

<原著> 脊髄損傷者におけるプッシュアップ能力の指標の検討

著者	水上 昌文, 福屋 靖子
著者別名	Mizukami Masafumi, Fukuya Yasuko
雑誌名	筑波大学リハビリテーション研究
巻	8
号	1
ページ	59-68
発行年	1999-03-16
その他のタイトル	Determinant of the Effective Measure of Sitting Pushup Ability in Spinal Cord Injured Patients
URL	http://hdl.handle.net/2241/10837

〔原 著〕

脊髄損傷者におけるプッシュアップ能力の指標の検討

水 上 昌 文¹⁾・福 屋 靖 子²⁾

本研究の目的は、脊髄損傷者の座位におけるプッシュアップ能力の最も有効な指標を決定することである。43名の対麻痺及び四肢麻痺者に対し、プッシュアップ最大高、持ち上げ継続時間、累積持ち上げ距離をプッシュアップ能力の指標として、ビデオ方式動作解析装置 (Peak) を用いて計測した。また Barthel Index (BI)、Functional Independent Measure (FIM)、国立リハビリテーションセンター対麻痺・四肢麻痺起居移動移乗能力スコア (NRC score) を ADL スコアとして評価し、3つのプッシュアップ能力の指標ととの間の相関を検討した。更に移乗動作可能群と不可能群との間で、これら3つの指標を比較検討した。その結果、プッシュアップ最大高は3つの ADL スコアのそれぞれとの間にプッシュアップ能力の3指標の中で最も高い相関を示した。更にプッシュアップ最大高は移乗動作可能群において、不可能群に比して有意に高値を示した。プッシュアップ最大高は脊髄損傷者の座位でのプッシュアップ能力の指標として最も有効であった。

キーワード：脊髄損傷 リハビリテーション プッシュアップ 動作解析

I. はじめに

下肢・体幹の機能を失った胸髄損傷者（以下胸損者）や、上肢の機能も一部障害された頸髄損傷者（以下頸損者）では残された上肢機能を最大限に利用し、車椅子を用いて移動動作を行っている。車椅子を用いた移動動作を行う際には、車椅子とベッド、トイレ、自動車などの対象物との間の移乗動作の獲得が不可欠であり、日常生活動作 (Activity of Daily Living: 以下 ADL) の自立を目指す理学療法においても大きな目標となる (安藤・五十嵐・加藤・飯島・田中・伊藤, 1979⁷⁾; 水上, 1986¹³⁾; 菊谷・森井・岡松・江原・別府・野村, 1987⁹⁾。移乗動作が獲得されることにより社会参加の機会も増大し (Bromley, 1986³⁾)、上肢機能の残存する胸髄損傷対麻痺者では1日に14~18回の移乗動作を行っている (Pentland, 1992⁵⁾) という報告もある。

移乗動作の方法として車椅子からベッドへの移乗を例に取れば、対麻痺者や第7頸髄損傷者 (第7頸髄節まで機能残存; 以下C7と略) 及び第8頸髄損傷者 (第8頸髄節まで機能残存; 以下C8と略) では、最終的にはベッドに対して車椅子を斜め前方より接近させて固定し、下腿部を下垂して足底を床に着けたいわゆる椅子坐位の姿勢から上肢で体を押し上げて臀部を挙上してベッドに移動する方法 (側方アプローチ) で行う。

第6頸髄損傷者 (第6頸髄節まで機能残存; 以下C6と略) ではベッドに対し車椅子を直角に接近させて固定し、足部をベッド上に載せた長坐位の姿勢から体幹を前方に屈曲させながら上肢で車椅子やベッド面を押すことで臀部を前方に移動させる方法により行う (安藤ら, 1979⁷⁾; 水上, 1991¹⁴⁾; Allison・Singer・Marshall, 1995¹¹⁾)。いずれの方法も上肢で体を押し上げて臀部を挙上するプッシュアップ動作が関与しており、プッシュアップ能力の優劣が移乗動作力に大きく影響している (安藤ら, 1979⁷⁾; 安藤, 1982⁸⁾; 福島, 1982¹²⁾; Bergstrom・Frankel・Galer・Haycock・Jones・Rose, 1985²⁾; 菊谷ら, 1987⁹⁾; 水上, 1986¹³⁾; 水上, 1991¹⁴⁾)。

プッシュアップ能力及び移乗動作に関する先行研究として、Bergstromら (1985)²⁾ はC6四肢麻痺者の移乗動作の可否を予測する体格因子を探るための研究を行っている。この研究はC6四肢麻痺を対象を限定し、移乗動作の可否を予測することを目的としており、直接プッシュアップ能力に着目したものではない。また菊谷ら (1987)⁹⁾ はC7以下の四肢麻痺及び対麻痺を対象にプッシュアップ高と上肢筋トルク、下肢・体幹の柔軟性との関係について検討している。これらの先行研究は移乗動作能力やプッシュアップ動作能力に影響を及ぼす体格因子や身体能力との関連を明らかにすることを意図したものである。しかし著者の行った先行研究 (水上, 1986¹³⁾; 水上, 1991¹⁴⁾) によれば、脊髄損

1) 茨城県立医療大学理学療法学科

2) 筑波大学心身障害学系

傷者のプッシュアップ動作は、損傷高位により異なったストラテジをとることが確認されており、それぞれのストラテジによりプッシュアップ動作能力を規定する身体能力因子は異なることが予想される。

脊髄損傷者の移乗動作能力を向上するためには、各ストラテジ毎のプッシュアップ動作能力を規定する身体能力因子を明らかにすることが、理学療法士の経験にのみ依存してきたこの分野における従来の手法から脱し、治療手法を開発することの開始点となる。しかし先行研究で用いられているプッシュアップ動作能力の指標は、プッシュアップ動作時の臀部挙上時の最大高のみであり、挙上した臀部をどの程度保持できるのかといったバランスの側面に関しては触れられていない。

本研究では、プッシュアップ動作能力を、いかに臀部を高く挙上出来るかという側面と、挙上した状態をどれだけ安定して保持できるかという二つの側面からとらえて指標化すること、ADL・起居・移動・移乗能力スコアとプッシュアップ動作能力指標との関係を検討すること、移乗動作の可能群と不可能群の間でプッシュアップ動作能力の指標を比較検討することにより脊髄損傷者の移乗動作能力を向上させるために重要なプッシュアップ動作能力の最も有効な指標を明らかにすることを目的とする。

II. 対象及び方法

1. 対 象

対象は胸髄・頸髄完全損傷者男性42例、女性1例、計43例である。年齢は18～49歳（平均 27.9 ± 8.4 歳）、受傷後経過期間は5.0～215.7ヶ月（平均 30.5 ± 41.2 ヶ月）であった。損傷高位別の内訳はC6：27例、C7：5例、C8：4例、第4胸髄損傷：3例、第5胸髄損傷：2例、第8胸髄損傷：2例であった。脊髄損傷高位の判定は頸髄損傷から第1胸髄損傷までは、米国脊髄損傷学会（American Spinal Injury Association：ASIA）・国際パフレジア医学会（International Medical Society of Paraplegia：ISMOP）の定める統一評価基準のKye Muscleによる分類（以下ASIAのKey Muscleと略）により行った。第2胸髄損傷以下の判定はASIA・ISMOPによる感覚評価測定表により行った。なお損傷高位が左右で異なる場合は高位側とした。

対象者はK病院入院中又は外来通院中の患者であり、対象者の選定にあたっては以下の条件を満たす者とした。急性期の期間を脱し、理学療法の訓練室において積極的な起居・移動訓練を行う段階以降にある者、頸部・体幹等に外固定装具を使用していない者、運動

の範囲、運動負荷量を制限されていない者、褥瘡、及び四肢関節に極端な関節可動域制限がない者、とした。被験者を依頼するにあたっては研究の趣旨を口頭で十分説明し、協力に理解が得られた者のみを対象とした。

2. 方 法

1) プッシュアップ動作の計測

被験者を幅2m、長さ2.4m、高さ0.5mのマットプラットフォーム（以下プラットフォーム）上の長座位姿勢とし、被験者の前額面中心線から側方5.0m、レンズ中心までの高さ0.93mの位置にビデオカメラを設置した。ビデオカメラの右側の同じ高さの位置に、200wハロゲンランプを用いたビデオライトをカメラの光軸に平衡になるように設置し、撮影時に用いた（図1）。被験者の体表の各部には直径30mmの球形反射マーカー（以下マーカー）を両面テープを用いて貼付した。

次に被験者に対し、「出来るだけ高く、かつ出来るだけ長くプッシュアップをして下さい」と指示し、3回～5回プッシュアップ動作を行い、VTRに録画した（図2）。ただしプッシュアップ動作継続時間が10秒を越え、それ以降も十分継続が可能であると思われた例では、動作を終了するように指示を行って動作を終了した。なお上肢の支持位置は各被験者の任意とした。撮影された画像は2次元ビデオ方式動作解析装置Peak5.13（米国Peak Performance Technology社製）を用いて解析し、各マーカーの変位量、設定されたマーカー間の角度などを計測した。解析は取り込み周波数30Hzにて行った。

2) プッシュアップ能力の指標の計測

第一仙椎（以下S1と略）上に貼付したマーカーの垂直移動開始時をプッシュアップ開始点とし、開始点から垂直移動軌跡が最高点に達した時点を最高点、最高点に達した後S1マーカーの下降が停止した時点をプッシュアップ終了点とした。プッシュアップ動作能力の指標として、以下の3指標を計測した。まず開始点から最高点までのS1マーカーの垂直移動距離をプッシュアップ最大高（以下最大高と略）、開始点から終了点までの時間をプッシュアップ継続時間（以下継続時間と略）、更にプッシュアップ開始点から終了点まで1/30秒毎にS1マーカーの垂直移動距離を積算した値を累積浮上高とした。

3) プッシュアップ動作様式の判別

先行研究により確認されている損傷高位により異なるプッシュアップ動作様式毎にプッシュアップ動作能力の指標を検討するために、プッシュアップ動作様式

脊髄損傷者におけるプッシュアップ能力の指標の検討

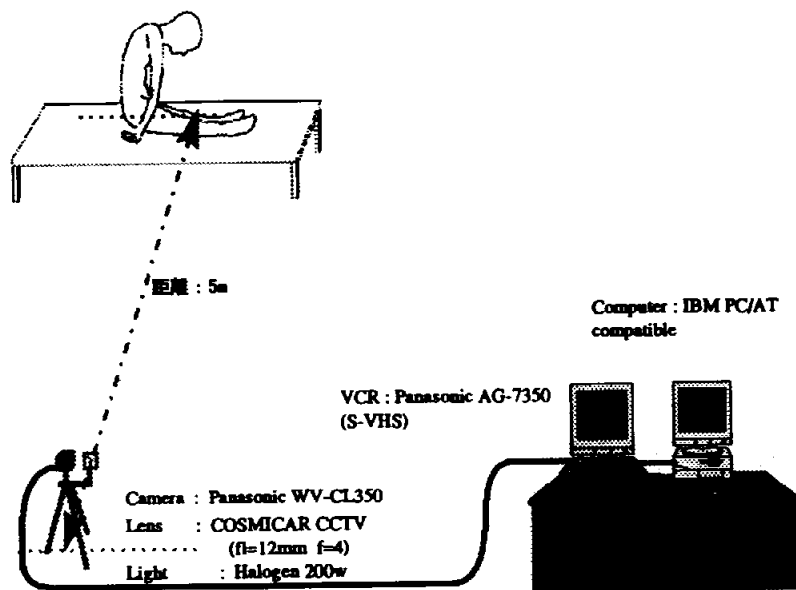


図1 プッシュアップ動作の計測方法

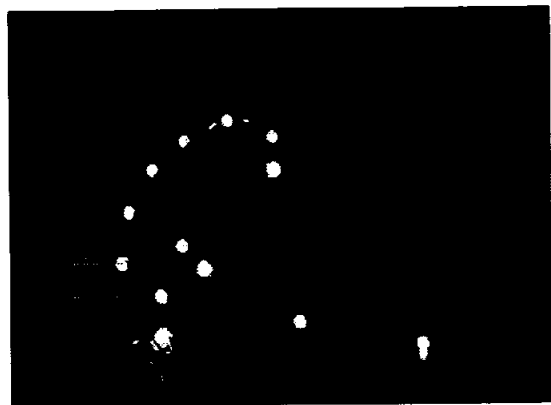


図2 撮影されたプッシュアップ動作

の判別を行った。判別は動作解析装置により計算された身体各部のマーカー間を直線で結んだスティック画像を用いて、プッシュアップ動作開始点から最高点までのプッシュアップ様式をまず主観的に分析する方法で行った。その結果全症例のプッシュアップ様式は3群に大別できた。次にこの3つのプッシュアップ様式を判別するための客観的指標として以下の4指標を設定し、プッシュアップ開始点から最高点までの各指標の変位量を算出した。第1に手関節、肩峰、大転子間のなす角度の変位量、第2に肩峰と大転子を結ぶ直線と垂線とのなす角度の変位量、第3に肩甲骨下角、肩

峰、大転子間のなす角度の変位量、第4に矢状面における重心の前方移動量である。なお、重心位置は阿江・湯・横井(1992)⁹⁾により報告されている身体各分節の質量比及び質量中心比の係数を用いて算出した。

次に主観的な分析により得られた3つのプッシュアップ様式を目的変数に、プッシュアップ様式の判別のために設定した4つの指標を説明変数として判別分析を行い、各症例のプッシュアップ様式をカテゴライズした。また、判別された3群間で分散分析及びポストホックテストを行い、プッシュアップ能力の指標を比較検討した。

4) ADL及び起居・移動・移乗能力スコアの評価

全対象者についてADL及び起居・移動・移乗能力の指標(以下ADLスコアと略)として、Barthel Index(以下BIと略)、Functional Independent Measure(以下FIMと略)、国立リハビリテーションセンター対麻痺・四肢麻痺起居移動移乗能力スコア(以下NRCスコアと略)を医療記録より入手した。BIは100点満点、FIMは126点満点である。NRCスコアは、車椅子駆動、寝返り・起き上がり、車椅子ベッド間直角アプローチ移乗、車椅子ベッド間側方アプローチ移乗、車椅子トイレ間移乗、車椅子自動車間移乗、自動車内への車椅子の積み込み、床車椅子間移乗の8項目について、それぞれ不可能:0、一部介助:1、補助具使用又は要時間:2、自立:3の4段階で判定するもので、

24点満点である。

5) 結果の処理方法

プッシュアップ動作能力の指標として設定したプッシュアップ最大高、継続時間、累積浮上高の3指標と、ADLスコアとの相関を検討することにより、最も有効なプッシュアップ動作能力の指標を検討した。また同様の処理を判別された各プッシュアップ動作様式別、及び損傷高位別にも同様の手続きを行い検討した。更にプッシュアップ動作能力が最も影響すると考えられる移乗動作可能群と不可能群の二群間で、対応のない二群間のt検定を用いてプッシュアップ動作能力の指標の比較検討を行った。この際使用した移乗動作はNRCスコア中にある、ベット車椅子間の直角アプローチによる移乗、側方アプローチによる移乗、車椅子トイレ間の移乗、車椅子自動車間の移乗の4動作とし、0及び1を不可能群、2及び3を可能群とした。

III. 結果

1. プッシュアップ動作様式の判別

プッシュアップ動作様式毎にプッシュアップ動作能力の指標を検討するために、プッシュアップ動作様式の判別を行った。まず全症例のプッシュアップ様式を解析されたスティック画像より主観的に分析した。その結果、体幹の前傾が少なくほぼ垂直に臀部を挙上する様式(以下垂直型)、体幹を大きく前傾させながら肩関節を軸に体全体が前方に回転するようにして臀部を後方に引き上げている様式(以下回転型)、両者の要素が混合した様式(以下混合型)に分類する事が出来た。

これらの3つの型を目的変数に、プッシュアップ様式の判別のために設定した4つの指標を説明変数として判別分析をおこなった結果、判別率は86%であり、最終的に垂直型20例、混合型15例、回転型8例の3群に有意水準1%で判別された(図3)。

2. プッシュアップの動作能力の指標

プッシュアップの動作能力の指標として、臀部を如何に高く挙上出来るかという点の指標であるプッシュアップ最大高、臀部を挙上位に保持する事の出来る時間を表す指標であるプッシュアップ継続時間、及び両者の要素を合わせた指標として累積浮上高の3指標について検討した。全症例におけるプッシュアップ最大高は16~307mm、平均131±71mm、プッシュアップ継続時間は0.8~18.9秒、平均5.7±4.4秒、累積浮上高は6~411mm・秒、平均158±101mm 秒であった。

1) 損傷高位別プッシュアップ能力の指標

プッシュアップ最大高はC6群16~219mm 平均106±53mm、C7・C8群44~241mm、平均149±80mm、胸髄損傷群99~307mm、平均203±72mmであった。プッシュアップ継続時間はC6群0.8~14.7秒、平均4.8±4.4秒、C7・C8群3.1~18.9秒、平均7.5±4.8秒、胸髄損傷群3.1~11.6秒、平均6.5±2.秒であった。累積浮上高はC6群6~306mm・秒、平均115±77mm・秒、C7・C8群107~411mm・秒、平均209±103mm・秒、胸髄損傷群131~345mm・秒、平均257±88mm・秒であった。

2) 動作様式別プッシュアップ能力の指標

プッシュアップ最大高は垂直型16~138mm、平均77±38mm、混合型67~195mm、平均145±37mm、回転型198~307mm、平均241±35mmであった。プッシュアップ継続時間は垂直型0.8~18.9秒、平均6.5±5.5秒、混合型1.6~10.9秒、平均4.2±2.7秒、回転型3.1~14.0秒、平均7.5±3.6秒であった。累積浮上高は垂直型6~338mm・秒、平均121±91mm・秒、混合型72~272mm・秒、平均143±59mm・秒、回転型187~411mm・秒、平均295±78mm・秒であった(表1)。



図3 判別されたプッシュアップ動作様式

表1 損傷高位別及びプッシュアップ動作様式別のプッシュアップ能力の指標の平均値

	全症例 n=43	損傷高位別			動作様式別		
		C 6 n=27	C 7・8 n=9	胸髄損傷 n=7	垂直型 n=20	混合型 n=15	回転型 n=8
最大高 mm	13(71)	106(53)	149(80)	203(72)	77(38) **	145(37) **	242(35)
継続時間 sec	5.7(4.4)	4.8(4.4)	7.5(4.8)	6.5(2.8)	6.5(5.5)	4.2(2.7)	7.5(3.6)
累積浮上高 mm・sec	157.9(101.0)	114.9(76.9)	209.4(103.3)	257.3(88)	120.6(90.7)	142.8(59.2)	294.5(77.5)

()は標準偏差 ** : p<0.01

3. 損傷高位別及び動作様式別 ADL 及び起居・移動・移乗能力スコア

全症例における BI は20~80点、平均66.0±19.2点、FIM は63~119点、平均101.7±17.3点、NRC スコアは6~24点、平均16.7±6.0点であった。

各損傷高位別では、BI はC 6群で20~80点、平均62.0±20.0点、C 7・8群では20~80点、平均69.4±21.0点、胸髄損傷群では65~80点、平均77.1±5.7点であった。FIM はC 6群で63~119点、平均96.7点±17.5点、C 7・8群では65~119点、平均105.9±17.3点、胸髄損傷群では109~119点、平均115.4±4.5点であった。NRC スコアはC 6群で6~22点、平均14.5±5.7点、C 7・8群では10~24点、平均19.2±5.3点、胸髄損傷群では16~24点、平均21.9±3.0点であった。

各プッシュアップ動作様式別では、BI は垂直型で20~80点、平均60.3±22.6点、混合型では45~80点、平均72.0±10.8点、回転型では65~80点、平均77.5±5.3点であった。FIM は垂直型では63~119点、平均95.7±19.1点、混合型では75~119点、平均105.4±11.4点、回転型では111~119点、平均16.3±3.3点であった。NRC スコアは垂直型で6~23点、平均14.4±6.4点、混合型では10~24点、平均18.1±4.1点、回転型では16~24点、平均21.8±2.9点であった。

4. ADL 及び起居・移動・移乗能力スコアとプッシュアップ動作能力指標との関係

全症例における BI との間のピアソンの相関計数は、プッシュアップ最大高が $r=0.475$ ($p<0.01$)、浮上時間が $r=0.084$ 、累積浮上高が $r=0.366$ ($p<0.05$) であり、FIM との間の相関係数は、プッシュアップ最大高が $r=0.552$ ($p<0.01$)、浮上時間が $r=0.057$ 、累積浮上高が $r=0.420$ ($p<0.01$)、NRC スコアとの間の相関係数は、プッシュアップ最大高が $r=0.643$ ($p<0.01$)、浮上時間が $r=0.148$ 、累積浮上高が $r=$

0.508 ($p<0.01$) であった。いずれの ADL スコアともプッシュアップ最大高との相関係数が最も高い値を示した。

1) 損傷高位別の検討

C 6群では、BI との間の相関係数はプッシュアップ最大高が $r=0.360$ 、浮上時間が $r=0.108$ 、累積浮上高が $r=0.182$ であり、FIM との間の相関係数はプッシュアップ最大高が $r=0.377$ 、浮上時間が $r=0.060$ 、累積浮上高が $r=0.184$ 、NRC スコアとの間の相関係数はプッシュアップ最大高が $r=0.571$ ($p<0.01$)、浮上時間が $r=0.066$ 、累積浮上高が $r=0.244$ であり、プッシュアップ最大高と NRC スコアとの間にのみ有意な相関を認めた。

C 7・8群では BI との間の相関係数はプッシュアップ最大高が $r=0.605$ 、浮上時間が $r=-0.128$ 、累積浮上高が $r=0.525$ であり、FIM との間の相関係数はプッシュアップ最大高が $r=0.675$ ($p<0.05$)、浮上時間が $r=-0.299$ 、累積浮上高が $r=0.438$ 、NRC スコアとの間の相関係数はプッシュアップ最大高が $r=0.744$ ($p<0.05$)、浮上時間が $r=0.085$ 、累積浮上高が $r=0.586$ であり、プッシュアップ最大高と FIM、NRC スコアとの間に有意な相関を認めた。

胸髄損傷群では、BI との間の相関係数はプッシュアップ最大高が $r=0.121$ 、浮上時間が $r=-0.636$ 、累積浮上高が $r=-0.180$ であり、FIM との間の相関係数はプッシュアップ最大高が $r=0.490$ 、浮上時間が $r=-0.075$ 、累積浮上高が $r=0.347$ 、NRC スコアとの間の相関係数はプッシュアップ最大高が $r=-0.042$ 、浮上時間が $r=0.276$ 、累積浮上高が $r=0.129$ であり、いずれも有意な相関は認められなかった(表2)

2) プッシュアップ動作様式別の検討

垂直型では BI との間の相関係数はプッシュアップ最大高が $r=0.319$ 、浮上時間が $r=0.112$ 、累積浮上高が $r=0.213$ であり、FIM との間の相関係数はプッシュ

表2 損傷高位別プッシュアップ能力の指標とADLスコアとの相関

	全症例				C6				C7-8				胸腰損傷			
	BI	FIM	NRC	NRC 移乗	BI	FIM	NRC	NRC 移乗	BI	FIM	NRC	NRC 移乗	BI	FIM	NRC	NRC 移乗
最大高 (mm)	0.475**	0.552**	0.643**	0.622**	0.360	0.377	0.571**	0.547**	0.605	0.675*	0.744*	0.719*	0.121	0.490	-0.042	0.256
継続時間 (sec)	0.084	0.057	0.148	0.140	0.108	0.060	0.066	0.067	-0.127	-0.299	-0.085	0.041	-0.636	-0.075	0.276	0.511
累積浮上高 (mm・sec)	0.366*	0.420**	0.508**	0.476**	0.183	0.184	0.244	0.242	0.525	0.438	0.586	0.580	-0.180	0.347	0.129	0.501

• : p<0.01 • p<0.05

表3 プッシュアップ動作様式別のプッシュアップ能力の指標とADLスコアとの相関

	全症例				垂直型				混合型				回転型			
	BI	FIM	NRC	NRC 移乗	BI	FIM	NRC	NRC 移乗	BI	FIM	NRC	NRC 移乗	BI	FIM	NRC	NRC 移乗
最大高 (mm)	0.475**	0.552**	0.643**	0.622**	0.319	0.340	0.453*	0.436	0.009	0.066	0.541*	0.481	0.262	0.599	0.342	0.495
継続時間 (sec)	0.084	0.057	0.148	0.140	0.112	-0.019	0.119	0.146	0.250	0.369	0.275	0.268	-0.284	-0.085	0.282	0.204
累積浮上高 (mm・sec)	0.366*	0.420**	0.508**	0.476**	0.213	0.145	0.258	0.271	0.281	0.371	0.440	0.379	-0.026	-0.007	0.459	0.340

• : p<0.01 • p<0.05

アップ最大高が $r=0.340$ 、浮上時間が $r=-0.019$ 、累積浮上高が $r=0.145$ 、NRCスコアとの間の相関係数はプッシュアップ最大高が $r=0.454$ ($p<0.05$)、浮上時間が $r=0.119$ 、累積浮上高が $r=0.258$ であり、プッシュアップ最大高とNRCスコアとの間にのみ有意な相関を認めた。

混合型ではBIとの間の相関係数はプッシュアップ最大高が $r=0.099$ 、浮上時間が $r=0.250$ 、累積浮上高が $r=0.281$ であり、FIMとの間の相関係数はプッシュアップ最大高が $r=0.066$ 、浮上時間が $r=0.369$ 、累積浮上高が $r=0.371$ 、NRCスコアとの間の相関係数はプッシュアップ最大高が $r=0.541$ ($p<0.05$)、浮上時間が $r=0.275$ 、累積浮上高が $r=0.440$ であり、プッシュアップ最大高とNRCスコアとの間にのみ有意な相関を認めた。

回転型ではBIとの間の相関係数はプッシュアップ最大高が $r=0.263$ 、浮上時間が $r=-0.284$ 、累積浮上高が $r=-0.026$ であり、FIMとの間の相関係数はプッシュアップ最大高が $r=0.599$ 、浮上時間が $r=-0.085$ 、累積浮上高が $r=-0.007$ 、NRCスコアとの間の相関係数はプッシュアップ最大高が $r=0.342$ 、浮上時間が $r=0.282$ 、累積浮上高が $r=0.459$ であり、いづれも有意な相関は認められなかった(表3)

5. 移乗動作の可否とプッシュアップ動作能力との関係

プッシュアップ最大高について各移乗動作の可能群と不可能群を比較したところ、ベッド、車椅子間直角アプローチによる移乗動作では不可能群は平均 72 ± 49 mm、可能群平均は 139 ± 70 mm、($p<0.05$)、ベッド・トイレ間の移乗動作は不可能群は平均 71 ± 34 mm、可

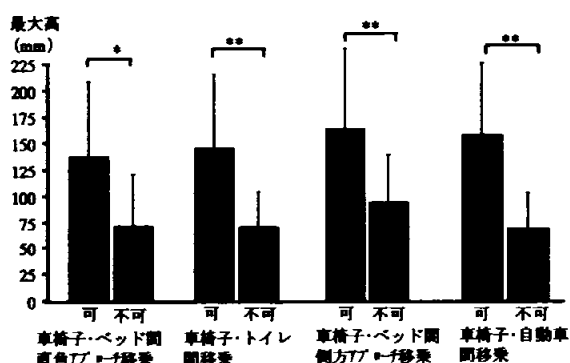


図4 移乗動作可能群と不可能群でのプッシュアップ最大高の平均値の比較

能群平均は 147 ± 70 mm ($p<0.01$)、ベッド・車椅子間側方アプローチによる移乗動作は不可能群は平均 93 ± 45 mm、可能群は平均 161 ± 74 mm ($p<0.01$)、車椅子・自転車間の移乗動作は不可能群は平均 68 ± 33 mm、可能群は平均 156 ± 66 mm ($p<0.01$)と全ての移乗動作で可能群の最大高が有意に高い値を示した(図4)。

プッシュアップ継続時間について各移乗動作の可能群と不可能群を比較したところ、ベッド・車椅子間直角アプローチによる移乗動作では不可能群は平均 5.4 ± 3.6 秒、可能群は平均 5.7 ± 4.5 秒、ベッド・トイレ間の移乗動作は不可能群は平均 5.8 ± 4.7 秒、可能群は平均 5.6 秒 ± 4.3 秒、ベッド・車椅子間側方アプローチによる移乗動作は不可能群は平均 4.5 ± 4.2 秒、可能群は平均 6.5 ± 4.4 秒、車椅子・自転車間の移乗動作は不可能群は平均 5.4 ± 4.3 秒、可能群は平均 5.8 秒 ± 4.5 秒であり、全ての移乗動作で両群間に有意差は認められなかった(図5)。

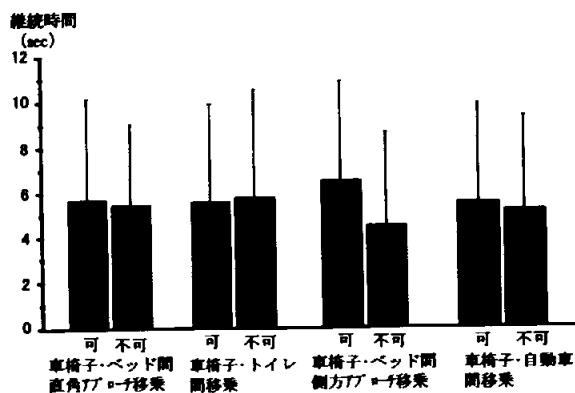


図5 移乗動作可能群と不可能群でのプッシュアップ継続時間の平均値の比較

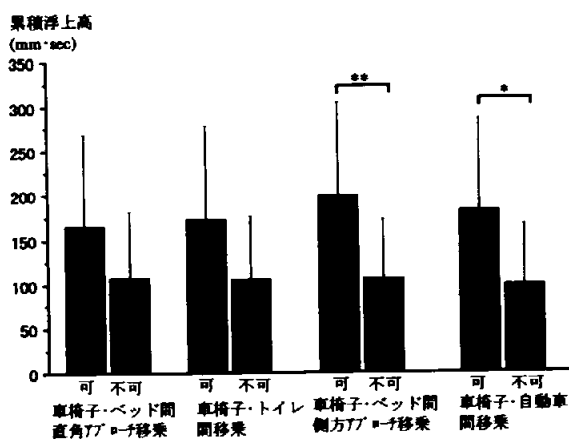


図6 移乗動作可能群と不可能群でのプッシュアップ累積浮上高の平均値の比較

累積浮上高について各移乗動作の可能群と不可能群を比較したところ、ベンド・車椅子間直角アプローチによる移乗動作では不可能群は平均 106.8 ± 72.8 mm・秒、可能群は平均 164.6 ± 103.0 mm・秒、ベッド・トイレ間の移乗動作は不可能群は平均 105.2 ± 69.8 mm・秒、可能群は平均 171.8 ± 104.2 mm・秒、ベッド・車椅子間側方アプローチによる移乗動作は不可能群は平均 106.0 ± 66.4 mm・秒、可能群は平均 198.9 ± 105.9 mm・秒 ($p < 0.01$)、車椅子・自動車間の移乗動作は不可能群は平均 99.1 ± 66.7 mm・秒、可能群は平均 180.6 ± 103.7 mm・秒 ($p < 0.05$) であり、ベッド・車椅子間側方アプローチによる移乗動作と車椅子・自動車間の移乗動作で可能群が有意に高い値を示した (図6)。

IV. 考 察

従来より臨床の場面においてはプッシュアップ動作能力を評価する方法として、臀部と床面との間の距離の最大値である最大臀床間距離、及び臀部の浮上している時間を測定する方法が用いられてきた。本研究では更に、距離と時間を積算した指標として累積浮上距離という指標を考案し、この3指標についてADL及び起居・移動・移乗能力スコアとの関係、および移乗動作の可否との関係について検討した。その結果全症例においてはプッシュアップ最大高が全てのADLスコアとも最も高い有意な相関を示す結果となった。これは従来の研究でプッシュアップ最大高がプッシュアップ能力の指標として用いられてきたことに関する妥当性を証明出来たという点でも本研究の意義が確認されたものと考えられる。

プッシュアップ動作様式別に検討すると、主にC6四肢麻痺者でプッシュアップ能力の低い者が行う垂直型や、それ以外の損傷高位でプッシュアップ能力の高い四肢麻痺者が行う混合型のプッシュアップ動作様式をとる群において、最大高とNRCスコアとの間に有意な相関を認め、相関係数も混合型の方が高い値を示した。これは垂直型の様式をとる例では後述する動作時にバランスの要素を除外したプッシュアップ動作で移乗動作を行っていること、及びプッシュアップ最大高という指標の特徴として、プッシュアップ動作能力がある程度水準にならないと直接移乗動作能力に反映されないためと考えられる。

損傷高位別に検討すると、C6では最大高とNRCスコア間、C7・8では加えてFIMとの間にも有意な相関を認め、最大高とNRCスコアとの相関係数はC7・8の方が高い値を示した。これに対し胸髄損傷ではいずれのADLスコアとも有意な相関は認められなかった。これはC7・8の移乗動作が長座位におけるプッシュアップ能力を反映しており、なかでも最大高が最も有効である点を示しているものと考えられる。

一部の四肢麻痺者や対麻痺者は移乗動作の際、椅子坐位の状態ではプッシュアップすることで臀部を挙上し、対象物に移乗する方法を用いており(水上, 1991¹⁴⁾; 椎野, 1990¹⁰⁾, Allisonら, 1995¹¹⁾; Ford・Duckworth, 1990⁹⁾; 初山・二瓶, 1996¹³⁾)、本研究においてもNRCスコアの中にこの動作が入っている。この椅子坐位の状態におけるプッシュアップ動作は支点が膝関節部となるため、支点が足部になる長座位に比べプッシュアップした際の前方向への回転モーメントが大きく働くため前方にバランスを崩しやすい状態と

なる。このような椅子坐位の場面においては臀部を高く挙上する能力よりも、いかにして安定した挙上状態を保てるかといったバランス能力が、移乗動作の優劣につながって来るものと考えられる。今回のプッシュアップ動作能力の測定は長坐位で行ったため、この状態でのプッシュアップ時のバランスを表す指標である累積浮上高は、ADL及び起居・移動・移乗能力スコアとの相関において最大高より低い値となったものと考えられる。しかしこの椅子坐位でのプッシュアップを用いた側方アプローチによるベッド・車椅子間の移乗及び車椅子・自動車間の移乗のそれぞれにおいて、可能群と不可能群の間には、プッシュアップ最大高および累積浮上高の両者ともに有意差を認めたことから、長坐位において計測された累積浮上高であっても、椅子坐位での側方アプローチによる移乗能力を反映することが可能であることが示唆された。

これに対し、椅子坐位におけるプッシュアップ動作を用いた側方アプローチが困難なC6レベルを中心とした四肢麻痺者は、車椅子をベッドに対し直角につけて足部をベッド上に挙上し、長坐位であらかじめ体幹を前屈させた状態でプッシュアップを行い臀部を前方に移動させるいわゆる直角アプローチによる移乗動作を行っている。この方法ではプッシュアップ時にバランスを取らなくても良いように、あらかじめ体幹を前屈位にして上体のバランスを確保した上で、上肢で座面を後方に向けて押して前方にいざること移乗する方法をとる。この場合臀部を長時間安定して挙上する能力よりも、臀部を前方に移動させるための上肢の押し出し能力が鍵となるためと考える。

以上よりプッシュアップ能力の指標としてはプッシュアップ最大高が最も有効な指標となったが、これはプッシュアップ動作自体が移乗動作時のストラテジとなるばかりでなく、移乗動作時に必ずしも臀部を挙上しない方法を用いる例においても上肢の押し出し能力を反映する有効な指標となり得ることが示唆された。また我々の着目したプッシュアップ時のバランスの要素を含む指標である累積浮上高は、椅子坐位や移乗対象物間の条件等によっては有効な指標となり得ることが示唆された。今回は長坐位という条件下での計測であったが、累積浮上高の有効性は椅子坐位でのプッシュアップ動作の計測が必須であると考えられる。

V. まとめ

脊髄損傷者のプッシュアップ動作能力の指標を決定するために頸髄損傷四肢麻痺及び胸髄損傷対麻痺者43

例について、2次元動作解析装置を用いてプッシュアップ動作の解析を行い、プッシュアップ最大高、継続時間、累積浮上高の三指標をプッシュアップ動作能力の指標として計測した。これら3指標とADL及び起居・移動・移乗能力スコアとの関係を検討するとともに、3指標それぞれについて移乗動作の可能群と不可能群間で比較検討を行った。

その結果、プッシュアップ最大高が全てのADL及び起居・移動・移乗能力スコアとの相関において最も高い値を示した。また移乗動作可能群と不可能群との間のプッシュアップ能力の指標の検定の結果においても、プッシュアップ最大高は全ての結果において可能群が有意に高い値を示した。

以上よりプッシュアップ最大高がプッシュアップ動作能力の指標として最も有効であることが明らかとなった。しかし、累積浮上高は椅子坐位の姿勢で行う移乗動作ではその有効性が伺え、それを明らかにするためには椅子坐位におけるプッシュアップ動作の計測を行い検討することが必要であろう。

稿を終えるにあたり、計測に御協力いただきました対象者の皆様、及び国立身体障害者リハビリテーションセンター病院理学療法室の皆様に、心からお礼申し上げます。

文 献

- 1) Allison G, Singer K, and Marshall R (1995): Muscle activation patterns during transfers in individuals with spinal cord injury, *Australian Physiotherapy*, 41, 169-176
- 2) Bergstrom E.M.K, Frankel H.L, Galer I.A.R, Haycock E.L, Jones P.R.M, and Rose L.S (1985): Physical ability in relation to anthropometric measurements in persons with complete spinal cord lesion below the sixth cervical segment, *Int. Rehabil. Med.*, 7, 51-55
- 3) Bromley I (荻原新八郎), 四肢麻痺と対麻痺, 第3版 (1987): 74-124, 医学書院
- 4) Ford J.R, and Duckworth B (木村哲彦監訳); 四肢麻痺患者のリハビリテーション (1990): 615-631, 医歯薬出版
- 5) Pentland WE (1992): Upper extremity function in long term paraplegia and implications for independence, PhD Thesis, Curtin University of Technology

脊髄損傷者におけるプッシュアップ能力の指標の検討

- 6) 阿江通良・湯海鷹・横井孝志 (1992): 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, 23-33, バイオメカニズム学会編, 東大出版会
- 7) 安藤徳彦・五十嵐進・加藤祝也・飯島浩・田中理・伊藤利之 (1979): 頸髄損傷四肢麻痺の上肢機能, 総合リハ, 7, 9, 657-663
- 8) 安藤徳彦: 頸髄損傷四肢麻痺のADL (1982), 総合リハ, 10, 1033-1037
- 9) 菊谷修・森井和枝・岡松照美・江原義弘・別府正敏・野村進: プッシュアップ動作の分析(1987), 理作療法, 21, 3, 162-168
- 10) 椎野達: 四肢麻痺患者の起居動作の指導と工夫 (1990), PT ジャーナル, 24, 453-457
- 11) 初山泰弘・二瓶隆一編: 脊髄損傷 包括的リハビリテーション (1996), 140-173, 医歯薬出版
- 12) 福島芳孝: 姿勢, 起居, 移動, 理・作・療法, 16, p41-50, 1982
- 13) 水上昌文: 脊髄・頸髄損傷者の Push up 動作の分析(1986), 昭和60年度身体障害者福祉研究会紀要, 140-142
- 14) 水上昌文: 四肢麻痺の起居・移乗動作訓練(1991), PT ジャーナル, 25, p485-491
- 15) 水上昌文・木村哲彦・二瓶隆一: 頸髄損傷における機能レベルと起居移動能力との関係 C 6 レベルを中心に(1992), 日本パラプレジア医学会雑誌, 5, 176-177

Determinant of the Effective Measure of Sitting Pushup Ability in Spinal Cord Injured Patients

Masafumi MIZUKAMI, and Yasuko FUKUYA

The purpose of this study was to determine the most effective measure of sitting pushup ability in spinal cord injured patients. Forty-three paraplegics and tetraplegics were tested for maximum pushup height, lifting duration and cumulative lifting distance using video and analog motion measurement systems (Peak) in the sagittal plane to determine the sitting pushup ability. The subjects were also evaluated based on the Barthel Index (BI), Functional Independent Measure (FIM), and locomotion score of the National Rehabilitation Center for the disabled (NRC score) as measures of their activity of daily living (ADL scores). The correlation between the three pushup ability measures and three ADL score was then investigated. We also investigated these three pushup measures between two groups, one which could perform four transfer movements and one which could not.

As a result, we found that the maximum pushup height had the highest correlation coefficient with each of the three ADL scores, in three pushup measures. The maximum pushup height also indicated significantly higher values in the transfer-capable group than in the not-transfer-capable group. In conclusion, the maximum pushup height was the most effective measure of sitting pushup ability in spinal cord injured patients.

Key Words : spinal cord injury, rehabilitation, sitting pushup, biomechanical analysis