

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

森 英俊・西條 一止

I はじめに

心拍リズムに対する呼吸の影響については Ludwig¹⁾ (1847年)の記載以来, Traube,²⁾ Fredericq³⁾ Foà,⁴⁾ Heymans⁵⁾らは中枢性の迷走神経興奮の吸気時抑制を唱え, Hering,⁶⁾ Saalfeld,⁷⁾ Anrep⁸⁾らは肺伸展反射説を主張した。また血行動態の関与を考へるものには, 静脈側の吸気時還流量増大をとりあげる Bainbridge⁹⁾の説と, 動脈側の圧受容器による反射機転を重視する Metthes,¹⁰⁾ Koepchen¹¹⁾らの考へがある。さらに, Levy¹²⁾らは中枢性に交感神経興奮の吸気時増大を唱え, Hoff¹³⁾らによっても同様に交感神経の関与を示唆する報告がある。しかし本態についてはいまだ定説に到っていない。同様に息こらえに際して, 心拍数の増加と減少の起こる機序についても明らかにされていない。

一方東洋の修養法である禅やヨガなどでは呼吸の調整が非常に重要視されており, 石川¹⁴⁾らは, 自律訓練法や禅およびヨガの調息が心身両面の再調整を招来することと関連し, 呼吸運動の調整によって副交感神経を介して, 心拍を制御する可能性を明らかにした。

著者らは, 鍼灸臨床の場において動悸, 息切れなどの症状をもつ患者に遭遇し, 鍼治療により改善することをよく経験するが, その治効メカニズムは明らかでない。

そこで, 今回は, 呼吸と心臓リズムに関する鍼灸治効メカニズムを明らかにするために心臓リズムと呼吸について安静状態, 深呼吸, 息こらえにおける現象を観察したので報告する。

II 実験対象および実験方法

1. 実験期間

昭和54年2月6日~2月27日

2. 実験対象

年令21~33才の健康男女32名(男30名, 女2名)

3. 実験方法

1) 測定項目

タコグラム: 心電図第二誘導のR波の時間間

隔をグラフとして記録した。ペ

ーパースピードは1.5 mm/sec

呼吸曲線: 鼻孔にとりつけ, 呼気と吸気の温度差によるサーミスター呼吸ピックアップによって呼吸運動を記録した。

記録器は日本光電K.K.製ポリグラフを使用した。

2) 実験条件

ベットに安静臥床させた後, 心拍リズムおよび呼吸曲線の安定するのを待って, まず, 安静時の記録をとり, 次に深呼吸5回させた後3分間記録し, 安定するのを待って, 息こらえを行った後同様に3分間記録した。

III 実験成績および考察

図1は, 安静時における心臓リズムの成績原図である。呼吸周期と心拍リズムの関係は, 吸気に際して, 心拍リズムが短縮して, 心拍数は増加し, 呼気に際して, 心拍リズムが延長して, 心拍数は減少する。

安静時における心拍リズム変動の32例中の最大のものでは, ピークが73拍, 最低が59拍で14拍の変動幅を示し, 最小のものでは, ピークが68拍, 最低が66拍で変動幅2拍である。

また, 32例中31例において, 呼吸周期と心拍リズムが同調していた。特殊なケースが1例(図1の右)みられ, 呼吸周期と次の呼吸周期との間に心拍リズムの変動があり, 呼吸周期と心拍リズムが同調しなかった。

Hinderling¹⁵⁾(1968年)はヒトの心拍(心電図)と呼吸とが同期しているが, 人工呼吸時における呼吸運動と心拍との間にはこのような同期は認められないと報告している。

安静時の呼吸数と心拍数の関係を縦軸に心拍数, 横軸に呼吸数をとって図示すると, 図2のごとく分布する。1呼吸周期における心拍リズムの変動幅を縦の棒の長さで示してある。したがって棒の長いものは, 呼吸性の心拍リズムの動揺が大きいことを示している。呼吸数の少

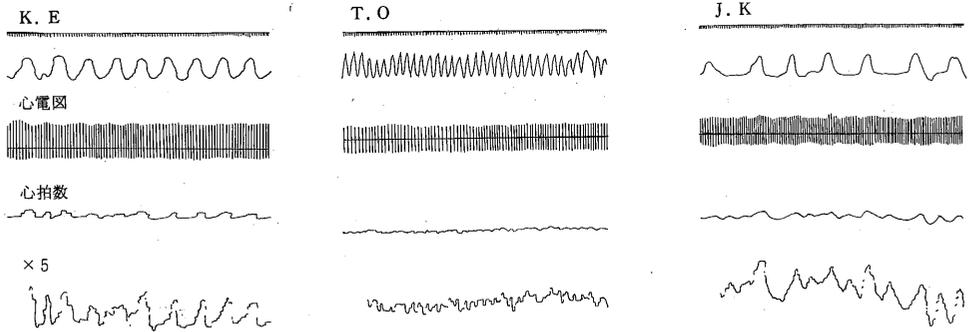


図1 安静時における心臓リズム

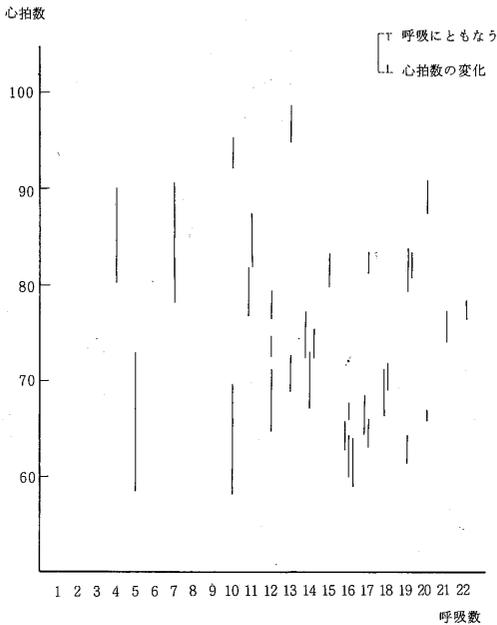


図2 安静時の呼吸数と心拍数

ないものにおいて、心拍リズムの変動幅が大きい。逆に呼吸数の多いものは、心拍リズムの変動幅が小さいことがわかる。特に、呼吸数が1分間10以下になると心拍リズムの変動幅が急激に大きくなる。

図3は、深呼吸をした時の成績原図である。吸気時に心拍数は増加し、呼気時に心拍数は減少する。

32例の平均では、安静時における吸気時の心拍数のピークは79拍で、呼気時が72拍平均76拍であったが、深呼吸による吸気時の心拍数のピークは91拍で、呼気時が72拍平均82拍であり、吸気時と呼気時の差は、安静時が毎分7拍であるものが、深呼吸時には19拍と2.7倍になる。しかも深呼吸により、平均6拍の心拍数の増加をみる。

図4に深呼吸時における心臓リズムについての成績原図を示した。まず、心拍リズムをみると、上段はリズムカルに増減しているもので、32例中29例がこの様なリズムカルな心拍リズムの変動を示した。下段の左は、階段上に増加する心拍リズムを示し、3例がこのパター

M.Ma

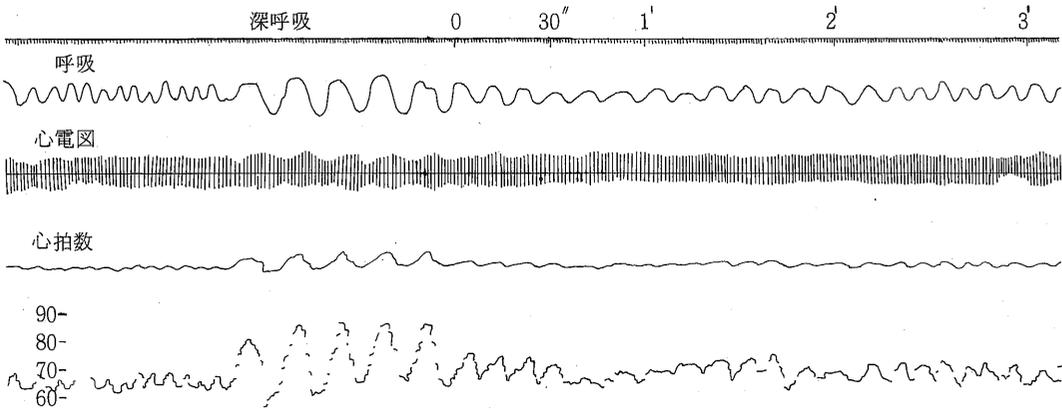


図3 深呼吸時の心拍数変化

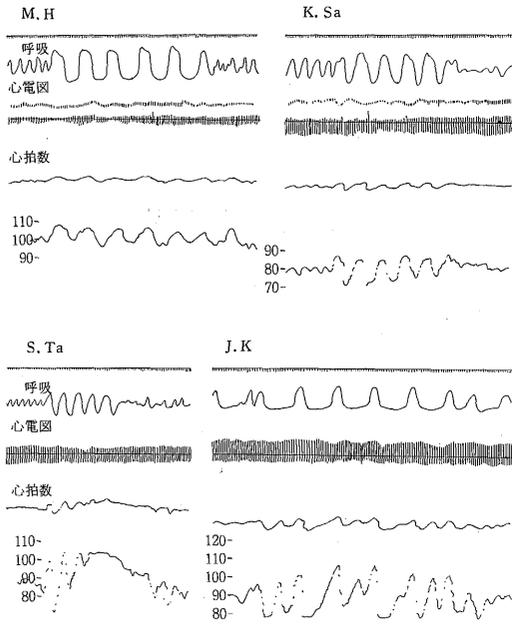


図4 深呼吸時における心臓リズム

ンである。下段の右は、深呼吸周期と次の深呼吸周期との間に心拍リズムの変動があり、呼吸と心拍リズムが同調しない特異なケースで1例あった。

深呼吸における心拍リズム変動の32例中最大のものでは、ピークが106拍、最低が75拍で31拍の変動幅を示し、最小のものでは、ピークが100拍、最低97拍で変動幅3拍であった。

次に呼吸と心電図R波の関係をみると、上段の右は、吸気にはいりかけたところでR波が大きくなり、吸気のピークでR波が小さくなる例であり、32例中13例にこのようなパターンをみた。下段の左は、これとは逆に呼気にはいりかけたところでR波が大きくなるものが10例あった。残りの9例にはR波の波高の変化は見られなかった。

また、R波と心拍数の関係をみると、下段の左の様にR波が大きい時に心拍数の増加するものが27例あり、これとは逆に、上段右の様にR波が大きい時に心拍数の減少するものが5例あった。

このような呼吸と心電図R波の波高およびリズムとの関係はきわめて興味深く、今後臨床的に検討を進める所存である。

図5は、深呼吸前後の心拍数の変化である。深呼吸により6拍増加し、30秒後には深呼吸前の状態にもどる。

図6は、症例別の深呼吸前後の心拍数の変化である。3例を除いて29例は深呼吸により心拍数の増加をみた。

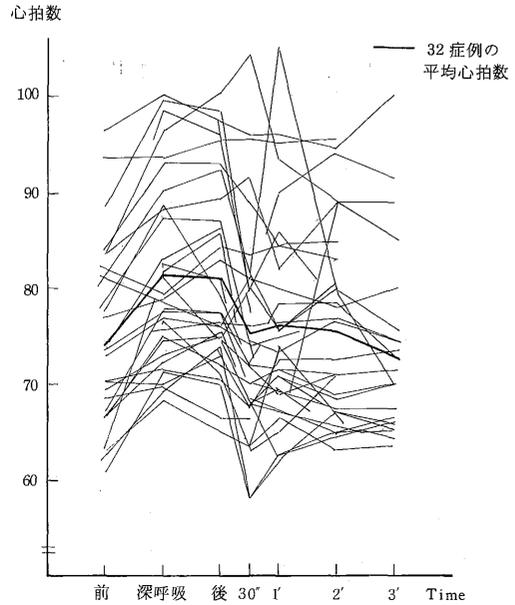


図5 深呼吸前後の心拍数変化

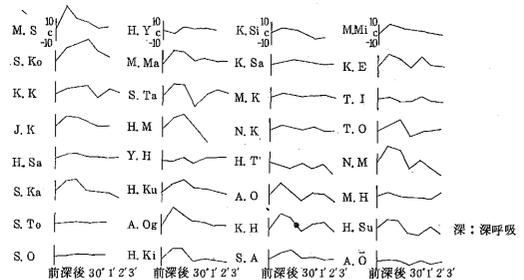


図6 症例別の深呼吸前後の心拍数変化

図7は、息こらえ時の成績原図である。息こらえをする前にまず深吸気を行うために、その時に心拍数増加が起り、次に息こらえをしている間に心拍数減少が起るが、息こらえを開始してから32例の平均で20秒まで心拍数の減少が起り、次いで息こらえの最後に心拍数の増加が起り呼吸が再開される。

息こらえとは breath holding に小林¹⁶⁾が与えた呼称であるが、これは意識的無呼吸などもよばれるように、その呼吸停止が意識あるいは意志によって行われ

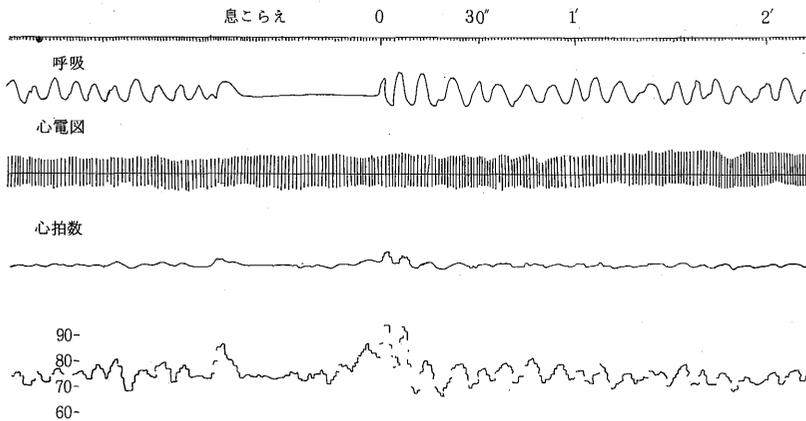


図7 息こらえ時の心拍数変化

ることが特徴である。

図8は、息こらえ前後の心拍数の変化である。息こらえ前の深吸気により32例の平均で4拍増加し、息こらえしている時に2拍減少する。また息こらえの最後に5拍増加し、30秒後には前値に復する。

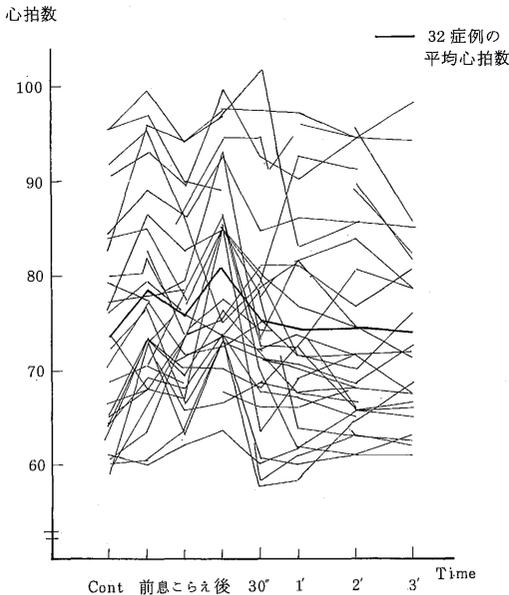


図8 息こらえ前後の心拍数変化

図9に息こらえ時における心臓リズムについて成績原図を示す。上段中央の様に息こらえ中心拍数の増減が少なく、直線的に経過するもの14例、上段右の様に階段上に経過するもの17例である。また、下段は息こらえ中に心拍リズムの変動がリズムカルにあらわれたもので1例みられた。

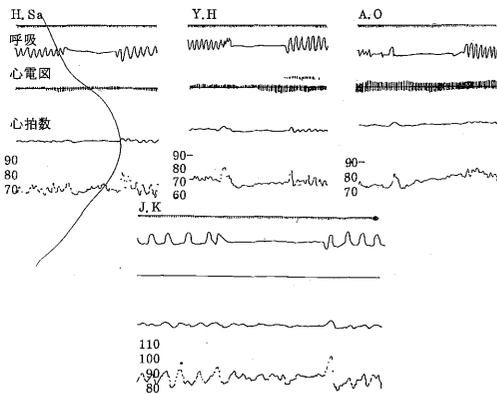


図9 息こらえ時における心臓リズム

次にR波の変化をみると、上段左の様にR波の波高に変化のないもの17例あり、上段中央に示す様にR波が大きくなるもの4例で、上段右の様にR波が大きくなるけれども徐々に小さくなるものが11例であった。

IV 結論

1. 32例中31例において、呼吸周期と心拍リズムが同調した。
2. 呼吸数が少ないものは(10回/分以下)心拍リズムの変動幅が大きく、多いものは心拍リズムの変動幅が

小さくなる。

3. 吸気時と呼気時の差は安静時平均毎分7拍であったが、深呼吸時には19拍と2.7倍になり深呼吸により心拍数の増加もおこった。
4. 息こらえを開始してから20秒まで心拍数が減少し、次いで増加がおこり、呼吸が再開される。(32例の平均)

参 考 文 献

- 1) Ludwig C.: Beiträge zur Kenntniss des Einflusses der Respirationsbewegungen auf dem Blutlauf im Aortensysteme. Arch. Anat. u. Physiol., 242, 1847.
- 2) Traude L.: Ueber periodische Thätigkeits-Aeusserungen des vasomotorischen und Hemmungsnervencentrums. zentralblatt für Med. Wiss., 56: 881, 1865.
- 3) Fredericq, L.: De l'influence de la respiration sur la circulation. (1re partie) Les oscillations respiratoires de la pression artérielle chez le chien (1). Arch. de Biologie., 3: 55, 1882.
- 4) Foa, C.: Periodische Automatie des herzhemmenden und des vasomotorischen Bulbärzentrums. Pflügers Physiol., 153: 513, 1913
- 5) Heymans, C.: Über die Physiologie und Pharmakologie des Herz-Vagus-Zentrums. Ergebnisse der Physiol., 28: 244, 1929.
- 6) Hering E.: Über den Einfluss der Athmung auf den Kreislauf. Zweite Mittheilung. Übereine reflectorische Beziehung zwischen Lunge und Herz.: Sitzung bericht der Akad. der Wiss. in Wien. Math. - naturwiss. Klasse 2, 64: 333, 1871.
- 7) Saalfeld, E.: Herzreflexe pulmonalen Ursprungs. Pflügers Archiv 231: 33, 1933.
- 8) Anrep G. V., Pascual W. and Rossler R.: Respiratory variations of the heart rate I. The reflex mechanism of the respiratory arrhythmia. Proc. Roy. Soc. (London) ; series B 119B: 191, 1936.
- 9) Bainbridge F. A.: The relation between respiration and the pulse - rate. J. Physiol. (London), 54: 192, 1920
- 10) Matthes K. and Ebeling, J.: Untersuchungen über die Atemschwankungen des Blutdrucks und der Pulsfrequenz beim Menschen. Pflügers Arch. ges. Physiol., 250: 747, 1948
- 11) Koepchen H. P., Lux H. D. and Wagner P. H.: Untersuchungen über Zeitbedarf und zentrale Verarbeitung des pressoreceptorischen Herzreflexes. Pflügers Arch. ges. Physiol., 273: 413, 1961.
- 12) Levy M. N., DeGeest H. and Zieske H.: Effects of respiratory center activity on the heart. Circulation Research, 18(1): 67, 1966.
- 13) Hoff H. E. and Geddes L. A.: A-V conduction and other parameters of the respiratory heart rate response. Cardiocirc. Res. Center Bull. Baylor Univ., 4(1): 24, 1965.
- 14) 石川 中: 情動と心拍数および心拍リズム. 精神身体医学, 8: 295, 1968.
- 15) 畠山 一平: 呼吸リズム. 日本生理学雑誌, 33(1・2): 99, 1971.
- 16) 小林 庄一: いきこらえの研究(1). 新潟医学会雑誌, 61: 176, 1947.

Effects of deep breathing, breath holding, and respiratory rate at rest on heart rate

Hidetoshi Mori and Kazushi Nishijo

Occasionally patients with palpitation and short of breath visit an acupuncture clinic. Their symptoms are often alleviated by means of acupuncture, but the mechanism of the therapeutical effect is obscure.

In order to clarify the mechanism of the therapeutical effect of acupuncture in regard to respiration and cardiac rhythm, ECG tachograms in 32 healthy adults (men and women) were examined in this study. Cardiac rhythm and respiration at rest, on deep breath, and on breath holding were observed in 32 normal healthy subjects. The following results were obtained :

- 1) In 31 of the 32 patients the respiratory cycle was in accordance with the heart beat.
- 2) Patients in whom the frequency of respiration was low (less than 10 times/min) showed large amplitude of the fluctuation of heart beat, and those in whom the frequency of respiration was high showed small amplitude of the fluctuation of heart beat.
- 3) The difference of mean heart rate between on inspiration and on expiration at rest was 7 beats per minute, but it inspiration to 19 beats (2.7 times as much as that at rest) at the time of deep respiration
- 4) The heart rate decreased within 20 seconds after breath holding, and there after it increased and respiration was started again (the mean in the 32 patients).