©NSCA JAPAN
Volume 15, Number 4, pages 2-8

ロウイングストロークの運動学

Kinesiology of the Rowing Stroke

Thomas Mazzone, M.D.
Wyoming County Community Hospital, Warsaw, New York

漕艇のストロークは協調的な筋活動であり、反復的かつ最大にして滑らかな力発揮を必要とする。その結果、オールを引く動作が前進するボートの艇速となる。以下に示すように、この活動にはあらゆる大筋群が動員される。従って、トレーニングプログラムは全身の筋力の向上を促すものでなければならない。本稿は、スカル種目のストロークにおける筋活動について概説する。スカルでは、「キール（船底中央を縦に走る骨組み）」の上部中央に身体を乗せ、２本のオールを使って漕ぐ。スイープ種目のストロークでは、漕手は左右どちらかにある１本のオールを漕ぐため、身体の回転によって必要な腕の働きがいくらか異なる。しかし、脚部と背部の動きは基本的にスカルと同じである。

漕艇のストロークを次のような一連の動作に分解することによって、必要な筋活動を分析する。

1）キャッチ
2）ドライブ：脚部の強調
3）ドライブ：背部を強調した上体の後傾
4）ドライブ：腕の引き
5）フィニッシュ

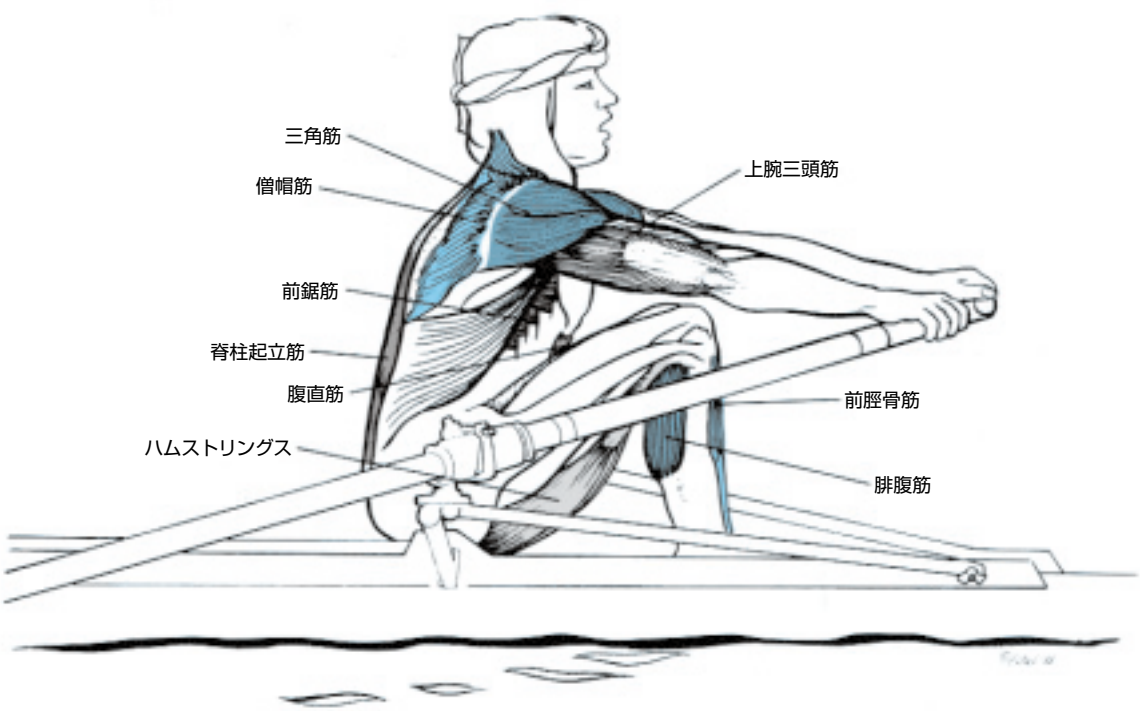


図１　キャッチ

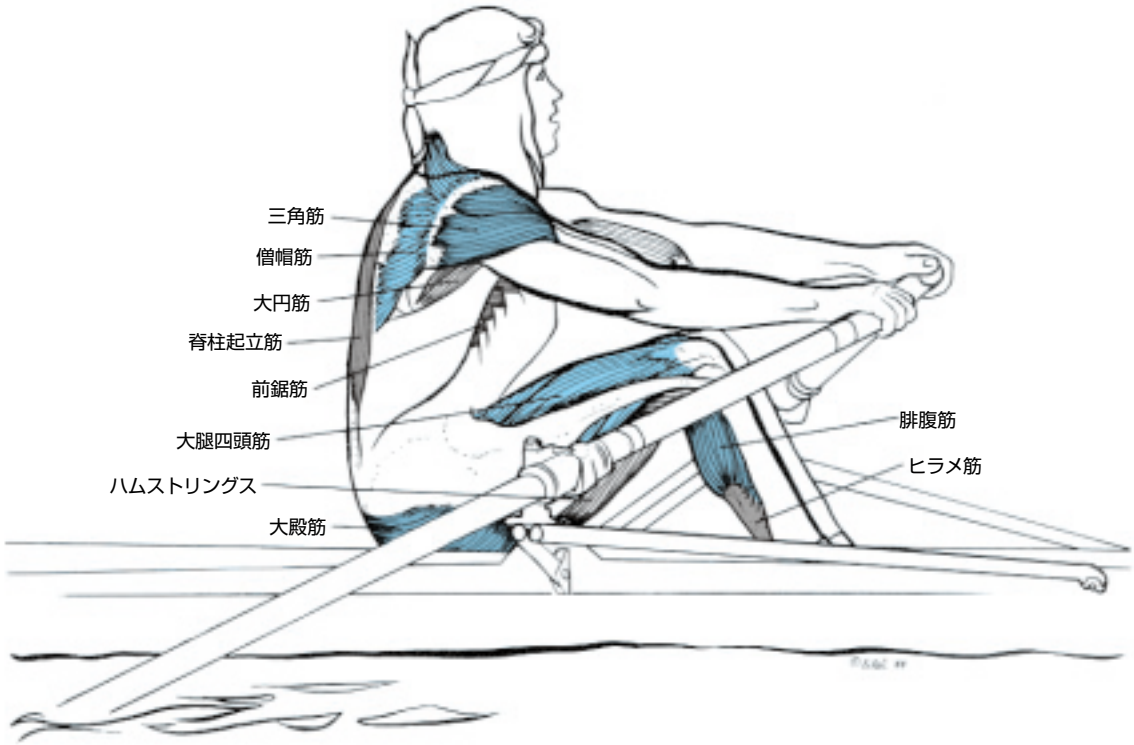


図2　ドライブ：脚部の強調

6）リカバリー

キャッチ

キャッチはリカバリーの最後の部分であり、同時にパワー発揮の最初の局面でもある。腹筋によって体幹が屈曲することで、背部の主要な筋群である脊柱起立筋は弛緩している。骨盤は大腰筋、小腰筋、および腸骨筋の活動によって屈曲する。腸骨筋は、股関節の屈曲にも動員される。縫工筋は、殿部の深層筋群とともに大腿部を外旋させる。これにより、漕手の身体は両脚の大腿部の間にやや屈曲した姿勢で収まり、手をできる限り遠くまで伸ばすことができる。殿部の大筋群は最初は弛緩しているが、間もなく股関節の安定と伸展のために活動し始める。ハムストリングスは短縮して、腓腹筋とともに膝を屈曲させる。大腿四頭筋は、膝が屈曲することによって伸張されるが、この間、中央部分の大腿直筋は股関節の屈曲に関与している。足関節は前脛骨筋によって背屈し、この動きによって前方へのスライディング動作が完了する。

固定されたシート上で行うロウイングとは反対に、キャッチでは背部を起こさない。代わりに、滑らかで協調的な上肢の運動によって、水中にオールを入れなければならない。肘は上腕三頭筋によって伸展する。手指屈筋群は、オールのハンドル部分のグリップを提供する。手関節の屈筋群によってオールを回転し、ブレードが水面に対して完全に垂直になったら、肩の筋群全体の活動によってブレードを水中に入れる。三角筋と棘上筋が肩関節に作用することにより上腕の外転が起こり、僧帽筋と前鋸筋が肩甲骨を回転させることで肩の挙上が起こる。三角筋前部、上腕二頭筋短頭、烏口腕筋の働きによって、肩関節はわずかに屈曲する。

ロウイングストローク中の艇速は一定ではない。これは指摘すべき重要な点である。ボートは、リカバリーの前半で加速し、キャッチが近付くにつれて急激に減速する。従って、キャッチの瞬間に艇速は最も遅くなる。この現象に関する最新の分析から、パワーを瞬時に発揮し、素早くオールを水に入れる必要があることが強調される(15)。ボートが減速する前に、漕手がキャッチポジションに近付くことができれば、それだけ艇速効率が向上する。このキャッチポジションでは、股関節と膝関節を最大限に屈曲させる必要があるため、大腿四頭筋は弛緩し、殿筋は完全に伸展されなければならない。ハムストリングスと腓腹筋はどちらも2関節筋であるため、その働きは特筆すべきだろう。ハムストリングスは膝を屈曲させるために収縮するが、その間、上部ハムストリングスは最大限の股関節の屈曲を可能にするために、弛緩および伸張されなければならない。同じことが腓腹筋についても言える。すなわち、その遠位の腱であるアキレス腱は足関節を背屈させるために伸張される

が、この間、近位の筋腹部は、ハムストリングスとともに膝関節の屈曲のために働いている。従って、トレーニングプログラムを作成するときには、このような2関節筋の活動を考慮して、適切な柔軟性エクササイズを取り入れなければならない。柔軟性のある漕手ほど、キャッチで巧みに力をためて、筋パワーをより素早く、より効率的にボートの前進に転換できる。

ドライブ：脚部の強調

ドライブの前半部分では、脚部が最大のパワーを発揮しなければならない。膝関節は大腿四頭筋の活動によって力強く伸展し、両足は腓腹筋とヒラメ筋によって底屈する。この時点で動員されるその他の筋群はスタビライザーで、ほとんど動きの伴わない収縮によって、等尺性の筋張力を生み出す。股関節伸筋群である殿筋とハムストリングス、また、骨盤‐腰仙椎の伸筋群である脊柱起立筋などが力強く活動しなければ、腰を悪くするであろう。これは「尻逃げ」と言われる状態で、下肢から上肢に力を効果的に伝達できない。肩関節を安定させるために、肩の全ての筋群が収縮する。すなわち棘上筋、棘下筋、肩甲下筋、大円筋、小円筋、そして上腕二頭筋である。肩甲骨は前鋸筋と僧帽筋によって安定が保たれる。

ドライブ：背部を強調した上体の後傾

膝が伸展を完了したとき、オールは引き続き水中を移動している。これは、殿筋とハムストリングスによる股関節の伸展と脊柱起立筋による背部の伸展による。ここから、上肢は肘の屈曲によってオールを引きつける動作を開始する。この時に働くのは、上腕二頭筋、上腕筋、腕橈骨筋である。この時点までは、脚部を使って十分に大きな力を発揮することで、早い段階から腕を使うことは控えるべきである。類似の動作であるパワークリーンがこの原理を明らかにしているので、パワークリーンの運動学と特異性に関する以前の記事を参照するとよいだろう(6,13)。

ドライブ：腕の引き

膝は最大限に伸展し、足関節は底屈を保っている。股関節と背部の伸展は

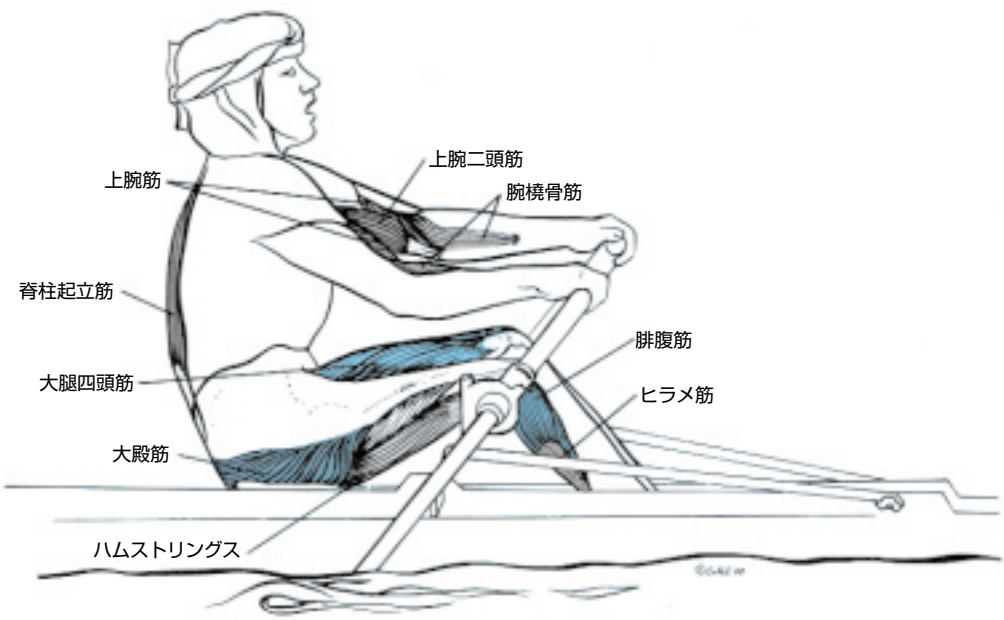


図3　ドライブ：上体の後傾

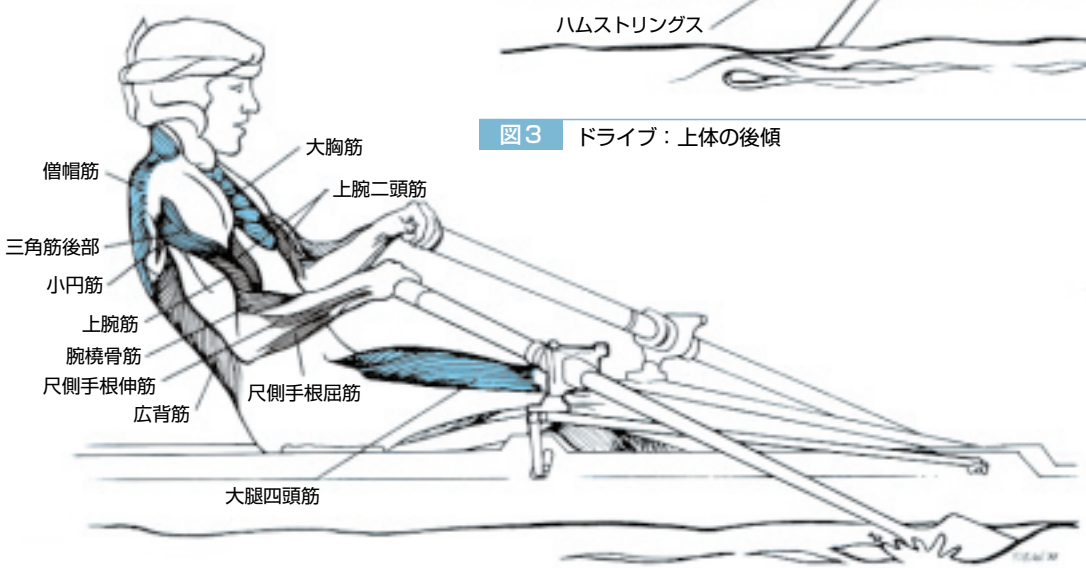


図4　ドライブ：腕の引き

ほぼ完了している。この姿勢から、ドライブの終了に向けて上肢は力強く収縮する。身体にオールを引きつける働きを主に担っているのは肘屈筋群である。前腕の尺側手根屈筋と尺側手根伸筋の両筋は、手関節を安定させ内転させるために収縮する。前腕は円回内筋によって回内位を保つ。

肩は伸展および内転し、上腕は広背筋と大胸筋によって内旋する。小円筋、三角筋後部線維、および上腕二頭筋長頭は肩関節に作用する。肩甲骨は小胸筋によって下方回旋し、僧帽筋と菱形筋によって後方へ引きつけられる。

フィニッシュ

膝関節と足関節はそのままで、股関節だけが伸展を終える。背部伸筋群はオールのハンドルが上体に当たらないように活動を続ける。上腕は、広背筋の継続的な活動により内旋を保つ。手関節の伸筋群はオールを回転させるために活動し、上腕三頭筋によって肘をやや伸展させ、手を押し下げてブレードを水面から上げる。

リカバリー

手関節は伸展位に保持され、上腕三頭筋の活動が肘関節を十分に伸展させることにより、腕が身体から遠くへ押し出される。手関節内転筋が弛緩し、手がよりニュートラルなキャッチポジ

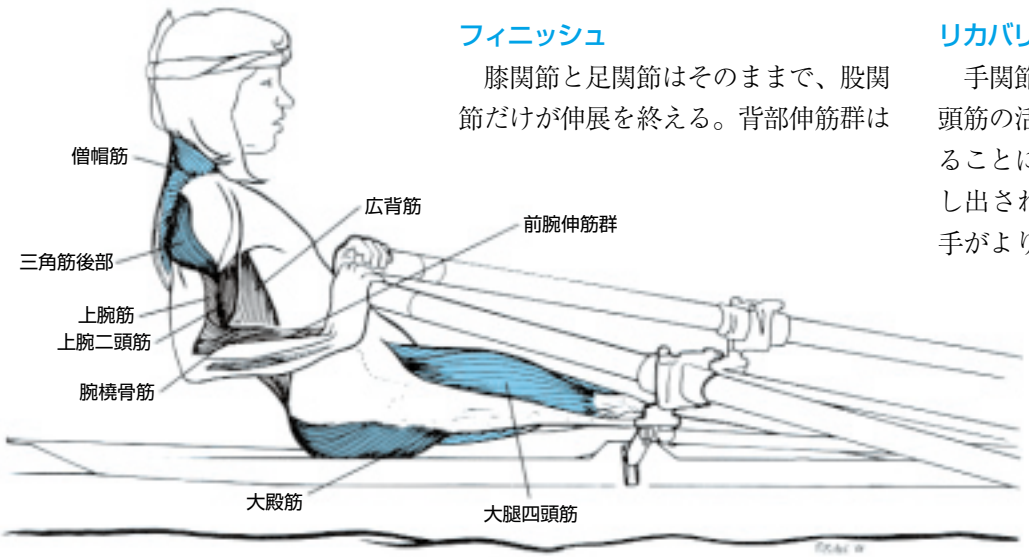


図5 フィニッシュ

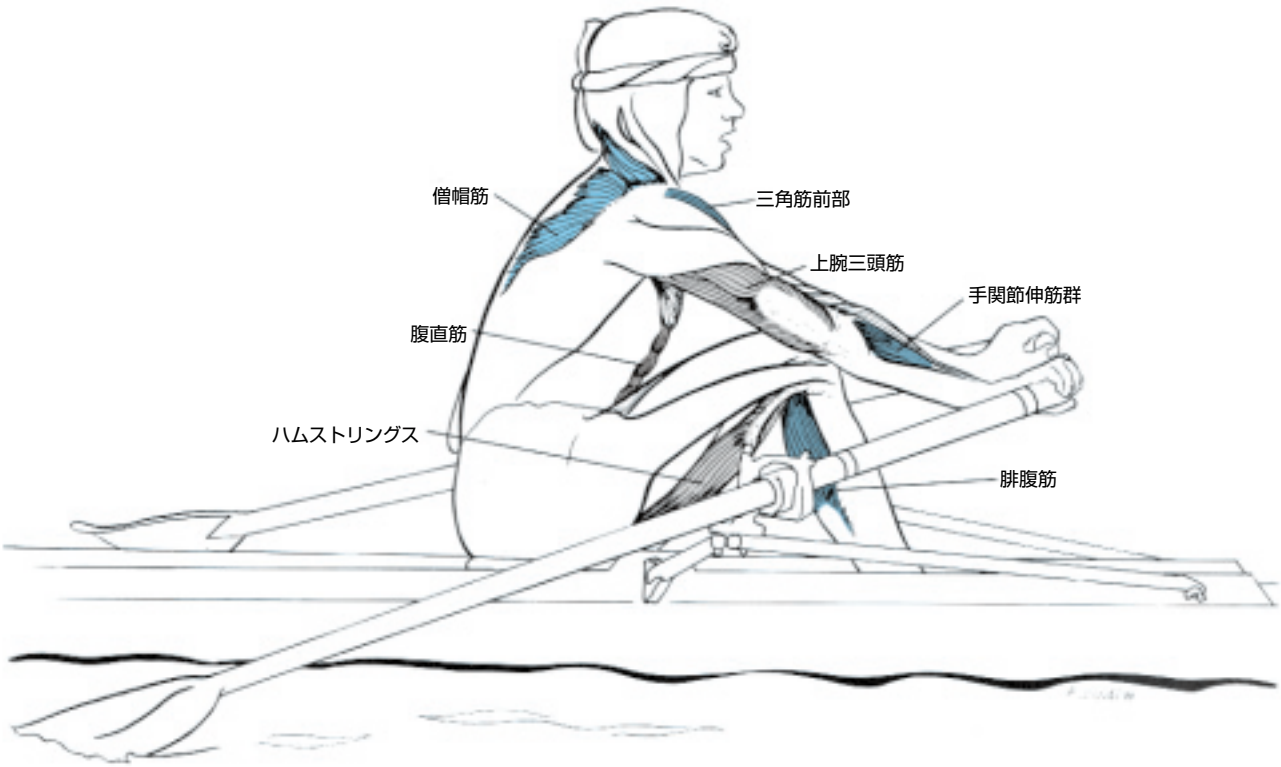


図6 リカバリー

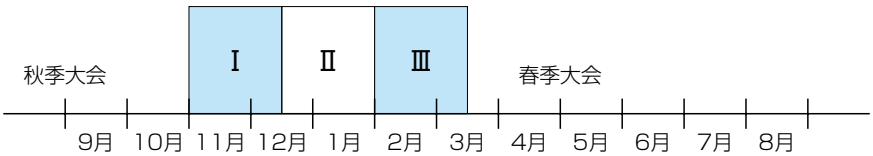


図7

ションまで移動する。三角筋前部線維が収縮し、烏口腕筋と上腕二頭筋とともに上腕を引き上げる。この動作中、腹筋群が体幹を屈曲し、手が膝の脇を通り過ぎたらすぐに、足関節背屈と股関節と膝関節の屈曲により、スライディングシートが前方に移動を始める。脚部が最大限に屈曲する直前に、手関節屈曲によって、ブレードを水面に対して鉛直なスクェアポジションに回転させる。ここから再び次のストロークが始まる。

前述したように、ボートはリカバリーの最初の部分で最高速度に達する。柔軟性トレーニングによって、漕手はリラックスでき、水中にオールを出し入れする距離、スピード、滑らかさを改善し、艇速効率を高めることができる。リラックスした状態は生理学的な利益をももたらす。弛緩した筋組織の方が、毛細血管の血流が制限されにくい。その結果、血流が増加して、酸素の豊富な血液が行きわたり、乳酸やその他の不要な代謝産物を取り去ることができる。

トレーニングプログラム

2000m（国際基準の距離）のボートレースでは、約250ストローク漕ぐ。このような反復的かつ最大の筋収縮は、筋力と筋持久力はもちろん、心臓血管系の持久力が大きく貢献する。「陸上での」トレーニングプログラムを適切に作成することにより、生理的なコンディショニングを最高の状態に整えれば、オーバートレーニングや傷害を予防できる。ロウイングの代謝プロフィールを分析すると、ロウイング中は漕手のエネルギーの75～80％が有酸素性代謝によって供給され、残りの20～25％が無酸素性代謝によって供給されることが明らかになっている（8,7,10）。従って、どのようなプログラムでも、多量の有酸素性パワートレーニングを取り入れなければならない。これは、オーバーディスタンス、インターバル、および無酸素性閾値トレーニングを組み合わせることによって達成される（3,4,5,9）。しかし、持久力の向上に有酸素性トレーニングだけを用いると、心肺系の機能レベルと神経筋系能力との間に明らかな落差が生じる。実際、有酸素性トレーニングが筋力を減少させることを示唆する証明もある。絶対的な筋持久力は筋力と有意な関係があるため、筋力が衰えれば、それに応じて筋持久力も低下することになる（19,16,2）。

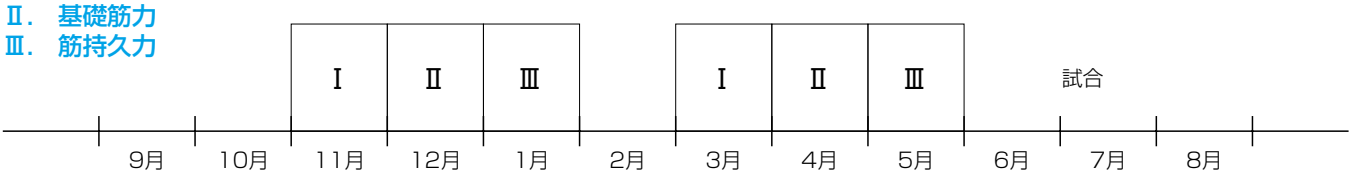
6～8分のロウイングは極端に代謝要求が高く、今までエリート選手において記録された乳酸濃度の中で、最も高い値を示している（9）。運動中の筋に酸素供給が不十分だと、乳酸が蓄積する。グルコースの無酸素性分解によって、エネルギーを得なければならないからである。漕手は、このようなストレスに適応できるように、筋力を高めるトレーニング活動を利用しなければならない。研究によると、高強度でトレーニングを行った筋肉では、グリコーゲン量の増加と酵素の活性化が認められる。ウェイトトレーニングは、筋力を向上させるためだけに重要なのではない。トレーニングによって、「水上での」高強度のトレーニングやレースに備えて、選手のコンディショニングを整えるためにも重要なのである。

以下に、ロウイングに特異的なウェイトトレーニング・プログラムを提案する。神経筋系は特異的な刺激に素早く適応するため、プログラムのバリエーションが継続的な向上のカギである。適切な休息時間を挟んでトレーニング負荷を反復的に用いた場合に限り、最大の向上が起こる（12,20,11）。これらの原理を取り入れるために、Stoneらは理論的モデルを提示して、リフティングの3つの段階を説明している。すなわち、筋肥大段階（多量、低強度）、基礎筋力段階（中程度の量、高強度）、および筋力パワー段階（少量、高強度）である（17）。持久力の向上を伴う、筋力向上を目指そうとする場合、局所的な筋持久力段階を筋力パワー段階の代わりに用いる。この方法は、ウェイトを用いたインターバルおよび（または）サーキットトレーニングを活用して、局所的持久力を最大化するが、安定した基礎筋力（第2段階）を獲得した後に行わなければならない。

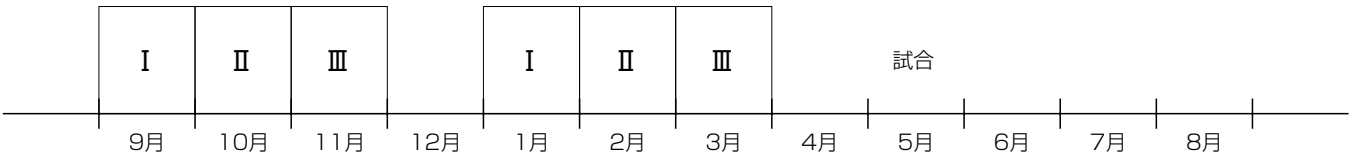
ウェイトトレーニングのマクロサイクル

どのようなウェイトトレーニング・プログラムでも、その目標は筋力を競技活動に転移することである。Verkhoshanskiは、ウェイトトレーニングの永続的な効果を検討し、その結果、リフティングを集中的な2つのブロックとして実施したときに、筋力の向上が最も大きいとの結論を得た（18）。レガッタの主要な国内および国際的なレースは、夏季に開催されるため、最

Ⅰ．筋肥大
Ⅱ．基礎筋力
Ⅲ．筋持久力



大学および高校の主要なレースは、4月から6月に行われるため、
トレーニングプログラムを3月に完了するように修正する。



Ⅰ．筋肥大

頻度：各リフティングを週2回
強度：60～70%RM
セット数：3～5
レップ数：12～15
エクササイズ：

A. 上半身
1．ベントオーバーロウ
2．ベンチプレス
3．アップライトロウ
4．ディップ
5．ラットプルダウン
6．スタンディングまたはシーティッドプレス

その他のリフティング：
ベンチロウまたはローケーブル・ロウ
ダンベルリフト（ロウ、レイズ、プレス）
リバースカール
リストカールとエクステンション

B. 下半身
1．クリーン
2．スクワット
3．レッグエクステンション
4．レッグカール
5．レッグプレス

C. 体幹（週2～4回）
1．グルートハムレイズ
2．シットアップ

Ⅱ．基礎筋力

頻度：週3回

セット数	レップ数	強度（%RM）
1	15～20	60
2～4	6	90
5	10	75

エクササイズ：1．クリーン
2．ベントオーバーロウ
3．ベンチプレス
4．スクワット
5．トランク（15～25レップ）
シットアップ
グルートハムレイズ

プライオメトリクス（10～25レップ、3～5セット）：
スクワットジャンプ、スプリットジャンプ、タックジャンプ、上半身と体幹のメディシンボールエクササイズ（チェストプレス・パス、トランクツイスト・パートナーパス、両脚間のオーバーヘッド・ボールスクープ・トス、ボールトス・シットアップ）

Ⅲ．筋持久力（サーキット／インターバルトレーニング）

頻度：週3回
セット数：3～5
強度：40～60%RM
レップ数：30秒リフティング、30秒休息
エクササイズ／ステーション（利用可能な機器により）：
1．ベンチロウまたはローケーブル・ロウ
2．ベンチプレスまたはプッシュアップ
3．グルートハムレイズ
4．タックジャンプまたはシットアップ
5．トライセップス・プッシュダウン（ケーブル）またはディップ
6．アップライトロウ
7．レッグカール
8．レッグエクステンション
9．スクワットジャンプ
10．ラットプルダウンまたはプルアップ
11．レッグプレス
12．ストレートレッグ・デッドリフト

図8　筋力トレーニング計画

頻度：週2回
強度：40〜60%RM
セット数とレップ数：2セット――30秒オン、30秒オフ
1セット――45秒オン、15秒オフ
エクササイズ：1．ベンチプルまたはローケーブル・ロウ
2．ベンチプレスまたはプッシュアップ
3．グルートハムレイズまたはバックハイパーエクステンション
4．シットアップまたはタックジャンプ
5．トライセップス・プッシュダウンまたはディップス
6．アップライトロウ
7．ラットプルダウンまたはプルアップ

図9　体幹と上半身のトレーニング

も多量の筋力トレーニングは、11月から3月にかけて行われる（**図1**参照）。

大抵のプログラムは、秋季に遠距離トレーニングを行い、技術的な向上に力を入れる。秋季プログラムの山場として、長距離レース（5000m、15〜25分）への参加が含まれる場合も多い。筋力トレーニング中の選手に大きな有酸素性負荷がかかると、オーバートレーニングが生じる可能性があるため、なんらかの対応策を検討する必要がある。ウェイトトレーニングの各メゾサイクルを最長6週間まで延長して、11月から3月までを1ブロックとして実施することもできる。

インシーズンのウェイトトレーニング

大抵のロウイングプログラムは、この時期、1日2回の「水上での」トレーニングが要求される。この間に、各選手の弱い部分を特定し、鍛えることが最も良い方法である。大抵、脚部の筋にはストロークを通じて頻繁に負荷がかかっているため、補助的な運動は必要ない。体幹と上半身が弱点で、さらにトレーニングが必要な場合が多い。前述したように、ロウイングの生理学において、局所的な筋持久力が中心的な役割を果たしている。従って、週2回有酸素的なリフティングを、上半身と体幹を強調した低強度のサーキットおよび（または）インターバルトレーニングによって実施する（**図2**参照）。

プライオメトリクス

プライオメトリックトレーニングは、爆発的な筋力とパワー（1,14）の向上に効果的であるため、ロウイングの筋力トレーニングプログラムの必須要素である。収縮の直前に筋に予め負荷（予備伸張）をかけると、筋線維の動員が増加して、筋力とパワーが増大することが研究により証明されている。筋肥大段階を完了すると、選手は最大の効果を得るために必要な強度でプライオメトリックエクササイズを行う準備が整う。従って、基礎筋力段階およびサーキット／インターバルトレーニングのメゾサイクルに、様々なジャンプやメディシンボールエクササイズを加えることができる。

まとめ

本稿は、ロウイングストロークの神経筋要素を向上させるためのウェイトトレーニング・プログラムを提案した。このトレーニングを心肺系に重点を置いたプログラムに適切に統合すれば、選手は必要な基礎体力を獲得できる。その上でさらにテクニック、スピード、レース戦略などの「水上での」トレーニングを加えることができるだろう。◆

References

1. Chu, D. 1983. Plyometrics: the link between strength and speed. *NSCA Journal.* 5(2):20-21.
2. Clarke, D.H. and G.A. Stull. 1970. Endurance training as a determinant of strength and fatigability. *Research Quarterly.* 41:19-26.
3. Fardy, P. 1980. Training for aerobic power. In *Toward an Understanding of Human Performance.* Burke, E.(Ed.). Uthaca, New York: Movement Publications.
4. Fleck, S. 1983. Interval training: physiological basis. *NSCA Journal.* 5(5):40, 58-63.
5. Fox, E. and D. Matthews. 1974. *Interval Training: Conditioning for Sports and General Fitness.* Philadelphia: W.B. Saunders Co.
6. Garhammer, J. 1984. Bridging tha Gap: Power clean, kinesiological evaluation. *NSCA Journal.* 6(6):40.
7. Hagerman, F.C. 1975. Teamwork in the haedest pull in sports. *The Physician and Sportsmedicine.* 3:39-44.
8. Hagerman, F.C., Connors, M.C., Gault, J.A., et al. 1978. Energy expenditure during simulated rowing. *Journal of Applied Physiology.* 45:87-93.
9. Hagerman, F.C. and J.E. Falkel. 1987. Training the energy systems. *American Rowing.* 18(7):40-43.
10. Hagerman, F.C., Hagerman, G.R. and T.C.Mickelson. 1979. Physiological profiles of elite rowers. *The Physician and Sportsmedicine.* 7:74-81.
11. McFarlane, B. 1985. Supercompensation. *NSCA Journal.* 7(3):44-45.
12. Medvedev, A.S., et al. 1979. Periodization of weight training. *Teoriya i Praktika Fizicheskoi Kultury.* 5:45-48. Translated and cited in *Soviet Sports Review.* 14(4):196-201.
13. Roundtable. 1985. Power Clean. *NSCA Journal.* 6(6):10.
14. Roundtable. 1986. Practical considerations for utilizating plyometrics, parts Ⅰ&Ⅱ. *NSCA Journal.* 8(3):14-22; 8(4):14-24.
15. Sanderson, B. and W. Martindale. 1986. Towards optimizing rowing technique. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 18(4):454-468.
16. Stone, M., Nilson, D., Rozenek, R. and H. Newton. 1984. Anaerobic capacity: physiological basis. *NSCA Journal.* 5(6):40, 63-65.
17. Stone, M., O'Bryant, H., Garhammer, J., MacMillan, J. and R. Rozenek. 1982. A theoretical model of strength training. *NSCA Journal.* 4(4):36-39.
18. Verkhoshanski, Y. 1983. The long-lasting effect of weight exercises. *Teoriya i Praktika Fizicheskoi Kultury.* 5:5-8. Translated and cited in *Soviet Sports Review.* 1985. 20(1):1-3; and *SSR.* 1985. 20(2):91-93.
19. Verkhoshanski, Y. and V. Sirenko. 1983. Strength preparation of middle distance runners. *Legkaya Athletika.* 12:9-10. Translated and cited in *Soviet Sports Review.* 1984. 19(4):185-190.
20. Yessis, M. 1981. The key to strength development: variety. *NSCA Journal.* 3(3):32-34.

From *NSCA Journal*
Volume 10, Number 2, pages 4-11. 1988.