固有背筋の表面筋電電極貼付け位置の検討

Investigation of Attachment Sites of Surface Electromyograph Electrodes for Intrinsic Back Muscles

久田 智之¹⁾ 工藤 慎太郎²⁾ 颯田 季央³⁾

TOMOYUKI HISADA¹⁾, SHINTAROU KUDO²⁾, TOSHIO SATTA³⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Geriatric Health Services Facility, Wago no Sato: 1-395 Shiratsuchi, Harukiji, Ooaza, Togo-cho, Aichi-gun, Aichi 470-0162, Japan. TEL+81 52-807-1500 E-mail: daiwa_scarlet_2315@yahoo.co.jp

²⁾ Department of Physical Therapy, International Institute of Medical Therapy

³⁾ Department of Rehabilitation, Miyamoto Orthopedic Clinic

Rigakuryoho Kagaku 29(2): 259-263, 2014. Submitted Sep. 25, 2013. Accepted Oct. 29, 2013.

ABSTRACT: [Purpose] The purpose of this study was to investigate for the validity of the attachment sites of surface electromyograph electrodes used to measure intrinsic back muscles. [Subjects] The subjects were 20 healthy young males. [Methods] Ultrasonograms of the intrinsic back muscles were recorded at four sites: 3 cm and 6 cm lateral from L2 and the L4 spinous processes in the prone position. The distances of both lateral borders and the most superficial layer of the transversospinalis muscle from the spinous processes were measured at each site. [Results] In the young Japanese male subjects, the transversospinalis muscle was not identified in many cases at 3 cm lateral from both the L2 and the L4 spinous processes. At 3 cm lateral from the L2 and the L4 levels, the longissimus muscle was identified. At 6 cm lateral side from the L2 and the L4 levels, the iliocostalis muscle was identified. [Conclusion] It is possible that the muscle activity of the multifidus muscle may not be measured at 3 cm laterally from the L2 and the L4 levels by surface electromyography. Therefore, it may be necessary to reconsider the electrode attachment site used in previous research.

Key words: electromyography, multifidus muscle, ultrasound imaging

要旨:〔目的〕超音波画像診断装置を用いて、多裂筋を含む横突棘筋の従来の筋電図の電極貼付け位置の妥当性を検討する。〔対象〕健康成人男性20名とした。〔方法〕腹臥位にてL2、L4棘突起から外側3 cm、6 cmの右側腰部4部位を撮影し、各部位で表層に存在する筋、棘突起から横突棘筋外縁までと最表層までの距離を計測した。〔結果〕日本人の若年者においては、L2、L4レベルともに棘突起3 cm外側に横突棘筋は多くの例で存在せず、最長筋をはじめとした外側筋群が存在していた。〔結語〕L2、L4棘突起から外側3 cmの部位における電極貼付け位置は多裂筋ではなく、外側筋群の筋活動を測定していた可能性がある。したがって、従来の研究結果は貼り付け位置を再考する必要があると示唆された。

キーワード: 筋電図, 多裂筋, 超音波画像診断装置

¹⁾ 老人保健施設 和合の里 リハビリテーション科:愛知県愛知郡東郷町大字春木字白土1-395 (〒470-0162)
TEL 052-807-1500

²⁾ 国際医学技術専門学校 理学療法学科

³⁾ 宮本整形外科クリニック リハビリテーション科

I. はじめに

腰背筋群は多裂筋や棘間筋から構成される内側筋群と最長筋や腰腸筋から構成される外側筋群からなる。内側筋群と外側筋群は神経支配、機能とも異なることが知られている。内側筋群の多裂筋は脊髄神経後枝の支配を受け、腰椎の分節的安定性に寄与することが知られおり、腰椎中間位におけるアライメント制御に重要である¹⁾。また、多裂筋は腹横筋や骨盤底筋、横隔膜などとともに体幹や骨盤帯の安定化や骨盤の前後傾を制御する筋である。骨盤の前後傾の変化や腰椎のコントロール不良によって起こる不良姿勢で日常生活を行うことは、腰痛だけでなく変形性股関節症や変形性膝関節症の要因になる可能性があるとの報告がある²⁾。また、急性腰痛によって多裂筋の急性萎縮³⁾や脂肪組織への置換⁴⁾が認められることや、多裂筋の筋萎縮は腰痛の再発率に相関することも報告されており⁵⁾、内側筋群が姿勢保持や腰痛などの障害予防に対して重要であると考えられる。

従来の多裂筋の筋機能を測定した研究では、表面筋電図を使用していることが多い。一方、表面筋電図において、腰背筋群を脊柱起立筋群として捉えていることが多く、内側筋群・外側筋群に分けてはいない^{6,7)}。また、多くの研究で使われている筋電図電極貼付け位置は、VinkらによるL4棘突起から外側3 cmの位置⁸⁾といった欧米の報告に基づいていることが多い⁹⁻¹³⁾。一般的に北欧・東欧・中欧諸国の平均身長(OECDのSociety at a Glance¹⁴⁾)と比較すると、日本人の成人男性の 171.0 ± 6.1 cm、平均体重は 66.5 ± 12.9 kgと小柄である(厚生労働省の国民健康・栄養調査¹⁵⁾)。これは、ベルクマンの法則といって、暑い地域では身体が小さくなり、寒い地域では身体が大きくなるという恒温動物共通の法則に則っているためと考えられる。つまり、欧米人と日本人は体型が異なり、Vinkらによる筋電図電極張り付け位置は日本人の体型に適しているのかという検討はされていない。

われわれは超音波画像診断より内側筋群において多裂筋の同定は困難な例も存在し、横突棘筋と捉えることが望ましいと報告している¹⁶⁾。そこで、本研究の目的は超音波画像診断装置を用いて、多裂筋を含む横突棘筋の形態学的データに基づき、従来の筋電図電極貼付け位置の妥当性を検討することとした。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は腰部に障害を有してない健康成人男性20名とした。厚生労働省の国民健康・栄養調査の20～29歳における男性の平均身長、平均体重を基準に選定を行った¹⁵⁾。平均年齢 24.7 ± 4.2 歳、平均身長 172.8 ± 6.1 cm、

平均体重 61.6 ± 9.2 kgであった。なお、測定時に習慣的な競技スポーツ活動を行っている者を除外基準として設けた。対象者には本研究の趣旨、対象者の権利を説明し、紙面にて同意を得て、測定を実施した。

2. 方法

超音波画像装置にはMyLab25(日立メディコ社製)を使用し、測定はBモード、プローブには12 MHzのリニアプローブを使用した。腹臥位にて棘突起を結んだ線に対して直行する線状でL2棘突起、L4棘突起から外側3 cm、6 cmの右側腰部4部位を測定部位とし撮影した。固有背筋の同定は先行研究⁹⁾に従い、短軸像にて固有背筋を確認し、横突棘筋と最長筋を同定した。そして、L2およびL4棘突起から3 cmの位置に横突棘筋が存在するかを観察した。さらに(a)棘突起から横突棘筋外縁までの距離、(b)棘突起から横突棘筋最表層までの距離、(c)棘突起から3 cmの位置に存在する筋の筋厚を計測した。すべての測定は同一検者が行い、測定方法において検者内信頼性が高いことを確認した(ICC(1, 1)=0.90～0.99)。

また、棘突起から横突筋群外縁までの距離と身長、体重、腹囲、上前腸骨棘(ASIS)間の距離の関係をそれぞれPearsonの積率相関係数により検討した。統計学的手段には対応のあるt検定を使用し、有意水準は5%未満とした。

III. 結果

L2レベル、L4レベルの超音波画像例をそれぞれ図1、図2に示す。L2レベルにおいて棘突起3 cm外側に横突棘筋が存在した例は2例、最長筋が存在したのは18例であった。L4レベルでは横突棘筋が4例、最長筋が16例であった。L4棘突起6 cm外側にはすべての例において腰腸筋が存在した。(a)棘突起からの距離、(b)棘突起から横突棘筋最表層までの距離、(c)棘突起3 cm外側に存在する最長筋の筋厚を表1に示す。

棘突起から横突筋群外縁までの距離と身長、体重、腹囲、ASIS間の距離との相関係数を表2に示す。棘突起から横突筋群外側までの距離とASIS間の距離でのみ相関関係が認められた($p<0.05$)。

I. 考察

表面筋電における多裂筋の電極貼付け位置はVinkらにおけるL4外側3 cmの位置が多く引用されている⁸⁾。しかしながら、本研究の結果からL4レベルにおいて棘突起から外側3 cmの深層には、多くの例で多裂筋を含む横突棘筋は存在しないことが明らかになった。さらに、L4レベルの棘突起外側3 cmには最長筋を主とする外側

図1 L2レベルの超音波画像例

棘突起より外側3 cmの部位の深層に最長筋の筋腹が確認できる。

sp：棘突起，ts：横突棘筋，lg：最長筋，ilc：腰腸肋筋。

図2 L4レベルの超音波画像例

棘突起より外側3 cmの部位の深層に最長筋の筋腹が確認できる。

sp：棘突起，ts：横突棘筋，lg：最長筋，ilc：腰腸肋筋。

表1 各測定結果

	棘突起から横突 棘筋外縁までの 距離	棘突起から横突 棘筋最表層まで の距離	棘突起から3 cm の位置に存在す る筋の筋厚
L2	2.55 ± 0.41	0.39 ± 0.07	2.69 ± 0.01
L4	2.76 ± 0.36	0.39 ± 0.07	2.63 ± 0.55

mean ± S.D. (cm).

表2 L2及びL4レベルにおける棘突起から横突筋群外縁までの距離と各測定変数の相関係数(n=20)

	身長	体重	腹囲	ASIS間距離
L2	0.27	0.01	-0.10	0.44*
L4	0.38	0.01	-0.14	0.41*

*：p<0.05.

筋群が2.76 ± 0.36 cmの厚みで存在する。そのため、日本人を対象とした多裂筋における表面筋電の報告は最長筋などの腰背筋群の外側筋群の筋活動を測定している可

能性がある。また、横突棘筋最表層で表面筋電を計測することは、棘突起からの距離の平均は0.39 ± 0.07 cmとなり棘突起に近く、アーチファクトの影響を受けやすい

ため、正確な計測することは難しいと考える。Vinkらは最長筋の表面筋電の測定において、L2棘突起外側3 cmを提唱している⁸⁾。われわれの結果ではL2レベルにおいてもほとんどの例で棘突起外側3 cmには横突棘筋は存在しなかった。つまり、日本人においてもL2外側3 cmでは最長筋を主とする腰背筋群の外側筋群の筋活動を日本人においても測定できている可能性が高いと考えられる。

肉眼解剖学的に、最長筋の筋腹は下位胸椎から上位腰椎の高さで最も太く、腰腸肋筋の筋腹は上位腰椎の高さで最も太い。また、下位腰椎の高さでは、最長筋や腰腸肋筋は腱線維になっていると報告されている¹⁷⁾。しかし、一般的に肉眼解剖に用いられる遺体は、高齢で、生前の活動性は不明になる。本研究の対象である若年者では、下位腰椎における外側筋群は腱線維では無く、筋線維が存在していた。そのため、L4外側3 cmでは多裂筋の筋電位を記録するのは困難になる。

また多裂筋は下位腰椎の高さで、最長筋や腰腸肋筋の起始腱の深層に筋腹の多くを占める¹⁷⁾。そのため、今回計測したL4よりも下位のL5やS1といったレベルにおいて、表面筋電により多裂筋を含む横突棘筋の筋活動を測定できる可能性がある。しかしながら、多裂筋の神経支配は停止する椎骨の棘突起のレベルによって決まる¹⁸⁾。多裂筋は3つ以上頭方の棘突起に停止するため、各レベルの多裂筋の筋腹は1つの神経支配に決まることなくいくつかの分節の神経に支配されている¹⁸⁾。例えば、S1～S2レベルに電極を貼付すると、L2～L4の棘突起に停止する多裂筋の筋活動を測定することになる。多裂筋の腰椎の分節的な運動に対する安定化機能を測定する目的に対して、表面筋電図による多裂筋の筋活動の計測は、十分な妥当性を有していないと考えられる。つまり、表面筋電図によって筋活動を計測することで、固有背筋内側筋群が運動に対してどの程度活動したかを検討することはできるものの、分節的な機能を細分化して計測することは困難である。そのため固有背筋内側筋群を細分化する必要性についても再考する必要がある。

棘突起から横突筋群外縁までの距離と身長、体重、腹囲、ASIS間の距離の関係ではL2、L4レベルともにASIS間の距離にのみ中等度の相関がみられた。ASIS間の距離に相関があった理由としては、下位腰椎に付着する横突棘筋は骨盤から起始するため、骨盤が大きい例では横突棘筋が外側に幅広く存在するためと考えられる。また、多裂筋の大きさが、骨格や体重、腹囲といった身体組成の影響を受けるのではないかと、われわれは仮説を立てていたが、その影響は少なく、運動経験や生活様式などの後天的な影響を強く受けている可能性も示唆され、今後の検討が必要と考えられた。

以上のことより、従来の多裂筋の表面筋電でよく引用されていたL2、L4棘突起から外側3 cmの部位における

電極貼り付け位置は、日本人の若年者において多裂筋ではなく外側筋群の筋活動を測定していた可能性がある。そのため、日本人の若年者を対象とした従来の研究結果は電極間距離や貼り付け位置を再考する必要がある。

電極張り付け位置の特定には、正確な筋の触察することと、表層・深層の位置関係といった精確な解剖学的知識が求められる。そのため、最長筋の内側縁と棘突起を的確に触察し、その二点をランドマークにすることにより二点間の深層に横突棘筋の存在が考えられる。一方、超音波画像診断装置を利用することで、深部の詳細な解剖学的な位置関係が明確となるため、電極張り付け位置の決定精度が上昇すると考える。つまり、表面筋電を用いて多裂筋を含む横突棘筋の計測を行う際には、個体差も大きい超音波画像診断を用いて横突棘筋の存在の確認を行ってから計測を行うことが望ましい。

引用文献

- 1) 小方洋悦：筋肉痛に対するマニュアルセラピー—深部筋群治療の理論と実際。理学療法, 2001, 18(5): 485-492.
- 2) 森本忠嗣, 曾田勝広, 西田圭介・他：Hip-Spine Syndrome. 整形外科と災害外科, 2003, 52(2): 356-360.
- 3) Hodges P, Holm A, Hansson T: Rapid atrophy of the lumbar multifidus follows experimental disc or nerve root injury. Spine, 2006, 31(25): 2926-2933.
- 4) 吉原 潔, 中山義人, 藤井信人・他：腰椎椎間板ヘルニアにおける多裂筋の組織化学的検討。神奈川整・災誌, 1997, 10(5): 211-215.
- 5) Hides JA, Jull GA, Richardson CA: Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. Spine, 2001, 26(11): E243-E248.
- 6) 下野俊哉：表面筋電図マニュアル。酒井医療, 東京, 2004, pp99-100.
- 7) 筋電図のための解剖ガイド—四肢・体幹 (第3版)。壮光舎, 新潟, 2000, pp260-261.
- 8) Vink P, Daane HAM, Verbout AJ: Specificity of surface EMG on the intrinsic lumbar back muscles. Human Movement Science, 1989, 8(1): 67-78.
- 9) 金井一暁, 鈴木秀明：体幹および下肢に著明な不随意運動を認めた多発性硬化症患者の不随意運動に対する表面筋電図学的検討。関西鍼灸大学紀要, 2005, 2: 67-74.
- 10) 三浦雄一郎, 福島秀晃, 森原 徹・他：慢性腰痛症患者に対する大幹筋の表面筋電図評価。日本腰痛会誌, 2008, 14(1): 122-128.
- 11) 入来宏光, 米田浩久, 鈴木俊明：体幹筋の筋緊張異常により歩行時に麻痺側体幹に著しい前後方向への崩れを認めた左片麻痺患者に対する運動療法と筋電図学的検討。関西鍼灸大学紀要, 2004, 1: 79-84.
- 12) 北川洋志, 黒川恭一, 谷塾予士次・他：トリガーポイントへの鍼刺激が体幹筋活動の及ぼす影響。関西医療大学紀要, 2012, 6: 70-75.
- 13) 森 健浩, 米田浩久, 鈴木俊明：分廻し歩行を呈する右片麻痺患者における歩行時の麻痺側離床動作と体幹筋の活動について。関西鍼灸大学紀要, 2005, 2: 89-94.

-
- 14) OECD: Society at a Glance 2011. <http://www.oecd.org/els/health-systems/health-at-a-glance.htm> (閲覧日 2013年10月19日)
- 15) 厚生労働省：国民健康・栄養調査(平成23年). <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyoudl/h23-houkoku.pdf> (閲覧日 2013年10月19日)
- 16) 工藤慎太郎, 颯田季央, 久田智之・他：超音波画像診断装置による固有背筋の観察—横突棘筋の断層構造の個体差に注目して—, 第47回 日本理学療法学会大会(2012).
- 17) 河上敬介, 磯貝 香：骨格筋の形と触察法 改訂第2版. 大峰閣, 熊本, 2013, pp58-72.
- 18) 進藤久夫：ヒト成人および胎児の腰部多裂筋の解剖 神経分布形態からの検討. 日医大誌, 1995, 62(5): 439-446.