

単関節エクササイズの写真提示による鍛錬部位の認識について

大下 和茂¹, 松崎 拓也², 疋田 晃久¹, 宮崎 亮³, 萩原 悟一⁴, 田代 智紀¹, 樋口 行人¹

**A study of body-part(s) training consciousness using a picture
of a single-joint exercise**

Kazushige Oshita¹, Takuya Matsuzaki², Akihisa Hikita¹, Ryo Miyazaki³, Goichi Hagiwara⁴,
Tomoki Tashiro¹ and Yukito Higuchi¹

¹九州共立大学スポーツ学部, 〒807-8585 福岡県北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8 (*Department of Sport Science, Kyushu Kyoritsu University, 1-8 Jiyugaoka, Yahatanishi, Kitakyushu, Fukuoka 807-8585, Japan*)

²北九州工業高等専門学校生産デザイン工学科一般科目, 〒802-0985 福岡県北九州市小倉南区志井5-20-1 (*Department of Creative Engineering & General Education, National Institute of Technology, Kitakyushu College, 5-20-1 Shii, Kokuraminami, Kitakyushu, Fukuoka 802-0985, Japan*)

³島根大学人間科学部, 〒690-8504 島根県松江市西川津町1060 (*Faculty of Human Sciences, Shimane University, 1060 Ni-shikawatsucho, Matsue, Shimane 690-8504, Japan*)

⁴鹿屋体育大学スポーツ人文応用社会科学系, 〒891-2393 鹿児島県鹿屋市白水町1 (*Department of Sports Humanities and Applied Social Science, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya, 1 Shiromizucho, Kanoya, Kagoshima 891-2393, Japan*)

Received: March 26, 2018 / Accepted: July 6, 2018

Abstract The purpose of this study was to investigate the consciousness among young people (n = 1016) on training body part(s), using a questionnaire-based survey showing participants a picture of a single-joint exercise. The participants were shown a picture of knee-extension exercise (KNEE-EXT), and were asked to identify the body part(s) they felt were being trained. On seeing the picture, more than 90% of the participants felt that KNEE-EXT can train the anterior thigh part. However, more than 90% of the participants who had no experience doing KNEE-EXT felt that the exercise trained not only the anterior thigh part but also other parts, including the trunk, the posterior thigh, and the upper limb. Among those participants who had performed KNEE-EXT without the experience of strength-training under professional supervision, approximately 80% felt that the exercise was appropriate to train not only the anterior thigh but also other parts. These results suggest that performing exercises by referring to only a picture may result in the individuals not properly understanding how the body part(s) should be trained during exercise, even in single-joint exercises. Appropriate supervision is of even greater importance especially for strength-training beginners. Furthermore, even among participants who had an experience of exercise under professional supervision, approximately 60% had a similar response. Therefore, to enhance the benefits of exercises, individuals (even those who have had experience in training under professional supervision) should always be instructed under appropriate supervision on the correct technique and knowledge about the exercises.

Jpn J Phys Fitness Sports Med, 67(6): 393-401 (2018)

Keywords : leg extension, strength training, exercise instructor, quadriceps

緒 言

筋力や筋量の維持・向上を目的にエクササイズ（運動）を実施する場合、そのエクササイズで主に動員される筋（群）を把握することが、トレーニング効果を高めるために重要と言える。例えば、トレーニングは様々な原理・原則に則り行われることで、より高い効果を引き出すことができ、その一つに意識性の原則が挙げられる。すな

わち、収縮する筋の部位やタイミングを意識することで、トレーニング効果が高まるとされる¹⁾。また、Vance et al.²⁾は、随意最大筋力 (MVC) の50%の重量でアームカールを行う際に、持ち上げるバーの動きに意識を向けると上腕二頭筋の活動は低くなり、上腕二頭筋の収縮を意識すると、その筋活動が高くなることを報告しており、筋肥大が目標である場合は、主働筋に意識を集中することが優れた方法であると言われている³⁾。さらに、エクサ

サイズの配列を考える際にも主働筋の把握が重要となる。例えば、あるエクササイズの後、その拮抗部位のエクササイズを行う「スーパーセット法」⁴⁾は、筋肥大への有効性が示唆されている^{5,6)}。これらの報告から、筋力や筋量の向上を目的とし、より高いトレーニング効果を得るには、エクササイズの主働筋を理解し、適切なエクササイズを選択することが重要と言える。

エクササイズにおける主働筋の認識に関して、様々なエクササイズを例とした報告が行われている。例えば、最も代表的⁷⁾もしくは一般的⁸⁾な動的レジスタンス運動とされるバック・スクワット（以下、単に「スクワット」とする）では、股関節伸展筋群と膝関節伸展筋群が主に鍛えられるが、スクワットの実施経験がない場合、半数以上の者がスクワットによって下半身以外も鍛えられると認識し、このうち約7割は体幹上部または上肢も鍛えられると認識したことが報告されている⁹⁾。さらに、トレーニングの専門家から指導を受けた経験のある者と比べ、指導を受けた経験のない者では大腿部後面および臀部を鍛える認識が有意に低かったことも報告されている⁹⁾。また、体幹部のエクササイズについて調べた研究では、フロント・プランクを実施したことがない場合、約40%の者がフロント・プランクで上腹部もしくは下腹部いずれかを鍛えられる部位として認識しなかったと報告されている¹⁰⁾。これらの報告から、一般的なエクササイズであっても、どこを鍛えるエクササイズかは適切に認識されていないと言え、より高いトレーニング効果を得るためには、適切な専門家から指導を受ける必要があると言える。

スクワットや体幹部エクササイズは複数の筋が高い活動を示すため、主働筋の理解が難しい。例えば、一般的な腹部のエクササイズと紹介されるシットアップ^{11,12)}では、腹直筋のみでなく大腿直筋にも高い筋活動が見られるが個人差が大きく¹³⁾、実施方法によって腹直筋の活動が異なる¹⁴⁾。スクワットでも、膝・股関節の角度¹⁵⁻¹⁷⁾、スタンス幅¹⁸⁾、そして、しゃがみ込む深さ¹⁹⁾などにより動員される筋の活動が異なる。そのため、複数の筋が高い活動を示すような多関節エクササイズを対象に主働筋を調査した場合、対象者が普段からどのような動作でエクササイズを行っているかにより主働筋の認識が異なると言える。また、フリーウェイトのエクササイズは動作習得の難しいものが多く⁶⁾、スクワットの場合、適切な監督の下で正確に行うことが傷害予防に繋がり、多くのスポーツパフォーマンスを高めることができるとの声明を出す団体もある²⁰⁾。以上から、フリーウェイトによる多関節エクササイズは専門家からの指導を受けながら行われる場合が多いと考えられる。

一方、マシンを用いた単関節エクササイズでは姿勢固定される場合が多く、姿勢保持の筋力発揮が低いため、標的の筋のみに負荷がかかりやすくなる²¹⁾。そのため、

高い活動を示す筋が複数に及ぶエクササイズや実施方法により動員筋の活動が異なるエクササイズよりも主働筋が特定しやすいと言える。さらに、動作の習得も容易いと言われており⁶⁾、基本的なマシンの使用方法を習得できれば、写真や絵などを参考にエクササイズの実施が可能となる。

しかし、このようなマシンを用いた単関節エクササイズがフリーウェイトによる多関節エクササイズよりも、主働部位が適切に理解されているのかは定かでない。もし、多関節エクササイズを対象とした場合よりも主働筋が理解しやすいのであれば、個人的にトレーニングを行う場合には、マシンを用いた単関節エクササイズが推奨されるであろう。しかし、単関節エクササイズであっても、多関節エクササイズと同様に主働筋が理解し難いのであれば、トレーニング効果を高めるための専門家からの指導は、多関節エクササイズと同様に必要であると言える。そこで本研究は、マシンを用いた単関節エクササイズであるニー・エクステンションを例に、その実施状況やトレーニングの被指導経験によって、鍛えられると思う部位の認識が異なるのかについて調査を行った。

方 法

対象 本研究の対象は、国立大学、私立大学、または国立高等専門学校（4年生＝大学1年生相当）に所属する男女1041名（男性762名、女性279名、平均年齢 19 ± 1 歳）であった。対象者には、記述式の質問紙調査を集合調査法で実施した。倫理的配慮として、調査は無記名回答であり、研究目的に使用し、それ以外の目的では使用されないことを対象者へ事前に口頭で説明した。また、調査結果を公表する場合、得られたデータは統計処理された後、個人が特定できないよう公表されるが、一部の図については、そのまま公表する場合があることを説明した。これらが承諾できる場合のみ調査を実施した。このうち、後述する調査の回答に不備のあった25名を除いた1016名（男性747名、女性269名）分を分析対象とした。

なお、本研究は、九州共立大学 実験領域に関する倫理委員会から「ヒトを対象とする研究倫理審査」において研究実施の承認を得ている（承認番号：2014-06）。

調査項目 本研究では、マシンを用いたニー・エクステンションによって鍛えられると思う部位の認識を調査目的としたため、質問紙調査より以下の項目を分析した。

ニー・エクステンションの実施状況について、日本トレーニング指導者協会の教本²²⁾よりニー・エクステンション（レッグ・エクステンション）の写真を提示し（Fig. 2に模式図を記載。実際の質問紙は文献の写真を提示）、「写真のような運動を行ったことはありますか？」の質問に対し、ほぼ毎日行っている・週に数回程度行ってい

る・月に数回程度行っている・行ったことはある・行ったことがない、の5件法で回答を得た。なお、写真は、膝関節屈曲位から開始し、膝関節伸展位になるよう矢印が添えられているのみで、その他の具体的な動作や動かす部位などの説明は、後述する、ニー・エクステンションで鍛えられると思う部位への回答に影響する可能性が考えられたため、行わなかった。

ニー・エクステンションで鍛えられると思う部位について、「写真のような運動により鍛えていると思う部位はどこですか?」の質問に対し、身体を前額面で分け、頸部、胸部、上腹部、下腹部、肩部、上腕部、前腕部、手肘、大腿部、下腿部、足部、背部、腰部および臀部に区切った図を提示し、選択させることで回答を得た。なお、回答は複数選択を可能とした(回答例はFig. 1を参照)。

本研究では、ニー・エクステンションを対象としているが、これらのエクササイズに関わらず、筋力トレーニングの被指導経験があるかどうかについて、「筋力トレーニングの指導を受けたことがありますか?」の質問に対し、ある・ない、の2件法で回答を得た。なお、「受けたことがない」は、特に気にせず行っている場合や、自分でビデオなどを見て行っている場合に該当する者とした。また、「受けたことがある」場合は、筋力トレーニングやスポーツの専門家から指導を受けたのか、専門家ではない者(先輩や友人を含む)から指導を受けたのかについても回答を得た。専門家の判断について、指導者の知識や指導力を担保する資格や称号が一般的に浸透していない可能性が高いと考えられるため、専門家かどうかは対象者による判断とした。

分析方法 集計結果について、ニー・エクステンションの実施状況および筋力トレーニングの被指導経験、それぞれをカテゴリー変数としたカイ二乗適合度検定を行った。

次に、ニー・エクステンションの実施状況に関する回答に基づき、ニー・エクステンションを行ったことがない群(未経験群)と行ったことがある群とに分類した。行ったことがある群については、筋力トレーニング被指導経験に関する回答に基づき、筋力トレーニングもしくはスポーツの専門家から指導を受けた経験のある群(被指導群)と、指導を受けたことがない、もしくは専門家ではない者から指導を受けた群(指導無群)とに分類した。さらに、被指導群は、ニー・エクステンションを定期的に行っている群(「月に数回程度行っている」以上の頻度を回答)(被指導+高頻度群)と実施経験のみの群(「行ったことはある」を回答)(被指導+低頻度群)とに分類した。

ニー・エクステンションで鍛えられると思う部位について、各部位毎に鍛えられる認識の有無をカテゴリー変数とし、未経験群、指導無群および被指導群での比較に

カイ二乗検定を行った。有意な差が認められた部位は残差分析も実施した。

さらに、ニー・エクステンションによって鍛えられると思う部位の回答を以下のように分類した。すなわち、①: ニー・エクステンションで主に鍛えられるとされる^{22,23)}、もしくは実際に高い筋活動が認められる(筋活動等の詳細は考察に記載)^{24,25)}大腿部(前面)とその周辺(下腿部(前面)および下腹部)のみを回答した者。ニー・エクステンションは、実施中に足関節を背屈することや、呼吸法を含めた体幹部の姿勢保持にも言及される場合がある。これらに必要な下腿部(前面)や下腹部は鍛えられる部位とは言えないが、ニー・エクステンション時に動員を意識する場合があるため、主働筋である大腿部前面にその周辺部位も含めて分類した。②: ①の部位に加え、下肢のいずれかの部位も回答した者。③: ②の部位に加え、それ以外の部位も回答した者。④: 大腿部(前面)を回答しなかった者。これら4分類の回答割合について、未経験群、指導無群および被指導群での比較を行なった。また、被指導群については、被指導+高頻度群と被指導+低頻度群での比較も行なった。比較にはカイ二乗検定を用いた。有意な差が認められた場合は残差分析も実施した。

検定には、統計処理ソフトJ-STAT (ver. 12.5) およびjs-STAR (ver. 2.0.6j) を用い、統計的有意水準は5%未満とした。また、効果量としてCramerのV値を算出し、Kotrlík & Williams²⁶⁾の報告を参考に、V値が0.1未満の場合を殆ど無い(Negligible)、0.1以上0.2未満の場合を小さい(Weak)、0.2以上0.4未満の場合を中程度(Moderate)、0.4以上0.6未満の場合を比較的大きい(Relatively strong)、0.6以上0.8未満の場合を大きい(Strong)、そして0.8以上の場合をとっても大きい(Very strong)として評価した。

結 果

ニー・エクステンションの実施状況について、ほぼ毎日行っている者が8名(0.8%)、週に数回程度行っている者が105名(10.3%)、月に数回程度行っている者が117名(11.5%)、行ったことはある者が519名(51.1%)、行ったことがない者が267名(26.3%)であった($\chi^2=782.37$, $P<0.01$)。筋力トレーニングの被指導経験について、指導を受けた経験のない者が515名(50.7%)、トレーニングもしくはスポーツの専門家から指導を受けた経験を有する者が402名(39.6%)、専門家以外から指導を受けた者が99名(9.7%)であった($\chi^2=273.29$, $P<0.01$)。

ニー・エクステンションによって鍛えられると思う部位について、回答例をFig. 1に示す。また、未経験群(267名)、指導無群(397名)および被指導群(352名)での集計結果をFig. 2に示す。各群とも大腿部(前面)を回

答した者が最も多く (92~95%), 群間で有意な差は認められなかった。

大腿部 (後面) の回答は, 未経験群で83%, 指導無群で65%, 被指導群で47%であった。下腿部 (前面) の回答は, 未経験群で66%, 指導無群で51%, 被指導群で39%であった。下腹部および下腿部 (後面) の回答は, 未経験群で53~65%, 指導無群で36~46%, 被指導群で22~30%であった。足部 (前・後面) の回答は, 未経験群で約20%, 指導無群で8%, 被指導群で約5%であった。これらの部位の回答には, 群間で有意な差が認められ, 残差分析の結果, いずれの部位でも未経験群の回答が有意に多かった。また, 効果量も中程度であった。

臀部の回答は, 未経験群で41%, 指導無群で28%, 被指導群で20%であり, 群間で有意な差が認められたが, 効果量は小さかった。頸部 (前面), 肩部 (前・後面), 上腕部 (前・後面), 前腕部 (前・後面), 手部 (前・後面), 胸部, 上腹部, 背部および腰部の回答は, おおよそ20%以下であり, 群間で有意な差が認められ, 残差分析の結果, いずれの部位でも未経験群の回答が有意に多かった。しかし, 効果量は小さい, もしくは殆どなかった。

ニー・エクステンションによって鍛えられると思う部位を分類した結果について (Fig. 3), 主働筋とその周

辺のみを回答した者は, 未経験群で7.9%, 指導無群で22.7%, 被指導群で40.6%であった。主働筋周辺以外の下肢も回答した者は, いずれの群でも約30% (27.3%~32.6%) であった。主働筋周辺に加え, 下肢および下肢以外も回答した者は, 未経験群で51.3%, 指導無群で39.5%, 被指導群で25.9%であった。主働筋を回答しなかった者は, いずれの群でも10%以下 (4.8%~8.2%) であった。カイ二乗検定の結果, 回答に有意な差が認められ, 効果量も中程度であった。すなわち, ニー・エクステンションを実施した経験がない場合, 90%以上は, ニー・エクステンションが大腿部前面以外も鍛えられる運動だと認識し, 実施した経験があったとしても専門家からのトレーニング被指導経験がない場合, 約80%がそのような認識を持っていた。しかし, 被指導経験があったとしても, 約60%はニー・エクステンションが大腿部前面以外も鍛える運動だと認識していた。

被指導群のニー・エクステンションによって鍛えられると思う部位を実施頻度によりまとめた結果について (Fig. 4), 主働筋とその周辺のみを回答した者は, 被指導+高頻度群 (135名) で51.1%であり, 被指導+低頻度群 (217名) で34.0%であった。主働筋周辺以外の下肢も鍛えられると回答した者は, 被指導+高頻度群で23.0%

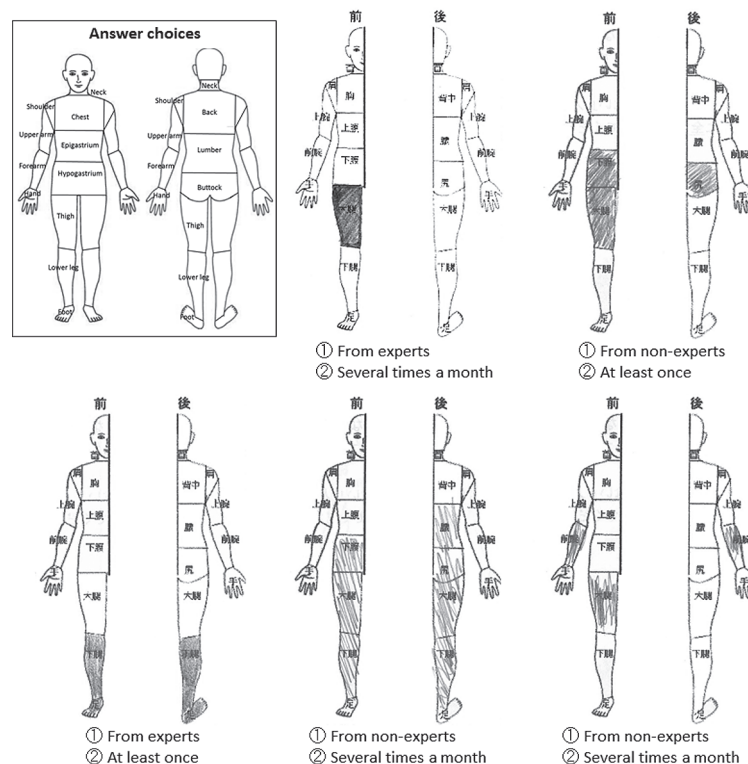


Fig. 1 Example of answers on body part(s) felt to be trained, when shown a picture of knee-extension exercise
①Experience of receiving instruction for strength training
②Frequency of performing knee-extension exercise

であり、被指導+低頻度群で30.0%、主働筋周辺に加え、下肢および下肢以外も回答した者は、被指導+高頻度群で19.3%であり、被指導+低頻度群で30.0%であった。主働筋を回答しなかった者は、被指導+高頻度群で6.6%であり、被指導+低頻度群で6.0%であった。すなわち、

専門家からのトレーニング被指導経験とともに、ニー・エクステンションを定期的の実施している者は、約半数がニー・エクステンションは大腿部前面を鍛える運動だと認識していたが、被指導経験があったとしても、ニー・エクステンションを定期的の実施していない場合、約

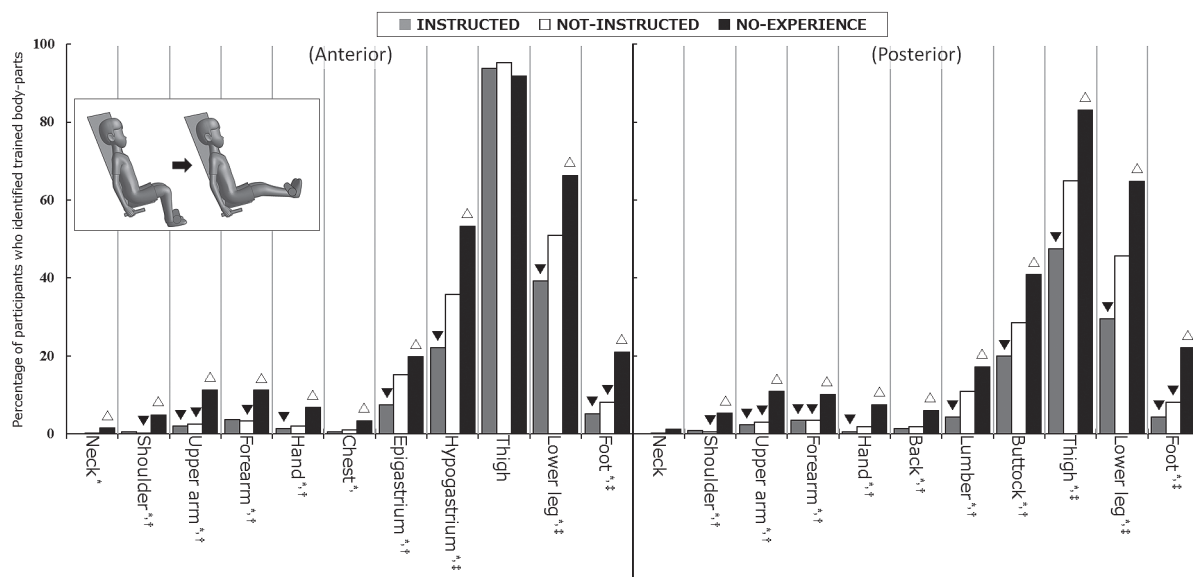


Fig. 2 Percentage of participants who identified individual body parts as trained, when shown a picture of knee-extension exercise

NO-EXPERIENCE: Have no experience in performing knee-extension exercise. NOT-INSTRUCTED: Have experience in performing knee-extension exercise and no experience in strength-training with appropriate supervision. INSTRUCTED: Have experience in performing knee-extension exercise and some experience in strength-training with appropriate supervision.

*; $P < 0.05$ (chi-square test).

† and ‡; Cramer's $V = 0.10-0.19$, and $0.20-0.39$.

△ and ▼; significantly ($P < 0.05$) higher and lower (residual analysis).

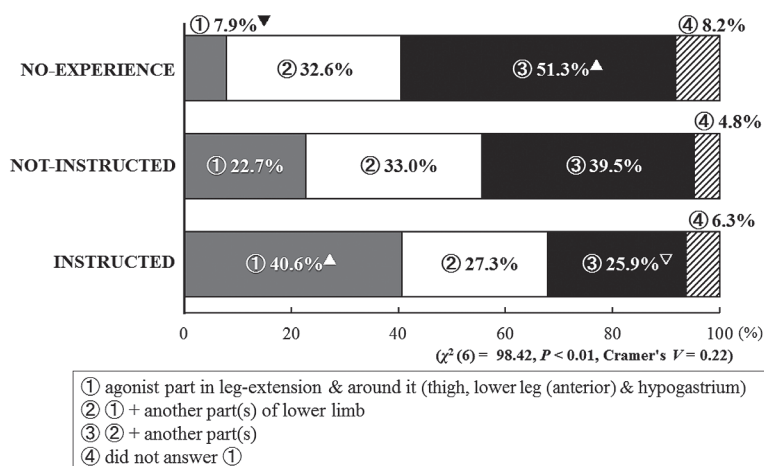


Fig. 3 Classification of body part(s) felt to be trained by experience levels of participants who were shown a picture of knee-extension exercise

NO-EXPERIENCE: Have no experience in performing knee-extension exercise. NOT-INSTRUCTED: Have experience in performing knee-extension exercise and no experience in strength-training with appropriate supervision. INSTRUCTED: Have experience in performing knee-extension exercise and some experience in strength-training with appropriate supervision.

△ and ▼; significantly ($P < 0.05$) higher and lower (residual analysis).

70%はニー・エクステンションが大腿部前面以外も鍛える運動だと認識していた。

考 察

本研究は、ニー・エクステンションの写真を提示し、鍛えられると思う部位はどこかについて調査を行った。ニー・エクステンションは主に膝関節伸展筋群が鍛えられるエクササイズであり、本研究の全ての群で、大腿部前面の回答は90%以上であった (Fig. 2)。一方、拮抗部位に関して、大腿部 (後面) の回答は、未経験群で83%、指導無群で65%、被指導群で47%、下腿部 (後面) の回答は、未経験群で65%、指導無群で46%、被指導群で30%であり、未経験群の回答が有意に多く、中程度の効果量も認められた (Fig. 2)。緒言で述べたように、主働筋-拮抗筋の関係を理解することは、「スーパーセット法」などでエクササイズ配列を考える際に重要となる⁴⁻⁶⁾。ニー・エクステンションでの筋活動を調べた研究では、20%、40%、60%、80%、および100% MVCの負荷でニー・エクステンションを実施した場合、大腿部前面にある大腿外側広筋、大腿中間広筋および大腿直筋は、おおよそ負荷と同等の筋活動を示すのに対し、大腿部後面にある大腿二頭筋は100% MVCで行なったとしても、20% MVC程度の筋活動しか認められず²⁴⁾、筋力もしくは筋量を維持・向上させるのに十分な活動とは言えない。そのため、これらの部位も鍛えられるという認識は適切ではなく、より高いトレーニング効果を得るには、エクササイズの主働筋を理解し、適切なエクササイズを選択することが重要と言える。

一方、下肢以外の部位、すなわち、肩 (前後面)、上肢

(前後面)、前腕 (前後面)、手 (前後面)、胸、上腹部、背、腰については、回答数は少ないものの、未経験群での回答が有意に多かった (Fig. 2)。また、回答を分類した結果では (Fig. 3)、下肢以外の部位も回答した者は、未経験群で51%と有意に多かった。マシンを用いて、最大挙上重量の約75% (10 RM) でニー・エクステンションを行なった場合、大腿外側広筋、大腿中間広筋および大腿直筋では80% MVC以上の活動を示すが、腹直筋、脊柱起立筋および中臀筋などでは、概ね20% MVC以下の活動しか認められない²⁵⁾。回答例に示すように、大腿部前面とともに前腕部を回答する例もあり、身体を固定するためのハンドルを握る写真²²⁾から、上肢も鍛えられると想像するのもかもしれない。実際に、トレーニング指導の教本では、ハンドルやシートの端をしっかり握り、臀部をシートから離さないようにと記載されている²³⁾。しかし、これは姿勢保持のためであり、鍛えると言う認識は適切と言えない。体幹部のエクササイズについて調べた研究では、フロント・プランクを実施したことがない場合、腹部などの本来鍛えられる部位を回答せず、足部や上肢を回答したことから、つま先と上肢で身体を支えるように見えるため、間違ったエクササイズの認識に繋がっている可能性を指摘している¹⁰⁾。トレーニングの書籍や映像などでは、エクササイズ方法と共に鍛えられる部位が紹介されるが、それ以外の部位は特筆すべき注意点がなければ何も記載されない場合が多い。しかし、本研究結果は、動作が規定されるマシンを用いた単関節エクササイズであっても、書籍などだけを参考にエクササイズを行う場合、鍛えられる部位が適切に理解されないことを示している。

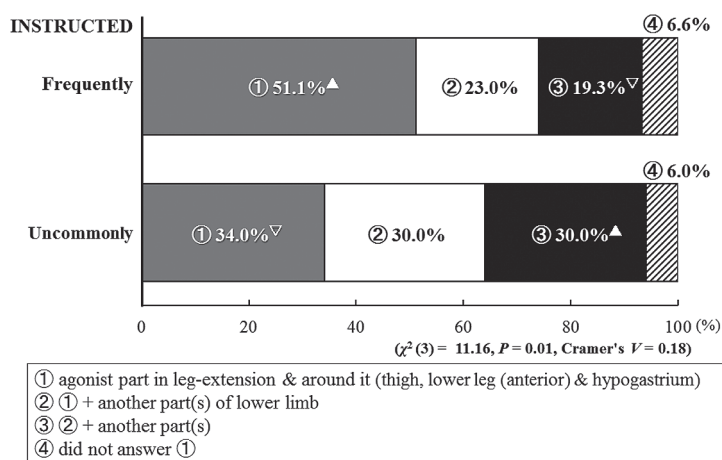


Fig. 4 Classification of body part(s) felt to be trained according to the INSTRUCTED group who were shown a picture of knee-extension exercise. Frequently: Performed knee-extension exercise several times a week. Uncommonly: Performed knee-extension exercise at least once. ▲ and ▼; significantly ($P < 0.05$) higher and lower (residual analysis).

本研究では、未経験群でも約90%はニー・エクステンションで高い活動を示す大腿部前面を鍛えられる部位として回答した。この割合は、シットアップやバックエクステンション¹⁰⁾、スクワット⁹⁾に関する研究で、当該エクササイズを実施した経験がない若年者の回答結果と大きな違いはない。一方、主働筋以外の部位について、先行研究では、スクワットを実施した経験がない場合、74.7%が大腿部、臀部および腰部以外も⁹⁾、体幹部のエクササイズでは¹⁰⁾、シットアップを実施した経験がない場合、44.4%が腹部以外も、バックエクステンションを実施した経験がない場合、60.8%が腰背部以外も鍛えられると回答したことを報告している。しかし、本研究では未経験群の90%以上がニー・エクステンションにより大腿部前面周辺以外も鍛えられると認識した。これらの結果は、複数の筋が高い活動を示す多関節エクササイズよりも、主働筋が限定されるマシンを用いた単関節エクササイズの方が、主働筋以外も鍛えられると認識することを示唆している。特に、大腿部後面は、スクワットでの筋活動が高いため、実施経験のない若年者の78%が鍛えられると回答するが⁹⁾、ニー・エクステンションでの筋活動は低いにも関わらず、未経験群の83%が鍛えられると回答した。すなわち、筋活動の高低に関わらず、鍛えられる認識は同等であると言える。このことから、エクササイズの写真で動かしている部位（ニー・エクステンションやスクワットであれば脚）から、おおよその鍛えられる部位は推測できるものの、屈筋-伸筋もしくは主働筋-拮抗筋の関係については理解できていない可能性が考えられる。しかし、マシンを用いた単関節エクササイズは特定の筋に対して負荷がかかり、主働筋が明確となることから、主働筋-拮抗筋の理解がより重要になると考えられる。そのため、フリーウェイトによる多関節エクササイズだけでなく、動作が習得しやすいマシンを用いた単関節エクササイズであっても、指導者のもとで適切なエクササイズ配列の提案とともに、適切な理解で実施されることが重要であると言える。

被指導群では、大腿部後面、下腿部後面、臀部など、ニー・エクステンションで筋活動が低い部位の回答は有意に低く（Fig. 2）、主働筋とその周辺のみを回答した者は有意に高かった（Fig. 3）。この結果から見れば、エクササイズで鍛える部位を理解するためには、専門家からの指導経験が重要であると言える。しかし、被指導群であっても、半数以上は、大腿部前面以外も鍛えられると思うと回答した（Fig. 3）。本研究では、対象者に指導者の専門性を判断させたため、被指導群にも実際には専門家でない者から指導を受けた場合も多少含まれ、受けた指導自体が間違っていた可能性もある。また、単なるマシンの使用方法の指導に留まり、トレーニングに関する適切な理解を促すような指導がなされない場合もある。

しかし、これらの点を考慮したとしても、適切な専門家から指導を受けた経験を有する者のほとんどが主働部位を理解できているとは解釈し難く、マシンを用いた単関節エクササイズであっても、被指導経験のみでなく、常に専門家から指導を受けながら実施されることを強く推奨すべきだと言える。被指導群のうちニー・エクステンションを定期的に行っている者では、主働部位のみを回答する者が有意に多く、下肢以外の回答は有意に少なかった（Fig. 4）。一方、ニー・エクステンションを定期的に行っていない者では、主働部位のみを回答する者は有意に少なく、下肢以外の回答は有意に多かった。このことから、被指導経験とともに、エクササイズの実施回数が増えることで経験的に主働部位が理解できる可能性もある。この点については、専門家からの指導を受けながらエクササイズを定期的に行う場合と、指導を受けずに行う場合とで、認識がどのように変化するかなど、今後、縦断的な検討も加える必要がある。また、指導無群であっても約20%の者は、主働筋とその周辺のみを回答しており、専門家からの指導経験がなくとも、自ら専門書などをもとに知識を得ている場合もあると考えられる。もし、トレーニング前にある程度の基礎知識を有することで主働筋認識が適切になるのであれば、そのような理解を促すような初期指導が必要と言える。そのため、専門家からの指導内容に加えて、対象者自身がどの程度、トレーニングに関する知識を持つのかなどについても、詳細な検討を行わなければならない。

膝伸展筋力は、体重を支えて動作できる機能評価に用いられること²⁷⁾、高齢者の転倒の危険性と関連すること²⁸⁾、女性の膝関節痛と関連する場合があること²⁹⁾など、運動や生活活動に重要な筋群の一つと言える。しかし、本研究結果は、マシンを用いた単関節エクササイズであっても、複数の筋が高い活動を示す多関節エクササイズの報告^{9,10)}と同様に、鍛えられる部位は適切に認識されていないことを示した。そのため、単純なエクササイズであったとしても専門家の適切な指導とともに実施されることが、トレーニング効果を高めるためには望ましいと言える。専門家から直接指導を受けられるフィットネスクラブでは、20歳代以下および30歳代の会員比率が低下する一方、60歳以上では上昇している³⁰⁾。しかし、運動は専門家から指導を受けなければ全く実施できないわけではない。特に、若年者は運動不足を課題に感じているが³¹⁾、時間^{32,33)}や費用³³⁾の問題で運動を実施していない者が多く、比較的低費用かつ自宅で実施可能なエクササイズを、写真や映像を参考に実施する可能性は高い。しかし、本研究結果からは、トレーニング初心者や経験が浅い場合はもちろんだが、専門家からの被指導経験があったとしても、常に専門家からの指導を受けながらエクササイズを実施することが望ましいと言える。

総 括

本研究は、マシンを用いた単関節エクササイズであるニー・エクステンションを例に、ニー・エクステンションによって鍛えられると思う部位を調査した。その結果、ニー・エクステンションを実施した経験がない場合、90%以上がニー・エクステンションにより大腿部前面以外も鍛えられると認識し、実施した経験があったとしても専門家からのトレーニング被指導経験がない場合、約80%がそのような認識を持っていた。専門家からのトレーニング被指導経験とともに、ニー・エクステンションを定期的実施している者は、約半数がニー・エクステンションで大腿部前面が鍛えられると認識していたが、被指導経験があったとしても、ニー・エクステンションを定期的実施していない場合、約70%は大腿部前面以外も鍛えられると認識した。これらの結果は、写真等のみを参考にエクササイズを行おうとする場合、本来鍛えられる部位以外も鍛えられる部位として認識される可能性を示しており、単純なエクササイズであっても、適切な指導者のもと、適切な方法と認識で実施される必要があることを示している。

利益相反自己申告：日本体力医学会指針の基準による申告すべき利益相反はない。

引用文献

- 幸田利敬：筋力トレーニングについて, *運動生理*, 9: 131-138, 1994.
- Vance J, Wulf G, Töllner T, McNevin N, Mercer J. EMG activity as a function of the performer's focus of attention. *J Mot Behav* 36: 450-459, 2004.
- Schoenfeld BJ, Contreras B. Attentional focus for maximizing muscle development: The mind-muscle connection. *Strength Cond J* 38: 27-29, 2016.
- Clayton N, Drake J, Larkin S, Linkul R, Martino M, Nutting M, Tumminello N. NSCA Foundations of fitness programing. National strength and conditioning association, 2015.
- Schoenfeld B. The use of specialized training techniques to maximize muscle hypertrophy. *Strength Cond J* 33: 60-65, 2011.
- 有賀誠司. 2-2 筋力トレーニングのプログラム作成, 日本トレーニング指導者協会 編集, トレーニング指導者テキスト 実践編, 大修館書店, pp. 38-51, 2009.
- 石井直方. 9-7 動的レジスタンストレーニング, 財団法人 健康・体力づくり事業財団 編集, 健康運動指導士養成講習会テキスト (下), (株) 社会保険研究所, pp. 1015-1032, 2009.
- Chiu LZ, Burkhardt E. A Teaching Progression for Squatting Exercises. *Strength Cond J* 33: 46-54, 2011.
- 大下和茂, 萩原悟一, 門間貴史, 津野天兵, 小泉和史, 大山泰史, 山口恭平, 田代智紀, 船津京太郎, 有吉晃平：実施経験のない筋力トレーニングの写真提示による鍛錬部位認識について, *体力科学*, 65: 421-429, 2016.
- 大下和茂, 松崎拓也, 疋田晃久, 宮崎 亮, 萩原悟一, 田代智紀, 津野天兵, 樋口行人, 船津京太郎：種々の体幹部エクササイズの写真提示による鍛錬部位の認識について, *体育学研究*, 62: 679-690, 2017.
- Escamilla RF, McTaggart MS, Fricklas EJ, DeWitt R, Kelleher P, Taylor MK, Hreljac A, Moorman CT. An electromyographic analysis of commercial and common abdominal exercises: implications for rehabilitation and training. *J Orthop Sports Phys Ther* 36: 45-57, 2006.
- Norris CM. Abdominal muscle training in sport. *Br J Sports Med* 27: 19-27, 1993.
- Konrad P, Schmitz K, Denner A. Neuromuscular evaluation of trunk-training exercises. *J Athl Train* 36: 109-118, 2001.
- 高井洋平, 杉崎範英, 竹下香寿美, 川上泰雄, 福永哲夫：自重によるシットアップ及びスクワット動作における筋活動水準, *スポーツ科学研究*, 2: 9-19, 2005.
- Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Barrentine SW, Wilk KE, Andrews JR. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Med Sci Sports Exerc* 30: 556-569, 1998.
- Fry AC, Smith JC, Schilling BK. Effect of knee position on hip and knee torques during the barbell squat. *J Strength Cond Res* 17: 629-633, 2003.
- 真鍋芳明, 横澤俊治, 尾縣 貢：動作形態の異なるスクワットが股関節と膝関節まわりの筋の活動および関節トルクに与える影響, *体力科学*, 53: 321-336, 2004.
- McCaw ST, Melrose DR. Stance width and bar load effects on leg muscle activity during the parallel squat. *Med Sci Sports Exerc* 31: 428-436, 1999.
- Caterisano A, Moss RF, Pellingier TK, Woodruff K, Lewis VC, Booth W, Khadra T. The effect of back squat depth on the EMG activity of 4 superficial hip and thigh muscles. *J Strength Cond Res* 16: 428-432, 2002.
- National Strength & Conditioning Association. N.S.C.A. POSITION PAPER: The Squat Exercise in Athletic Conditioning: A Position Statement and Review of the Literature. *Natl Strength Cond Assoc J* 13: 51-58, 1991.
- 健康体力づくり事業財団. 9 健康づくり運動の実践, 健康運動指導士 養成講習会テキスト (下), 南江堂, pp. 431-527, 2016.
- 有賀誠司. 3-1 筋力トレーニングの実践, 日本トレーニング指導者協会 編集, トレーニング指導者テキスト 実践編, 大修館書店, pp. 122-139, 2009.
- Earle RW, Baechle TR. 3-14 レジスタンストレーニングと補助のテクニック, Baechle TR, Earle RW, Eds: 金久博昭 日本語版総監修, NSCA 決定版 ストレングストレーニング&コンディショニング, ブックハウス・エイチディ, pp. 357-411, 2010.
- Alkner BA, Tesch PA, Berg HE. Quadriceps EMG/force relationship in knee extension and leg press. *Med Sci Sports Exerc* 32: 459-463, 2000.

- 25) Jakobsen MD, Sundstrup E, Andersen CH, Bandholm T, Thorborg K, Zebis MK, Andersen LL. Muscle activity during knee-extension strengthening exercise performed with elastic tubing and isotonic resistance. *Int J Sports Phys Ther* 7: 606-616, 2012.
- 26) Kotrlík JW, Williams HA. The incorporation of effect size in information technology, learning, and performance research. *Inf Technol Learn Perform J* 21: 1-7, 2003.
- 27) 黄川昭雄：スポーツ医学からみたスキル, バイオメカニズム学会誌, 14: 17-23, 1990.
- 28) Scott D, Stuart AL, Kay D, Ebeling PR, Nicholson G, Sanders KM. Investigating the predictive ability of gait speed and quadriceps strength for incident falls in community-dwelling older women at high risk of fracture. *Arch Gerontol Geriatr* 58: 308-313, 2014.
- 29) Glass NA, Torner JC, Frey Law LA, Wang K, Yang T, Nevitt MC, Felson DT, Lewis CE, Segal NA. The relationship between quadriceps muscle weakness and worsening of knee pain in the MOST cohort: a 5-year longitudinal study. *Osteoarthritis Cartilage* 21: 1154-1159, 2013.
- 30) 経済産業省大臣官房調査統計グループ. 平成26年10～12月期（年間回顧）産業活動分析, 2015. <http://www.meti.go.jp/statistics/toppage/report/bunseki/pdf/h26/h4a1502j.pdf>
- 31) 村松容子：「運動不足」は最大の健康課題, ニッセイ基礎研レター, 2015-05-13: 1-3, 2015.
- 32) 文部科学省. 体力・スポーツに関する世論調査（平成25年1月調査）, 2013. http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa04/sports/1338692.htm
- 33) 〈財〉健康・体力づくり事業財団. 健康づくりに関する意識調査報告書, 1997. http://www.kenkounippon21.gr.jp/kenkounippon21/database/data_1/5_kenkouzukur/index.html