

グリップ幅の違いがラットプルダウンの筋活動に及ぼす影響について

吉野裕之*1 本多史明*1 谷口奈瑠美*1

要旨：本研究は、主に背部筋のトレーニングであるラットプルダウンにおいて、異なるグリップ幅における筋活動の差を調べることを目的とした。健常男性 13 名（ 21.7 ± 1.8 歳）に対し、ナロー・ノーマル・ワイドの 3 パターンのグリップ幅を設定し、広背筋・僧帽筋中部線維・上腕二頭筋の 3 つの筋に対して表面筋電図にてその筋活動を測定し、グリップ幅の違いによる筋活動量を比較した。その結果、全ての筋でグリップ幅による筋活動量の違いは認められなかった ($p > 0.05$) が、全てのグリップ幅で広背筋の筋活動が有意に高値を示した ($p < 0.01$)。また、トレーニング経験の有無で筋活動の特徴が異なった。ラットプルダウンは多くの成書で示されているとおり、広背筋に対して有効なトレーニングであることが示唆されたが、グリップ幅の違いが及ぼす影響は少なく、当該筋の筋力や筋への意識など個人要因が大きく関与していることが推察された。今後は対象者のサンプリングの段階から検討を重ね、属性について条件統制を厳格にすることで、より精密な結果が得られることが期待される。

キーワード：ラットプルダウン、グリップ幅、筋活動、表面筋電図

はじめに

近年、トレーニング姿勢の変化による筋出力の研究は、多岐にわたり発表されている。しかし、ラットプルダウン（以下、LPD）における方法論に関する報告は少数であり、体幹の傾斜角や牽引する方向、およびフロントネック・ラットプルダウン（以下、FNL）とビハインドネック・ラットプルダウン（以下、BNL）といった牽引方法、活動筋に対する意識またグリップの幅や把持方法など、未だに固定化されにくい側面を持ち合わせている。Sandro らは、BNL の運動では肩関節に対して外転と外旋を組み合わせた場合、腱板の安定化能力を最小にし、肩甲上腕関節を跨ぐ靭帯に対して大きなストレスを与え、肩関節にリスクを負わせる¹⁾としている。また Lusk らは、LPD 時のグリップ幅は広背筋の筋活動にいかなる差も示さなかった²⁾としている。しかし、この研究で筆者らは、ワイド幅からナロー幅の差が少なく収縮の度合いに差異が出現しにくかったと考察している。

グリップ幅の違いによる筋活動の変化は筋力の育成において必要な情報であり、今後のトレーニングにおけるアプローチ方法の選択に大きく寄与することが予想される。本研究では、主に背部筋のトレーニングである LPD の 1 つである FNL について、グリップ幅の違いによる筋活動の変化の傾向を捉えることを目的とした。はっきりとしたグリップ幅の違いによる背筋群及び上腕の筋の筋活動の差を、表面筋電図（surface electromyogram：以下、sEMG）による筋活動電位をパラメータとして明らかにすることで、効率的なトレーニング方法の検討ならびに今後のトレーナー育成のための資料として活用したい。

*1 玉野総合医療専門学校 理学療法学科

方法

1. 対象と倫理的配慮

健康男性 13 名（年齢 21.7 ± 1.8 歳）を研究対象とした。内訳は、日常的な LPD 経験者（3~4 回/週）が 1 名、LPD 未経験者が 12 名であった。対象者には、ヘルシンキ宣言に則り、研究の目的や侵襲性、実験の安全性など十分な説明を行い、書面にて同意を得た。さらに、研究期間中はいつでも研究の参加を取りやめることができ、その場合においても不利益を被らないことを保障した。また、扱うデータは sEMG で測定したデータのみとし、個人が特定できないように匿名化したうえで統計処理を行った。なお、調査にあたっては玉野総合医療専門学校承認（研究計画番号：2022005）を得て実施した。

2. 使用器具

TUFFSTUFF 社製パワーラック CPR-265, NORAXON 社製ポータブル 3 次元動作解析装置筋電図測定機器（以下、マイオマッスル）、YAMAHA 社製デジタルメトロノーム ME-110BK, ボディメーカー社製フラットインクラインベンチ EX-V3TM087, 幅 4cm×奥行 4cm×高さ 15cm の発砲スチロール, 幅 24cm×奥行 4cm×高さ 12cm の発泡スチロール

3. 測定方法

同一対象者に対して、LPD の 1 つである FNL をグリップ幅 3 パターンに設定して実施した。すなわち、ナロー・グリップ（肩峰幅）、ノーマル・グリップ（肩峰幅の 1.5 倍）、ワイド・グリップ（肩峰幅の 2 倍）の 3 つのグリップパターン（図 1）³⁾ 下で、一定のインターバルを設けて 3 回 FNL を実施した。Bar の把持部分は該当する部位をゴムバンドでマークし、中指母指側がその起点になるよう設定した。マイオマッスルの電極は LPD の動作筋である左右両側の広背筋（Latissimus Dorsi：以下、LD）・僧帽筋中部線維（Trapezius Middle fiber：以下、TM）・上腕二頭筋（Biceps Brachii：以下、BB）に設定し、電極間は 30mm の距離をあけて貼付した。電極貼付は表面筋電図マニュアル⁴⁾を参照し、LD への電極は肩甲骨下角の下約 4cm の位置で、脊柱と体幹外側縁の中央の筋腹に約 25°の傾斜をつけて貼付した。さらに、TM の電極は肩甲棘の内側に水平に貼付し、BB は上腕の前面で筋腹のほぼ中央の筋線維走行に沿って貼付した。FNL 動作時の姿勢はインクラインベンチ上端坐位とし、体幹をニュートラルから 30°伸展位で固定した。インクラインベンチの背もたれとの電極接触を避けるため、脊柱部に幅 4cm×奥行 4cm×高さ 15cm の発砲スチロール、腰部・頭部に幅 24cm×奥行 4cm×高さ 12cm の発泡スチロールを挿入した。牽引する重量は対象者の体重 40%比で算出し設定した。また、Bar の牽引はオトガイ隆起の下までとし、動作リズムは 95BPM で 1 ストロークを 4 カウントに設定し 3 回の牽引を実施、その時間内の各筋の活動電位を測定した。

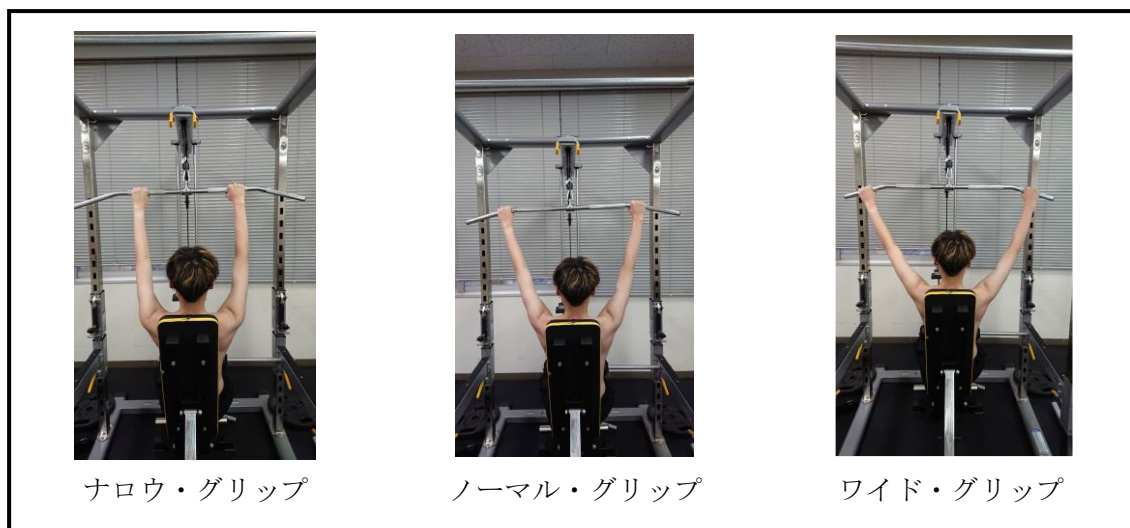


図 1 LPD の 3 つのグリップ幅

4. 統計解析

分析するパラメータは LPD 動作中の LD, TM, BB それぞれの活動電位とした。まず、各 RAW データを整流化したのち、スムージングによってノイズを消去し、3 回実施した LPD 動作の活動電位を平均化した。さらに、対象者ごとに、3 パターン（ナロー・ノーマル・ワイド）のグリップ幅での LPD 動作時における左右両側の LD, TM, BB の活動電位の平均値を導いて、それぞれの代表値とした。続いて、LD, TM, BB それぞれ筋別に、3 パターンのグリップ幅の代表値を反復測定一元配置分散分析および Holm の多重比較検定にて比較した。さらに、グリップ幅別に LD, TM, BB の代表値の比較を、一元配置分散分析および Holm の多重比較検定にて行った。また、日常的にトレーニングを行い LPD 動作経験のある対象者 A（21 歳）と LPD 動作も含めて普段から運動経験のない対象者 B（22 歳）の各筋の活動電位についてその傾向を観た。なお、統計処理には Microsoft 社製計算ソフト Excel 2019 の統計分析アドインプログラム HAD（Ver.13.1）を使用し、統計学的有意水準は両側検定で 5%未満とした。

結果

LD, TM, BB それぞれ筋別に、3 パターンのグリップ幅の活動電位を比較した結果、全ての筋でグリップ幅による活動電位に有意な差は認められなかった ($p > 0.05$, 表 1~3)。一方、グリップ幅別に LD, TM, BB の活動電位の比較を行ったところ、全てのグリップ幅で LD が最も高い結果となり ($p < 0.01$, 表 4~6)、さらに、ノーマルおよびワイドグリップにおいては TM に比して BB が有意に高値となった ($p < 0.05$, 表 5, 6)。また各グラフより、LPD 動作経験者 A は全てのグリップパターンで LD を優位に働かせ、BB の活動が少ない傾向が認められた。一方、LPD 動作未経験者 B は LD とともに BB も優位に活動させて動作を行っている傾向が認められた (図 2~4)。

表1 LDのグリップ別活動電位 ($\mu\text{V}\cdot\text{秒}$) n=13

ナロウ	ノーマル	ワイド
62.05 \pm 21.39	61.92 \pm 20.18	66.25 \pm 20.72
n.s.		n.s.
n.s.		

表2 TMのグリップ別活動電位 ($\mu\text{V}\cdot\text{秒}$) n=13

ナロウ	ノーマル	ワイド
26.77 \pm 13.41	19.49 \pm 7.15	21.57 \pm 6.18
n.s.		n.s.
n.s.		

表3 BBのグリップ別活動電位 ($\mu\text{V}\cdot\text{秒}$) n=13

ナロウ	ノーマル	ワイド
33.81 \pm 18.75	33.05 \pm 20.06	36.69 \pm 21.42
n.s.		n.s.
n.s.		

表4 ナロウグリップの筋別活動電位 ($\mu\text{V}\cdot\text{秒}$) n=13

LD	TM	BB
62.05 \pm 21.39	26.77 \pm 20.18	33.81 \pm 20.72
p<0.01		n.s.
p<0.01		

表5 ノーマルグリップの筋別活動電位 ($\mu\text{V}\cdot\text{秒}$) n=13

LD	TM	BB
61.92 \pm 20.18	19.49 \pm 7.15	33.05 \pm 20.06
p<0.01		p<0.05
p<0.01		

表6 ワイドグリップの筋別活動電位 ($\mu\text{V}\cdot\text{秒}$) n=13

LD	TM	BB
66.25 \pm 20.72	21.57 \pm 6.18	36.69 \pm 21.42
p<0.01		p<0.05
p<0.01		

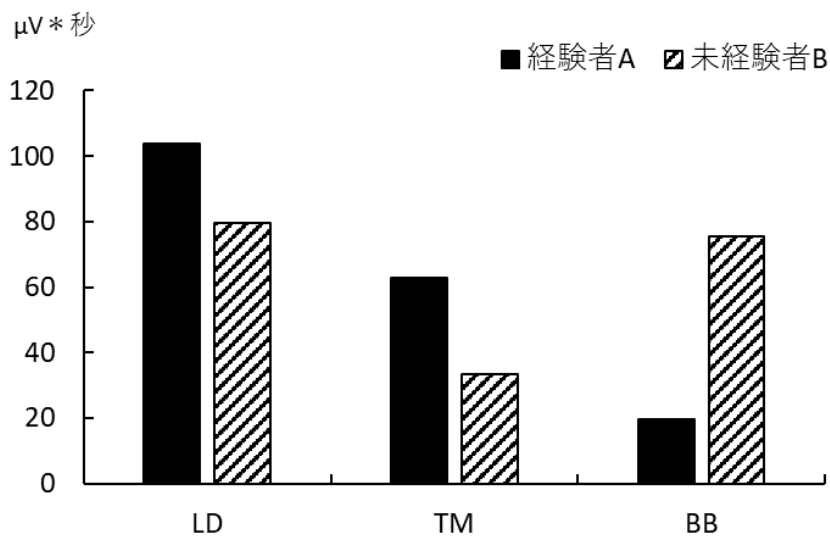


図2 ナロウ・グリップでの各筋の筋活動

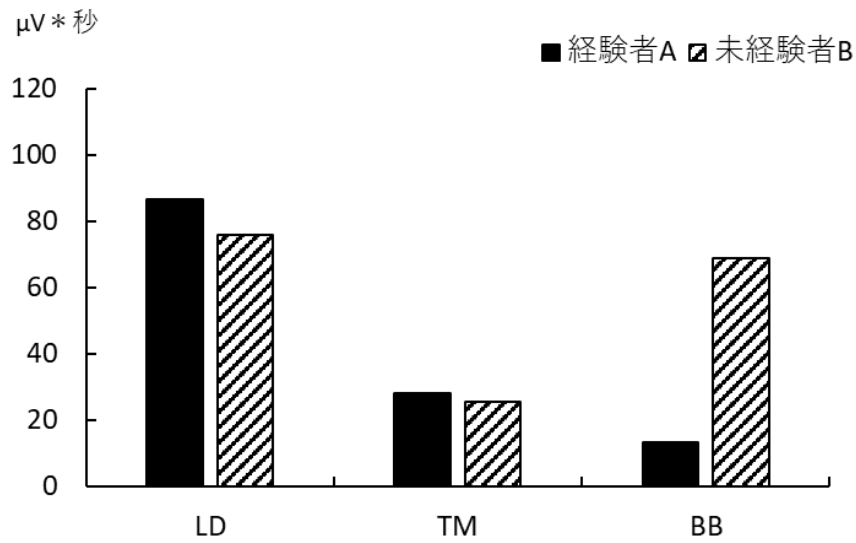


図3 ノーマル・グリップでの各筋の筋活動

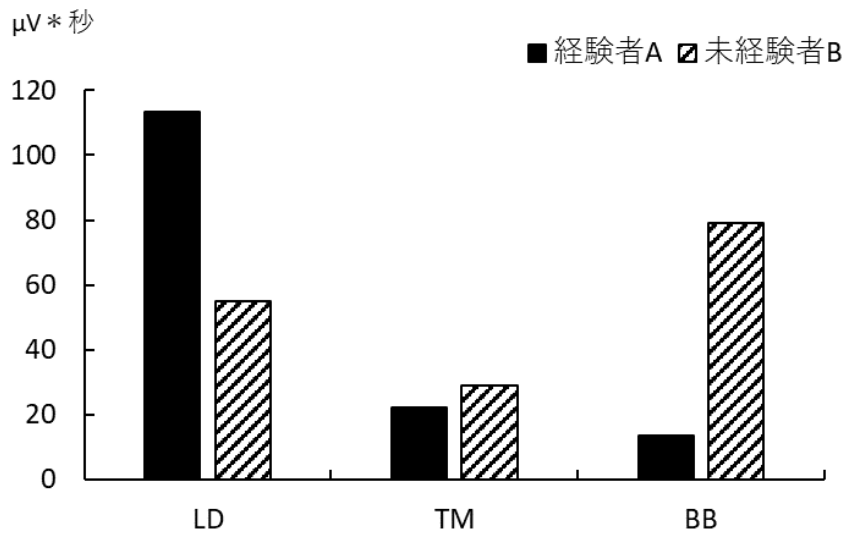


図4 ワイド・グリップでの各筋の筋活動

考察

上半身の背部筋トレーニングとして多用されているLPDにおいて、FNLでの主な活動筋はLD, TM, BB以外に大小菱形筋 (Rhomboid Major・Minor: 以下, RM), 三角筋後部線維 (Deltoid Posterior: 以下, DP), 大円筋 (Teres major: 以下, Tm), 上腕三頭

筋 (Triceps Brachii : 以下, TB) などとされている^{5~7)}。これらの筋は肩甲骨の下方回旋及び、下制、内転、肩甲上腕関節において伸展、内転の動きに関与しており、Bar の牽引により活動量が増加する。本研究では、ターゲットとする筋を効率的にトレーニングするための科学的資料を得るために、FNL 動作中に主に関与するであろう LD, TM, BB の 3 つの筋について、把持するグリップ幅の違いにおいてどのように筋活動が変化するかを比較検討した。Ronald らは、以前の LPD は BNL で行なっていたが、BNL では肩甲上腕関節の過度の水平外転と外旋及び前方不安定性を発症させる可能性があるため、安全な牽引方法は身体の前に Bar を牽引する FNL である⁸⁾と述べているため、本研究における LPD は FNL を選択した。

実験では LD, TM, BB それぞれ筋別に、ナロー・ノーマル・ワイドと 3 パターンのグリップ幅の活動電位を比較したが、全ての筋でグリップ幅による活動量の有意な差は認められなかった。LD については Lusk らの報告⁹⁾と同様の結果となった。Lusk らはその理由としてワイド幅とナロー幅の差が少なかったと考察しているが、具体的な幅については記載がないために不明である。本実験ではナロー幅を先行研究と同じ肩峰幅とし、ワイド幅を肩峰幅の 2 倍と広く設定し実施したが、LD 以外の TM, BB についても筋活動に差は認められなかった。この結果から、LPD において、グリップ幅の違いは主動筋の筋活動に影響を及ぼさないことが示唆された。グリップ幅を変えることで上肢において多少の運動方向の違いは生じるが、基本的な肩甲骨や上腕骨の動き (肩甲骨の下方回旋及び、下制、内転、肩甲上腕関節の伸展、内転) は同じであり、有意な差が出るほどではなかったと推察する。

一方、グリップ幅別に LD, TM, BB の活動量の比較を行ったところ、全てのグリップ幅で LD が最も高い結果となった。多くの成書^{5~7)}で、LPD は主として LD や Tm をターゲットとしたトレーニングであると記されている。また、Sandro らも LPD の牽引動作において LD は強い筋活動を示す筋である¹⁾と述べている。これらのことから、LD や Tm の活動を活性化させる場合において、LPD は効率的なトレーニングといえよう。一方で TM については LD 程の大きな筋活動を認めなかった。TM の筋線維の方向を考慮した場合、床面に対して平行な走行となり肩甲骨内転方向に作用する。つまり、LPD の動作において体幹が垂直位に近づくほど TM の筋活動が起こりにくい運動姿勢といえる。今回の実験では、体幹が後方に 30° 傾斜したポジションを設定したため、傾斜角度は軽度であり TM の活動が起こりにくかったのではないだろうか。また、TM と同じ運動方向に作用する DP や RM など同時期に活動することが予想され、複数の筋で運動を遂行することによって TM 単体での活動量としては少ない傾向にあるとも推測される。

今回は、LD, TM, BB 全ての筋においてグリップ幅の違いによる筋活動量に差は認められなかったが、一方で興味深い傾向が認められた。本実験では対象者の中に、日常的に LPD によるトレーニングを行っている学生が 1 名いた。その他の対象者は、LPD 動作においてビギナーか、あるいは日常で全く運動習慣のない者であった。そこで、LPD 経験者 (以下、エキスパート) と運動習慣のない LPD 未経験者 (以下、未経験者) の筋活動をグリップ幅別にグラフ化し観察した。すると、全てのグリップ幅でエキスパートは他の筋よりも LD を優位に働かせていることが確認できた。一方で、未経験者は LD とほぼ同程度かあるいはそれより多く BB を活動させている傾向にあった。この両者の筋活動の違い

には、筋力の差やトレーニングにおける「意識性の原則」が関係していると思われた。すなわち、エキスパートはLDの筋が発達し牽引する筋力も十分にあったが、未経験者はLDそのものの筋力が弱く、牽引時にBBなどで代償していた可能性がある。本実験では、牽引する重量は対象者の体重40%比で設定したが、エキスパートにとってはこの負荷は軽く、未経験者にとっては重い負荷となっていたのかもしれない。今回は、sEMGによる筋活動の測定のみで各筋の筋力自体は測定していないため、あくまで考察に留まるが、上記要因の可能性は十分にある。さらに「意識性の原則」において、未経験者はその運動の目的や意味の理解が不十分だったことも考えられる。「意識性の原則」では、筋力増強運動を行う対象者自身が、なぜこの運動が必要なのか、この運動でどの部位の筋が強化されるのかを理解し意識したうえで運動を行うことが重要⁹⁾としている。また、運動中に強化したい筋を視覚または触覚により意識させることも有効である⁹⁾。今回の実験では、未経験者においてそのような事前指導は一切行わなかった。そのため、未経験者においてはLPD動作の最中に、本人の意識が当該筋へ向けられなかったのかもしれない。一方、エキスパートは普段のトレーニングからターゲット筋に対して意識を向けることが身に付いていると思われ、この両者の「意識」の違いも、活動する筋の違いに影響を及ぼした可能性がある。

先述したように、LPDはLDやTmをメインに効率的に鍛えるトレーニングであるが、今回の未経験者のように、目的としない筋が強く収縮することで思わぬ筋損傷や筋障害を引き起こす可能性もある。今回の実験では筋活動を測定するためにsEMGを使用した。sEMGは筋活動の評価としてだけでなく、バイオフィードバックの有効なツールとしても利用できる。つまり、LPD動作のビギナーか、あるいは未経験者に対し、「意識性の原則」に基づきその運動の目的や意識する筋を事前に指導したうえで、sEMGをフィードバック機構として使用することで、正しいフォームの獲得やターゲット筋の適切な収縮の促進につながり、ひいては安全なトレーニングが遂行できると考えられる。

今回の研究によって、測定した3筋ともグリップ幅の違いによる筋活動の明確な差は認められなかった。しかし、本実験ではサンプル数が13例と多くはなかった。さらに、対象者の属性、すなわち体格や筋力、トレーニング経験の有無などについて条件統制を行っておらず、測定データは個体差が著しい結果となっていた。今後は、それらの条件をできるだけ揃え、さらにサンプル数を増やすことで、より精密な結果を導き出せることが期待される。LPDをはじめとして、多くのトレーニング方法が多関節運動連鎖の理論に基づく運動である。それ故、筋活動に関しては多くの交絡因子が関わっていることが予想され、ある一定の傾向を捉えるためには対象者のサンプリングの段階から検討を重ねることが重要となってくる。より安全で効率的なトレーニング方法を開発するためには、これらのことに留意し、引き続き多くのデータを集め、検討することが不可欠である。

結論

今回、3パターンのグリップ幅におけるLPDの筋活動の差を調査した結果、以下のよう
な知見を得た。

1. LD, TM, BB 全ての筋でグリップ幅による活動電位の違いは認められなかったことから、グリップ幅がLPD 主動筋の筋活動に影響を及ぼさないことが示唆された。

2. 全てのグリップ幅でLDの活動電位が最も高い結果となったことから、成書で示されているとおり、LPDはLDに対して有効なトレーニングであることが示唆された。
3. 全てのグリップ幅でエキスパートはLDを優位に働かせていたが、未経験者はBBを多く活動させている傾向にあった。関与する筋力や意識の違いが影響した可能性がある。
4. sEMGを用いたバイオフィードバックは、不適切な運動による筋損傷を予防し、正しい運動フォームの獲得や効率的な筋トレーニングに寄与するかもしれない。
5. 今後は対象者のサンプリングの段階から検討を重ね、属性について条件統制を厳格にすることで、より精密な結果が得られることが期待される。

謝辞

稿を終えるにあたり、本研究に快く協力していただいた学生の皆様や関係者の方々に感謝いたします。

文献

- 1) Sandro Sperandei, Marcos A.P.Barros, Paulo C.S.Silveira-Junior, Carlos G.Oliveira : Electromyographic Analysis of Three Different Types of Lat Pull-down. The Journal of Strength and Conditioning Research volume23 number7 : 2033-2038, 2009
- 2) Stephen J.Lusk, Bruce D.Hale, Daniel M.Russell : Grip Width and Forearm Orientation Effects on Muscle Activity During The Lat Pull-down. The Journal of Strength and Conditioning Research volume24 number7 : 1895-1900, 2010
- 3) Vidar Andersen, Marius S. Fimland, Espen Wiik, Anders Skoglund, AND Atle H. Saeterbakken : Effects of Grip Width on Muscle Strength and Activation in The Lat Pull-Down. The Journal of Strength and Conditioning Research volume28 number4 : 1135-1142, 2014
- 4) 下野俊哉：表面筋電図マニュアル 基礎・臨床応用 EM-TS2. 酒井医療株式会社：付録 設置部位 129, 139, 141
- 5) 福永哲夫：STRENGTH & CONDITIONING Exercise BIBLE. NSCA ジャパン Human Performance Center : 103, 2021
- 6) Jared W. Coburn Moh H. Malek 森谷敏夫：NSCA パーソナルトレーナーのための基礎知識 第2版 : 318, 2018
- 7) G.Gregory Haff , N.Travis Triplett, 篠田邦彦：ストレングストレーニング&コンディショニング 第4版 : 402, 2018
- 8) Ronald Snarr,, Ryan M. Eckert, Patricia Abbott : A Comparative Analysis and Technique of the Lat Pull-down. The Journal of Strength and Conditioning Research volume37 number5 : 21-25, 2015
- 9) 木村貞治, 高橋哲也, 内 昌之：障害別 運動療法学の基礎と臨床実践. 金原出版 : 227, 2020