

Key Words 【エクササイズテクニック:exercise technique、バイオメカニクス: biomechanics、大腿四頭筋: quadriceps、運動力学: kinetics】

# スクワットのための漸進的な指導方法

## A Teaching Progression for Squatting Exercises

Loren Z. F. Chiu, PhD, CSCS<sup>1</sup> and Eric Burkhardt, MA, CSCS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Neuromusculoskeletal Mechanics Research Program, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada

<sup>2</sup>Explosive Strength Athletics, Irvine, California

### 要約

スクワットのための漸進的な指導方法を紹介する。この漸進における主要なエクササイズはプレートスクワットである。このスクワットは、適切なテクニックを促進し、柔軟性を改善し、安定筋を強化することにより、オーバーヘッドスクワット、フロントスクワット、バックスクワットの各エクササイズの適切な姿勢を習得できる。

### はじめに

スクワットは、ストレングス&コンディショニング(以下S&C)プログラムで用いられる最も一般的なエクササイズの1つである。スクワットは、アスリートの間でもアスリート以外の集団でも、大腿部の筋量増大および下半身の筋力とパワーの向上を目的としてよく用いられている。スクワットのパフォーマンスは、垂直跳びやスプリントのパフォーマンスと関連があり(32)、スナッチやクリーンなどのパワー動作の成功にも寄与することが報

告されている(3)。一方でスクワットは、広く利用されているエクササイズであるにもかかわらず、適切な方法に関しては、相反する考え方がみられる(6)。主にアスリートを観察した我々の経験では、スクワットのテクニックに違いがあるだけでなく、バイオメカニクスの基本原理を考慮すると、最適とは思われないテクニックに関して、様々な違いが見受けられる。

スクワットの動作を適切に行なえることは、スナッチやクリーンなど、上級のレジスタンスエクササイズのパフォーマンスにとっても必要である。スナッチとクリーンは、床からバーベルを引き上げ、スナッチではオーバーヘッドスクワットの、クリーンではフロントスクワットの姿勢をとる必要がある。これらの種目においては、挙上者の各部位にリフティング特有の動作が求められるが、上級アスリートであれば大抵統一されている(13)。スクワット動作ができないと、挙上の失敗やアスリートが傷害を負う危険性が生じる。また、アスリートが不適切なテクニックを用いざるを得なくなるため、トレーニングの効果が低下する。さらに、筋組織に十分な刺激を与える

ためにも適切にスクワットを行なうことが必要である。スクワットの運動学や運動力学のわずかな変化も、筋に対する要求に大きな影響を及ぼす可能性がある(21,28)。

Salemらの報告によると(28)、前十字靭帯再建術を受けた人のかつて受傷した脚部と健康な人の脚部は、運動学的にはまったく同じであった。それにもかかわらず、健康な人の脚部は膝伸展筋群が重点的に活動する方法を用いていたのに対し、負傷経験のある脚部は、股関節伸展筋群を強調する方法を用いていた。この違いの唯一の説明は、負傷した脚部における重心の前方移動である(15)。重心の測定には床反力計が必要であるため、S&Cコーチが両者のこのような違いに気づかないことがある。したがって、コーチがそれぞれのアスリートにスクワットの指導を行なう際は、(他のエクササイズと同様)正しい手がかりを与えることが特に重要である。エクササイズの漸進が、さらに複雑なエクササイズを教えることのできる指導法である。著者の一人(E.B.)が開発した新しい方法を使って、スクワットを指導するための4段階の漸進を詳しく解説する。

## 第1段階：プレートスクワット

フロントスクワットやバックスクワットを行なっているアスリートを観察した経験では、不適切な腰椎前弯がよく見られる。脊椎の過度な前弯や前弯の喪失は、体幹の姿勢および足部に対するバーベルの位置に影響を及ぼし、その結果、骨および軟組織の負荷に悪影響が及ぶ。このような観察は、体幹の過度な前傾により、力学的な要求を膝伸展筋群から股関節と体幹の伸展筋群へと移すテクニックの結果であると思われる(2,7,14)。プレートスクワットエクササイズは、体幹の前傾をできるだけ制限し、体幹の直立を促し、力学的負荷を股関節、膝関節、足関節に分散させる。

プレートスクワットを行なうには、ウェイトプレートの外側を頭頂部に置き、反対側の端を両手で支える(写真1a)。最初は10kgのプレートが適切で

あり、直径が大きいほうが保持しやすい(45 cm)、ラバーバンパー・プレートを使うことが望ましい。腰幅に足を開いて立ち、深呼吸をしてから頭上にプレートを載せる。息を留めて、股関節と膝を曲げ、同時に足関節を背屈させてしゃがむ。プレートスクワットを行なっている間は、プレートを床に対し平行に保持しなければならない(写真1b)。プレートが平行より下向きになると(写真2)、体幹の過度の前傾および/または脊椎の屈曲(すなわち、腰椎前弯の喪失または過度の胸椎後弯)をもたらす。バンパープレートを保持する適切な姿勢を促すために、プレートの中央の穴にボールを載せてバランスを取るとよい(写真1a、1b)。

プレートスクワットの力学は実験室では調査が行なわれていないが、脊椎のバイオメカニクスに関する研究から、プレートスクワットの有効性に関

する科学的な根拠が得られる。椎間板、椎間関節および靭帯で構成される靭帯脊椎構造は、座屈せずに、最大80 N(約8kg)を支えることができる(9)。80 Nを超える長軸方向の負荷がかかると、安定性を確保するために、脊椎の筋組織が反射的に活動する(8)。プレートスクワットでは、開始姿勢において加えられる負荷は、頸椎、胸椎、腰椎を通り長軸方向にかかる。胸椎と腰椎だけに負荷のかかるフロントスクワットやバックスクワットとは対照的である。ただし、このエクササイズは、頸椎に痛みまたは損傷のある人には、禁忌となる可能性があることに注意が必要である。頸椎に痛みまたは傷害のある人は、このエクササイズを行なう前に医師の診断が必要である。

プレートスクワットでは体幹の動きが制限されるため、柔軟性や筋力に制限があるか観察できる。例えば、脊椎



写真1 側面から見たプレートスクワット。(a) 最高点、(b) 最下点。プレートの中央にボールを載せて、適切なテクニックを促す。



写真2 プレートスクワットの不適切なパフォーマンス

をニュートラルにした姿勢で、10kg または15kgの負荷を保持できないようであれば、体幹の安定筋が弱いことが示唆される。脊椎前弯の喪失が脊柱起立筋の弱さを示すのに対して、過度な脊椎前弯は、内腹斜筋と外腹斜筋、および腹直筋が脆弱であることを示す(8,22)。プレートスクワットを適切に行なった場合、ディープスクワットの姿勢で、体幹の直立が保たれ、脚部は膝がつま先の前にくるように前方に移動することで、プレートの重量は前足部から後足部まで均等に分散される。著者の経験では、アスリートの多くは数レップでこのテクニックを習得し、その後は一貫したパフォーマンスでこのエクササイズを行なうことができる。数セッション実施した後、15kgのプレートに進み、数週間かけて20~25kgのプレートに漸進する(表参照)。

## 第2段階：オーバーヘッドスクワット

スクワットの漸進で登場する次のエ

クササイズは、オーバーヘッドスクワットである。このエクササイズにも体幹の直立姿勢が必要であり、プレートスクワットと同様、胸椎の過度な前弯が起る可能性を排除し、腰椎の適切な姿勢を促進する。その名のとおり、このエクササイズは頭上でバーベルを保持するが、その際、スナッチと同じグリップ幅でバーを握る。柔軟性に自信のないアスリートは、このエクササイズを行なうことを躊躇するかもしれない。しかし筆者の経験では、オーバーヘッドスクワットを適切に行なうために必要な柔軟性は、このエクササイズを練習するだけで十分に発達させることができる。例えば、柔軟性に問題があるために可動域全体でこの動作を行なうことができないアスリートは、部分的な可動域で行なうことができる。各セッションで徐々に可動域を広げながら、ゆっくり時間をかけてトレーニングを積み、やがて可動域全体で行なえるようになる。多くのアスリートは、おそらくこの方法で十分であり、

特別なストレッチングエクササイズは必要ではない。また、柔軟性の不足と運動学習との関連にも注目すべきである。それが、アスリートが短期間に(最初のセッションから次のセッションまでの期間に)、関節可動域の大きな向上を達成できる理由を説明していると思われる。オーバーヘッドスクワットは一見複雑そうだが、むしろ短時間に、最小限度の指導だけで修得できるエクササイズである。練習中のアスリートは、バーベルを頭上の正しい位置に保持しながら、足裏全体を平らに床につけたまま、適切な膝の位置(大腿が足の真上)を保持すれば(写真3)、大抵、最適なテクニックを身につけられる。側面から見ると、バーベルは上腕関節の真上にあり、そのため、上腕骨は基本的に地面に対して垂直である。

オーバーヘッドスクワットは、漸進を習得する際の優れた選択肢であり、教えるのも学ぶのも、見かけよりはるかに容易である。足裏を平らに床につけ、膝とバーベルを適切な位置に

表 プレートスクワットを習得するためのトレーニングプログラム

	1日目	2日目	3日目
第1週			
男性	10kg / 15×3	10kg / 15×3	10kg / 15×3
女性	10kg / 10×3	10kg / 10×3	10kg / 15×3
第2週			
男性	15kg / 10×3	15kg / 15×3	15kg / 15×4
女性	10kg / 15×3	10kg / 15×3	10kg / 20×3
第3週			
男性	20kg / 15×3	20kg / 15×3	20kg / 20×3
女性	15kg / 10×3	15kg / 10×3	15kg / 10×3
第4週			
男性	20~25kg / 15~20×3~4	20~25kg / 15~20×3~4	20~25kg / 15~20×3~4
女性	15~20kg / 10~15×3~4	15~20kg / 10~15×3~4	15~20kg / 10~15×3~4

数値は負荷/レップ数×セット数を表す



保持している限り、誤った動作を行なうことはむしろ難しい。言うなれば、「自己修正」が可能なエクササイズである。オーバーヘッドスクワットは、下肢、肩関節複合体の安定筋、および脊椎を強化する一方、足関節、股関節、脊椎、および肩関節複合体の柔軟性という重要な特性も強化、維持できる。オーバーヘッドスクワットを完全に習得できたら、そのバリエーションとして、よりダイナミックで「運動としてやりがいのある」スナッチバランス（ドロップスナッチともいう）を教えることができる。スナッチバランスは、スナッチグリップの手幅で行なうことを除けば、開始姿勢はバックスクワットと同様である。挙上者は最初に膝を軽く曲げ（膝の屈曲を伸張性筋活動によりコントロール）、その後爆発的に伸展し、腕の長さ一杯にバーベルを「放り上げ」、同時にオーバーヘッドスク

ワットの最下点までスクワットする。スナッチバランスでは、挙上者は1) バーベルの下に素早く身体を入れ、2) 下肢の屈曲筋群を使ってバーベルの下で素早くジャンプすることにより、スクワットポジションに移る。

### 第3段階：フロントスクワット

プレートスクワットやオーバーヘッドスクワットと同じように、フロントスクワットでも、体幹の直立姿勢を保持することが必要である。相当重い負荷を用いた場合には、体幹が過度に前傾すると、バーベルが前方へ落下する。プレートスクワットとオーバーヘッドスクワットを習得したら、直ちにフロントスクワットを導入する。そうすれば、さらに重い負荷を挙上できる。フロントスクワットでは、バーベルを喉に押し当て、鎖骨より上部後方に保持する。適切なバーベルの位置を指導す

るために、「腕を使わない」フロントスクワットを利用できる。この場合、両腕を体幹から前方に伸ばしたままで行なう（写真4a）。腰を下ろす際には、バーベルが肩から転がり落ちないように両腕を上げて支える（写真4b）。

バーベルを握る際は、「クリーニングリップ」にする（写真5a）。このグリップは、クリーンやパワークリーンでバーベルをキャッチする際のグリップである。しかし、バーを肩の上で停止させ、緩いグリップで握る際に注意が必要である。なかには、指先にバーベルがかかった状態で、手を開いたままフロントスクワットを行なうアスリートもいる。「クリーニングリップ」を使ってバーベルを保持するためには手関節の過伸展が必要であると考えられているが、手関節の可動域は通常、このエクササイズの制限因子ではない。むしろ、肩甲上腕関節を外旋・屈曲させる必要があり、内旋・伸展筋群（大胸筋、広背筋、大円筋、肩甲下筋）が硬いことにより制限を受けると思われる。

フロントスクワットを行なう際は、肩甲上腕関節をさらに外旋・屈曲させ、肘を上方へ押し上げなければならない（写真5b）。これにより、バーベルが肩の上で確実に停止する。クリーンを行なうアスリートはこの動作を適切に行なえるよう強化する必要がある。肘が下を向いた状態でバーベルをキャッチすると、肘が膝と接触する可能性が高く、これは技術的な誤りとみなされる。また、月状骨の脱臼あるいは手関節を形成している骨の骨折をもたらすおそれもある(19,23,33)。

フロントスクワットはそれ自体、下肢の動的筋力と体幹の姿勢安定性を向上させるために効果的なエクササイズである。最近の研究では、下肢を強化する利点において、バックスクワット

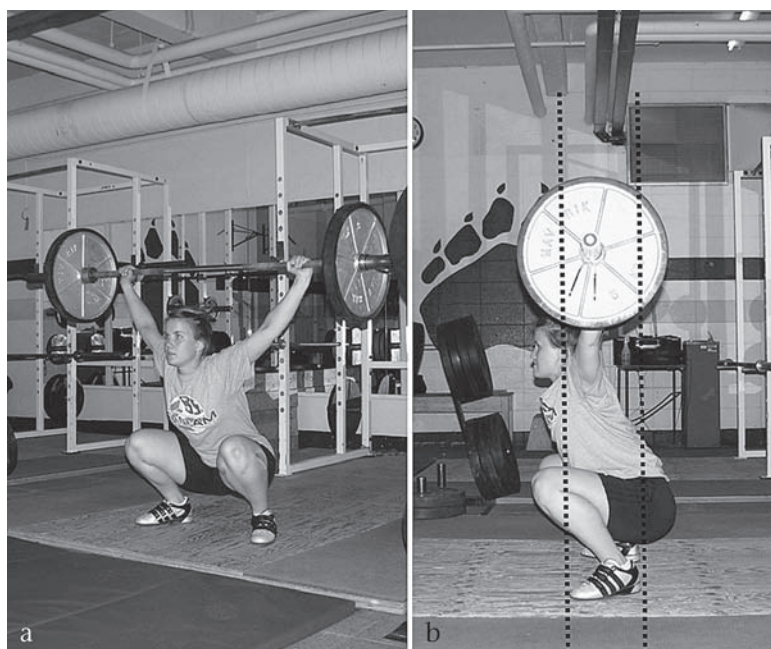


写真3 (a) 斜め45度と(b) 側面から見たオーバーヘッドスクワット。挙上中、バーは点線の最適「範囲」(写真(b)の点線の内側)に保持し、バーがこの範囲から外れた場合は挙上を中止する。

がフロントスクワットを上回ることがないと示唆されている(18)。しかし、フロントスクワットは絶対的負荷がより少なく、脊椎と大腿脛骨関節に対する最小限度の圧縮力で行なうことができる。実際的な観点からも、フロントスクワットは、特にラバーバンパープレートを用いた場合には、より安全なエクササイズであると思われる。アスリートが挙上に失敗しても、単にバー

ベルを肩から押し出しさえすれば、簡単に床に落下させることができる。同じことはバックスクワット中にも可能だが、アスリートはレップを「無理をしても完了しよう」とするかもしれず(フロントスクワットでは難しい)、重いウェイトを使用している場合、脊椎を伸展できずに重症を負う可能性がある。

#### 第4段階：バックスクワット

バックスクワットは、この漸進の最後に指導するエクササイズである。我々の考えでは、重い負荷を用いて適切にフロントスクワットを行なえるようになってから、初めてバックスクワットを指導すべきである。フロントスクワットのトレーニングを通して、適切なスクワット動作を行なうための十分な柔軟性と筋力を獲得できる。同時にアスリートは、挙上を完遂できない場合、どのようなタイミングで「脱出」すべきか判断する経験も積むことができる。プレートスクワット、オーバーヘッドスクワット、そしてフロントスクワットを適切に行なえるようになっていけば、バックスクワットの指導は非常に簡単になる。単にバーベルを肩の前ではなく、背中を通して肩の後ろに置きさえすればよい。スクワットの動作自体は、フロントスクワット、オーバーヘッドスクワット、プレートスクワットと共通である(写真6)。

ただ1つ注意すべき点は、バックスクワット中の両腕の位置である。まず、両手を肩のすぐ外側においてバーベルを握る。一般に、できる限り狭いグリップを使う必要がある。次に、しっかりとバーベルを握るのではなく、緩めのグリップが必要である。最後に、動作中は、肘を後方ではなく下方に向けておく。我々の観察では、肘が後方を向いていると体幹が前傾しやすい。一方、肘を下に向ければ、体幹の直立を保持しやすい。

#### 用具に関する考察

我々の観察では、スクワットのテクニックを指導する際に、多くのコーチがほうきの柄やPVC(ポリ塩化ビニール)のパイプを使っているようである。だが我々の経験では、そのような指導

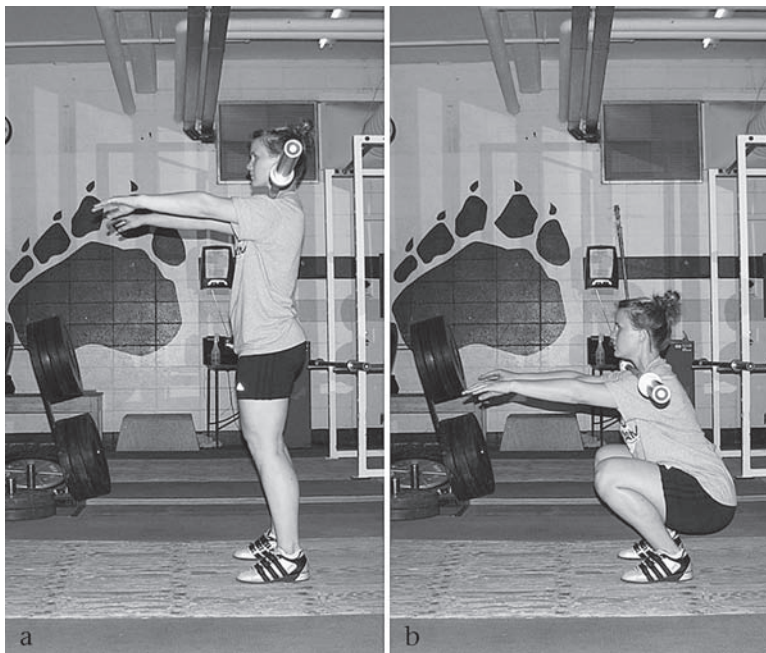


写真4 側面から見た腕を使わないフロントスクワット。(a) 最高点、(b) 最下点。



写真5 斜め45度から見たフロントスクワット。(a) 最高点、(b) 最下点。



法は、スクワットの習得を一層困難にする。筋を十分に活動させ、適切なテクニックの向上を図るためには、ある程度の負荷が必要だからである。さらに、柔軟性に制限のあるアスリートにとっては、適切な負荷を用いることは、筋-腱単位を引き伸ばすことにも役立つだろう。漸進に従えば、15kgか20kgのプレートを使ってプレートスクワットを行なうことができれば、男性なら20kg、女性なら15kgのオーバーヘッドスクワットとフロントスクワットを行なうことができるだろう。

スクワットを行なう際には、適切なテクニックを用いることが重要であるが、同様に、適切な用具を使ってこれらのエクササイズを行なうことも推奨される。フロントスクワットもバックスクワットも、適切な種類のスクワットラックか、ウェイトリフティング・プラットフォーム(最低8×8フィート[約2.4×2.4 m])のフリー／オープンスペースで効果的に行なうことができる。その場合は、上質のバーとバンパープレート、そしてプラットフォームの片端に設置した、移動可能な自立型スクワットラックまたはパワーラックを用いる。しかし、オーバーヘッドスクワットだけは、決してパワーラック内で行なってはならない。理想的には、オーバーヘッドスクワットとスナッチバランスはバンパープレートをつけたバーを使い、ウェイトリフティング・プラットフォーム上でスクワットを行なうべきである。この用具の設定であれば、挙上に失敗した場合の傷害や用具の損傷の危険性を減らすことができるからである。また、ウェイトリフティング・プラットフォーム上でスクワットを行なうもう1つの利点は、トレーニング中のアスリートだけが入れる区域を明確に示すことができることである。

すべての施設に、オーバーヘッドスクワットを安全に行なうための十分な空間と用具(バンパープレート)があるとは限らない、ということはよく知られている。そのような環境では、安全性が損なわれるおそれがあるため、オーバーヘッドスクワットを行なうべきではない。さらに、オーバーヘッドスクワット(その他のウェイトリフティングエクササイズ)を行なった経験や指導した経験のないコーチは、経験を積んだコーチに支援を求める必要がある。これらのエクササイズについては、米国やカナダのウェイトリフティング連盟など、ウェイトリフティングの各種団体が提供する指導者育成コースで指導を受けられる。

### スクワットの失敗

初心者もトレーニングを積んだリフティング選手も、オーバーヘッドスクワット、フロントスクワット、そしてバックスクワットを行なっている際に、レップを完遂できないことはよくある。挙上に失敗すると、経験不足のコーチやアスリートは「ショック」を受けるかもしれないが、スクワットを失敗してバンパープレートのついたバーを落下させることは、ウェイトリフティングサークルではごく普通に起こることであり、最初のセッションで、適切な対応を学べるように計画しなければならない。大多数のスクワットラックには、セーフティバーが取り付けられているが、スクワット中に「離脱」する判断は素早く行なわなければならないし、セーフティバーの位置次第では、安全に失敗できない可能性がある。バンパープレートを使用してラック外でスクワットを行なえば、適切なテクニックを維持できなくなったときに、直ちにスクワットを中止する

ことができるだろう。十分なスペースが確保できず、バンパープレートが利用できない場合は、ラック内で、補助者を使ってスクワットを行なうことを勧める。しかし、我々の考えでは、挙上を失敗したときに、バンパープレートを装着したバーベルを落とすほうが、補助者を使って2人を危険にさらすよりも安全である。アスリートに挙上を失敗した際の対処方法を指導することは、優れたコーチの指導技術の一部であることを認識する必要がある。したがって、経験の浅いコーチは、挙上の失敗の指導法を先輩コーチから習得することを勧める。

フロントスクワットは、挙上者が単に前方へバーベルを落とすだけで失敗



写真6 側面から見たバックスクワット。挙上中、バーは点線の最適「範囲」(点線の内側)に保持し、バーがこの範囲から外れた場合は挙上を中止する。

できるが、オーバーヘッドスクワットでは、バーは前方または後方に落下させる可能性がある。バーを後方に落下させるためには、挙上者は前方に素早くジャンプするだけでよい。そうすれば、バーはずっと後方に落下するので、落下したバーベルに当たらずにすむ。一方、前方にバーを落とす場合のほうが、恐怖感はより少ない。バーベルを前方に押しながら後方にジャンプすればよいのである。

重い負荷を用いたバックスクワットの失敗は、アスリートが正しい知識と技術を身につけていない場合には、すべてのウェイトトレーニングの中で最も危険である。バックスクワットでは、挙上者の後ろにバーベルが落ちるのが一般的ではあるが、スキルが未熟で(本稿で示した漸進に従えば避けられるが)、体幹が脆弱であると、身体の前にはバーが落下することになる。これは特に、重い負荷を使ってバックスクワットを行なっている際には非常に危険な状況である。挙上者は、バーベルと床の間という、いくぶん異常な位置に置かれる。このような場合には、「離脱」の判断を非常に素早く行なわなければならない。バックスクワットの経験が浅いアスリートにとって、非常に危険な状況となる。練習すれば、バーベルを(プッシュプレスのように)上前方へ強く押し上げることにより、身体の前でバックスクワットを失敗することができる。リフティングの初心者は、実際の状況で、重いリフティングを問題なく失敗できると100%自信がもてるまで、十分に時間をかけて、スクワットの失敗の方法を練習する必要がある。

### スクワットテクニックに関する考察

多くのコーチが、スクワットテク

ニックの様々な側面についてそれぞれの意見を述べている。近年、おそらく最もよく論じられている側面は、スタンスの幅と、膝を前に出すべきか、腰を後ろに引くべきか、という問題であると思われる(16,20,26)。これらの論争は、鍛えようとする筋と挙上する負荷の大きさとの関連で論じられている。挙上する負荷の大きさに関しては、最も重いウェイトを挙上できるテクニックを使うことにより、最も大きな刺激を筋にもたすことができる、という主張がある。だが、これは誤った議論である。もしハイパー・ナロウスタンスでバックスクワットを行ない、続いてローバー・ワイドスタンスでバックスクワットを行なうと、通常、アスリートは後から用いたテクニックにおいて、より重いウェイトを挙上できる。だからといって、アスリートの筋力が直ちに増大するわけではない。挙上できる重さの違いは、てこ比の変化(力学的有効性の増大)によるものであり、おそらく、動員される筋群が変化したためである(34)。具体的には、ローバー・ワイドスタンスのスクワットでは、脛がかなり前方まで移動することはない(13)。前方へ移動しなければ、脛に作用する縦方向の反力のモーメントアームが短くなり、膝の屈曲トルクが減少する(15,16,35)。より重いウェイトの挙上を可能にする力学的有効性は、筋により大きな張力が働くことと必ずしも同じではない。

さらに、テクニックが異なれば動員される筋群が変化し(16)、それぞれの筋に対する刺激も変化すると思われる。ナロウスタンス・スクワットにおいては、バーベルをフロントスクワットの位置に置くか、ハイパーバックスクワットの位置に置くかにかかわらず、力学的な要求は股関節と膝の伸展

筋群および足関節底屈筋群に分散される(13)。スタンスが広くなるにつれて、足関節底屈筋群に対する要求が減少し、股関節と膝の伸展筋群に対する要求が増大する(13)。著しく広いスタンスをとると、足関節背屈筋群が必要になる場合もある。膝が前に出ないようにして(足関節背屈)スクワットを行なうと、体幹の前傾は大きくなり(16)、腰椎の負荷が増大する(2)。したがって、あるテクニックを使うか別のテクニックを使うかは、どちらのテクニックが最大の負荷を挙上できるかによって、単純に決めることはできない。

ワイドスタンスを用いて、腰を後方へ突き出してスクワットを行なうように指導する場合がある。その一般的な主張は、そのような方法でスクワットを行なえば、「ポステリアチェーン」の筋組織を鍛えられるというものである。ここで注意を促すべきことは、いわゆる「ポステリアチェーン」という概念は科学的な論文に由来するものではないし、科学的な検証を受けたということである。最初に「ポステリアチェーン」に言及したのは(英語の文献では)、1990年代後期、当時人気の高かったボディビル雑誌であった。この用語はそれ以来、他の人気メディアやインターネットを通じて普及し、近年では若干の科学論文でも使用されている。元来、「ポステリアチェーン」とは、下肢と骨盤の後面にある筋群を意味している。すなわち腓腹筋、ハムストリングス、大殿筋などであり、それらは相乗的に機能するといわれ、ランニングやジャンプなどの競技活動を行なうためにきわめて重要であるとされた。しかし、ウェイトトレーニングや競技活動中に、これらの筋が相乗的に機能するというエビデンスはない。

実際は、逆のことが起きていると思われる。例えば、ワイドスタンス・スクワット、または「すもう」スタイル・デッドリフト中は、足関節底屈筋に対する要求は減少するが、股関節伸筋に対する要求は増大する(13,14)。スナッチやクリーンを行なうときは、ファーストプルの開始時点では、大殿筋、大腿四頭筋、腓腹筋が相乗的に働くが、続いてファーストプルの終盤では、セカンド・ニーバントを始めるために、足関節底屈筋への要求が減少し、膝伸筋群から膝屈曲筋群(ハムストリングス)に要求が移行する(11,12)。同様に、ジャンプ中も大殿筋、大腿四頭筋、腓腹筋は、近位から遠位へと順番に活動する(25)。ハムストリングスは推進力に寄与し、膝の過伸展を制限するために、ジャンプの終盤に活動するだけである(25)。ウォーキングやランニングでは、ポステリアチェーンの概念で想定される相乗的な活動とは対照的に、筋の活動の順序ははるかに複雑である(24)。スポーツの運動課題に特に役立つ、大殿筋とハムストリングスと腓腹筋など、後部の筋を含む特別な構造がないことは明らかである。したがって、バイオメカニクスの観点から、ポステリアチェーンという構造自体が存在しないため、ポステリアチェーンのトレーニングを目的にスクワットを修正するという議論は空論にすぎない。

しかし、これはハムストリングスのトレーニングが重要ではない、と言っているわけではない。複数の研究により、これらの筋群の筋力と柔軟性の向上が、傷害の予防とパフォーマンスの向上に価値があることが報告されている(31)。ポステリアチェーンという構造が存在しない以上(29)、コーチが、股関節と膝の伸筋群および足関

節底屈筋群の筋力を鍛えるという、スクワットエクササイズの一般的な目的を変えることに関して、十分なエビデンスは存在しない。すでに論じたように、体幹を直立し、膝を前方へ押し出してスクワットを行なうことにより、3つの筋群すべてに力学的負荷が分散する(7)。下肢の大筋群を発達させるためには、負荷をこのように分散させることが効果的である。さらに、ハムストリングスは、ディープスクワットの位置から立ち上がるときに、通常スティッキングポイントとなるあたりで活動することが明らかになっている(24,27)。デッドリフト、グッドモーニングをはじめ、スナッチ、クリーン、それらのバリエーションなど、よく行なわれる他のエクササイズでも、同じようにハムストリングスを鍛えることができる(11,14)。

### 深さに関する考察

スクワットの深さに関する懸念が広く取り上げられているが、おそらくKleinの研究がその発端であると思われる(30)。Kleinの研究を分析したToddは、パラレルスクワットより下では、大腿部と腓腹部が接触しない程度までスクワットすることが許容範囲であると示唆した(30)。この深さは、米国NSCAの『Essentials of Strength Training and Conditioning (ストレングストレーニング&コンディショニング)』において(10)、またそのポジションにおいても奨励されている(4)。研究によると、この深さまで行なったスクワットは、膝関節の弛緩に悪影響を及ぼさず、むしろ膝関節の腱の安定性を増す可能性もあるという(5)。だが最近では、大腿部と腓腹部が接触すると膝へのストレスが増大す

るという主張に疑問を投げかけた研究もある(36,37)。むしろ、大腿部と腓腹部が接触すると、膝伸筋のトルクが生まれ、それが大腿四頭筋の筋組織への要求を低下させる(36,37)。軟部組織の接触により生じた膝伸筋のトルクは十分に大きいため、大腿四頭筋の腱と膝蓋靭帯の力を抑制し、その結果膝蓋大腿関節への力と圧力を減少させると思われる。この分野は今後さらに研究が必要ではあるが、これらのデータは、ウェイトリフティング選手の膝の傷害発生率が低いという観察結果を裏付けている(1)。彼らは通常、1週間に数百レップも、何らかの形のディープスクワットを行なっている(17)。

### まとめ

スクワットエクササイズを指導するための4段階の漸進を提案した。この漸進は、大学生アスリートに長年スクワットを指導するために使われてきた方法を改良した、これまで未発表の指導方法である。プレートスクワットは長軸方向に、頸椎、胸椎および腰椎に負荷をかける。理論的に、このような負荷は筋活動を促進し、脊椎の安定をもたらし、椎間の移動と体幹の前傾を制限する。いったんプレートスクワットを習得し練習を積んだら、オーバーヘッドスクワットとフロントスクワットを、そして最後にバックスクワットを導入する。フロントスクワットとバックスクワットは、筋量、筋力、パワーの増大により競技パフォーマンスの向上を図るために、どちらもともに効果的である。ナロウスタンスで可動域全体で行なうスクワットは、下肢の関節と筋組織全体に負荷を分散するので、大多数の人に推奨できる。◆



## References

1. Algra B. An in-depth analysis of the bench press. *Strength Cond J* 4(5): 6-13, 1982.
2. Allen H and Coggan A. *Training and Racing with a Power Meter* (2nd ed). Boulder, CO: Velo Press, 2010. pp. 254.
3. Brogger-Jensen T, Hvass I, and Bugge S. Injuries at the BMX Cycling European Championship, 1989. *Br J Sports Med* 24: 269-270, 1990.
4. Campillo P, Doremus T, and Hespel J-M. Pedaling analysis in BMX by telemetric collection of mechanic variables. *Braz J Biomotricity* 1: 15-27, 2007.
5. Cormie P, McGuigan M, and Newton R. Developing maximal neuromuscular power: part 1—Biological basis of maximal power production. *Sports Med* 41: 17-38, 2011.
6. Cowell J, Cronin J, and McGuigan M. Time motion analysis of supercross BMX racing. *J Sports Sci Med* 10: 420-421, 2011.
7. Delaney D and Carr M. Urethral strictures incident to bicycle motocross racing. *Urology* 65: 798, 2005.
8. Duc S, Villerius V, Bertucci W, and Grappe F. Validity and reproducibility of the Ergomo Pro power meter compared with the SRM and Powertap power meters. *Int J Sports Physiol Perform* 2: 270-281, 2007.
9. Ericson M. On the biomechanics of cycling. A study of joint and muscle load during exercise on the bicycle ergometer. *Scand J Rehabil Med Suppl* 16: 1-43, 1986.
10. Fleck S and Falkel J. Value of resistance training for the reduction of sports injuries. *Sports Med* 3: 61-68, 1986.
11. Gardner A, Martin D, Jenkins D, Dyer I, Van Eiden J, Barras M, and Martin J. Velocity-specific fatigue: Quantifying fatigue during variable velocity cycling. *Med Sci Sports Exerc* 41: 904-911, 2009.
12. Garhammer J. Power production by Olympic weightlifters. *Med Sci Sports Exerc* 12: 54-60, 1980.
13. Hammer E. Preseason training for college baseball. *Strength Cond J* 31(2): 79-85, 2009.
14. Herman C, McGregor S, Allen H, and Boltt E. Power capabilities of elite bicycle motocross (BMX) racers during field testing in preparation for 2008 Olympics. *Med Sci Sports Exerc* 41: 306-307, 2009.

From *Strength and Conditioning Journal*  
Volume 33, Number 2, pages 46-54.

### 著者紹介

**Loren Chiu** : University of Albertaの助教で、神経筋骨格メカニクス研究プログラムのディレクター。

**Eric Burkhardt** : Explosive Strength Athleticsのオーナー経営者。

## CSCS/NSCA-CPT認定者の皆様へ

CEU インフォメーション  
～ Vol.47 ～

### ■早期に、CEU報告を行ないましょう！

2012年1月1日から、新CEU報告期間がスタートして半年以上が経過しました。順調にCEUの取得はできていますか？

2012年中に必要なCEU数を取得できた場合は、2012年中(2012年12月末日まで)にCEU報告を行ないましょう。

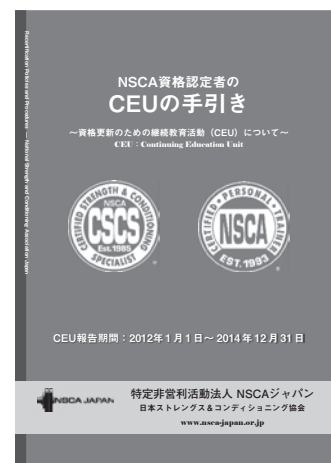
★資格更新料は、CEU報告を完了した年によって決まります。

2012年中に報告完了	3,150円
2013年中に報告完了	6,300円
2014年中に報告完了	9,450円

早く完了するほど  
安くなります！

CEU報告に関する詳細は、『CEUの手引き』(2012～2014)の冊子をご覧ください。

CEUに関するお問い合わせは、[ceu@nsca-japan.or.jp](mailto:ceu@nsca-japan.or.jp)までご連絡ください。



『CEUの手引き』(2012～2014)