

第53回東日本整形災害外科学会パネルディスカッションにて発表.

文 献

- 1) Abumi, K., Takada, T., Shono, Y., et al. : Posterior occipitocervical reconstruction using cervical pedicle screws and plate-rod systems. *Spine*, 24 : 1425-1434, 1999.
- 2) Matsunaga, S., Ijiri, K. and Koga, H. : Results of a longer than 10-years follow-up of patients with rheumatoid arthritis treated by occipitocervical fusion. *Spine*, 25 : 1749-1753, 2000.
- 3) Mukai, Y., Hosono, N., Sakaura, H., et al. : Laminoplasty for cervical myelopathy caused by subaxial lesions in rheumatoid arthritis. *J. Neurosurg. (Spine 1)*, 100 : 7-12, 2004.
- 4) Ranawat, C.S., O'Leary, P., Pellici, P., et al. : Cervical spine fusion in rheumatoid arthritis. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 61 : 1003-1010, 1979.
- 5) Seichi, A., Nakajima, S., Kitagawa, T., et al. : Image-guided surgery for cervical disorders in rheumatoid arthritis. *Mod. Rheumatol.*, 12 : 329-332, 2002.

光学式三次元位置計測システムを用いた 脊椎上肢協同運動の動作解析

辺見 俊一

正富 隆*

Key words: Motion analysis (動作解析), Optical 3-D motion analysis system (光学式三次元位置計測システム)
Activities of daily living (日常生活動作), Coordination (協同運動)

〔目的〕摂食、洗髪、洗顔などの日常生活動作 (ADL) は、頸椎と上肢の複数の関節の動きが密接に協同して行われている。これら ADL の評価は問診、あるいは実際の動作の観察から、出来るか出来ないかを検者の主観により評価しているのが現状である。近年、下肢機能評価に於いて光学式位置計測システムが実用化されているが、このシステムを用いた上肢機能評価は殆ど行われていない¹⁾³⁾。今回、頸椎と上肢が関連する ADL を、この下肢で確立している動作解析システムを応用して定量的に評価可能か検証し、それによる関節リウマチ患者の上肢機能評価、再建計画の可能性を明らかにしたので報告する。

〔対象と方法〕光学式三次元位置計測システムは米国 Vicon Motion System 社製 VICON 512^m システム (以下 VICON) を使用した。これは被検者の体に、マーカーと呼ばれる赤外線を反射する小球を頭部に 4 個、体幹に 5 個、上肢に 7 個ずつ計 23 個貼り付け、6 台の CCD カメラから放射された赤外線の反射光を再びカメラで捉えることにより、マーカーの位置座標を計測し、このデータを基にして各関節の動きを自動的に計測する仕組みになっている。

対象は健常者 5 人 (女性 3 人、男性 2 人)、年齢は 20 歳～28 歳 (平均年齢 23 歳) 及び、関節リウマチにより肘関節の拘縮を来たした 46 歳女性とした。調査は、VICON を用いて頸椎の屈曲・伸展、肩関節の屈曲、肘関節の屈曲・伸展、前腕の回内・回外の可動域を計測した。

VICON の計測精度は高精度のシステムとされている²⁾。しかし体表面にマーカーを固定した場合、この位置の移動により測定精度が低下する可能性がある。このため、本システムの臨床使用による信頼性の評価を行った。最初に、本システムで各被験者に対し同一検者が 3 回繰り返し測定し、各被験者の標準偏差の平均から再現性の評価を行った。また、本システムによる 3 回計測の測定値の平均と日常診療で用いられる万能角度計での可動域との相関を調べた。次に光学式三次元位置計測システムを用いて洗顔、洗髪、食事動作に於ける頸椎屈曲、肩関節

屈曲、肘関節屈伸、前腕回内外の最大角度を計測した。さらに、関節リウマチによる肘関節拘縮を生じた患者の洗髪動作と健常者との動作の比較を行った。

〔結果〕VICON による各関節の可動域計測の標準偏差は 0.78～2.56 度であり、3 度以内の誤差におさまっていた。次に、本システムと万能角度計による可動域の平均値と両者の相関係数は 0.69 以下のものはなかった。特に頸椎屈曲、肩関節屈曲、肘関節屈曲では相関係数は 0.9 以上であった。健常者 (case 1) の洗髪動作における頸椎、肩関節、肘関節の動きをグラフで示した (図 1)。洗髪動作に於いて、頸椎、肩関節、肘関節はそれぞれ単独で動いているのではなく、協調して動いていた。また、本例の洗髪動作における最大屈曲時の角度は、頸椎 39 度、肩関節 61 度、肘関節 135 度であった。表 1 に健常者に於ける洗髪、洗顔、食事動作の各関節の動きの平均値を示した。各動作により必要とされる屈曲角度はほぼ一定の値になっており、いずれの動作に於いても、肘関節の屈曲角度は、洗髪、洗顔、食事動作でそれぞれ 151 度、140 度、146 度とほぼ最大屈曲角度を必要としていた。一方、頸椎の屈曲角度は各動作により 46 度、16 度、-8

表 1. 健常者における洗髪、洗顔、食事動作の動き

	洗髪	洗顔	食事動作
頸椎屈曲	46±10*	16±7	-8±13
肩関節屈曲	46±9	50±7	43±6
肘関節屈曲	151±9	140±5	146±5
Total flexion angle	261±18	207±8	185±10

* 標準偏差

表 2. 健常者 (case 1) と RA 拘縮肘の頸椎上肢の屈曲角度の比較

	健常者	RA 拘縮肘
頸椎屈曲	39	56
肩関節屈曲	61	67
肘関節屈曲	135	108
Total flexion angle	235	231

国立病院機構大阪南医療センター 整形外科

* 大阪厚生年金病院 整形外科

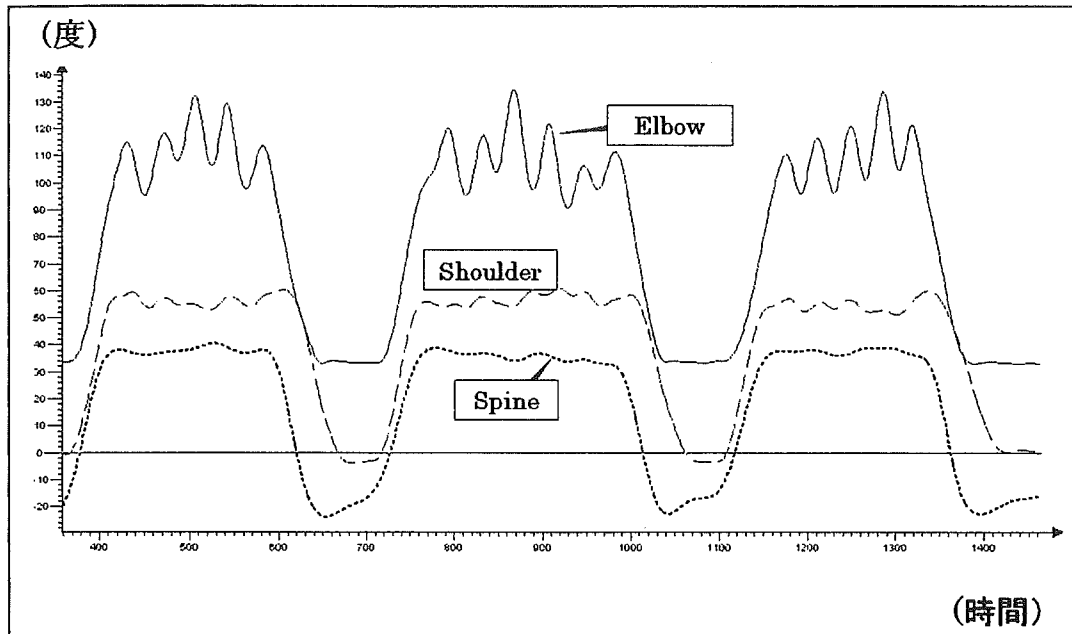


図1. 洗髪動作における健常者の頸椎上肢の屈曲角度の時間的変化

度と大きく異なっていた。

次にRA拘縮肘患者の洗髪動作に於ける各関節の最大屈曲角度は、頸椎56度、肩関節67度、肘関節109度となっていた。健常者 (case 1) の動きと比較すると、RAによる肘関節拘縮による屈曲角度が健常者の135度から109度と減少したのに対し、頸椎、肩関節の屈曲角度はそれぞれ39度が56度に、61度が67度に増加していた (表2)。

〔考察〕光学式三次元位置計測システムの上肢機能評価に於ける精度は、0.78~2.56度と3度以内の測定誤差におさまっており高い再現性を示した。また、万能角度計とVICONでの測定値との相関係数は0.69以下のものではなく、本システムは万能角度計による可動域計測と高い相関があることがわかった。以上から、このシステムは再現性も高く、万能角度計とも高い相関があることから、頸椎と上肢の機能評価に有用と考えられた。

洗髪、洗顔、食事動作などのADLに於いて、頸椎、肩関節、肘関節は協調して目的の動作を達成する。いずれの動作に於いても、肘関節、肩関節の最大屈曲角度は一定の値を示し、特に肘関節はほぼ最大屈曲角度を要していた。それに対し、頸椎の屈曲角度は各動作により大きく異なっており、各動作で必要とされる屈曲角度が異なることがわかった。各関節の屈曲角度が一定の傾向を示すことから各関節の屈曲角度の総和を total flexion angle とすると、洗髪261度、洗顔207度、食事動作185度と、被験者によるばらつきは少なく一定の値を示していた (表1)。一方、RA拘縮肘患者も健常者と同様、各動作に於いて肘関節は最大屈曲しており、頸椎の屈曲は各動作により大きく異なっていた。また健常者のcase 1との比較では Total flexion angle はcase 1の235度

に対し231度とほぼ同じであったが、肘関節の屈曲が減少したため、他の部位、特に頸椎の屈曲が代償性増加しているのがわかった。つまり、洗髪、洗顔、食事などのADLにおいては、頸椎、肩、肘関節の屈曲角度の総和は一定で、1つの関節の屈曲角度が減少した場合他関節 (特に頸椎) の代償運動が起こることがわかった。以上のことから、関節リウマチのように多関節障害がある場合、障害されている動作を改善するために、どの関節の可動域をどの程度改善すれば良いかを、術前に予見可能である。また、手術で予想される獲得可動域がある程度わかっている場合、術後獲得出来るADLを術前に予見することも可能である。

今後はデータの蓄積により、各ADLに於ける各関節の最大可動域のみならず、障害された関節がある場合の隣接関節の代償運動の特徴を明らかにする予定である。

文 献

- 1) 阪田 清 他 : Vicon clinical manager による歩行解析. 関節外科 18 (10) : 136-143, 1999.
- 2) Ehara, Y., et al.: Comparison of the performance of 3D camera systems II. Gait & Posture 5 : 251-255, 1997.
- 3) Yang, N., et al.: Synergic analysis of upper limbs target reaching movements. Journal of Biomechanics 35 : 739-746, 2002.