J102052

筋肉の活動に及ぼす視覚情報の影響

中野 佑治^{*1}, 長谷 和徳^{*2}, 竹原 昭一郎^{*2}

Influence of Visual Information on Muscular Activity

Yuji NAKANO^{*1}, Kazunori HASE and Shoichiro TAKEHARA^{*1} Toyota Boshoku Co. Dept. of Research Laboratories
1-1 Toyoda-cho, Kariya, Aichi, 448-8651 Japan

Muscle activities related to catching a ball were studied based on EMG signals of physiological characteristics and the elbow joint angle. When dropping a ball with different mass and visual information to the palm we are able to clarify how a human reacts based on their visual information prior to contact. An experiment was carried out using an EMG sensor and a motion capture system simultaneously. The EMG of palmaris longus, extensor carpi radialis longus, biceps brachii and triceps brachii were recorded. The reflection markers of the motion capture system were mounted at the joint positions of the wrist, elbow and shoulder. The integrated EMG of each muscle and the difference of the elbow joint angle were calculated from the balls release to contact. As a result, it was found that a bodies movement in relation to catching a ball from a fixed height is simplified via the influence of visual information from the balls release to contact.

Key Words : Catching a ball, EMG, Joint angle, Biomechanics, Muscle and Skeleton

1. 結 言

自動車シートの開発において、機能性、利便性、安全性は考慮されており、乗り心地性能も向上してきている。しかしながら、更なる乗り心地向上のためには、ヒトの生理特性や機械特性も考慮したシート開発が必要となる。

自動車を運転する時に、ヒトは必要な情報の 90%を視覚から得ている⁽¹⁾。そのため、ヒトは事前の視覚情報から姿勢保持や身構えを行い、シートと協調しながら運転していると考えられる。このシートとの相互作用は乗り心地などに大きく影響すると推察でき、シート開発に考慮する必要があると考えられる。

事前の視覚情報に基づく身体運動の制御に関するこれまでの研究例として、物体が接触する前から筋肉が活動していることを示した研究や⁽²⁾、複数の加速度環境でのボールキャッチングタスクにおけるタイミング予測の研究などがある⁽³⁾。これらの先行研究は主にヒトの生理特性に注目したもので、機械特性が十分とは言えない。

そこで、本研究は重さと視覚情報の異なるボールを掌へ落下させ、ヒトの生理特性である筋電図と機械特性である肘関節まわりの角度の両者に基づき、ボールキャッチングの筋活動について検討する。

2. 実 験

本章では、ボールキャッチングの動作における筋電図と肘関節まわりの角度を計測する実験の被験者、装置、試料及び方法について記す。

^{*1} トヨタ紡織(株)基礎研究所(〒448-8651 愛知県刈谷市豊田町 1-1)

^{*2} 正員, 首都大学東京大学院理工学研究科

E-mail: yuji_nakano@toyota-boshoku.co.jp

2・1 被験者

被験者は健康な成人男性4名とした。本報告ではその内の代表的な1名の解析結果について示す。その被験者のプロフィールは年齢33歳、身長1.67m、体重56kg、視力右0.9、左0.8である。

2・2 装置

図1に計測装置の構成を示す。被験者にMQ16(キッセイコムテック社)の筋電極を装着するとともに、MAC3D system (Motion analysis 社)のモーションキャプチャで被験者の動作を記録した。さらに、ビデオカメラにより、ボールの落下開始位置と被験者の掌への接触を観察した。

2・3 試料

試料として、見た目からある程度重さの予測がつくボールと予測がつきにくいボールを用意した。表1中のスポンジテープはスポンジボールに直接ビニルテープを巻き付けたものであり、スポンジ軟式テープはスポンジボールの中に軟式ボールを埋め込み、その後にビニルテープを巻き付けたものである。そのため、スポンジテープとスポンジ軟式テープは見た目から重さの予測がつきにくいものとなっている。

2・4 方法

表1のボールを落下させる順序や組み合わせを考慮し、高さ1.65mの位置から72回ランダムに被験者の掌へボールを落とした。キャッチングの不慣れ、慣れの傾向を排除するために、それぞれのボールでの最初の2試行と最後の2試行の合計12試行を除いた60回の試行をデータとした。

筋電極はボールキャッチングに影響があると考えられる前腕の長掌筋と長橈側手根伸筋⁽³⁾、上腕の二頭筋と三頭筋⁽⁴⁾の皮膚表面に消毒用エタノールで表面処理をした後装着した。筋電図はサンプリング周波数を2000Hzに設定し、5~1000Hzのバンドパスフィルタを用い低周波と高周波のノイズを除去した。モーションキャプチャのデータと同期をとるために、区間幅10msec、データ数20点の点数で自乗平均平方根を求めた。また、筋電図の振幅を分かり易く観察するために、ボールリリース前の筋電図の平均振幅をボールリリース後のデータから差し引いた。

モーションキャプチャシステムの反射マーカーは手首、肘、肩の関節位置の皮膚表面に両面テープにて直接装着した。モーションキャプチャのサンプリングレートは100Hzに設定した。肘関節まわりの角度は反射マーカーの座標位置から算出し求めた。

なお、被験者に十分内容を説明し、承諾を得てから実験は行った。

Fig. 1 MAC3D system and motion capture.

Table 1 Ball detail

	Mass (g)	Appearance
Rubber-ball	127
Sponge-tape	43
Sponge-rubber-tape	155

3. 結果及び考察

図2に軟式ボールをキャッチングした時の代表的な上腕二頭筋の筋電図と肘関節まわりの角度を示す。結果の考察としてボールリリースからコンタクトまでの間での積分筋電図と、肘関節まわりの最大角度から最小角度を差し引いた角度差を求めた。

得られたデータの等分散を検定するためにF検定を行ったところ、データの分布に等分散が認められなかった。そのため等分散でないデータに対してマン・ホイットニーのU検定を行った。表2に検定結果の統計量U値とその有意差を示す。表2から軟式ボールとスポンジ軟式テープの長橈側手根伸筋の積分筋電図に有意差が認められる。図3に有意差が認められた結果を箱髭図とその右側にデータをプロットした点列図と共に示す。図3よりボールリリースからコンタクトまでの間において、見た目からある程度重さの予測がつくボールに比べ予測がつきにくいボールには長橈側手根伸筋の筋放電量が大きく発生したと言える。今回、軟式ボールとスポンジテープの長橈側手根伸筋の積分筋電図に有意差は認められなかった。しかし、U値を見ると $U = 157.5 > 127$ と有意水準に近い値となっており、今後被験者を増やして考察を進めれば有意差が認められる可能性があると言える。

次に、表3に前腕の長掌筋と長橈側手根伸筋の積分筋電図、上腕の二頭筋と三頭筋の積分筋電図、肘関節まわりの角度差と上腕の二頭筋及び三頭筋の積分筋電図の相関関係を示す。表3から長掌筋と長橈側手根伸筋の積分筋電図の相関係数が各ボールにおいて大きい。これより、ボールリリースからコンタクトまでの間において、両方の筋肉が同期的に活動していると言える。肘関節まわりの角度差と上腕二頭筋の積分筋電図の相関係数が見た目から重さの予測がつきにくいボールに対してのみ大きい。これより、ボールリリースからコンタクトまでの間において、見た目から重さの予測がつきにくいボールには迎えに行く構えを始めていると言える。

以上のことから、ボールキャッチングのボールリリースからコンタクトまでの間において、見た目からある程度重さの予測がつくボールに比べ予測がつきにくいボールの場合には、上腕二頭筋を活動させボールを迎えに行く構えを始め、キャッチングできるように手首を背屈させ掌を水平にし、前腕の長掌筋と長橈側手根伸筋を固めボールの接触を待つという身体運動を観察できた。

当初、見た目から重さの予測がつきにくいボールに対し、上肢を固めるような身構えの身体運動を仮説として考えていたが実際にはそのようにならなかった。注意が分散化することで身体動揺が抑制されることは立位姿勢実験でも報告されており⁽⁶⁾、今回の結果もこれに類し身体運動が単純化したと推察される。

Fig. 2 Biceps brachii EMG and elbow joint angle.

Table 2 Statistic U of Mann-Whitney test

** $P < 0.05$ ($U < 127$)

		Rubber-ball vs. Sponge-tape	Rubber-ball vs. Sponge-rubber-tape	Sponge-tape vs. Sponge-rubber-tape
Integrated EMG	Palmaris longus	186.0	143.5	239.5
	Extensor carpi radialis longus	157.5	112.5 **	244.5
	Biceps brachii	173.5	164.0	213.0
	Triceps brachii	196.0	150.5	251.5
Difference of elbow joint angle		208.0	186.0	234.0

Fig. 3 Box plot of Extensor carpi radialis longus integrated EMG

Table 3 Correlation between arm antagonist integrated EMG and difference of elbow joint angle

	Rubber-ball	Sponge-tape	Sponge-rubber-tape
Palmaris longus vs. Extensor carpi radialis longus	0.684	0.851	0.685
Biceps brachii vs. Triceps brachii	0.065	0.487	0.103
Difference of elbow joint angle vs. Biceps brachii	0.539	0.717	0.743
Difference of elbow joint angle vs. Triceps brachii	-0.005	0.485	0.033

4. 結 語

ボールキャッチングのボールリリースからコンタクトまでの間において、予測がつきにくいボールの場合には、上腕二頭筋を活動させボールを迎えに行く構えを始め、キャッチングできるように手首を背屈させ掌を水平にし、前腕の長掌筋と長橈側手根伸筋を固めボールの接触を待つという身体運動を観察できた。これは注意が分散化することで身体運動が単純化したと推察される。今後被験者を増やし考察を進める。

文 献

- (1) Hartman, E., "Driver Vision Requirements", *Society of Automotive Engineers, Technical Paper Series*, 700392, (1970), pp. 629-630.
- (2) Lacquaniti, F. and Maioh, C., "Adaptation to Suppression of Visual Information during Catching", *Journal of Neuroscience*, Vol. 9, (1989), pp. 149-159.
- (3) 小池康晴, "視覚と触覚の感覚統合" Vol. 21, No. 1 (2009), pp. 13-17.
- (4) 木塚朝博, 増田正, 木竜徹, 佐渡山亜兵, "表面筋電図" (2006), pp. 1-64.
- (5) 片岡保憲, 越智亮, 和田隆二, "引き算を伴う同時二重注意要求課題は立位姿勢動揺を抑制する", *理学療法科学*, Vol. 22, No. 2 (2007), pp. 235-238.