

Key Words 【スプリント：sprint、スピード：speed、アシスティッド：assisted、レジスティッド：resisted、スピードの向上：speed enhancement】

スプリントスピードの向上に利用される様々な手法の比較

A Comparison of the Various Methods Used To Enhance Sprint Speed

Matthew J. Behrens, MS¹ and Shawn R. Simonson, EdD, CSCS²

¹Track and Field Coaching Staff, Borah High School, Boise, Idaho

²Department of Kinesiology, Boise State University, Boise, Idaho

要約

今日のスポーツ競技においては、スピードはますます重要な因子になりつつある。スピードはストライド頻度×ストライド長で示され、最大速度を達成するために必要な能力である。本稿の目的は、スプリントスピードを向上させるための様々な手法を比較検討し、最も効果的な手法に関する情報を、指導現場に提供することである。

スポーツ競技の試合の様相が変わりつつある。チームはアスリートにより大きく、より強くなることを求めるだけではない。試合においてはスピードがこれまで以上に重要な側面になりつつある。なぜならそれによって、ほかのアスリートよりも優位に立てる可能性があるからである。スプリントスピードはストライド頻度×ストライド長で示され、高速度を達成するための能力を指す(21)。アスリートのスピードを高めるためには、この等式のひとつあるいは両方の要素を向上させる必

要がある(7,9)。また、効率よく加速して、素早く最大速度に到達する能力を身につける必要がある(8,30)。スプリントのふたつの構成要素、すなわちストライド長とストライド頻度をともに向上させることを目指したトレーニングを実施すれば、アスリートのスピードの向上は最大になると考えられる。

スピードトレーニングの目的は、スプリントスピードの向上に欠かせない身体的、代謝的、神経的構成要素を向上させることにある(10)。スピードを向上させるために利用されている様々なトレーニング方法は2つのグループに分けられる。すなわちストライド頻度の増加を目指すものと、ストライド長の増加を目指すものである。高速トレッドミルスプリント、エラスティックコードトーイング、そしてダウンヒルスプリントは、ストライド頻度の増加を目指すオーバースピードトレーニングの例である。一方、ストライド長の増加のために利用されるトレーニング方法は、レジスティッドトレーニングであり、レジスティッドスレッドト

レーニング、ウェイトリフト、アップヒルスプリント、ストレングストレーニング、およびプライオメトリックスなどのエクササイズを含む。筋力と持久力に次いでスピードは、向上させることが最も困難な身体トレーニングの構成要素である(26)。ただ確かに困難ではあるが、競技の重要な構成要素であり、スピード向上に時間と努力を費やす価値は十分にある。

大多数の競技においては、スピード以外にもほかの多くの因子(才能、アジリティ、筋力、パワー、精神力)が結果を左右することは間違いない。しかし本稿では、スピード向上のために用いられる様々なトレーニング手法に焦点をあてる。各手法に関する説明と、その手法がスピードの向上に有効であることを示すエビデンスを挙げる。2部構成としてアシスティッドスプリントとレジスティッドスプリントを取り上げ、その中でスピード向上への効果に基づいて各手法の順序づけを行なう。そしてまとめとして、最も効果的な手法の利用に関するガイドラインを提示する。

アシスティッドスプリント

アシスティッドスプリントの主な目的は、アスリートの現在の能力を超えるハイスピードに到達させることと(3)、補助なしでそのハイスピードを維持するための神経筋系を訓練することにある(7)。アシスティッドスプリントの例として、トーイング、ダウンヒルスプリント、高速トレッドミルスプリントがある。このタイプのトレーニングの主要目的はストライド頻度の向上ではあるが、アスリートにより速くかつより長いストライドを同時に行なわせる(22,7)。他の方法もあるが、本稿では最も広く利用されているアシスティッドスプリントの形式、すなわちエラスティックコードトーイング、ダウンヒルスプリント、高速トレッドミルスプリントに焦点をあてる。

ストライド長は最終的に一定に達し、ストライド頻度は最大速度に向かって増加し続ける可能性があることが研究によって示されている。したがって、主としてストライド頻度の向上に注意を向けるべきである(10)。最大上スプリント、すなわちオーバースピードトレーニングには、長時間のトレーニングを通じて神経筋の適応を促す力があり、その結果ストライド頻度が増大する(18)。オーバースピード環境を作り出すことにより、神経筋系の伸張-短縮サイクル(SSC)が接地局面の効率を向上させる。これによって筋はより大きな伸張性負荷に耐えられるようになり、SSCの伸張性局面における筋のスティフネスが増大することで、より大きな弾性パワーを蓄えることができる(10)。

アシスティッドトーイング

アシスティッドトーイングはアシスティッドスプリントの手法のひとつで

あり、ストライド長ではなく、ストライド頻度の増加を目指すものである。エラスティックチューブ/バンドを用いるトーイングは、位置を固定した2名で行なうことがある。パートナーによるトーイングでは、一方が他方に対してトーイングを行なう。トーイングされるほうが、オーバースピードトレーニングを実施する側である。アシスティッドスプリントトレーニングのこの手法は、アスリートが、補助がない状態での能力を超えたスピードを達成することを可能にする。

トーイングの目的は、ランニングフォームを変えずにより速く足を運ばせることにある。アシスティッドトーイング中、アスリートは引く張られてはならない。つまり、アスリートは何の努力もせずにエラスティックチューブに身を任せてはならず、ストライド頻度を増加させる必要がある。距離は30~40mを超えてはならない(3)。ちなみにランニングマシンでは、アシスティッドトーイングの制御が難しい(10)。アスリートは、最大ランニングスピードの106~110%以上のスピードに達するべきではない(3,10,22)。トーイングを行なっている間、コーチは観察し、アスリートに適切なフォームを維持させることが大切である。

高速トレッドミルスプリント

このタイプのアシスティッドスプリントには、アスリートの現在の能力を超えたランニングスピードに調整できるトレッドミルが必要である。高速トレッドミルスプリントにおけるスプリントの運動学は、地上でのスプリントときわめて類似している。そして速度が増加するにつれてストライド頻度が増加し、滞空時間と立脚期が減少する(14)。高速インクライントレッドミル

スプリント中のストライド頻度の適応は、下肢の筋活動の増大(これはハムストリングスへの力学的負荷の増大も引き起こす)と、関節角速度の増大によって発生する(10,20)。トレッドミルスプリント後に、股関節伸筋と膝関節屈筋のピークトルクにおける有意な増大が観察されている(10)。また股関節伸筋のトルクの増大は、ストライド長の増加をもたらす可能性がある。

しかし高速トレッドミルスプリントにも欠点があり、スプリントレース中に生じるスムーズで一貫した加速パターンを生み出すことが困難である(14)。またベルトの動きにより、アスリートが自重を前方へ推進させる必要がない(運動エネルギーが増加しない)ために、運動力学が変化する可能性がある(10)。股関節伸筋と膝関節屈筋におけるトルクの増大は、筋活動の増大によってもたらされるものであり、ストライド頻度を向上させうる。ただストライド頻度は向上するが、トレッドミルではベルトが動くため、運動エネルギーの量が、通常のサーフェスにおいてアスリートが生み出さねばならないであろう量とは異なる可能性がある。したがって高速トレッドミルトレーニング中に発生する運動エネルギーは、通常のスプリント中に発生する運動エネルギーよりも少ない可能性がある。

ダウンヒルスプリント

ダウンヒルスプリントは最も人気があり(22)、効率がよく、費用対効率も高いアシスティッドスプリントトレーニングの手法である(8)。ダウンヒルスプリントの目的もストライド頻度を向上させることにあり、アスリートは自重、重力による加速、そして下りの

勾配を利用して、通常の平面スプリントを超えたスプリント速度を実現させる(15)。

ダウンヒルスプリントに最も適した推奨勾配値にはばらつきがある。力学的な変化を避けるために、勾配は2~3°を超えてはならないとする説もあれば(3)、2.1、3.3、4.7°は平面や6.9°よりも速いが、5.8°のほうがさらにスピードが出ることを見出した研究もある(8)。Dintiman&Ward(7)は、制動効果を避けるために1~2.5%の勾配を推奨した。またKlinzing(15)は下りの至適勾配として5°を主張し、Plisk(22)は3~7°の範囲を主張している。

ダウンヒルスプリントはストライド頻度向上のために最も人気の高い手法であるが、その利用に伴って発生する問題がある。勾配が3%以上になると、ストライド頻度は増えずにストライド長が過剰に大きくなり、制動効果の増大をもたらす可能性があるのである(3)。諸研究結果のこのような対立は、ダウンヒルスプリントに関するある問題を示している。すなわち推奨値は多様であるが、それらの推奨値に矛盾するエビデンスもまた存在することである。

アシスティッドスプリントのガイドライン

ここで取り上げたアシスティッドスプリントの3つの形式、すなわちアシスティッドトーイング、高速トレッドミルスプリント、ダウンヒルスプリントのうち、最も優れたトレーニング手法はアシスティッドトーイングであろう。ダウンヒルスプリントは安価ではあるが、適切な下り坂を見つけること、制動効果、最も効果的な勾配角に関する見解の不一致など、複数の問題が存在する。高速トレッドミルスプリントは実施可能な選択肢であろうが、大多

数のアスリートにとっては費用がかかりすぎるかもしれない。アシスティッドトーイングは競技特異的な特性をもつため、最も適した手法である。アシスティッドトーイングを利用すれば、最大速度局面への移行を伴う加速局面も経験することが可能である。高速トレッドミルスプリントでは加速局面を実現することが困難であり、ダウンヒルスプリントでは下り坂で前傾姿勢になるため、加速局面を制御することが困難であると考えられる。

レジスティッドスプリント

レジスティッドスプリントとは、ランニングフォームを大きく変えずに、股関節伸展筋群の筋力向上すなわちスプリント速度の向上を目的として設計されるスプリントトレーニング様式である(1,2,11)。加速能力を向上させ、最大スプリント速度を増大させるために、トレーニングにレジスティッドスプリントトレーニングを含めることは一般的なやり方である。レジスティッドスプリントトレーニングを実施することで、神経活性化の増大によって動員される筋線維が増加し、その結果、ストライド長が増大すると考えられている(1-3,11,19,22,30)。レジスティッドスプリントトレーニングの例として、トーイング、ウェイトッドベスト、アップヒルスプリント、砂上あるいは水上スプリントがある。ここでは最も人気のあるトーイングとアップヒルスプリントに焦点をあてる。

レジスティッドトーイング

レジスティッドトーイングは、最も人気の高いレジスティッドスプリントトレーニングのひとつであり、タイヤやスレッドなど抵抗となるものを引くエクササイズである(19)。最大スプリ

ントスピードの向上には、ウェイトにスレッドを用いるトレーニングが最も効率がよいかもしれない。なぜならウェイトの交換が容易だからである。レジスティッドトーイングは、股関節、膝関節、足関節における筋による力発揮を増大させるとともに、ストライド長を増加させる可能性があり、それによって加速メカニズムが改善される可能性がある(2,27)。このタイプのトレーニングは競技特異的であると考えられることができる。なぜならスプリント時に使用される筋の力発揮を向上させるとともに、適切なウェイトを利用することで無負荷時のスプリントと同じ運動学を実現できるからである。

スプリントフォームを変えることなく、適切なトレーニング刺激を与えるためには、各アスリートに適した負荷を探し出すことが必要である。トーイングするウェイトの量に関しては様々な推奨値がある。なぜならウェイトが軽すぎるとトレーニング刺激が生じず、ウェイトが重すぎると力学的な変化が起きるからである。例えば5kgのウェイトのトーイングでは、20~50mの最大スピードにおいてトレーニング前後のテストで全く改善がみられなかった(それぞれ3.54秒、3.55秒)(26)。しかし重すぎるとウェイトを引くと接地時間が増加し、ストライド長が減少し(1,19)、股関節が伸展せず(3,7,16,19,22)、スプリントの運動学が変わってしまう。Spinksら(27)、Young(29)、Harrison&Bourke(13)はトーイングのウェイトとして、それぞれアスリートの自重の10、12.5、13%を推奨した。また、Alcarazら(1)は負荷をアスリート別に決定するために、トラックサーフェス用の総合的な式(ほかのサーフェスとは摩擦係数が異なる)を考案した。その式と

は、%自重 = $(-0.8674 \times \%最大速度) + 87.99$ である。至適抵抗量がどれほどであるにせよ、アスリートのスピードを10%以上低下させるべきではない(3)。すなわち、水平速度がアスリートの最大速度の90%を下回るべきではない(1)。

スレッドのトーイングは、最大スプリントスピードよりも加速局面に大きな影響を及ぼす可能性がある。ラグビー選手を対象としたある研究によると、加速局面では改善が認められたが最大速度は改善しなかった(13)。たとえば加速局面でしか改善が認められなかったとしても、フットボールなど数多くの競技では、加速はするが最大速度に達することはないと考えられる。

スピード向上の手段としてトーイングを利用するコーチは、この手法にはアスリートのランニングフォームを変えてしまう傾向があることに注意すべきである。トーイングはハムストリングスのプル動作を排除することが示唆されている(26)。そのため適切なスプリント動作を再度強化する必要がある(3,7)。また、適切な動作を維持することが困難な場合は、トーイングのウェイトがそのアスリートにとって重すぎる可能性がある。加えて、ハーネスを装着する部位も重要である。ハーネスは腰に装着すべきである。腰に対してハーネスの位置が高いほど、前傾姿勢が強くなり、前傾が強すぎると支持脚の膝関節角度が増加してスプリントの運動学にマイナスの影響を及ぼす(2)。これを修正するためには、ストライド長が減少している際は、ストライド頻度を増加させることではなく脚を前へ運ぶことに集中させるべきである(16)。

アップヒルスプリント

レジスティッドスプリントトレーニングの次の手法はアップヒルスプリントである。レジスティッドスプリントトレーニングの中で最も人気があり、最も費用対効果の高い手法である(22)。これは、上り坂にて股関節伸展筋群を使い自重を登はんさせることによって、股関節伸展筋群の筋力を向上させることを目的とする。上りの勾配は、前進するために伸張性局面を短縮し、短縮性局面を延長することが研究によって示されている(22)。ある研究では、最大スプリントスピード(1.0%)、ストライド長(1.6%)、接地時間(2.4%)を増大させる傾向があることが示されたが、これらは統計的に有意ではなかった(21)。

アップヒルトレーニングではどの程度の勾配が、ランニングフォームを変えることなく最適であるかについては複数の推奨値がある(16)。Dintiman & Ward(7)はスタート能力と加速に関しては 8° という急勾配を推奨し、スピードおよびスピード持久力の向上に関しては 1° 、 2.5° 、 3° を推奨した。また、3%以上の勾配は股関節伸展筋群の筋力向上に有効である(11)。

アップヒルスプリントにも欠点がある。アップヒルスプリントはおそらく傾斜角が小さすぎるせいで、あるいは平面サーフェスでのトレーニングと似ていないせいで、効果的ではないことを示す研究がある。アップヒルスプリントに関する明らかな問題のひとつは、適切な傾斜角をもつ上り坂を見つけることである。そしてもうひとつの欠点は、大多数の競技にとって競技特異的ではないことである。ほとんどの競技は平面サーフェスで実施される。さらに不適切な勾配は、スプリントの運動学を変化させて(足の接地前の伸

張性局面を短縮し、蹴り出しの短縮性局面を延長する)、平面サーフェスへの移行に変化が加わる可能性がある。

ストレングストレーニング

ストレングストレーニングの目的は、アスリートの筋線維サイズと筋力を増大させることにあり、ひいてはパワー発揮能力を向上させることにある。ストレングストレーニングは、競技パフォーマンス向上のために様々なアスリートによって長年利用されている。新しい研究によって、我々コーチはアスリートを効率よく訓練し、競技特異的スピードの向上に必要な筋に狙いを絞ったトレーニングプログラムを処方できるようになった。特異性の原理によると、エクササイズが効果的であるためには、当該競技と類似した諸特性を含む必要がある(1)。

競技特異的ウェイトトレーニングは、ウェイトルームから競技場への移行において最も有効である。当該競技にとってどの筋のトレーニングが最も重要であるかを、バイオメカニク的にコーチは心得ていなければならない。スプリントは片側性の主として水平運動である。例えば接地中は、片脚の筋のみが自重を前進させるための負荷を担い、反対の脚は遊脚期にあって接地に備えている。トレーニングの特異性を達成するためには、スプリンターはより多くの片側性の水平エクササイズを必要とする(29)。例えばスクワットやシングルレッグスクワットのようなエクササイズは、ショートスプリントやスタート能力の向上を助ける。また、殿筋やハムストリングスの活動を大きくするリバースハイパーエクステンション、ルーマニアンデッドリフト(RDL)あるいはシングルレッグRDLは、最大スピードでのスプリ



写真 ハムストリングディップ(ノルディックハムストリング)

ントに特異的である(28)。

バイオメカニクス分野の研究によって、スプリントの場合、膝周りの筋組織よりも股関節周辺の筋組織のほうが重要であることが示唆されている(12)。股関節周辺の筋組織によって発揮されるパワーはキネティックチェーンとして働く。股関節屈曲筋群は脚を前方へ引き寄せることを助ける。つまり、股関節の屈曲と脚のリカバリーが速いほど、ストライド頻度を増やすことができる(28)。また、股関節伸展筋群(殿筋とハムストリングス)は身体を前方へ推進させ、接地局面で短縮-伸張活動を行なう(12)。エリートスプリンターは、サブエリートスプリンターよりも股関節伸展の速度が速いことがわかっている(10)。股関節周辺の筋力が向上すると、スピードも向上する(13)。股関節伸展筋群はスプリント中に最大の筋モーメントを生み出し(11)、またスプリント開始時に活性化し、ランニングスピードが増加するにつれて活動を増す(28)。ハムストリングスは殿筋よりも重要な役割を果たすが(28)、多くのスプリンターにおいて

最も弱い部分である(7)。

ハムストリングスは、スプリントパフォーマンスの足かせとなる大きな可能性を有している。したがって、トレーニングでは十分な注意を向けるべきである。遊脚期の伸張性筋活動中、ハムストリングスにかかる力は最大になり、受傷する可能性が最も高まる。そこで傷害予防に必要な伸張性筋力を向上させるために、素早い伸張性の構成要素に焦点をあてたハムストリングカールや、パートナーの補助によるハムストリングディップなどのエクササイズが含まれるべきである。伸張性のハムストリングカールを行なうためには、身体をゆっくりと沈めて伸張性局面を延長するか、スプリント時の速度を模倣して素早く短縮-伸張局面を行なうかするとよい。ハムストリングディップ(ノルディックハムストリング)(写真)は、パートナーの補助を必要とする場合のあるエクササイズである。足関節を固定する器具がある場合は、膝を床につけたまま、股関節を屈曲も伸展もさせないことが最も重要である。エクササイズでは膝の伸展、すなわちハムストリングスの伸張性局面後に、膝の屈曲すなわち短縮性局面が続く。身体をゆっくりと沈めて、ハムストリングスにかかる伸張性負荷を増大させるとよい。

レジスタンストレーニングプログラムをデザインするには、スプリントの構成要素すなわち力と速度を理解することが重要である。加速局面では、慣性に打ち勝つためにパワーが利用されている。加速局面は最大6秒間継続する可能性があり(10)、その後、最大速度に達して動作が高速動作になる。

スプリントの力と速度はこのように理解されているが、レジスタンストレーニングにおいてどの程度の負

荷強度が最も有効であるかに関しては、まだ明確な同意が得られていない(4)。スピードと最大脚筋力との関係は、スクワットエクササイズの種類および加速の特徴がスプリントと異なるために無意味なものになりがちである(5,29)。パワーとは、仕事量をその仕事を完了するために要した時間で割ったものである。多くのスプリンターは、最大随意収縮の約30%の至適パワー出力でトレーニングを行なうために、低負荷高速運動を行なっている(7,17)。高負荷低速トレーニングと低負荷高速トレーニングを併用すれば、スピードパフォーマンスも向上することが示されている(4,29)。例えばスクワット、ヒップエクステンションおよびフレクションなどの低速エクササイズは、20mの加速タイムを2.9%向上させ、高速エクササイズは4.3%向上させることが見出されている(4)。スクワットはホルモンや筋に効果があり、筋力の確固とした基礎づくりとして役立つ。しかしスクワット動作の速度はスプリント運動の模倣としては遅すぎる。スクワットでは足裏全体に1~2秒間力がかかるが、スプリントでは自重の3~4倍の力が足の母指球にほんの一瞬かかる(19)。高強度低速運動はスピードを向上させるが、高速運動ほどではない。したがってコーチはスプリントの特徴に適したふさわしいエクササイズを見つける必要がある。

クリーン&ジャックやスナッチのようなストレングストレーニングエクササイズは爆発的性質をもち、スクワットよりも、発揮されるパワーがスプリントにおいて発揮されるパワーと類似している。これらの爆発的エクササイズは、高速度によって、パフォーマンスにおける最高レベルの発揮パワーを

生み出し、高負荷の挙上を可能にする(7,17)。ストレングストレーニングはスプリントスピードを向上させることが示されており、10mスプリントにおいて5.19m/sから5.38m/sへと向上した(27)。またジャンプスクワットと5m、10m、30mのスピードとの間には相関関係(ピアソンの相関係数、 $r = -0.56 \sim -0.66$)がある(5)。したがって競技特異的で、適切な速度と強度に焦点を絞った適切なエクササイズを実施することによって、スプリントスピードは向上する。

スプリントに特異的なエクササイズを追加することも、スピードを向上させうる。例えばフロントランジはスプリントのフォームと類似した動作を含んでおり、大腿四頭筋、殿筋、ハムストリングスの筋力を強化する。またマルチヒップ、グルートハムレイズ、ハ

イパーエクステンション、リバースハイパーエクステンションなどのエクササイズは、股関節周辺の筋組織に重点を置いているため、このようなエクササイズもスピード向上プログラムに含まれるべきである。

主眼は下半身にあるものの、トレーニングでは肉体面で弱点が残らないように鍛えるべきである。スプリントでは全身を利用するため、上半身とコアのエクササイズも行なわなければならない。表に、スピード向上に必要な筋に狙いを絞ってデザインしたワークアウト例を挙げた。

プライオメトリックス

プライオメトリックスがトレーニングルーティンとして登場したのは、1960年代のことである。Yuri Verkhoshanskyは、漸進的なジャンプ

テクニックによってジャンプとスプリントの能力を高めることができると主張し(24)、オリンピックの短距離走の勝者Valeri Borzovは1972年のオリンピック大会100m走で優勝してYuri Verkhoshanskyの言葉を証明した。プライオメトリックエクササイズはSSCをトレーニングすることによって(15)、短時間での最大力発揮能力を向上させるために利用されている(7)。伸張性収縮中に弾性エネルギーが生み出されて、短縮性収縮のために蓄えられる。伸張性収縮中に蓄えられた弾性エネルギーは、次に、短縮性局面において放出される(23)。伸張性負荷が素早く課せられるほど、力強い短縮性収縮が行なわれる(7)。プライオメトリックトレーニングの目的は、筋に負荷をかける伸張性収縮を最大化し、その後、素早く短縮性収縮へと移り変わるこ

とにある(7)。このようなエクササイズは、爆発的動作とジャンプの向上を必要とする競技にとって有効であり、筋力とパワーを増加させてストライド長を向上させる(6)。

プライオメトリックトレーニングとウェイトトレーニングの併用は、ウェイトトレーニングを単独で行なうよりも身体パフォーマンスを向上させることが示されており、これは研究によって支持されている(22)。また最初の10mにより大きな影響を及ぼすことも判明している(25)。20mスプリントタイムの向上は、高頻度のトレーニング計画よりも、低～中頻度のトレーニング計画において大きかった(6)。低～中頻度でのトレーニングは、総レップ数が最大

表 レジスタンストレーニングプログラムの例

	第1週	第2週	第3週	第4週
月曜				
パワークリーン	80%1RMで5×4	85%1RMで5×3	90%1RMで5×3	95%1RMで5×2
フロントランジ	3×10	3×10	3×8	3×8
リバースハイパーエクステンション	3×10	3×10	3×8	3×8
インクラインフライ	3×10	3×10	3×8	3×8
チンアップ	3×最大	3×最大	3×最大	3×最大
フロントデルトレイズ	3×10	3×10	3×8	3×8
フロント&サイドプランク	2×45秒	2×45秒	2×60秒	2×60秒
水曜				
ジャンプスクワット	4×5	4×5	4×5	4×5
ハングクリーン&ジャーク	4×6	4×6	4×4	4×4
ルーマニアンデッドリフト	4×8	4×8	4×6	4×6
ダンベルベンチプレス	3×12	3×12	3×8	3×8
バーベルロウ	3×12	3×12	3×8	3×8
Vアップ	2×15	2×15	2×20	2×20
金曜				
バックスクワット	80%1RMで5×4	85%1RMで5×3	90%1RMで5×3	95%1RMで5×2
ノルディックハムストリング	3×10	3×10	3×10	3×10
4ウェイヒップ	3×10	3×10	3×10	3×10
インクラインプレス	3×12	3×12	3×8	3×8
シーティッドロウ	3×12	3×12	3×8	3×8
ポステリアデルトイドレイズ	3×10	3×10	3×8	3×8
ウェイトティッドシットアップ	2×15	2×15	2×10	2×10

になるであろう高頻度でのトレーニングと比べて、実施されるレップ数が少ない。短距離走での能力の向上から判断すると、ここでもまた、低負荷高速運動のプライオメトリックスがより大きなパワーの獲得をもたらし、それがスタート能力や最大速度に移行するといえる。

トレーニングの特異性はプライオメトリックスにも適用される。スプリントは水平運動であり、水平面上での運動を要求する(25)。スプリントと類似した筋収縮速度をもち、垂直方向の動きを最低限に留めて前方への動きを強調するプライオメトリックエクササイズは、スプリント能力に対して最大の移行を示すであろう(25)。オルタネイトレッグバウンディング、ダブルあるいはシングルレッグホップ、ハードルホップ、サンドピットジャンプなどのエクササイズは、パフォーマンスに対して最大の移行力をもつ(11)。

プライオメトリックスは身体に大きな負担をかけるため、高頻度でのトレーニング計画は身体を超えよう可能性がある。したがって、プライオメトリックトレーニングプログラムを開始するまでに、ウェイトトレーニングの基礎が固まっていることが重要である(15)。下半身のプライオメトリックスを開始するまでに、自重の2.0~2.5倍のウェイトでのレッグプレスか1.5倍でのバックスクワットが可能であり、上半身のプライオメトリックスを開始するまでに、クラッププッシュアップを5回連続か自重の1.0倍でのベンチプレスが可能になっているべきであると主張されている(23,14)。

トレーニングのガイドライン

スピードの構成要素は2つある。すなわちストライド長とストライド頻度

である。レジスティッドスプリントはストライド長の向上のために利用され、アシスティッドスプリントはストライド頻度の向上のために利用される。ウェイトトレーニングとプライオメトリックトレーニングは、加速とストライド長の向上に必要なパワーを向上させる。また、競技特異的エクササイズは最高の移行をもたらす、スプリントに特異的な運動は最大の向上をもたらす。例えばスプリントエクササイズとプライオメトリックエクササイズの併用は、スプリントに含まれる動作の特異的な模倣を可能にし、スプリント速度の向上をもたらす(25)。

アシスティッドおよびレジスティッドスプリント、ストレングストレーニング、プライオメトリックスに関する情報提供は、コーチや現場指導者に、担当するアスリートのスピードを向上させるためにどのような手法が適切かという洞察と知識を与えてくれる。また、複合的なスプリントトレーニングプログラムは、ランニング速度を7~8%向上させることが示されている。これに対してスプリントトレーニング単独では、4~5.5%の向上であった(25)。したがってひとつの手法を利用するだけでは完全とはいえない。

大多数の競技は平面の競技場で実施されるため、レジスティッドスレッドトレーニングとアシスティッドトレーニングが、スプリントスピードを向上させるための最も競技特異的なトレーニング手法といえるだろう。どちらのトレーニングも平面サーフェスで行なわれるため、各手法に関するガイドラインをすべて遵守すれば、スプリントフォームは維持されるはずである。アップヒルおよびダウンヒルスプリントにかかわる問題は、利用に最も適した坂の選択における見解の不一致と、

そのような坂が見つけれられるか否かである。また、トレーニングに適したサーフェスを有する坂を見つけることも難しい。アップヒルおよびダウンヒルスプリントは、運動学的にも平面のスプリントとは異なっている。また、高速トレッドミルトレーニングは効果的な手法であることが判明している。しかし、運動学的な変化が発生しうることにも研究によって示されている。さらに、床が動いて身体を前進させる必要がないため、運動力学的にも異なる可能性がある。

ストレングストレーニングに関しては、股関節周辺の筋組織とハムストリングスがスピード向上にとって最も重要である。確かに筋力レベルが上がれば、より大きな力の発揮が可能になる。しかし高負荷低速および低負荷高速運動の併用が、スプリントスピードを最も向上させることを示すエビデンスがある(27)。また高負荷高速運動である爆発的ウェイトリフティングエクササイズも、スプリントスピードの向上をもたらす。3つのトレーニングテクニックをすべて利用することが、最終的に最大のスプリントスピード向上をもたらす可能性がある。標準的なレジスタンスエクササイズの利用は筋力の基礎を構築し、ウェイトリフティングはスプリントとスタート能力に必要なパワーを向上させ、低負荷高速運動はパワーとスピードを生み出してパフォーマンスへ移行させる。スプリンターは、例えば筋力向上のためにバックスクワットを行ない、パワー増大のためにハングクリーンを行ない、パワーと速度を向上させるためにウェイトリフティングスクワットジャンプを実施するとよい。しかしハムストリングスにも重点を置くべきである。したがってRDL、ノルディックハムストリング、

リバースハイパーエクステンションなどのエクササイズを含める必要がある。

プライオメトリックエクササイズの利用は、スピード、特に加速能力を向上させることが示されている。処方されるプライオメトリックエクササイズは特異的性質をもち、水平方向のパワーを生む運動が含まれているべきである。オルタネイトレッグバウンディング、シングルレッグバウンディング、シングルおよびダブルレッグホップ、ハードルジャンプはいずれも、最大スプリントスピードにとって競技特異的な水平方向の構成要素を含んでいる。これらのエクササイズは低負荷高速であり、スプリントスピードの向上に必要なトレーニングタイプに則している。ストレンクスおよびパワートレーニングとプライオメトリックスの併用は最高のトレーニング成果を生み出すであろう。

結論

スピードの向上を最大化するためには、本稿で取り上げたすべてのテクニックのバリエーションを利用する必要がある。すなわちレジスティッドおよびアシスティッドトーイング、ストレンクスおよび高速パワートレーニング、水平運動を主としたプライオメトリックスである。これらの手法やエクササイズを利用して、競技特異的プログラムに組み込むことが重要である。

スピード向上のために利用される手法のほとんどは、実際に有効であることが示されている。多くの研究が行なわれ、技術が進歩するにつれて、新たなあるいは改善された手法が生み出されるだろう。そしてアスリートは速くなり続けるため、我々はこれまで目にしたこともないスピードをみることに

なるかもしれない。◆

References

- Alcaraz PE, Palao JM, and Elvira JLL. Determining the optimal load for resisted sprint training with sled towing. *J Strength Cond Res* 23: 480-485, 2009.
- Alcaraz PE, Palao JM, Elvira JLL, and Linthorne NP. Effects of three types of resisted sprint training devices on the kinematics of sprinting at maximum velocity. *J Strength Cond Res* 22: 890-897, 2008.
- Cissik JM. Means and methods of speed training: Part II. *Strength Cond J* 27: 18-25, 2005.
- Cronin J, Ogden T, Lawton T, and Brughelli M. Does increasing maximal strength improve sprint running performance? *Strength Cond J* 29: 86-95, 2007.
- Cronin JB and Hansen KT. Strength and power predictors of sports speed. *J Strength Cond Res* 19: 349-357, 2005.
- De Villarreal ESS, González-Badillo JJ, and Izquierdo M. Low and moderate plyometric training frequency produces greater jumping and sprinting gains compared with high frequency. *J Strength Cond Res* 22: 715-725, 2008.
- Dintiman GB and Ward RD. *Sports Speed* (3rd ed). Champaign, IL: Human Kinetics, 2003. pp. 3,16,69,73,97,98,142,184,189.
- Ebben WP, Davies JA, and Clewien RW. Effect of the degree of hill slope on acute downhill running velocity and acceleration. *J Strength Cond Res* 22: 898-902, 2008.
- Ecker T. *Basic Track & Field Biomechanics*. Mountain View, CA: Tafnews Press, 1996. pp. 59, 66.
- Faccioni A. Assisted and resisted methods for speed development: Part 1. *Mod Athlete Coach* 32: 3-6, 1994.
- Faccioni A. Assisted and resisted methods for speed development: Part 2. *Mod Athlete Coach* 32: 8-12, 1994.
- Guskiewicz K, Lephart S, and Burkholder R. The relationship between sprint speed and hip flexion/extension strength in collegiate athletes. *Isokinet Exerc Sci* 3: 111-116, 1993.
- Harrison AJ and Bourke G. The effect of resisted sprint training on speed and strength performance in male rugby players. *J Strength Cond Res* 23: 275-283, 2009.
- Kivi DMR, Maraj BKV, and Gervais P. A kinematic analysis of high-speed treadmill sprinting over a range of velocities. *Med Sci Sports Exerc* 34: 662-666, 2002.
- Klinzing J. Improving sprint speed for all athletes. *Natl Strength Cond Assoc J* 6: 32-33, 1984.
- Letzetter M, Sauerwein G, and Burger R. Resistance runs in speed development. *Mod Athlete Coach* 33: 7-12, 1995.
- McBride JM, Triplett-McBride T, Davie A, and Newton RU. A comparison of strength and power characteristics between power lifters, Olympic lifters, and sprinters. *J Strength Cond Res* 13: 58-66, 1999.
- Mero A and Komi PV. Effects of supramaximal velocity on biomechanical variables in sprinting. *Int J Sport Biomech* 1: 240-252, 1985.
- Murray A, Aitchison TC, Ross G, Sutherland K, Watt I, McLean D, and Grant S. The effect of towing a range of relative resistances on sprint performance. *J Sports Sci* 23: 927-935, 2005.
- Myer GD, Ford KR, Brent JL, Divine JG, and Hewett TE. Predictors of sprint start speed: The effects of resistive ground-based vs. inclined treadmill training. *J Strength Cond Res* 21: 831-836, 2007.
- Paradisis GP and Cooke CB. The effects of sprint running training on sloping surfaces. *J Strength Cond Res* 20: 767-777, 2006.
- Plisk SS. Speed, agility, and speed endurance development. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning* (2nd ed). Baechle TR and Earle RW, eds. Champaign, IL: Human Kinetics, 2000. pp. 472-482.
- Potach DH and Chu DA. Plyometric training. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning* (2nd ed). Baechle TR and Earle RW, eds. Champaign, IL: Human Kinetics, 2000. pp. 428-438.
- Radcliffe JC and Farentinos RC. *High-Powered Plyometrics*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1999. p. 1.
- Rimmer E and Sleivert G. Effects of a plyometrics intervention program on sprint performance. *J Strength Cond Res* 14: 295-301, 2000.
- Saraslanidis P. Training for the improvement of maximum speed: Flat running or resistance training? *New Stud Athletic* 15: 45-51, 2000.
- Spinks CD, Murphy AJ, Spinks WL, and Lockie RG. The effects of resisted sprint training on acceleration performance and kinematics in soccer, rugby union, and Australian football players. *J Strength Cond Res* 21: 77-85, 2007.
- 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.
- Young WB. Transfer of strength and power training to sports performance. *Int J Sports Physiol Perform* 1: 74-83, 2006.
- Zafeiridis A, Saraslanidis P, Manou V, Ioakimidis P, Diplak K, and Kellis S. The effects of resisted sled-pulling sprint training on acceleration and maximum speed performance. *J Sports Med Phys Fit* 45: 284-290, 2005.

From *Strength and Conditioning Journal*
Volume 33, Number 2, pages 64-71.

著者紹介

Matthew J. Behrens : Borah High Schoolの
スプリントコーチ。

Shawn R. Simonson : Boise State
Universityの運動学部の助教。