©NSCA JAPAN
Volume 30, Number 2, pages 67-73

Key Words【特異性：specificity、転移：transfer、筋力：strength、エクササイズの選択：exercise selection、プログラム作成：programming】

リフト間の転移：トレーニングしていないエクササイズの筋力の増加

Transfer Between Lifts: Increased Strength in Untrained Exercises

Zachary Mang, [1] Ph.D.　**Len Kravitz,** [1] Ph.D., CSCS　**Jason Beam,** [2、3] Ph.D.
[1]Department of Health, Exercise, and Sports Sciences, University of New Mexico, Albuquerque, New Mexico
[2]School of Fitness Education, Santa Fe Community College, Santa Fe, New Mexico
[3]Kinesiology Department, Tulane University, New Orleans, Louisiana

要約

特異性の原理とは、エクササイズへの生理学的適応が、トレーニングで適用される特異的な刺激を反映していることを指す。レジスタンストレーニングについていえば、特異性の原理とは、一般に最大挙上重量によって測定される筋力の獲得が、トレーニングプログラムの複数の変数（強度、筋収縮のタイプ、動作パターンなど）に特異的であることを指す。特異性の原理は確かに正しいが、「転移」と呼ばれる現象によって、トレーニングを行なっていないエクササイズの筋力が増加することもある。例えば、バックスクワットではなくランジを行なっても、2つのエクササイズの間で転移が発生してバックスクワットの筋力が増加する。本稿は、両側性エクササイズ同士、片側性エクササイズと両側性エクササイズ、および単関節エクササイズと多関節エクササイズの間の転移に関する近年の研究結果を概括し、それに沿って、指導のための複数の指針を提供する。

序論：特異性と転移可能性

特異性の原理とは、エクササイズへの生理学的適応は、トレーニングにおいて身体に課される負荷に特異的であることを指す(3,10)。レジスタンストレーニング(RT)を例に挙げると、低強度多レップ(30～50％1RMで25～35レップ)のトレーニングの刺激は筋持久力の増強に優れており(16,24)、高強度少レップ(85～95％1RMで2～4レップ)のトレーニングは筋力の向上に適している(23,24)。さらに、一般に1RMによって測定される筋力の獲得は、強度(11)、レップ数の範囲(24)、筋収縮のタイプ(28)、関節角度(27)、トレーニング様式(12)などの変数に特異的である。ストレングス＆コンディショニング(S&C)専門職が、特異性の原理を理解することは重要である。競技の動作パターンとパワー発揮要求を考慮して、競技パフォーマンスへの転移を至適化するエクササイズを選択する必要がある(29)。実際、転移は、バックスクワット(SQ)などの特定のRT運動が、スプリントやジャンプなどの競技動作に有益な効果をもたらすかどうか、もたらすとすればその方法がどのようなものであるかを見極めるという観点から調査されてきた(6,19)。RTエクササイズから競技スキルへの転移は、力ベクトルの適用角度に依存するという説もある(6,19)。例えば、前後方向の力を身体に適用するエクササイズ(ヒップスラストなど)は、水平方向の力発揮と加速を伴うスキル(スプリントなど)に大きなプラスの影響を及ぼす。逆に、軸方向に負荷を与えるエクササイズ(フロントSQなど)は垂直方向の力を身体に適用し、垂直方向の力発揮を伴うスキル(ジャンプなど)に有益である可能性がある(6,19)。

また、最近の研究では、一般的な下半身のRTエクササイズ同士の転移も評価されている(1,6,17,26)。この転移は、トレーニングを行なっていないエクササイズの最大筋力の増加という形で現れる。つまり、トレーニングのあるブロックでデッドリフト(DL)ではなくケトルベルスイングを行なったとしても、2つのエクササイズの間で転移が生じて結果的にDLの1RMが増加する(14)**(図1)**。このような情報は重要であり、

S&C専門職がRTプログラムを多様化して、相互に建設的な残留効果を及ぼすエクササイズを循環的に利用することを可能にする(スプリットSQのトレーニングはバックSQのパフォーマンスを向上させる可能性がある)。実際、同一筋群に対して固定的なエクササイズではなく、多様なリフトを処方すると、意欲(4)、実施量(21)、上半身の筋力(21)の向上に役立つことが報告されている。さらに、転移可能性と特異性は、単関節エクササイズと多関節エクササイズ(5,7,18,27)、およびマシーンエクササイズとフリーウェイトエクササイズ(20,22,25,28)による筋肥大と筋力への影響についても評価されている。トレーニングの目標が、アスリートにおける垂直跳びの跳躍高(VJH)であるのか、パワーリフターのバックSQの1RMであるのか、一般人のエクササイズへの熱意/意欲であるのかに応じて、特異性と転移可能性はエクササイズの選択に大きな影響を及ぼす。そこで本稿では、エクササイズ間の転移可能性を測定した近年の研究結果を概括する。両側性同士、片側性と両側性、単関節と多関節、マシーンとフリーウェイト間の転移を焦点とする。

図1　Maulitら(14)による、両側性の下半身エクササイズ(デッドリフトとケトルベルスイング)の間の転移可能性の例。4週間のメゾサイクル後、ケトルベルスイング群はデッドリフトの1RMが8kg増加した。

両側性の多関節リフト間の転移

最近、SQやDLなどの伝統的な下半身のリフトを補う股関節伸展エクササイズとして、バーベル・ヒップスラストが注目を集めている。Contrerasら(6)は、ヒップスラストとフロントSQの転移を評価するために、28名のRT経験のある青少年アスリート(14～17歳)を被験者としてヒップスラスト群(14名)とフロントSQ群(14名)に無作為に割り当てた。6週間のトレーニング後、両群ともフロントSQとヒップスラストの3RMが増加した。これは、2つのエクササイズの間で有意な転移が生じたことを意味している。ただし、転移の程度は2つの群で異なっていた。フロントSQ群におけるヒップスラストの3RMの増加は23.5kgであり、ヒップスラスト群におけるフロントSQの3RMの増加は5.5kgに留まった。同様の結果は、14名のRT経験のある男性を対象とした、バックSQとヒップスラストの転移可能性の比較によっても報告されている(9)。4週間のトレーニング後、どちらの群もヒップスラストとバックSQの1RMが有意に向上した。しかし分析を進めると、バックSQ群によるバックSQの1RMの向上はヒップスラスト群よりも大きく、反対にヒップスラストの1RMの向上はヒップスラスト群のほうが大きかった。これらの結果を考え合わせると、ヒップスラストのトレーニングはフロントSQとバックSQの筋力に転移したとはいえ、それぞれのエクササイズを実施したほうが成果は優れていた(特異性)。今後の調査によって、特にトレーニング経験のある被験者において、フロントSQやバックSQと合わせてヒップスラストを実施することにより、筋力とパワーの優れた適応が引き出されるかどうかを評価する必要がある。

DLとSQは、下半身の筋力向上に利用されてきた伝統的なエクササイズであり、2つのエクササイズにおける転移の可能性はエクササイズ選択を多様化させる根拠となる。Nigroら(17)は、2つのエクササイズの転移を評価するために、25名のRT経験のある男性を、DL群(14名)とSQ群(11名)の2群に無作為に割り当てた。6週間のトレーニング後、どちらの群もSQの1RMが有意に向上したが、SQ群のほうが大きく増加した。同様の結果はDLの1RMにも観察され、どちらの群もDLの1RMが増加したが、DL群のほうが大きく増加した。これらの結果は特異性と転移可能性の確固としたエビデンスを示し、どちらのエクササイズも、トレーニングの有無にかかわらず最大筋力を向上させると考えられる(17)。したがってS&C専門職は、期分けしたトレーニング計画で複数の下半身エクササイズを併行して実施し、局面ごとに強調するエクササイズを変更するとよい(6,9,17)。

新型コロナウイルス感染症の流行による健康面および経済面の制約を考えると、バーベルを利用するエクササイズの代替エクササイズを工夫する必要があるかもしれない。この点について関係が深いと思われるのは、1年超のRT経験のある男性被験者を対象とした、Maulitら(14)によるケトルベルスイングと爆発的なDL(30%1RMによる最大努力)の効果の比較である。4週間後、どちらの群もDLの最大筋力とVJHが有意に増加し、両群に有意差は観察されなかった。研究者らは、両群とも低強度を利用して、各レップを最

大努力と最大速度によって実施することに重点を置いたことを指摘して、どちらの群もVJHと力の立ち上がり率が有意に向上したことを説明した。転移の点から考えると、わずか8回のケトルベルスイングのセッションで、DLの1RMが8kgも増加したことは注目すべきことである。この点を考慮すると、2つのエクササイズを循環的に利用し、主要なヒップヒンジのパターンとしてケトルベルスイングを実施するトレーニングブロックを処方するとよいであろう(14)。

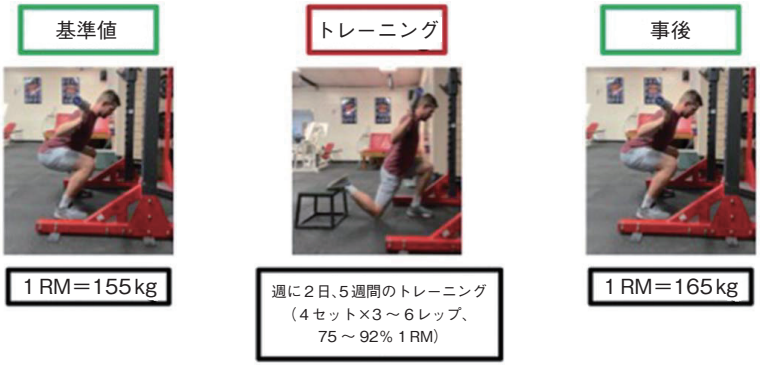


図2　Speirsら(26)による、下半身の片側性エクササイズと両側性エクササイズ(リアフットエレベイティッドスプリットスクワットとバックスクワット)の間の転移可能性の例。5週間のメゾサイクル後、リアフットエレベイティッドスプリットスクワット群はバックスクワットの1RMが10kg増加した。

片側性エクササイズと両側性エクササイズの間の転移

片側性エクササイズと両側性エクササイズの利用については、特に、交差学習効果、両側性機能低下、両側性機能促進などの神経筋系の成果をめぐって、今も根強く議論されている(8,13)。片側性エクササイズでは腰椎骨盤帯の安定が求められ(15)、片脚による支持局面を周期的に必要とする競技スキルによく転移するため(1)、競技パフォーマンスの向上には片側性エクササイズのほうが優れていると主張されることが多い。Speirsら(26)はこの主張の妥当性を検討するために、SQ(両側性)とリアフットエレベイティッドスプリットスクワット(RESS)(片側性)の転移可能性を評価した。被験者は、RT経験1年以上のラグビーアカデミーの選手18名である**(図2)**。その結果、どちらの群もSQの1RMとRESSの1RMが同様の増加を示し、2つのリフトの間に有意な転移が観察された。さらに、両群とも40mのスプリントとプロアジリティシャトルテストで同様の向上を示し、どちらのリフトもスプリント／アジリティパフォーマンスに転移した。実際、SQと比べて片側性のRESSは、直線スプリントや方向転換課題との類似性が高いように思われる。しかし、この結果をみると、どちらのリフトも同等の効果があると考えられる。

筋力についても同様の結果がApplebyら(2)によって報告されている。それによると、若年ラグビー選手に8週間のバーベル・ステップアップを実施したところSQの筋力が増加し、SQを実施したところバーベル・ステップアップの筋力が増加した。また、両群とも20mのスプリントタイムが向上したが、方向転換能力の向上を示したのはSQ群のみであった。これは、Speirsら(26)の調査結果と矛盾している。アジリティパフォーマンスにおけるこのような結果の相違は、エクササイズの筋活動によって説明される可能性がある。例えば、SQ、RESS、ステップアップの短縮性局面は、スプリントの加速の初期局面できわめて重要なピーク床反力を増加させることによって直線スピードの向上に転移する(1,26)。これに対して方向転換(プロアジリティシャトルドリル)は、減速と加速の素早い切り替えと伸張性筋力の大きさを必要とする(1)。したがって、ステップアップなどの短縮性筋活動を焦点とするエクササイズよりも、伸張性局面が強調されるエクササイズ(SQやRESSなど)のほうが方向転換課題に転移しやすいと考えられる(1,26)。Speirsら(26)とApplebyら(2)の結果を合わせると、片側性エクササイズと両側性エクササイズは、トレーニングの有無にかかわらずエクササイズの筋力と、スプリントスピードを刺激することにおいて、同様に効果的であると考えられる。しかし、方向転換能力の向上を目指すには、エクササイズが片側性か両側性かよりも、伸張性局面を強調するエクササイズを選択することが重要であると思われる。

ただし、片側性と両側性の選択は二者択一である必要はなく、プログラムの作成においては、各スタイルのRTに特有の利点を考慮するべきである。つまり、片側性エクササイズでは安定性とバランスへの要求が大きいため(2)、プレシーズンやインシーズンのトレーニングでは、高負荷ブロック後に低負荷を利用して軟部組織構造の「deload(負荷を軽減して疲労から回復させる)」を行なうことが有益であるだろう(26)。対照的にオフシーズンのマクロサイクルでは、力発揮能力や高閾値の運動単位の動員を向上させるために、重い負荷の利用を求められることがある。この場合は両側性エクササイズが適しているであろう(1)。

単関節エクササイズと多関節エクササイズの間の転移

パーソナルトレーナーは、一般人用のRTプログラムの作成において、多関

節エクササイズと単関節エクササイズに特有の利点について考慮するとよい。例えば、多関節エクササイズは代謝系への負荷が大きく、筋の活性度が高く、日常生活や競技特異的動作との類似性が高いため、単関節エクササイズよりも優れているという主張がある(5,27)。これに対して、単関節エクササイズは技術的要求度が低く、個々の筋群を個別にトレーニングできる点で多関節エクササイズよりも優れているという主張もある(5,27)。単関節エクササイズと多関節エクササイズの転移を評価するため、Paoliら(18)は36名のトレーニング経験のない男性を対象として、単関節トレーニング群と多関節トレーニング群に無作為に割り当てた。介入後、どちらの群もベンチプレス、バックSQ、ニーエクステンションの1RMが有意に向上したが、多関節群に大きな増加がみられた。この結果は、両群とも、トレーニングしていないエクササイズの筋力が増加したことにより、多関節エクササイズと単関節エクササイズの転移可能性を示しているが、最大筋力の増加が目標である場合は多関節エクササイズのほうが有効であると考えられる(18)。

同様の結果は、53名のトレーニング経験のない女性を対象として、多関節エクササイズ(レッグプレス[LP])と単関節エクササイズ(ヒップエクステンション+ニーエクステンション)の転移を検証したSteinら(27)の研究によっても示されている**(図3)**。研究結果によると、両群ともLPの6RMが有意に増加したが、単関節群よりも多関節群のほうが優れていた。単関節エクササイズに関しては、両群とも6RMが有意に増加したが、多関節群よりも単関節群のほうが優れていた。Paoliら(18)の研究と比べると、Steinら(27)の研究では、単関節群のほうが単関節エクササイズにおける筋力の増加が大きく、特異性の原理が強く示されている。

図3　Steinら(27)による、下半身の単関節エクササイズと多関節エクササイズ(ヒップエクステンション+ニーエクステンションとレッグプレス)の間の転移可能性の例。8週間後、単関節群はレッグプレスの6RMが10kg増加した。

2つの研究結果の相違は、方法論的差異によって説明される可能性がある。つまり、Paoliら(18)の研究よりもSteinら(27)の研究のほうが単関節群のトレーニング強度(12～18RMに対して6～10RM)とトレーニング量(1週間当たり4セットに対して6～12セット)が高かったのである。この差異が8週間にわたって続くと、前者は合計32セット、後者は54セットに上る。総合的にみると、単関節エクササイズと多関節エクササイズは転移可能性/特異性のパターンに従っており、RTプログラムに両者を含めるかどうかは、クライアントの時間的制約と求める成果に応じて決定するべきである。例えばde Francaら(7)の報告によると、単関節エクササイズをプログラムに追加するとセッションの持続時間が約40%増加するが、多関節エクササイズのみと比べて、エルボーフレクション/エクステンションにおける最大筋力の増加が優れているということはなかった。したがって時間的制約が厳しい場合は、多関節エクササイズが時間効率良く同等の適応をもたらす可能性がある。同じく、多関節エクササイズ(SQなど)の筋力増大が目的である場合は、多関節エクササイズも単関節エクササイズも利益をもたらす可能性があるが(5)、多関節エクササイズだけを実施するほうが有益かもしれない。その場合、SQを単関節エクササイズ(ニーフレクションなど)によって補うと、筋のバランスの維持に効果的であるかもしれない(27)。要するに、RTプログラムにおいて多関節エクササイズと単関節エクササイズは、相乗的に働くと考えられる。

マシーンエクササイズとフリーウェイトエクササイズの間の転移

筋力の特異性/転移可能性は、マシーンエクササイズとフリーウェイトエクササイズについても議論されている。どちらも類似の筋群(LPとSQなど)を鍛えるが、マシーンエクササイズが要求する安定性ははるかに低く、特にカムシステムを利用する場合は筋を個別に鍛えることが可能である(25)。対照的に、フリーウェイトエクササイズは安定性の要求が高く、よって筋の活性度が高いため、競技パフォーマンスへの転移に優れている可能性がある(28)。2つのエクササイズを比較したWirthら(28)の研究によると、LPとSQはそれぞれのエクササイズの1RMにおいて同様の増加が誘発されたが、VJHの増加がみられたのはSQ群のみであった。しかしこの研究には2つの制限がある。ひとつは、エクササイズ間の筋力の転移が測定されていないこと、もうひとつは同一プログラムにおけるLPとSQの併用が評価されていないことである。

Rossiら(22)は、Wirthら(28)の制限に対処した研究を行ない、トレーニング未経験の男性を無作為にSQ群、LP群、SQ＋LP群に割り当てて、10週間のトレーニングを実施した。その結果、3群ともSQの1RMが向上したが、SQ群の向上が最も大きかった。3群ともLPの1RMとVJHも向上したが、群間に差異は見出されなかった。VJHに関しては、SQ群でエフェクトサイズとパーセント増加が最大であり、続いてSQ＋LP群、LP群であった(22)。最大筋力に関しては、LPからSQの筋力への転移が観察されたが、転移の程度はSQからLPの筋力のほうが大きかった。さらに、SQはVJHのパフォーマンスへの転移に優れていたが、これは、動作パターン、床反力(クローズドチェーンなど)、筋の活性化、股関節伸展角度が類似していることによると考えられる(22,28)**(図4)**。

また、VJHや競技パフォーマンスよりも筋肥大や筋力を関心対象とする一般人もいるため、パーソナルトレーナーは、マシーンエクササイズとフリーウェイトエクササイズのそれぞれに特有の利点も考慮する必要がある。例えばSchwanbeckら(25)は、RT経験のある男女を対象として、マシーンエクササイズとフリーウェイトエクササイズの効果を比較した。8週間のトレーニング後、両群ともスミスマシーンによるベンチプレスとSQ、およびフリーウェイトによるベンチプレスとSQの1RMが有意に向上した。これは、マシーンエクササイズとフリーウェイトエクササイズの転移可能性を示唆している。同様に、どちらの群にも上腕二頭筋と外側広筋の筋厚の増加が観察され、骨格筋の有意な肥大が認められた。最大筋力の向上を目的とする場合、マシーンエクササイズとフリーウェイトエクササイズは転移し合い(20,22)、様式とはかかわりなく筋肥大が発生する可能性がある(25)。しかし、VJHの向上が第一目標である場合は、LPよりもSQのほうが優れていると考えられる(22,28)。Schwanbeckら(25)の興味深いデータをみると、今後の調査によって、SQ、スミスマシーンによるSQ、LPの効果を比較して、姿勢、不安定性の程度、床反力が、VJHのパフォーマンスへの転移に及ぼす影響を評価する必要がある。

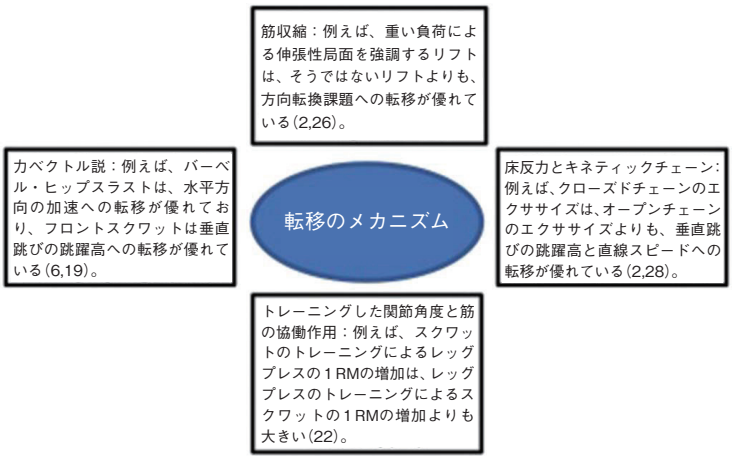


図4　エクササイズ間(スクワットとレッグプレスなど)、エクササイズとパフォーマンス間(フロントスクワットと垂直跳びの跳躍高など)で転移を発生させると考えられる4つのメカニズム。

結論

S&C分野の研究は、RTによるパワーと筋力の向上の競技パフォーマンスへの転移に注目してきた(2,19,22,26,28,29)。しかし最近は、トレーニングしていないエクササイズの筋力の増加に関する転移の調査が増えている(6,9,14,17,18,25,27)。下半身の両側性エクササイズについては、ヒップスラストとフロントSQ(6)、ヒップスラストとバックSQ(9)、DLとバックSQ(17)、ケトルベルスイングとDL(14)の間に転移が存在することを示すエビデンスがある。しかし、これらの研究では、トレーニングしたエクササイズのほうが1RMの増大が大きく、特異性が優勢である(6,9,14,17)。片側性エクササイズと両側性エクササイズに関しては、バックSQとRESS(26)およびバックSQとステップアップ(1,2)の間に同等の筋力の転移が観察されている。3つのエクササイズはいずれも直線スプリントスピードを向上させたが(1,2,26)、方向転換課題への転移がみられたのは伸張性局面を強調するエクササイズだけであった(2,26)。パーソナルトレーナーが一般人のためのトレーニングプログラムを作成する際は、エクササイズ間の転移も考慮する必要がある。例えば、単関節エクササイズと多関節エクササイズの転移を示すエビデンスが存在する(5,7,18,27)。しかし、時間効率の点からみると多関節エクササイズのほうが筋力を向上させる可能性がある(5)。さらに、近年の研究によると、マシーンエクササイズとフリーウェイトエクササイズは転移し合うが(22,25)、フリーウェイトエクササイズのほうが下半身のパワー(VJHなど)への転移が優れている(22,28)。今後の調査では、性別、トレーニングステータス、年齢がエクササイズ間の転移に及ぼす影響を評価する必要がある。加えて、コロナウイルス感染症の流行を考えると、簡単なRTエクササイズと従来のジムエクササイズ(自重による等尺性ランジとバーベル・スプリットSQなど)の間の転移を評価することも興味深い。特に、エクササイズの選択は必ずしも二者択一である必要はない。

期分けされたRTプログラムではリフトに多様性をもたせるべきであり、個々のトレーニングブロックの目標に応じてエクササイズを足したり引いたりするとよい。

現場への応用

筋力の獲得が第一目標である場合は、期分けされたトレーニング計画において複数の下半身エクササイズを併行して実施し、局面によって強調するエクササイズを変更するとよい(6,9,17)。実際、多様なエクササイズを実施することは、意欲(4)を向上させ、トレーニング量の増加を介して筋肥大／筋力を増大させる可能性がある(21)。片側性エクササイズと両側性エクササイズはどちらも筋力とスプリントスピードを向上させるが(1,2,26)、アジリティ能力の向上を目的とする場合は伸張性局面を強調するエクササイズ(SQやRESSなど)を焦点とする必要がある(2,26)。トレーニングの時期と、期分けされたRT計画の局面を考慮して、オフシーズンとプレシーズンには両側性エクササイズを実施し、競技会シーズンが近づくにつれて、片側性エクササイズを主体にするとよい。実際、単関節エクササイズと多関節エクササイズの間には筋力の転移が存在するが(5,7,18,27)、クライアントの時間的制約、好み、競技要求に基づいて、トレーニングプログラムにはどちらも含めるべきである。また、フリーウェイトエクササイズとマシーンエクササイズを実施することによって筋肥大(22,25)と筋力(20,22,25,28)の向上を図ることが可能であり、S&C専門職は両者に特有の利点を考慮する必要がある。下半身／上半身の競技特異的なパワーの向上が目的である場合は、フリーウェイトエクササイズを強調するべきであり、筋サイズや筋力の増大を目的として、特定の筋を取り立てて活性化させたい場合は、マシーンエクササイズを実施するべきである。◆

References

1. Appleby BB, Cormack SJ, Newton RU. Specificity and transfer of lower body strength: Influence of bilateral or unilateral lower body resistance training. *J Strength Cond Res* 33: 318–326, 2019.
2. Appleby BB, Cormack SJ, Newton RU. Unilateral and bilateral lower-body resistance training does not transfer equally to sprint and change of direction performance. *J Strength Cond Res* 34: 54–64, 2020.
3. Baar K. Using molecular biology to maximize concurrent training. *Sports Med* 44: 117–125.
4. Baz-Valle E, Schoenfeld BJ, Torres-Unda J, et al. The effects of exercise variation in muscle thickness, maximal strength and motivation in resistance trained men. *PLoS One* 14: e0226989, 2019.
5. Brigatto FA, De Camargo JBB, De Ungaro WF, et al. Multi-joint vs. single-joint resistance exercises induce a similar strength increase in trained men: A randomized longitudinal crossover study. *Int J Exerc Sci* 13: 1677–1690, 2020.
6. Contreras B, Vigotsky AD, Schoenfeld BJ, et al. Effects of a six-week hip thrust vs. front squat resistance training program on performance in adolescent males: A randomized controlled trial. *J Strength Cond Res* 31: 999–1008, 2017.
7. de Franca HS, Nordeste-Branco PA, Guedes DP, et al. The effects of adding single-joint exercises to a multi-joint exercise resistance training program on upper body muscle strength and size in trained men. *Appl Physiol Nutr Metab* 40: 822–826.
8. Fountaine CJ. Unilateral and bilateral exercise movements considerations for program design. *ACSM Health Fit J* 22: 11–16, 2018.
9. Hammond A, Perrin C, Steele J, et al. The effects of a 4-week mesocycle of barbell back squat or barbell hip thrust strength training upon isolated lumbar extension strength. *Peer J* 7: e7337, 2019.
10. Hughes DC, Ellefsen S, Baar K. Adaptations to endurance and strength training. *Cold Spring Harb Perspect Med* 8: a029769, 2018.
11. Lasevicius T, Ugrinowitsch C, Schoenfeld BJ, et al. Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. *Eur J Sport Sci* 18: 772–780, 2018.
12. Lyons TS, McLester JR, Arnett SW, Thoma MJ. Specificity of training modalities on upper-body one repetition maximum performance: Free weights vs. hammer strength equipment. *J Strength Cond Res* 24: 2984–2988, 2010.
13. Manca A, Dragone D, Dvir Z, Deriu F. Cross-education of muscular strength following unilateral resistance training: A meta-analysis. *Eur J Appl Physiol* 117: 2335–2354, 2017.
14. Maulit MR, Archer DC, Leyva WD, et al. Effects of kettlebell swing vs. explosive deadlift training on strength and power. *Int J Kines Sport Sci* 5: 1–7, 2017.
15. McCurdy KW, O'Kelley E, Kutz M, et al. Comparison of lower extremity EMG between the 2-leg squat and modified single leg squat in female athletes. *J Sport Rehabil* 19: 57–70, 2010.
16. Mitchell CJ, Churchward-Venne TA, West DWD, et al. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. *J Appl Physiol* 113: 71–77, 2012.
17. Nigro F, Bartolomei S. A comparison between the squat and the deadlift for lower body strength and power training. *J Hum Kinet* 73: 145–152, 2020.
18. Paoli A, Gentil P, Moro T, Giuseppe M, Bianco A. Resistance training with single vs. multi-joint exercises at equal total load volume: Effects on body composition, cardiorespiratory fitness, and muscle strength. *Front Physiol* 8: 1105, 2017.
19. Randell AD, Cronin JB, Keogh JW, Gill ND. Transference of strength and power adaptation to sports performancehorizontal and vertical force production. *Strength Cond J* 32: 100–106, 2010.
20. Ratamess NA, Beller NA, Gonzalez AM, et al. The effects of multiple-joint isokinetic resistance training on maximal isokinetic and dynamic muscle strength and local muscular endurance. *J Sports Sci Med* 15: 34–40, 2016.
21. Rauch JT, Ugrinowitsch C, Barakat CI, et al. Auto-regulated exercise selection training regimen produces small increases in lean body mass and maximal strength adaptations in strength-trained individuals. *J Strength Cond Res* 34: 1133–1140, 2020.
22. Rossi FE, Schoenfeld BJ, Ocetnik S, et al. Strength, body composition, and functional outcomes in the squat versus leg press exercises. *J Sports Med Phys Fitness* 58: 263–270, 2018.
23. Schoenfeld BJ, Contreras B, Vigotsky AD,

Peterson M. Differential effects of heavy versus moderate loads on measures of strength and hypertrophy in resistancetrained men. *J Sports Sci Med* 15: 715– 722, 2016.
24. Schoenfeld BJ, Peterson MD, Ogborn D, Contreras B, Sonmez GT. Effects of low vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. *J Strength Cond Res* 29: 2954– 2963, 2015.
25. Schwanbeck SR, Cornish SM, Barss T, Chilibeck PD. Effects of training with free weights versus machines on muscle mass, strength, free testosterone, and free cortisol levels. *J Strength Cond Res* 34: 1851–1859, 2020.
26. Speirs DE, Bennet M, Finn CV, Turner AP. Unilateral vs. bilateral squat training for strength, sprints, and agility in academy rugby players. *J Strength Cond Res* 30: 386–392, 2016.
27. Stien N, Pederson H, Ravnoy AH, Andersen V, Saeterbakken AH. Training specificity performing single-joint vs. multijoint resistance exercises among physically active females: A randomized controlled trial. *PLoS One* 15: e0233540, 2020.
28. Wirth K, Keiner M, Hartmann H, Sander A, Mickel C. Effect of 8 weeks of free-weight and machine-based strength training on strength and power performance. *J Hum Kinet* 53: 201–210, 2016.
29. Young WB. Transfer of strength and power training to sports performance. *Int J Sports Physiol Perform* 1: 74–83, 2006.

From Strength and Conditioning Journal
Volume 44, Number 3 pages 101-106.

著者紹介

Zachary Mang：
Los Alamos National Laboratoryのウェルネスプログラムのポスドク研究員。

Len Kravitz：
アルバカーキにあるUniversity of New Mexicoの運動科学のプログラムコーディネーターであり研究員。

Jason Beam：
Santa Fe Community Collegeのフィットネス教育学部とTulane Universityの運動学部の非常勤講師。

NEXT 2月号（2023年1月25日発行）

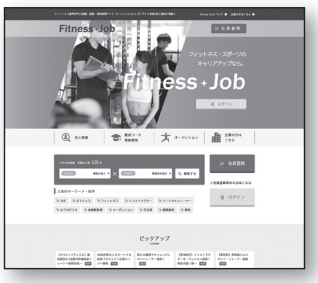
特集 スポーツ・フィットネスの DXとSX研究

第一線で活躍するインストラクター・トレーナーのインタビュー記事や求人・養成情報も盛りだくさん！
更なるキャリアアップのお供にぜひご活用ください。☆バックナンバーのご注文も受付中！（在庫ある限り）

インストラクター・トレーナーの
キャリアマガジン
NEXT

トレーナーの求人・養成
セミナー情報量NO.1
Fitness Job

月刊NEXT
毎月25日発行
※施設への無料配布（5部以上）
を承ります。
一部売り（送料一律390円）も受付中！
お電話かメールにてお申し込みください。



Fitness Job
求人情報や講座情報を随時UP
新鮮な情報を、
業界随一のボリュームで提供しています！

広告出稿企業も募集中！
優秀なトレーナーやインストラクターを募集したい企業様、運動指導者向けの講座や資格を発行されている団体様はぜひこの機会に広告を掲載してみませんか？ NEXT 編集部までお気軽にお問い合わせください。

株式会社クラブビジネスジャパン TEL:03-5459-2841 www.fitnessclub.jp/next info@fitnessclub.jp