

Key Words 【ウェイトリフティング：weightlifting、ジャンプスクワット：jump squat、カウンタームーブメントジャンプ：counter movement jump、パワー：power、最大筋力：maximum strength、競技パフォーマンス：athletic performance】

ハングパワークリーンのパフォーマンスによって、ジャンプ、スプリントおよび方向転換のパフォーマンスの違いを識別できるか？

Does Performance of Hang Power Clean Differentiate Performance of Jumping, Sprinting, and Changing of Direction?

Naruhito Hori, Robert U. Newton, Warren A. Andrews, Naoki Kawamori, Michael R. McGuigan, Kazunori Nosaka

School of Exercise, Biomedical and Health Sciences, Edith Cowan University, Joondalup, Western Australia, Australia

抄録

本研究の主な目的は、一般的なウェイトトレーニングエクササイズであるハングパワークリーン(HPC)のパフォーマンスが優れているアスリートは、スプリント、ジャンプおよび方向転換(COD：changing of direction)のパフォーマンスも優れているかを調査することであった。二次的な目的として、HPCのパフォーマンス、最大筋力、パワーと、ジャンプ、スプリント、CODのパフォーマンスとの関係を調査した。セミプロのオーストラリアンフットボールの選手(年齢 21.3 ± 2.7 歳、身長 1.8 ± 0.1 m、体重 83.6 ± 8.2 kg [平均値 \pm 標準偏差])29名のHPCの最大挙上重量(1RM)、1RMフロントスクワット、さらに40kgのバーベルを用いた場

合と負荷を用いない場合のカウンタームーブメントジャンプ(CMJ)の発揮パワー、CMJの跳躍高、20mスプリントのタイム、5-5CODのタイムを測定した。被験者を、体重当たりのHPCの1RM負荷に基づいて上位と下位の2群に半数ずつ分け(各群 $n=14$)、その他のテストの測定値を一元配置分散分析により比較した。さらに、全被験者を対象に、測定値間のピアソンの積率相関係数を計算した($n=29$)。上位群は最大筋力($P<0.01$)、パワー($P<0.01$)、ジャンプパフォーマンス($P<0.05$)、スプリント($P<0.01$)がより優れていた。しかし5-5CODのタイムでは、両群間に有意差は認められなかった。おそらくこれは、筋力とパワー以外に重要な要因があるためであると思われる。す

べてとは言えないものの、HPCのパフォーマンスと、ジャンプ、スプリント、COD、最大筋力およびパワーのパフォーマンスを組み合わせると、大部分の組み合わせにおいて有意な相関関係が認められた。したがってHPC、ジャンプおよびスプリントには、基礎となる共通の筋力特性があるものと思われる。

序論

ジャンプ、スプリント、方向転換(COD)のパフォーマンスは、アメリカンフットボール、オーストラリアンフットボール、バレーボール、バスケットボールなどのチームスポーツでの成功に、かなりの影響力を持つ(11,12,17,37)。パワーが競技パフォーマンスの重要な要素の一つであることは十分に証明されている(1,5,6,23,37)。パワーは、仕事を行う速さを表す力学量であり(10)、最大限の大きな力(すなわち最大筋力)を発揮する能力に大きく依存している(25,29,30)。したがって、これらのスポーツのアスリートやコーチにとって、最大筋力とパワーをいかに効果的に向上させるかが重要な課題である。試合中のアスリートのパフォーマンスを最適化するためには、長期トレーニングの早い段階で最大筋力を発達させ、試合が近づくにつれて、最大筋力からパワーへの効果的な転換を図ることが重要である(16,24)。スクワットなど、重い負荷を取り入れたトレーニングエクササイズの使用が最大筋力の向上にとって効果的な方法であるという点に関しては、研究者と現場の専門職との間で意見が一致している(16,24,33)。他方、パワーを向上させるためには、全動作を通じて素早い加速を伴うトレーニングエクササイズが必要であり、この目的のためには、一般的にウェイトリフティングエクササイズが処方されている(19)。

ウェイトリフティングエクササイズには、2種目のウェイトリフティング競技(スナッチとクリーン&ジャーク)があるが、さらに、これらのエクササイズのバリエーションであるハングパワークリーン(HPC)なども含まれる。ウェイトリフティングエクササイズは、地面に対して大きな力を発揮し、

その力を素早く活用することが必要であり、高いパワー発揮を実現するために理想的なエクササイズ様式であると思われる(19)。たとえばGarhammer(14)は、スナッチとクリーン&ジャークでは、スクワットやデッドリフトに比べ、はるかに大きなパワーが発揮されることを報告している。ウェイトリフティングエクササイズの動作では、アスリートは引き上げ動作または押し上げ動作を行っている間に、可動域全体を通じてバーベルを加速させることができ、能動的なバーベルの減速を要求されない。アスリートがいったんバーベルの加速を完了すると、バーベルの上方への動きは重力により制御される(19)。このような特性により、ウェイトリフティングエクササイズは、アスリートのパワー発揮能力を向上させる有益なエクササイズであると推測される(4,19,23)。その結果、ウェイトリフティングエクササイズは、アスリートのために多くのストレングス&コンディショニングプログラムに採用されている。たとえば北米では、National Football League(88%)、National Basketball Association(95%)、およびNational Hockey League(100%)のストレングス&コンディショニングコーチが、チームのトレーニングプログラムにおいて、ウェイトリフティングエクササイズを用いたことがあると報告している(8,9,26)。

本研究の目的は、HPCパフォーマンスの優れているアスリートが、スプリント、ジャンプ、およびCODにおいても高い能力を持っているかを調査することであった。HPCは、アスリートの間で広く用いられているウェイトリフティングエクササイズで、他のウェイトリフティングエクササイズと比べてテクニックの習得が比較的容易

である。それが本研究においてHPCを用いた理論的根拠である。HPCの高い能力をもつアスリートが、ジャンプ、スプリント、およびCODにおいても高い能力を持っているとすれば、ウェイトリフティングエクササイズの優れたパフォーマンスに要求される筋力特性が、ジャンプ、スプリント、CODの高いパフォーマンスに必要なとされる筋力特性と等しいと推測される。現在のところ、ウェイトリフティングエクササイズの有効性を裏づける科学的研究は不足している。複数の研究(2,3,13,15,18,21,28,31)が、ウェイトリフティングとジャンプのバイオメカニクスの特性の関係を調査してはいるが、ウェイトリフティングエクササイズ、スプリント、およびCODのパフォーマンス間における関係については、入手できる情報は限られている(1,18,31)。したがって本調査の知見は、従来からウェイトリフティングエクササイズの人気が高い理由の解明に役立つと予想される。第二に、本研究はウェイトリフティングエクササイズが、ジャンプ、スプリントおよびCODと共通の筋力特性を有するかを決定するのに役立つだろう。最後に、本研究結果から、最大筋力、パワー、そしてジャンプ、スプリント、CODのパフォーマンスの向上に対するHPCの有効性を推測することができるだろう。

方法

課題への実験的アプローチ

オーストラリアンフットボールのセミプロ選手29名が本研究に参加し、我々は7種類の計測を行った。ウェイトリフティングエクササイズのパフォーマンスを測定するためにHPCの最大挙上重量(1RM)を、最大筋力を測定するために1RMフロントスク

ワットを、最大パワーを測定するために40kgのバーベルを用いたカウンタームーブメントジャンプ(CMJ40、**図1**)および負荷を用いないカウンタームーブメントジャンプ(CMJ)のパワー発揮を、ジャンプパフォーマンスを測定するためにCMJの跳躍高を、スプリントパフォーマンスを測定するために20mスプリントのタイムを、そしてCODパフォーマンスを測定するために5-5 COD (**図2**)のタイムを計測した。次に、HPCの1RMが中央値より上か下かに基づいて、被験者を2群に分けた。その上で、他の全テストから得た測定値を両群間で比較した。さらに、すべての被験者間における測定

項目間の相関関係を算出し、関係の強さを調べた。

被験者

セミプロのオーストラリアンフットボールの男性選手29名を被験者として集めた。彼らの年齢、身長および体重(平均値±SD)は、 21.3 ± 2.7 歳、 1.8 ± 0.1 m、 83.6 ± 8.2 kgであった。本研究は、2006年1月および2月に行われた。すべての被験者は、それ以前のシーズン中に、ベンチプレスやバックスクワットなどの基本的なレジスタンスエクササイズに習熟していた。シーズンオフのストレングス&コンディショニングプログラム中(2005年10月~2006年1月)、被験者は、クラブの

コーチングスタッフの監督の下で、1週間に2~3回、HPCとフロントスクワットを行った。データ収集時には、全被験者が適切にHPCとフロントスクワットを実行することができた。また、いずれの選手もテスト結果に影響を及ぼすような疾患または傷害はなかった。本研究のデータを収集後、被験者のストレングス&コンディショニングプログラムは、2006年シーズンに備えた競技特異的な準備期へと移行したが、その最初の試合は2006年4月に行われた。本研究はEdith Cowan Universityの Human Research Ethics Committeeによって許可された。すべての被験者は研究の手順を解説した実験計画書を読み、インフォームドコンセントに署名した。

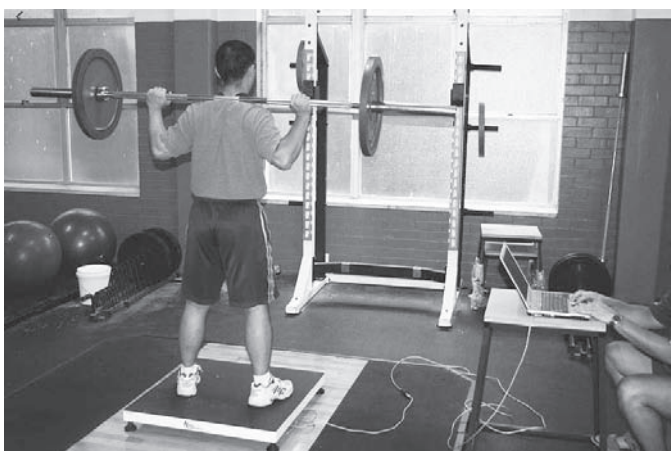


図1 ウェイトを用いたジャンプスクワット

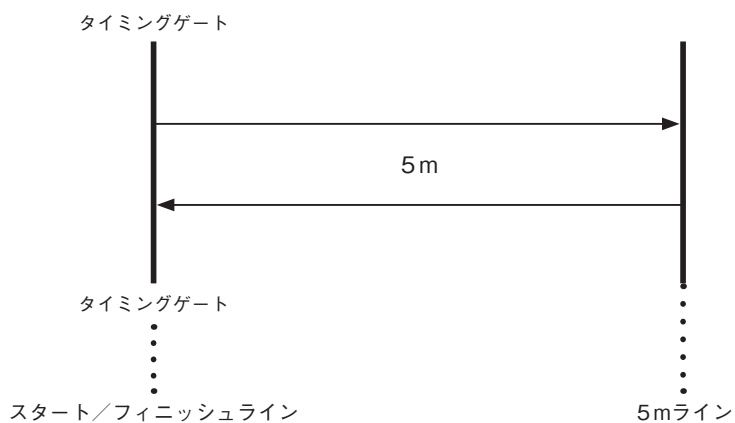


図2 5-5 COD(方向転換)の図解

テストと実施順序

テストは3日間にわたり実施され、疲労の影響を最小限に抑えるために、テスト日の間隔は少なくとも48時間以上離れた。各テスト日は、以下のテストで構成された。

- ・1日目：20mスプリントと5-5 COD
- ・2日目：CMJとCMJ40
- ・3日目：HPC 1RMと1RMフロントスクワット

各テスト日の開始前に、被験者は数分間の有酸素性エクササイズ(ジョギング、自転車、またはロウイング)と動的ストレッチによるウォームアップを行うよう指示された。

テストの実施手順

1RMハングパワークリーン

HPCは、被験者が立位で身体の前にバーベルを保持した姿勢から始まる。被験者は、膝の上部までバーベルを下げることによって動作を開始する。膝

の上部から、被験者は上方に爆発的にバーベルを動かし、肩の高さでバーベルをキャッチする(21)。験者は、被験者が記録した直近のトレーニング日誌から1RMを推定し、一連のウォームアップセット中に挙上すべき負荷を計画した。被験者は各セット1~3レップを行い、負荷をセット毎に増加させた。被験者はまずバー(20kg)だけを用いてウォームアップを始め、負荷が推定1RMの約60%に達するまで、セット毎に20~40kgずつ重くし、次に、推定1RMの約90%に達するまで5~10kgずつ負荷を加えていった。これらのセットを完了した後、1RMが決定されるまで、負荷をセット毎に2.5kgまたは5kgずつ増加させた。絶対値と被験者の体重で除した値を統計分析に使用した。

1RMフロントスクワット

足の位置とグリップ幅は、被験者の任意とした。被験者はバーベルを三角筋前部と鎖骨に置き、大腿の後面が床と平行になるまでしゃがみ、立ち上がって開始姿勢に戻った。正しい方法でテストを行えるように、験者が動作を観察した。テストの前に、HPCの1RMで説明したように、被験者は数回のウォームアップセットを完了した。絶対値と被験者の体重によって除した値を統計分析に使用した。

40kgの負荷を用いたカウンタームーブメントジャンプ

足の位置と、バーベルの位置およびグリップ幅は、被験者の任意とした。被験者は適度な深さまでしゃがみ、垂直にできる限り高くジャンプした。CMJ40は、床反力(GRF、)を測定するために、フォースプレート(Performance Plate, Fitness Technology, Adelaide, Australia)上で行った。床反力の鉛直要素は、コンピュータ

ソフトウェア(Ballistic Measurement System, Innervations, Perth, Australia)を用いて200Hzで5秒間サンプリングした。また、ピークパワーの鉛直要素は次のように算出した。システムのCOG速度は、インパルス(力積)はモーメント(運動量)の変化に等しいという両者の関係に基づいてGRF-時間データから算出した。そして、システムのCOGに発揮されたパワーは、各時点(タイムポイント)におけるシステムのCOG速度とGRFの積として算出された(7,20)。被験者は2試行のCMJ40を行ったが、2試行から得られた級内相関係数(ICC)は0.97であった。2試行のうち、高いほうのピークパワーの値(絶対値と被験者の体重によって除した値)を、統計分析に使用した。

カウンタームーブメントジャンプ


CMJのピークパワーは、前述のフォースプレートとソフトウェアを用いて同様の方法で算出した。さらに、ピーク変位(跳躍高)はシステムにおけるCOGの速度変化から推計した。被験者は適度な深さまでしゃがみ、停止せずにできる限り高くジャンプした。被験者の肩にはグラスファイバー製の軽いスティックを置き、テスト中スティックを握って保持することにより、腕振りによる影響を排除して、下肢による力発揮だけを取り出して測定した(37)。被験者は2試行CMJを行い、2試行からICCを求めた(ピークパワーは0.95、跳躍高に関しては0.85)。ピークパワーの値(絶対値と被験者の体重によって除した値)と、2試行のうち、ピークパワーが高い志向の跳躍高を分析に使用した。

20mスプリント

2対のタイミングゲート(Kinematic Measurement System, Fitness Technology, Adelaide, Australia)を用いて、

20mスプリントのパフォーマンスを測定した。タイミングゲートは、スタートラインから0mと20mの地点に設置した。この測定装置の詳細は、他の論文に発表されている(6)。被験者はスタートラインに好きなほうの足先を合わせ、スタンディングポジションでスタートした。被験者は、開始の合図なく、任意のタイミングでスタートするように指示された。各被験者は2度のスプリントを行い、良いほうのタイムを統計分析に使用した。2レップから入手したICCは0.80であった。

5-5COD

2本のライン(スタートラインと5mライン)を地面に引き()、前述の1対のタイミングゲートをスタートラインに置いた。被験者はスタートラインから全力で走り、5mライン上で180度方向を変え、再びスタートラインを通り過ぎるまで全力疾走した。20mスプリントで説明した方法と同様の方法でスタートした。方向を変えるときは、5mラインを踏むか踏み越すよう被験者に要求した。所要時間は、タイミングゲートシステムから電子的に得られた。このテストは、左右の足による方向転換に関して、2度ずつ行われた。そして4回の試技(右足2回、左足2回)のうちのベストタイムを統計分析に用いた。上位2回のベストスコアのICCは0.80であった。

統計分析

被験者は、体重当たりのHPCの1RMに基づいて、上位群(n=14)と下位群(n=14)に分けられた。被験者の体重に対する1RM相対値を用いた理由は、BakerとNance(1)によって、最大筋力、パワーおよび競技パフォーマンス間の関係を調べるためには、体重当たりの相対値のほうが絶対値よりも

意味があると報告されているからである。本研究では奇数の被験者を動員していたので(29名)、中央値にあたる数値を統計上の分析から除外した(すなわち第1～14位の被験者を上位群とし、15位の被験者を分析から除外し、第16～29位の被験者を下位群とした)。この2群間で、それぞれのテストから得られた値を一元配置分散分析によって比較した。独立変数は群であり、従属変数はHPCの1RM(絶対値と被験者の体重当たりの相対値)、フロントスクワットの1RM(絶対値と被験者の体重当たりの相対値)、CMJ40kgとCMJのピークパワー(絶対値と被験者の体重当たりの相対値)、CMJの跳躍高(cm)、20mスプリントのタイム(秒)、5-5CODのタイム(秒)であった。さらに、全被験者間のすべての測定項目間における相関関係を、ピアソンの積率相関係数によって算出した($n=29$)。すべての分析に関して、統計的有意性の基準を $P \leq 0.05$ に設定した。

結果

HPC 1RMの体重当たりの相対値で、各群における結果を表1に示す。また、全被験者間における各測定項目間の相関係数を表2に示す。表1から観察できるように、上位群はCMJとCMJ40のピークパワーの絶対値と5

5CODのタイム以外において、下位群よりも有意に大きな値を示した。さらに、HPCのパフォーマンスと最大筋力、パワー、ジャンプ、スプリント、CODのタイムとの組み合わせでは、すべてではないが大部分において有意な相関関係が認められた(表2)。

表1 ハングパワークリーンの1RMの上位50%と下位50%の比較

	上位50%(平均値±SD)	下位50%(平均値±SD)
HPC 1RM †	80.2±8.6	70.2±5.9
HPC 1RM/BM †	1.0±0.1	0.8±0.1
FS 1RM*	105.4±7.2	96.6±13.7
FS 1RM/BM †	1.3±0.1	1.1±0.2
CMJ 40kg PP(W)	3952±522	3752±375
CMJ 40kg PP(W/kg) †	49.9±4.8	43.8±3.4
CMJ PP(W)	3910±318	3984±555
CMJ PP(W/kg) †	50.3±4.9	45.0±3.1
CMJの跳躍高(cm)*	43.1±4.1	39.9±3.2
スプリント(秒) †	3.11±0.04	3.22±0.09
COD(秒)	2.58±0.09	2.65±0.11

HPC=ハングパワークリーン、PP=ピークパワー、FS=フロントスクワット、CMJ40kg=40kgの負荷を用いたカウンタームーブメントジャンプ、CMJ=負荷のないカウンタームーブメントジャンプ * $P < 0.05$ † $P < 0.01$

表2 各測定項目間の相関関係(ピアソンの r)

	HPC 1RM	HPC 1RM/BM	FS 1RM	FS 1RM/BM	CMJ40kg PP	CMJ40kg PP/BM	CMJ PP	CMJ PP/BM	CMJの跳躍高	スプリント	COD
HPC 1RM											
HPC 1RM/BM	0.68 †										
FS 1RM	0.39*	0.25									
FS 1RM/BM	0.08	0.55 †	0.70 †								
CMJ 40kg PP	0.58 †	0.13	0.32 †	-0.11							
CMJ 40kg PP/BM	0.38*	0.60 †	0.26	0.45*	0.63 †						
CMJ PP	0.21	0.13	-0.15	-0.21	-0.01	-0.09					
CMJ PP/BM	0.30	0.58 †	0.11	0.38	0.50 †	0.92 †	-0.26				
CMJの跳躍高	0.41*	0.51 †	0.29	0.34	0.54 †	0.75 †	-0.12	0.81 †			
スプリント	-0.58 †	-0.57 †	-0.60 †	-0.51 †	-0.49 †	-0.62 †	0.19	-0.58 †	-0.69 †		
COD	-0.41*	-0.34	-0.51 †	-0.37*	-0.39*	-0.38*	-0.13	-0.27	-0.42*	0.52 †	

HPC=ハングパワークリーン、PP=ピークパワー、FS=フロントスクワット、CMJ40kg=40kgの負荷を用いたカウンタームーブメントジャンプ、CMJ=負荷のないカウンタームーブメントジャンプ * $P < 0.05$ † $P < 0.01$

考察

本研究において我々は、HPCのパフォーマンスが優れているアスリートのほうが、このエクササイズのパフォーマンスが劣っているアスリートよりも、ジャンプ、スプリント、CODのパフォーマンスが優れていることを明らかにしようと試みた。また、一層理解を深めるために、HPCとジャンプ、スプリント、CODに共通の基礎的な筋力特性があるかを検証した。主な結果は、HPC 1 RMの体重当たり相対値上位群は、ジャンプとスプリントの能力がより高く、1 RMフロントスクワットで測定した最大筋力(絶対値と被験者の相対値)もより大きく、CMJ40(被験者の相対値)とCMJ(被験者の相対値)のピークパワー出力によって測定されたパワーもより大きかった。したがって、HPCの1 RMで優れた能力を発揮する者は、ジャンプとスプリントのピークパフォーマンスに欠くことのできない、高い最大筋力とパワーを持っていると思われる。HPC 1 RMの相対値、フロントスクワット1 RMの相対値、CMJ40とCMJのパワー相対値、およびCMJの跳躍高と20mスプリントタイムには、有意な相関関係が認められた($r=0.51 \sim 0.60$)。これらの有意な相関関係から、HPC 1 RMがジャンプとスプリントに必要とされる筋力と類似の筋力特性を有していると思定することは、合理的であると思われる。先行研究(27,32)によると、鉛直方向に高い力とパワーを発揮する能力は、スプリントのパフォーマンスと関係があり、したがって、ウェイトリフティングエクササイズのように大きな力とパワーを鉛直方向に素早く発揮する活動は、スプリントパフォーマンスの向上に役立つことが報告されている(1,34)。また本研究の結果は、ウェ

イトリフティングエクササイズにおいて、より高い1 RMの値を示す被験者が、より高くジャンプし、垂直跳び動作中により大きなパワーを発揮することを報告した先行研究(3,28)とも一致している。

しかし、5-5 CODのパフォーマンスにおいては、群間の有意差は認められなかった。興味深いことに、5-5 CODのタイムと被験者の体重当たりのHPC 1 RMの間には有意な相関関係は認められなかったが($r=-0.34$)、5-5 CODのタイムとHPC 1 RMの絶対値との間には有意な相関関係が認められた($r=-0.41$)。我々は被験者の体重当たりの相対値のほうが絶対値よりも5-5 CODのパフォーマンスとより関係が深いと仮定していたため(1)、この予想外の結果に対する説明を提示できない。我々の見解では、5-5 CODは2つの段階に分けることができる。すなわち、(1)スタートラインから5mラインまでと、(2)5mラインからスタートラインまでである。スタートラインで素早く加速する能力は、5-5 CODの重要な部分である。しかし、アスリートが方向を変えるとき、COD前の速度がより高いと、それだけ打ち勝つべき角運動量も大きくなる。アスリートがCOD前に必要以上に加速することは、おそらく非生産的であろう。したがって、アスリートがどの程度加速するか、そして最初の5mのどの時点で減速し始めるかに関する最適な決定が、5-5 CODのパフォーマンスを決定するもう一つの要因であると推測される。フロントスクワットの1 RM(絶対値と体重相対値の両方)、およびCMJ40のパワー(絶対値と体重相対値の両方)が5-5 CODとの間に有意な相関が認められた($r=0.37 \sim 0.51$)。したがって、最大筋力とパワーは、な

お5-5 CODのパフォーマンスに貢献する要素である。しかし、最適な意思決定の能力など、他の要因がCODのパフォーマンスに影響を及ぼすことがあり得ると思われる。おそらくそれが、本研究において2群間で5-5 CODのタイムに有意差が認められなかった理由であろう。さらに、CODのパフォーマンスにおいて、アスリートの加速/減速能力の重要性は、スプリントの距離やCODの角度など、ランニングパターンによって異なる可能性もある(22,35,36)。

本研究は、HPC 1 RMのパフォーマンスが、ジャンプとスプリントのパフォーマンスにおける優劣を識別できることを明らかにしたが、本研究で用いたデザインは、その原因と結果を説明することはできなかった。現場の専門職にとっては、ウェイトリフティングエクササイズ(HPCなど)のトレーニングによって、ジャンプ、スプリントおよびCODのパフォーマンスが改善できるかを検討することは重要である。ウェイトリフティングエクササイズを用いたトレーニングが、ジャンプ、スプリントおよび/またはCODに及ぼす効果を調査したトレーニング研究はわずか3論文(18,28,31)だけである。Stoneら(28)は、ウェイトリフティングエクササイズを用いた14週間のトレーニングが、ジャンプパフォーマンスを有意に改善したことを報告している。しかし、この研究はスプリントとCODのパフォーマンスに対するウェイトリフティングエクササイズの影響を調査していない。Hoffmanら(18)は、ジャンプ、スプリントおよびCODのパフォーマンスに対する15週間のウェイトリフティングエクササイズ(スクワット、ベンチプレス、デッドリフト)の

効果を比較し、ジャンプパフォーマンスに対するウェイトリフティングエクササイズの有効性を報告した。しかしこの研究は、パフォーマンスの測定方法に限界があった。たとえば、スプリントとCODのプレテストの値は、トレーニング介入が始められる数ヵ月前である、前年のプレシーズン中に測定されている。この方法では、スプリントとCODに対するウェイトリフティングエクササイズの効果は適切に評価されなかった可能性がある。Tricoliらの報告によると(31)、週3回、8週間のトレーニング介入を実施した後のジャンプとスプリントのパフォーマンス向上は、垂直跳びトレーニング群に比べてウェイトリフティング群のほうが大きかった。しかしこの研究は、体育学専攻の学生を被験者に用いており、彼らは調査前の3ヵ月間は、下半身の筋力トレーニングを行っていなかった。したがって、この研究の知見がアスリート、特に幅広いレジスタンストレーニング経験がすでにある者に対して適用できるかどうかは疑問である。今後の方針として、従来の研究の欠点を克服するために、十分なコントロール下でトレーニング介入を行う研究が必要である(18,28,31)。

結論として、本研究において、HPC 1 RMの相対値が大きい群は、より大きな最大筋力とパワーを有し、ジャンプとスプリントのパフォーマンスもより優れていることが明らかとなった。しかし、被験者の体重当たりのHPC 1 RMの値は、CODパフォーマンスの高低を識別することはできなかった。HPC 1 RMの相対値、最大筋力、パワーとジャンプ、およびスプリントのパフォーマンスとの間には、有意な相関関係があった。しかし、HPC 1 RMの絶対値とCODパフォーマンスとの間に

は有意な相関関係があったにもかかわらず、HPC 1 RMの体重当たりの相対値とCODパフォーマンスの間には相関関係は認められなかった。

現場への応用

本研究の結果から、HPCなどのウェイトリフティングエクササイズは、アスリートのパワー発揮能力を向上させ、したがってジャンプやスプリントなど、大きなパワー発揮を必要とするパフォーマンスを改善するために効果的であると推測できるだろう。しかし、HPC 1 RM(被験者の体重当たりの相対値)における上位群と下位群間において、5-5 CODのタイムに関する群間の有意差は認められなかった。また(絶対値、相対値ともに)HPC 1 RMとジャンプ、スプリント、CODの間の相関係数($r=0.37 \sim 0.58$)は、HPC 1 RMでは説明することのできない大きなばらつきのあることが示唆された。本研究の知見から、現場の専門職は、プログラムにウェイトリフティングエクササイズを取り入れることができるが、最大筋力とパワーの強化に加えて、ジャンプ、スプリント、CODのパフォーマンスを向上させるために、スキルの練習を含めた総合的なアプローチを取ることが推奨される。

すでに論じた知見に加え、本研究は、HPC 1 RMが筋力およびパワーのベンチマークテストとして優れていることを示唆している。専門職は一般に、自らがコントロールできない様々な理由により、自分が実施したいと望むパフォーマンスの測定を十分に行うことができない。たとえば、寒冷地のスポーツチームは、冬の間、スプリントパフォーマンスのテストを屋外で行うことはできない。さらに、十分な測定装置(フォースプレート、ジャンプ&

リーチ、タイミングゲートなど)が利用できない場合には、一度に多数のアスリートを測定することはきわめて困難である。そのため専門職は、特にシーズン中に、スケジュールの問題にたびたび遭遇する。このような状況で仕事をしている専門職にとって、跳躍高やスプリントタイムを実際に測定する代わりに、アスリートの神経筋パフォーマンスを評価する手軽な方法として、HPC 1 RMを検討するとよいだろう。HPCは通常のトレーニングの一部として実施できるからである。特に、シーズン中に通常用いられる高強度、少量の段階のトレーニングでは、経験豊富な専門職であれば、たとえ1 RMを実際に測定しなかったとしても、容易にアスリートの1 RMを推定できるだろう。HPCは、陸上競技選手の筋力とパワーに関して、漸進とトレーニングプログラムの有効性、さらに傷害、疾病、またはオーバートレーニングに起因する低下をモニタリングするためにも、有益な集約的測定値を提供すると思われる。◆

References

1. Baker, D and Nance, S. The relation between running speed and measures of strength and power in professional rugby league players. *J Strength Cond Res* 13: 230-235, 1999.
2. Canavan, PK, Garrett, GE, and Armstrong, LE. Kinematic and kinetic relationships between an Olympic-style lift and the vertical jump. *J Strength Cond Res* 10: 127-130, 1996.
3. Carlock, JM, Smith, SL, Hartman, MJ, Morris, RT, Ciroslan, DA, Pierce, KC, Newton, RU, Harman, EA, Sands, WA, and Stone, MH. The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: a field-test approach. *J Strength Cond Res* 18: 534-539, 2004.
4. Chiu, LZ and Schilling, BK. A primer, or weightlifting: From sport to sports

- training. *Strength Cond J* 27: 42-48, 2005.
5. Cronin, J and Sleivert, G. Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports Med* 35: 213-234, 2005.
 6. Cronin, JB and Hansen, KT. Strength and power predictors of sports speed. *J Strength Cond Res* 19: 349-357, 2005.
 7. Dugan, E, Doyle, TLA, Humphries, B, Hasson, CJ, and Newton, RU. Determining the optimal load for jump squats: A review of methods and calculations. *J Strength Cond Res* 18: 668-674, 2004.
 8. Ebben, WP and Blackard, DO. Strength and conditioning practice of National Football League strength and conditioning coaches. *J Strength Cond Res* 15: 48-58, 2001.
 9. Ebben, WP, Carroll, RM, and Simenz, C. Strength and conditioning practice of National Hockey League strength and conditioning coaches. *J Strength Cond Res* 18: 889-897, 2004.
 10. Enoka, RM. *Neuromechanical Basis of Kinesiology* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics, 1994.
 11. Fry, AC and Kraemer, WJ. Physical performance characteristics of American collegiate football players. *J Appl Sports Sci Res* 5: 126-138, 1991.
 12. Fry, AC, Kraemer, WJ, Weseman, CA, Conroy, BP, Gordon, SE, Hoffman, JR, and Maresh, CA. The effects of an off-season strength and conditioning program on starters and non-starters in women's intercollegiate volleyball. *J Strength Cond Res* 5: 174-181, 1991.
 13. Garhammer, J and Gregor, R. Propulsion force as a function of intensity for weightlifting and vertical jumping. *J Appl Sports Sci Res* 6: 129-134, 1992.
 14. Garhammer, J. A review of power output studies of Olympic and powerlifting: methodology, performance prediction, and evaluation tests. *J Strength Cond Res* 7: 76-89, 1993.
 15. Haff, GG, Stone, M, O'Bryant, HS, Harman, E, Dian, C, Johnson, R, and Han, K-H. Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions. *J Strength Cond Res* 11: 269-272, 1997.
 16. Harris, GR, Stone, MH, O'Bryant, HS, Proulx, CM, and Johnson, RL. Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *J Strength Cond Res* 14:14-20, 2000.
 17. Hoffman, JR. Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *J Strength Cond Res* 10: 67-71, 1996.
 18. Hoffman, JR, Cooper, J, Wendell, M, and Kang, J. Comparison of Olympic vs. traditional power lifting training programs in football players. *J Strength Cond Res* 18: 129-135, 2004.
 19. Hori, N, Newton, RU, Nosaka, K, and Stone, MH. Weightlifting exercises enhance athletic performance that requires high-load speed strength. *Strength Cond J* 27: 50-55, 2005.
 20. Hori, N, Newton, RU, Nosaka, K, and McGuigan, MR. Comparison of different methods of determining power output in weightlifting exercises. *Strength Cond J* 28: 34-40, 2006.
 21. Kawamori, N, Crum, AJ, Blumert, PA, Kulik, JR, Childers, JT, Wood, JA, Stone, MH, and Haff, GG. Influence of different relative intensities on power output during the hang power clean: identification of the optimal load. *J Strength Cond Res* 19: 698-708, 2005.
 22. Little, T and Williams, A. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res* 19: 76-78, 2005.
 23. Newton, RU and Kraemer, WJ. Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. *Strength Cond* 16:20-31. 1994.
 24. Plisk, S and Stone, MH. Periodization strategies. *Strength Cond J* 17: 19-37, 2003.
 25. Schmidtbleicher, D. Training for power events. In: *Strength and Power in Sport*. Komi PV, ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1992, pp. 381-395.
 26. Simenz, CJ, Dugan, CA, and Ebben, WP. Strength and conditioning practice of National Basketball Association strength and conditioning coaches. *J Strength Cond Res* 19: 495-504, 2005.
 27. Sleivert, G and Taingahue, M. The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *Eur J Appl Physiol* 91: 46-52, 2004.
 28. Stone, MH, Byrd, R, Tew, J, and Wood, M. Relationship between anaerobic power and Olympic weightlifting performance. *J Sports Med* 20:99-102, 1980.
 29. Stone, MH, O'Bryant, HS, McCoy, L, Coglianesi, R, Lehmkuhl, M, and Schilling, B. Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weight jumps. *J Strength Cond Res* 17: 140-147, 2003.
 30. Stone, MH, Sanborn, K, O'Bryant, HS, Hartman, M, Stone, ME, Proulx, C, Ward, B, and Hruby, J. Maximum strength-power-performance relationships in college throwers. *J Strength Cond Res* 17: 739-745, 2003.
 31. Tricoli, V, Lamas, L, Carnevale, R, and Ugrinowitsch, C. Short-term effects on lower-body functional power development: Weightlifting vs. vertical jump training programs. *J Strength Cond Res* 19: 433-437, 2005.
 32. Weyand, PG, Sternlight, DB, Bellizzi, MJ, and Wright, S. Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *J Appl Physiol* 89: 1991-1999, 2000.
 33. Wilson, GJ, Newton, RU, Murphy, AJ, and Humphries, BJ. The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med Sci Sports Exerc* 25:1279-1286, 1993.
 34. Young, W, Benton, D, Duthie, G, and Pryor, J. Resistance training for short sprints and maximum-speed sprints. *Strength Cond J* 23:7-13, 2001.
 35. Young, WB, McDowell, MH, and Scarlett, BJ. Specificity of sprint and agility training methods. *J Strength Cond Res* 15:315-319, 2001.
 36. Young, WB, James, R, and Montgomery, I. Is muscle power related to running speed with changes of direction? *J Sports Med Phys Fitness* 42: 282-288, 2002.
 37. Young, WB, Newton, RU, Doyle, TL, Chapman, D, Cormack, S, Stewart, G, and Dawson, B. Physiological and anthropometric characteristics of starters and non-starters and playing positions in elite Australian Rules football: a case study. *J Sci Med Sport* 8:333-345, 2005.

From *Journal of Strength and Conditioning Research* :
Volume 22, Number 2 , pages 412-418.