

深呼吸，息こらえによる末梢循環動態の変化

森 英俊・西條 一止

I はじめに

鍼灸臨床研究の一環として，呼吸と心拍リズムとがどのような関係にあるかを明らかにする目的で前回はまず，深呼吸，息こらえならびに安静時呼吸数の心拍数に及ぼす影響について報告した。

そこで，今回は呼吸，心拍数に末梢循環動態の指標として，脈波，皮膚温，深部温を加え深呼吸，息こらえ時の生体反応を観察し検討したので報告する。

II 実験対象および実験方法

1. 実験期間

昭和55年3月14日～3月18日

2. 実験対象

年齢23～38歳の健康成人男子10名である。

3. 実験方法

1) 観察方法

呼吸の変化を呼気と吸気の温度差によるサーミスタ呼吸ピックアップ（日本光電K. K. 製 TR-612T）で，鼻孔にとりつけ，心拍数の変化を心拍タコグラムで，脈波波高値（振幅）の変化を脈波ピックアップ（日本光電K. K. 製 MPP-3）で，右第二指腹と右第二趾腹に装着し，ポリグラフ（日本光電K. K. 製 RM-6000）で観察した。皮膚温の変化をサーモグラフィ（日本電子K. K. 製 サーマモビュアMC）で，右前腕部および手部を撮影した。深部温の変化をコアテンプ（テルモK. K. 製 DCC-1）で，右前腕前面中央（郄門穴）と胸骨下端と臍の中央（中脘穴）に深部温プローブ（PD-3型）を装着し，深部温を測定した。

2) 実験条件

ベッドに安静臥床させた後，心拍リズムおよび脈波波高の安定するのを待って，安静時（コント

ロール）の記録をとり，次に深呼吸5回/分させた後5分間記録し，安定するのを待って，同様にコントロールの記録をとり，息こらえをさせた後5分間記録した。息こらえ時間は息をこらえてからこらえていられなくなるまでとした。

実験中の室温は25～30℃である。ただし，1症例の室温変動は1℃以内である。

3) 原図の処理方法

深呼吸・息こらえをする前1分間をコントロール値とし，深呼吸・息こらえ中を深呼吸・息こらえ値とし，深呼吸・息こらえ直後から30秒後までを深呼吸・息こらえ直後値とし，以下30秒から1分後までを30秒値，1分から1分30秒後までを1分値，2分から2分30秒後までを2分値，3分から3分30秒後までを3分値として分析した。

III 実験成績および考察

1. 深呼吸について

図1は，深呼吸時の成績原図である。深呼吸時における心拍数の変化については前報¹⁾において述べたが，図に見られるように呼吸とともに大きく変動し，深呼吸中をトータルすると平均値は上昇する。

今回のデータにより10例平均で見ると（図2），心拍数は深呼吸値をピークに以後経時的に下降する。コントロール値が 69.69 ± 8.09 拍（平均値±標準偏差値），深呼吸値 82.41 ± 6.23 拍，直後値 79.84 ± 7.97 拍，30秒値 76.00 ± 6.75 拍，1分値 75.37 ± 7.38 拍，2分値 74.35 ± 9.06 拍，3分値 72.10 ± 7.01 拍であった。コントロール値に対して深呼吸値は危険率0.1%で，深呼吸直後値，30秒値，1分値は1%で，2分値は2%で，3分値は5%でそれぞれ有意に増加している。

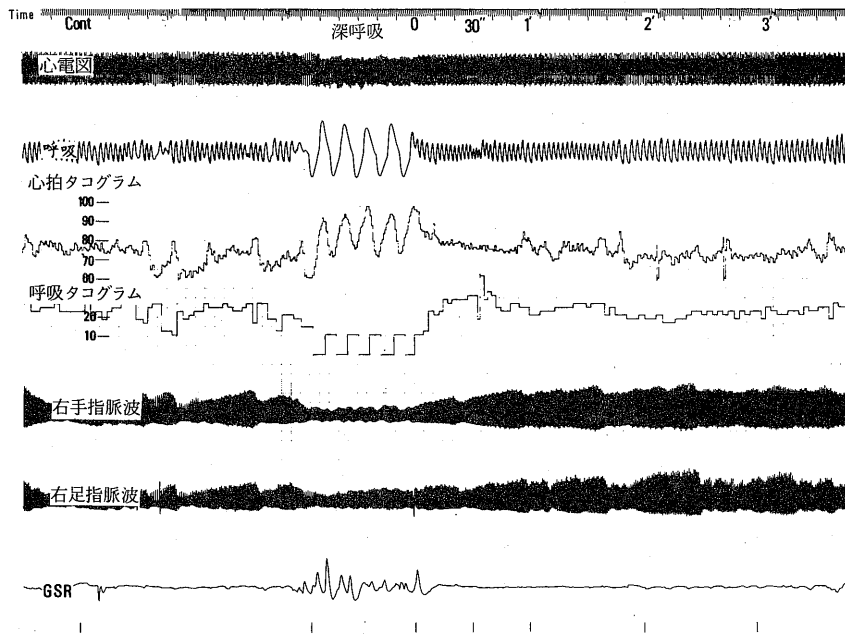


図1 深呼吸時の成績原図

心拍数は深呼吸中吸気時に増加し、呼気時に減少した。トータルすると平均値は上昇する。
脈波波高値は手、足ともに波高値が減少し、深呼吸後増大する。

次に末梢循環の状態を検討する。図1に見られるように脈波波高値は深呼吸中、手、足ともに波高値が減少し終了後増大する。

10例の平均値で見ると(図2)、コントロール値に対して深呼吸値が0.69倍、直後値が0.99倍、30秒値が1.07倍、1分値が1.09倍、2分値が1.12倍、3分値が1.11倍である。

脈波波高値の回復は2分値にピークが見られる。またコントロール値に対して深呼吸値は危険率0.1%で有意に減少している。

図3は、症例別の深呼吸による脈波波高値の変化である。手指脈波では1例を除き、深呼吸中は脈波波高値が小さく、深呼吸後脈波波高値が大きくなり9例が3分後においてもコントロール値よりやや増大したところにある。しかしこれは、実験期間が3月中旬、室温25~30°Cただし1症例の室温変動は1°C以内という実験条件等を考慮すると新しい安定状態と考えるべきか、安定値よりいまだ増大した状態であるかは判断できない。

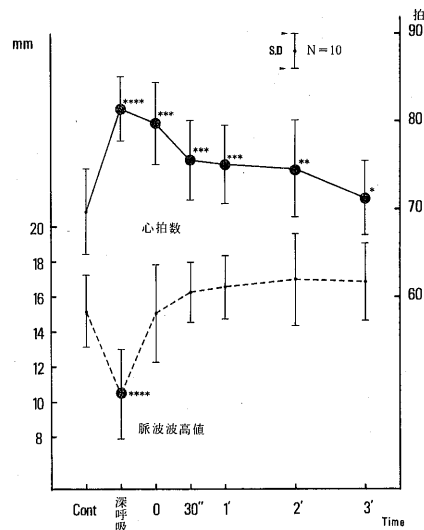


図2 深呼吸による心拍数と脈波波高値の変化

心拍数は深呼吸中、平均13拍増加し、脈波波高値は一過性に有意に減少し、速やかに回復する。

* $p < 0.05$ ** $p < 0.02$ *** $p < 0.01$

**** $p < 0.001$

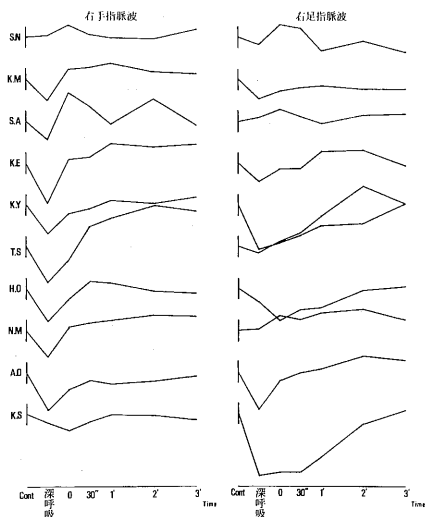


図3 深呼吸による脈波波高値の変化
手指脈波では1例，足指脈波では2例を除き，
深呼吸中，脈波波高値が減少した。

足指脈波は2例を除き，同様に脈波波高値が小さく，深呼吸後脈波波高値が大きくなり8例がやや増大している。

一方，サーモグラフィにより皮膚温から見ると(図4)，手指皮膚温は深呼吸により低下し，深呼吸後30秒から経時的に上昇した。

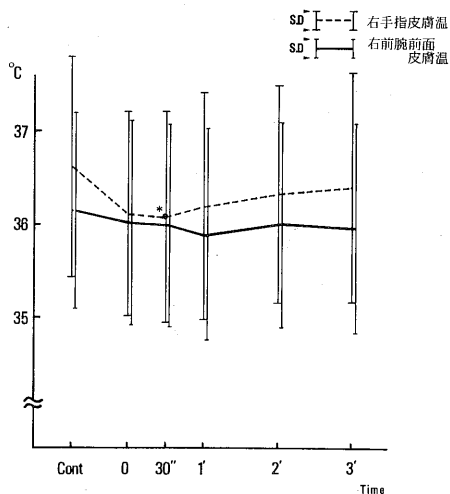


図4 深呼吸による皮膚温の変化(N=10)
深呼吸により手指皮膚温が30秒後に有意に低下した。
* $p < 0.05$

手指皮膚温はコントロール値が $36.62 \pm 1.18^{\circ}\text{C}$ ，深呼吸直後 $36.11 \pm 1.09^{\circ}\text{C}$ ，30秒後 $36.08 \pm 1.13^{\circ}\text{C}$ ，1分後 $36.19 \pm 1.22^{\circ}\text{C}$ ，2分後 $36.33 \pm 1.17^{\circ}\text{C}$ ，3分後 $36.41 \pm 1.23^{\circ}\text{C}$ であり，3分後にも温度レベルではいまだにコントロール値には復していない。またコントロール値に対して30秒後が危険率5%で有意に低下している。

前腕前面皮膚温では，3例を除き深呼吸直後皮膚温は低下した。

深呼吸により手指皮膚温が低下し，脈波波高値が小さくなったが，これらはいずれも手指末梢循環量の減少を示唆するものであり，深呼吸中は末梢血管が収縮し血液循環量が減少すると考えられる。

しかし，図5に見られるように前腕前面の深部温はほとんど変化していないので末梢循環の変化は，特に皮膚循環がそのほとんどをしめていると考えられる。

さて，深呼吸は横隔膜の運動により腹腔内圧に変化を与えるが，これがどのように作用しているかを知るために上腹部において深部温を観察した(図5)。

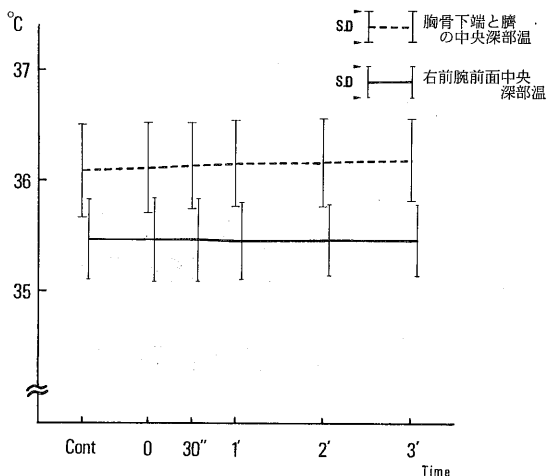


図5 深呼吸による深部温の変化(N=10)
胸骨下端と臍の中央深部温は統計学的有意差はみられなかったが，わずかに上昇した。前腕前面中央深部温は変化がみられなかった。

胸骨下端と臍の中央の深部温はわずかに上昇した。コントロール値が $36.09 \pm 0.42^{\circ}\text{C}$ 、深呼吸直後 $36.12 \pm 0.41^{\circ}\text{C}$ 、30秒後 $36.14 \pm 0.38^{\circ}\text{C}$ 、1分後 $36.16 \pm 0.38^{\circ}\text{C}$ 、2分後 $36.17 \pm 0.39^{\circ}\text{C}$ 、3分後 $36.20 \pm 0.37^{\circ}\text{C}$ であった。コントロール値に対して統計学的有意差はいずれもみられなかった。

著者は以前に深呼吸時における胸腹部の皮膚温をサーモグラフィにより観察したが、この時のデータでは腹部皮膚温が上昇し、胸部皮膚温は下降²⁾した。このことも合わせ考察すると腹部の循環に変化を与えていることを示しているものと思う。

全身の循環動態を調整することが物理療法の重要な治療メカニズムのひとつであるが、この点深呼吸は循環動態に変化を与える方法として有効なものであり、しかも図2に見られるように統計的に高い有意性 ($P < 0.001$) を示すところから、個体差なく生理的生体反応に基づいたものであることが考えられる。

2. 息こらえについて

図6は、息こらえ時の成績原図である。息こらえ時における心拍数の変化については前報¹⁾において述べたが、図に見られるように呼吸の停止とともに増減があり、息こらえ中をトータルすると平均値は上昇する。

今回のデータにより10例平均で見ると(図7)、心拍数は息こらえ値をピークに以後経時的に下降する。コントロール値が 73.44 ± 7.81 拍、息こらえ値 79.18 ± 8.06 拍、直後値 78.68 ± 6.05 拍、30秒値 75.91 ± 8.14 拍、1分値 74.72 ± 8.43 拍、2分値 74.45 ± 8.39 拍、3分値 73.33 ± 8.55 拍であった。コントロール値に対して息こらえ直後値は危険率1%で有意に増加している。

次に末梢循環の状態を検討する。図6に見られるように脈波波高値は息こらえ中手、足ともに波高値が減少し終了後増大する。

10例の平均値で見ると(図7)、コントロール値に対して息こらえ値が0.58倍、直後値が0.66倍、

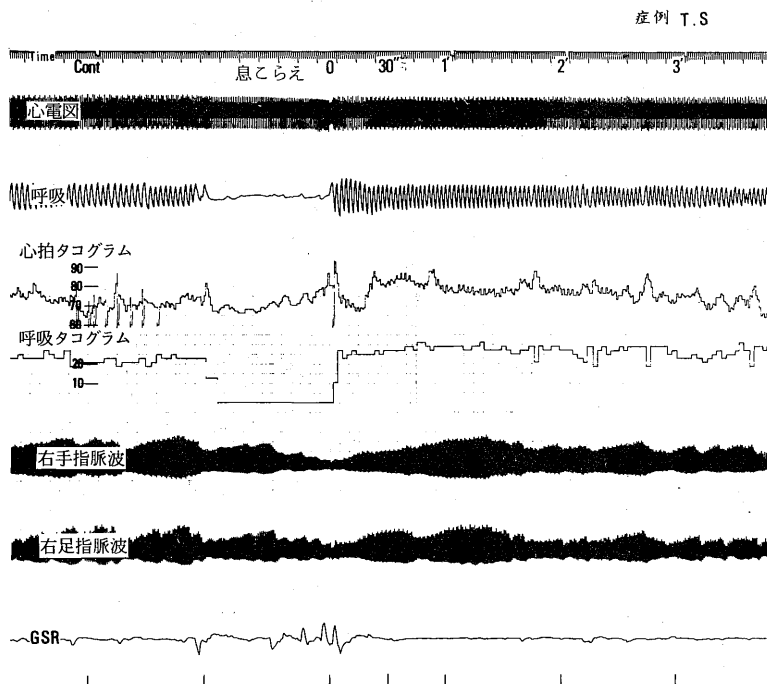


図6 息こらえ時の成績原図

心拍数は息こらえ中前半減少し、後半増加した。トータルすると平均値は上昇する。
脈波波高値は手、足ともに波高値が減少し、息こらえ後増大する。

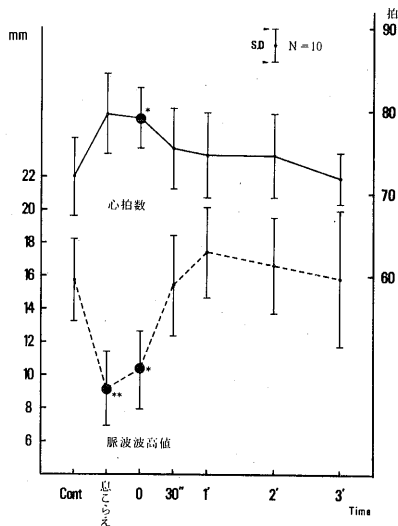


図7 息こらえによる心拍数と脈波波高値の変化
心拍数は息こらえ中平均6拍増加し、脈波波高値は息こらえ中、直後と有意に減少した。
* $p < 0.01$ ** $p < 0.001$

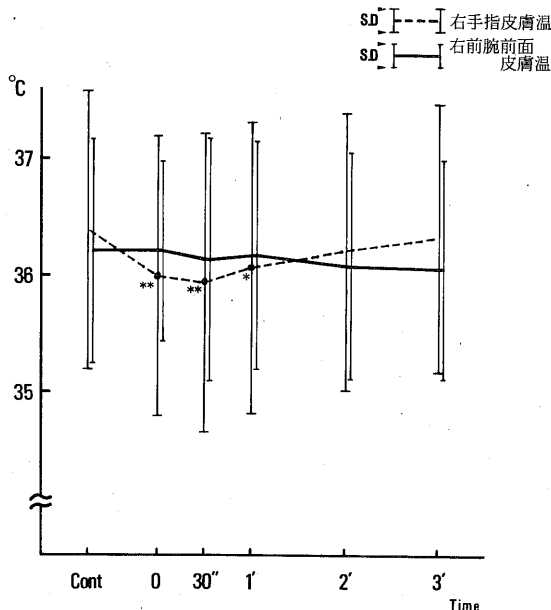


図8 息こらえによる皮膚温の変化 (N=10)
息こらえにより手指皮膚温が有意に直後に、30秒後、1分後と低下した。
* $P < 0.01$ ** $P < 0.001$

30秒値が0.98倍、1分値が1.11倍、2分値が1.06倍、3分値が1.01倍である。

脈波波高値の回復は1分値にピークが見られる。またコントロール値に対して息こらえ値は危険率0.1%で、息こらえ直後値は1%でそれぞれ有意に減少している。

一方、サーモグラフィにより皮膚温から見ると(図8)、手指皮膚温は、息こらえにより低下し、息こらえ後30秒から経時的に上昇した。

手指皮膚温はコントロール値が $36.39 \pm 1.19^{\circ}\text{C}$ 、息こらえ直後 $35.99 \pm 1.20^{\circ}\text{C}$ 、30秒後 $35.94 \pm 1.28^{\circ}\text{C}$ 、1分後 $36.07 \pm 1.25^{\circ}\text{C}$ 、2分後 $36.22 \pm 1.19^{\circ}\text{C}$ 、3分後 $36.34 \pm 1.15^{\circ}\text{C}$ であった。またコントロール値に対して息こらえ直後、30秒後は危険率0.1%で、1分後は1%でそれぞれ有意に低下している。

前腕前面皮膚温では、息こらえ直後2例が低下した。

腹腔循環を見ることはむずかしいが、息こらえによりどのような状態になるか知るために上腹部において深部温を観察した(図9)。

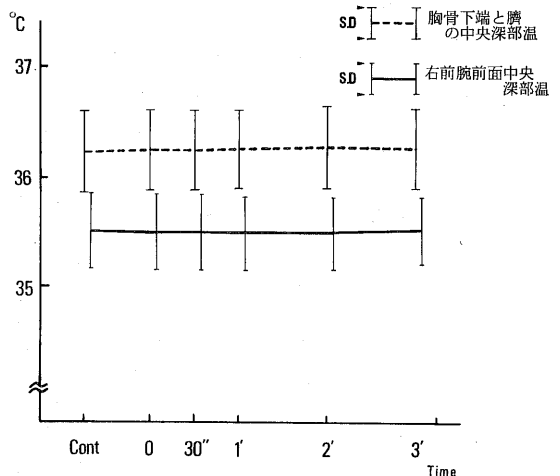


図9 息こらえによる深部温の変化 (N=10)
胸骨下端と臍の中央深部温と前腕前面中央深部温はともに変化がみられなかった。

胸骨下端と臍の中央の深部温と前腕前面中央の深部温はともに変化はみられなかった。

脈波波高値は息こらえ値、直後と有意に減少し、波高値の回復が遅れ、手指皮膚温が息こらえ後から1分値まで有意に低下し、また深部温には変化がなかったが、これらは手指末梢皮膚循環量の減少を示唆するものであり、息こらえは図7に見られるように心拍数の変化に個体差が大きい、末梢脈波波高の減少持続時間が長いことなどから深呼吸と比べると循環系に対して機能を攪乱する負荷刺激になっているものと考ええる。

深呼吸と息こらえについて合わせ考察すると、心拍数については、深呼吸の方はすべて有意差のある反応を示し、深呼吸中心拍数の増加が平均7拍多かった。脈波波高値については、深呼吸・息こらえ中とも減少するが、深呼吸の方が一過性に減少し、速やかにもとに戻り、増大する。また息こらえの方が減少が大きく、息こらえすることにより減少している時間が深呼吸より30秒長く持続している。

IV まとめ

深呼吸において

1. 心拍数は深呼吸中平均13拍増加した。
2. 脈波波高値は深呼吸中一過性に有意に減少し、速やかに回復する。
3. 手指皮膚温が30秒後に有意に低下した。
4. 胸骨下端と臍の中央の深部温は統計学的有意差はみられなかったが、わずかに上昇した。深呼吸中に前腕部深部温には変化を起こさずに末梢皮膚循環量の減少が見られる。

息こらえにおいて

1. 心拍数は息こらえ中平均6拍増加した。
2. 脈波波高値は息こらえ中、直後と有意に減少し、深呼吸より波高値減少の持続時間が長い。
3. 手指皮膚温が有意に直後、30秒後、1分後と低下した。
4. 胸骨下端と臍との中央の深部温は変化が認められなかった。

参考文献

- 1) 森 英俊, 西條 一止: 深呼吸, 息こらえならびに安静時呼吸数の心拍数に及ぼす影響について. 心身障害学研究, 4(1): 1, 1980.
- 2) 森 英俊: 深呼吸による末梢循環動態の変化. 日本東洋医学系物理療法学会誌. 4: 1, 1978.

Changes of the peripheral circulation due to deep breathing and breath holding

Hidetoshi Mori and Kazushi Nishijo

As a part of clinical studies on acupuncture, reactions of a living body at deep breathing and breath holding were studied in 10 healthy men by observing pulse wave, dermal temperature, and temperature at the deep site as indices for the peripheral circulatory changes in addition to respiration and heart rate.

At the deep breathing:

1. The heart rate was increased by 13 beats in an average during the deep breathing.
2. The height of pulse wave was significantly and transiently decreased during the deep breathing, but immediately improved on normal breathing.
3. The dermal temperature of the fingers of hands was decreased significantly 30 seconds later.
4. The temperature at the deep site of the area between the lower edge of the sternal bone and the umbilicus was slightly increased, but the increase was not statistically significant. During the deep breathing the amount of the peripheral circulation in the skin was decreased without any change in the temperature of the deep site of the forearms.

At the breath holding:

1. The heart rate was increased by 6 beats in an average during the breath holding.
2. The height of pulse wave was significantly decreased during the breath holding and immediately after that. The duration of reduction in the height of the pulse wave on the breath holding was longer than that on the deep breathing.
3. The dermal temperature of the fingers of hands was significantly decreased immediately after the breath holding and 30 seconds and 60 seconds after the breath holding.
4. There was no change in the temperature of the deep sites of the area between the lower edge of the sternal bone and the umbilicus.