

机上動作における頸髄損傷者の肩甲骨の動作分析

矢田かおり¹⁾, 田中 幸子¹⁾, 白濱 勲二²⁾小林 隆司³⁾, 金村 尚彦⁴⁾, 吉村 理⁵⁾¹⁾ 広島医療保健専門学校, ²⁾ 広島大学大学院医学系研究科, ³⁾ 神奈川県立保健福祉大学,⁴⁾ 広島県立身体障害者リハビリテーションセンター, ⁵⁾ 広島大学医学部保健学科

(平成16年1月23日受付)

要旨: 日中の多くの時間を坐位で過ごし、机上の生活が多い頸髄損傷者（以下、頸損者）の机上動作時における肩甲骨の動きに着目し、頸髄損傷者の到達動作の代償としての肩甲骨前方突出の促通と、肩甲骨後退・内転による姿勢保持のための環境への適応の役割を検討した。対象は頸損者群（9名、平均年齢 44.6 ± 8.4 歳、ASIA：全員A）とコントロール群（17名、平均年齢 29.1 ± 10.6 歳）であった。方法は磁気式三次元計測装置を用い肩甲骨（内外転角・回旋角・傾斜角）・上腕骨挙上角の平均角度と振幅角度を計測した。設定は、2距離での机上到達動作と通常のパーソナルコンピューター（以下、PC）使用動作時とし、頸損群とコントロール群とを比較・分析した。

遠位への到達動作に必要な要素は、上腕骨のより高い挙上角と肩甲骨の内外転角と後傾角であった。到達時における肩甲骨内外転角の振幅は頸損群が有意に大きかった。このことは、到達動作の代償として前方突出を促通することの裏づけとなった。しかし、後傾がみられないため純粋な前方突出ではなく下角よりアプローチする必要性が示唆された。PCというコミュニケーション、情報収集、社会参加の一手段としての道具の活用は、頸髄損傷者の生活に欠かせないものとなるが、早期からの導入は肩甲帯の代償の役割を引き出すには不適切であり、目的を熟慮すべきである。

(日職災医誌, 53: 106—111, 2005)

—キーワード—

四肢麻痺, 動作分析, 机上動作

I. はじめに

肘の伸筋である上腕三頭筋の麻痺したC5A～C6B II（Zancolli分類）の頸髄損傷者（以下、頸損者）は、到達動作時に上腕三頭筋の代償として、重力の利用、上部体幹のダイナミックな動きの利用や肩関節の屈曲・伸展・外転・外旋の利用を行っている。肩関節は肩甲上腕関節だけでなく複合関節であり、上肢の動きの固定と力源の中枢であるといえる。なかでも肩甲骨の運動は、上肢運動に大きな関わりをもち、小室透、立山真治ら¹⁾によると上肢挙上運動中の40%は肩甲胸郭関節で行われていると報告している。しかし、肩甲骨と上腕の動きの関係は肩甲上腕リズムで述べられることは多いが、机上動作と肩甲骨の関係を述べたものは少ない。

筆者は日中の多くの時間を座位で過ごし、机上の活動が多い頸損者の机上動作上での肩甲骨の動きに着目し、到達動作の代償として肩甲骨のprotraction（前方突出）の促通と、肩甲骨の後退・内転による姿勢保持のための環境への適応が、頸損者の机上動作では肩甲骨が実際どのような動きを示すのかを分析し、考察することで有効な治療を提供することになるであろうと考えた。

今回、頸損者の肩甲骨の動きを磁気計測システムを用いて計測し、コントロール群と比較・検討した。机上動作の活動としてパーソナルコンピューター（以下、PC）を選択し、PC使用時の肩甲骨の動きについても比較・検討した。

II. 方 法

1. 対象者

頸損者群（表1）は9名で、うち男性8名女性1名であった。平均年齢 44.6 ± 8.4 歳、平均受傷後経過年数

表1 対象者（頸損群）の特性

症例	性別	年齢	在宅・施設	経過年数	利き手	Zancolli		ASIA			FIM	PC 使用			
						右	左	Scale	Motor	Sensory		年数	時間	姿勢	自助具
S	男性	55	在宅	25	右	C5B	C5A	A	10	18	46	1.5	3	側臥位	cock-up
O	男性	48	在宅	26	左	C5A	C5B	A	10	14	48	23	4	背臥位	なし
H	女性	40	施設	21	右	C5B	C5B	A	13	18	65	2	3	坐位	cock-up
K	男性	46	在宅	28	右	C6A	C5B	A	11	22	51	1	3	坐位	cock-up
K	男性	38	施設	6	右	C6A	C6A	A	15	18	63	20	3	坐位	cock-up
Y	男性	55	在宅	14	右	C6BI	C6A	A	19	18	54	13	4	坐位	ユニバーサル
U	男性	38	在宅	12	左	C5B	C6BII	A	18	18	67	11	8	坐位	ユニバーサル
K	男性	29	施設	9	左	C6A	C6BII	A	20	18	64	7	2	坐位	なし
H	男性	52	施設	33	左	C6A	C6BII	A	19	18	55	2	1	坐位	cock-up

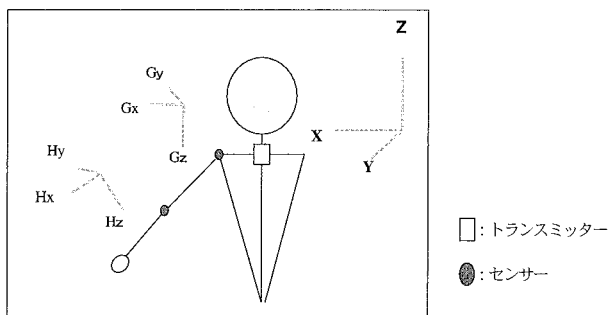


図1 座標軸

19.3 ± 8.9年、利き手は右利き4名、左利き5名、利き手のZancolli分類は、C5Bが3肢、C6Aが2肢、C6B Iが1肢、C6B IIが3肢であった。ASIA（American Spinal Injury Association）は、全員A、Motor 15.0 ± 3.9点、Sensory 18.0 ± 1.9点、FIM（Functional Independence Measure）は平均57.0 ± 5.4点であった。PC平均使用歴は8.9 ± 7.8年、PC 1日平均使用時間は3.4 ± 1.8時間、PC使用姿勢は、車椅子座位7名、背臥位1名、側臥位1名で、PC時使用自助具はcock-up splint 5名、ユニバーサルカフ2名、なし2名であった。

コントロール群は17名で、うち男性15名女性2名、平均年齢29.1 ± 10.6歳、全員右利きでPC平均使用歴3.7 ± 2.1年、PC 1日平均使用時間3.3 ± 2.1時間であった。

なお対象者全員には本研究の趣旨、内容について説明し、同意を得た上で行った。

2. 設定

端座位とした。テーブルの高さは、被検者の上肢自然下垂位における肘頭中心部の高さとした。木製の椅子を用い、高さは被検者の下腿の長さとした。体幹は前屈・側屈を防ぐため、椅子の背もたれに布製のベルトで固定した。到達する目標位置は、近位を肩90°屈曲・肘伸展・前腕中間位にて上腕骨内側上顆から机上への垂線とし、遠位を肩90°屈曲・肘伸展・前腕中間位にて尺骨茎状突起から机上への垂線とした。遠位・近位とも到達目標とした二点間の距離は両肩峰間の距離とし、ビデオカ

メラは前方と側方に2台設置した。PC使用時の設定は、被検者が通常使用している姿勢とした。

3. 測定機器

磁気式3次元計測装置は、Polhemus社製3-SPACE-WINを用いた。この装置は1センサーで位置と方向を同時に6自由度計測可能な装置である。基準座標系となるトランスミッターは胸骨上に固定し、運動座標系となるセンサーは、1つを肩峰遠位端に、もう1つを上腕骨外側上顆に固定した。

4. 測定手順

利き手のみの測定とし、①スタート時安静肢位は、膝蓋骨と大転子の中間部（大腿上面）に手掌をおいた肢位、②近位部への到達動作は右→左→右→左、左上肢を左→右→左→右、③遠位部への到達動作は近位部と同様、④PC使用時は、ローマ字入力で「小泉内閣誕生！」を入力課題、⑤終了時安静肢位は、スタート時と同様の肢位を測定した。施行回数は各3回ずつとし、2台のビデオカメラからは、体幹の動揺と上肢の位置関係を確認した。

5. データ分析

1) 3次元運動の評価

3次元運動の評価はEuler角に従った。Euler角とは、3次元空間においてある座標系の別の座標系に対する方向を規定する角度である²⁾。本研究の座標系を図1に示す。磁気3次元計測装置から測定できる変数をa. 肩甲骨外転角、b. 肩甲骨回旋角、c. 肩甲骨傾斜角、d. 上腕骨挙上角とした。

2) 測定データ分析

測定データは、スタート時の計測角度をゼロとして補正し再計算した。到達動作の測定データはビデオと同期させ、1相はリーチ、2相はポインティング、3相はリターン³⁾の3相に分類した。図2に3相を示す。各相での肩甲骨と上腕骨の平均角度と、最大角度と最小角度の差を振幅としその振幅の平均値を算出した。PC使用動作時も同様に算出した。

3) 統計解析

統計処理にはStat View 5.0を用い、有意水準は5%以

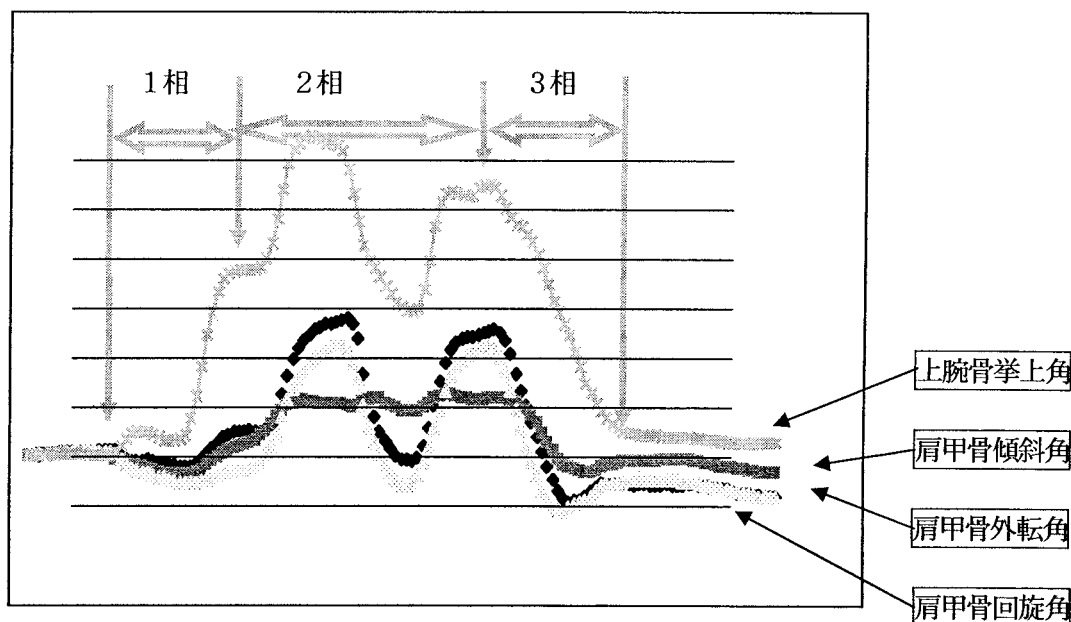


図2 3相分類

表2 コントロール群 近位・遠位比較

(**: $p < 0.01$)

		近位				遠位 (単位: 角度°)			
		肩甲骨			上腕骨	肩甲骨			上腕骨
		外転	回旋	傾斜	拳上	外転	回旋	傾斜	拳上
角度平均	1相	0.2 ± 5.1	-1.5 ± 2.9	-0.4 ± 3.4	4.2 ± 6.4 **	4.2 ± 5.5	-0.9 ± 4.4	3.3 ± 4.7	15.2 ± 9.2 **
	2相	7.4 ± 4.9 **	-0.8 ± 3.6	4.1 ± 3.6	15.3 ± 6.5 **	14.5 ± 7.6 **	1.1 ± 6.6	11.9 ± 10.5	28.3 ± 12.4 **
	3相	4.8 ± 4.5	-0.3 ± 3.8	1.6 ± 3.8	7.9 ± 4.9	6.6 ± 6.8	1.3 ± 5.9	3.9 ± 7.1	14.4 ± 8.6
振幅平均	1相	3.7 ± 1.8 **	2.3 ± 1.0 **	3.4 ± 1.8 **	11.4 ± 5.7 **	13.5 ± 4.5 **	5.6 ± 3.1 **	10.4 ± 5.8 **	28.8 ± 11.8 **
	2相	10.2 ± 2.0	4.3 ± 2.4	9.1 ± 4.3	19.7 ± 7.6 **	8.1 ± 4.2	5.3 ± 2.5	8.3 ± 4.0	10.1 ± 3.7 **
	3相	12.7 ± 3.9	4.1 ± 2.6	9.2 ± 3.3 **	24.5 ± 8.8 **	16.7 ± 3.9	6.7 ± 2.4	14.1 ± 5.7 **	35.2 ± 10.9 **

下とした。

コントロール群の近位部と遠位部の平均値と振幅の差を、変数ごとに対応のあるt検定を用いて検定を行った。頸損群との比較は正規性にしたがって対応のないt検定, Mann-WhitneyのU検定を行った。

III. 結 果

1. 近位部・遠位部への到達動作の比較

1) コントロール群 (表2)

平均角度の比較では、全相で遠位部での角度が高かった。肩甲骨で有意差がみられたのは、2相時の外転角であった ($p < 0.01$)。上腕骨挙上角度は1相と2相時で遠位部が有意に高かった ($p < 0.01$)。振幅比較では上腕骨の動きは全相で有意に大きく ($p < 0.01$)、1相時に肩甲骨外転・回旋・傾斜角と3相時に肩甲骨傾斜角が遠位部で有意に大きく動いていた。

2) 頸損群 (表3)

上腕骨の角度平均・振幅平均の有意差はみられなかつ

た。肩甲骨の角度平均は、1相時と2相時の外転角が遠位への到達動作時には有意に高くなっていた ($p < 0.01$)。振幅平均では、1相・3相時の動きが大きくなっていた。頸損群では上腕骨の動きよりも肩甲骨の動きに有意差がみられた。

3) 2群の比較 (表4)

傾向をまとめると、近位・遠位とも1・3相時は振幅角度に有意差が多くみられ、2相時は平均角度に有意差が多くみられる。1相時の振幅角度の肩甲骨外転角・回旋角が頸損群では大きく、上腕骨挙上角はコントロール群が大きかった。2相時の平均角度はコントロール群が有意に高く、3相では肩甲骨回旋角の振幅角度が頸損群のほうが高かった。

2. PC使用比較 (表5)

平均値は肩甲骨外転角が頸損群では有意に小さく ($p < 0.05$)、振幅は有意差がみられなかった。

表3 頸損群 近位・遠位比較

(**: p < 0.01)

		近位				遠位 (単位: 角度°)			
		肩甲骨			上腕骨	肩甲骨			上腕骨
		外転	回旋	傾斜	拳上	外転	回旋	傾斜	拳上
角度平均	1相	-1.0 ± 3.9 **	-0.1 ± 2.5	0.1 ± 3.4	8.8 ± 7.0	1.5 ± 3.6 **	1.0 ± 5.1	-0.5 ± 3.1	10.5 ± 6.1
	2相	2.9 ± 5.2 **	2.3 ± 5.3	1.2 ± 5.2	12.1 ± 9.1	8.4 ± 6.8 **	2.1 ± 7.7	0.6 ± 6.9	18.3 ± 8.7
	3相	2.6 ± 4.3	2.3 ± 3.9	0.3 ± 5.3	8.1 ± 6.6	4.2 ± 5.2	1.9 ± 4.2	-0.4 ± 4.4	10.3 ± 6.9
振幅平均	1相	11.3 ± 2.7	6.8 ± 0.5 **	5.4 ± 2.1 **	16.5 ± 9.2	12.9 ± 2.5	12.2 ± 2.6 **	10.7 ± 2.8 **	18.5 ± 8.1
	2相	9.4 ± 4.9	4.4 ± 2.3	5.9 ± 2.7	20.4 ± 5.5	8.8 ± 3.8	5.0 ± 3.2	6.3 ± 2.6	13.5 ± 5.1
	3相	14.4 ± 2.8 **	7.8 ± 1.4 **	6.5 ± 2.1 **	17.5 ± 6.8	20.5 ± 3.5 **	12.8 ± 3.1 **	9.4 ± 1.4 **	22.0 ± 12.7

表4 2群の比較

(**: p < 0.01, *: p < 0.05)

	距離	部位	動き	1相		2相		3相	
				コントロール群	頸損群	コントロール群	頸損群	コントロール群	頸損群
平均角度	近位	肩甲骨	外転	0.2 ± 5.1	-1.0 ± 3.9	7.4 ± 4.9 *	2.9 ± 5.2 *	4.8 ± 4.5	2.6 ± 4.3
			回旋	-1.5 ± 2.9	-0.1 ± 2.5	-0.8 ± 3.6	2.3 ± 5.3	-0.3 ± 3.8	2.3 ± 3.9
			傾斜	-0.4 ± 3.4	0.1 ± 3.4	4.1 ± 3.6	1.2 ± 5.2	1.6 ± 3.8	0.3 ± 5.3
	遠位	肩甲骨	外転	4.2 ± 5.5	1.5 ± 3.6	14.5 ± 7.6	8.4 ± 6.8	6.6 ± 6.8	4.2 ± 5.2
			回旋	-0.9 ± 4.4	1.0 ± 5.1	1.1 ± 6.6	2.1 ± 7.7	1.3 ± 5.9	1.9 ± 4.2
			傾斜	3.3 ± 4.7 *	-0.5 ± 3.1 *	11.9 ± 10.5 **	0.6 ± 6.9 **	3.9 ± 7.1	-0.4 ± 4.4
振幅平均	近位	肩甲骨	外転	3.7 ± 1.8 **	11.3 ± 2.7 **	10.2 ± 2.0	9.4 ± 4.9	12.7 ± 3.9	14.4 ± 2.8
			回旋	2.3 ± 1.0 **	6.8 ± 0.5 **	4.3 ± 2.4	4.4 ± 2.3	4.1 ± 2.6 **	7.8 ± 1.4 **
			傾斜	3.4 ± 1.8 *	5.4 ± 2.1 *	9.1 ± 4.3	5.9 ± 2.7	9.2 ± 3.3 *	6.5 ± 2.1 *
	遠位	肩甲骨	外転	13.5 ± 4.5	12.9 ± 2.5	8.1 ± 4.2	8.8 ± 3.8	16.7 ± 3.9 *	20.5 ± 3.5 *
			回旋	5.6 ± 3.1 **	12.2 ± 2.6 **	5.3 ± 2.5	5.0 ± 3.2	6.7 ± 2.4 **	12.8 ± 3.1 **
			傾斜	10.4 ± 5.8	10.7 ± 2.8	8.3 ± 4.0	6.3 ± 2.6	14.1 ± 5.7 *	9.4 ± 1.4 *
振幅平均	近位	上腕骨	拳上	11.4 ± 5.7	16.5 ± 9.2	19.7 ± 7.6	20.4 ± 5.5	24.5 ± 8.8	17.5 ± 6.8
	遠位	上腕骨	拳上	28.8 ± 11.8 *	18.5 ± 8.1 *	10.1 ± 3.7	13.5 ± 5.1	35.2 ± 10.9 *	22.0 ± 12.7

表5 PC 使用比較

(*: p < 0.05)

	平均角度				振幅平均			
	肩甲骨			上腕骨	肩甲骨			上腕骨
	外転	回旋	傾斜	拳上	外転	回旋	傾斜	拳上
コントロール群	7.0 ± 4.5 *	-0.7 ± 3.8	1.2 ± 4.8	13.6 ± 10.3	3.7 ± 1.4	2.8 ± 1.3	3.5 ± 1.9	7.1 ± 3.2
頸損群	1.2 ± 4.8 *	-2.3 ± 6.4	0.2 ± 5.9	26.8 ± 19.8	7.3 ± 5.3	3.1 ± 1.2	4.4 ± 2.1	15.5 ± 16.8

IV. 考 察

1. 近位部・遠位部への到達動作

表2より、机上到達動作時には上腕骨の拳上角度・振幅が必要とされ、肩甲骨外転角も高くなる。上方回旋の動きは少なく、後傾傾向がみられた。Kaminskiら³⁾がリーチ最終過程は体幹よりも肩甲骨のprotractionによって行っていると報告している結果と一致する。

このような傾向を示したコントロール群と頸損群を比

較すると、頸損群は3相すべてにおいて肩甲骨の平均角度が低く、特に遠位への1・2相の肩甲骨傾斜角が有意に低かった。しかし、振幅平均ではコントロール群と同程度かそれ以上の動きが認められている。

Laffontら⁴⁾によるとリーチ時の肩甲骨の動きは、頸損者のほうが健常者よりも大きいとある。これは到達動作の代償のためだが、今回の結果からは、リーチ時において振幅に有意差がみられ大きな動きが確認できたのは、近位部の肩甲骨外転角のみであった。

肩甲骨の protraction の動きは、肩甲骨の外転、上方回旋、後傾の複合した動きであり、その主動作筋である前鋸筋が麻痺している C5A～C6B II の頸損者に対し、到達動作の再獲得のために肩甲骨の protraction を促通していることの部分的な裏付けとなったのではないだろうか。しかし、後傾はほとんどみられないため、肩甲骨の純粋な protraction とは考えにくく、促通する際は肩甲骨の下角よりアプローチするべきであると考ええる。

Kapandji⁵⁾によると肩関節は上肢の中心であり、固定と運動の役割を同時にもつ関節であるとある。肩甲骨は頸損者にとって重要な残存機能である。上部体幹の一部としての姿勢保持と上肢の運動の役割をもつ。到達動作時には上肢挙上の前に、肩甲骨の後退・下方回旋が起こり姿勢を安定させて上肢の運動へと移行すると仮定をしていたのだが、明らかな傾向は認められなかった。姿勢保持と到達動作を同時に行っていたとも考えられる。

2. PC 使用動作

平均値を比較すると、頸損群の肩甲骨外転角は有意に低く安静肢位に近く、下方回旋の傾向がみられた。肩甲骨の役割は姿勢保持と思われる。上腕挙上の平均角度や振幅がコントロール群よりも高く大きいということから、上腕の動きで PC を使用していると考ええる。姿勢・肢位の工夫や作業台の高さ、キーボードの位置の工夫、自助具の工夫などの環境適応によって、より安静肢位に近く安定した動きになったのではと考える。

PC は早期から導入できる活動として、作業療法で用いられることが多い。坐位耐久性向上や上肢運動の再学習、職業復帰などと用いる目的はさまざまである。PC というコミュニケーション、情報収集、社会参加の一手段としての道具の活用は、頸髄損傷者の生活に欠かせないものとなるだろう⁶⁾。しかし、早期からの導入は肩甲骨の代償の役割を引き出すには不適切だと思われる。

V. ま と め

頸損者は動作の中で肘伸展を要求される際、肩甲骨から肩関節の代償、又は体幹の代償運動をもちいる。肩甲骨の柔軟性は頸損者の動作獲得の大きな要因となり、徒

手的な肩甲骨のストレッチはよく導入されている⁷⁾。しかし肩甲骨へのアプローチ法は確立しておらず、成書にも触れられることが少ない。

日中の多くの時間を車椅子上で過ごし、机上動作中心となる頸損者の肩甲骨の運動学的理解を通じ、姿勢保持と到達発作の獲得という2つの役割の適応性を高めていく必要性を再確認した。それと同時に残存能力としての肩甲骨へのアプローチを、柔軟性保持、残存筋力向上、リーチの代償となる protraction (前方突出)・retraction (後退)の促通と環境適応などいろいろな要素から考慮していくことが重要であると考ええる。

文 献

- 1) 小室 透, 立山真治: 上肢挙上に伴う肩甲骨運動の検討. 厚生年金病院年報 24: 231—237, 1997.
- 2) Vladimir M. Zatsiorsky: 鳥居 俊監訳. 身体動作の運動学. NAP, 東京, 1999, pp38—48.
- 3) Kaminski TR, Bock C, Gentile AM: The coordination between the trunk and arm motion during pointing movements. Exp Brain Res 106: 457—466, 1995.
- 4) I Laffont, E Briand, O Dizien, et al: Kinematics of prehension and pointing movements in C6 quadriplegic patients. Spinal Cord 38: 354—362, 2000.
- 5) IA Kapandji: 萩島秀男監訳. カパンディ 関節の生理学I上肢, 医歯薬出版株式会社, 1986, pp 2—72.
- 6) 郵政省編「平成12年版 通信白書 特集ITがひらく21世紀～インターネットとモバイル通信が拓げるフロンティア～」.
- 7) 高橋精一郎: 脊髄損傷者の関節可動域維持・増大訓練. PT ジャーナル 27: 223—227, 1993.

(原稿受付 平成16. 1. 23)

別刷請求先 〒737-0023 呉市青山町3-1

呉医療センター附属リハビリテーション学院
矢田かおり

Reprint request:

Kaori Yata

The School of Rehabilitation, National Hospital Organization
Kure Medical Center 3-1, Aoyama, Kure, Hiroshima, 737-0023, Japan

ANALYSIS OF SCAPULAR MOTION DURING DESKWORK IN PATIENTS WITH
CERVICAL SPINAL CORD INJURYKaori YATA¹⁾, Sachiko TANAKA¹⁾, Ryuji KOBAYASHI²⁾, Kunji SHIRAHAMA³⁾,
Naohiko KANEMURA⁴⁾ and Osamu YOSHIMURA⁵⁾¹⁾Hiroshima College of Rehabilitation, ²⁾Kanagawa University of Human Services³⁾Health Sciences Major, Graduate School of Medical Science, ⁴⁾Hiroshima Prefectural Rehabilitation Center⁵⁾Institute of Health Sciences, Hiroshima University of Medicine

Purpose: We paid attention to the scapular motion during deskwork in patients with cervical spinal cord injury who spend much time sitting at the desk during daytime. We investigated the role of environmental adaptation in promoting protraction of the scapula to compensate for disturbed ability to reach a target and in maintaining a posture through retraction and adduction of the scapula in patients with cervical spinal cord injury.

Subjects: The subjects were 9 patients with cervical spinal cord injury (44.6 ± 8.4 years) and of 17 healthy group (29.1 ± 10.6 years).

Methods: Using a three-dimensional magnetic device, the mean angles of scapular motions (abduction, lateral rotation and backward tip) and humeral elevation and the angles of their amplitude were measured. Target-reaching motion for 2 distances on the desk was divided into three phases. For each phase, the above-mentioned angles were measured. Motions during the use of an ordinary personal computer (PC) were also measured. The data were compared between the cervical spinal cord injury group and the control group.

Results and Discussion: Factors identified as essential to reach distant targets were a high elevation angle of the humerus and angles of scapular adduction, abduction and backward tip. As compared to the control group, the cervical spinal cord injury group showed significantly greater amplitude of scapular abduction during the reaching motion. This endorses the view that protraction is promoted to compensate for disturbed reaching motion. Nowadays, PC is indispensable for daily living of patients with cervical spinal cord injury as a means of communication, collecting information and social commitment. However, too early introduction of a PC after cervical spinal cord injury seems to be inappropriate as a means of promoting the compensatory role of the scapula. When introducing a PC, due consideration of its objectives is essential.
