

## Resistance Training for Short Sprints and Maximum-speed Sprints

## 短距離&amp;最大スピードでのスプリントのためのレジスタンストレーニング

Warren Young [ウォーレン・ヤング、PhD]、Dean Benton [ディーン・ベントン、BappSci]、Grant Duthie [グラント・ドゥーシー、BappSci] とともに、バララット大学人間行動科学・スポーツ科学部、ビクトリア州オーストラリア  
John Pryor [ジョン・プライアー、バララット大学人間行動科学・スポーツ科学部 (ビクトリア州)、シドニースポーツアカデミー人間行動学研究所 (シドニー)、オーストラリア]

最大努力、あるいは最大に近い努力によるスプリントを様々な距離で行うことは、多くの競技にとって重要である。そのため、ストレングス&コンディショニング専門職は、スプリントパフォーマンスを高めるために、インターバルトレーニングやレジスタンストレーニング・エクササイズの利用にかなり重点を置いてきた。また、短距離スプリント (例: 10m) におけるパフォーマンスと、最大あるいは最大に近いスピードに達するような長めの距離 (例: 50m) のスプリントにおけるパフォーマンスとは異なるものであり、それぞれが特異的な性質を持つという考えを、陸上 (トラック) 競技のコーチはこれまで信じ続けてきた。また、研究結果もそのことを支持し続けてきた。これは、ある選手が短距離スプリントに優れていたとしても、最大スピードスプリントは必ずしも速くない可能性があること、あるいはその逆もあり得ることを意味している。そのため、それぞれに与えられるべきトレーニングの重点を決定するうえで、各競技における様々なスプリント特性の相対的な重要性を知ることが大切である。ここでの目的は、競技において重要なスプリント特性に関する分析法

を示し、短距離スプリント (例: 10m) と最大スピードスプリントの違いを強調して、スプリントパフォーマンスを高めるためのレジスタンストレーニングを選択するうえでの参考資料とすることである。

### ■競技に要求されるスピードのニーズ分析

1988年のオリンピック陸上競技男子100mの準決勝および決勝進出者22名のデータによると、最大スピード (平均: 11.49m/秒) に達するのは、50mと60mの間であった。また、10、20、30、40m通過時のスピードの最大スピードに対する割合は、それぞれ45、84、93、97%であった。この結果は、静止姿勢からの急激な加速後10mでは、最大スピードに対する割合としては、かなり低いところに位置していることを示している。しかし、20mまでには走行姿勢がより直立になり、最大スピードの80%以上に達する。また、10mのスプリントパフォーマンスは最大スピードパフォーマンスと相関がないことも示されており、テニスやスカッシュのような短距離スプリントに限定される競技の選手は、最大スピードのトレーニングは必要ない。このこ

とは当たり前のように思われるだろうが、サッカーやアメリカンフットボールのような多くのチーム競技では、短距離スプリント (例: 5~10m) と長めのスプリント (例: 20~40m) の組み合わせを必要とする。

サッカーのようなチーム競技において、10mのスプリントは立位からよりもむしろジョギングから開始されるものと考え、スプリントのニーズ分析はより難しくなる。つまり、動きながら開始する短距離スプリントでは、ほぼ最大に近いスピードに達してしまうと考えられる。従って、各競技で求められるスピードについては、注意深く考察すべきである (例: 試合のビデオ分析などを利用)。多くの場合、加速を要する短距離スプリントと、最大スピードスプリントの両方を発達させるためには、多少の注意が必要となりそうである。しかしながら、この記事では、静止状態から開始する短距離スプリントと最大スピード走との差異と、それぞれに求められる要素に焦点を当てる。

### ■短距離スプリントと最大スピードスプリントのバイオメカニクスの差異

最大スピードは、ストライド長か、

表1 一般的なバイオメカニクスの特徴に関する短距離スプリントと最大スピードスプリントの比較

|                | 短距離スプリント (例: 10m) | 最大スピード |
|----------------|-------------------|--------|
| 走行姿勢           | 前傾                | 垂直     |
| ストライド長         | 短い                | 長い     |
| ピッチ            | 最大下               | 最大     |
| 中間支持局面での膝の最小角度 | 小さい               | 大きい    |
| 股関節の過伸展        | 小さい               | 大きい    |
| 接地時間           | 長い                | 短い     |

1秒当たりのストライドの数(ストライド頻度 [ピッチ])のいずれかの増加によって改善でき、走スピードが増加するにつれてこれらの要素はいずれも増加する。トップスピードにおける走動作についてはかなり研究されているが、それと比較して短距離スプリントに関する分析はわずかしかない。そのような状況ではあるが、表1と図1に2つのスプリント相の一般的なバイオメカニクスの特徴を示した。この差異は、各相のパフォーマンスにおいて重要である筋群とストレングス特性とに関係する。

### 筋群

スプリントにおいて重要な筋群を特定するためには、スプリント中の筋電図(EMG)を用いて検討するという方法がある。ある研究報告によると、膝伸筋の筋活動は、最初の5mでは非常に高かったが、スプリントが30mへと進むにつれて少なくなった。股関節の伸筋群(殿筋、ハムストリングス)も同様に開始時に活発であったが、これらは逆に走スピードが増大するにつれて、その貢献度は少しずつ増大した。これらの研究結果は、大腿四頭筋が短距離スプリントにおいて比較的重要であり、股関節の伸筋群はより速いスプリントにおいて比較的重要であることを示唆している。これは、短距離スプリントにおいて膝関節の可動域が

かなり大きいことと、最大スピード走において股関節の過伸展が大きいことが、ある程度理由となっているのかもしれない。Vonsteinは、最大スピードでの水平方向の推進にとって、股関節伸筋群の中でハムストリングスは殿筋よりも重要であることを示唆している。

足関節の足底屈筋群(ふくらはぎの筋群)の活動は、両方のスプリントにおいて非常に活発である。そして、スプリントに重要なもう1つの下半身の筋群は、股関節屈筋群である。この筋群は、次のストライドの準備段階で脚を前へ引きつけるのを助ける。股関節の速い屈曲と脚のリカバリーは、ストライド時間を短くしてピッチを上げることができるので、最大スピード走に有利となる。従って、力強い股関節の屈曲は、最大スピードスプリントに特に重要であるかもしれない。

様々な筋群の相対的な重要性を決定するもう1つの方法としては、筋ストレングスやパワー(単関節のストレングステストによって決定)とスプリントパフォーマンスとの相関を検討するものがある。下半身の筋ストレングス測定値とスプリントパフォーマンスとの間に有意な相関があると報告している研究はいくつかあるが、相関が認められなかったとしている研究報告もある。このように結果が食い違うのは、スプリント自体が、様々な筋群の精密

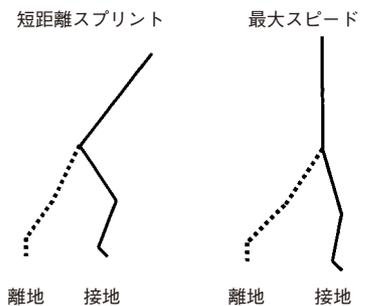


図1 接地と離地の瞬間における片脚の状態と身体の姿勢

なコーディネーションによる多関節動作であるため、ある単独の筋における単関節テストによって評価することはできないことが原因となっている可能性がある。従って、スプリントパフォーマンスに対する下半身の様々な筋群の相対的な重要性は、完全に明らかになっていないわけではなく、特に短距離スプリントと最大スピードスプリントを別個に考えると曖昧になる。

脚筋群の重要性は一般によく認められているが、骨盤を安定させる筋や、腕を動かす筋のような、その他の筋の相対的な重要性についてはあまり知られていない。EMG値を用いた研究では、最大下スピードでの走行時、上半身の筋は最大の60%まで活性化されることが示されている。片腕の前方向への動作はもう片方の腕の後方動作によって打ち消されるのだが、走行中、腕の動作は「垂直」への推進あるいは揚力全体に約5~10%貢献しており、それによって脚をより水平方向に運ぶことにつながるという利点がある。ベンチプレスのパワーと36.6mのスプリントパフォーマンスとの間に有意な相関がみられることから、上半身の筋の重要性は支持される。

短距離スプリントのように、明らかに身体が前傾している場合、腕によって生み出される上方向への揚力は前方方向の成分を持ち、水平方向の推進に直

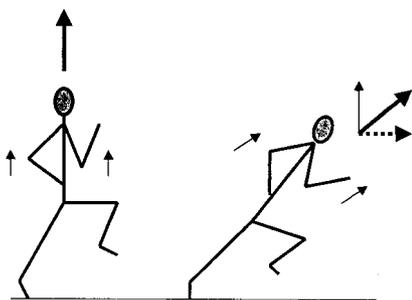


図2 身体がかなり前傾しているとき、腕振りによる垂直方向の「揚力」は水平方向の成分を持つ。実線は腕振りによる揚力を示し、点線は腕振りによる水平成分を示している

接貢献し得る。このことは、腕を動かす筋が、短距離スプリントにとって非常に重要となる可能性を示唆している

(図2)。骨盤と体幹の安定性については、脚の大きな推進力が全身に効率よく伝達され、かつ、傷害を引き起こす過度な脊柱および骨盤の動作を防ぐために、この部分の多くの筋を十分に強化しておかなければならないが、どの程度の力が必要なのかについてはわかっていない。スプリントパフォーマンスに対する様々な筋の相対的な重要性については、表2にまとめてある。

## ストレングス特性

ストレングス特性とは、重要なストレングス要素を含むいくつかの特性のことで、最大ストレングス、スピードストレングス、ストレングス持久力が含まれる。最大ストレングスとは、力発揮速度や力を持続する能力とは関係なく、力を生み出す能力のことをいう。また、スピードストレングスは、多くの方法で定義されてきたが、一般的には大きな力とスピードの要素を有する特性のことである。このような爆発的な力発揮は、コンセントリックな筋活動(筋の短縮)、あるいは伸張-短縮サイクル(SSC)として知られるエキセントリック-コンセントリックな筋活動において生まれる。SSCにおい

表2 スプリントパフォーマンスにおける各筋群の相対的な重要性(案)

|          | 短距離スプリント(例:10m) | 最大スピード |
|----------|-----------------|--------|
| 大腿四頭筋    | ****            | **     |
| 殿筋       | ****            | ***    |
| ハムストリングス | **              | ****   |
| 下腿三頭筋    | ***             | ***    |
| 股関節屈筋群   | **?             | **?*   |
| 上半身      | ***?            | **?    |
| 姿勢保持・安定筋 | **?             | **?    |

\*\*\*\*=非常に重要、\*\*\*=かなり重要、\*\*=重要、\*=少し重要、?=不明

てエキセントリックからコンセントリックに素早く切り換わる能力は、反応性ストレングスと言われており、比較的特異的な特性であると考えられている。

前傾が重要な短距離スプリントにおいては、支持脚は「押す」動作によって後方に運ばれる。脚の伸筋群(殿筋、大腿四頭筋、ハムストリングス、ふくらはぎ)は、身体が前方、上方へ推進される時、コンセントリックな活動を生み出す。これらの活動には筋の伸張(エキセントリックな筋活動)が先行するが、エキセントリックな負荷は比較的低い。トップスピードでスプリントを行うとき、ストライド長は大きくなり、そのため接地のときに負荷が増大すると予想される。実際、走スピードの増加とともにエキセントリックな負荷の増大が示されている。さらに、最大スピードは、反応性ストレングスの測定として考えられているドロップジャンプ・テストの値と有意な相関があり、距離の長いスプリントではより相関は高くなる。従って、反応性ストレングスは、相対的に短距離スプリントよりも最大スピードスプリントにとって重要であると考えられる。

一般的に爆発的な力の特性は、あらゆる種類のスプリントにおいて重要であるが、様々なパワーの測定値は、短

距離スプリントよりも距離の長いスプリント、あるいは最大スピードスプリントと高い相関があることがわかっている。おそらくこれは、最大スピードスプリントでは接地時間が短い(そのため筋収縮スピードが速い)ことが理由であろう。

同じ理由から、最大ストレングスが短距離スプリントにとって相対的に重要であることが示唆されるが、これについてはまだはっきりしていない。絶対的な最大ストレングスは短距離スプリントのスピードよりも最大スピードとより高い相関があることがわかっているが、一方、最大ストレングスの体重当たりの割合は、絶対的な最大ストレングスよりも2.5mまでのスプリントタイムとの相関が高い。このことは、必然的であるように思われる。なぜなら、静止姿勢からのスプリントにおける最初の数ストライドは、体重による慣性に打ち勝つ必要があり、高いレベルの「相対的」ストレングス(ストレングスを体重で割った値)が要求されるからである。その後、加速する必要性が減じられたら、絶対的ストレングスが重要になってくるのであろう。いくつか例外があるものの、研究報告では一般的に、脚の最大ストレングスの測定結果とスプリントスピードの間の有意な相関を支持している。ストレングス特性とパフォーマンスとの間の相

表3 スプリントパフォーマンスにおける脚の最大ストレンクスとスピードストレンクス特性の相対的な重要性 (私見)

|                | 短距離スプリント (例: 10m) | 最大スピード |
|----------------|-------------------|--------|
| 最大ストレンクス       |                   |        |
| 絶対的            | *                 | **     |
| 相対的            | **                | *      |
| 一般的なスピードストレンクス | ****              | ****   |
| 反応性ストレンクス      | *                 | **     |

\*\*\*\*=非常に重要、\*\*\*=かなり重要、\*\*=重要、\*=少し重要、?=不明

関は完全に明らかではないが、短距離スプリントと最大スピードスプリントに対する脚の最大ストレンクスとスピードストレンクスの相対的な重要性を、表3に示した。

### ■レジスタンストレーニング・エクササイズ選択のために

以上のニーズ分析では、短距離スプリントと最大スピードスプリントではやや異なるものを必要としていることが示されたが、このことはエクササイズ選択に反映されるべきである。短距離スプリントに対して特異性の高いエクササイズは、最大スピードスプリントにはあまり特異的でない可能性がある。例えば、股関節伸筋群よりも大腿四頭筋をターゲットとしたエクササイズ (例: 膝の角度を90°で行うバックスクワット) は、最大スピードスプリントよりも短距離スプリントに対してより特異的であると言えるだろう。逆に、殿部とハムストリングスの筋群を特に動員するエクササイズ (例: ルーマニアン・デッドリフト) は、最大スピードスプリントにより特異的であるだろう。

ストレンクス特性の発達と関係して、プライオメトリクスは反応性ストレンクスの発達に特に効果的である。反応性ストレンクスは最大スピードスプリントにとって特に重要である

と考えられるので、プライオメトリックトレーニングはこの種のスプリントに役立つものと期待できる。このことについて調べた唯一の研究報告では、プライオメトリックトレーニングによって最大スピードが有意に改善されなかったことを示している。このことを説明するのは難しいが、プライオメトリック的なトレーニングの非効率性というよりも、むしろ量や強度といった多くのプログラム変数が関係している可能性がある。

上述の研究報告では用いられなかったが、スプリントに効果があるかもしれないプライオメトリックエクササイズの1つに、スピードバウンディングがある。このエクササイズは、選手が距離とスピードの両方の向上を目標として跳躍 (バウンド) する必要がある。最大スピードスプリントの動作にかなり特異的である。MeroとKomiは、スプリント、スピードバウンディング、距離を伸ばすためのバウンディングやホッピングについてのバイオメカニクスの分析を行った。その結果、スピードバウンディングにおける足の接地の性質、接地時間、水平速度、ストライド長、パワー発揮は、他のトレーニングエクササイズよりも最大スピードスプリントに似ていることが明らかとなった。従って、スピードバウンディングは、最大スピードスプ

プリントに特異的なエクササイズとして奨められる。

最大スピードスプリントに特異的な反応性ストレンクスの発達に効果的と思われるもう1つのエクササイズは、ウェイトベストやウェイトベルトをつけて行うスプリントである。身体に少量のおもりを付け加えると、接地直後にエキセントリックな負荷が増大すると予想される。その結果、身体の下向きの動作を素早く切り換える際に動員される筋に過負荷をかけられる。トレーニング効果としては、接地時間が減少し、その結果、ストライド時間を減らしピッチを増加させると考えられる。他の一般的なトレーニング方法として、ソリ、パラシュート、ロープなどを抵抗として行うスプリントがあるが、このときには、垂直方向の動作に抵抗をかけるというよりも、脚の運びの水平成分に抵抗をかける。そのため、一般的な脚のパワーを鍛えるためには優れているかもしれないが、最大スピードスプリント向上において反応性ストレンクスの発達を特異的に狙うとするならば、ウェイトベストやウェイトベルトが奨められる。コーチにはこれらの方法すべてを用い、大きな抵抗をかけるよう試みる必要があるが、過度にならなければいけないので注意が必要である。これは、筋活性のパターンとして、負荷が増えるにつれてスプリントから離れたものになることが研究報告から明らかとされているためである。

### ■トレーニングの特異性

トレーニングの特異性の原則は広く知られているが、これはトレーニングを効果的なものにするために競技の要求に近づけるべきであるというものである。一般的に、トレーニングが特異的になればなるほど、競技パフォーマンスへの移行はスムーズになる。しか

表4 ペリオダイゼーションプログラムにおけるトレーニングの特異性の利用

| トレーニング期 | 強調される特異性のレベル | レジスタンストレーニングの主な目的              |
|---------|--------------|--------------------------------|
| 一般的準備期  | 低い（一般）       | ↑神経-筋系の能力、障害予防                 |
| 特異的準備期  | 中程度          | ↑神経-筋系の能力、基礎的な資質の改善（最大筋力など）    |
| 試合前期    | 高い           | 基礎的な資質を最も重要な資質に変換する（パワーなど）     |
| 試合期     | 非常に高い        | 最も重要な資質に限定して維持する（類似のスプリント動作など） |
| 移行期     | 低い           | 回復、リハビリテーション                   |

表5 短距離スプリントと最大スピードスプリントのための非特異的（一般的）エクササイズ

| 短距離スプリント<br>（例：10m）                 | 最大スピード |
|-------------------------------------|--------|
| パラレルスクワット                           |        |
| デッドリフト                              |        |
| マシンによる<br>ヒップエクステンション、<br>ヒップフレクション |        |
| ベンチプレス                              |        |
| 体幹を安定させるためのエクササイズ                   |        |

表6 スプリントのためのやや特異的なエクササイズ

| 短距離スプリント（例：10m）  | 最大スピード  |
|------------------|---|
| ハーフスクワット         | クォータースクワット  |
| 片脚スクワット/ランジ      | マシンによる高速ヒップエクステンション   |
| パワークリーン/床からのスナッチ | ルーマニアン・デッドリフト   |
| プッシュプレス          | 片脚スクワット/ランジ   |
| ベンチプレス・スロー       | パワークリーン、ブロックからのスナッチ<br>ドロップジャンプ/ハードルジャンプ（両脚）<br>距離のためのバウンディング/ホッピング<br>ベンチプレス・スロー |

し、ペリオダイゼーションプログラムにおいては、最も重要とされる資質のレベルを高め、傷害を防ぐ「基礎」をつくるために、一般的トレーニングあるいは非特異的トレーニングを実施する必要があり、一般的に、試合などのピークが近づくとつれてトレーニングの特異性のレベルを増大させるべきであるとされている（表4）。

以上のことから、表5、6、7にエクササイズの特異性に従って、短距離スプリントと最大スピードスプリントのトレーニングとして考えられるエクササイズを示している。ただし、これらはスプリントの要求に基づいた例にすぎない。従って、コーチには、スプリントのために必要な身体的準備として現在用いているエクササイズのレ

表7 スプリントのための高度に特異的なエクササイズ

| 短距離スプリント（例：10m）                     | 最大スピード  |
|-------------------------------------|---|
| ソリを引きながらのスプリント<br>（立位からスタート、中程度の負荷） | ソリを引きながらのスプリント<br>（ジョグスタート、低負荷）                           |
| 坂上り走<br>（立位からスタート、中程度の傾斜）           | 坂上り走<br>（ジョグスタート、低い傾斜）<br>スピードバウンディング<br>スプリント（ウェイトベスト着用） |

パートリーを継続的に発展させることを奨めたい。

### ■まとめ

短距離スプリントと最大スピードスプリントにおける走動作と動員される筋における差異について確認した。大腿四頭筋の筋群と相対的ストレングスは静止状態からの短距離スプリントに

重要であると思われるが、ハムストリングスの筋群と反応性ストレングスは最大スピードスプリントにとって非常に重要である。このことは、各選手に必要なスプリントの種類に応じて、スプリントパフォーマンスを改善するためのエクササイズやトレーニング手段を選択して提示できることを意味している。