

Title	運動中の上手な呼吸方法について（インターネット講座：スポーツとアクティブライフを楽しむ(第5回))
Author	藤本, 繁夫
Citation	大阪市立大学保健体育学研究紀要. 37 巻, p.35-40.
Issue Date	2001
ISSN	0474-795X
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	Publisher
Publisher	大阪市立大学保健体育研究室
Description	

Placed on: 大阪市立大学学術機関リポジトリ

Placed on: Osaka City University Repository

一運動中の上手な呼吸方法について一

藤 本 繁 夫

今回は「運動能力向上のための呼吸生理」について述べます。呼吸生理といいますと、皆様ご承知のように、非常に取っつきにくい分野です。数式が出てくるし、検査データを見ても数値が並びます。循環の方でしたら血圧とか脈拍数とかまだ馴染みのある言葉がでてきますが、呼吸の方は、呼吸数とか換気量とか、空気の流れ（これをフローといいます）になりますが、いずれも目に見えません。このように大変馴染みにくい分野ですが、運動に関しては心臓と同じように、また筋肉と同じように重要な役目をしております。今回は呼吸生理について、できるだけ分かりやすく、呼吸と運動の関連について解説します。

<1 運動能力とは>

運動能力について、いろんな形で測るメジャーがあると思います。例えばシドニーのオリンピックが行われましたが、100_ヤを何秒で走るか、マラソンを何時間で走るか、あるいは重い物を持ち上げるということのいずれもが運動能力になります。もう少し一般的に見ますと、運動能力とは社会活動、日常活動などの活動している力としてとらえることができます。人間は生まれたときは運動能力はゼロで、自分の力で動くことは出来ません。でも、牛や鹿の赤ちゃんは生まれたらすぐ立ち上がって動くことができます。生まれながらにして運動能力があります。しかし、人間は運動能力ゼロからスタートし、寝返りを打ったり、座り

だしたり、1年たつと立って歩くようになります。幼稚園の頃は、跳んだり跳ねたり投げたり走ったり、基本的な運動が培われていきます。小学校、中学校、高校では、体育の授業で運動能力を増していくようになります。骨ができて、筋肉ができて、身長が伸びてくるという成長に合わせて、運動を行うことによって、できるだけ運動能力を引き上げようとする目的で学校体育が行われます。

今、日本人の（平均）寿命は約80歳です。死を迎えるときは運動能力がゼロになります。人間の運動能力のピークは大体18～20歳です。20歳までは、このピークの運動能力をもっと増やそうということで中学校、高校で、体育やトレーニングを行うのです。そのトレーニングの究極がオリンピックに出るようなスーパーノーマルアスリートということになります。

ところが20歳を過ぎると運動能力が減ってまいります。老化という現象です。この運動能力が低下する時期でも“いかに体力を保っていくか”ということで、トレーニングが行われます。こういう総称した形で運動を捉えることができます。始めに申しましたように、何秒で走れるということも運動能力ですが、60歳、80歳になっても日常生活を自力ですることができる。朝起きて顔を洗う、着替えをして、歯を磨いて、食事して、トイレに行って、夕方には自分で風呂にも入る。そして、寝るという、日常生活、これらすべてが運動能力です。そういうことを含めて常に運動能力を

保ってやるということが大事なのです。成長期は成長期で、40歳は40歳、60歳は60歳、80歳は80歳の運動能力を保つような指導があると思います。

<2 運動能力を決める因子>

運動するためには筋肉の活動が必要です。筋肉が収縮することによって運動が行われます。そのもとには、エネルギーが必要になってきます。車も同じで動かすためにはガソリンを燃やして走ります。人間の場合の糖や脂肪を筋肉の中で燃やして、ATPというエネルギーをつくっています。エネルギーをつくる筋肉がないということは、つまり工場がないということと同じになり、人間は活動するためには、筋肉が非常に大事だということです。(図-1)

中学・高校の時は太い足をしています。ところが、就職して働き出すと歩かなくなり、足が細くなって来る。さらに50歳を越えますと、急に大腿部が細くなってしまふ。これは大腿四頭筋の筋肉量が急に減ってくるため、これに伴って糖や脂肪が燃えなくなります。そうなるとう糖尿病、高脂血症、肥満症になりやすくなります。そういう意味でも筋肉は非常に重要な訳です。

筋肉でエネルギーがつくられるのですが、エネルギーをつくるために必要なものは、原料と酸素の2つです。原料にあたるのが糖と脂肪でこれらを燃やすために酸素が必要です。この酸素を取り込むところが肺であり、酸素を燃やす場所は筋肉ですから、肺から筋肉まで酸素を送ってやらなく

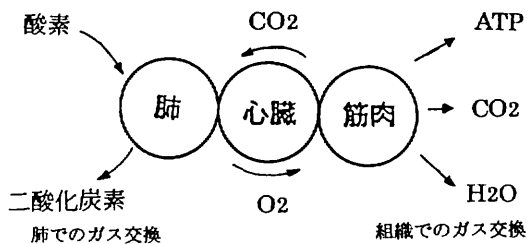


図-1 運動に関する3因子

てはなりません。酸素を送るトラックにあたるのが心臓から拍出される血液です。肺で酸素を体内へ取り込む能力を酸素摂取量といいます。また、酸素を筋力で燃やす能力を酸素消費量といいます。酸素を燃やして、エネルギーをつくらるところが筋肉で、いわば工場にあたります。酸素の取り組み口が肺ということになります。

ところが、工場でものを燃やすと廃棄物が出てきます。ガソリンも燃やしますと排気ガスが出てきます。人間の場合も同じで、糖と脂肪を燃やしますと廃棄物が出てまいります。糖と脂肪は、炭素と酸素と水素の化合物です。炭素が燃えると二酸化炭素になる。水素が燃えると水になる。この水と炭酸ガスが筋肉の中で作られる老廃物です。ところが水は私たちの身体にとって有害な物質ではありません。水が出来てきても、腎臓が正常であれば、汗や尿として出ていきます。ところが、炭酸ガスは身体にとって有害な物質です。これは身体の外に出さなくてははいけません。どうやって放り出すかといいますと、酸素がたどってきたの逆の経路を通ります。つまり、筋肉から出た炭酸ガスは血液によって心臓に運ばれ、心臓から肺に至って、呼吸から体外に放出されます。

肺はこのような形で、エネルギーを燃やすための酸素を取り込んで、燃えかすの炭酸ガスを体外に出すという“ガス交換”の役目を担っています。

<3 肺の役割は>

①ガス交換について

さて、心臓・肺は胸郭に包まれています。肋骨という骨と、肋骨と肋骨の間にある肋間筋という筋肉によって守られています。話はちょっと飛びますが、一番人間の身体で守ってやらなくてははいけないのは豆腐のように柔らかい脳です。従って脳は骨で守られています。本項で話をすすめている肺は風船のようにパンクしやすい臓器です。で

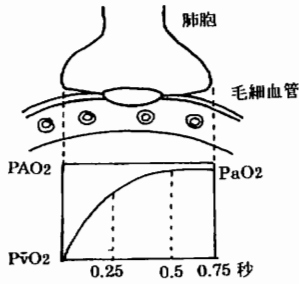


図-2 肺胞と毛細血管でのガス交換

すから肋骨と肋間筋で守られています。人間の胸部は釣り鐘型になっています。この中に、気管があって、気管支が枝分かれています。酸素が入って来てずっと枝分かれています。一番末梢まで行きつきます。酸素はこの気管支を通して肺胞に到達します。肺胞の面積は全部合わせるとテニスコート半分くらいでそこで瞬間的にガス交換ができます。

肺胞の周りを血管が取り巻いています。ちょうど、メロンの皮のような形です。表面に肺動脈があり、酸素を取り込んで、動脈血に変わって心臓に帰る。肺の中の酸素分子は、血管と接しているところで瞬間的にガス交換が行われます。(図-2) 安静時では0.75秒で通り抜け、その3分の1の時間の約0.25秒で静脈血がほとんど酸素化されます。(図-2) 平地で普通に空気を吸っているところでは、 PaO_2 は80~100torr位です。ところが、高い山に登ると PaO_2 が下がってまいります。こうした高地では酸素濃度が薄いから、それに代償するために血液量を多くしないといけない。すなわち、酸素を運ぶトラックの量を増やすことになります。赤血球が多くなった状態で海拔まで降りてきますと、赤血球という酸素を運ぶトラックが多い状態で運動ができるようになります。この目的で高地トレーニングが行われます。

運動しても健康人では PaO_2 はほとんど低下しない。肺気腫などの肺の病気の人は運動により PaO_2 が低下してきます。唇や爪が紫色になったり

します。炭酸ガスもほぼ変わらず、最大に近づくと少し低下してきます。 $PaCO_2$ が運動中に上がるということは身体の中に、筋肉の中でできた老廃物の炭酸ガスが溜まるということです。正常人では運動時に $PaCO_2$ が上昇することはありません。

②換気について

では、ガス交換するためには何が要るでしょうか。私達のいる室の空気には炭酸ガスが溜まっています。この空気をフレッシュにするためには、空気を入れ換える“換気”が必要になります。人間の身体も同じです。肺の中にある空気を入れ換えしてやらなくてははいけません。これを“換気(Ventilation)”といいます。

正常の酸素と炭酸ガスを保つためには、常に私たちの肺では換気が行われています。換気するためには呼吸運動が必要になってきます。

③呼吸運動-呼吸筋が関与-

「運動」を行うためには筋肉が必要になってきます。では、換気に関係している筋肉とは何でしょうか。呼吸運動に関係している筋肉には、腹筋、横隔膜、肋間筋があります。ではもう少し分けて考えましょう。まず、吸うときの筋肉(吸気筋)には、腹式呼吸に使う横隔膜筋と、もう一つは胸式呼吸に使う肋間筋があります。では、どちらの筋肉を使った方が楽な呼吸が出来るか。実は腹式の方が効率のいい呼吸が出来ます。

それには、いくつか理由があります。1つ目は大きな筋肉を使った運動は疲れにくいのです。小さな筋肉を使った運動はすぐ疲れます。人間一番大きな筋肉は何かと言いますと、大腿四頭筋といって大腿の筋肉です。この筋肉を使いますと、1時間でも2時間でも疲れません。でも、前腕の小さな筋肉を使うとすぐ疲れます。この論で行きますと、横隔膜筋の方が肋間筋より大きいのです。第2の理由としては、運動の方向が関係してきます。

人間は寝る時以外、立って生活しますね。そうすると、運動の方向は下げる運動の方が楽なのです。斜め上に動く肋間筋より下に動く横隔膜の方が楽なのです。さらに、肝臓は横隔膜の下に付いています。下に動く時に肝臓が重りの役割をするため、腹式呼吸の方がずっと楽になります。ところが、この2つの筋肉は最大限まで運動すると疲労してしまいます。

心臓の筋肉が疲労してしまうと心不全になる。呼吸も同じで、呼吸する筋肉が疲労してしまうと呼吸不全という状態になってしまいます。ところが、わたしたちの身体はうまくできており、運動により息も絶え絶えになり、呼吸筋が疲労してしまっても大丈夫なメカニズムをもっています。

それは胸鎖乳突筋や僧帽筋などの首を支えている筋力群が加わって働いてくれます。これを呼吸補助筋といいます。いわゆる、肩で息をするような「肩呼吸」です。肩呼吸をしている間に呼吸筋を休ませて回復するのです。しかし、肩呼吸は一番効率の悪い呼吸です。真上に動く運動ですし、引き上げる胸郭には腕や乳房とかいろいろなものがついていますので、一番エネルギーを使う効率の悪い呼吸方法です。

一方、安静時に息を吐くときはどの筋肉も使っていません。力を抜くだけです。努力時に息を吐くときに使う筋肉「呼吸筋」と言われるのは腹筋だけです。よく、腹筋を鍛えるといわれるのは、呼吸筋を鍛えて、換気量を増やすためなのです。以上のように、呼吸運動が行われますが、一番効率のよい呼吸法は腹式呼吸です。このことを理解しておいてください。

< 4 運動時の換気反応から何がわかるのか >

安静時では、6～8 l / 分の空気を入れ換えています。この状態から徐々に運動していくと、換

気量は徐々に増えて、ある時点で急に息が弾み（ポイントA）、さらに運動の強さを増すともっと弾む（ポイントB）ような換気の反応が見られます。心拍数ではこういうことは起こりません。心拍数は直線的に上がっていきませんが、換気の場合では、最大の約50%で折れ曲がるポイントAが見られます。これは、筋肉の中でできる乳酸の濃度が関係しています。この乳酸ができてくるポイントと一致して換気量が増えてまいります。乳酸は酸で、疲労物質であります。私たちの身体はアルカリ性で出来ていますので、酸ができると中和してやらなりません。それで、中和するためには血液の中にある重炭酸塩（ HCO_3^- ）という物質が必要になるのです。それが乳酸の水素イオン（ H^+ ）を取って、 H_2CO_2 になり、炭酸ガスと水に交換されます。炭酸ガスはそのまま肺から排出され、乳酸は肝臓でもう一度エネルギーに変えられていきます。

この乳酸が増えてくるところで、炭素ガスが増えてくるため、急に息がはずんできます。これがポイントAで、嫌氣的解糖閾といえます。

このグラフでXというところがありますが、これは酸素が筋肉の中に充分にあるような有酸素状態で運動しているところにあたります。これを好氣的運動（アエロビック・エクササイズ）、いわゆるエアロビクスです。

ところが、乳酸ができるような状態でも運動はできます。乳酸ができて重炭素水（ HCO_3^- ）で中和しながら運動している状態（Yのレベル）、これを嫌氣的運動（アンアエロビック・エクササイズ）といえます。図のYレベルにあたります。ところがZのところになりますと、身体の中に中和物質はなくなってしまいます。すると、乳酸は蓄積されて、運動がこれ以上続けられない「ギブアップ」ということになります。マラソンでも先頭集団、何人も走っていますが一人、また一人と

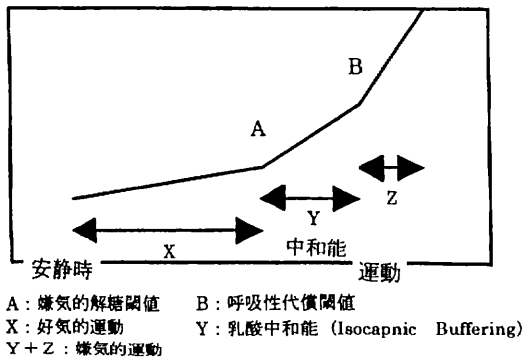


図-3 運動時の換気反応

脱落していきます。これはZレベルになって中和物質がなくなるため、運動が続けることができなくなるためです。(図-3)

健康のための運動、エアロビクな運動、脂肪を燃やす運動、肥満を避けるような運動、糖尿の治療、高脂血症を避ける運動では酸素を充分に取り込んで筋肉で糖や脂肪を燃やしながらか運動することが必要です。YレベルやZレベルのような強い運動をしても脂肪が燃焼しないし、痩せません。

このように換気反応を見ることで、筋肉がどのような状態で運動をしているかということが分かるのです。筋肉の中を見ることはできませんが、運動しているときの換気をモニターすることによって、筋肉の状態が分かるのです。もっと言えば、筋肉の中で起こっている代謝を呼吸で知ることが出来るのです。

トレーニングに関しては、好氣的運動のトレーニングをするとAT(嫌氣的解糖閾値)や脂質の代謝能が改善しますが、最大下に近いような強い運動でトレーニングすると、有酸素能がよくなるだけでなく、乳酸を中和する力(Isocapnic Buffering能)が伸びて、最大運動能が増加します。

<5 運動時の呼吸の仕方について-効率のよい呼吸とは>

どうい息の仕方をすれば効率のよい換気ができるかについてお話します。(図-4)換気量は1回換気量(1回換気量)と呼吸数に分けることができます。強い運動になりますと、呼吸に余裕がなくなって、呼吸の仕方を考えるどころではなくなりますが、軽い運動時ではいろいろな呼吸法ができます。Aは1回換気量を大きく、呼吸数を少なくした「Slow deep呼吸」、Bは1回換気量が小さく、呼吸数が多くなる「Rapid shallow呼吸」です。Aの方は深くてゆっくり、Bの方は浅くて速い、この2つを我々はコントロールすることができます。どっちの呼吸がガス交換にはいいのでしょうか。正解はAです。(図-4)

なぜかと言いますと、安静時では500ccの空気を吸っています。ところが、150ccは気道とか口に残り、あとの350ccが肺胞まで入ってガス交換に利用されます。運動時でも口や気管に残る空気の量は150ccとほぼ変わらないため、肺胞に入ってくる空気を多くするためには、1回換気量を増やすことが有効になってきます。(図-5)

呼吸をコントロールできるときにはできるだけゆっくりとした呼吸を心がけることで酸素をうまく取り入れることができます。よく呼吸器の患者さんに呼吸の指導をするときには、吸って吐いて、吸って吐いてではなく、吸って吸って吐いて吐いて吐いて吐いて、というように吸気と呼気の比を1対2、あるいは1対3で指導します。こうすることによって、深い呼吸を行い、ガス交換率を高めるようにします。

<6 運動能力向上のための呼吸とは>

では、運動能力をよくするための呼吸方法には、どのような方法があるのでしょうか。1番目は酸素を充分に取り入れながら運動することです。エアロビク・エクササイズ、できるだけこの運動を行ってください。もっと言いますと、息を止めて

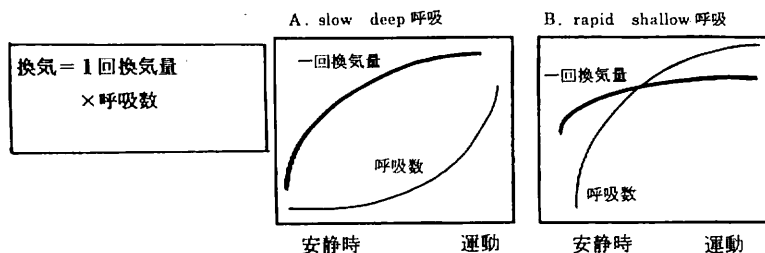


図-10 運動時の呼吸パターン

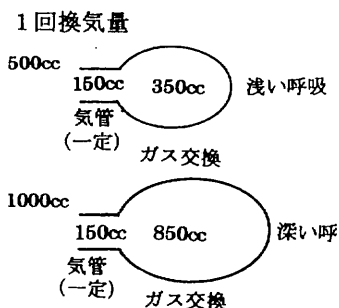


図-11 1回換気量が500mlと1000mlの呼吸の比較（深い呼吸の方が肺胞に入る空気が多くなる）

運動しないことです。例えば、息をこらえてする腕相撲はよくないです。顔を真っ赤にしておこないますが、これはアドレナリンというホルモンが瞬間的にでて、血圧が上がるため、特に年齢の人では避けてください。2番目はリラクゼーション。息をするときには肩の力を抜き、身体の力を抜いて、リラックスして呼吸をしてください。3番目は息を止めて運動しない。私のゴルフ友達に、ものすごくドライバーを飛ばす人がいて、今まで2回肺がパンクする気胸を起こしました。どんなふうにしてゴルフをしているのが尋ねたところ、大きく息を大きく息を吸ってドライバーを振っているようです。大きく息を吸うと肺胞はいっぱい膨らんでいる。その状態で体をねじると肺胞に大きな力がかかります。運動するとき、特に体をねじるような場合は必ず息を吐きながら行うことが大切です。4番目として息を吐きながら運動する。ラジオ体操で体をねじるときも息を吐きながら行ってください。大便をする時も息をとめてす

るのはよくありません。息を吐きながらしてください。息を止めてすると、血圧が一気に上がります。寒い日の夜間にトイレで、大便をするときに、高血圧の人が脳卒中で倒れているのはこのためです。5番目として呼吸をするときは腹式呼吸が一番効率の良い呼吸、有利な呼吸です。肩呼吸はしんどい呼吸、無駄な呼吸です。

以上のことに注意して、運動時には呼吸を意識しながら、効率よく、しかも酸素を充分取り込んだ運動をなさってください。しかも年齢が増えれば増えるほど、このことは大事になってきます。いつまでも、正しい呼吸を行いながら、楽しくスポーツを続けていきましょう。