

June Special

呼吸

メカニズムと方法



「息（呼吸）が合わない」「息をこらす」はたまた「息を引き取る」など、「息」は様々な表現に使われている。息、呼吸はまさに生きている証拠でありながら、日常生活ではほとんど意識することがない。一方で、健康法やスポーツでは呼吸は昔から大事なものとされてきた。その「呼吸」について、今月は生理、解剖、運動生理の基礎、スポーツ・運動との関係、新しい研究や呼吸法の実践について各氏に取材した。

- 1 呼吸のメカニズムと運動との関わり 山本正彦 P.6
- 2 呼吸について知り、上手に呼吸できるように 渡会公治 P.12
大学の身体運動科学の授業で指導する「呼吸」
- 3 呼吸に伴う動きと姿勢 北一郎 P.15
呼吸関連行動からわかること
- 4 呼吸は動きである 深沢悠二 P.18
フェルデンクライスメソッドにおける呼吸
- 5 「養生」のための呼吸法 成澤正治 P.21
陰陽五行説、導引の考え方に基づく呼吸
腹式呼吸が身につくスポーツ吹矢 P.24

1

呼吸

呼吸のメカニズムと運動との関わり

山本正彦

東京工芸大学

生理学では呼吸循環器系と呼ばれ、疾患との関わりも大きい。一方「呼吸」と「循環」では、圧倒的に後者の研究者のほうが多い。呼吸についてはある程度研究尽くされているという理由もあるようだ。山本氏は、運動生理学の立場で、呼吸についてはまだまだ研究の余地があると大学院修士課程時から取り組んでいる。

1. 呼吸のメカニズム

呼吸とは

呼吸については、生命を維持するために大気中の酸素を取り込むということが第一です。では、大気中の酸素はどれくらいかという、20.93%。二酸化炭素は0.03%、残りが窒素です。酸素を吸うことそのものが呼吸ですが、その呼吸を定義すると「呼吸とは生体内に酸素を取り込み、生体外へ炭酸ガス（二酸化炭素）を排出すること」になると思います。

呼吸して酸素を生体内に取り込んでも、酸素を輸送する媒体がないと身体の隅々まで運ぶことができません。その媒体として、血液中のヘモグロビンが大きな役目を果たしています。イメージとしては、ドーナツ状のヘモグロビンに酸素が乗る。この状態を酸化ヘモグロビン、逆に酸素を離して帰ってくるものを還元ヘモグロビンと言います。

ここで1つ問題となるのは、喫煙することで摂取された一酸化炭素の親和率で、ヘモグロビンと結びつく率は酸素に比べて200%だということです。酸素を必要とするスポーツ選手はタバコを吸わないほうがよいというのが、こういうことからはっきり

りすると思います。

酸素の必要量は、純粋に身体の大きさで決まります。大きな身体の人では小さな身体の人より酸素が必要になります。これは身長と考えるよりも体積と考えるほうがいいと思います。また、女性よりも男性のほうが酸素を使います。これは筋肉量の問題です。筋肉量が多いということは代謝量も多くなるのでより酸素が必要となります。

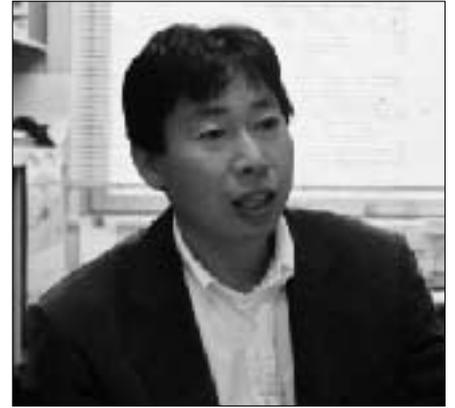
ところで、呼吸には2つのパートションがあります。1つは外呼吸。大気を肺胞まで持ってくる、そして肺から二酸化炭素を生体外に出すことを言います。もう1つは内呼吸。肺から細胞の隅々に酸素を運んでいくことを言います。一般的には、呼吸と言えば外呼吸のことをイメージして言う人が多いのではないのでしょうか。

呼吸とは別に換気という言葉もあります、これは混同しやすいのですが、英語では呼吸のことをrespiration（レスピレーション）、換気をventilation（ベンチレーション）と言っています。換気は生体に入ってくる空気、あるいは生体から出ていく空気の出入りのことを言います。呼吸と似ていますが、本質的なところで違うということになります（図1）。

ガス交換に関わる因子

気体のことをガスと呼んでいます、酸素が身体の中に入っていくと二酸化炭素が出ていくことをガス交換と言っています。その交換に関わる因子があります。

大気レベルでは大気圧。高いところに行けば行くほどからだの中に酸素が入りにくなる。それは生体内の圧力と外気の圧力が近くなってしまふからです。その差がないと空気の流入はなくなります。水の流れ



やまもと・まさひこ氏。大学院時代から持久力に興味を持っていた。60年代のJournal of Applied PhysiologyにLokeという研究者がマラソンを走ったあと呼吸筋が疲労する、呼吸筋の疲労がパフォーマンスの制限因子になっているという論文を発表。ところが日本では運動について呼吸筋の研究は少なかった。以来、呼吸筋の研究に取り組んできた

と同様、気体も高いところから低いところへ流れます。水は位置の関係で流れますが、気体は圧力の関係で流れます。それから酸素濃度。外に酸素がなければ身体に取り込もうと思っただけでもできません。

換気のレベルでは1回換気量と呼吸数。それから死腔量と言って、口あるいは鼻から肺に到達するまでの間の容積、この部分は肺から先への吸収がなされない、死腔量が少ないほうがいい。例えば、肺に障害のある方は喉からチューブを差します。あれはいかに死腔量を小さくするかということになる。この死腔量はある程度決まっています、成人では150～160mlとされています。それくらいの量は呼吸したときに肺まで届かずに残ってしまいます。

肺は左右にあります、ブドウの房のようになっています。その房に1つ1つついているものを肺胞と言います。肺胞は気管に入ってからゼ口番地から23番地まで区

2

呼吸

呼吸について知り、 上手に呼吸できるために 大学の身体運動科学の授業で指導する「呼吸」

渡会公治

東京大学身体運動科学研究室

渡会氏は整形外科医であるが、東京大学教養学部において身体運動科学の一環として体育実技の授業も担当している。その中で、1日は「呼吸」がテーマになる。ここでは、その講義の概要とともにスポーツドクターとして呼吸について述べていただいた。

東京大学の教養課程において、スポーツサイエンスコースというものがあり、そこでは運動強度を徐々に高めていって、心拍数や呼吸数などがどう変化するかなど、運動と自分の身体との関係を実際に体験しながら「自分のからだを知る」という授業が展開されている。だから「身体運動科学」なのだが、実技を伴うという点が特徴である。

渡会氏は、その中でまた「身体運動認識」というゼミでも、「呼吸」についての時間を設けている。

ハートレートモニターをつけて運動し、運動強度との関係をグラフ化するような時間のあと、呼吸については、生理学と解剖学、そしてからだの動きとしての呼吸を実感、つまり実際にからだを動かして呼吸運動を確認することが行われている。

「まずは自分の呼吸というメカニズムをメカニカルに体験してみる。それは呼吸法というものの基礎になるでしょうし、いろいろな呼吸法も神秘的ではなく、メカニズムとして理解できるのではないかということです。人によって興味の持ちようも違うし、反応も異なります。腹式呼吸と胸式呼吸の違いがわからないとか、横隔膜の存在が感じられないという人もいます。その反応自体が面白い」(渡会氏)

大学で、特に東大のようなところで「自分のからだについて知る」という授業があるのが興味深い。以下、講義の内容について概要を渡会氏に語っていただく。

講義の内容

まずは精神的な問題から、「調心、調身、調息」という言葉を説明します。これは、禅の3つのエッセンスで、心を調えるには身体を調える。これが調心と調身。それで、その具体的なテクニックとして息を調える。息を調える意義というのは、呼吸は随意的にもできるし、自律的にもできる。自分の意志で呼吸のパターンをコントロールするというところで、昔から呼吸法というのはメディテーション(瞑想)や精神的な対応にも用いられ、またいろいろな宗教に取り入れられてきたわけです。

自律的な呼吸というのは、呼吸中枢によって自律性に行われている。呼吸中枢は脳の橋や延髄にあって、化学受容器が酸素濃度やpH、あるいは炭酸ガスの濃度に反応してコントロールしている。随意性の呼吸は、大脳皮質で考えながら行うもので、数息観(座禅を組みながら静かに息を数えていく修養法)の例を出します。呼気、吸気を数を数えながら徐々に長くしていくという方法がよく知られています。

それから「オンディーヌの呪い」の話をします。オンディーヌは水の精ですが、オンディーヌは呪いにかかれて、眠ると死ぬという状況に陥ってしまう。普通は眠っても自律性が保たれているから死なないで呼吸をしているけれども、自律性がおかさされた場合、意識して呼吸を続けなくては行けないというのがオンディーヌの呪いです。実際には、橋、延髄に腫瘍などがある

とこういう状態が起こります。

内呼吸と外呼吸

次に、呼吸に関する解剖と機能について説明します。まず、内呼吸と外呼吸とがあり、外呼吸は息の出し入れで、内呼吸はガス交換である。ガス交換とは、肺胞が非常に薄い膜ひとつで外気と接して、そこで毛細管が張り巡らされて、ここで濃度差でガスのやりとりが行われている。それを説明するのが、酸素飽和度と酸素分圧をx y軸とするヘモグロビンの酸素解離曲線です(図1)。血液の中にヘモグロビンがあり、それが酸素と結びついたり離れたりという性質を持っている。図1の解離曲線で酸素濃度が高いときは結びついて、低いと離れる。つまり酸素が一杯ある肺の中ではヘモグロビンに酸素が付き、末梢の酸素のないところではヘモグロビンは酸素を離してしまふ。離れた酸素を組織が使うというシンプルなことが図1の曲線で表わせます。このグラフを右左にいたりきたりするのが呼吸ということになります。

さらに、酸素と炭酸ガス(二酸化炭素:CO₂)の濃度が肺と静脈、動脈、それと組織で変化していることを示す(図は省略)。酸素、炭酸ガスのやりとりがオートマティックに細胞レベルで決まっていることがわかるわけです。

これが内呼吸で、今度は酸素を出し入れする外呼吸。まず図2を示します。これは広口瓶に栓がしてあってストローが入って、風船がつながっている。風船というのは放っておくとぼんだままです。これを底がゴムだとして引っ張ると、容積が増え、中の分子量が同じだと陰圧になる。するとパッシブ(受動的)に肺が膨らむというモ

3

呼吸

呼吸に伴う動きと姿勢 呼吸関連行動からわかること

北一郎

東京都立大学助教授、医学博士

生体内外からの刺激に対して、呼吸や循環を維持するためにはどんな仕組みが働いているのか。呼吸関連行動に伴う自律系反応や、平衡器官からの感覚情報に伴う姿勢制御系や呼吸循環系からの出力への関わりについて研究を進めている北一郎氏に、様々な角度から呼吸について語っていただいた。

あくびはなぜ出るか

呼吸には息を吸う、吐くということだけでなく呼吸に伴って生じる“呼吸行動”がある。いわゆるしゃっくりやあくび、くしゃみ、発声といった呼吸行動は、なぜどのようにして生じるのか？ こうした“なぜ”を解明するための研究を進めてきた北一郎氏は言う。「最初の実験動物を用いて、脳のどこを刺激したら鳴く（発声する）かという点に着目しました。しかもただ単に鳴かせるだけでなく、こちらが与える刺激に対して『鳴く』という反応がみられれば、その行為は本能行動や情動に関係しているのではないかと考えました」

実験を進めるうちに、さらに興味深いことがわかった。視床下部内の室傍核を直接、電気および薬理刺激した結果、動物があくびをする（図1）。通常、室傍核では、外部からの刺激を感じると副腎皮質刺激ホルモンが放出され、ストレス反応が生じる。つまり「室傍核を刺激」「あくび」とつながるのはあくびとストレスに何らかの関係があるからではないか。そこで、北氏はあくびの起こる仕組み、あくびの意義はどこにあるのかという点に着目した。

あくびとストレス反応

室傍核そのものは自律神経と関係しており、ストレスホルモンの中核であることは解剖学的見地からも実証されている。では室傍核を刺激してあくびが出るということは、あくびがストレス反応と関係していることを示すことになるのか。視覚への刺激、聴覚への刺激、痛みによる刺激。いくつかのパターンを伴った実験が行われた。

ラットの近くで掃除機をつけ、大きな音を立てた。あくびをする。洗濯バサミのようなものを用いて、痛みという刺激を与えた。やはりあくびをする。

さらにもう1つ。あくびには覚醒効果があるとされている。目覚めるときにあくびで覚醒させるのであれば、目覚め＝朝＝光に反応するのではないかと考え、視覚からの光による刺激も加えた。やはりあくびが出た。こうした結果から、北氏は「ストレス＝あくびと簡略的に結びつけることはできないまでも、一過性の刺激を与えるとあくびが出るということがわかりました。ヒトがあくびをするというときは、眠いときとか退屈とか、あまりいいイメージを持たれないのですが、実はあくびという呼吸行動は危険や緊急事態が生じたときに発せられるのではないかと考察する。

ではヒトの場合も同様なのだろうか。退屈な会議、激しい運動のあとの授業、そんな場面であくびが出るのはよくあること。北氏は言う。「でも本当に眠いときは寝てしまえばいい。あくびの前後では確かに後のほうが覚醒効果がありますので、本人の中では無意識ながら『起きていなきゃ』という行動の現れです。授業や会議で寝てもいいけど、その後は、相手からの怒りという危険が待っている。無意識ながら感じる



きた・いちろう氏

“危険”に対するサインかもしれませんね。あくび＝やる気がなく、ダラダラした状態、と考えるのではなく様々な考え方があろうだ。

メモ1

人間も“生あくび”といわれるあくびがある。朝礼時など、長時間起立したままの状態、気分が悪くなり倒れそうになる前にあくびが出ることもある。

起立性低血圧状態になり、脳内の血液が下がったことで低酸素状態を招き、酸素不足を補うためにあくびが出るのではないかと考えられるのが一般的な考えらしい。しかし北氏曰く「起立性低血圧の状態、数回のあくび程度で酸素不足を補い、脳内の空気が入れ代わるとは思えない。あくびそのものが空気の入れ換えをしているのではなく、あくびという行動が危険信号として現れているのではないかと。基本的に、生きていくために直接必要な行動ではないので、生体を守るための何らかの行動に関係していると考えられるのではないかと」

4

呼吸

呼吸は動きである フェルデンクライスメソッドにおける呼吸

深沢悠二

IFF公認インストラクター

本誌連載でお馴染みの深沢氏にフェルデンクライスメソッドにおける呼吸について聞いた。連載でも呼吸のレッスンを紹介していただいているが(本誌50号など)ここでは「呼吸は動きである」という同氏の言葉にそって話を進めていく。

フェルデンクライスメソッドと呼吸
まずフェルデンクライスメソッド(以下、フェルデンクライス)での呼吸とは?

フェルデンクライスの基本は気づきです。その気づきは具体的には、動きを通して行われます。いわゆる「動きを手がかりとしての気づき」(Awareness through Movement:ATM)が基本になります。

フェルデンクライスの動きの特色を要約しますと、次の通りになります。

- 1.動きをゆっくりと、小さく、穏やかに、繰り返す。
- 2.動かす箇所を意識しながらやる。
- 3.動きにあらゆる箇所を協力させる。
- 4.いつもと違う動きをする。
- 5.精一杯やらない、腹八分で、強すぎる目的意識を捨てる。頑張らない。
- 6.メリハリをつけてやってみる。

呼吸も動きですので、呼吸法も、当然フェルデンクライスの動きが基本となります。

まず、呼吸に関して2つのことを申し上げたいと存じます。

1つは呼吸は4つのサイクルであるということです。呼吸というのは4つのサイクルから成り立っており、吸うと吐くだけで

はありません。

吸う ポーズ(間) 吐く ポーズ

この繰り返しが呼吸です。一般にはポーズが無視されがちです。

2つ目は モーシェ・フェルデンクライス(注1参照)も繰り返し述べていますが、フェルデンクライスでは、普遍的な常に正しい呼吸法というものはありません。ケースによって、人によって、呼吸は違わなければならないということです。

それが自分に合っているか合っていないかはどうやって決める?

それは呼吸自体が、カンフォタブルな(心地よい)あるいはイージーで(気楽な)強制されていない感じであればいい動きです。

すると、一般的にはアンカンフォタブルな呼吸をやっていることが多い?

そうですね。しかも、それに気がついていないのです。一般的にみますと、これは以前の私もそうなのですが、息を吸ったり吐いたりするのにブレーキをかけてやっているんですよ。どういうことかと言うと、精一杯やりすぎている。必要以上に気道を締めている。首に力を入れたりして喉を狭くしている。そのブレーキを外せば心地よくて、楽な動きができると思うのですがね。

フェルデンクライスでは3000以上のレッスンがあるそうですが、呼吸のレッスンはその中でいくつくらいありますか?

呼吸に関するレッスンとして私が知っているだけでも10近くあります。



ふかざわ・ゆうじ氏。今年「傘寿」を迎えたが、矍鑠としている

具体的にフェルデンクライスでの呼吸法とは?

1.まずスキャンニングします。

立っていても、横になっていても、同じですが、床に寝た状態で説明します。(両脚を伸ばしたままでも、両膝は立ててもどちらでも結構です)

現在の呼吸を観察します。どこで呼吸をしているか、吸うときの長さで吐くときの長さは同じか、吸うのと吐くのとどちらが楽か、吸ったとき動くのは、胸か、お腹か。吐いたときはどうか。

2.動き(呼吸)はゆっくりとします。

3.大きさより、質に重点を置きます。

精一杯呼吸しないで、容易な、楽な範囲で行います。動きが滑らかになるようにします。ゴツゴツとスムーズでないときは、もっと小さく、そしてもっとゆっくりやります。

4.動きはゆっくり繰り返します。繰り返しの回数は5~6回程度、それよりも少なくても多くても結構です。心地よさを基準

5

呼吸

「養生」のための呼吸法 陰陽五行説、導引の考え方に基づく呼吸

成澤正治

日本武術中心・横浜武術院代表 URL:www.jitw.net

成澤氏は、13歳から武術を始め、中国での実践・研究を継続、太極拳など競技会でも活躍、東京・横浜などで指導に当たっているかたわら、現在でも中国と日本を盛んに行き来している。ここでは、古代から伝わる中国の考え方をもとに成澤氏が実践、推奨する呼吸について紹介していただく。

成澤氏は、長い競技生活を送ったが、武術では消耗が激しく、その体力の消耗をいかに回復させるかを考えてきた。あるとき、恩師とする上海体育学院の武術教研室の先生から、中国後漢の時代に馬王堆三号漢墓から出土した布に描かれた運動図の復刻版を見せられた。

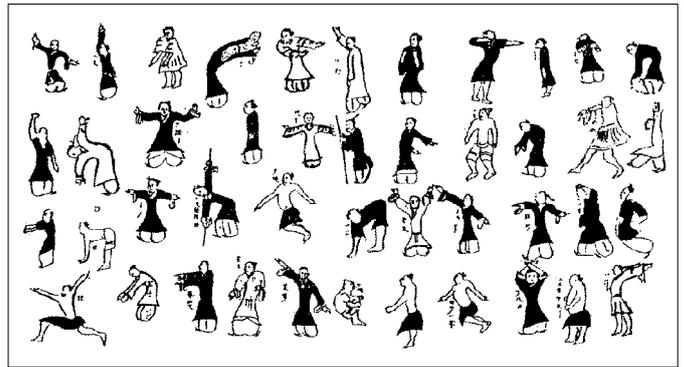
「それは『馬王堆導引図』(まおうたいどういんず、図参照)と呼ばれ、気功のルーツとも言われている有名なものです。それをみて、ここにすべてがあると思いました。ちょうど競技をやめたときで、身体のあちこちに後遺症のようなものが残り、これは通常の医療やり八ピリ、太極拳だけでは治らないと思いました」

自ら学んだものを実践していくなかで、動作を整理し、アレンジを加えたもの、「養生導引操13勢(動作)」(月刊トレーニング・ジャーナル2002年10月号P.24～29に収録)を完成させたのは2002年のことである。「養生」とは「生を養い」、「導引」とは「導気命和、引体会柔(気を導き和ませ、身体を引き伸ばすことでほぐれる)」という故事からの引用で、「導」と「引」、そして体操の「操」を合わせたものが「養生導引操13勢(動作)」である。

「この導引について、自分で実践していくうちに、武術のルーツと気功のルーツは同じだと気がつきました。そこには、傷めやすいところ、つまり頸椎、股関節を中心にした尾椎、そしてその間にある命門(めいもん)と呼

ばれる腰椎の部分、この3つの関節(つぼ)を刺激し、背骨の位置を修正するという動作が含まれています。

それと同時に、達磨が伝えたという少林寺拳法の気功に易筋経(えききんきょう)というのがあり、これはもともとはヨガだったそうですが、これと洗髓経(せんずいきょう)がセットになりました。それと日本でも盛んに行われている八段錦(はちだんきん)も含め、動作の共通点、どういう刺激をどう流すかということを改めて見直したときに、基本的には同じことをやっていると思ったのです。つまり基本的には、『ねじる、のばす、ささえる』この3つの動作からできている。これによって筋のすじを引き上げることができ、同時に毛細血管も引き上げられる。そのねじる、のばす部分を端から端までつないでいくと螺旋になり、ねじりがどんどん伝わっていく。この動作をやり終えたあとは、のばされた状態が戻っていく。健康法と呼ばれるものは、ここに集約されるということに気がついたのです。そしてどの動作がどういう目的なのか言葉で現せるもので構成したのが養生導引操13勢です。これはのばすときに息を吸って、戻すときに息を吐く。例えば朝



馬王堆導引図

起きて腕をのばして、少しねじるようにして『のび』をしますが、それ自体が導引になっています。このように無意識によい動作を行っているものです。それができなくなっているのは、過剰な思考活動による疲労や身体的疲労によるものです。すると、からだに滞りが起きてくるのです」

健康法は、効いているというのが気のせいなのか、本当に何か変化しているのか、よくわからない。それをよくないと思ってきた成澤氏は、盛んに中国を訪れ、文献にも当たってきた。そこで、結局すべては『黄帝内経』(こううていだいけい)に行き着くと知る。

成澤氏の話は、中国の古典にも触れつつ、広い範囲に及んだが、以下、呼吸に焦点を当てた部分を紹介する(以下は、成澤氏の話のを要約したもの)。

なるさわ・せいじ氏。中国・上海体育学院 安徽省体育運動学校、湖北省体育運動学校、北京市什刹海体育運動学校、中国武術研究院などで武術を学ぶ。92、96、97、99年全日本武術太極拳選手権大会、対練競技優勝、個人種目では95年通臂拳にて優勝。その他、長拳、刀術、棍術などで多数入賞。00年、第5回アジア武術選手権大会日本代表。現在、横浜武術院・武術隊を指導。04年、第7回上海国際武術博覧会にて特別優秀賞を受賞