©NSCA JAPAN
Volume 26, Number 3, pages 52-61

Key Words【中殿筋：gluteus medius、ワークアウトプログラム：work-out program、エクササイズの選択：exercise selection、筋活動：muscle activity、活動後増強：postactivation potentiation、股関節の外転：hip abduction】

各種の自体重エクササイズとレジスタンスエクササイズを用いた中殿筋の強化

Strengthening the Gluteus Medius Using Various Bodyweight and Resistance Exercises

Petr Stastny, [1] Ph.D. **James J. Tufano,** [1、2] M.S. **Artur Golas,** [3] Ph.D. **Miroslav Petr,** [4] Ph.D.

[1]Department of Sport, Faculty of Physical Education and Sport, Charles University in Prague, Prague, Czech Republic
[2]Department of Exercise and Health Sciences, Edith Cowan University, Joondalup, WA, Australia
[3]Department of Sports Training, The Jerzy Kukuczka Academy of Physical Education, Katowice, Poland
[4]Department of Physiology, Faculty of Physical Education and Sport, Charles University in Prague, Prague, Czech Republic

要約

中殿筋は重要な筋であり、この筋が弱いと膝や股関節、あるいは腰部の痛みや不具合を起こす可能性がある。本稿は中殿筋の筋力評価の方法を検討し、筋電図検査に基づく中殿筋に狙いを定めたエクササイズを提案する。また、高強度レジスタンストレーニングプログラムに中殿筋の強化を導入する方法を紹介し、中殿筋エクササイズを導入する重要性を解説する。

はじめに

筋力トレーニングプログラムを計画する際には、ワークアウトを個々のアスリートに合わせる過程が重要であり、なかでもエクササイズの選択は特に重要である。組織的に構成されたレジスタンストレーニングプログラムを作成するためには、選択したエクササイズが、エクササイズの強度、レップ数、収縮速度、休息時間、トレーニング歴など、他の変数と調和している必要がある。具体的には、エクササイズの選択はキネティックチェーンのどの筋を発達させる必要があるのか、エクササイズまたは運動の適切なキネマティクス（運動学）の達成に取り組む必要がある。それにより、効率的な運動パターンが担保され、最も弱い筋が力の総和を維持できなくなるか貢献することができなくなるまで、最適なキネマティクスを維持することができる。したがって、キネティックチェーン内の筋群の中で、筋力の弱い筋または潜在的に最も弱くなる可能性のある筋に目標を定めたエクササイズを取り入れることは有益であると思われる。そうすれば弱い筋群が試合中に発揮筋力や速度を制限することはなくなるだろう。

運動を中断させる弱い筋群の一例が中殿筋で、キネマティクスに悪影響を与え（15）、アスリートの傷害リスクを高め（25）、競技パフォーマンスを低下させる（28）可能性がある。その裏付けとして、股関節外転筋力が高いアスリートは、低い股関節外転筋力のアスリートと比較すると、負傷する可能性が低いことが明らかになっている（25）。さらに、競技スポーツでの中殿筋の傷害は、両側性の弱点よりむしろ一側性の弱点に関連がある（47,48）。したがって従来、一側性の中殿筋強化の重要性が主に論じられ、中殿筋に目標を定めた多数のエクササイズが研究者や専門職の注目を集めてきた（5,34,35）。中殿筋強化のための提言はこれまでにも行なわれてきたが、主として解剖学的機能に基づいたリハビリテーションの観点からの提言であるように思われる（34）。しかし、高強度のレジスタンストレーニングプログラムにおける特定の中殿筋エクササイズの重要性に関しては、明確な総括はまだ行なわれていない。傷害を予防し、正式なリハビリテーションの必要性を回避する手段として、アスリートの高強度レジスタンストレーニングに、エビデンスに基づいた高強度の中殿筋強化

エクササイズを含めることが勧められる。したがって本稿は、傷害のない健康そうなアスリートを対象に、伝統的なテストの天井効果を軽減できる、中殿筋の脆弱性を測定するためのテスト法に焦点を合わせる。さらに、最も大きな中殿筋の筋活動をもたらすエクササイズをまとめて提示し、それらのエクササイズを高強度のレジスタンストレーニングプログラムに取り入れることの重要性を説明する。

股関節外転筋力の定量化

具体的な中殿筋の強化の基本は、まず中殿筋の弱さを知ることから始まり、それは通常股関節外転筋力を計測することにより評価される。臨床環境では、一般に中殿筋の弱さの有無を測定するためのトレンデレンブルグ試験(TT: Trendelenburg test)が用いられるが、この試験は、疾患や腰痛があると診断されていない人の中殿筋の弱さの予測には適さないことが知られている。したがって股関節外転筋の機能と筋力の測定値として、なんら症状のないアスリートに対して、TTを用いることには限界がある(23,50)。別の股関節外転筋力テストは、0～5段階の尺度を用いて仰臥位または横臥位で行なうことができる(20)。これらのテストのためには、検者は被検者の膝の側面に負荷をかける(20)。検者の主観的なレベルで患者の筋力が5段階の4に達したと判断した場合は(34)、患者は外部からの少ない力に対して十分に抵抗することができると判定される。しかし、このような「機能的」テストの0～5の尺度では、レジスタンストレーニングで鍛えた健康なアスリートの詳細な評価はできない。アスリートがたとえテスト中に高得点を取ることができても、試合中に相対的な筋の弱さが露呈する場合もあるからである。幸い股関節外転テストは、アスリートに仰臥位(2)または横臥位(48)の姿勢をとらせ、ハンドヘルドダイナモメーター(手持ちの筋力計)を用いて測定できる。この方法を使えば、標準的な単位であるニュートン(N)またはニュートンメートル(N·m)およびポンド(lbs)で発揮筋力を数量化して表すことができる。また股関節外転筋力は、特定の速度状況の下で等速性筋力測定装置を使って測定することもできる。しかし、この評価法は、訓練を受けた検者と専門的な設備のある実験室環境が必要である。したがって、アスリートにおける中殿筋の筋力測定には、ハンドヘルドダイナモメーターを使って股関節外転筋力を測定することが最も現実的な方法であろう。

股関節外転筋力の標準値と比較することで、各自の筋力をその割合として数量化できるため、ハンドヘルドダイナモメーターはTTと比較すると、アスリートにとって一層適切であると思われる(2)。アスリートの股関節外転筋力を決定するとき、左右両側の股関節外転筋力の不足が10%以上あることは、負傷により出場できないアスリートがリハビリテーションを終えて試合に戻る際の臨床的な限界値とみなされる(46)。さらに、股関節内転筋の挫傷後に競技に復帰する場合は、90%の股関節外転対内転比(股関節内転の筋力が外転筋力の少なくとも90%)を達成することが推奨される(31)。しかし、これらの提言は一般的なガイドラインであり、すべての状況に適しているわけではないことにも注意が必要である。さらに、これらデータは内転筋の弱さに関連があり、股関節外転の弱さないし傷害がある場合には比較することはできない。それにもかかわらず、ハンドヘルドダイナモメーターを使って前額面で股関節の筋力を計測することは、明確な比率(%)に基づいて筋力不足の有無を決定できるため、伝統的な段階尺度よりも一層正確である。

ハンドヘルドダイナモメーターを使う場合、より一層詳細な手順が要求されることを認識することが重要である。股関節外転筋力の測定を行なうときには、体位、測定の種類、ダイナモメーターの位置、最大随意収縮の時間などの要因を考慮しなければならない。選択可能な2種類の主な測定は「メイクテスト(make test)」と「ブレイクテスト(break test)」である。メイクテストは等尺性筋力の測定であり、アスリートは固定されたダイナモメーターに対して最大随意筋力を発揮するように指示される。メイクテストでは、膝にダイナモメーターを当てて、大腿骨の長さ分の比較的短いてこを用いる。したがって、この方法は高いレベルで標準化された等尺性筋力測定であり、最大筋力の測定に役立つ。ブレイクテストでも、アスリートはダイナモメーターに対して最大随意筋力を発揮するように指示されるが、メイクテストとは対照的に、検者がアスリートの力に対抗して力をかけるため、結果的にアスリートは伸張性筋活動を行なうことになる。ブレイクテスト中は、測定されている脚部は外力(検者がかけた力)と相互に作用するが、これはアスリートが試合中に経験する状況に一層よく似ている。ブレイクテストでは、検者はアスリートの筋力に打ち勝つ必要があるため、このテスト中は機械的な優位性を保つ必要がある。したがって、下方への力が有利に働くより長いてこを作るために、外踝のすぐ上にダイナモメーターを置くことが勧められる。正確な比較ができるように、常に測定

位置や手順を記録しておくことが推奨される。これは、モーメントアーム（膝側面対足関節）に関して測定位置が様々に変わる際は、特に重要である。

テストの目標が左右両下肢の股関節外転筋力の差の有無を評価することである場合、アスリートは仰臥位をとり、等尺性の「メイクテスト」を使って測定する**（写真1A）**（2）。横臥位では測定のばらつきが大きくなるからである（46）。その理由はおそらく、横臥位では安定性がより低く、中殿筋の発揮筋力を測定する際に、片方がテーブルまたは床についた状態で、他方がダイナモメーターに対して力を発揮するせいであると思われる。一方仰臥位での測定では、対側性の干渉がない状態で、それぞれの下肢を独立して一側性の筋力を測定できる。しかし、股関節外転：内転比は横臥位で「ブレイクテスト」を使って測定してもよい**（写真1B）**（48）。横臥位では力発揮能力が増大するため、アスリートのピーク筋力の産生を測定するために最も適していると思われる。この方法を使うとき、ハンドヘルドダイナモメーターは下肢の外側に置き、ブレイクテストでは足関節の外踝のすぐ上に、メイクテストでは膝の外側上顆の真上に置き、モーメントアームの長さ（大腿骨長または下肢長）を標準化して測定する必要がある。現時点における推奨事項は、股関節外転テストはメイクテストでは少なくとも3回、各5秒の筋活動を行ない、測定間で30秒の休憩をとることを推奨している（46）。一方、ブレイクテストは少なくとも2回の測定を試みる必要がある（48）。

中殿筋活動の推定

筋の大きな活性化とその後の筋力の増大との関係に基づくと（17–19）、中殿筋に特異的なレジスタンストレーニングプログラムを作成する手始めは、中殿筋の大きな筋電図（EMG）活動を促すエクササイズを選択することである。なかには、解剖学的肢位や観察できる筋からのフィードバック、遅発性筋痛、さらに筋量の増加などからエクササイズ中の筋活動は明確にわかると主張する専門職もいると思われる（16,33）。しかし、筋活動はEMGを用いることによってのみ定量化できる多因子現象であるため、専門的な機器を使用せずに筋活動を説明することはできないということを認識することは重要である。

筋の活性化はアスリートにより一人ひとり相違があるため、表面EMGは、クライアントの最大基準に合わせて標準化しなければならない。最も多くの場合、それは最大随意等尺性収縮（MVIC：maximum voluntary isometric contraction）である。一般に中殿筋のMVICは横臥位で、活動する下肢をニュートラルな解剖学的肢位から10～30°外転させて測定する（4,9）。しかし、若干の研究はMVICの測定に他の方法を用いている（4）。動的エクササイズはMVICとは異なる活性化パターンを示すため（4）、複雑なレジスタンスエクササイズ中のEMGの比較、特にエクササイズの負荷が増加するにつれて変わる相対的な筋活動のEMGデータを比較することは事実上困難である（30,42）。

多くの専門職は筋活動の増加を筋力の増加と結び付けるが、筋力トレーニングプログラムで行なうエクササイズを処方するためには、単に筋活動量自体を測定するだけでは十分ではない。エクササイズ中、筋群間の筋力比の相違が筋活動に影響を与える可能性があることを指摘することは重要である。例えば、股関節外転筋力が膝の屈曲筋力より大きい場合には、膝の屈曲が股関節外転より強い場合に比べて、ファーマーズウォークエクササイズ（体側にダンベルを持って歩く）を行なう際の中殿筋の活動は大きい（43）。同様に、スプリットスクワットやウォーキングランジにおいても、大腿四頭筋とハムストリングスのEMG活動は、股関節外転と膝の屈曲筋力によって異なることが示されている。したがって、S&C専門職は、大きな筋活動をもたらすエクササイズに基づいて、エビデンスに基づく中殿筋に特異的なトレーニングプログラムを作ることができる。ただし、すべての筋活動がアスリート間やエクササイズ間で一貫しているとは限らないこと、またEMGはエクササイズを選択するときのあくまでも出発点として使えるということを理解することが重要である。このように、一人ひとりの筋力と筋の活性化の相違が存

写真1　股関節外転筋力を測定する際の身体姿勢とダイナモメーターの位置。
仰臥位でのメイクテスト（A）と横臥位でのブレイクテスト（B）

在するため、各アスリートに合わせたトレーニングプログラムの必要性が強調される。

中殿筋のエクササイズ

EMG活動と筋力との関係にもかかわらず(17,19)、多くのデータから、バイラテラルスクワットのような一般的なエクササイズでさえも、複雑で高負荷の下肢のエクササイズを行なっている間の中殿筋の活動量は驚くほど少ないことが明らかになっている。重要な中殿筋のEMG研究の概要を**表1**と**表2**に示す。**表1**には多くの場合高負荷で行なわれる複合多関節エクササイズが含まれ、一方、**表2**には、主に自体重を用いた単関節の補助エクササイズが含まれる。両方を合わせると、これらの表は専門職に、高いレベルの筋活動(41～60% MVIC)からきわめて高いレベルの筋活動(>60% MVIC)まで、中殿筋活動のためのエクササイズの幅広い選択肢を提供する(35)。

スクワット、デッドリフトとステップアップのような複雑なエクササイズは高負荷で行なうこともでき、次第にエクササイズ強度を高め、ホルモンの反応を増大させ、サテライト細胞の増殖をもたらす(22,49)ことができるため、アスリート集団には、単関節のリハビリテーションエクササイズよりもより好ましいといえる(24)。したがって、高強度のレジスタンスエクササイズ**(表1)**は、アスリートの中殿筋の機能的な筋力向上を誘発する際により効果的であることを提言する。外部負荷に打ち勝つために要求される力は、外部負荷をかけない単関節エクササイズよりも試合中にアスリートが必要とする力に一層類似しているからである。

表1　中殿筋に的を絞ったレジスタンスエクササイズ

エクササイズ	中殿筋の活動 (MVICレベル±SD、強度)	著者
対側ランジ	90±22、5RM	Stastnyら(44)
同側ランジ	51±17、5RM	Stastnyら(44)
対側スプリットスクワット	46±23、5RM	Stastnyら(44)
同側スプリットスクワット	49±27、5RM	Stastnyら(44)
ファーマーズウォーク	47±19、中強度の負荷[a]	Stastnyら(43)
スクワット(バイラテラル)	21±9mV/s、60%1 RM[b]	Liら(26)
ラテラルステップアップ[c]	60±NR、BW	Borenら(5)
	43±18、BW	Ekstromら(11)
フォワードステップアップ[c]	55±NR、BW	Borenら(5)
シングルレッグデッドリフト[c]	56±NR、BW	Borenら(5)
	58±25、BW	Distefanoら(9)
フォワードランジ[c]	42±21、BW	Distefanoら(9)
トランスバースランジ[c]	48±21、BW	Distefanoら(9)
シングルレッグスクワット[c]	82±NR、BW	Borenら(5)
	64±24、BW	Distefanoら(9)
	52±22[d]、BW	Ayotteら(1)
フォワードステップアップ[d]	44±17、BW	Ayotteら(1)

MVIC＝最大随意等尺性収縮、NR＝研究にSDの記載なし、RM＝反復回数、SD＝標準偏差
[a]最高反応群　[b]MVICの記載なし
[c]自体重(BW)を用いた測定だが、外的負荷を用いて実施することも可
[d]シングルレッグスクワット、ウォールスクワット

プログラムデザイン

レジスタンストレーニングプログラムを作成する際、S&C専門職は筋のアンバランスの修正、パフォーマンスの向上、またはその両者など、具体的な目的に的を絞る必要がある。特にレジスタンストレーニングプログラムのために中殿筋エクササイズを選択する際は、各アスリートにおける個別のニーズに対応して、複合運動または個別運動の利用に関して決定を行なわなければならない。前述のように、本稿における中殿筋トレーニングの提案は、主として健康なアスリートを念頭において計画されたものであり、もし何らかの疾患や病状がある場合やリハビリテーションが必要な場合は、高負荷のエクササイズは止め、Presswoodらによるトレーニングの提案(34)を検討すべきである。

一側性の股関節外転の脆弱性は、サッカーやアイスホッケー、走競技などのスポーツにおける傷害リスクの高さと関連があるため、中殿筋の強化はスポーツ環境への応用においてますます重要になっている(7,14,46,48)。さらに、重心の方向が不意に変わり、片脚スタンスでの筋力と安定性が必要なこれらのスポーツでは、中殿筋の筋力はより重要であると思われる。コンタクトスポーツの性質上、また下肢から始まる運動の力の総和を維持するために骨盤の安定性が果たす役割により、片脚での支持を必要とするスポーツ、特に身体と身体が接触するスポーツでは中殿筋の強化を取り入れる必要がある。これらのスポーツでは、立位での一側性の中殿筋の強化は競技特異的

であると考えられる。例えば、外部抵抗を用いたシングルレッグスクワットをアイスホッケー選手のためにシーズン前またはシーズン中に取り入れることができる。しかしアイスホッケー選手の総合的な筋力を向上させるための主要なエクササイズとすべきではない。さらにこの考え方を進め、試合中に経験する不安定性を模倣するために、これらのエクササイズを不安定なサーフェス上で行なうように処方する専門職もいる。中殿筋は骨盤と膝の安定筋としての役割を果たすが、不安定なサーフェスでこれらのエクササイズを行なっても、スクワット中の中殿筋の追加的な活動は生じない(26)。したがって、不安定なサーフェス上でのレジスタンストレーニングにより中殿筋活動が効果的に増大することはないため、不安定なサーフェスの導入に正当な根拠があるとはいえない。

高強度レジスタンストレーニングは、代謝系、内分泌系および神経筋系の反応を総合的に引き起こすことが目的であり、しばしば負荷を最大挙上重量(RM)まで徐々に高めることを必要とする点でリハビリテーションとは異なる。レジスタンストレーニングプログラムを実施する際には、エクササイズを伝統的なセット数、主働筋-拮抗筋のスーパーセット、および活動後増強(PAP)複合(運動)など様々な方法で実施できる。本稿では、これらの3つの方法を手短かに解説し、中殿筋に特異的なエクササイズを実施するための基礎を固め、さらに、中殿筋の非対称で片側の脆弱性の回復に効果的な、中殿筋に特異的なトレーニングプログラムの作成法の概要を提供する。

表2　中殿筋に的を絞った一般的なリハビリテーションエクササイズ

エクササイズ	中殿筋活動レベル(%MVIC±SD)	著者
サイトブリッジtoニュートラルスパイン	74±30	Ekstromら(11)
サイドプランクwithヒップアブダクション	89～103±NR	Borenら(5)
クラムシェルwithフットエレベーション	62～77±NR	Borenら(5)
フロントプランクwithヒップエクステンション	75±NR	Borenら(5)
サイドライイングヒップアブダクション	63±NR	Borenら(5)
	81±42	Distefanoら(9)
	42±27	Bolgla & Uhl(3)
	44±15	Selkowitzら(40)
	79±30	McBethら(29)
	53[a]±28	McBethら(29)
スケータースクワット	60±NR	Borenら(5)
ペルビックドロップ	59±NR	Borenら(5)
	57±32	Bolgla & Uhl (3)
スタンディングヒップサーカムダクション	57±NR	Borenら(5)
ダイナミックレッグスイング—矢状面	57±NR	Borenら(5)
シングルレッグブリッジ	55±NR	Borenら(5)
	47±24	Ekstromら(11)
フォワードステップアップ	55±NR	Borenら(5)
シングルレッグブリッジ(不安定)	47±NR	Borenら(5)
ヒップクラム-30～45°ヒップフレクション	47±NR	Borenら(5)
	40±38	Distefanoら(9)
四つん這いヒップエクステンション	46±NR	Borenら(5)
	42±17	Ekstromら(11)
グルートスクイーズ	44±NR	Borenら(5)
ラテラルバンドウォーク	61±34	Distefanoら(9)
トランスバースホップ、ラテラルホップ、フォワードホップ	57±35、48±25、44±21	Distefanoら(9)
フレクションヒップアブダクション	42±34	Bolgla & Uhl(3)

MVIC＝最大随意等尺性収縮、NR＝研究にSDの記載なし、SD＝標準偏差
きわめて高いレベルの活動(>60%MVIC)、高いレベルの活動(41～60%MVIC)、Reimanら(35)による　[a]サイドライイングアブダクションwithエクスターナルローテーション

伝統的なトレーニング

最大筋力の向上に焦点を合わせた伝統的なレジスタンストレーニングプログラムは、パフォーマンスのレベルに合わせて各エクササイズを3～5セットずつ取り入れる必要がある(41)。この提案は中殿筋に特異的なトレーニングに対しても適用できる。大抵のレジスタンストレーニングと同様、中殿筋に特異的なトレーニングセッションの始めに高負荷の複合エクササイズを取り入れることが重要であり**(表1)**、トレーニングの残りの部分はそれほど複雑ではない自体重エクササイズ**(表2)**で構成する**(表3)**。

ディトレーニング期間後は、中殿筋エクササイズをRMで表す負荷に基づいて行なうべきではなく、その代わりに、主観的運動強度の目標を達成するように休息時間を1～2分とってエクササイズを行なう。それらの負荷に慣れたら、その後はRM負荷で3～5分の

休息を挟んで行なうことができる。

股関節外転筋力に一側性のアンバランスがある場合は、トレーニングセッションで行なう負荷とレップ数は、左右どちらか弱いほうの筋力に基づいて決めるべきであり、弱い側からまずトレーニングを行なう。股関節外転のアンバランスが存在する場合は、一側性のエクササイズのほうが両側性のエクササイズよりも好ましいと思われる。その理由は、中殿筋の機能には股関節を外転させること、骨盤の複雑な側方安定化の際に大腿骨の内転と内旋を防ぐこと、片脚スタンスで股関節と膝を支えること、そして片脚スタンス中に反対側に骨盤が下がるのを防ぐことなどが含まれ、大部分の一側性のエクササイズでは中殿筋の大きな活性化が必要だからである。

レジスタンストレーニングに対する伝統的な取り組みでは、個別エクササイズや複合エクササイズを組み合わせることによって主働筋を鍛え、個別に疲労させることを勧めるが、それは以下で説明する先進的なトレーニング法とは異なる。アスリートの筋力を増大させるためには、ワークアウトごとに外部負荷を徐々に増やすとともに、一方でレップ数を減らしセット数を増やす。外部負荷を増やすことができないエクササイズを行なう場合は、筋疲労を誘発するためにレップ数を増やす必要がある。中殿筋を強化するために、我々は、レジスタンストレーニング経験の全くないアスリートや3年以下の経験しかないアスリートには、より先進的なトレーニング法に参加する前に、基礎筋力レベルを高めるためにこれらの伝統的なレジスタンストレーニングを行なうことを推奨する。

表3　伝統的なトレーニングワークアウト

セット	エクササイズ	週	レップ数	セット数	休息(分)
1	バイラテラルスクワット[a]	1～2	12～15	3～5	2～3
		3～4	10～12		
		5～6	6～8		
2	フォワードステップアップ[a、b]	1～2	15～18		
		3～4	12～15		
		5～6	8～10		
3	フォワードランジ[b]	1～2	12～15		
		3～4	10～12		
		5～6	6～8		
4	サイドプランクwithヒップアブダクション	1～2	10～12	3～5	1～2
		3～4	12～14		
		5～6	14～18		
5	クラムシェルwithフットエレベーション	1～2	10～12		
		3～4	12～14		
		5～6	14～18		
6	ファーマーズウォーク	1～2	16m		
		3～4	20m		
		5～6	26m		

[a]最大反復回数までエクササイズを行なう
[b]筋力が弱いほうの脚部のエクササイズを最初に行ない、両足の負荷は弱いほうの脚の最大反復挙上重量に基づいて決める

主働筋-拮抗筋スーパーセットトレーニング

主働筋-拮抗筋スーパーセットを用いる筋力トレーニングは、神経筋疲労を増大させずに短い休息時間で行なうことができ(36)、**表4**に示したように、トレーニング経験のある鍛錬者のアスリートが複合エクササイズを用いて実施できる。拮抗するエクササイズの組み合わせは、逆方向の力のベクトルを基に組み合わせるが、主に拮抗筋群に狙いを定める(オーバーヘッドプレスとプルアップ)。中殿筋に特異的なトレーニングでは、対立する力のベクトルを基にした主働筋-拮抗筋の運動パターンを選択することは、困難ではあるが不可能ではない。例えば、バーベルスクワットとリバースシットアップを組み合わせることにより、中殿筋は、スクワット中に能動的な股関節の伸展と外旋を要求され、リバースシットアップ中に股関節が屈曲している間は中殿筋は弛緩する。バーベルスクワットは体幹の筋構造を部分的に疲労させるが、疲労は主に体幹後部筋群に起こり、リバースシットアップの神経筋の関与とは逆である。主働筋-拮抗筋スーパーセットはそれほど経験を積んでいないアスリートでも用いることができるだろう。ただしその場合は、疲労の蓄積に伴ってエクササイズテクニックが悪化する可能性があるので、各エクササイズを2セットだけに留めるとよい。この種類のエクササイズルーティンはエクササイズの量が増えるため、セッションは週2回を超えないように助言する。

活動後増強を用いたレジスタンストレーニング

PAP(活動後増強)は上級のトレーニング方法であり、選択した筋群における運動単位の活動を増大させることを目的としたコンディショニング活動を行なうことで、それに続くパフォーマンス課題に効果的に備えることができる。この現象は、部分的には、「コンディショニング」としての収縮性筋活動後の運動(エクササイズ)中に、低周波の強縮力が増加することが理由で起こると考えられる(37)。PAPを使ったレジスタンストレーニングセッションを作成する際は、コンディショニング活動を作成するために考慮すべき要素がいくつかある。例えば、アスリートの筋力レベル、コンディショニングエクササイズ、コンディショニング活動中の休息時間、そしてパフォーマンス課題などである。

現場での実践では、PAPは大きな負荷をかけたコンディショニング活動を行なった後、続いて低負荷の爆発的な活動を行なうことによって実行される。例えば、バックスクワットやパワークリーンの後にPAPが起こることが明らかになっているが、続いて行なうスプリントパフォーマンスの向上の大きさは、パワークリーン後のほうがより大きく、爆発的なコンディショニング活動がPAPに最適であることを示している(39)。コンディショニング活動に少なくとも10秒のMVICを含むとき、またはコンディショニング活動中に5RMの負荷を用いるときは(37,51)、コンディショニング活動と次のエクササイズの間の休息時間は3～7分とることが推奨される(13,37,51)。PAPの時間経過は非常に微妙で、アスリートやエクササイズそしてエクササイズセッション間で様々に変化するため(37)、用いる最適な休息時間とレップ数は、試行錯誤により見出すしかない。これに沿って、PAPは疲労の大きいコンディショニングよりも比較的疲れさせないコンディショニング活動後のほうがより早く表れること(6)、またコンディショニング活動の可動域が次のパフォーマンスに一定の役割を果たすこと(12,38)が示唆されている。PAPは筋力レベルと強く関連することが明らかになっているが、それは、コンディショニング活動後に、筋力の強いアスリートは弱いアスリートよりも早く増強効果が表れることを意味している(38)。

表4　レジスタンストレーニング鍛錬者のための主働筋−拮抗筋トレーニング

セット／エクササイズの配列	エクササイズ	週	レップ数(RM)	セット数	休息(分)
1／1	バイラテラルスクワット	1～2	12～15	3	2
		3～4	10～12		
		5～6	6～8		
1／2	ローケーブル・リバースシットアップ	1～2	15～18		
		3～4	12～15		
		5～6	8～10		
2／1	シングルレッグスクワット	1～2	12～15	3	2
		3～4	10～12		
		5～6	6～8		
2／2	ダンベル・ハンギングレッグレイズ・ニーフレックス	1～2	12～15		
		3～4	10～12		
		5～6	6～8		
3／1	シングルレッグデッドリフト	1～2	12～15	3	2
		3～4	10～12		
		5～6	6～8		
3／2	ダンベル・アブドミナルクランチonスイスボール	1～2	12～15		
		3～4	10～12		
		5～6	6～8		
4／1	ラテラルステップアップ	1～2	12～15	3	2
		3～4	10～12		
		5～6	6～8		
4／2	ダンベル・サイドウェイズハイパーエクステンション	1～2	12～15		
		3～4	10～12		
		5～6	6～8		

RM＝最大反復回数

PAPに関する研究は非常に多くあるにもかかわらず、中殿筋に重点を置いたレジスタンストレーニングセッション中のPAPの効果はまだ明らかではない。しかし、**表5**で提案したエクササイズはこれまでの研究に基づいている。さらにPAPは、次第にセット数を漸増させながら行なうことで、8週間は効果が持続するが、2週間を過ぎるとそれまでと同程度の効果は失われる可能性があることも示唆されている(37)。

前方への踏み出し脚の反対側の体側に5RMの負荷を保持して行なうフォワードランジのセットは、大腿四頭筋

やハムストリングスの活動よりも大きな中殿筋の活動をもたらすことが報告されている(44)。したがって、このエクササイズを両側性のスクワットを行なう前の中殿筋の一側性のコンディショニング活動として 用いることができる**(表5)**。**写真2**に示すように、3分の休息の後にスクワットジャンプを行なう。同様に、スプリットスクワットジャンプの前に、中殿筋のための一側性のコンディショニング活動としてシングルレッグスクワットを用いることができる**(写真3)**。

限界

本稿は中殿筋が解剖学的に3つに細分化されることは考慮していない。選択したエクササイズによっては、それら3部分の活動がいずれも異なる可能性がある(32)。さらに中殿筋の活動は大腿四頭筋またはハムストリングスに対する筋力比の違い(43,45)、エクササイズ強度の変化(44)、キネマティクスの変化(10)、伸張性筋活動を行なう方法の変化(21)、トレーニング経験(8,17,27)、および非対称の負荷(44)などにより変化する可能性がある。本稿で考察しなかったもうひとつの問題は、中殿筋と大腿筋膜張筋における筋活動の割合である。したがって、フォワードランジのように中殿筋の活動よりも大きな大腿筋膜張筋の活動を伴うエクササイズは、クラム(クラムシェ

表5　PAP(活動後増強)を用いた一側性の弱点に対処する中殿筋の筋力向上セッションの例

セット／エクササイズ	エクササイズ	週	レップ数	セット数	休息(分)
1／1	コントララテラルフォワードランジ[a]	1	8RM	3	3～6[b]
		2	4RM		
1／2	バーベル・スクワットジャンプ	1	5[c]	3	
		2			
2／1	シングルレッグスクワット、負荷	1	8RM	3	3～6[b]
		2	4RM		
2／2	スプリットスクワットジャンプ	1	5[c]	3	
		2			
3／1	ラテラルステップアップ、負荷[a]	1	8RM	3	3～6[b]
		2	4RM		
3／2	フォワードベンチジャンプ	1	5[c]	3	
		2			

RM＝最大反復回数
[a]筋力の弱い側のみ行なう
[b]コンディショニングエクササイズとそれに続くジャンプ間の最適な休息時間には個人差がある
[c]30～40%1 RMの負荷で実施

写真2　体側フォワードランジ(A)とスクワットジャンプ(B)のスーパーセット

写真3　シングルレッグスクワット(A)とスプリットスクワットジャンプ(B)のスーパーセット

ル)、サイドステップ、ユニラテラルブリッジ、四つん這いでのヒップエクステンションなど、中殿筋に有利に働く相補的な活動と組み合わせるべきである(40)。

現場への応用

本稿は中殿筋の強化プログラムを導入する過程の要約である。すなわち、中殿筋の脆弱性を確認し、中殿筋に特異的なエクササイズを選択し、レジスタンストレーニングセッションに中殿筋エクササイズを取り入れる。読者はハンドヘルドダイナモメーターをジムで容易に利用でき、**表1、2**に記載された30種目の中殿筋エクササイズから選択したエクササイズを組み合わせ、**表3～5**に記載されているように、それらのエクササイズを初心者向けまたは上級者向けのレジスタンストレーニングのワークアウトに応用できるだろう。◆

謝辞

「人体運動の生物学的側面に関するプロジェクト」PRVOK P38およびプロジェクトGACR NO.14-29358PとNO.16-13750Sからの支援により、本稿を発表できたことに感謝します。またエクササイズを実演していただいたBoris Orava氏(2014年クラシックボディビルのヨーロッパチャンピオン、スペイン・サンタスザンナ出身)にもここに謝意を表します。

References

1. Ayotte NW, Stetts DM, Keenan G, Greenway EH. Electromyographical analysis of selected lower extremity muscles during 5 unilateral weight-bearing exercises. *J Orthop Sports Phys Ther* 37: 48–55, 2007.
2. Bohannon RW. Reference values for extremity muscle strength obtained by hand-held dynamometry from adults aged 20 to 79 years. *Arch Phys Med Rehabil* 78: 26–32, 1997.
3. Bolgla LA, Uhl TL. Electromyographic analysis of hip rehabilitation exercises in a group of healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther* 35: 487–494, 2005.
4. Bolgla LA, Uhl TL. Reliability of electromyographic normalization methods for evaluating the hip musculature. *J Electromyogr Kinesiol* 17: 102–111, 2007.
5. Boren K, Conrey C, Le Coguic J, Paprocki L, Voight M, Robinson TK. Electromyographic analysis of gluteus medius and gluteus maximus during rehabilitation exercises. *Int J Sports Phys Ther* 6: 206–223, 2011.
6. Boullosa DA, Abreu L, Beltrame LG, Behm DG. The acute effect of different half squat set configurations on jump potentiation. *J Strength Cond Res* 27: 2059–2066, 2013.
7. Cichanowski HR, Schmitt JS, Johnson RJ, Niemuth PE. Hip strength in collegiate female athletes with patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc* 39: 1227–1232, 2007.
8. Dasteridis G, Pilianidis T, Mantzouranis N, Aggelousis N. The effects of athletics training on isometric strength and EMG activity in adolescent athletes. *Biol Exerc* 8: 37–46, 2012.
9. Distefano LJ, Blackburn JT, Marshall SW, Padua DA. Gluteal muscle activation during common therapeutic exercises. *J Orthop Sports Phys Ther* 39: 532–540, 2009.
10. Dwyer MK, Boudreau SN, Mattacola CG, Uhl TL, Lattermann C. Comparison of lower extremity kinematics and hip muscle activation during rehabilitation tasks between sexes. *J Athl Train* 45: 181–190, 2010.
11. Ekstrom R, Donatelli R, Carp K. Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther* 37: 754–762, 2007.
12. Esformes JI, Bampouras TM. Effect of back squat depth on lower-body postactivation potentiation. *J Strength Cond Res* 27: 2997–3000, 2013.
13. Ferreira SL, Panissa VL, Miarka B, Franchini E. Postactivation potentiation: Effect of various recovery intervals on bench press power performance. *J Strength Cond Res* 26: 739–744, 2012.
14. Fredericson M, Cookingham CL, Chaudhari AM, Dowdell BC, Oestreicher N, Sahrmann SA. Hip abductor weakness in distance runners with iliotibial band syndrome. *Clin J Sport Med* 10: 169–175, 2000.
15. French H, Dunleavy M, Cusack T. Activation levels of gluteus medius during therapeutic exercise as measured with electromyography: A structured review. *Phys Ther Rev* 15: 92–105, 2010.
16. Geraci MC Jr, Brown W. Evidence-based treatment of hip and pelvic injuries in runners. *Phys Med Rehabil Clin* 16: 711–747, 2005.
17. Häkkinen K, Kallinen M, Izquierdo M, Jokelainen K, Lassila H, Mälkiä E, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J Appl Physiol* (1985) 84: 1341–1349, 1998.
18. Häkkinen K, Komi P, Alén M, Kauhanen H. EMG, muscle fibre and force production characteristics during a 1 year training period in elite weight-lifters. *Eur J Appl Physiol* 56: 419–427, 1987.
19. Higbie EJ, Cureton KJ, Warren GL, Prior BM. Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *J Appl Physiol* (1985) 81: 2173–2181, 1996.
20. Janda V. *Muscle Function Testing*. London, United Kingdom: Butterworth, 1983. pp: 2–4, 171–174.
21. Jönhagen S, Halvorsen K, Benoit DL. Muscle activation and length changes during two lunge exercises: Implications for rehabilitation. *Scand J Med Sci Sports* 19: 561–568, 2009.
22. Kadi F, Schjerling P, Andersen LL, Charifi N, Madsen JL, Christensen LR, Andersen JL. The effects of heavy resistance training and detraining on satellite cells in human skeletal muscles. *J Physiol* 558: 1005–1012, 2004.
23. Kendall KD, Schmidt C, Ferber R. The relationship between hip-abductor strength and the magnitude of pelvic drop in patients with low back pain. *J Sport Rehabil* 19: 422–435, 2010.
24. Kraemer W, Ratamess N. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med* 35: 339–361, 2005.
25. Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Med Sci Sports Exerc* 36: 926–934, 2004.
26. Li Y, Cao C, Chen X. Similar electromyographic activities of lower limbs

between squatting on a reebok core board and ground. *J Strength Cond Res* 27: 1349–1353, 2013.
27. Maeo S, Takahashi T, Takai Y, Kanehisa H. Trainability of muscular activity level during maximal voluntary co-contraction: Comparison between bodybuilders and nonathletes. *PLoS One* 8: e79486, 2013.
28. Masuda K, Kikuhara N, Demura S, Katsuta S, Yamanaka K. Relationship between muscle strength in various isokinetic movements and kick performance among soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 45: 44–52, 2005.
29. McBeth JM, Earl-Boehm JE, Cobb SC, Huddleston WE. Hip muscle activity during 3 side-lying hip-strengthening exercises in distance runners. *J Athl Train* 47: 15–23, 2012.
30. Newton RU, Murphy AJ, Humphries BJ, Wilson GJ, Kraemer WJ, Häkkinen K. Influence of load and stretch shortening cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosive upper-body movements. *Eur J Appl Physiol* 75: 333–342, 1997.
31. Nicholas SJ, Tyler TF. Adductor muscle strains in sport. *Sports Med* 32: 339–344, 2002.
32. O'Sullivan K, Smith SM, Sainsbury D. Electromyographic analysis of the three subdivisions of gluteus medius during weight-bearing exercises. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Tech* 2: 17, 2010.
33. Page P, Ellenbecker T. *Strength Band Training*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005. pp. 1–11, 86–87.
34. Presswood L, Cronin J, Keogh JWL, Whatman C. Gluteus medius: Applied anatomy, dysfunction, assessment, and progressive strengthening. *Strength Cond J* 30: 41–53, 2008.
35. Reiman MP, Bolgla LA, Loudon JK. A literature review of studies evaluating gluteus maximus and gluteus medius activation during rehabilitation exercises. *Physiother Theor Pract* 28: 257–268, 2012.
36. Robbins DW, Young WB, Behm DG, Payne WR, Klimstra MD. Physical performance and electromyographic responses to an acute bout of paired set strength training versus traditional strength training. *J Strength Cond Res* 24: 1237–1245, 2010.
37. Sale DG. Postactivation potentiation: role in human performance. *Exerc Sport Sci Rev* 30: 138–143, 2002.
38. Seitz LB, de Villarreal ES, Haff GG. The temporal profile of postactivation potentiation is related to strength level. *J Strength Cond Res* 28: 706–715, 2014.
39. Seitz LB, Haff GG. Factors modulating post-activation potentiation of jump, sprint, throw, and upper-body ballistic performances: A systematic review with meta-analysis. *Sports Med* 46: 231–240, 2015.
40. Selkowitz DM, Beneck GJ, Powers CM. Which exercises target the gluteal muscles while minimizing activation of the tensor fascia lata? Electromyographic assessment using fine-wire electrodes. *J Orthop Sports Phys Ther* 43: 54–64, 2013.
41. Siff MC. *Supertraining* (6th ed). Denver, CO: Supertraining Institute, 2003. pp. 256–258.
42. Stastny P, Lehnert M, Svoboda Z, Zaatar AM, Xaverova Z. Knee joint muscles neuromuscular activity during load-carrying walking. *Neuroendocrinol Lett* 35: 101–107, 2014.
43. Stastny P, Lehnert M, Zaatar A, Svoboda Z, Xaverova Z, Pietraszewski P. The gluteus medius vs. thigh muscles strength ratio and their relation to electromyography amplitude during a farmer's walk exercise. *J Hum Kinet* 45: 157–165, 2015.
44. Stastny P, Lehnert M, Zaatar Zaki AM, Svoboda Z, Xaverova Z. Does the dumbbell carrying position change the muscle activity during split squats and walking lunges? *J Strength Cond Res* 29: 3177–3187, 2015.
45. Stastny P, Tufano J, Lehnert M, Golas A, Zaatar A, Xaverova Z, Maszczyk A. Hip abductors and thigh muscles strength ratios and their relationto electromyography amplitude during split squat and walking lunge exercises. *Acta Gymnica* 45: 51–59, 2015.
46. Thorborg K, Couppé C, Petersen J, Magnusson SP, Hölmich P. Eccentric hip adduction and abduction strength in elite soccer players and matched controls: A cross-sectional study. *Br J Sports Med* 45: 10–13, 2011.
47. Thorborg K, Serner A, Petersen J, Madsen TM, Magnusson P, Hölmich P. Hip adduction and abduction strength profiles in elite soccer players implications for clinical evaluation of hip adductor muscle recovery after injury. *Am J Sports Med* 39: 121–126, 2011.
48. Tyler TF, Nicholas SJ, Campbell RJ, McHugh MP. The association of hip strength and flexibility with the incidence of adductor muscle strains in professional ice hockey players. *Am J Sports Med* 29: 124–128, 2001.
49. Vierck J, O'Reilly B, Hossner K, Antonio J, Byrne K, Bucci L, Dodson M. Satellite cell regulation following myotrauma caused by resistance exercise. *Cell Biol Int* 24: 263–272, 2000.
50. Youdas JW, Mraz ST, Norstad BJ, Schinke JJ, Hollman JH. Determining meaningful changes in pelvic-on-femoral position during the Trendelenburg test. *J Sport Rehabil* 16: 326–335, 2007.
51. Young WB, Jenner A, Griffiths K. Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *J Strength Cond Res* 12: 82–84, 1998.

From *Strength and Conditioning Journal*
Volume 38, Number 3, pages 91-101.

著者紹介

Petr Stastny：
プラハのCharles University体育学スポーツ学部のフィットネス上級講師。ボディビルのトレーナーでS&Cコーチ。

James J. Tufano：
Edith Cowan University　運動・健康科学学科の上級講師で研究員。

Artur Golas：
The Jerzy Kukuczka Academy of Physical Educationスポーツトレーニング学科の上級講師でS&Cコーチ。

Miroslav Petr：
プラハのCharles University体育学・スポーツ学部生理学科の上級講師でS&Cコーチ。