頭頸部屈曲テストにおける頸部超音波画像の変化

Changes in Ultrasonography Images of the Neck in the Craniocervical Flexion Test

一瀬 裕介¹⁾ 久保 晃²⁾

YUSUKE ICHINOSE, RPT, MS¹⁾, AKIRA KUBO, RPT, PhD²⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Social Medical Corporation Hakuikai, Kamma Memorial Hospital: 2-5 Daikoku-cho, Nasushiobara-shi, Tochigi 325-0046, Japan TEL +81 287-62-0733 E-mail: tppgw635@ybb.ne.jp

²⁾ Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

Rigakuryoho Kagaku 31(6): 835-839, 2016. Submitted May 24, 2016. Accepted Jul. 21, 2016.

ABSTRACT: [Purpose] We investigated whether ultrasonography can detect changes in the right and left sternocleidomastoid (SCM) and longus colli (LC) muscles between different loads in the craniocervical flexion test. [Subjects and Methods] The subjects were 12 male and 12 female healthy adults. Still images of the subjects at rest, and at 5 different loads in the craniocervical flexion test, were captured by ultrasonography. The thicknesses of SCM and LC, and the cross-sectional area of LC were measured on the images. [Results] The cross-sectional area of LC on the non-dominant side showed a large value compared with that on the dominant side. In the craniocervical flexion test, the cross-sectional areas of both the right and left LC showed significant increases at loads greater than the intermediate level. [Conclusion] Changes in LC muscle activity can be verified on ultrasonography images, suggesting its usefulness as a test feedback method.

Key words: longus colli, craniocervical flexion test, ultrasonography image

要旨:〔目的〕頭頸部屈曲テスト施行時の各負荷段階における左右の頸長筋、胸鎖乳突筋の変化を、超音波診断装置を用いて捉えることができるかを検討した。〔対象と方法〕健康成人男性12名、女性12名とした。安静時と頭頸部屈曲テストの5段階負荷において、超音波診断装置を用いて静止画を抽出した。胸鎖乳突筋筋厚、頸長筋筋厚、頸長筋横断面積を計測した。〔結果〕頸長筋横断面積は利き手側に対して非利き手側において大きな値を示した。頭頸部屈曲テストにおける頸長筋横断面積は、中等度以上の負荷において左右とも有意な増加を示した。〔結語〕頸長筋の超音波画像は、頸長筋の筋活動変化を確認でき、テストのフィードバック手段としての有用性が示唆された。

キーワード: 頸長筋、頭頸部屈曲テスト、超音波画像

¹⁾ 社会医療法人博愛会 菅間記念病院 リハビリテーション科：栃木県那須塩原市大黒町2-5 (〒325-0046) TEL 0287-62-0733

²⁾ 国際医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科

受付日 2016年5月24日 受理日 2016年7月21日

I. はじめに

頸部痛は比較的良好にみられる症状であり、約70%の人が一生のうちになんらかの形で患うと言われている¹⁾。本邦においては、平成22年度に厚生労働省が実施した国民生活基礎調査²⁾による有訴率は、肩こりが男性で2位、女性で1位となっている。肩こりは本邦独特の表現であり、欧米では頸部痛 (neck pain)、頸のこり (stiff neck) と捉えられており、広義での頸部痛として考えられる。Wright ら³⁾はアメリカにおけるデータで、頸部痛の年間労働災害補償額は腰痛に次いで2番目に高かったと報告しており、本邦におけるデータと類似する。さらに頸部痛は慢性化しやすく、再発率も高い⁴⁾ことから、生活の質 (quality of life: QOL) に大きく影響を及ぼすとされており¹⁾、理学療法の対象として今後増加していく可能性が高い。

頸椎は頭部の支持と運動に作用しており、高い運動性を有している反面、その運動を制御する安定性が求められる。頸椎は深層筋群に覆われており、これらの筋群は頸椎の分節的安定性に適した形態をしている⁵⁾。前方では頭長筋、頸長筋 (Longus Colli, 以下 LC)、前頭直筋が、頸椎前彎の増強を抑制しており、これら深層の屈筋群と伸筋群が姿勢保持の共同筋として活動することで、頭部前方位になることを防いでいる¹⁾。頸部痛患者は、コンピュータ課題を遂行することで頭部が前方に変位することが報告されており⁶⁾、日常的な課題遂行下における頸部深層筋群の重要性が示されている。本邦においても、厚生労働省より VDT (Visual Display Terminals) 作業における労働衛生管理のためのガイドライン⁷⁾が策定されており、産業分野における労働衛生管理として重要視されている。

頸部痛患者の筋機能に関しては、筋電図、MRI、超音波などを用いた研究⁸⁻¹⁴⁾がなされている。なかでも筋電図を用いた研究では、頸部痛患者による頭頸部の運動において、LCの活動が抑制されることが示されている¹⁰⁾。

Julia ら¹⁾は、頸部深層屈筋群に対する間接的テストとして頭頸部屈曲テスト (Craniocervical Flexion Test: CCFT) を開発した。このテストは、圧バイオフィードバックを用いて運動負荷の調節とモニタリングを行うことができ、頸部痛患者と対照者を鑑別できる¹⁰⁾ことと、トレーニング後の変化に対する感度が高く、アウトカム指標として適していることが示されている¹⁵⁾。CCFTは頸を引くように上位頸椎を屈曲することで、LCを始めとした頸部深層屈筋群を活動させる運動であり、その強度を後頭下に挿入した圧センサーによってフィードバックするものである。安静時の圧を20 mmHgに設定し、運動によって2 mmHgずつ圧を上昇させ、30 mmHgを上限とする5段階のテストであり、筋の強

さではなく正確性と持久性が重要視される。しかし、頭部を後方へ押し付けたり、胸鎖乳突筋 (Sternocleidomastoid, 以下 SCM) や斜角筋を収縮させたりすることでも圧の変化が起こるため、テストの正確性の判断が重要になる。その正確性のフィードバックは、検者の視診・触診による主観的評価にとどまっており、また CCFT を用いた頸部深層屈筋群の活動性の研究の多くは、ワイヤー筋電図によって行われている⁸⁻¹⁰⁾ことから、理学療法の臨床場面で用いることは困難であると思われる。Falla ら¹⁰⁾は CCFT 施行時の筋活動を調査し、頸部痛患者では低負荷段階からの LC の活動性低下と、SCM の活動性増加を報告しており、またコントロール群においても30 mmHgの負荷においてはSCMの有意な増加が認められたと述べている。斎藤ら¹⁶⁾は、深部筋には表在筋とは異なる機能が求められ、表在筋から独立した収縮を再学習する必要性を説いており、超音波画像を用いてリアルタイムにモニターするバイオフィードバック療法が有用であるとしている。CCFTにおいても、超音波画像を用いて安静時と各負荷段階におけるLCおよびSCMの変化を捉えることができれば、臨床において非常に有用な評価手段になり得ると思われる。

安静時におけるLCのサイズを、超音波画像を用いて測定した研究はいくつか報告されており、筋厚 (Anterior Posterior Dimension, 以下 APD) および筋横断面積 (Cross Sectional Area, 以下 CSA) の計測において、その信頼性が示されている¹²⁻¹⁴⁾。四肢、体幹の筋のサイズは利き側の影響を受け、左右差があることが諸氏により報告されており¹⁷⁻²⁰⁾、頸部の筋は上肢の利き側の影響を受けることが予想される。

本研究では、超音波診断装置を用いて CCFT 施行時の各負荷段階における頸長筋の APD、CSA および SCM の APD の測定が、臨床における有用なフィードバックとなり得るかを、利き手側、非利き手側を比較して明らかにすることを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、過去に頸部の疾病や外傷などの既往のない健康成人24名 (男性12名、女性12名、年齢: 21.5 ± 2.0 歳、身長: 166.1 ± 7.9 cm、体重: 60.4 ± 10.7 kg、BMI: 21.8 ± 3.0 kg/m²、利き手: 右22名、左2名) とした。対象者には、書面および口頭で研究の趣旨と目的を説明し、書面で同意を得た。なお、本研究は国際医療福祉大学研究倫理審査委員会の承認 (承認番号: 13-10-142) を得て実施した。

2. 方法

測定には、超音波診断装置 (sonosite180plus,

sonosite 社製) を使用し, Javanshir ら¹²⁾の方法に従い, リニア型プローブ (5-10 MHz) を頸部長軸に対して垂直に当てることで LC および SCM の断面画像を抽出した. 測定高位は, LC が頸長筋と重複せず, 境界が鮮明な画像の抽出が可能であるとされる¹⁵⁾第 6 頸椎レベルとなるように, 甲状軟骨底部より 2 cm 下方にマーキングし, これをランドマークにイメージングした (図 1).

CCFT 施行時の測定は, Jull ら¹⁾の方法に準じて実施した. 開始肢位はプラットホーム上での背臥位で, 膝関節屈曲位とした. 顔のラインが水平になるようにし, 頸部を長軸に対して 2 等分した線とプラットホームも水平になるように頸部を中間位とした. 被験者によっては頸部が伸展位となる場合があるので, タオルを必要な高さになるように折って後頭部の下に置いた. 上位頸椎部に, 後頭部に接するように圧バイオフィードバック (スタビライザー, Chattanooga 社製) を置き, モニター部分はプラットホームから 40 cm の高さで, 下顎の直上になるように固定した. 頸部が中間位であることを確認したうえで, 圧センサーが 20 mmHg になるまで空気を入れ, これを基準値とし, この時に安静時画像を抽出した. 頭頸部屈曲運動を行うことで, 基準値である 20 mmHg から 2 mmHg ずつ, 30 mmHg までの 5 段階の筋収縮を行い, それぞれにおいて 10 秒間保持し, 10 秒経過した時点での静止画像を抽出した. 被験者には事前に, 筋力ではなく, 筋の正確性と制御能力のテストであることを十分に説明した. 測定開始前に十分な練習を行い, モニターを見ながら頭頸部を屈曲させ, SCM, 斜角筋の収縮が起きていないことを被験者自身で確認した. 運動の指示は, 「はい」と頷くように, 「後頭部を上方へ滑らせるように」の 2 種類で統一した. 測定は両側の LC に対して 1 回ずつ, 2 回実施した. 安静時と, CCFT 施行時 5 段階の計 6 条件で得られた画像に対し, 画像解析ソフト image J を用いて, LC の APD, CSA, SCM の APD を計測した. APD は最大距離を選択し, APD, CSA とともにアウトラインの高輝度領域は計測範囲に含まないこととした.

統計解析には, IBM SPSS statistic 20.0 を使用し, 利き手側, 非利き手側の比較には対応のある t 検定を行った. また CCFT の各負荷段階における LC および SCM のパラメータの変化を明らかにするため, 反復測定一元配置分散分析を行い, その後, Bonferroni の多重比較検定を行った. 有意水準は 5% とした.

III. 結果

CCFT 施行時の LC および SCM のパラメータ変化を表 1 に示した. LC の CSA において, 全ての条件で非利き手側が有意に大きい値を示した. LC, SCM とともに APD では, いずれの条件においても左右差は認められ

図 1 頸長筋超音波画像

- ① Longus Colli (LC) : 頸長筋
- ② Carotid Artery : 内頸動脈
- ③ Sternocleidomastoid (SCM) : 胸鎖乳突筋

なかった.

利き手側 LC においては, APD, CSA とともに安静時に対して 24 mmHg 以上の負荷で有意に増加した. 非利き手側 LC では, APD, CSA とともに安静時に対して 26 mmHg 以上の負荷で有意に増加した. LC の APD, CSA とともに全体的には安静時もしくは低負荷に対して, 中等度以上の負荷において増加がみられたが, 利き手側, 非利き手側に限らず, 安静時に対して低負荷である 22 mmHg においては有意な変化はみられなかった. SCM の APD は, どの条件においても有意な変化はみられなかった.

IV. 考察

LC, SCM とともに APD では左右差がみられなかったが, LC の CSA では全ての条件で有意差がみられた. これは, 単純に筋のサイズを計測する場合, APD を代表値とするのではなく, CSA を採用することの有用性を示している. 筋の CSA の左右差について検討された先行研究は多く散見されており, テニスや野球選手における上肢では利き手側の筋の CSA が大きく, 体幹では非利き手側の方が大きい傾向を示すことが報告されている¹⁷⁻²⁰⁾. 長谷川ら²¹⁾はまた, 投動作, 打動作を伴う競技者において, 非利き手側の内腹斜筋の APD に一側有意性がみられるが, 下肢ではみられなかったと述べており, 競技特性の影響を示唆している. LC は両側性に収縮することで頸椎の前彎を立て直し, これは頸椎の安定化にきわめて重要な役割を果たすとされている²²⁾. しかし, スポーツや日常生活において, 左右対称な動作は

表1 CCFT 施行時の頸長筋パラメータ変化

		安静時	22 mmHg	24 mmHg	26 mmHg	28 mmHg	30 mmHg
LC	APD (cm)						
	利き手側	0.87 ± 0.17	0.91 ± 0.20	0.93 ± 0.19*	0.94 ± 0.19**	0.96 ± 0.20**	0.96 ± 0.17**
	非利き手側	0.92 ± 0.15	0.93 ± 0.15	0.96 ± 0.14	1.00 ± 0.16**§	1.02 ± 0.15**§	1.01 ± 0.15**
	CSA (cm ²)						
SCM	利き手側	0.81 ± 0.16	0.88 ± 0.19	0.91 ± 0.18**	0.95 ± 0.18**††§	0.97 ± 0.22**††§§	0.97 ± 0.21**††
	非利き手側	0.93 ± 0.19¶	0.98 ± 0.21¶	1.02 ± 0.20¶	1.06 ± 0.19**†¶	1.09 ± 0.22**†¶	1.09 ± 0.22**†¶¶
	APD (cm)						
	利き手側	0.97 ± 0.23	0.97 ± 0.23	0.98 ± 0.23	0.99 ± 0.22	0.97 ± 0.20	0.98 ± 0.22
	非利き手側	0.98 ± 0.22	1.00 ± 0.22	0.99 ± 0.20	0.99 ± 0.21	1.00 ± 0.20	1.01 ± 0.20

CCFT: Craniocervical Flexion Test, LC: Longus Colli, SCM: Stenocleidomastoid, APD: Anterior Posterior Dimension, CSA: Cross Sectional Area. 安静時との比較 (**: $p<0.01$), 22 mmHg との比較 (†: $p<0.05$, ††: $p<0.01$), 24 mmHg との比較 (§: $p<0.05$, §§: $p<0.01$), 利き手側と非利き手側間の比較 (¶: $p<0.01$).

ほとんどなく、頸部においては上肢の活動に対する姿勢制御や、カップリングモーションなど、高度な動きを求められる。このような状況で、LCの左右対称な筋収縮が得られることは困難であることが予想される。和田ら²³⁾は、肩関節屈曲運動時の体幹深部筋の反応時間を測定し、非挙上側の腹横筋、内腹斜筋、多裂筋が有意に早く活動することを報告している。LCも、上肢挙上運動におけるフィードフォワード機構としての機能が示されている⁹⁾。スポーツ競技者でなくても、日常生活において利き手を優位に使用していることは容易に想像でき、非利き手側LCの一側有意性や、フィードフォワード機構としての活動の早さが存在するものと思われる。以上より、単純に左右差を比較するよりは、利き手を考慮するべきであり、本研究では非利き手側においてCSAが有意に大きな値を示した。これは、スポーツや日常生活における利き手側上肢の動きに対して、非利き手側LCがフィードフォワード機構として、また頸椎分節的安定化機構として優位に活動していることが考えられる。

次にCCFT施行時の各パラメータの変化について考察する。Fallaら¹⁰⁾は筋電図を用いてCCFT施行時の筋活動を調査し、頸部痛患者では低負荷段階からのLCの活動性低下と、SCMの活動性増加を報告している。また、コントロール群においても30 mmHgの負荷においてはSCMの有意な活動性増加を認めたと述べている。本研究では30 mmHgの負荷においてもSCMのAPDに有意な増加はみられなかった。CCFTにおけるSCMの活動はLCの代償的活動と考えられるが、本研究結果ではAPDの変化として捉えることはできなかった。超音波画像を用いたCCFTの正確性のフィードバックは、LCの変化を捉えることが望ましいと思われる。

LCは、両側ともAPD、CSAにおいて有意な増加がみられたが、その多くは安静時に対する運動時の増加、もしくは低負荷に対する中等度以上の負荷での増加であり、各負荷段階間においては必ずしも変化がみられな

かった。しかし、安静時に対しての変化はみられているため、LCが活動しているか否かの判断は可能である。これはCCFT施行時におけるLCの筋活動の正確性の判断として、臨床応用という観点において非常に有用であると思われる。また、LCのCSAでは全ての負荷段階において左右差が見られたが、APDではいずれにおいても差は見られなかった。APDは簡便な計測が可能であるが、左右差を比較する場合、CSAの計測が望ましいことが示唆された。

本研究ではAPD、CSAの増加をLCの筋活動と捉えて実施した。これまでにAPDと筋活動の関係については様々な報告がされており、McMeekenら²⁴⁾は、腹横筋のAPDと筋活動量との間に相関があることを述べているが、Hodgesら²⁵⁾やBrownら²⁶⁾は逆説的に、直線関係はないと述べている。頸部の筋におけるこのような先行研究は見当たらないが、直線関係となることは考えがたい。最近の研究では、せん断波エラストグラフィが用いられており、筋硬度評価と筋活動の関連が示唆されている²⁷⁾。中村ら²⁸⁾も、APD増減よりも筋硬度増減の方が発揮筋力や筋活動量の推定に有効である可能性を述べており、LCの評価についても今後の検討が必要である。

超音波画像によって得られるAPDやCSAから、筋活動量を測ることに限界があることが考えられる。しかし、今回の結果でも分かるように、安静時と比較して収縮が得られているかどうかについての妥当性は過去の研究によって明らかであり、Hodgesら²⁵⁾も等尺性収縮における個々の筋の同定に対する有用性を示唆している。超音波画像を用いてLCのAPDやCSAを計測することは、CCFT施行時のLCの活動をフィードバックする上で、利き手側については24 mmHg以上、非利き手側については26 mmHg以上の負荷において有用であることが示唆された。

引用文献

- 1) Jull G, Sterling M, Falla D, et al.: 頸部障害の理学療法マネジメント. 新田 収・他 (監訳), ナップ, 東京, 2009, pp3-5, 136-138.
- 2) 厚生労働省大臣官房統計情報部: 平成26年国民生活基礎調査 (平成25年) の結果から. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/dl/20-21-h25.pdf> (閲覧日2015年1月19日).
- 3) Wright A, Mayer T, Gatchel R: Outcomes of disabling cervical spine disorders in compensation injuries. A prospective comparison to tertiary rehabilitation response for chronic lumbar spinal disorders. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1999, 24(2): 178-183.
- 4) Gore DR, Sepic SB, Gardner GM, et al.: Neck pain: A long-term follow-up of 205 patients. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1987, 12(1): 1-5.
- 5) Boyd-Clark LC, Briggs CA, Galea MP: Muscle spindle distribution, morphology, and density in longus colli and multifidus muscles of cervical spine. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2002, 27(7): 694-701.
- 6) Falla D, Jull G, Russell T, et al.: Effect of neck exercise on sitting posture in patients with chronic neck pain. *Phys Ther*, 2007, 87(4): 408-417.
- 7) 厚生労働省: 新しい「VDT作業における労働衛生管理のためのガイドライン」の策定について. <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2002/04/h0405-4.html> (閲覧日2015年1月19日).
- 8) Jull G, Kristjansson E, Dall'Alba P: Impairment in the cervical flexors: A comparison of whiplash and insidious onset neck pain patients. *Man Ther*, 2004, 9(2): 89-94.
- 9) Falla D, Jull G, Hodges PW: Feedforward activity of the cervical flexor muscles during voluntary arm movements is delayed in chronic neck pain. *Exp Brain Res*, 2004, 157(1): 43-48.
- 10) Falla D, Jull G, Hodges PW: Patients with neck pain demonstrate reduced electromyographic activity of the deep cervical flexor muscles during performance of the craniocervical flexion test. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2004, 29(19): 2108-2114.
- 11) Cagnie B, Dolphens M, Peeters I, et al.: Use of muscle functional magnetic resonance imaging to compare cervical flexor activity between patients with whiplash-associated disorders and people who are healthy. *Phys Ther*, 2010, 90(8): 1157-1164.
- 12) Javanshir K, Mohseni-Bandpei MA, Rezasoltani A, et al.: Ultrasonography of longus colli muscle: A reliability study on healthy subjects and patients with chronic neck pain. *J Bodyw Mov Ther*, 2011, 15(1): 50-56.
- 13) Cagnie B, Derese E, Vandamme L, et al.: Validity and reliability of ultrasonography for the longus colli in asymptomatic subjects. *Man Ther*, 2009, 14(4): 421-426.
- 14) Jesus FM, Ferreira PH, Ferreira ML: Ultrasonographic measurement of neck muscle recruitment: A preliminary investigation. *J Man Manip Ther*, 2008, 16(2): 89-92.
- 15) Jull G, Trott P, Potter H, et al.: A randomized controlled trial of exercise and manipulative therapy for cervicogenic headache. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2002, 27(17): 1835-1843.
- 16) 斎藤昭彦, 村上幸士: 超音波画像を用いた体幹の評価. 理学療法, 2014, 31(1): 41-47.
- 17) 長谷川伸, 小野高志: 野球投手の筋厚の非対称性とボールスピードの関係. 体力科学, 2012, 61(2): 227-235.
- 18) 長谷川伸, 館 俊樹, 佐々木宏・他: 大学野球選手の回旋腱板筋ならびに三角筋の形態および筋力特性. 体力科学, 2003, 52(4): 407-419.
- 19) 長谷川伸, 館 俊樹, 斎藤恵一・他: 野球投手の回旋腱板筋 (rotator cuff muscles) と三角筋のMRI法による筋量分析とその筋力特性. 体力科学, 2004, 53(5): 483-492.
- 20) Silva RT, Gracitelli GC, Saccol MF, et al.: Shoulder strength profile in elite junior tennis players: Horizontal abduction and abduction isokinetic evaluation. *Br J Sports Med*, 2006, 40(6): 513-517.
- 21) 長谷川伸, 船津京太郎: 投動作, 打動作を伴う競技者の筋厚における一側優位性. 体力科学, 2013, 62(3): 227-235.
- 22) Kapandji AI: カパンジー機能解剖学 Ⅲ脊椎・体幹・頭部. 塩田悦人 (訳), 医歯薬出版, 東京, 2011, pp238-239.
- 23) 和田裕介, 金岡恒治, 竹村雅裕・他: 上肢挙上運動時の体幹深部筋の筋反応時間解析. 日本臨床スポーツ医学会誌, 2013, 21(2): 396-402.
- 24) McMeeken JM, Beith ID, Newham DJ, et al.: The relationship between EMG and change in thickness of transversus abdominis. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2004, 19(4): 337-342.
- 25) Hodges PW, Pengel LH, Herbert RD, et al.: Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle Nerve*, 2003, 27(6): 682-692.
- 26) Brown SH, McGill SM: A comparison of ultrasound and electromyography measures of force and activation to examine the mechanics of abdominal wall contraction. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2010, 25(2): 115-123.
- 27) 稲見崇孝, 清水卓也, 三木貴弘: ヒト骨格筋における超音波エラストグラフィの基礎理論と臨床応用. 日本整形外科スポーツ医学会雑誌, 2014, 34(1): 2-10.
- 28) 中村雅俊, 市橋則明: 超音波画像を用いた筋組織の評価. 理学療法, 2014, 31(1): 24-31.