

腕伸展運動における頸反射の影響

Effects of the Tonic Neck Reflex in the Exercise of Arm Extension

川端 良介*・森川 廣光**・大島 義晴***

Ryosuke KAWABATA*・Hiromitsu MORIKAWA**・Yoshiharu OHSHIMA***

要 旨

上肢の伸展・屈曲運動は、多くの場合随意的筋活動によって行われる。しかし、これらの運動には無意識レベルで筋の緊張を制御する頸反射の影響が少なからず存在する。この反射の影響を筋電図などによって定性的にみた報告は多くみられるが、筋の収縮速度や筋力、筋パワーなどの視点から定量的に捉えた研究は少ない。そこで、本研究ではメディシンボールを使用したプッシュ動作を運動事例として、上肢の伸展動作に及ぼす頸反射の影響を「伸展速度」、「伸展力」、「伸展パワー」の3つの力学量から定量的に捉えた。

実験では被験者に座位姿勢からのプッシュ動作を腹屈頭位と背屈頭位でそれぞれ3回行わせ、このうち最高投擲距離の試技を分析対象とした。その結果、3つの力学量はいずれも背屈頭位姿勢の値が腹屈頭位姿勢より有意に大きくなることがわかった。

キーワード：緊張性頸反射、緊張性迷路反射、腹屈頭位、背屈頭位、腕伸展運動、腕伸展速度、腕伸展力、腕伸展パワー

I. 諸 言

身体運動における上肢の伸展・屈曲運動は、多くの場合随意的筋活動によって行われる。しかし、これらの運動には頭部と体幹部の位置関係によって生じ、無意識レベルで筋の緊張を制御する緊張性頸反射の影響が少なからず存在する^{1) 2) 3) 6) 7)}。

緊張性頸反射は、腕の伸展・屈曲運動に作用する体位反射であり、対称性頸反射を誘発する腹屈頭位と背屈頭位、非対称性頸反射を誘発する傾斜頭位、回転頭位の4種の体位がある。

対称性頸反射は、同じ哺乳動物でもその発現様相が異なる。例えば、犬や猫では頭を後方に傾け顎を上げる（以下、背屈頭位姿勢）と下肢伸展筋が弛緩し、上肢伸展筋は緊張する。逆に、頭を下に向けて顎を強く引く（以下、腹屈頭位姿勢）と下肢伸展筋が緊張し、上肢伸展筋は弛緩する。しかし、ヒトとウサギにおいては背屈頭位姿勢時に四肢すべてが伸展し、腹屈頭位姿

勢時にはすべてが屈曲することが知られている^{1) 2) 6) 7)}。

一方、非対称性頸反射である傾斜頭位と回転頭位の発現様相はすべての哺乳動物が共通である。

傾斜頭位は、頭部を冠状面に沿って左右どちらか一方に傾けた位置で固定すると、耳が肩に近付いた側の上下肢の伸展緊張が増し、反対側は減ずる。また、回転頭位は頭部を身体の長軸で回転させることで鼻先の向いた側の上下肢（頸側肢）の伸展緊張が増し、反対側の上下肢（後頭側肢）は減ずる。

緊張性頸反射の影響を筋電図等によって定性的にみた報告はあるが^{4) 5) 9) 10) 11)}、筋の収縮速度や筋力、筋パワーなどの観点から定量的に捉えた研究は少ない⁸⁾。そのため、頸反射の影響を運動パフォーマンスの違いから定量的に捉える意味は大きいと考える。

本研究では、腕伸展運動の運動事例としてメディシンボールを使用したプッシュ動作を取り上げ、上肢の伸展動作に及ぼす頸反射の影響を「伸展速度」、「伸展力」、「伸展パワー」の3つの力学量から定量的に捉え

* 青森県スポーツ科学センター
Aomori prefectural Institute for Sports Sciences.

** 鹿角市立十和田中学校
Towada Junior High School, Kazuno City.

*** 弘前大学教育学部保健体育講座
Department of Health and Physical Education, Faculty of Education, Hirosaki University.

た。そして、腹屈頭位と背屈頭位姿勢によって反射が誘発されたときの力学量の違いをみた。

II. 研究方法

1. 被験者

被験者は、H大学教育学部学生男子22名、女子21名の計43名とした。被験者の年齢、体質量、身長 \pm S.D.はそれぞれ 20.2 ± 1.4 歳、 64.5 ± 10.0 kg、 169.4 ± 8.8 cmである。

2. 運動課題

被験者には座位姿勢をとらせ、腹屈頭位と背屈頭位姿勢からのメディシンボール(2.00kg)を使ったプッシュ動作を課した。(図1・図2参照)試技はそれぞれ3回ずつとし、最高投擲距離を記録した試技を分析の対象とした。また、プッシュ動作を行うときは手首のスナップを使わず、メディシンボールを直線的に押し出すよう指示した。

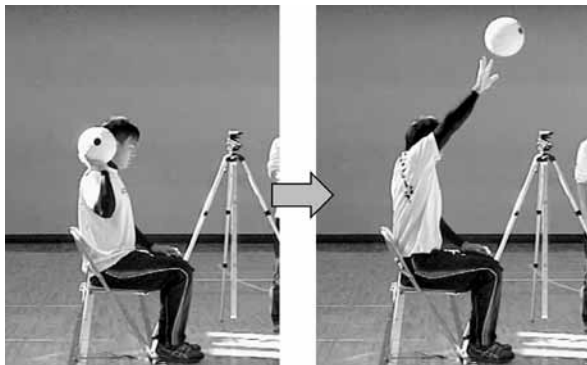


図1 腹屈頭位時の腕伸展動作

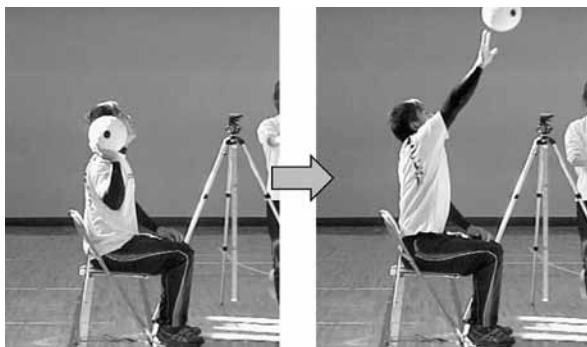


図2 背屈頭位時の腕伸展動作

3. 解析手順

本実験では、メディシンボールの動きを高速動画撮影ができるCASIO EX-F1を用いて300fpsで撮影した。そして、この動画ファイル(MOV)をコンピュー

ターに取り込み、「QTConverter1.3.0」によりAVIファイルに変換した後、汎用運動解析ソフト「Movias Pro 1.62」(株式会社ナックイメージテクノロジー)を使ってボールの2次元座標を読み取った。

その後、平滑化処理を含め、読み取り座標をもとにした腕伸展速度・腕伸展力・腕伸展パワーを求める演算処理は全て「Microsoft Excel」上で行った。

4. 解析方法

腕伸展運動における腕伸展速度、腕伸展力、腕伸展パワーの算出方法は以下の通りである。

(1) 腕伸展速度 \tilde{V}

Lをプッシュ動作開始からリリース時までのボールの移動距離、Tを力の作用時間とすると腕伸展の平均速度 \tilde{V} は

$$\tilde{V} = L/T \dots\dots\dots ①$$

として求まる。

(2) 腕伸展力 \tilde{F}

Tを力の作用時間、Mをボールの質量、V1をリリース時のボールの速度とすると腕伸展の平均の力 \tilde{F} は次式より求められる。

$$\tilde{F} = MV1/T \dots\dots\dots ②$$

(3) 腕伸展パワー \tilde{P}

伸展パワーの平均 \tilde{P} は、①・②式より

$$\tilde{P} = \tilde{V} \times \tilde{F} \dots\dots\dots ③$$

となる。

本研究では、①、②、③式より、被験者43名の腕伸展速度、腕伸展力、腕伸展パワーを求め、腹屈頭位と背屈頭位姿勢で発揮される力学量の比較を行った。

III. 結果

1. 腕伸展速度について

腹屈頭位および背屈頭位姿勢における腕伸展速度の平均値は、それぞれ 1.83 ± 0.27 (m/s)、 1.98 ± 0.31 (m/s)となった。(図3参照) また、ウィルコクソンの符号

順位和検定より、2つの体位間には有意差 ($p < 0.01$) が認められ、腕伸展速度は腹屈頭位に比べ背屈頭位姿勢の方が大きくなることがわかった。これを比率で見ると、腹屈頭位と背屈頭位は92.3 : 100となり、差は7.70%であった。(表1参照)

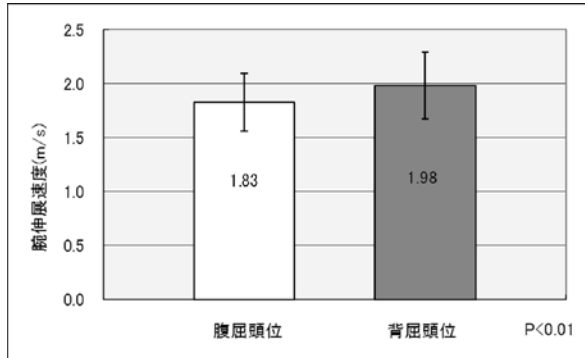


図3 腹屈頭位および背屈頭位の腕伸展速度

2. 腕伸展力について

腕伸展力の平均値は、腹屈頭位、背屈頭位、それぞれ 24.6 ± 6.18 (N)、 26.8 ± 6.63 (N) となり、(図4参照) 腕伸速度同様、2つの体位間には有意差 ($p < 0.01$) が認められた。同じくこの差を比率で見ると、腹屈頭位と背屈頭位は91.7 : 100となり、8.30%の差で背屈頭位姿勢が有意に大きかった。(表1参照)

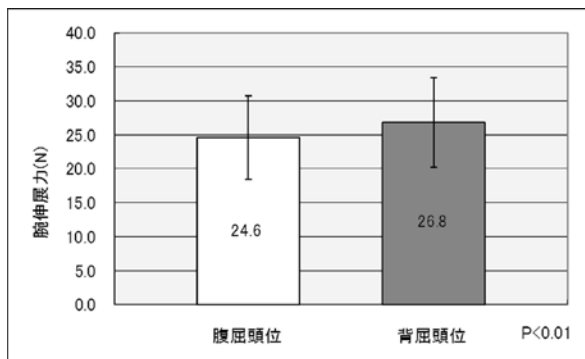


図4 腹屈頭位および背屈頭位の腕伸展力

3. 腕伸展パワーについて

腕伸展パワーの平均値は、腹屈頭位で 46.3 ± 17.1 (W)、背屈頭位で 54.8 ± 20.9 (W) であり、(図5参照) 伸展速度、伸展力同様、2つの体位間で有意差 ($p < 0.01$) が認められた。その比率は腹屈頭位と背屈頭位で84.4 : 100となり、15.6%の差で背屈頭位姿勢が有意に大きかった。(表1参照)

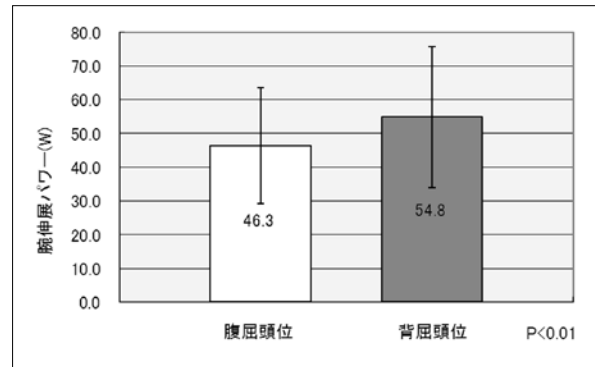


図5 腹屈頭位および背屈頭位の腕伸展パワー

表1 腹屈頭位および背屈頭位の腕伸展速度・力・パワーの平均と比率

動作姿勢	腕伸展速度		腕伸展力		腕伸展パワー	
	実測値 (m/s)	比率 (%)	実測値 (N)	比率 (%)	実測値 (W)	比率 (%)
背屈頭位	1.98	100	26.8	100	54.8	100
腹屈頭位	1.83	92.3	24.6	91.7	46.3	84.4
背屈頭位-腹屈頭位(差)	0.15*	7.70	2.23*	8.30	8.52*	15.6

* : $p < 0.01$

IV. 考察

本実験の結果では、腕伸展運動における腕伸展速度、腕伸展力、腕伸展パワーはいずれも腹屈頭位に比べ、背屈頭位姿勢の方が有意に大きな値を示した。特に、腕伸展パワーは、腹屈頭位と背屈頭位の比率差が伸展速度、伸展力に比べ、15.6%と約2倍に広がり、頸反射の影響を強く受けることがわかった。この結果から、上肢の伸展を伴う運動を効率よく遂行するためには背屈頭位姿勢をとることが重要であり、逆に頸を引く腹屈頭位姿勢は腕伸展運動に対してマイナス要因になることがわかる。

Richard A. ら⁸⁾ も、「ベンチ・プレス」を分析対象として頸反射の影響をみている。結果は本研究と同じく、腹屈頭位に比べ背屈頭位姿勢の腕伸展パワーが有意に大きく、その比率差は、男子で15.1%、女子で26.7%になることが報告されている。

この研究では腕伸展速度と腕伸展力については記載がないので比較できないが、腕伸展パワーについては、男女の平均で見れば20.9%となり、本実験の結果より6%ほど反射の影響が大きい。これはベンチ・プレスの運動が仰臥姿勢で行われるため、Richard A. らの実験結果には迷路反射の影響がより強く加わったのではないかと考える。

頭部位置の変化による姿勢反射には、緊張性頸反射

の他に緊張性迷路反射がある。この反射は、重力の方向に対する頭部の位置関係により、四肢の伸展・屈曲筋群に緊張を誘発する姿勢反射の一つである。空間における頭位の変化はMagnusにより区分され、上肢の伸展緊張が最も増す頭位は+45度、最も減ずるのは-135度である。(図6参照)そして、緊張性頸反射と緊張性迷路反射は連鎖的な関係にあり、純粋に頸反射のみの影響を抽出することは難しい。

この点を考慮して、Richard A. らが行ったベンチ・プレスの運動をみてみると、この運動における背屈頭位姿勢では、迷路反射の伸展緊張が最も強くなる+45度の空間頭位になることがわかる。これに対し本実験で行ったプッシュ運動における背屈頭位姿勢は、ベンチ・プレスほど迷路反射の影響を受けない+135度の空間頭位であり、これが腕伸展パワーの差として現れたものと思われる。

いずれにしてもこの緊張性迷路反射を考慮すれば、本実験の運動課題は、腹屈頭位姿勢では頸反射、迷路反射ともに上肢の伸展緊張がゼロに近い条件で行われ、背屈頭位姿勢は、頸反射と若干の迷路反射による上肢の伸展緊張がある条件で行われたことになる。従って、本実験で得た腕伸展速度、腕伸展力、腕伸展パワーの頭位姿勢による差は、緊張性頸反射の他に緊張性迷路反射の影響も含まれていると考えることが妥当であろう。

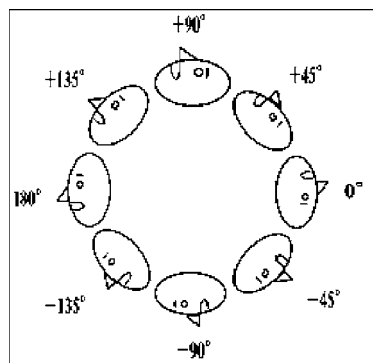


図6. Magnusによる緊張性迷路反射⁶⁾

身体運動の中で、上肢を意図的に伸展する動きは多く見られる。この中には、反射を有効に活用しなければならない場合もあれば、逆に反射を抑制しなければならない場合もある。体操における倒立運動や陸上競技の砲丸投げなどは前者の例で、多くの指導者が運動者の目線を指示することにより、結果的に背屈頭位姿勢を取ることの優位さを経験則から理解している。一方、水泳における「伸び」の姿勢では、水の抵抗を抑えるため頸を引いた腹屈頭位の姿勢で上肢の伸展が

求められる。これは反射に逆らった動きのコントロールであり、習熟には繰り返しの練習が必要になる。

スポーツ技術と反射の問題は、頸反射一つを取っても4種の体位があり、その適用範囲は広い。しかし、運動を効率よく学習し、実践するためには、反射に対する知識と理解が重要なポイントになると考えている。

V. まとめ

本研究は、上肢の伸展運動に対する頸反射の影響を定量的に捉えるために、メディシンボールを用いたプッシュ動作を分析の対象として、腹屈頭位姿勢と背屈頭位姿勢の運動パフォーマンスの違いを腕伸展速度、腕伸展力、腕伸展パワーの3つ力学量から比較検討した。

その結果、腕伸展運動における腹屈頭位と背屈頭位の比率差は、伸展速度で7.70%、伸展力で8.30%、伸展パワーで15.6%となり、いずれも背屈頭位姿勢が腹屈頭位姿勢より、有意に大きくなることがわかった。

このことから、上肢の伸展運動を効率よく遂行するためには背屈頭位姿勢をとることが重要であり、逆に頸を引く腹屈頭位姿勢は、腕伸展運動に対してマイナス要因になることが示唆された。

また、反射は、基本的にヒトの意志とは無関係に脊椎レベルで筋活動を誘発するが、姿勢反射に関しては、個人の意識やイメージによってコントロールが可能であると言われている。従って、身体運動における姿勢反射の制御は、運動パフォーマンスの良し悪しに大きく関係するものと考えられる。

VI. 引用文献

- 1) 福田精; 運動と平衡の反射生理 第2版, 医学書院, 1981
- 2) 福田精; 姿勢と生活17 - 運動姿勢と姿勢反射 -, 国勢社, 4-25, 1975
- 3) 広松久二生, 今西文武; スポーツ競技に顕現する姿勢反射について - 緊張性頸反射, 緊張性迷路反射の場合 -, 名城大学人文紀要 (19), 5-20, 1976
- 4) Hellebrandt, F.A., Horitz, S.J., Partridge, M.J. and C.E. Walters. Tonic neck reflexes in exercises of stress in man. American Journal of physical medicine. 35 (3) :144-159, 1956
- 5) 笠井達哉; 緊張性頸反射に関する研究, 国土館大学体育学部紀要 (7), 47-56, 1981
- 6) 小林一敏; スポーツの達人になる方法, オーム社,

- 1999
- 7) Magnus,R. Körperstellung.Berlin:Julius Springer.1924.
- 8) Richard A. Berger and Kirby J. Smith. Effects of the Tonic Neck Reflex in the Bench Press. Journal of Applied Sport Science Research. 5:188-191. 1991
- 9) Tokizane,T., Murao,M., Ogata,T. and Kondo,T., Electromyographic studies on tonic neck, lumbar and labyrinthine reflexes in normal persons. Jap.J.Physiol.. 2:130-146,1951
- 10) 山本高司, 猪飼道夫; 筋放電間隔からみた頸反射, 体育学研究15 (5) ,80,1971
- 11) 山本高司, 猪飼道夫; 健康成人の頸反射の筋電図学的研究, 体育学研究18 (2), 103-111, 1973
(2013. 8. 5 受理)