

呼吸のコントロールが脳波 α 波に及ぼす効果

榑 原 雅 人

Effect of breathing control on EEG- α wave

Masahito SAKAKIBARA

Abstract

The present study was designed to examine the effect of breathing control on EEG- α wave. Sixteen healthy college students participated three breathing conditions in which they inhaled slowly and exhaled quickly (10 sec inhalation and 2 sec exhalation: 5:1), spent equal amount of time inhaling and exhaling (6 sec inhalation and exhalation each: 1:1), and inhaled quickly and exhaled slowly (2 sec inhalation and 10 sec exhalation: 1:5). Although the power of EEG- α 2 (10-13 Hz) at Pz site increased ($p < .05$), no significant difference among the breathing condition was observed during trial (breathing control) period. In comparison between baseline (quiet rest) and trial period, the 1:5 breathing condition showed a tendency of the increase in EEG- α power at Fz site ($p < .1$). Results suggested that slowing the breathing rate may be associated with the increase in EEG- α power, but not for altering the breathing pattern.

key words: breathing control, electroencephalogram (EEG), EEG- α , power spectral analysis, FFT.

問 題

通常は認知されにくい生理反応を音や光などの信号に変換し、それを手がかりに身体諸過程をコントロールする方法をバイオフィードバック法と呼ぶ。この方法はそれまで意志的コントロールを受け難いとされてきた生理過程(たとえば、心拍や脳波など)のコントロール可能性を示し、同時にさまざまな臨床研究を発展させてきた。この種の方法が"心身のコントロール"を目的として用いられるようになったのは1960年代からであるといわれている(シュワルツ, 1975; 廣田, 1993)。

しかしながら、東洋では古くから"心身のコントロール"を可能とする方法が確立していた。ヨガや坐禅などの瞑想である。瞑想過程では、脳波アルファ波(以下、 α または α 波)の増加や感覚刺激に対する慣れの抑制(Anand, Chhina, & Singh, 1961; Kasamatsu & Hirai, 1969)、

心拍数低下(Anand, Chhina, & Singh, 1961; Goyeche, Chihara, & Shimizu, 1972)、酸素消費量低下(Sugi & Akutsu, 1968; Wallace, 1970)、心理尺度における活動性の増加、緊張・疲労・抑うつ低下(Harvey, 1983)など、生理心理学的な変化が多く報告されている。加えて、自己批判性格傾向の低下・忍耐力の向上、緊張性頭痛・気管支喘息・不眠の改善など、人格・臨床的な効果も指摘されている(Carrington, 1986)。

瞑想技法にはさまざまなものがあるが、全体的に共通した特徴は瞑想中に浮かんだ思考や言葉に受動的に注意を払うこと、もうひとつは呼吸をゆっくりとした速さで意志的にコントロールすることであるといわれている(Carrington, 1986; Woolfolk, 1975)。特に、ヨガや坐禅においては「呼吸」の要因が重視されていること(Carrington, 1986; Sugi & Akutsu, 1968; Woolfolk, 1975)、さらに、わが国ではさまざまな「呼吸法」が瞑想とは独立に健康増進や精神鍛錬の目的で発展してきた経緯があり(春木, 石川, 1993; 村木, 2001a; 村木, 2001b; 中根, 1966)、呼吸を随意的にコントロールすること(以下、「呼吸のコントロール」または「呼吸コントロール」)の意義は深いように思われる。

瞑想から“呼吸”の要因を取り出して、呼吸のコントロールが及ぼす心身諸過程への影響を検討しようとした研究は意外にも少ない。それは、例えば心理生理学では「呼吸」の変数は心理独立変数に対する従属測度として扱われる傾向にあったこと(苧阪, 1970)、他方、心拍反応を中心とした研究では呼吸は心拍の変動を惹き起こすアーチファクトと見なされ、呼吸の効果が積極的に取り上げられなかったためと考えられている(Grossman, 1983; Turpin & Siddle, 1978)。したがって、呼吸のコントロールが及ぼす心身諸過程への影響に関しては未だ検討の余地が残されており、本研究は呼吸のコントロールがもたらす心理生理学的な効果を検討する。

心理生理学領域で呼吸コントロールおよび呼吸法に関する研究に着目すると、自律神経系(心拍変動や皮膚電気活動)や中枢神経系(脳波)への影響を検討したものが多い。呼吸をゆっくりとした速さで随意的に統制すると、電気刺激が予期されるストレス事態では本来生じるはずの交感神経反応が低下したり(Harris, Katkin, Lick, & Habberfield, 1976; Holmes, MacCaul & Solomon, 1978)、ストレス性の副交感神経反応が抑制される(Sakakibara & Hayano, 1996)。これらの結果は、呼吸のコントロールが自律神経活動の過度な反応を低減し、不安や緊張状態を抑える働きをもっていることを示唆している。

また、緩徐な呼吸のコントロールは脳波 α 波を増加させることが指摘されている。八木・作田(1986)は自律訓練法や呼吸コントロールなどが α 波へ及ぼす影響を一連の実験において検討し、呼吸コントロールの頻度が低下すればするほど(呼吸が緩徐になればなるほど) α 波の出現頻度が多くなることを報告している。また、有田(2003)は、緩徐な呼吸コントロールを20分～30分にわたって実施する条件において、1)呼吸コントロールによって α 波が増加すること、2) α 波(8～13Hz)を遅い帯域(8～10Hz: $\alpha 1$ 帯域)と速い帯域(10～13Hz: $\alpha 2$ 帯域)に分けた時、

呼吸のコントロールによって著明に出現するのは $\alpha 2$ 帯域の脳波であることを見出した。彼は、通常、閉眼で主に出現する $\alpha 1$ 帯域の脳波が「リラックスした安らぎ感」に関連し、呼吸コントロールによって優勢となる $\alpha 2$ 帯域のそれは「爽快ですっきりした感じ」を反映し、後者が呼吸コントロールによって生じる特徴的な変化であることを指摘した。このような結果にみられるように、呼吸のコントロールは中枢活動にも影響し、集中力増加や精神的安定などの心理的側面に寄与しているように思われる。

ところで、呼吸コントロールの特徴は緩徐であるだけでなく、吸気が短く呼気の長いパタンが重要とされている(村木, 2001a; 村木, 2001b)。呼吸パタンの違いが自律系に及ぼす影響を検討した実験的研究は、吸気が短く呼気の長い呼吸パタン(2秒吸気8秒呼気のパタン)が電撃脅威ストレスに対する皮膚電気反応を抑制するという結果を報告している(Cappo & Holmes, 1984)。他方、呼吸パタンの違いが中枢系に及ぼす影響について検討した研究は比較的少なく知見も確立していない。榊原(1988)はさまざまな吸・呼気パタンが脳波 α 波に及ぼす影響を検討し、呼吸コントロールによって α 波が増加することを見出したものの、呼吸パタンの違いによる α 波活動の差異を見出すことはできなかった。さらに、この実験において従属変数とされた α 波活動は帯域全体(8~13Hz)で、有田(2003)の指摘する $\alpha 2$ 帯域の変化については検討されていなかった。したがって、吸・呼気パタンの違いが $\alpha 1$ 帯域・ $\alpha 2$ 帯域の脳波それぞれに及ぼす影響については現在のところ詳しく検討されていない。

本研究は、緩徐でかつ吸・呼気パタンの異なる呼吸コントロールが脳波の $\alpha 1$ 帯域と $\alpha 2$ 帯域に及ぼす影響を検討することを目的とした。実験では、従来の呼吸コントロールに関する報告(Harris et al., 1976; Holmes et al., 1978)を参考に呼吸の速さを 5 cycle/min とし、明らかに吸気が長く呼気の短い呼吸パタン、吸気と呼気が同じ長さの呼吸パタン、吸気が短く呼気の長い呼吸パタンを比較した。

方 法

被験者

男子大学生および大学院生計 16 名(19 歳~25 歳)を対象とした。全員が呼吸器や循環器に既往をもたない者であった。少なくとも実験前約 2 時間は絶飲食の状態とした。

装置および測定

脳波は左耳朶を基準電極として国際 10-20 法による Fz(前頭部)、Cz(中心部)、Pz(頭頂部)から導出した。心電図は双極誘導、呼吸活動はサーミスタ(鼻孔部)およびストレンゲージ(腹部)によって計測した。これらはポリグラフ(San-ei 360system)によって増幅し、データを

FM 式データレコーダ(Teac XR-50)に収録した。

実験では被験者の眼前約 1.5m に CRT モニタを設置した。モニタには呼吸パタンのガイドとなる棒グラフを表示し、被験者には棒グラフの上昇に際して息を吸い、下降に際して息を吐くよう求めた。Fig.1. はこの過程を模式的に示している。ペースメーカー(棒グラフ)の上昇と下降時点でパルスを発信させペーパーチャートに記録した。これにより、チャート上の被験者の呼吸曲線とパルス発信を照合しながら、被験者が求められた呼吸制御を行っているかどうか確かめた。

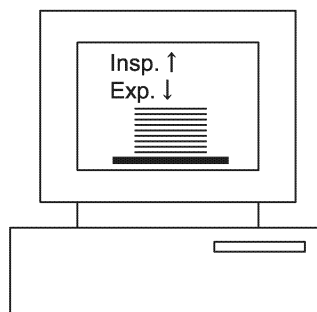


Fig.1. Pacemaker for breathing control. Subjects were instructed to synchronize their breathing with the pace maker.

手続き

被験者は 1 サイクル 12sec (5 cycle/min)の呼吸のうち、吸気が長く呼気が短いパタンの条件(5:1 条件; 10sec:2sec)、吸気と呼気の長さが同じ条件(1:1 条件; 6sec:6sec)、そして、吸気が短く呼気が長い条件(1:5 条件; 2sec:10sec)をランダムな順で行った。また、他の検討目的(心拍変動分析)のために呼吸比の異なるいくつかの条件を実施したが、本検討は吸・呼気パタンの違いが明確な呼吸条件を比較する目的のため、上記 3つの呼吸条件につき検討することとした。なお、本検討は柳原(1988)の再分析であるが、新たに被験者を加え、解析機器を変更したものである。

各呼吸条件の測定時間は、baseline (2 min)→subtrial (3 min)→trial (3 min)→recovery (2 min)とした。この時、subtrial では CRT モニタのガイドに合わせて呼吸をコントロールするよう指示した。続く trial は閉眼とし、subtrial と同じ呼吸パターンを再現するよう求めた。baseline、recovery は閉眼で呼吸は統制せず安静を保つように指示した。

データ処理

脳波は 100Hz でアナログ-デジタル変換した後、高速フーリエ変換(FFT)によるパワースペクトル分析を行った。この際、分析区間を 10.24 sec とし、出力された結果を各測定期間内において加算平均した。 α 波は有田(2003)と同じく $\alpha 1$ 帯域(8Hz~10Hz)および $\alpha 2$ 帯域(10Hz~13Hz)に区分し、得られたパワーの開平値を求めた。なお、心電図については他の検討目的のために R 波間隔を測定した。以上のデータ処理に際しては、パーソナルコンピュータ(NEC、PC9821 Xa12)による生体信号処理システム(G1 システム、HRV 周波数解析ソフト)を用いた。

Fig.2. は脳波のパワースペクトル分析の代表的な出力結果を表している。縦軸に α パワー密

度(power spectral density: PSD, μV)、横軸は周波数を示している。 $\alpha 1$ 帯域は 8~10Hz、 $\alpha 2$ 帯域は 10~13Hz の範囲を積分して、各々のパワー値とした。

なお、Fz 部位、Pz 部位のデータにおいて各 1 例ずつ不備が認められたため、以下の分析から除外した。

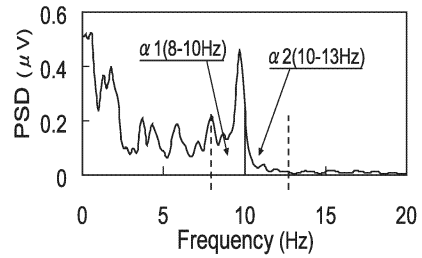


Fig.2. EEG power spectrum ($\alpha 1$: 8~10 Hz; $\alpha 2$: 10~13 Hz).

統計的分析

はじめに、各呼吸条件の α 波が各測定期間においてどのように変化するかを検討するために、呼吸条件(5:1・1:1・1:5)×測定期間(baseline・subtrial・trial・recovery)の分散分析を行った。次に、本研究の主な検討目的である baseline(閉眼で安静)と trial(閉眼で呼吸コントロールを実施)の比較のため、呼吸条件(5:1・1:1・1:5)×測定期間(baseline・trial)× α 帯域($\alpha 1$ ・ $\alpha 2$)の分散分析を行った。なお、繰り返し測定が 3 水準以上の要因については自由度の調整を行い(Greenhouse & Geisser, 1959)、主効果に有意差のみられた場合はテューキー HSD による下位検定を行った。これらの処理については STATISTICA 分散分析/多変量分散分析モジュール (デザインテクノロジーズ社、STATISTICA professional edition)を用いた。

結果

各測定期間における α 波パワーの変化

Fig.3. は Fz 部位における各呼吸条件の α 波パワーの推移を示したものである。図上部(A)に

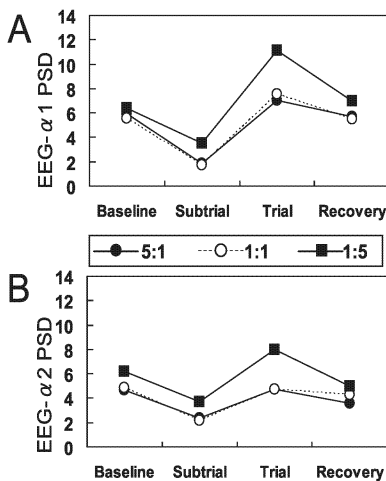


Fig.3. EEG- $\alpha 1$ (A) and $\alpha 2$ (B) for each measurement period at Fz site.

図下部(B)に $\alpha 1$ 帯域の結果を、図下部(B)に $\alpha 2$ 帯域の結果を表している。 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 帯域ともにどの呼吸条件の α 波パワーも subtrial で顕著に下降しているのがわかる。分散分析の結果、呼吸条件の効果に有意差はみられず測定期間に有意差が認められた($\alpha 1$: $F(3/42)=11.38$, $p<.0001$, $\epsilon=.46$; $\alpha 2$: $F(3/42)=11.50$, $p<.001$, $\epsilon=.62$)。両 α 帯域とも baseline と subtrial の間に有意差が示された($\alpha 1$: $p<.01$; $\alpha 2$: $p<.01$)。なお、呼吸条件×測定期間の交互作用は認められなかった。

Fig.4.は Cz 部位の α 波パワーについて Fz と同様に図示したものである。 $\alpha 1$ および $\alpha 2$ 帯域において呼吸条件の主効果は認められなかったが、測定期間にお

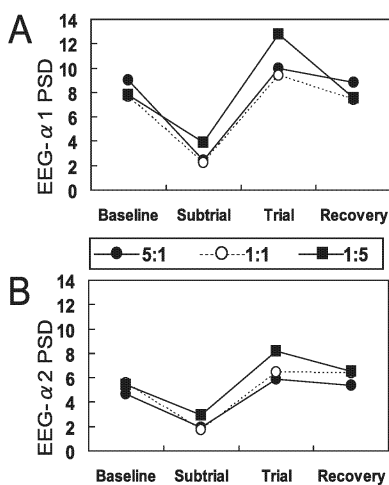


Fig.4. EEG- α 1(A) and α 2(B) for each measurement period at Cz site.

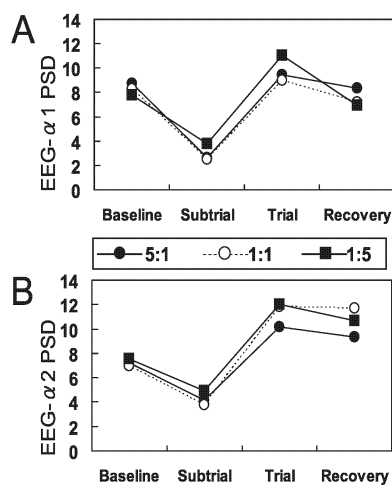


Fig.5. EEG- α 1(A) and α 2(B) for each measurement period at Pz site.

いて有意差がみられた (α 1: $F(3/45)=17.05$, $p<.000001$, $\epsilon=.72$; α 2: $F(3/45)=11.22$, $p<.0001$, $\epsilon=.44$)。いずれの帯域の α 波も baseline から subtrial にかけて有意に減少した (α 1: $p<.01$; α 2: $p<.01$)。また、いずれの帯域においても呼吸条件と測定期間の交互作用に有意差は認められなかった。

Fig.5.はPz部位の α 波パワーの変化を示している。 α 1および α 2帯域ともに呼吸条件に有意差はみられなかったが、測定期間に有意差が認められた (α 1: $F(3/42)=19.42$, $p<.000001$, $\epsilon=.64$; α 2: $F(3/42)=9.30$, $p<.0001$, $\epsilon=.43$)。 α 1帯域ではパワー値は baseline から subtrial にかけて有意に減少した ($p<.001$)。一方、 α 2帯域においては baseline に比較して trial で有意に増加した ($p<.05$)。いずれの帯域も呼吸条件と測定期間の交互作用を認めなかった。

Baseline から trial への α 波パワーの変化

Table 1は baseline と trial における α 波パワーの値を示している(カッコ内は標準偏差)。Fzについて分散分析を行った結果、呼吸条件に有意差はみられなかったが測定期間の効果が有意であった ($F(1/14)=9.01$, $p<.01$)。いずれの呼吸パターンも α 波パワーは trial で有意に増加した ($p<.01$)。また、呼吸条件と測定期間に交互作用の傾向差がみられ ($F(2/28)=2.98$, $p<.1$, $\epsilon=.59$)、 α 帯域の差についても傾向差 ($F(1/14)=3.31$, $p<.1$) が認められた。Table 1からは trial における α パワーの増加の程度が1:5条件でやや大きい傾向にあった。また、全体に α 1帯域のパワーが優勢であるようにみえた。

Czでは呼吸条件に差はみられなかったが、測定期間および α 帯域が有意であった(測定期間:

Table 1. EEG-alpha power during baseline and trial periods for each breathing condition. Values in parentheses are standard deviation.

	5:1		1:1		1:5	
	Baseline	Trial	Baseline	Trial	Baseline	Trial
Fz alpha1	5.92 (5.78)	7.03 (6.18)	5.58 (4.05)	7.56 (6.87)	6.41 (6.16)	11.09(12.67)
alpha2	4.65 (3.55)	4.72 (4.03)	4.88 (3.71)	4.71 (4.29)	6.22 (6.70)	7.96 (9.93)
Cz alpha1	9.04 (6.54)	9.99 (6.10)	7.69 (4.71)	9.42 (6.30)	7.77 (6.77)	12.77(17.75)
alpha2	4.64 (5.06)	5.86 (4.52)	5.55 (6.65)	6.47 (7.01)	5.45 (5.67)	8.20 (9.34)
Pz alpha1	8.70 (6.61)	9.45 (5.75)	8.29 (5.62)	9.01 (5.68)	7.80 (6.10)	11.04(11.68)
alpha2	7.23 (4.37)	10.15 (6.90)	6.97 (4.60)	11.80(12.61)	7.54 (6.56)	11.99(10.41)

$F(1/15)=9.44, p<.01$; α 帯域: $F(1/15)=5.16, p<.05$)。Table 1 にみられるようにいずれの呼吸条件においても α 波パワーは増加し、かつ、全体に α 帯域 1 のパワー値が大きかった。分散分析ではその他の効果に有意差は認められなかった。

Pz においては測定期間にのみ有意差がみられた ($F(1/14)=18.15, p<.001$)。いずれの呼吸条件も trial において α 波パワーが増加し、この変化は両 α 帯域においても顕著であった。分析ではこれらの要因以外に有意差はみられなかった。

考 察

Subtrial において α 波パワーはどの条件においても顕著に低下した。これは CRT モニタの呼吸ガイドに注意を向けることによって生じた α 阻止 (α -blocking) と考えられた。Subtrial 期間の直後、trial では閉眼で呼吸制御を行うことになるが、Fig.3~Fig.5 からは α 波パワー値が baseline のレベルに復帰または増加しているようにみえた。両 α 帯域とも Fz と Cz では trial 時の増加は有意ではなかったが、Pz の $\alpha 2$ 帯域において α 波パワーは有意に増加した。また、baseline から trial の変化のみに着目すると、Fz・Cz・Pz 各々のパワーに増加がみられたことになる。これら分析の観点によってパワー増加の結果が異なるものの、頭頂部(Pz) $\alpha 2$ 帯域では確実に呼吸コントロールの効果が生じているといえる。

有田(2003)は閉眼にて緩徐な呼吸統制を行った際の脳波 α 波の変化(頭頂部)を報告している。彼は、呼吸統制を実施して 3~4 分後から $\alpha 2$ 帯域の波が出現し始め、約 10 分経過したところでそれが顕著にかつ安定的に出現することを指摘している。本研究で行った呼吸制御の期間は 6 分 (subtrial 期 3 分と trial 期 3 分) で、頭頂部 $\alpha 2$ の増加は彼の結果に一致しているものと考えられた。

Baseline(閉眼安静)と trial(閉眼呼吸コントロール)の差に着目した時、 α 波の増加は Pz ($\alpha 2$ 帯域)以外にも生じていることがうかがわれた(Table 1)。有田(2003)では頭頂部以外の

結果は報告されていないが、本結果から(6分間の)呼吸コントロールによる α 活動の増加は前頭部(Fz)や中心部(Cz)においても生じている可能性がある。 α 波は後頭部にかけて優勢に出現することが知られており、前頭部の変化は中心部や頭頂部に比べ明瞭でなかったものと考えられた。また、呼吸条件の差異については前頭部において α パワー増加の傾向差($p < .1$)がみられた。この結果は呼気の長い呼吸コントロールパターンが α 波の出現に影響を及ぼしている可能性のあることを示唆している。しかしながら、今回はデータの分散が大きく明確な結果が得られなかった。今後、例数を増やして慎重に検討することが必要である。 α 波は呼吸コントロール開始後10分以上経過したところで安定的に出現することが報告されており(有田, 2003)、測定時間を延長して観察することも重要である。

本研究結果から α 波パワーの増加に関して呼吸条件による差異はみられなかった。実験では1サイクルの呼吸長を12秒とし、明らかに吸気が長く呼気の短い条件(5:1)、吸気と呼気が同じ時間の条件(1:1)、そして明らかに吸気が短く呼気の長い条件(1:5)を設定・比較した。生理的には吸気に対して呼気時間がやや長くなるのが自然なパターンといわれているので(有田, 2003)、1:1や1:5の呼吸条件に比べて5:1の呼吸制御は被験者にとってストレスとなっていたはずである。しかし、いずれの呼吸条件においても α 波の増加がみられたことから、吸気・呼気パタンの差異に関係なく、緩徐な呼吸のコントロールが中枢活動に影響を与えたのではないかと考えられた。

有田(2003)は、呼吸コントロールに関する特徴的な知見は $\alpha 2$ 帯域パワーの増加であると指摘している。Kasamatsu & Hirai(1969)は坐禅中の脳波変化の特徴として、 α 波の出現頻度の増加や α 波振幅の増大をあげ、瞑想状態が深まるにつれて α 波の周波数は低下する傾向にあることを示している。これらの知見のうち、 α 波の出現頻度・振幅の増大は有田(2003)や本研究結果における α 波パワーの増加に対応すると考えられる。しかし、 α 波周波数の低下(より遅い α 波活動の出現)は $\alpha 2$ 帯域の増大(より速い α 波活動の出現)に矛盾する。これについては、今後、瞑想経験(呼吸法鍛錬経験)の少ない者と豊富な者との比較を行う必要があるだろう。

以上、本研究は呼吸の随意的なコントロールが α 波を増大させることを示し、概ね先行研究(有田,2003; Kasamatsu & Hirai, 1969)に一貫した結果であった。有田(2003)は呼吸コントロールによる α 波活動の変化、さらにはそれによって生じる精神的な安定や覚醒感はセロトニン神経の活性化に由来していると主張している。セロトニン神経は脳の覚醒状態に関与し、さまざまな脳活動を修飾する働きをもっていることが示されている(有田, 1998a; 有田, 1998b)。本研究の知見もこのような背景の一端を示しているのかもしれない。

引用文献

- Anand, B.K., Chhina, G.S. & Singh, B. (1961). Some aspects of electroencephalographic studies in yogis. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 13, 452-456.
- 有田秀穂 (1998a). システム神経生理学：セロトニン神経系(1) 分布、投射、活動様式. *clinical Neuroscience Vol.*,16(5), 480.
- 有田秀穂 (1998b). システム神経生理学：セロトニン神経系(2) 運動系への促通作用. *clinical Neuroscience Vol.*,16(6), 600.
- 有田秀穂 (2003). α 波が現れる. In: セロトニン欠乏脳 -キレる脳・鬱の脳をきたえ直す- pp. 83-93. 東京: 日本放送出版協会.
- Cappo, B.M. & Holmes, D.S. (1984). The utility of prolonged respiratory exhalation for reducing physiological and psychological arousal in non-threatening and threatening situations. *Journal of Psychosomatic Research*, 28, 265-273.
- Carrington, P. (1986). Meditation as an access to altered states of consciousness. In B.B. Wolman & M. Ullman (Eds.) *Handbook of states of consciousness*. pp. 487-523. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Goyeche, J.R.M., Chihara, T. & Shimizu, H. (1972). Two concentration methods: a preliminary comparison. *Psychologia*, 15, 110-111.
- Greenhouse, S. W., & Geisser, S. (1959). On methods in the analysis of profile data. *Psychometrika*, 24, 95-112.
- Grossman, P. (1983). Respiration, stress, and cardiovascular function. *Psychophysiology*, 20, 284-300.
- 春木豊・石川利江 (1993). 呼吸法. In: 現代のエスプリ リラクゼーション-こころとからだのリラクサー-. 平井 久, 廣田昭久(編). pp.102 - 110. 東京:至文堂.
- Harris, V.A., Katkin, E.S., Lick, J.R., & Habberfield, T. (1976). Paced respiration as a technique for the modification of autonomic response to stress. *Psychophysiology*, 13, 386-391.
- Harvey, J.R. (1983). The effect of yogic breathing exercise on mood. *Journal of the American Society of Psychosomatic dentistry and Medicine*, 30, 39-48.
- 廣田昭久 (1993). リラクゼーションのためのバイオフィードバック法. In: 現代のエスプリ リラクゼーション-こころとからだのリラクサー-. 平井久・廣田昭久(編). pp.111 - 122. 東京:至文堂.
- Holmes, D.S., MacCaul, K.D., & Solomon, S. (1978). Control of respiration as a means of

- controlling responses to threat. *Journal of Personality and Social Psychology*, 36, 198-204.
- Kasamatsu, A. & Hirai, T. (1969). An electroencephalographic study on the Zen meditation (Zazen). *Psychologia*, 12, 205-225.
- 村木弘昌 (2001a) 釈尊の呼吸法—大安般守意經に学ぶ—. 東京：春秋社.
- 村木弘昌 (2001b) 万病を癒す丹田呼吸法. 東京：春秋社.
- 中根佐一郎 (1966). 健康禪-心身一如の健康実践法-. 東京：創元社.
- 菅阪良二 (1970). 生理学的心理学の分類 講座心理学 14 生理学的心理学(今村護郎編) pp.4-9. 東京大学出版会
- 榎原雅人 (1988). 呼吸の随意的制御に関する心理生理学的研究. 愛知学院大学大学院文学研究科修士論文.
- Sakakibara, M., & Hayano, J. (1996). Effect of slowed respiration on cardiac parasympathetic response to threat. *Psychosomatic Medicine*, 58, 32-37.
- シュワルツ・平井 久・渡辺尊巳(編訳) (1975). バイオフィードバック(上). 東京:誠信書房.
- Sugi, Y., & Akutsu, K. (1968). Studies on respiration and energy metabolism during sitting in Zazen. *Research Journal of Physical Education*, 12, 190-206.
- Turpin, G., & Siddle, D.A.T. (1978). Measurement of the evoked cardiac response: the problem of prestimulus variability. *Biological Psychology*, 6, 127-138.
- Wallace, R.K. (1970). Physiological effects of transcendental meditation. *Science*, 167, 1751-1754.
- Woolfolk, R.L. (1975). Psychophysiological correlates of meditation. *Archives of General Psychiatry*, 32, 1326-1333.
- 八木寛・作田利明 (1986). 呼吸制御による α 波発生増強法 MBE(電子通信学会誌), 86(6), 1-8.