

# ストレングス・トレーニングによる 自転車競技選手のパフォーマンス 向上

エドモンド・R・バーク (Edmund R. Burke)、全米サイクリングチーム及びハーベイ・ニュートン・テクニカル・ディレクター、全米ウエイトリフティング・ナショナルコーチ

自転車競技選手のパフォーマンスを左右するのは、主として心肺機能の能力であり、選手のほとんどは自転車で長距離を走り、有酸素素及び無酸素素能力の向上に努めている。ところがこのスポーツでは、そのスキルに匹敵するレベルの筋力及びパワーを備えた選手が実に少ない。ここでは、まずこのスポーツのバイオメカニクスについて説明し、次に競技選手の筋力トレーニングの最適プログラムを紹介することにします。

自転車競技については、生理学的側面に関する文献は豊富にあるが、メカニク的分野に関しては、最近になってやっと、優れた研究報告がいくつか発表された。またパフォーマンスのメカニズムを調べたかつての研究では、選手が使用している自転車や実際の競技条件下に設定されたエルゴメーターではなく、ごく標準的なエルゴメーターが用いられていた。

サイクリング動作に関与する筋肉や関節の正しい機械的動作を知り、そのうえに適切な筋力トレ

ニングを実施すれば、選手のスピード及び柔軟性をより高めることができる。また筋力トレーニングによって、持久力を増大させ、ケガの発生率を低下させることもできる。自転車競技選手が自己の能力を最大限に高めたいと思うならば、筋力トレーニングは絶対に欠かせないトレーニングとなる。

ここではサイクリング動作のメカニクスについて、特に股関節と

下半身の動きに重点を置いて述べる。これらはサイクリング動作に働く主要筋群である(図1)。サイクリング動作に関し股関節が行う最も有用な動きは、股関節の伸展である。図2を見ると、股関節の最小角度は約30°となっている。このことから、関節角度に関し股関節の筋力を強化するウエイト・トレーニングは、0°~30°の角度に限定すべきではないというこ



図1-a. サイクリング動作で使われる下肢の主要筋群

とになる。最大限の成果を挙げるには、 $30^{\circ} \sim 80^{\circ}$  の間で行うのが望ましく、効果も最も高い。

Gregorらの最近の研究によれば、股関節を伸展させる主要な筋肉は、大臀筋とハムストリングであることが示された。大臀筋が発する力は、サイクリング動作の主動力となる。図3では、 $0^{\circ}$  (TDC)  $\sim 180^{\circ}$  (BDC) までの股関節の伸展において主要な役割を担う大臀筋 (GM) と大腿二頭筋 (BF) の働きが示されている。広筋、大腿直筋 (RF)、内側広筋 (VM)、外側広筋 (VL) は膝の主要な伸筋であり、脚を戻す最後の  $90^{\circ}$  の段階でハムストリングが  $0 \sim 75^{\circ}$  に動くときに働き、股関節の屈曲を助ける。しかしこれが主要な働きをするのは、ペダルを

こぐときのパワー段階である。

言うまでもなく、膝の伸張及び屈曲は、サイクリング動作の種々の局面における力の発生に重要な役割を果たしている。膝の屈曲に働くのは、半膜様筋 (SM)、大腿二頭筋 (BF)、腓腹筋 (GA) である。ウエイト・トレーニングのプログラムには、膝の伸筋の強化は図るが、屈筋については軽視しがちなものが多い。しかし自転車競技選手の筋力トレーニングでは、膝の伸筋及び屈筋の両方の強化を図らねばならない。

Despresの研究では、傾斜角度を  $0^{\circ}$ 、 $2^{\circ}$ 、 $4^{\circ}$  としたトレッドミルに選手を各自の自転車に乗せ、筋の働きが調べられた。この結果、筋放電の大きさに基づき、筋の活動の順序が報告され、すな

わち、ハムストリング (大腿二頭筋、半膜様筋、半腱様筋)、大腿直筋、ヒラメ筋、前脛骨筋、大腿筋、腓腹筋の順となった。ハムストリングは前述のように、膝の屈曲よりも股関節の伸展に大きく働く。この研究では、筋肉の相互の働きの程度には順位があり、ある一定のパターンに従っていることが、どの被験者についても認められた。前脛骨筋は、トレッドミルの傾斜角度が  $0^{\circ}$  の場合に最も大きく働く筋肉であり、また傾斜角度が  $2^{\circ}$  及び  $4^{\circ}$  の場合には、どの筋肉の働きも増大した。

最後になったが、筋力トレーニングには、必ず上体の強化を含める。これは自転車のトラック競技選手には特に重要である。上体の筋力は均衡の維持と、下半身から



図1-b.



図1-c.

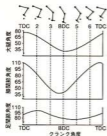


図2. サイクリング動作の下腿の動き(上)とこれをグラフに表したものの(下)。(Faria及びCavanaghのデータより)

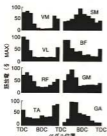
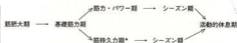


図3. 10人の被検者の平均EMG (Gregorらのデータより)

ペダルにかかる力に抗する力の発揮、また長距離での疲労の発現を遅らせるために重要である。

今日ではすべてのスポーツ選手に気づいてほしいことだが、適切な筋力トレーニングの実施は、いずれのスポーツにおいてもパフォーマンスの向上に役立つ。アメリカでは、自転車トラック競技(特にスプリント種目)には、筋力トレーニングがかなり受け入れられているが、ロード競技の選手



\*持久性種目の選手ですべてに有酸素トレーニングを行っている場合は不要

図4. トレーニング・プログラムの年間サイクル

は、こうしたトレーニングの実施にためらいがあるようだ。この反対意見の中で最も多いのは、「盛り上がった筋肉をつけたり、体重を増やしたくない」というもので、このためにロード競技、特に丘陵越えのパフォーマンスに悪影響が及ぶのを恐れているのである。

筋力トレーニングに関わる問題の中で、最初に越えねばならない障害の1つが、これによって必ずしも体重が増えるわけではないことを選手に納得させることである。ロード競技選手は、筋力トレーニングを戸外での自転車走が難しい冬季に行う場合が多いため、カロリー摂取量と活動量を常に対比し、体重の増減を監視する必要がある。ロード競技選手の筋力トレーニングについては、この有効性を裏付ける最もよい例の1つが、1976年モントリオール・オリンピックのロード競技で6位に入賞し、現在はプロとして活躍するジョージ・マウントの場合である。彼は、「背中を鍛えるためのスクワットや、腕と肩、首の強化にカールやその他のリフティングを行ったが、とても効果があった。ウエイト・トレーニングを始める前には、競技後に腕や肩、背

中の筋肉の痛みにも悩まされていた。このトレーニングで持久力が向上し、スプリントや丘陵越えの力も増した」という。彼は丘陵越えに特に強い選手であり、筋力トレーニングによる悪影響は全くなかったのである。

漸進的レジスタンス・トレーニングの実施により、1)筋力の増大、2)パワーの強化、3)筋持久力の向上、4)ケガの防止とリハビリテーションが促進される。どのスポーツ種目についても同様だが、筋力トレーニングには必ず、年間サイクルによる周期的プログラムを用いる(図4)。

競技シーズンの最終段階(通常9月または10月)に、2~4週間の移行期が始まり、この期間に自転車走を減らし、筋力トレーニングを増すように調整する。軽めのウエイトか、または自分の体重を抵抗に用い、やや多めの反復回数(15~20レップス)で、次の筋肥大期に備え、筋力を強化し準備する。この他に、体操やランニング、水泳などといった一般的な体力強化のトレーニングも加える。

移行期の後は、筋肥大期となる。この段階では、より重い抵抗(最大重量の60~75%)を用い、

反復回数は中程度（8～12レップス）とする。これは筋群を強化し、トレーニング・サイクルの次の段階でのケガの発生を防止するための段階となる。この期間は4～12週間、選手の種目の内容に応じ、調整する（表1）。

次の基礎筋力期では最大重量のウェイト（最大重量の80～100%）を用い、反復回数は最も少なくなる（1～6レップス）。ここでは種々の筋肉を協調的に働かせることも目的に含め、例えばパワーリーンなどのエクササイズを行う。各トレーニングを100%の力で行うべきではないが、しかし常に高い運動強度を維持し、種々のレップスの記録が頻りに更新されるようにする。

この段階が終わると、来るべきシーズン期に備え、調整を行う必要がある。つまりパワー期の開始である。この段階では強度が若干低くなり（最大重量の70～85%）、動作スピードが主要目標となる。このため、エクササイズの多くは時間を計測して行い、これによって進歩を測る。例えば、重量が重く、ゆっくりとしたスピードのスクワットではなく、重量を落とし、スピードの速いスクワットを行い、各レップスについて上昇段階のスピードを記録する。進歩の判定には、一定重量のウェイトをより速いスピードで挙上できるようにしたか、またはスピードは同じだが挙上重量が増したかを見る。

表1. トレーニング・カレンダー

	ロード競技	トラック競技(スプリント・距離)
シーズン最終期	9月	9月
移行期	10月(2～4週間)	10月(4週間)
筋肥大期	11～12月(4～6週間)	11～12月(4～6週間)
基礎筋力期	12～1月(4～6週間)	1～2月(8週間)
パワー期/シーズン期	1～2月(4～6週間)	3～4月(8週間)
維持期	3月	5～6月 競技スケジュールによる。 年間を通し小単位のサイクルが連続する。

表2. 筋力トレーニングのプログラム

期	目的	セット数/レップス	エクササイズの種類	運動強度	回数/週
移行期	筋力トレーニングに備えての調整	1～3/15～20	一般的エクササイズ、サーキット形式や自重を抵抗に用いるものなど	最低	2～3
筋肥大期	筋繊維の増大	3～4/8～12	4～6種類、サイクリング動作に参与する特定の筋群(大腿四頭筋、臀筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、腹筋、背筋の筋群、三角筋、斜方筋)を対象とする	中程度 60～70%	3
基礎筋力期	筋力向上	5～7/1～6	3～5種類、複数の筋群を同時に使うエクササイズを用い、特に弱い部位に重点を置く	強度 80～100%	3
パワー期	爆発的パワーの強化	6～8/1～15	3～5種類、サイクリング動作に参与する特定の筋群に重点を置く(バーチャルスクワット、ランジ、ロウイング)	中程度 70～85%	2～3
維持期	筋力維持	1～3/6～10	弱い部位を1～3カ所トレーニングするが、試合日には直接的には鍛えない	軽度	1～2

4～8週間のパワー期の後、シーズン期または維持期が始まる。この段階は競技シーズンを通じた期間とするか、または最も重要な試合の開始時期に合わせ、徐々に強度を落としていく方法もある。トレーニング・サイクルの中では、パワー期及びシーズン期ともに、エクササイズはさらに専門性を帯びてくる。例を挙げる

と、スクワットの足の構えを自転車に乗るときの足の位置と同じにし、さらに動作域も実際にペダルをこぐ範囲としたり、あるいはロウイングのエクササイズで、スプリントで自転車のハンドルを引くのと同じ動きをするなどがある。トラック競技の種目によっては、レップスを時間計測で行い、例えば5分間のタイムトライアル走に

表3. 筋力トレーニングのエクササイズ

移行期	基礎期	基礎筋力期	パワー期	シーズン期
<b>[1日目]</b> トランク・カール ディップス	スクワット ブルオーバー	プッシュ・プレス パワー・クリーン スクワット	パワー・クリーン ディップス	ハイパー・エクステンション トランク・カール
レッグ・エクステンション/ グ・カール ブルアップ	(腕を伸ばして) トランク・カール カーフレイズ ディップス	トランク・カール カーフレイズ	バー・シャル・スクワット トランク・カール	スクワット ディップス ブルアップ
ハイパー・エクステンション 以上か、または一般的なサーキット	ハイパー・エクステンション ブルアップ		バー・オーバー・ロウイング	
<b>[2日目]</b> ツイスト/ レッグプレス ラットプルダウン ハンギング・レッグ プレス 以上か、または一般的なサーキット	ダンベル・プレス ハンギング・レッグ グレイズ クッド・モーニング レッグプレス トランク・カール バー・ロウイング	ベンチ・プレス ハイ・プル バー・ベル・ワイス スクワット バー・シャル・スクワット	ハイ・プル プッシュ・プレス スクワット トランク・カール	バー・シャル・スクワット ディップス ブルアップ カーフレイズ
<b>[3日目]</b> トランク・カール ランジ カーフレイズ (片脚で) ハイパー・エクステンション アプライト・ロウイング 以上か、または一般的なサーキット	スクワット ブルオーバー (腕を曲げて) トランク・カール スティッフ・レッグ グ・デッドリフト ブルアップ カーフレイズ ディップス	パワー・クリーン (ハング) スピード・スクワット インクライン・プレス ロウイング	パワー・クリーン ブルアップ バー・シャル・スクワット トランク・カール	

目標を設定する。例えばスクワット能力が10%向上したとか、3カ月のトレーニングでブルアップが12回できるようになったなどは、進歩を測る客観的な方法であり、これを目安に、選手及びコーチとともに、筋力トレーニングによって来シーズンにどのような効果が期待できるのかを考えられる。シーズン期には筋力はいくらか低下するだろうが、前年よりも高い筋力レベルでシーズンを終了したならば、全般的により優れたシーズンを選んだことになり、そしてまた、前年よりも高いレベルで、次の筋力トレーニングのサイクルを開始できるのである。

参考文献

DalMonte, A., Masoni, A. and S. Facci. "Biomechanical Study of Competitive Cyclist." *Medicine and Sport*, Vol.8: Biomechanics III, pp.434-439, Karger, Basel, 1973.

Desjpes, M. "An Electromyographic Study of Competitive Road Cycling Conditions Simulated on a Treadmill." In: *Biomechanics IV*, Richard Nelson and Chawncye Morehouse (eds), pp.349-355, University Park Press, Baltimore, MD, 1974.

Faria, I.E., and P.R. Cavanagh. *The Psychology and Biomechanics of Cycling*. New York: John Wiley & Sons, 1978.

Gregor, R.J., Green, D., and J.J. Garhammer. In: *Biomechanics III*, A. Morecki and K. Fiedelus (eds), pp.537-541, University Park Press, Baltimore, MD, 1981.

Stone, M.H., O'Brien, H., Garhammer, J., McMullan, J. and R. Rozenek. "A Theoretical Model of Strength Training." In: *National Strength and Conditioning Association Journal*, Vol. IV, #4, pp.36-39, 1982.

Vernal, Pete. "Smilin' George Mount." In: *Bike World*, pp.30-32, Vol.5, #12, 1976.

準じ、ステップアップのエクササイズを1分10秒間行い、さらに個々の選手の走る時間や戦術に応じ、強度も様々に変えて行うなどの方法もある。

この段階では競技を行うため、トレーニングは維持を目的とし、弱い部位について最小限のトレーニングを週2回程度行い、強い部位は実際の競技で使うのみとする。例えば、脚のトレーニングは通常除外され、一方、腹筋や上腕のトレーニングを短時間(15~20分間)行ったりする。左右の脚の筋力に差がある場合には、弱い側について片脚スクワットを続行す

ることもある。

選手及びコーチとともに、年間トレーニング・サイクルの開始前、特にシーズン期の間に、トレーニングの重点箇所を確認しておくことが重要である。例えば、大腿四頭筋がすぐに疲労するならば、筋持久力を強化する必要があるのか、丘陵えやスプリント能力を高めるには、腕の筋力強化が必要なのか、あるいは、何時間も伸展される腰背部及び中背部の筋肉に対し、腹筋の力が十分であるのか、などといったことである。

トレーニング・サイクルの各段階では、必ずその開始時に特定の