

代謝と栄養，そして効果的な運動について

東海大学医学部付属八王子病院整形外科医長

湘南ベルマーレチームドクター

千葉 昌宏

はじめに

日本は文化のある国ですが、スポーツ文化は低いと言われています。どうもスポーツをしていると、遊んでいると言われがちです。はたして、日本人にスポーツは不要なのでしょうか。今回の2002 FIFAワールドカップを機会に、日本のスポーツおよび日本人の健康について考え直す時期に来たのではないのでしょうか。

困った事に、スポーツを少しやりすぎると必ず障害が発生します。一度障害が出てしまうと、スポーツをやめてしまうのが通常です。それは本人にとっても、日本にとっても損失です。そこで、スポーツを継続するための、スポーツ障害の予防に関する研究が重要になります。障害予防は、スポーツを継続するためだけでなく、練習や試合を休む機会の減少につながりますので、競技に対するスキル上達にも寄与します。このように、障害予防は重要な課題です。我々は障害予防を含めて、体をベストの状態にたもつことをコンディショニングと呼んでいます。日本のトッププレーヤー達のコンディショニングを研究するスポーツ医学，という特殊な分野で発達した方法論が、少しずつ医学の現場や家庭医学に還元されてきています。

今回、私はある機会から、今までほとんど運動した事がないという、ある運動不足の若者に体力測定を行いました。この若者はまだ20歳台でしたが、驚くほど代謝が低下していました。代謝の低下は加齢によるものだけではなかったのです。一般の診療

でも、確かに、運動不足による病気は多いですし、運動不足により代謝が低下していることに気がきます。日本人の運動不足をもっとまじめに考えて、不健康な状態を回避するためにはどうしたら良いか、対策を講じる必要があります。

運動すると脂肪が燃える？

日本人全体にいわゆる脂肪太りが増えていきます。恐らく多くの方々が、脂肪を燃やしたいと思っているでしょう。特に、中年太りでウェストのあたりが気になっている方は多いと思います。加えて、ラグビーやサッカー、バスケットボールの選手では、体脂肪を減らさないと障害の発生頻度が高くなりますし、筋肉量が相対的に減少することになります。プロの選手ではかなり不利になります。どうすると脂肪が減るのでしょうか。当然脂肪の多い食事を控える事は重要です。しかし、脂肪を減らすためには「運動するのが一番」と答える方が多いと思います。それでは、どのような運動が良いのでしょうか。それでは質問です。どの程度の運動強度が脂肪を燃やすのでしょうか。次の中で正しいのはどれでしょうか？

- ①ウォーキングや軽いジョギングなどの軽い運動
- ②汗をかく程度の中程度の運動
- ③全力疾走するような激しい運動

さて、いかがでしょうか。

正解はなんと①です。

例えば③を選んだ方は、運動後のスカッとした感



写真1 エアロバイクによる呼気ガス分析

じが好きなのでしょう。従って、運動の楽しさを知っている方と思われますが、残念ながら誤りです。激しい運動では、脂肪は燃えません。

ある段階の運動強度により、消費している栄養素が異なります。我々が運動している時の代謝を知る方法として、呼気ガス分析があります。本来この分析は運動選手個々の運動能力を推定することを目的に行われます。具体的には、運動負荷に関して、エアロバイクで一定の割合で運動強度を上げていきます。同時に、マスクをつけて呼吸に伴って出入りする空気をサンプルし、その組成を測定します(写真1, 図1)。図1を見てください。右上がりの実線はエアロバイクにより、一定に上がっていく運動負荷強度を示しています。エネルギー源として消費している栄養素は、呼吸に伴う空気の分析により計測可能です。図の破線は脂肪の、一方、太線と点線は炭水化物・グリコーゲンの消費を示しています。どうですか？ 運動はじめの軽い負荷強度の運動の時

に、脂肪と炭水化物のどちらが消費されていますか？ そうです、初めに燃えるのは脂肪です。図のように、運動負荷強度を示す実線が上昇し始めた時には、脂肪の消費を示す破線のみが上昇し、炭水化物の太線と点線は上昇しません。脂肪は軽いだらした運動に使われるのです。この低い運動負荷の時点では代謝として、有酸素系の運動が行われています。主に脂肪の β 酸化とクレアチンリン酸によるエネルギー産生です。

それではどのような時に炭水化物が使われるのでしょうか。再び、図1を見てください。どこで太線・点線が破線より上になりますか？ この破線と、太線・点線が交差するポイントは重要で、持久力・運動能力の指標になります。このポイントをanaerobic threshold (AT) と呼びます。これ以後の中等度～強い運動で炭水化物が使われるのです。太線・点線は急激に上昇し、一方で脂肪の破線は急激に下降するでしょう。このポイントから、代謝としては無酸素系の運動に変わります。嫌気性解糖系(TCA回路)が回りだして、エネルギー源として炭水化物(グルコース)やグリコーゲンが使われます。乳酸が産生され、体のpHが低下してきます。体には、きつい運動として感じます。

このように、ある運動強度の段階で有酸素系代謝から無酸素系代謝に変わりますので、エネルギーの産生に使用する栄養源が異なるのです。

今回、極端に運動不足な若者の呼気ガス分析をした結果、驚くべきことがわかりました。軽いウォー

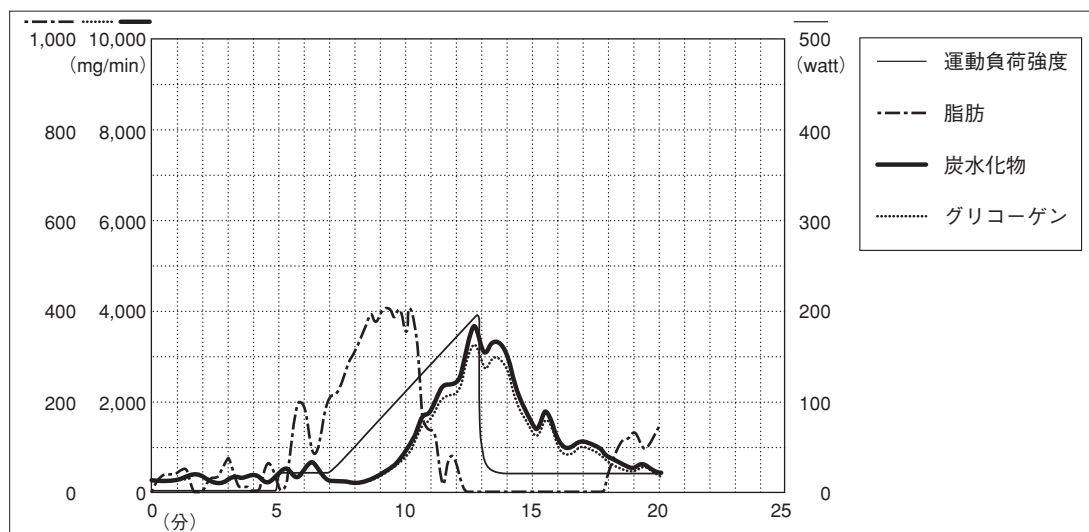


図1 運動負荷強度と栄養素の消費量

ミングアップ程度の運動負荷で、すでにATを超えてしまう人があるのです。驚くべきことです。これはどういうことかということ、自転車で平坦な道を2～3分のコンビニまで買い物に行く程度の運動で、図の破線より、炭水化物の太線・点線が上がってしまうということです。すなわち、その人は脂肪をほとんど使えないのです。これでは、脂肪が燃えないばかりか、肝臓や筋肉に蓄えられている炭水化物やグリコーゲンの消費量が大きく、すぐにバテるでしょう。また、ちょっとした動作で乳酸がたまり始めますので、常にだるくて動けない状態にあるのです。本当に、現代の日本の若者はどうなっているのでしょうか。このような例は稀ですが、運動能力は非常に高いところではプロ選手、低いところでは先ほどの運動不足の若者まで個々で大きく異なります。機会があったら自分の運動能力を測定して、適当な運動負荷強度の程度を決定することを勧めます。

どんな運動をするか

さて、脂肪を燃やすにはだらだらとした軽い運動が良いことを示しました。上記、説明した呼吸ガス分析の結果は、脂肪を取りすぎてしまいがちな一般の方々では、脂肪を燃やすあるいは脂肪を貯めない程度の、運動強度を知ること利用できます。ただし、あまり短絡的に考えないでください。皮下脂肪は使われ難いので、そう簡単に脂肪太りから離脱する事は出来ません。ここで使われるのは主に筋肉内にある脂肪です。当然、努力なくして美しい心身は作られません。継続は力なりです。一方で、運動選手ではどうでしょうか。実は、脂肪を使って運動する事は有利なのです。1gあたりの脂肪のエネルギー産生量は9キロカロリー、炭水化物は4キロカロリーと約2倍なので効率が良いからです。したがって、長距離走の選手では、上手に脂肪を使う方が有利です。効率が良いのでバテ難いことになります。長距離走選手ではAT0に達する運動負荷が大きければ大きいほど有利なのです。このような脂肪を上手に燃やす能力は、当然、持久力のトレーニングで高めることができます。

では、持久力のトレーニングには、どれ位の運動強度が良いのでしょうか。一般に、我々は脈拍数を運動負荷強度の指標にするよう指導しています。本来、脈拍数はいろんな影響を受けて変化しますので、運動や情動の結果を示します。したがって、その

時々のコンディションで微妙に変動します。もちろん、運動にも強く関係しますので、脈拍数は運動負荷強度の良い指標になります。また、脈拍は簡単に測れるので、非常に有用な指標です。運動していて、いつも脈拍を測るようにしていると、自分のコンディションもわかってきます。では、どのようにして脈拍を測りますか？御存知と思いますが、手首の橈骨動脈かあるいは頰動脈を触れて測定してください。簡易的には、6秒の脈拍数を測って、それを10倍すれば1分間の脈拍数になります。図の症例は、比較的運動能力の高い人なので、その値は多くの人の参考にはならないと思います。一般的には、脂肪を燃やしたい人には、脈拍数が90/分以下の運動を勧めます。非常に軽い運動ですが、これを30分以上続けます。繰り返しますが、そう簡単に皮下脂肪を燃やす事は出来ません。しかし、脂肪を上手に燃やす事ができると、少なくとも脂肪の蓄積は防げます。継続して軽い運動をして、皮下脂肪まで燃やしてください。

長距離選手では脂肪を使う方が有利であることはすでに触れましたが、重要なのは持久力だけではありません。競技種目によって、有利となる運動能力や栄養素の使われ方は異なります。サッカーやバスケットボールでは比較的運動強度が高いので、むしろエネルギー源として炭水化物が重要です。乳酸がたまった状態で、どこまでがんばれるかという運動能力が重要視されます。呼吸ガス分析の図1では、運動強度が高い状態でATを超し、太線・点線が上昇します。この段階の運動強度のトレーニングをするためには、少し追い込まなければ目的を達することができません。乳酸を一気に上昇させるには、具体的には1対1の対人プレーを約10秒以上行うのが良いでしょう。脈拍数では1分間に120回以上の運動を休まず繰り返して、限界になってからさらにシュートを打つ余力をもつ事が重要です。

さらに、重要な点は、この時に使用される炭水化物・グリコーゲンは筋肉と肝臓に蓄えられていることです。サッカーの試合では、きちんと調整しておかないと、体に貯蓄された炭水化物・グリコーゲンを使い果たしてしまいます。後半の残り10分位で、足の動かなくなる選手がいます。使い果たしたのでしょう。すでに述べたように、逆に最初の10分位で足が動かない選手は、炭水化物・グリコーゲンがまだ使われていないのです。今度、サッカーを観戦

する時そんな目で見てみると良いでしょう。さて、炭水化物・グリコーゲンを貯めるには上手に摂食するしかありません。筋力トレーニングなどの運動直後1時間以内に摂るのがコツです。そうすると、筋や肝臓に栄養分が蓄積します。さきほども述べましたが、脂肪も筋肉に蓄積したものが有効に使われます。脂肪に関しては摂取した後に筋力トレーニングをすると、皮下でなく筋肉に取り込まれます。夕食で脂肪の多い美味しい食事をした後、そのまま寝てしまっただけではいけないということです。皮下脂肪になってしまいます。寝る少し前に、少しでも筋力トレーニングをしてください。きちんと、筋肉を調整する事が重要なのです。筋力トレーニングは重要です。

運動不足はなぜ悪い？

運動不足に関しては、いわゆる生活習慣病がクローズアップされます。しかし、運動とは持久力トレーニングだけではなくありません。今回は、運動不足によって生じる整形外科的疾患も含めて御紹介します。

1. 肉離れ

ケガや病気で休むことにより持久力・耐久性が低下すると、肉離れを起こしやすくなります。その場合にも呼気ガス分析は、競技に戻る前の障害予防のコンディショニングを調整する検査として注目されています。酸素供給、有酸素系のエネルギー供給、乳酸の産生と排出、無酸素系の代謝やエネルギー貯蔵など、筋肉の機能と細胞の代謝に関する調整が重要だからです。肉離れの予防として、持久力のトレーニングが大切で、加えてその競技種目でよく使われる筋の調整（筋力トレーニング）が必要です。

2. 足部の筋力トレーニング

筋力低下による足部の疼痛や変形の場合、靴の形だけを変えても良くなりません。むしろ、靴の形に合わせて足の変形が進行して、疼痛は悪くなる一方です。また扁平足では疲れやすく、足や脛の痛み・疲労骨折が生じやすいため、バストを出せずに悩んでいる人が多いようです。扁平足の人はクッションが悪いのです。足の疼痛、扁平足は筋力トレーニングで治ることがあります。筋力不足による疼痛は多いのです。運動としては、爪先立ちを朝と夕方15～20回ずつやってください。5歳位までなら比較

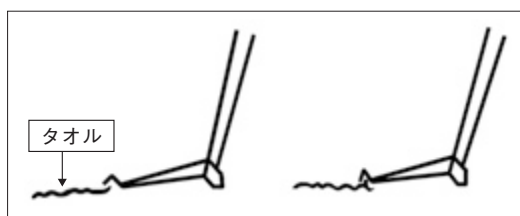


図2 タオルギャザリング

的に早く土踏まずが出来てきます。もし、中学生以上だったら、爪先立ちを毎日50回やってください。約3ヵ月後には効果が現れます。他に、タオルギャザリング（図2）も良い方法です。足のゆびでタオルを引っ張って、巻き上げるトレーニングです。1日1枚を毎日根気良くやってください。徐々に、タオルの先に重りを載せて負荷を増やしても良いと思います。これによって、足の筋の筋力ばかりでなく、動きのコーディネーションも良くなります。すなわち、タオルを引っ張るという目的を達成するために、いくつかの筋が合目的に動くようになるということです。いくらやっても土踏まずが出来ない人も、いつしか疲れなくなってくるようになります。

3. 足関節の筋力トレーニング

足関節捻挫の予防には、装具やテーピングを勧める人が多いようです。それは、ある程度必要な事です。しかし、自分の筋力で捻挫を予防する必要があります。これは、スキルが上達する程必要になってきます。特に、サッカーやバスケットボールなどで、速くて強い選手ほど、足関節の外側の筋力トレーニングが重要です。敏捷な速い運動で行います。反応を速める筋力トレーニングなので、始めはゴムやチューブを使わず、慣れてきても、非常に軽い負荷で行います。

4. 肘の筋力トレーニング

野球で多いのは肩と肘の痛みです。スポーツ障害の後のリハビリテーションとして、アメリカのスポーツの現場では、必ずスポーツのシミュレーションをしながらトレーニングします。例えば、野球で肘の内側が痛い場合、肘を約60度に曲げた状態で筋トレをします（図3）。オーバー・スローの投球動作の研究から、約100%で強く投げる瞬間に、肘はこの角度になることがわかっています。この位置で、チューブを使って非常に軽い抵抗を加えながら、手首を内側へ曲げる運動を速いスピードで行います。

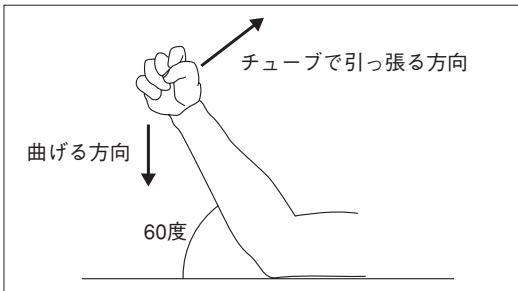


図3 肘を約60度曲げて固定し、チューブを使用して軽い抵抗を加えながら、手首を速いスピードで曲げる。20回×3セット

こうして肘の内側を強化すると肘内側の靭帯への負担を軽減できます。それではバレーボールやバドミントンではどれくらいの肘の角度が重要と思いますか？ 比較的野球と似た競技ですが、若干異なります。この場合、もっと肘を伸ばした角度（約20度）でのトレーニングが重要です。バレーボールでスパイクを打つ時は肘が伸びているでしょう？ その角度でトレーニングをすることがシミュレーションになります。

5. 肩の筋力トレーニング

肩が痛い場合には、500gから2kg位までの軽いダンベルを使ってゆっくりと、腱板という肩周囲の小さい筋と、背部の筋のトレーニングをします（図4）。野球ばかりでなく、スポーツでは一般に胸の筋（大胸筋など）は主に使われるので自然に発達しますが、背部の筋は強化しづらく、前後のバランスが悪くなりがちだからです。野球は日本でもアメリカでも最もメジャーですが、特殊な筋や関節を酷使するスポーツです。したがって、上手にやらないと

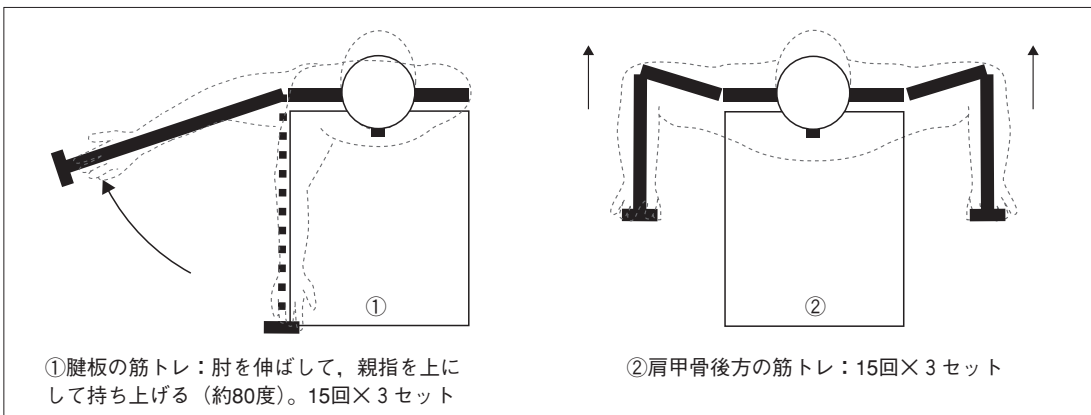
障害が多く発生します。

6. ストレッチ

「体がかたい人は良いスポーツ選手になれない。」と昔からの言い伝えがあります。それで、我々は子供の頃よく柔軟体操をやりました。体がかたいとどうして良い選手になれないのでしょうか？ それは、股関節周囲の柔軟性の低下がある選手は、腰や膝の痛みが出ることが多く、スポーツ選手として十分活躍できなくなることがあるからです。

体がかたい人では、モモ前やモモ裏の筋肉の骨に対する相対的な短縮により、骨盤や腰に負担をかけたり、膝蓋骨の周囲に負担をかけたりすることがあります。この病態が意外に多いのです。これらの筋の相対的な短縮を放っておくと、さらに重大な問題が起こります。成長期では、身長（特に下肢）が伸び難くなることもあるのです。筋の相対的な短縮とは、大腿骨と比較して大腿の筋肉の長さが足りないということです。急な身長（大腿骨）の伸びや、大腿の筋が太く強くなった場合、筋が引っ張って骨の伸びを抑えてしまうということです。この場合、筋肉をストレッチで伸ばしてやる必要があります。

図5のように、立ったままでもストレッチできます。学校や会社で行う場合はこの方法が良いでしょう。大腿四頭筋ではこの様に足首を持って約30秒止めます。決して勢いをつけません。そして、右左3セットずつ行います。これに、モモ裏の筋（ハムストリングス）およびアキレス腱のストレッチを追加すると計約20分もかかります。非常に面倒くさくて時間がかかるものです、ストレッチというのは……。そこで時間を有効に使いたい方には、座



①腱板の筋トレ：肘を伸ばして、親指を上にして持ち上げる（約80度）。15回×3セット

②肩甲骨後方の筋トレ：15回×3セット

図4 うつ伏せ又は前かがみになり、500g～2kgまでのダンベルをゆっくり引き上げる。

った状態でのストレッチも勧めます。これは、体操着に着替えて練習や試合を見学しているとき、あるいは自宅でテレビを見ているときに有効です。体のかたい人は1日中ストレッチをしてください。

その他のストレッチの効用は、筋肉から乳酸を絞り出して疲れを取ってくれたり、神経を刺激してくれたりします。ウォーミングアップやクーリングダウンにも有用です。ストレッチは時間がかかって面倒くさいし非常にだるいのですが、必ず続けてください。痛みも問題ですが、成長期では、加えて身長も伸びも気になることです。体のかたい人は良い選手になれないようです。

今回、筋の代謝、筋力トレーニング、ストレッチの説明を致しました。これらは、コンディショニングのほんの一部ですが、容易にできる身近なことです。ご自身でも実行していただきたいし、生徒達にも指導していただきたいと思います。そして、健康な若者を育てていただき、ひいては日本人の運動不足を解消することを期待します。

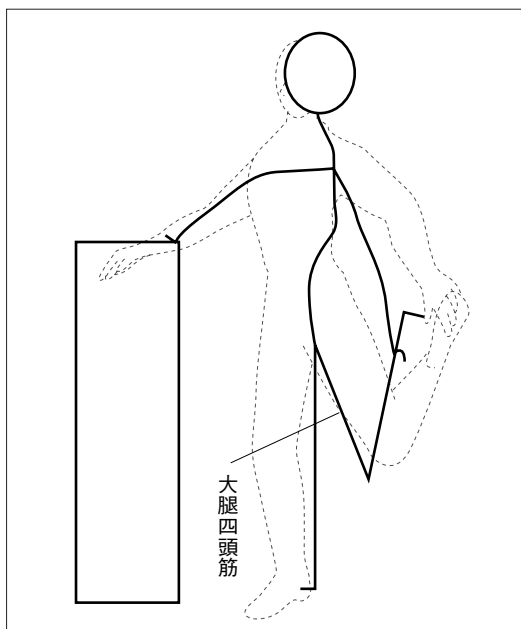


図5 大腿四頭筋のストレッチ

栄 養

B5判 176p. 定価 1,000円
五十嵐 脩ほか

- 栄養学の進歩に応じた記述内容になっています。
- 囲み記事で病態別に食事方針のポイントをまとめました。
- 図・表を多用し簡潔な記述を心がけました。「栄養」をはじめて学ぶ生徒に最適です。
- 見返しに「栄養とその機能」、「日本人の栄養所要量」(第六次改定)を掲載しておりますので、学習に必要な基礎知識が一目でわかります。

調理1、調理2

1・2とも B5判 160p. 定価 1,100円

- ◇「調理1」は理論編。集団調理の理論を含みます。
- ◇「調理2」は実習編。調理実習中心の内容になっています。

- 料理名の語源を示すことにより、実習への理解を深め、関心を高めます。
- 各実習の最後にはNOTEを入れ、円滑に実習を進められるよう配慮しました。