. E. A. L., Trieschmann, R. B., Trotter, M. J., & Howard, L. A.

(1969). An objective and standardized test of hand function. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 50(6), 311.

Marks, M., Herren, D. B., Vliet Vlieland, T. P., Simmen, B. R., Angst, F., & Goldhahn, J.

(2011). Determinants of patient satisfaction after orthopedic interventions to the hand: a review of the literature. *Journal of Hand Therapy*, 24(4), 303-312.

Michlovitz, S. L., Ann Harris, B., & Watkins, M. P. (2004). Therapy interventions for improving joint range of motion: a systematic review. *Journal of Hand Therapy*, 17(2), 118-131.

Moran, S. L., & Berger, R. A. (2003). Biomechanics and hand trauma: what you need. *Hand Clinics*, 19(1), 17-31.

Nakamura, M., Miyawaki, C., Matsushita, N., Yagi, R., & Handa, Y. (1998). Analysis of voluntary finger movements during hand tasks by a motion analyzer. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 8(5), 295-303.

O'Connor, D., Kortman, B., Smith, A., Ahern, M., Smith, M., & Krishnan, J. (1999). Correlation between objective and subjective measures of hand function in patients with rheumatoid arthritis. *Journal of Hand Therapy*, 12(4), 323-329.

Pennathur, A., & Mital, A. (1999). A comparison of functional capabilities of individuals with and without simulated finger disabilities: An exploratory study. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 9(4), 227-245.

Rallon, C. R., & Chen, C. C. (2008). Relationship between performance-based and self-reported assessment of hand function. *The American Journal of Occupational Therapy*, 62(5), 574-579.

Sandqvist, G., Eklund, M., Åkesson, A., & Nordenskiöld, U. (2004). Daily activities and hand function in women with scleroderma. *Scandinavian Journal of Rheumatology*, 33(2), 102-107.

Schoneveld, K., Wittink, H., & Takken, T. (2009). Clinimetric evaluation of measurement tools used in hand therapy to assess activity and participation. *Journal of Hand Therapy*, 22(3), 221-236.

Schoneveld, K., Wittink, H., & Takken, T. (2009). Clinimetric evaluation of measurement tools used in hand therapy to assess activity and participation.

*Journal of Hand Therapy*, 22(3), 221-236.

Sharma, S., Schumacher, H. R. Jr., & McLellan, A. T (1994). Evaluation of the Jebsen hand function test for use in patients with rheumatoid arthritis [corrected].

*Arthritis Care and Res*, 7(1), 16–19.

Stamm, T., Mathis, M., Aletaha, D., Kloppenburg, M., Machold, K., & Smolen, J. (2007).

Mapping hand functioning in hand osteoarthritis: Comparing self - report instruments with a comprehensive hand function test. *Arthritis Care & Research*, 57(7), 1230-1237.

van Weering, M. G. H., Vollenbroek-Hutten, M. M. R., & Hermens, H. J. (2011). The relationship between objectively and subjectively measured activity levels in people with chronic low back pain. *Clinical Rehabilitation*, 25(3), 256-263.

van Weering, M., Vollenbroek-Hutten, M. M. R., Kotte, E. M., & Hermens, H. J. (2007).

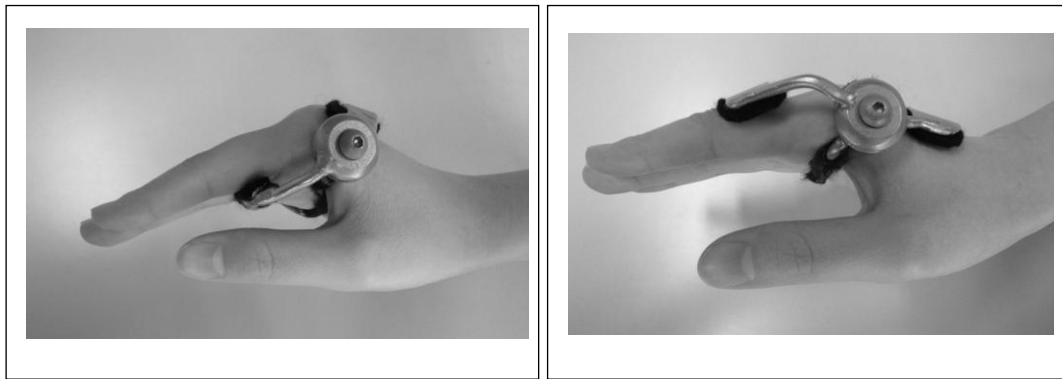
Daily physical activities of patients with chronic pain or fatigue versus asymptomatic controls. A systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 21(11),

1007-1023.

Vliet-Vlieland, T. P. M., Van der Wijk, T. P., Jolie, I. M. M., Zwinderman, A. H., & Hazes, J. M. W. (1996). Determinants of hand function in patients with rheumatoid arthritis. *Journal of Rheumatology*, 23(5), 835-840.

Waljee, J. F., & Chung, K. C. (2012). Objective functional outcomes and patient satisfaction after silicone metacarpophalangeal arthroplasty for rheumatoid arthritis. *The Journal of Hand Surgery*, 37(1), 47-54.

10 図表



A

B

図1 MCP 関節 ROM 制限装具

Aは屈曲制限装具である。屈曲 ROM を制限するが伸展 ROM は制限しない構造となっている。Bは伸展制限装具である。伸展 ROM を制限するが、屈曲 ROM は制限しない構造となっている。

表 1 Normal hand と MCP 関節の ROM 制限条件における Jebsen test を遂行するために  
要した合計時間 (秒) の比較

ROM 制限	Mean (SD) (秒)	p
Normal hand	43.7 (4.0)	
屈曲 70 度	47.4 (4.9)	.215
屈曲 60 度	49.0 (5.4)	<b>.024</b>
屈曲 50 度	50.7 (5.5)	<b>.001</b>
屈曲 40 度	53.5 (7.1)	<b>.000</b>
伸展-20 度	47.3 (5.8)	.229
伸展-30 度	48.2 (5.1)	.081
伸展-40 度	50.2 (6.3)	<b>.003</b>
伸展-50 度	51.0 (7.3)	<b>.000</b>

表 2 Normal hand と MCP 関節の ROM 制限条件における O'Connor test を遂行するために要した時間 (秒) の比較

ROM 制限	Mean (SD) (秒)	p
Normal hand	387.9 (43.8)	
屈曲 70 度	392.1 (43.9)	1.000
屈曲 60 度	410.7 (45.6)	.759
屈曲 50 度	434.9 (74.8)	.083
屈曲 40 度	475.3 (107.9)	<b>.000</b>
伸展-20 度	391.5 (42.1)	1.000
伸展-30 度	401.8 (47.7)	.977
伸展-40 度	405.0 (46.8)	.929
伸展-50 度	432.8 (67.5)	.107



表 3 19 活動における指示した内容

活動項目	活動内容
<p>1 Open a tight jar.</p> <p>(きつめのビンのふたを開ける)</p>	<p>Hold the lid of jar that is about 10 cm in diameter with the right hand, and open the lid.</p>
<p>2 Write.</p> <p>(書く)</p>	<p>Hold a pen in the right hand and write your name in English.</p>
<p>3 Turn a key.</p> <p>(カギを回す)</p>	<p>Hold a key in your right hand, insert it into a keyhole, and turn.</p>
<p>4 Prepare a meal.</p> <p>(食事の支度をする)</p>	<p>Hold a knife in your right hand and peel a potato. Afterward, cut the potato and transfer the pieces to a frying pan.</p>

- 5 Push open a heavy door.  
(重いドアを開ける)  
Grasp the handle of a door with your right hand and push it open.
- 6 Place an object on a shelf above your head.  
(頭上の棚の上に物を置く)  
Hold a box weighing about 5 kg in both hands and place it on a high shelf.
- 7 Do heavy household chores (wash walls).  
(重労働の家事をする (壁拭き))  
Hold a washing towel in both hands and strongly wring the moisture from the towel.  
Then wipe a window with the towel.
- 8 Do yard work.  
(庭仕事をする)  
Pull weeds, sweep up the weeds with a broom, and place them in a dustpan.
- 9 Make a bed.  
(布団を敷く)  
Take a futon and futon cover from a closet and lay them out on a tatami floor.
- 10 Carry a shopping bag.  
(買い物バックを持ち運ぶ)  
Hold a bag weighing about 3 kg by its handle and walk 20 m while carrying it.

- |    |   |   |
|----|---|---|
| 11 | Carry a heavy object (over 10 lbs).<br><br>(重いものを運ぶ (10 lbs 以上) ) | Hold a box weighing about 7 kg with both hands and walk about 20 m while carrying it. |
| 12 | Change a light bulb overhead.<br><br>(頭上の電球を交換する)                 | Turn and remove an overhead light bulb using your right hand. Then replace it.        |
| 13 | Blow-dry your hair.<br><br>(ヘアードライヤーを使用する)                        | Blow-dry your hair, holding the dryer in your right hand.                             |
| 14 | Wash your back.<br><br>(背中を洗う)                                    | Holding a towel in both hands, simulate washing your back.                            |
| 15 | Put on a pullover sweater.<br><br>(頭からかぶるセーターを着る)                 | Put on a pullover sweater using both hands.   |
| 16 | Use a knife to cut food.<br><br>(食事でナイフを使う)                       | Cut a potato on a plate and bring a piece to your mouth.                              |

- 17 Recreational activities that require little effort (card playing).  
(軽いレクリエーションをする (トランプをする) )
- 18 Recreational activities in which you take some force or impact through your arm, shoulder or hand (hammering).  
(肩, 腕や手に筋力を必要とするか, それらに衝撃のかかるレクリエーション活動をする (ハンマーを使う) )
- 19 Recreational activities in which you move your arm freely (playing frisbee).  
(腕を自由に動かすレクリエーション活動をする (フリスビーをする) )
-

表 4 19 活動における各 ROM 制限条件での困難さの程度

活動項目	ROM 制限								
	Normal hand	屈曲 (度)				伸展 (度)			
		70	60	50	40	-20	-30	-40	-50
Open a tight jar.	1	1	1	2	2	1	1	2	2
Write.	1	2	2	2	3	1	2	2	2
Turn a key.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Prepare a meal.	1	2	2	2	3	1	2	2	2
Push open a heavy door.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Place an object on a shelf above your head.	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Do heavy household chores (wash walls).	1	1	2	2	2	1	2	2	2
Do yard work.	1	1	1	2	2	1	1	1	1
Make a bed.	1	1	1	2	2	1	1	2	2
Carry a shopping bag.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Carry a heavy object (over 10 lbs).	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Change a light bulb overhead.	1	1	1	1	1	2	2	2	3

Blow-dry your hair.	1	1	1	2	2	1	1	1	1
Wash your back.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Put on a pullover sweater.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Use a knife to cut food.	1	1	1	2	2	1	1	2	2
Recreational activities that require little effort (card playing).	1	1	1	1	2	1	1	2	2
Recreational activities in which you take some force or impact through your arm, shoulder or hand (hammering).	1	2	2	2	2	1	1	1	2
Recreational activities in which you move your arm freely (playing frisbee).	1	1	1	2	2	1	1	2	2

---

表 5 Normal hand と MCP 関節の各 ROM 制限条件における困難さのある活動数の比較

ROM 制限	困難さのある活動数 (n=19)		p
	n	%	
Normal hand	0	0	—
屈曲 70 度	3	16	1.000
屈曲 60 度	4	21	1.000
屈曲 50 度	10	53	<b>0.014</b>
屈曲 40 度	11	58	<b>0.005</b>
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
伸展・20 度	1	5	1.000
伸展・30 度	4	21	1.000
伸展・40 度	9	47	<b>0.041</b>
伸展・50 度	11	58	<b>0.005</b>

Appendix Normal hand および各 ROM 制限条件における Jebsen test の Subtest の遂行時間 (秒)

	Writing	Simulated page turning	Picking up small objects	Simulated feeding	Stacking checkers	Moving large light objects	Moving large heavy objects
ROM 制限	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Normal hand	16.6 (4.1)	4.1 (0.7)	6.5 (1.0)	7.1 (1.1)	2.4 (0.5)	3.4 (0.6)	3.6 (0.5)
屈曲 70 度	18.6 (4.7)	4.7 (1.5)	6.7 (1.2)	7.5 (1.4)	2.7 (0.4)	3.6 (0.7)	3.7 (0.5)
屈曲 60 度	19.7 (4.8)	4.8 (1.1)	6.9 (1.8)	7.7 (1.3)	2.6 (0.5)	3.6 (0.6)	3.7 (0.5)
屈曲 50 度	20.4 (5.0)	5.0 (1.3)	7.1 (1.4)	7.9 (0.9)	2.8 (0.6)	3.6 (0.6)	3.9 (0.6)
屈曲 40 度	21.5 (5.4)	5.4 (1.8)	7.2 (1.5)	9.0 (1.7)	2.8 (0.6)	3.7 (0.7)	4.0 (0.8)
伸展・20 度	18.3 (4.8)	4.8 (1.5)	6.6 (1.1)	7.6 (1.6)	2.7 (0.6)	3.6 (0.5)	3.7 (0.7)
伸展・30 度	18.8 (5.0)	5.0 (1.3)	6.8 (0.8)	7.6 (1.4)	2.7 (0.5)	3.6 (0.6)	3.7 (0.5)
伸展・40 度	19.3 (5.3)	5.3 (1.6)	7.0 (1.0)	8.1 (2.3)	2.9 (0.8)	3.7 (0.7)	4.0 (0.7)
伸展・50 度	19.6 (5.0)	5.3 (2.0)	7.2 (1.4)	8.1 (1.9)	3.0 (0.8)	3.7 (0.7)	4.2 (0.8)