

(別添2)

厚生科学研究研究費補助金

障害保健福祉総合研究事業

介助者の身体的負担を指標とした移乗介助方法及び移乗介助機器の
定量的評価に関する研究

平成12年度 総括研究報告書

主任研究者 井上 剛伸

平成13(2001)年 4月

(別添3)

目 次

I. 総括研究報告	
介助者の身体的負担を指標とした移乗介助方法及び移乗介助機器の 定量的評価に関する研究	1
井上 剛伸	
II. 分担研究報告	
1. 介助動作の評価法に関する研究	7
井上 剛伸	
2. 介助動作の計測・分析手法に関する研究	13
山崎 信寿	
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	17
IV. 研究成果の刊行物・別刷	18

厚生科学研究費補助金（障害保健福祉総合研究事業）

総 括 研 究 報 告 書

介助者の身体的負担を指標とした移乗介助方法及び移乗介助機器の
定量的評価に関する研究

主任研究者 井上剛伸 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所
福祉機器開発部高齢障害者福祉機器研究室研究員

研究要旨 本研究では、移乗介助に着目しそれぞれの方法での介助者への身体的負担を定量的に評価することを目的としている。今年度は、一人介助、二人介助による介助者の腰部負担の計測、評価指標の検討、介助支援衣服の検討および移乗介助方法教育に対する考察を行った。腰部負担の計測結果より二人介助の方が約2割負担が小さいことが明らかになった。評価指標としては腰部モーメントと腰椎圧縮力が有用であることが示された。また、背面に弾性素材をつけた衣服によって介助負担の一部を軽減できる可能性を示した。さらに、正しい介助方法を定量的に示し、介助方法の教育の現場で実践しながら指導することの必要性が示唆された。

〔研究組織〕

○井上 剛伸（国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所 研究員）
山崎 信寿（慶應義塾大学理工学部教授）

的負担を強いものであり、介助者の腰痛は大きな問題となっている。さらに、高齢化が進む中で、介助者のマンパワー不足も叫ばれており、腰痛等で介助が継続できなくなることは、貴重な人的資源の損失でもある。

A. 研究目的

障害者プランに示される障害者の社会参加において、重度肢体不自由者に対する介助者の役割は非常に重要である。たとえば、電動車いす等で自立移動を行うためには、ベッドから電動車いすへの移乗が必要である。すなわち、自立した移動を確保するための移乗介助は、非常に重要なファクターとなる。しかし、この移乗介助は介助者に対して、身体

そこで本研究では、このように介助者への負担が大きい移乗介助に着目し、各種移乗介助方法における介助者の身体的負担を定量的に評価することを目的とする。昨年度までに、介助動作の現状を把握するためのアンケート調査を実施し、リハビリテーション病院の看護婦及び理学療法士では腰痛経験者が非常に多く、介助方法としては看護婦は二人介助をする場合が多いが、理学療法士では一

人介助の方法を行っている者が多いことがわかった。また、基本的な介助動作に対する計測・分析システムの構築を行い、一人介助の方法について腰部の負担を計測した結果、体幹の角度が腰部負担に大きく影響することが分かった。介助行動の長時間計測を行った結果では、体幹を前傾した姿勢が多く現れていることと、左右非対称な動作が多いことが明らかになった。また、移乗介助機器を使用した場合の腰部負担を計測したところ、準備タスクや使用方法によって腰部負担が大きなタスクがあることが示された。

今年度は、一人介助、二人介助の移乗方法および床走行式リフトを使用する際の介助における介助者の腰部負担を明らかにすることを目的として、それぞれの介助動作の3次元計測を行った。得られた計測データより、腰部モーメントを求め、これを用いてそれぞれの動作における腰部負担を比較した。また、床走行式リフト使用時に負担の大きい、リフト移動タスクに着目し、その操作力を計測した。さらに、これらの結果を基に、腰部負担を軽減する介護支援衣服の有効性を検討するとともに、介助動作における注意点をまとめ、介助法教育を的確に行うための指針を考察した。

B. 研究方法

1. 腰部負担からみた移乗介助動作の評価

一人介助および二人介助の方法で移乗介助を行ったときの、介助者の動作を3次元座

標計測機(Vicon370)と床反力計で計測した。介助動作は図1に示すようなものである。得られたデータから足部、下腿部、大腿部、骨盤部の7部材からなる剛体リンクモデルを介して、腰部にかかる3次元のモーメントを計算した。被験者は介助を日常に行っている看護婦、理学療法士ら8名と介助経験のない男子学生2名とした。

2. 移乗介助機器使用時の腰椎圧縮力の推定

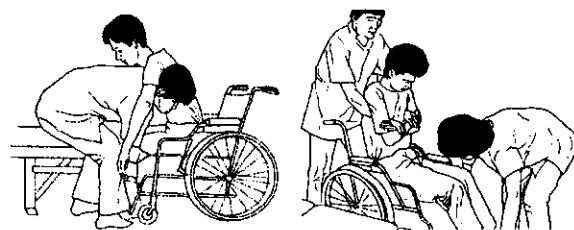
床走行式リフトを使用しているときの運動計測データおよび床反力データから、腰椎圧縮力を推定した。圧縮力はMcGillらが、導いた以下の回帰式を用いて算出した。

$$C = 1067.6 + 1.219F + 0.083F^2 + .0001F^3 + 3.229B + 0.119B^2 - 0.0001B^3 + 0.862T + 0.393T^2 - 0.0001T^3 \quad (1)$$

ここで、Cは腰椎圧縮力(N)、Fは伸展方向を正とした屈伸モーメント(Nm)、Bは右方向を正とした側屈モーメント(Nm)、Tは左方向を正とした回旋モーメント(Nm)である。

被験者は介助用リフトの使用経験のある看護婦3名とし、床反力計と3次元運動計測システムを用いて計測した。計測したタスクは下記の8つである。

- 1) スリング取り付け (SlAp)
- 2) ストラップ取り付け (StAt)



(1) 一人介助 (2) 二人介助

図1. 対象とする動作

- 3) 患者持ち上げ (PaEl)
- 4) 患者移動 (PaTr)
- 5) 患者降下 (PaLo)
- 6) ストラップ取り外し (StDe)
- 7) 脚部スリング取り外し (SRFL)
- 8) 背部スリング取り外し (SRFB)

算出した結果とモーメントデータ、筋電データを比較することにより、腰部負担を表す指標を考察した。

3. 床走行式リフト移動時の操作力の計測

床走行式リフト使用時に、大きな腰部負担のかかるタスクであるリフト移動に着目し、その操作力を計測した。計測は、床走行式リフトのハンドル部分に取り付けた荷重センサにより行った。実験室内に病室を模擬した実験空間を設定し、ベッドへのアプローチ（往路）およびベッドから車いすの移動（復路）の2種類の動作を計測した。復路では、ベッドの位置からリフトを引きだした後、狭い場所で左へ方向変換する動作が含まれている。

左右の荷重データより、介助者がリフトにかかる前後方向力、左右方向力および左右の荷重計の中心点まわりの水平面内でのモーメントを求めた。

4. 介護支援衣服の検討

昨年度行った、介助行動における体幹傾斜角度の計測結果より、介助動作では 20° 以上傾斜させることが多いことが明らかになった。この結果を活かして、深く前屈すると

体幹傾斜によるモーメントを補助するような介護支援衣服の開発を検討した。

そのために、男子学生1名を被験者として、前屈角度と体表面距離変化量および腰部モーメントを計測し、支援衣服に必要な張力とばね定数を求めた。

C. 研究結果

1. 腰部負担からみた移乗介助動作の評価

図2に、同一条件下における熟練者の一人介助時と二人介助時（組み合わせ：大一小）の腰部モーメントを示す。これより、屈伸方向のモーメントは二人介助は一人介助に比べ、前方、後方介助者共に、2割程度軽減され、回旋方向では $1/3$ 程度に軽減され、3方向のモーメントの総和は $1/2$ 程度になった。

2. 移乗介助機器使用時の腰椎圧縮力の推定

それぞれのタスクにおける、腰椎圧縮力のピークを求めた結果を図3に示す。これよ

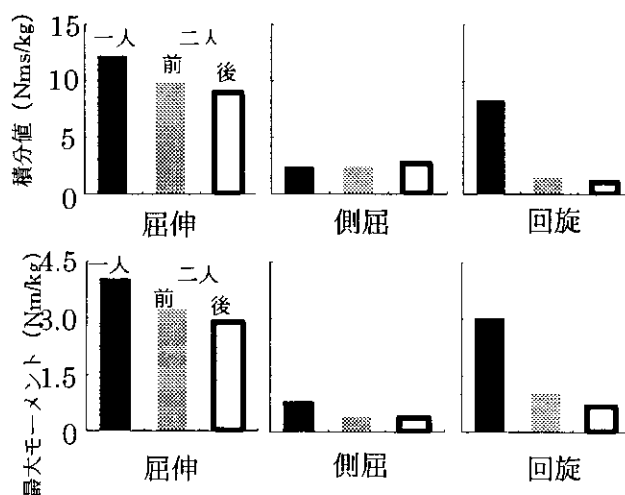


図2. 一人介助と二人介助の腰部負担

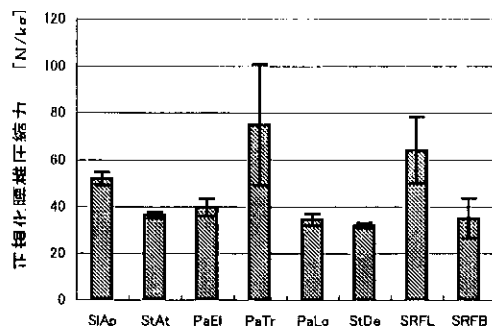


図3 腰椎圧縮力

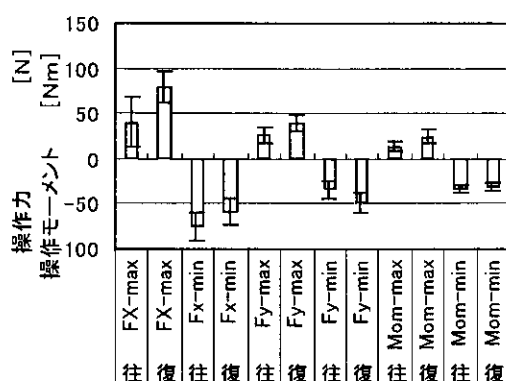


図4 床走行リフトの操作力

り、リフトの移動(PaTr)がもっとも大きい値をとっていることがわかる。続いて、脚側からスリングを取り外す動作(SRLF)、スリングを敷き込む動作(SIAp)の順に大きい値となった。

3. 床走行式リフト移動時の操作力の計測

計測したそれぞれの方向の力およびモーメントについて、最大値と最小値を求め、グラフにしたものが図4である。後方への力(FX-max)はリフトを引く動作のある復路の方が大きな値をとっている。前方への力(FX-min)では往路の方が大きな値をとっている。左右への力(Fy-max, Fy-min)ではいずれも、復路の方が大きな値をとっていた。

4. 介護支援衣服の検討

図5に前屈角度と屈伸モーメントの関係を示す。腰の回転中心から背側表面までの距離を計測し、屈伸モーメントから支援衣服に必要な引張力を算出した。昨年度行った日常生活と介護時の前屈角度の計測結果より、介護時にかかる屈伸モーメントを日常生活レベル(20°前屈時, 60Nm程度)まで軽減するには、支援衣服が40°前屈時に30Nm程度の屈伸モーメントを補助すればよいことがわかる。これを達成するためには、屈伸中心から背面までの距離を0.1mとして、図6に示すように40°前屈時に300Nの力が必要になる。また、図7に示す前屈角度と体表面距離変化量との関係から、支援衣服に必要なばね定数を求めると、前屈角度20°から40°の間に背面胸腰部に沿う距離は3+2=5cm伸びるため、 $300\text{N}/5\text{cm}=60\text{N}/\text{cm}$ となった。

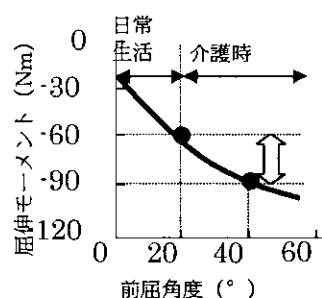


図5 前屈角度と屈伸モーメントとの関係

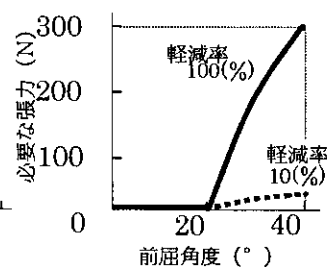


図6 前屈角度と支援衣服が必要な力との関係

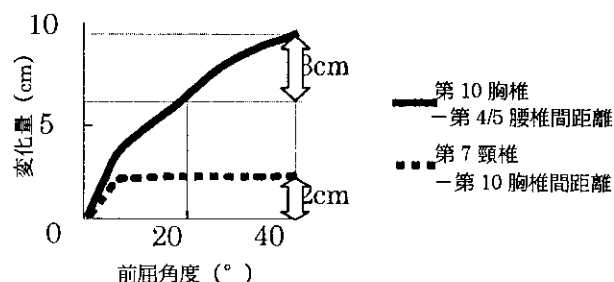


図7 前屈角度と体表面距離変化量との関係

D. 考察

1. 介助方法と腰部負担

一人介助と二人介助の腰部負担の計測結果より、一人介助の方が負担が大きいことが明らかになった。また、二人介助の方法でも、被介助者の体幹を保持する側（後）と脚を保持する側（前）では腰部負担が異なり、前の介助者の方が負担が大きいことがわかった。被介助者の体重は、後ろ側の介助者がほとんど受け持ち、前側の介助者よりも負担は大きいとされているが、今回の結果はこれに反するものであった。その原因として、前側の介助者は体幹を大きく前方に傾斜することによって、介助者自身の上部の重量が腰部にかかる負担を増大していることが挙げられる。介助にあたって、この点は注意が必要である。介助者の身長との組み合わせと腰部負担の関係では、同じぐらいの身長の介助者の組に比べて、後ろを身長の高い介助者、前を身長の高い介助者とした組の方が、約2割負担が減少するという結果が得られた。体幹傾斜の影響を少なくするために、介助者のペアを工夫することも有効な方法である。

昨年度計測した床走行式リフト使用時の各方向の最大モーメントは、屈伸方向で 3.06Nm/kg （脚側スリング取り外し）、側屈方向では、 0.68Nm/kg （スリング式込み）、回旋方向では 1.27Nm/kg （リフト移動）であった。これらの値は、二人介助の前側とほぼ等しい値である。これより、リフトの使用においても、タスクによっては大きな負担がか

かり、腰痛などの危険を含んでいることが明らかになった。

2. 腰部負担の評価指標

腰椎圧縮力を指標とした床走行式リフト使用時の腰部負担の結果では、昨年度腰部モーメントを指標とした腰部負担の結果と同様な結果が得られた。モーメントでは3方向のモーメントを独立に評価しなければならないが、腰椎圧縮力では1つの指標で表すことが可能である。これより、この腰椎圧縮力により腰部負担を評価することは、有効である。ただし、この指標ではその腰部負担の要因を明らかにすることは困難であり、3方向のモーメントも同時に検討する必要がある。

3. 介助支援衣服

実験結果より、図8のような介助支援衣服を提案する。これは、体幹傾斜角が 20° 以上になった場合に、上部による腰部モーメントを補助するように、背面に引っ張り力を発

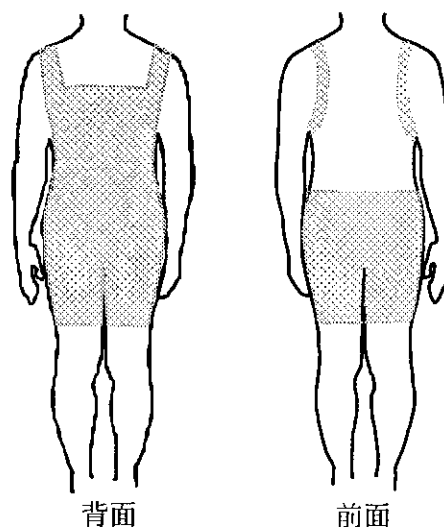


図8. 介護支援衣服のイメージ図

生する素材を取り付けたものである。これにより、補助すべき屈伸モーメントの10% (30 N) 程度は軽減できる可能性があることがわかった。

4. 移乗介助の注意事項と介助法教育

これまでの研究結果から、以下のような知見を得た。

- 1) 看護婦および理学療法士216名の調査結果より、80%以上が腰痛経験者であることが分かった。
- 2) 一人介助での移乗介助では、特に高身長者でかつぎ上げ型よりも抱え上げ型にすることで、腰部負担は約35%減少する。
- 3) 二人介助による移乗介助では、高身長者が背後から、低身長者が前方から介助することで、一人介助の半分程度に腰椎負荷を軽減できる。また、持ち上げる時のみならず、ベッド上におろすときも、前傾姿勢にならないようにすることが重要である。
- 4) 床走行式リフト使用時では、スリング取り付けや脚部スリング取り外しといった、上体をかがめる姿勢をとる動作で、腰部負担が大きくなる。これらの負担は二人介助の方法による腰部負担と同等である。

これらの結果より、介助法教育においては以下の点を強調する教材開発が必要であると考えられる。

- ① どのような姿勢をなぜとってはいけないかの生体力学的説明
- ② 一人介助の正しい行い方。特に、小さい被介助者を大きい介助者が介助する場合。
- ③ 二人介助の正しい行い方。特に、介助者間に身長差がある場合
- ④ リフトの正しい使い方
- ⑤ 推奨順序と負荷の定量的比較

これらの項目は、移乗介助方法の教育現場

で実践しながら指導するとともに、在宅介護者のための講習会や教育ビデオの作成等も重要な課題となる。また、本研究において、腰椎の圧縮力が腰部負担を示す指標として有効であることが示された。これを指標として、容易に腰部負担を計測でき、視覚的に腰部負担を示すようなシステムをつくることで、各個人の介助方法の習熟度を評価することも可能となろう。このようなシステムは教育実習の現場で非常に有効であると考えられる。

E. 結論

移乗介助において介助者負担を軽減するには一人介助よりも二人介助の方が望ましい。床走行式リフトの使用では、タスクによって二人介助と同程度の腰部負担のかかるタスクもある。腰部負担を表す指標として、腰椎圧縮力と腰部モーメントを用いることにより、負担の大きさおよびその要因を推定することが可能である。また、背面に弾性素材をつけた衣服によって介助負担の一部を軽減できる可能性を示した。

これまでに得られた知見から、正しい介助方法を定量的に示し、介助方法の教育の現場で実践しながら指導することの必要性が示唆された。

尚、本研究を実施するにあたり、国立身体障害者リハビリテーションセンター病院、新井美智子氏、関口進氏の協力を得た。ここに、感謝の意を表す。

分 担 研 究 報 告 書

介助動作の評価法に関する研究

主任研究者 井上剛伸 国立リハセンタ研究所福祉機器開発部研究員

研究要旨 移乗介助は大きな負担となり、腰痛発生の主な原因ともされている。本研究では、介助方法における腰部負担を定量的に評価することを目的としている。今年度は、腰椎圧縮力の回帰式を導入し、腰部負担の指標としての有効性を確認した。また、床走行式リフトの使用において大きな負担がかかるリフトの移動に必要な操作力を計測したところ、切り返しは大きな操作力を要することが明らかになった。さらに、これまでの研究で得られた知見から、移乗介助方法の教育において重要な注意事項をまとめた。

A. 研究目的

高齢者・障害者の介助をする介助者にとって、腰痛は大きな問題となっており、腰痛が原因で介助を続けることが困難になるケースもみられる。今後、さらに高齢化がすすみ、介助者のマンパワー不足が問題とされているが、腰痛はその問題をさらに悪化させる原因ともなる。特に移乗介助は腰痛の大きな原因の一つとなっている。

移乗介助方法としては、身体の負担を軽減するいくつかの方法が提案されている。しかし、介助方法は被介助者の状態、各介助者の状況によって異なる方法がとられており、各方法間での腰部にかかる負担の評価はしっかりとは行われていないのが現状である。

そこで、本研究ではそれぞれの介助動作を一つの指標で評価するための、評価方法を確立することを目的とする。今年度は、昨年度行った介助機器を用いた移乗介助動作について、腰部負担を表す指標として腰椎の圧縮

力を推定する回帰式を導入し、それにより腰部負担を検討した。また、床走行式リフト使用時に大きな腰部負担のかかる、リフトの移動タスクにおける、リフトの操作力の計測を行った。さらに、これまでに得られた結果より、移乗介助における腰部負担に影響する因子の分析を行い、介助動作の教育への指針をまとめた。

B. 研究方法

1. 移乗介助機器使用時の腰椎圧縮力推定

腰部への負担を表す指標として、腰椎の圧縮力に着目し、移乗介助機器使用時の腰椎圧縮力を推定した。MacGill らによれば、腰椎の圧縮力は腰部にかかる屈伸方向、側屈方向、回旋方向のそれぞれのモーメントにより生じ、それらは次の回帰式で表される¹⁾。

$$C = 1067.6 + 1.219F + 0.083F^2 + .0001F^3 + 3.229B + 0.119B^2 - 0.0001B^3 + 0.862T + 0.393T^2 - 0.0001T^3 \quad (1)$$

(別添 5-1)

ここで、C は腰椎圧縮力(N)、F は伸展方向を正とした屈伸モーメント(Nm)、B は右方向を正とした側屈モーメント(Nm)、T は左方向を正とした回旋モーメント(Nm)である。

介助用リフトの使用経験のある看護婦3名を被験者として、床走行式リフト(Oxford Major 175)を使用したときの動作を、床反力計と3次元運動計測システムを用いて計測した。計測したタスクは下記の8つである。

- 1)スリング取り付け (SlAp)
- 2)ストラップ取り付け (StAt)
- 3)患者持ち上げ (PaEl)
- 4)患者移動 (PaTr)
- 5)患者降下 (PaLo)
- 6)ストラップ取り外し (StDe)
- 7)脚部スリング取り外し (SRFL)
- 8)背部スリング取り外し (SRFB)

得られたデータより、3次元剛体リンクモデルを介して腰部にかかる3次元のモーメントを計算し、さらに前述の(1)式より腰椎にかかる圧縮力を計算した。

2. 床走行式リフト操作力の計測

床走行式リフトの操作において、腰の負担が大きいリフトの移動について、その操作力を計測した。リフトの左右のハンドル部分に図

1に示すような荷重センサを取り付け、前

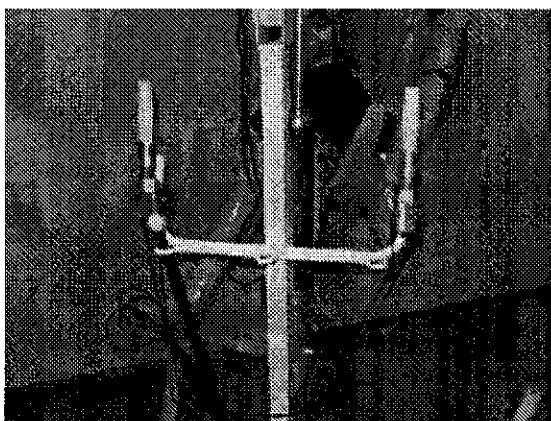


図1 荷重センサの取り付け

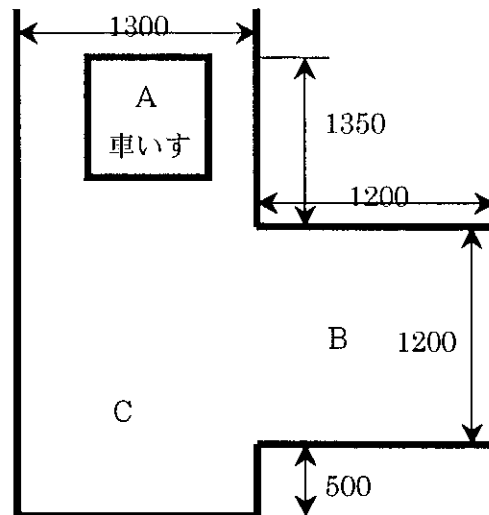


図2 計測状況

後方向および左右方向にかかる荷重を計測した。計測したデータから、リフトを移動させるための合力と左右のセンサの中心周りのモーメントを計算した。

走行場所は、一般的な病室を模擬して、図2に示すような場所とした。ここでB地点にはベッドがあることを想定している。はじめのタスク(往路)では、A地点からリフトを押し始めB地点で停止する。次のタスクでは(復路)、B地点からリフトを引き出し、C地点において切り返し、A地点の車いすにアプローチした。非介助者は自動車の衝突実験用ダミーを使用した。体重は65kgであり、ダミーは5.5kgの計測装置を載せたので、合計70.5kgの体重に相当する。計測風景を図3に示す。被験者は12名(男性8名、女性4名)であり、このうち3名は床走行式リフトの使用経験がある。

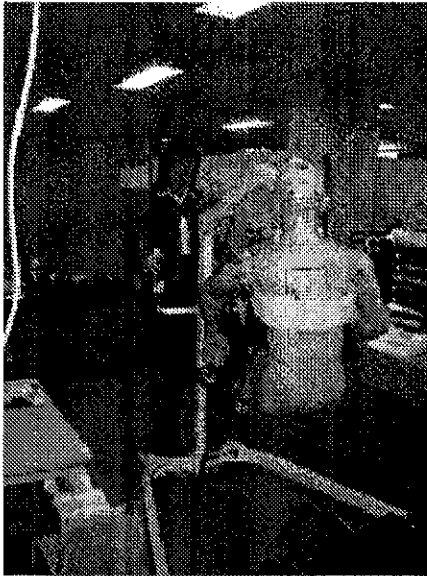


図3 計測風景

C. 研究結果

1. 移乗介助機器使用時の腰椎圧縮力

それぞれのタスクにおける、腰椎圧縮力のピークを求めた結果を図4に示す。これより、リフトの移動(PaTr)がもっとも大きい値をとっていることがわかる。続いて、脚側からスリングを取り外す動作(SRLF)、スリングを敷き込む動作(SIAp)の順に大きい値となっている。t検定の結果、これら3つのタスクは他のタスクと1%水準で有意に大きい値となっていた。また、リフトの移動(PaTr)とスリングを敷き込む動作は(SIAp)は5%水準で有意差がみられた。

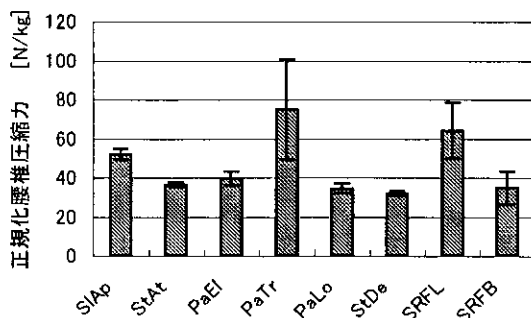


図4 腰椎圧縮力

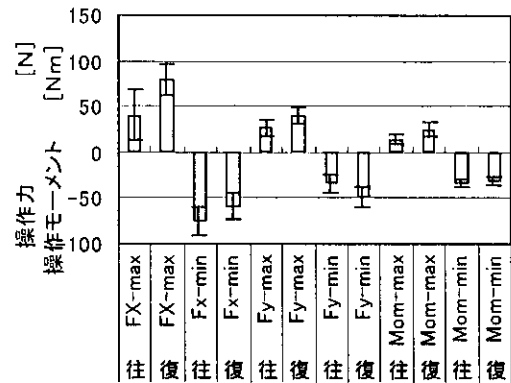


図5 床走行リフトの操作力

2. 床走行式リフトの操作力

計測したそれぞれの方向の力およびモーメントについて、最大値と最小値を求め、グラフにしたものが図5である。後方への力(FX-max)はリフトを引く動作のある復路の方が大きな値をとっている。前方への力(FX-min)では往路の方が大きい値をとっている。左右への力(Fy-max, Fy-min)ではいずれも、復路の方が大きい値をとっている。以上の値は往路と復路でいずれも1%水準で有意差がみられた。モーメントでは、左方向へ回旋させるモーメント(Mom-max)では、1%水準で有意に復路の方が大きい値をとった。右方向へのモーメントは有意差はみられなかった。

D. 考察

1. 腰椎圧縮力の検討

今回行った実験における腰部にかかるピークモーメントの結果を図6に示す。合成モーメントではスリング取り付け(SIAp)および脚部スリング取り外し(SRFL)が大きな値を示している。この傾向は、伸展モーメントでも同様である。これに対して、側屈モーメントと回旋モーメントではリフトの移動

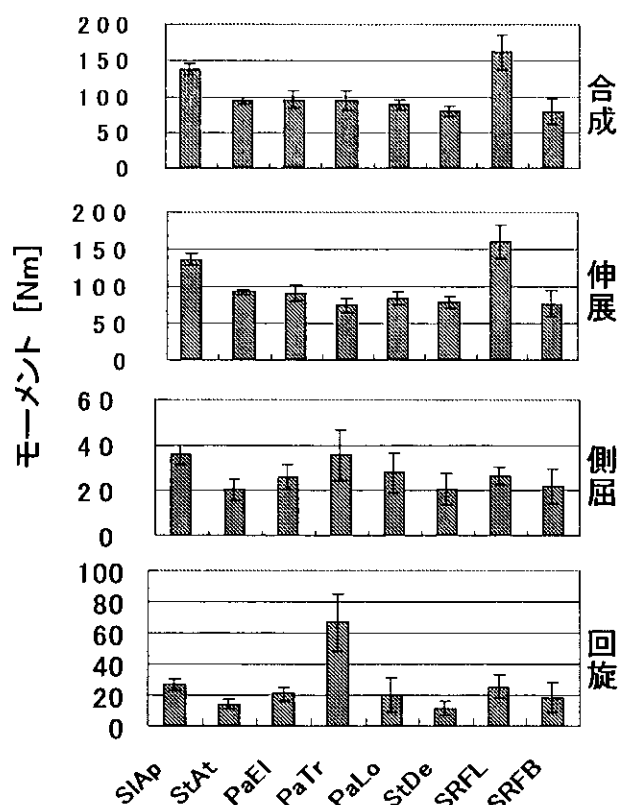


図6 ピークモーメント

(PaTr)が大きく、特に回旋モーメントではこの傾向が顕著に現れている。これより、合成モーメントでは伸展モーメントの影響が大きく表れることになる。

同様の実験における腰部筋の筋電図の結果を図7に示す。これは動作中の筋電出力の平均を取ったものであり、ピークを表しているものではないが、スリング敷き込み(SlAp)、

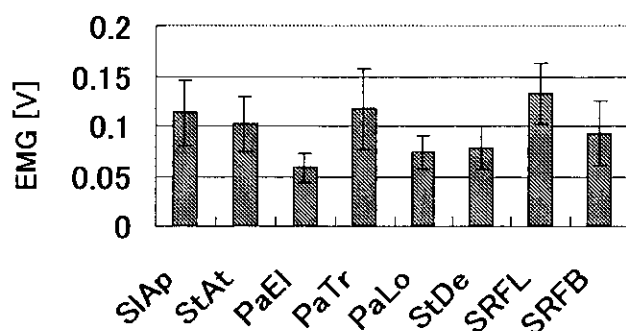


図7 背筋群の筋電データ

リフト移動(PaTr)、脚部スリング取り外し(SRFL)が大きな値を示している。これら3つのタスクは、腰部モーメントの各成分において大きな値を示したものである。

圧縮力を求めた結果からもこれら3つのタスクが大きな値をとっていることが明らかになった。したがって、腰部負担を表す指標として、腰椎の圧縮力は有効であると考えられる。

2. 床走行リフトの移動における荷重

床走行式リフトの移動に要する荷重の計測結果では、往路と復路で違いが見られた。後方に引く力(FX-max)では復路のみ引く動作があるため、復路の方が大きくなっている結果は当然であるが、押す力(FX-min)で往路の方が大きくなっている点は興味深い。これは、復路で切り返しをした後前方に押す力が、往路に比べて小さいことが原因と考えられる。この時点ではスペースが限られているために、往路のように足を広げて踏ん張ることが難しい点が影響していると考えられる。

側方への力(Fy-max, Fy-min)ではいずれも復路の方が大きくなっている。これは切り返しによる方向変換において大きな側方荷重がかかっていることの表れである。

モーメントでは、左へのモーメントのみ往路、復路で有意差が見られた。これは復路において左へ方向転換をするために、差が見られたものと考えられる。

腰部負担の計測では、リフトの移動において回旋モーメントが大きくなることが示された。これは、リフトに側方への力やモーメ

ントを加えた際に、大きくなる。これらの力やモーメントは、操作力の計測から切り返しによるリフトの方向転換の際に大きく検出されている。したがって、リフトの移動にあたっては、切り返し時の荷重のかけ方に注意が必要であることがわかった。

3. 移乗介助の注意事項と介助法教育

これまでの研究結果から、以下のような知見を得た。

- 1) 看護婦および理学療法士216名の調査結果より、80%以上が腰痛経験者であることが分かった。
- 2) 一人介助での移乗介助では、特に高身長者でかつぎ上げ型よりも抱え上げ型にすることで、腰部負担は約35%減少する。
- 3) 二人介助による移乗介助では、高身長者が背後から、低身長者が前方から介助することで、一人介助の半分程度に腰椎負荷を軽減できる。また、持ち上げる時のみならず、ベッド上におろすときも、前傾姿勢にならないようにすることが重要である。
- 4) 床走行式リフト使用時では、スリング取り付けや脚部スリング取り外しといった、上体がかがめる姿勢をとる動作で、腰部負担が大きくなる。これらの負担は二人介助の方法による腰部負担と同等である。

これらの結果より、介助法教育においては以下の点を強調する教材開発が必要であると考えられる。

- ① どのような姿勢をなぜとってはいけないかの生体力学的説明
- ② 一人介助の正しい行い方。特に、小さい被介助者を大きい介助者が介助する場合。
- ③ 二人介助の正しい行い方。特に、介助者間に身長差がある場合
- ④ リフトの正しい使い方

⑤ 推奨順序と負荷の定量的比較

これらの項目は、移乗介助方法の教育現場で実践しながら指導するとともに、在宅介護者のための講習会や教育ビデオの作成等も重要な課題となる。また、本研究において、腰椎の圧縮力が腰部負担を示す指標として有効であることが示された。これを指標として、容易に腰部負担を計測でき、視覚的に腰部負担を示すようなシステムをつくることで、各個人の介助方法の習熟度を評価することも可能となろう。このようなシステムは教育実習の現場で非常に有効であると考えられる。

E. 結論

移乗介助方法の評価指標としてMacGillらが表した回帰式を用いて、腰椎の圧縮力を計算し、指標としての有効性を検討した。床走行式リフトを使用する介助者の、動作分析の結果から圧縮力を計算し、腰部モーメントと筋電の結果との比較を行ったところ、圧縮力は3次元のモーメントの各要素で負担の大きいタスクについて大きな値を示し、筋電とも同様の傾向を示した。これより、腰椎圧縮力は有効な指標であることを確認した。

床走行式リフトで介助者の腰部に大きな負担を生じる、リフトの移動について、その際の操作力を計測した。その結果、切り返しでリフトの方向を変える際に、大きな荷重がかかることが明らかになった。

さらに、これまでの研究で得られた知見から、介助方法の教育の際に必要な注意事項をまとめることができた。これらより、教育の場面で助動作による腰部負担の評価を可能

(別添 5-1)

とする、簡便なシステムの有効性が示唆された。

F. 参考文献

- 1) Stuart M. McGill, Robert W. Norman and Jacer Cholewicki, A simple polynomial that predicts low-back compression during complex 3-D tasks., *ERGONOMICS*, 39, 9, 1107-1118, 1996

G. 研究発表

1. 論文発表

- ①井上剛伸, Geoff FERNIE, PL SANTAGUIDA, 介助用リフト使用時の介助者の腰部負担, 2000, バイオメカニズム 15, 243-254, 2000
- ②井上剛伸, 関口進, 新井美智子, 山崎信寿, リハビリテーション病院における移乗介助方法と腰痛に関する調査, 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究紀要, 2000, 第20号, 61-70, 2000

2. 学会発表

- ① Takenobu INOUE, Geoff FERNIE, PL SANTAGUIDA, Measurement of trajectory and push/pull force for maneuvering a wheeled lifting device., *Proceedings of RESNA Annual Conference*, 387-389, 2000

分担研究報告書

介助動作の計測・分析手法に関する研究

分担研究者 山崎信寿 慶應義塾大学理工学部機械工学科教授

研究要旨 3次元座標計測機（Vicon370）と床反力計を用い、車椅子からベッドへの二人介助移乗動作を計測し、一昨年度行った一人介助の解析結果と比較した。その結果、高身長者が被介助者後方から、低身長者が前方から介助する場合が最も腰部負担が小さく、かつぎ上げ型の一人介助の約1/2になることがわかった。また、日常生活での体幹前傾角度 20° 程度までの腰部負担と同程度まで介助負担を軽減するには、身体の背面に約300Nの張力を与える必要がある。これをゴムベルト等で実現することを試み、腰部モーメントの10%程度の軽減が可能であることが示唆された。

A. 研究目的

介助者負担が大きい車椅子からベッドへの移乗介助動作に対して、二人介助の腰部負担を計測し、一昨年度計測した一人介助と比較する。また、介助者の腰部負担を軽減するための介助支援装具を検討する。これらより、より負担の少ない介助方法を提案する。

B. 研究方法

1. 腰部負担から見た移乗介助動作の評価

1.1 腰部負担の推定方法

介助者の腰部負担は、第4/5腰椎点にかかるモーメントで評価した。第4/5腰椎点の位置は、ヤコビ線と同一平面内、矢状面では、背面から体幹前後長の1/3、前額面内では、体幹中心とした。腰部モーメントは、図1に示すように介助者の下半身を足部、下腿部、大腿部、骨盤部の7リンクにモデル化し、各関節まわりの内外力によるモーメントの釣り合い式から推定した。また、リンクモデルの質量と重心位置は、体重と身長からの回帰式¹⁾により求めた。

1.2 移乗動作の計測

対象動作は、図2に示す一人介助と二人介助とし、その動作を図3に示す配置によって、3次元座標計測機（Vicon370）と床反力計で計測した。動作計測用標点は、第2足指先端、内果端点、膝蓋骨中点、大転子点、第4/5腰椎点につけた。車椅子は、床反力計上に触れないように置き、介助者の足部に加わる床反力のみを計測できるようにした。また、一人

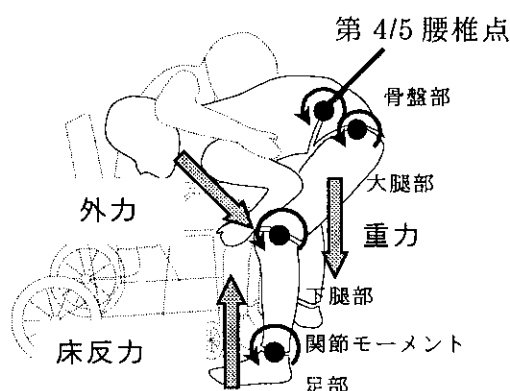
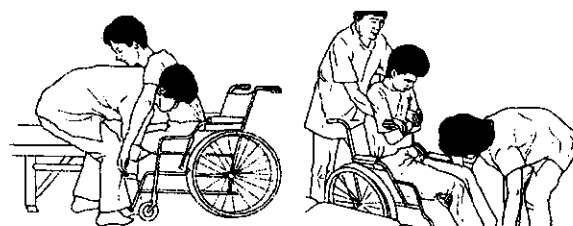


図1. 3次元剛体リンクモデル



(1) 一人介助 (2) 二人介助

図2. 対象とする動作

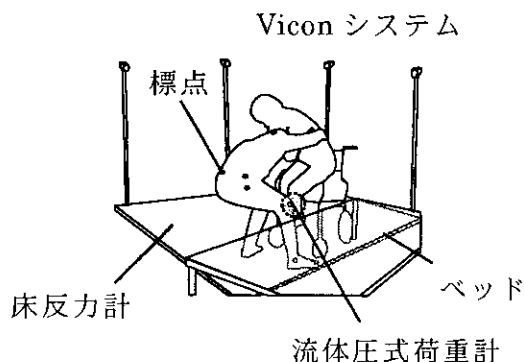


図3. 計測手法

(別添5-2)

介助動作における介助者と被介助者の膝の接触力は、一昨年度開発した流体圧式荷重計¹⁾を用いて計測した。

被験者は、表1に示す国立リハビリテーションセンターに勤める職員8名(以下、熟練者)と、一般男子学生2名(以下、未熟練者)である。模擬患者は一般男子学生1名とし、計測中は脱力するように指示した。また、二人介助では、身長差が小さい二人(熟練者中・中、未熟練者中・中)と大きい二人(熟練者大・小)が組みになって動作を行った。

移乗はアームレストが着脱可能な車椅子(MiKi社製)と高さ43cm、または63cmのベッド間で2分間の休憩を挟み、各動作2回を計測した。

1.3 解析方法

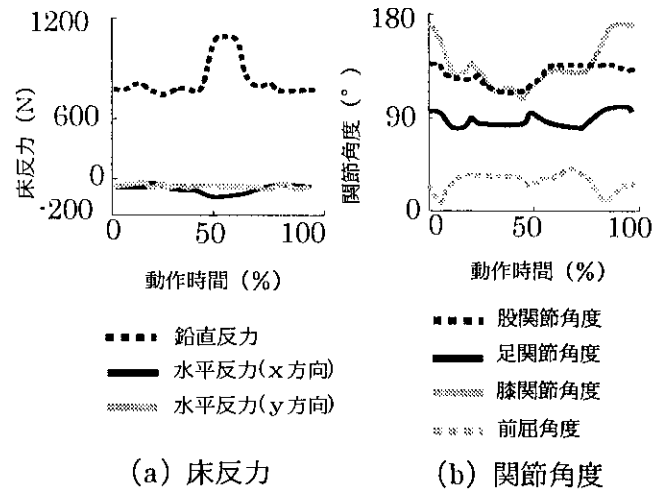
動作および床反力の計測例と、介助者の体重で正規化した腰部モーメントの推定例を図4(a)~(c)に示す。負担の評価は体重当たりの最大腰部モーメントと、屈伸、側屈、回旋モーメントを動作開始から終了までの時間で積分した蓄積的負担で行った。

2. 介護支援衣服の検討

介助動作における腰部モーメントを減少させるために、図5に示す身体装着型の支援衣服を検討した。支援衣服は、昨年度行った日常動作の前屈角度がほぼ20°以下で、介助動作ではより深く前屈することを利用したものである。男子学生1名(1.65m、65kg)について、前屈角度と体表面距離変化量および腰部モーメントを計測し、支援衣服に必要な張力とばね定数を求めた。

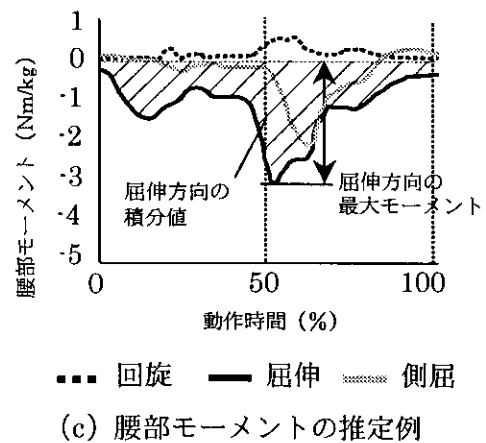
表1. 被験者データ

被験者名	年齢(歳)	性別	身長(m)	体重(kg)	職歴(年)
A	35	女	1.62	54	13
B	28	女	1.60	51	7
C	30	女	1.67	56	7
D	24	女	1.53	48	3
E	37	男	1.59	54	2
F	28	女	1.52	46	7
G	30	男	1.75	77	8
H	24	女	1.65	60	3
I	22	男	1.70	70	学生
J	23	男	1.69	69	学生



(a) 床反力

(b) 関節角度



(c) 腰部モーメントの推定例

図4. 計測結果例

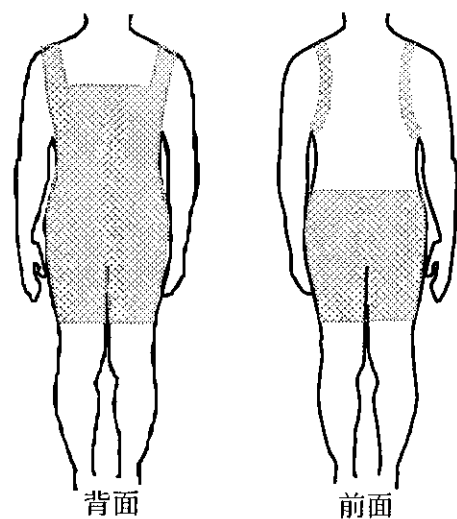


図5. 介護支援衣服のイメージ図

(別添5-2)

C. 研究結果と考察

1. 腰部負担から見た移乗介助動作の評価

1.1 一人介助と二人介助

図6に、同一条件下における熟練者の一人介助時と二人介助時(組み合わせ:大-小)の腰部モーメントを示す。これより、屈伸方向のモーメントは二人介助は一人介助に比べ、前方、後方介助者共に、2割程度軽減され、回旋方向では1/3程度に軽減され、3方向のモーメントの総和は1/2程度になった。

1.2 熟練者と未熟練者の腰部負担

図7に示すように、二人介助における熟練者と未熟練者の最大モーメントには大きな差は見られなかったが、積分値では未熟練者の方が大きかった。これは、熟練者は未熟練者に比べて、介助時間が短いためと思われる。

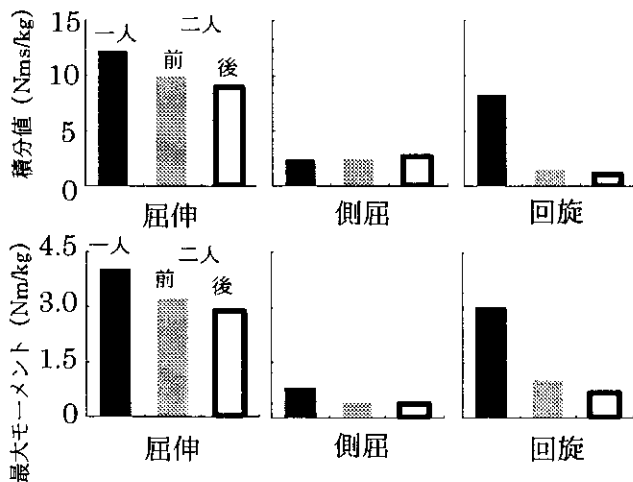


図6. 一人介助と二人介助の腰部負担

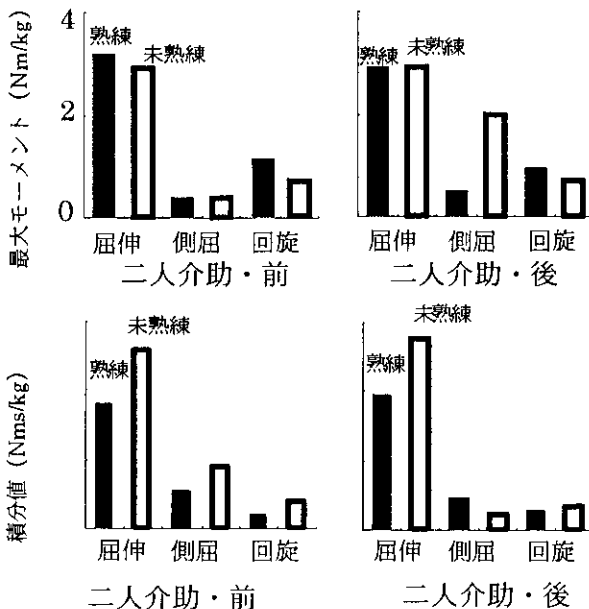


図7. 熟練者と未熟練者の腰部負担

1.3 身長差と腰部負担との関係

図8に身長差が小さい組(中-中介助者)と身長差が大きい組(小-大介助者:小が前、大が後)の腰部モーメントの比較を示す。この結果より、身長の高い介助者が後方に、小さい介助者が前方に位置すると、身長差が変わらないペアよりも腰部負担をそれぞれ約2割軽減できることがわかった。

1.4 介助環境と腰部負担との関係

図9にベッド高さや腰部モーメントの関係を、図10にアームレストの有無と腰部モーメントの関係を示す。これより、二人介助ではベッドは車椅子よりやや高めがよく、腰部負担を約2割軽減できることがわかった。また、車椅子のアームレストを着脱できる場合には、アームレストを取り外すことで、腰部負担を約1割軽減できることがわかった。

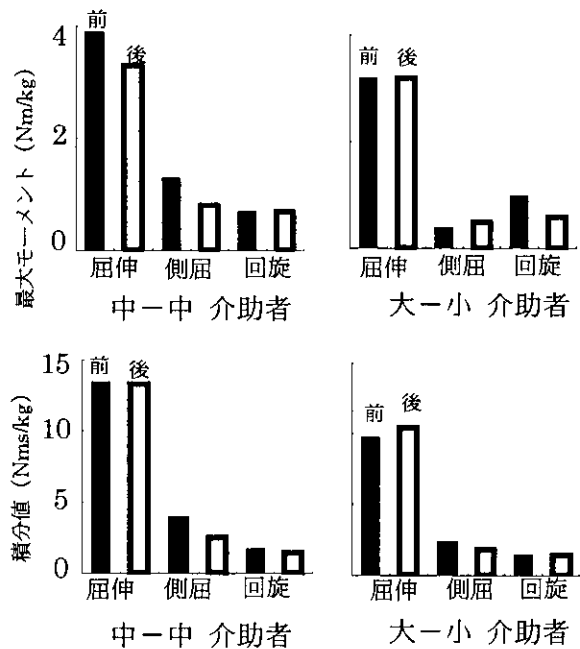


図8. 身体差と腰部負担との関係

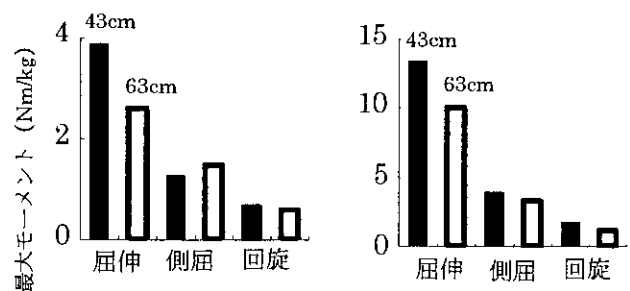


図9. ベッド高さと腰部負担との関係

(別添5-2)

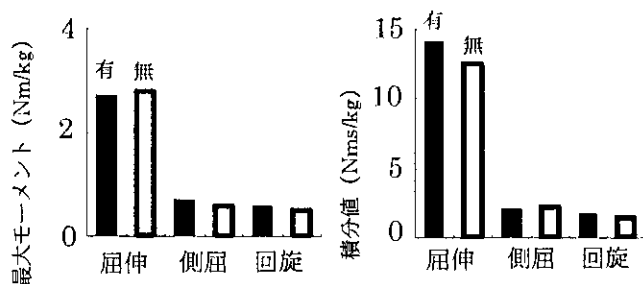


図 10. アームレストの有無と腰部負担との関係

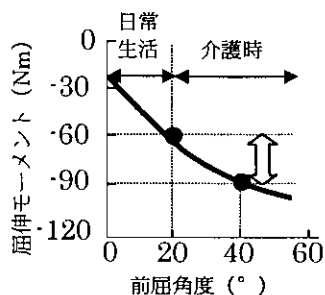


図 11. 前屈角度と屈伸モーメントとの関係

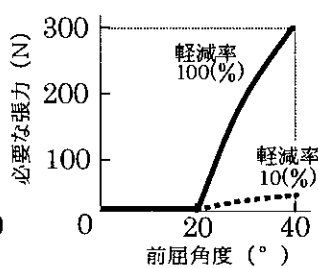


図 12. 前屈角度と支援衣服が必要な力との関係

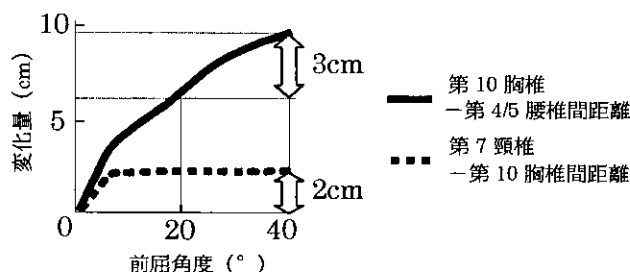


図 13. 前屈角度と体表面距離変化量との関係

2. 介護支援衣服の検討

2.1 支援衣服に必要な力の計測

図 11 に前屈角度と屈伸モーメントの関係を示す。腰の回転中心から背側表面までの距離を計測し、屈伸モーメントから支援衣服に必要な引張力を算出した。昨年度行った日常生活と介護時の前屈角度の計測結果より、介護時にかかる屈伸モーメントを日常生活レベル（20° 前屈時、60Nm 程度）まで軽減するには、支援衣服が 40° 前屈時に 30Nm 程度の屈伸モーメントを補助すればよいことがわかる。これを達成するためには、屈伸中心から背面までの距離を 0.1m として、図 12 に示すように 40° 前屈時に 300N の力が必要になる。ま

た、図 13 に示す前屈角度と体表面距離変化量との関係から、支援衣服に必要なばね定数を求めると、前屈角度 20° から 40° の間に背面胸腰部に沿う距離は 3+2=5cm 伸びるため、 $300\text{N}/5\text{cm}=60\text{N}/\text{cm}$ となる。これを、ゴムベルト等で実現することを試み、肩などへの負荷の大きさを考慮して、補助すべき屈伸モーメントの 10%（30N）程度は軽減できる可能性があることがわかった。

D. 結論

介助者負担が大きい車椅子からベッド介助者の腰部負担を軽減するには、一人介助よりも二人介助で介助を行うことが望ましい。また、二人介助ではアームレストを取り外し、車椅子よりもややベッドを高くし、身長の高い介助者が後方に、小さい介助者が前方に位置して行うことが望ましい。これにより、腰部負担は一人介助の約半分になることがわかった。また、背面に弾性素材をつけた衣服によって介助負担の一部を軽減できる可能性を示した。

E. 参考文献

- 1) 阿江通良；日本人アスリートの身体部分慣性特性の推定、バイオメカニズム 11、東京大学出版会、pp23-32、1992
- 2) 堀越夕紀子、小原一郎、山崎信寿、井上剛伸；移乗介助動作における腰部負担の計測と評価、人間工学、35、2、pp296-297、1999

(別添 6)

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
山崎信寿	人間工学が変える看護	慶應義塾	「看護医療」への招待	慶應義塾大学出版会	東京	2000	172-182
井上剛伸, Geoff FERNIE, PL SANTAGUIDA	介助用リフト使用時の介助者の腰部負担	バイオメカニズム学会	バイオメカニズム 15 ー 形と動きの探求ー	東京大学出版会	東京	2000	243-254

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
井上剛伸, 関口進, 新井美智子, 山崎信寿	リハビリテーション病院における移乗介助方法と腰痛に関する調査	国立身体障害者リハビリテーションセンター研究紀要	20 号	61-70	2000
長谷和徳, 山崎信寿	大腰筋・脊柱彎曲・二足歩行の生体力学的関係 ー 計算機シミュレーション研究 ー	バイオメカニズム学会誌	24,3	163-167	2000
名倉武雄, 山崎信寿	生体力学モデルによる大腰筋の機能解析	バイオメカニズム学会誌	24,3	159-162	2000
山崎信寿	献身的看護の限界と展望	三田評論	1032 号	36-42	2001

20000283

以降のページは雑誌／図書等に掲載された論文となりますので
「研究成果の刊行に関する一覧表」をご参照ください。