チンイン姿勢時の頸部筋力と筋活動

市 木 育 敏¹⁾ 浦 辺 幸 夫¹⁾ 井 手 一 茂²⁾
秋 本 剛²⁾ 鍵 森 綾¹⁾

MUSCLE STRENGTH AND ELECTROMYOGRAPHY ANALYSIS OF THE NECK DURING CHIN-IN POSTURE

YASUTOSHI ICHIKI, YUKIO URABE, KAZUSHIGE IDE,
TAKESHI AKIMOTO and AYA KAGIMORI

Abstract

Injuries of the cervical spine occur in contact sports. Generally, muscle strengthening training of the neck is performed to prevent injuries of the cervical spine. Isometric resistance training with chin-in posture exercise is recommended for strengthening the neck. However, muscle strength and electromyography (EMG) data for chin-in posture have not been reported. The purpose of this study was to validate muscle strength and EMG testing during chin-in posture. Subjects were fifteen healthy men without pathological conditions in the neck. Muscle strength data and EMG measurements were taken for maximal voluntary isometric contraction (MVIC) flexion and extension actions during normal and chin-in posture. Subjects performed MVIC using a hand-held dynamometer and surface EMG was recorded sternocleidomastoid, scalenus, upper trapezius, and splenius muscles. Results of chin-in posture showed a significant increase in muscle strength and EMG of all muscles. These results indicate the beneficial effect of chin-in posture which can increase muscle strength and prevent injuries of the neck.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 2009, 58 : 91~98)

key word : chin-in posture, muscle strength of the neck, electromyography analysis.

I . 緒 言

アメリカンフットボールやラグビーなどのコンタクトスポーツにおいて、頸椎捻挫やバーナー症候群などの頸部外傷発生率は、1試合平均1.35例との報告がある¹⁾。これは他のスポーツと比較して頸部外傷の発生頻度が高く、重大な事故に発展することから特に注意を要する。さらに、再発を繰り返す例もみられ、現場への早期復帰と再発の予防が望まれる。これらの頸部外傷の予防策として、頸部筋力の向上を図ることが一般的に行われている。

高澤ら²⁾は頸部を過度に屈曲しないように前方を見て、軽く顎を引き、胸を張り、肩甲帯をすばめない(挙上しない)ようにする姿勢が重要だと述べて

いる。この姿勢を保つことで頸部の筋収縮に集中しやすくなり、腹筋や背筋群の協調運動も行いやすくなるとしている。また、黒澤ら³⁾はこのような姿勢を保つことを意識させた頸部等尺性収縮のエクササイズを推奨している。

川野⁴⁾も同様に、頸部を屈曲させずに顎を水平に後方に引いた状態での頸部筋力トレーニングを推奨している。これは、いわゆる「チンイン(chin-in)⁵⁾」と呼ばれる姿勢である。筋肉でいえば、後頸部の頸椎伸展筋群に加え、頸椎の前側方部の胸鎖乳突筋、斜角筋群などが同時収縮を起こすことで頸部全体に胸郭がロックされた状態である。さらに頸部外傷の予防に際して、反射的にチンインできるようにすることは重要であるとされている。

¹⁾広島大学大学院保健学研究科スポーツリハビリテーション学研究室

〒734-8551 広島県広島市南区霞1-2-3

²⁾広島大学医学部保健学科理学療法専攻

〒734-8551 広島県広島市南区霞1-2-3

Department of Sport Rehabilitation, Division of PT & OT Sciences
Graduate School of Health Sciences, Hiroshima University

Division of Physical Therapy, Institute of Health Sciences
Faculty of Medicine, Hiroshima University

しかし, チンイン姿勢時に発揮される頸部筋力と頸部筋活動について述べたものは少ない. そこで本研究は, 健常男性の通常姿勢時とチンイン姿勢時の頸部筋力および筋活動を測定し比較することで, チンイン姿勢時の頸部筋力と筋活動を明らかにすることとした. チンイン姿勢時にみられる筋活動が妥当なものと考えられるなら, この姿勢によって筋活動が高まり, 今後の頸部筋力トレーニングおよび頸部外傷予防の一助を得ることになると考え研究を実施した.

Ⅱ. 対象および方法

対象は頸部に特別な既往のない健康成人男性15名とした. 年齢(平均 $\pm$ SD) 22.8 ± 1.4 歳, 身長 173.5 ± 5.8 cm, 体重 63.3 ± 6.4 kgであった. 本研究は広島大学大学院保健学研究科心身機能生活制御科学講座倫理委員会の承認を得て行った(承認番号0743).

通常姿勢とチンイン姿勢の違いを図1に示す. 両姿勢での最大等尺性頸部筋力および筋活動を記録した(図2). 頸部筋力はハンドヘルドダイナモメータ(Micro FET II, Hoggan Health社)を用いて屈曲, 伸展を測定した. 測定肢位は津山ら⁶⁾の方法に準じて, 対象を臥位とし両肩と大腿部を固定し, 等尺性筋力の測定時間は3秒間とした⁷⁾.

頸部筋活動の記録には表面筋電図(Personal-EMG, 追坂電子機器社)を用いた. 記録用電極は, 生体用

表面電極(blue sensor, Ambu A/S)を使用し, 双極誘導法を用いた. 事前に皮膚表面を皮膚前処理剤(skinpure, 日本光電工業株式会社)で研磨し, アルコール綿で清拭した. 導出筋は右側の胸鎖乳突筋(sternocleidomastoid: SCM), 斜角筋(scalenus: SC), 僧帽筋上部線維(upper trapezius: UT), 板状筋(splenius: SPL)の計4筋とし, アース電極は肩峰に貼付した. 電極は筋腹に貼付し^{8)~10)}, 電極中心間距離は20mmとした(図3). EMGのアナログ信号をサンプリング周波数1000 HzでA/D変換後パーソナルコンピュータに取り込んだ. ハイパスフィルターは10 Hz以下とした. 収録した生波形は, EMG研究用ソフトウェア(BIMTUS-Video, キッセイコムテック株式会社)を用いてroot mean square(RMS)に変換した. 各筋の活動量はManual Muscle Testing(MMT)¹¹⁾に基づいた3秒間の最大等尺性収縮時の間の1秒間のRMSを100%として正規化し比較に用いた.

統計処理には, エクセルアドインソフト(Statcel 2, オーエムエス出版)を用いた. 通常姿勢時とチンイン姿勢時での筋力および筋活動の統計学的検定には対応のあるt検定を用いた. また, チンイン姿勢時における各筋の活動量の増加率の検定には一元配置分散分析を用いた. それぞれ危険率5%未満を有意とした.

Fig. 1. Normal posture(left) and chin-in posture(right). Chin-in posture is the state drawn the jaw behind horizontally, and fixed the neck to the chest.

Fig. 2. Measurement of muscle strength and EMG.
 (a) Flexion strength and EMG
 (b) Extension strength and EMG

Ⅲ．結 果

1．頸部筋力

図 4 に頸部屈曲および伸展筋力を示す．屈曲筋力は通常姿勢で $129.8 \pm 41.5\text{N}$ ，チンイン姿勢で $138.1 \pm 41.0\text{N}$ であった．伸展筋力は通常姿勢で $238.7 \pm 29.1\text{N}$ ，チンイン姿勢で $248.1 \pm 25.0\text{N}$ であった．屈曲，伸展筋力ともにチンイン姿勢時の方が有意に高かった ($p < 0.05$)．

2．頸部筋活動

図 5 に通常姿勢およびチンイン姿勢時の頸部筋の活動量を示す．屈曲時の筋活動は，通常姿勢で胸鎖乳突筋は MVC に対して $82.3 \pm 19.5\%$ ，斜角筋は

$87.1 \pm 29.7\%$ ，僧帽筋上部線維は $37.8 \pm 37.2\%$ ，板状筋は $76.4 \pm 19.6\%$ であった．チンイン姿勢では，胸鎖乳突筋は $93.9 \pm 26.0\%$ ，斜角筋は $100.5 \pm 34.9\%$ ，僧帽筋上部線維は $51.3 \pm 48.1\%$ ，板状筋は $94.6 \pm 34.7\%$ であった．また，頸部伸展時の筋活動は，通常姿勢で胸鎖乳突筋は $7.8 \pm 6.7\%$ ，斜角筋は $29.2 \pm 11.3\%$ ，僧帽筋上部線維は $20.5 \pm 16.4\%$ ，板状筋は $80.7 \pm 13.4\%$ であった．チンイン姿勢では胸鎖乳突筋は $21.7 \pm 21.7\%$ ，斜角筋は $34.1 \pm 16.0\%$ ，僧帽筋上部線維は $28.8 \pm 22.2\%$ ，板状筋は $87.5 \pm 15.1\%$ であった．屈曲，伸展ともに，すべての筋の活動量においてチンイン姿勢時の方が有意に高かった ($p < 0.05$)．

チンイン姿勢時における各筋の活動量の増加率に

Fig. 3. Location of electrodes on a subject.

Fig. 4. Neck strength during normal posture and chin-in posture.

* $p < 0.05$

ついて、結果を表1にまとめた。屈曲時は、胸鎖乳突筋で $13.6 \pm 15.7\%$ 、斜角筋で $16.1 \pm 19.2\%$ 、僧帽筋上部線維で $62.2 \pm 84.1\%$ 、板状筋で $24.6 \pm 35.4\%$ であり、僧帽筋上部線維の活動量の増加率が胸鎖乳突筋、斜角筋に対して有意に高かった($p < 0.05$)。伸展時は胸鎖乳突筋で $182.8 \pm 176.3\%$ 、斜角筋で $16.3 \pm 29.3\%$ 、僧帽筋上部線維で $47.6 \pm 38.7\%$ 、板状筋で $9.2 \pm 12.4\%$ であり、胸鎖乳突筋の活動量の増加率が斜角筋、僧帽筋上部線維、板状筋に対して有意に高かった($p < 0.01$)。

IV. 考 察

スポーツ活動中において、頸部が他の関節と大きく異なる点は「関節を動かす」という動作に加え、「その部位を固定し安定させる」という等尺性運動(isometric)的な使い方が圧倒的に多いことである³⁾。頸部周囲筋は同時収縮することにより頸椎柱を短縮させる軸圧として働き、頸椎列を安定化させると考えられている¹²⁾。フットボールなどのコンタクトスポーツで起こる頸部の重症外傷のメカニズムとして、頸椎の軽度屈曲位による垂直力、過屈曲力や過伸展力、回旋力などが作用していることから^{13), 14)}、瞬時に頸部を固定するために筋を働かせる必要がある。それゆえ、頸部の筋力強化方法としては等尺性収縮を用いた運動や、さまざまなstability exerciseが推奨されている^{2), 4)}。この際に、頸部リハビリテーションにおける基本姿勢であるチンインの状態を意識させることが重要であると考えられている^{2)~4)}。

本研究は、通常姿勢時とチンイン姿勢時の頸部筋力および筋活動を測定し比較することで、チンイン姿勢の効果を検討した。今回の結果より、チンイン姿勢の方が発揮される筋力および筋活動がより高まることを確認できた。これはチンイン姿勢をとることにより、胸鎖乳突筋、斜角筋などの屈曲筋群や僧帽筋上部線維、板状筋などの伸展筋群が同時収縮し、筋活動が高まった結果であると考えられる。これが頸部筋力発揮の増加につながったと思われる。つまり、通常姿勢とチンイン姿勢とは異なる筋収縮の様式を示すといえよう。また、チンイン姿勢時における各筋の活動量の増加率を検討した結果、屈曲時には僧帽筋上部線維、伸展時には胸鎖乳突筋の活動量の増加率が大きかった。この姿勢をとることで各運動方向において、通常姿勢では活動量の少ない筋の活動量も増加したといえる。つまり、この2筋の活動量の増加が頸部筋力発揮の増加に最も影響を与えたものと考えられる。

頸部トレーニングにおけるチンイン姿勢の有効性について考えたい。コンタクトスポーツにおける頸部外傷の予防策として筋力強化が多くとなえられている^{1), 6), 22)}。特にアメリカンフットボールやラグビーのタックル時には前方から外力を受けることが多く、頸部の過伸展を防ぐために屈曲の主動作筋である胸鎖乳突筋の強化が必要である。屈曲筋力を強化しなければ、頸部の傷害発生率が高くなるとの報告もある^{15), 16)}。さらに、Bauerら¹⁷⁾は頭部に強い衝撃が加わる際、僧帽筋よりも先に胸鎖乳突筋が活動し、この先行的な筋活動の役割が重要であるとし

ている．本研究の結果より，チンイン姿勢時に胸鎖乳突筋の筋活動が高まったことから，チンイン姿勢で頸部トレーニングを行うことで効率よく胸鎖乳突筋を鍛えることができると思われる．

僧帽筋上部線維は後頭骨，項靭帯に起始し，鎖骨に停止する．この機能解剖学的観点から，僧帽筋上部線維は頸部伸展運動の動作筋であるとともに頭頸部と体幹を固定する役割を果たしている．このことから，頸部周囲筋のみならず僧帽筋上部線維の強化も重要であるといわれている^{18),19)}．さらに，岡本ら²⁰⁾は頸部の損傷事故は頸椎中位から下位に多く発生することから肩上部を強化することが重要であると述べている．しかし，Coneleyら²¹⁾は，MRIのT2値を用いて頸部伸展時の頸部筋の動きを調べた結果，多裂筋，頭頸半棘筋，頭板状筋，頭頸最長筋

が主動的に働き，僧帽筋の働きは少なかったと報告している．本研究においても頸部伸展時の僧帽筋上部線維の活動量は板状筋に比べて少なく，この報告と一致している．このため，僧帽筋のトレーニングを行う際，頸部の等尺性運動だけでは不十分であると思われる．しかし，チンイン姿勢で等尺性運動を行うことで，僧帽筋上部線維の活動量を大幅に増加させることができるという点で有効になる可能性がある．これらのことから，チンイン姿勢での頸部トレーニングは，胸鎖乳突筋や僧帽筋上部線維などの重要とされる筋を効率よく鍛えることができるかもしれない．

一般的に頸部のトレーニングは等張性および等尺性収縮による運動にて行われていることが多い．しかし，重い錘を頭からぶら下げて頸椎を屈曲・伸

Fig. 5-1. While the MIVC flexion action.

Fig. 5-2. While the MIVC extension action.

Fig. 5. Muscle activities during normal posture and chin-in posture.

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

SCM: sternocleidomastoid SC: scalenus UT: upper trapezius SPL: splenius.

Table 1. The rate of increase of EMG during chin-in posture.

Muscle	MIVC flexion action	MIVC extension action
	mean±SD(%)	mean±SD(%)
sternocleidmastoid	13.6±15.7	182.8±176.3
scalenus	16.6±19.1	16.5±29.3
uper trapezius	62.2±84.1	47.6±38.7
splenius	24.6±35.4	9.2±12.4

*_p<0.05 **_p<0.01

展・側屈させるような、関節運動を伴った抵抗運動やブリッジなどは、かえって頸椎に慢性的なストレスや強い軸圧を与えてしまい、後弯変形や骨棘形成などの不可逆な頸椎症性変化をきたす可能性がある³⁾。そのため、頸部トレーニングは等尺性収縮で行うことが推奨される。このときに、チンイン姿勢をとることで頸部屈曲筋群および伸展筋群の筋活動を同時に高めることができ、頸部の安定性が得られる。このため、チンイン姿勢は安全性の点からも頸部筋力トレーニングに効果的であると考えられる。

また、今回の結果からチンイン姿勢は頸部外傷予防に対しても有効と考えた。チンイン姿勢に比べ、通常姿勢での頸椎アライメントは前弯しているため可動性が大きい。このため、頸部筋を等尺性収縮させても屈曲および伸展方向から外力を受けた場合に、過伸展、過屈曲しやすくなる。例えば、選手が後方から体当たりされたときに、頭部が後方に残った状態で身体が前方へ変位し、頸部過伸展していわゆる鞭打ち様の損傷を起こすことがある²⁾。さらに、ヘッドアップすなわち顎が前方に突き出されて上がる状態では、胸鎖乳突筋は頸椎の伸展筋群として作用し、前方からの外力に対して弱くなる。この外力を筋収縮で吸収しきれなくなり、頸部の骨性組織や椎間板、靱帯のような軟部組織に悪影響を及ぼす。さらに、顎が上がると相手選手とのコンタクトの際

に重要とされる下肢の伸筋群や腹筋の収縮が姿勢反射のひとつである頸反射のために抑制され、相手選手からの前方からの衝撃に対して受身が総合的に弱くなり、障害予防の視点に加えスポーツパフォーマンスを考える上でもマイナスになる²²⁾。このような状況に対して反射的にチンインできるようにすることが大切と述べられている²⁾。

チンインすることにより頸椎のアライメントが直線化するため⁵⁾、矢状面上での可動性が少なくなることが考えられる。そして、頸部の後部にある頸部伸展筋群に加え、前側方部にある胸鎖乳突筋、斜角筋などが同時収縮して頸部全体が胸部にロックされた状態となる²⁾。これらのことから、チンイン姿勢は頸部外傷の予防にも有効であると考えられる。しかし、実際の競技では相手選手とヘッドタックルでコンタクトした際、最大で頭頸部に約5,880Nの力が加わるとされている²²⁾。このため、競技においてチンイン姿勢が頸部外傷予防に本当に効果的であるかについては、今後検討が必要である。

V. 結 語

1. 通常姿勢時とチンイン姿勢時の頸部筋力および筋活動を測定した。
2. チンイン姿勢時の頸部筋力および筋活動は通常姿勢時と比べ、有意に高値を示した。
3. チンイン姿勢が頸部トレーニングおよび外傷予

防に効果的であることが示唆された。

(受理日 平成20年10月18日)

文 献

- 1) 阿部 均．アメリカンフットボールにおける頸部の外傷・障害 3．頸部のメディカルチェックと医学的な予防対策．臨床スポーツ医学 (1999), **16** (11), 1251-1258.
- 2) 高澤祐治, 黒澤 尚, 山本和宏, 永山正隆．頸部周囲の筋力強化方法～コンタクトスポーツにおける回復期のリハビリテーション～．整形・災害外科 (2005), **48** (5), 539-546.
- 3) 黒澤 尚, 高澤祐治．コンタクトスポーツに特有な外傷 - 頸部の外傷について - . 治療 (2006), **88** (6), 1736-1741.
- 4) 川野哲英．ファンクショナルエクササイズ, 第1版, 124-127, ブックハウスHD, 東京, 2004.
- 5) Penning, L. The cervical spine, 2nd ed., Function Anatomy of joints and discs., The cervical spine research society editorial committee, (1999), 33-56.
- 6) 津山 薫, 藤城仁音, 中嶋耕平, 中里浩一, 中嶋寛之．大学アメリカンフットボール選手の頸部筋力に関する研究 競技レベル, 学年, 経験年数を指標として．体力科学 (1999), **48** (2), 251-263.
- 7) 野村耕三．頸部疾患における等尺性頸部筋力に関する臨床的検討．山口医学 (1988), **37** (2), 137-152.
- 8) Falla, D., Alba, D.P., Rainoldi, A., Merletti, R., Jull, G. Location of innervation zones sternocleidomastoid and scalene muscles — a basis for clinical and research electromyography applications. Clinical Neurophysiology (2002), **113** (1), 57-63.
- 9) Strimpakos, N., Georgios, G., Eleni, K., Vaailios, K., Jacqueline, O. Issue in relation to the repeatability of and correlation between EMG and Borg scale assessment of neck muscle fatigue. Journal of Electromyography and Kinesiology. (2005), **15** (5), 452-465.
- 10) Falla, D., Rainoldi, A., Merletti, R., Jull, G. Myoelectric manifestations of strenocleidomastoid and anterior scalene muscle fatigue in chronic neck pain patients. Clinical Neurophysiology (2003), **114** (3), 488-495.
- 11) Helen J. Hislop, Jacqueline Montgomery 著, 津山直一 訳．新・徒手筋力検査法, 協同医書出版社, 東京, (2003).
- 12) 下条仁士．アメリカンフットボールにおける頸部の外傷・傷害 1．頸部外傷の実態と発生機序．臨床スポーツ医学 (1999), **16** (11), 1233-1240.
- 13) Funk, F. F., Wells, R. E. Injuries of the cervical spine in football. Clin Orthop Relat Res, (1975) (109), 50-58.
- 14) Albright, J. A. Head and neck injuries in college football: An eight year analysis. American J. Sports Med., (1985) **13** (3), 147-152.
- 15) Torg, J. S., Gulle J. T., Jaffe S. Injuries to the cervical spine in American football players. J Bone Joint Surg Am, (2002) **84-A** (1), 112-122.
- 16) Torg, J. S., Truex, R., Quedenfeld, T. C. The national football head and neck injury registry. JAMA, (1979) **241** (14), 1477-1479.
- 17) Bauer, J. A., Thomas, T. S., Cauraugh, J. H., Kaminski, T. W., Hass, C. J. Impact forces and neck muscle activity in heading by collegiate female soccer players. J. Sports Sci, (2001) **19** (3), 171-179.
- 18) 津山 薫, 山本洋祐, 中里浩一, 中嶋寛之．柔道競技者における動的な頸部筋力トレーニングが頸部の筋力と筋断面積に及ぼす効果．体力科学 (2005), **54** (3), 249-258.
- 19) 下条仁士．リハビリテーションプログラム—早期復帰のためのトレーニング指導—(13)バーナー症候群．臨床スポーツ医学 (1998), **15** (9), 1015-1019.
- 20) 岡本直輝, 伊坂忠夫, 福川 敦．頸部の筋力トレーニングと脱トレーニングが頸部筋力に及ぼす影響．体力科学 (1997), **46** (2), 201-210.
- 21) Conely, M. S., Meyer, R. A., Bloomberg, J. J., Feeback, D. L., Dudley, D. A. Noninvasive analysis of human neck function, Spine, (1995) **20** (23), 2505-2512.
- 22) 下條仁士．バイオメカニクスからみたアメリカンフットボールに頸椎損傷予防．臨床スポーツ医学 (2001), **18** (1), 59-64.