

## 呼吸法の実験的研究 (1)

山西 哲 郎

群馬大学教育学部 保健体育研究室

(1977年9月30日受理)

## Experimental Studies of Breathing Method (1)

Tethuro YAMANISHI

*Department of Health and Physical Education, Faculty of Education, Gunma University*

*Maebashi, Gunma 371, Japan*

(Received Sept. 30, 1977)

We report the result of some measurements on the breathing methods, and discuss them in this paper. We divided the breathing methods among normal breathing, mouth breathing and nasal breathing. The subjects all males were ordinary 11 adults and trained 9 middle and long distance runners. Work was given to the subjects on a bicycle ergometer with the load progressively increasing up to maximal level and the 1500 meter run.

The results were as follows:

- 1) Oxygen uptake and heart rate per minutes was not different among three breathings.
- 2) Respiratory frequency and Ventilation volume in nasal breathing was lower values than those in the other breathings.
- 3) Ventilatory equivalent ( $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ ) in nasal breathing was lower than those in normal and mouth breathings.
- 4) Performance time in bicycle ergometer and the 1500 meter run was the best in normal berathing and lowest in nasal breathing.

### 緒 言

呼吸の目的は体細胞の代謝に必要な酸素を与え、酸化の結果、発生する炭酸ガスを排除することである<sup>1)</sup>。そして、運動の量や強度が大になるに従い、安静の何倍もの激しい呼吸が必要になってくる。特に、長時間にわたる長距離走においては、酸素を十分に摂取しなければならず、呼吸の方法に重要な条件を含んでくる。その条件とは呼吸量が多いことと、呼吸の効率の良いことがあげられよう。

呼吸の方法を考えると、次のことに大別できよう。

(A) 呼吸のリズムのちがい

(B) 呼吸の気道のちがい

(A) については古藤<sup>2)</sup>らが酸素摂取量や酸素摂取率、そして、Performance から4歩一呼

吸が最も望ましいとしている。また、オゾーリン<sup>3)</sup>らは呼吸相のほうに注意の力点をおくべきだとしている。

(B) については白岩<sup>4)</sup>らや渡部<sup>5)</sup>の鼻閉塞の研究から鼻閉の呼吸運動に及ぼす影響を調べている。

本研究は(B)の立場から、口腔を通しての口呼吸と鼻腔を通しての鼻呼吸を比較することとした。全身持久力を十分に要する運動種目を、長距離走者と一般人に与え、両呼吸のちがいをみるものである。心肺機能に及ぼす影響については自転車エルゴメーターの負荷テストによって調べ、Performanceについては1500m全力走を行なうことによって、比較検討をした。

## 方 法

### 1. 呼吸の条件

呼吸を正常呼吸・口呼吸・鼻呼吸の三種類に分けた。

- ・正常呼吸は自然な方法であり、口と鼻の両者によって行なった。
- ・口呼吸は鼻腔間に脱指綿をつめ、絆創膏で覆い、鼻腔では呼吸が全くできないようにした。
- ・鼻呼吸は口を閉じ、口で呼吸ができないように絆創膏で止めた。

### 2. 被検者

- ・一般成人男子(年齢27才~34才) 11名
- ・長距離走者(年齢18~33才) 9名

一般成人男子は健康で、十分に激しい運動に耐えるものとした。

長距離走者は5000mのタイムが16分30秒から15分15秒で、競技年数は3年以上であった。

### 3. 実験方法

- ・自転車エルゴメーターの漸増負荷法により、毎分50回転の速度でペダルを踏ませた。一般男子群は作業強度が300kgm/分から、長距離走者群600kgm/分から始め、2分ごとに300kgm/分増加させ、900kgm/分以後は150kgm/分の増加とし、ペダルが踏めなくなるまで続けさせた。
- ・長距離選手群の5名だけ、1500m全力走を陸上競技場で三呼吸法に分けて行なった。

### 4. 測定方法

自転車エルゴメーターの負荷方法はフクダ式メタボラー(型式BMS-600)により、安静、運動、回復を連続的に記録し、呼吸数、換気量、酸素摂取量などをまとめた。また、心拍数は、胸部誘導のテレメーター方式(三栄測器製)によって求めた。

トラックでの1500m走はテレメーター方式によって疾走中の心拍数の変化を求めた。

結 果

1. 自転車エルゴメーターによる三呼吸法の比較

Performance としての exhaustion time は表 1 に示してある。一般人と長距離走者の両群ともに、鼻呼吸のタイムが最も低い傾向であった。図 1 と図 2 は換気量、酸素消費率を各種作

表 1 自転車エルゴメーターテストと 1500 m 走の Performance

Breathing Method	bicycle-ergometer		1500meter run
	Non-athletes	Runners	
Normal	9'31"	10'30"	4'22"4
Mouth	9'22"	9'45"	4'27"0
Nasal	8'43"	9'40"	4'44"6

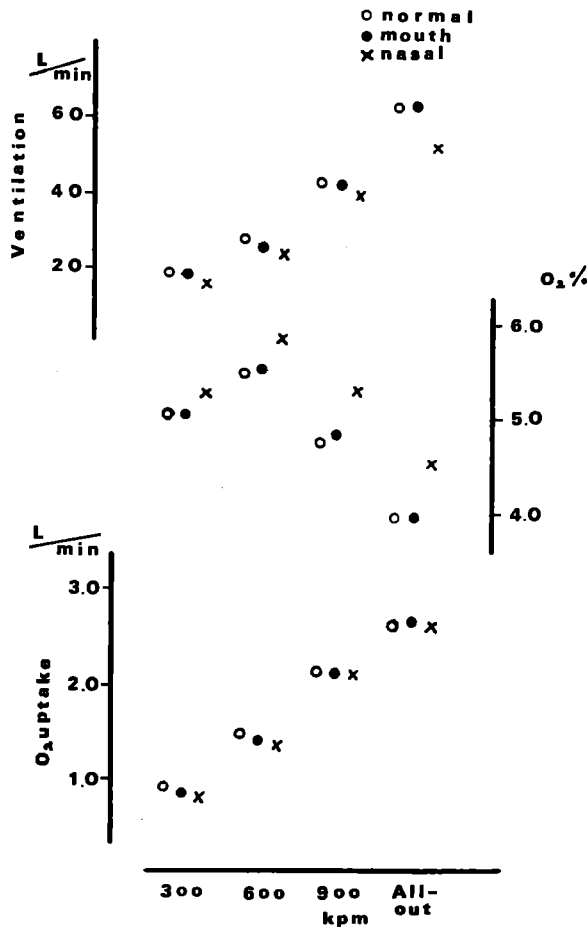


図 1 一般人の呼気量・酸素消費率・酸素摂取量の変化

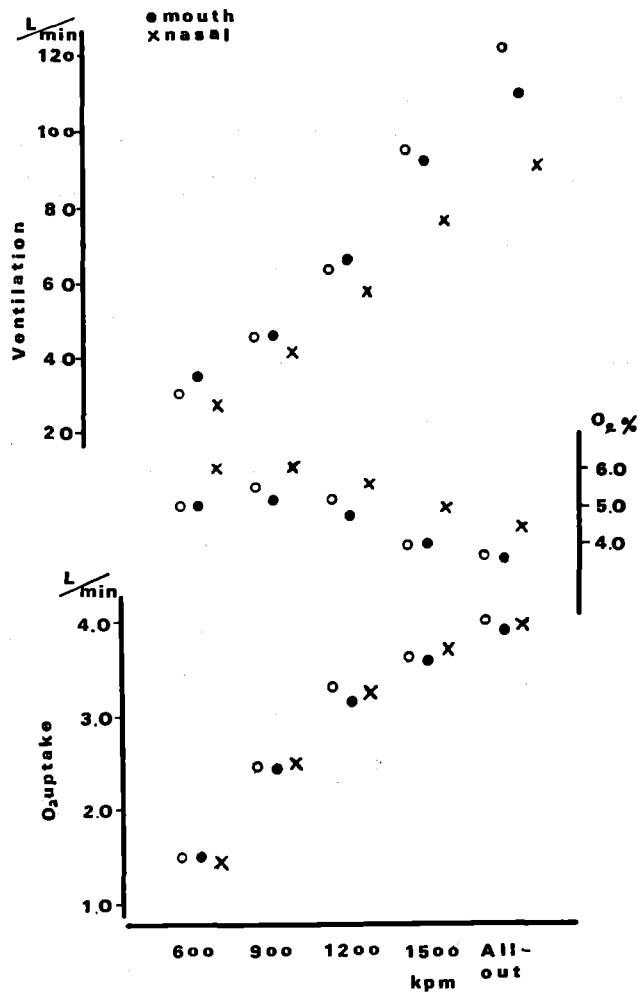


図2 ランナーの呼吸量・酸素消費率・酸素摂取量の変化

業強度によって三呼吸法のちがいをみたものである。各種強度により酸素摂取量は三呼吸ともほぼ同値を示し、一般人群、走者群とも同じ傾向を示した。しかし、酸素消費率と換気量においては、両群ともに、三呼吸法に差がみられた。すなわち、酸素消費率は 300 kpm/分から最大値に至るまで、正常呼吸と口呼吸に比し、鼻呼吸はいずれも高い割合を示している。つまり、鼻呼吸は非常に効率が良いことが考えられる。一方、換気量は口呼吸と正常呼吸が鼻呼吸に比べて多く、その間には有意差が認められた。(P<0.05)、特に、負荷強度が強くなるにつれ、その傾向は著しく、酸素消費率とは、反対の結果となった。

負荷強度が強くなるにつれて、口呼吸は正常呼吸に似た値を示し、激しい呼吸では、口腔を中心に行なうことが考えられる。

図3は走者群の呼吸数の変化をみたものである。鼻呼吸に対し、正常呼吸と口呼吸が多い回数を示し、換気量は呼吸数に依存していることがうかがわれる。

図4は酸素摂取量の最大値を口呼吸と鼻呼吸でみたものであるが、一般人群は口呼吸、走者群では鼻呼吸の方が被検者数が多かったが、有意差は認められなかった。これに対し、換気量の最大値は20名中、16名が口呼吸の方が多かった。(P<0.05)

心拍数については、いずれの呼吸法においても差はほとんどみられなかった。

単位酸素摂取量を得るに必要な換気当量 ( $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ ) は呼吸の効率の指標となるものである。図5のように、鼻呼吸法の換気当量は各種強度ともに、口呼吸法より低い結果となり、5%の水準で、有意差が認められた。つまり、酸素消費率と同様に、鼻呼吸法は有効換気量が高く、効率が良いことが考えられる。

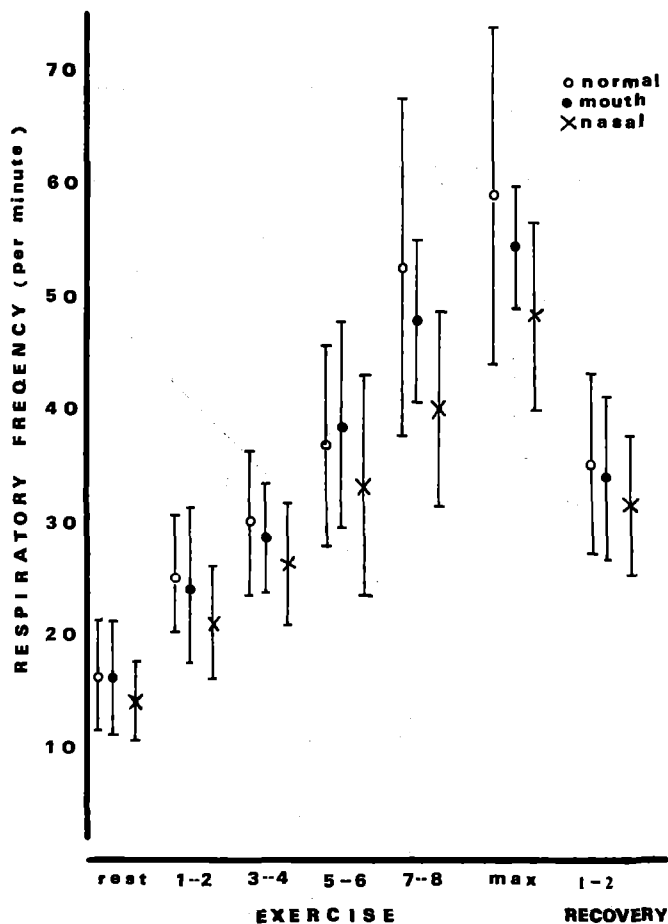


図3 ランナーの呼吸数の変化

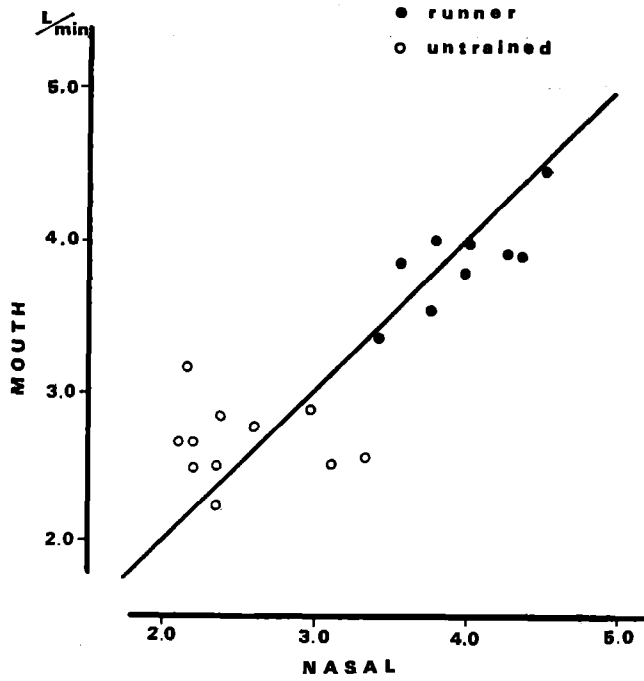


図4 酸素摂取量(最大値)の口呼吸と鼻呼吸の比較

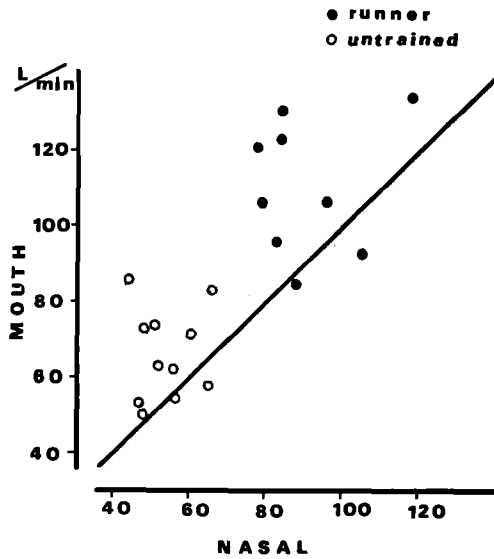


図5 換気量の口呼吸と鼻呼吸の比較

2. トラック走における三呼吸法のちがい

陸上競技の中・長距離走者(18~20才)5名を自転車エルゴメーターテストと同様の方法で1500m全力走を行なった。スタートから、300,400,700,800,1100,1200,1500mの通過タイム

とゴール・タイムを計測するとともに、テレメーター方式で、胸部誘導による心電図も測定した。その結果が表1と図7である。1500mのタイムは5名ともに、正常呼吸法であり、つづいて、口呼吸、鼻呼吸であった。これは、自転車エルゴメーターテストの exhaustion time と同じ傾向であり、その差はそれ以上に著しいものがあった。心電図より求めた心拍数は正常呼

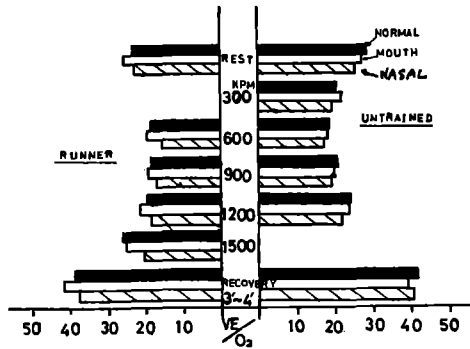


図6 各呼吸法の換気当量の変化

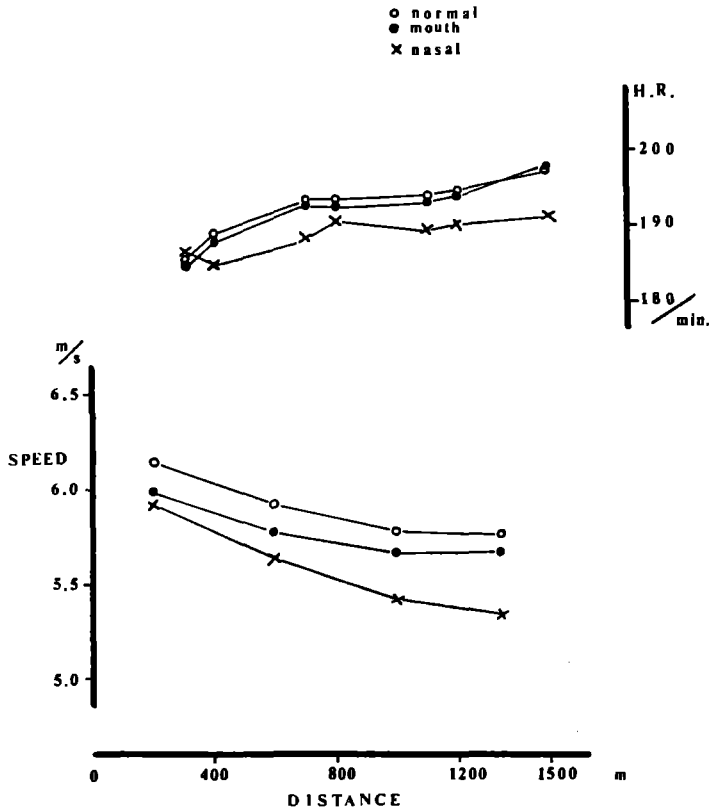


図7 1500 m 走における心拍数とスピードの変化

吸と口呼吸は各区間ともにほぼ同じ値をもって変化している。しかし、鼻呼吸はこの二法より3～5拍/分、少ない値を示している。また、前者の二法がスタートから、ゴールまで、心拍数は漸増しているのに対し、鼻呼吸は800m以後の増加はほとんどみられず、ランニングスピードの低下と一致した傾向がみられた。鼻呼吸では被検者が、呼吸困難となり、スタート直後のスピードの維持ができず、追い込めなかったと思われる。

## 考 察

中島<sup>6)</sup>はマウスを用いて、鼻呼吸が正常呼吸であるマウスに口呼吸をさせると、呼吸が抑制されることを確認した。しかし、人間と、これら哺乳動物の場合を比較してみると、口呼吸の有無に相当の違いがある。動物では口腔は、解剖学的にも、機能的にも補助的な役割をしているだけである。一方、人間は口腔を通じての呼吸はきわめて容易となり、口腔は有効に共鳴させ、発声器官は実にすぐれている<sup>7)</sup>。結局、口腔による呼吸が補助的な役割だけにとどまっていなると考えられる。

本実験は呼吸を激しくともなう全身持久性運動において、口呼吸と鼻呼吸の役割がどう変わっているかを見ようとしたものである。そして、一般人と日頃、呼吸系機能をトレーニングし、すぐれていると考える中・長距離走者を比較するものであった。

自転車エルゴメーターテストにおいて、同じ負荷強度では、酸素摂取量はほぼ同じ値を示したが、換気量は口呼吸が、酸素消費率は鼻呼吸がすぐれていた。これは、口呼吸の量に対して、鼻呼吸の質で、運動に必要な酸素を摂取しているといえよう。鼻呼吸の換気量が少ないのは、気道抵抗の問題であり、鼻から呼吸するときの空気抵抗は、口からの場合の2～3倍大きい<sup>8)</sup>。また、口呼吸は正常呼吸、つまり、口も鼻も自然に用いる呼吸に近く、有酸素的な激しい運動においては、口を用いた呼吸が中心であり、自然であることが認められた。このことは、自転車エルゴメーターテストや1500m走におけるタイムにも、鼻呼吸が著しく悪い結果を示していることから理解できよう。負荷強度や走速度の増大による酸素摂取量の増加は換気量の影響が大きいことから考えられる。

呼吸数をみれば鼻呼吸は少なく、これも換気量に対する限定因子の一つとなっている。それは、一回換気量からも、ほぼ、同じ値をみることができた。以上の傾向は、一般人より、中・長距離走者に一段と明確となっていた。

しかし、鼻呼吸の量的な制約にあるが、口からの呼吸は浅く、吸気は肺尖までいかない<sup>9)</sup>ことを考えれば、もう一度検討する必要がある。被検者の選択、発育途上にある児童、そして、人種のちがいが等によって、随分、この傾向も変わってくることも考えられる。

また、負荷強度の程度によって、口と鼻を使いわけられることも考えられる。つまり、安静や軽



い負荷では、鼻を通して、ゆっくり、深い呼吸をし、鼻腔内にある三叉神経にたえず刺激を与えることである。また、激しい負荷では、換気量が多くとれるように、口で呼吸する方が好ましいであろう。

## ま と め

呼吸は他に胸筋や横隔膜といった筋によってもかなりの影響を受けているため、個々の要因だけをとりあげるだけではなく、総合的に巾広くとらえ、トレーニングしてゆく必要があろう。できれば、口呼吸、鼻呼吸の役割を十分に知り、両者を大いに用い、鍛えてゆけば、さらに、呼吸系の機能は伸ばすことができよう。

呼吸の仕方の一つとして、口だけによる口呼吸と鼻だけによる鼻呼吸、そして、自然な方法による正常呼吸のちがいを実験した。

安静や軽い負荷ではほとんど差はみられなかったが、最大負荷運動では、鼻呼吸は成績が悪くなった。これは換気量と呼吸数が少なく、呼吸が抑制されることが認められる。しかし、その反面、鼻呼吸は酸素消費率や換気当量といった呼吸の効率はすぐれていた。これらの傾向は一般人より、呼吸機能にすぐれている中・長距離走者に明確な差をもって認められた。

以上のことから、有酸素的な運動は、口と鼻の両者を十分に活用すれば、呼吸をより促進させ、さらに良い成績を得ることができると考えられる。

本研究の一部は、日本体育学会第27回大会で口頭発表した。なお、群馬県衛生研究所の中島克行先生に懇切丁寧なご指導と協力を頂いた。ここに感謝の意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) P. V. カルポビッチ：猪飼，石河訳，運動の生理学（ベースボールマガジン社，1963）p. 137
- 2) 古藤高良ら：疾走（中・長距離）における呼吸リズムの研究 体育学研究（1970）
- 3) V. M. ザチオルスキー：猪飼・渡辺訳，スポーツマンと体力（ベースボールマガジン社 1972）p. 177
- 4) 白岩俊雄：鼻閉塞に関する臨床的研究 耳喉 25巻-10号（1953）p. 16~21
- 5) 渡部三郎：鼻閉塞の呼吸運動に及ぼす影響 目耳鼻咽喉科学会会報 59-4（1956）p. 513~521
- 6) 中島克行・土屋 哲・原田賢治：鼻孔閉鎖による口呼吸マウスについて。実験動物 23（1974）p. 225~227
- 7) 香原志勢：人類生物学入門（中央公論社 1975）p. 180
- 8) P. O. オストランド：運動生理学（大修館 1974）p. 146
- 9) 石井喜八：最大酸素摂取量の間接測定 身体運動の生理学（杏林書院 1973）p. 377~379