

古来の宗教的行為が健康特に免疫監視に及ぼす効果についての研究 - ヨーガおよび瞑想の発ガン予防効果の検討

亀井 勉¹⁾・榎村純生¹⁾・木村 浩²⁾

1) 島根医科大学医学部生理学第一

2) 国立米子病院小児科

要約

ヨーガの行における脳波の変化を算出し、血清コルチゾール、血漿セロトニン、NK細胞活性および CD3・CD4・CD8・CD20 の値の変動を調べ、さらに両者についてそれぞれ相関の有無を検討した。ヨーガにより、 α 波は賦活化され β 波は減少し、検出された α 波の周波数の分散は減少してきた。また、血清コルチゾール値は10Hz前後の α 波の出現率と、血漿セロトニン値は β 波の平均振幅と、ともに負の相関を示した。呼吸法により、CD4、CD8の値は10Hz前後の α 波の平均振幅とそれぞれ負、正の相関となり、NK細胞活性は10Hz前後の α 波の出現率と正の相関の傾向を示した。実験結果より、ヨーガの行では血中のセロトニンが増加するほか、 α 波の賦活化と免疫能との連関が強いことが見出された。

はじめに

古来多くの宗教では、心身の「癒し」に関する何らかの「修養」を伴うことが多い。これは、人間が恐らく有史以来、心身の相関性というものに経験的に気付いてきたためであろうと考えられるが、近年になって精神神経系による免疫系の調節機構の存在を示唆する報告が相次いでおり¹、「心身相関」の存在は科学的にも裏付けられつつある状況となってきた。

たとえばヨーガの場合、元来は人間の精神次元の転換・向上といったことを目的とするものであるが、50数年前から、呼吸・循環器・代謝系における生理学的報告^{2・3・4・5・6}および精神生理学的報告^{7・8・9}、さらに瞑想状態についての生理学的報告^{10・11・12・13・14}が見られるようになり、今日ではむしろその医学的効用が期待されることになってきた。

ヨーガの行による医学・生理学的変化につ

いて、現在までに知られているものをまとめると、以下のようになる。1) 自律神経系の安定〔副交感神経優位〕 2) 代謝の比較的低下 3) 血栓症に対する予防効果 4) 温度調節機能の向上 5) 呼吸機能の改善 6) 内分泌系機能の向上 7) α 波の賦活化

上記のうち6)については、尿中17-OHCS値や17-KS値の上昇¹⁵および血清コルチゾール値の低下傾向¹⁶などが今までに認められている。

われわれは、まずヨーガの行によって変化する血清コルチゾールなどの値が7)の α 波の賦活化と有意な相関を示しているかどうかを調べた。さらに、NK細胞活性などの細胞性免疫能や血漿セロトニン値のヨーガの行の前後における変化を調べ、これらについても α 波の賦活化との相関性を検討した。

対象と方法

対象は、健康者5名（男性2名・女性3名、32～46才、平均年齢36才）で、ヨーガ歴4～10数年（平均約8年）の経験者であった。実験は、1993年8月の午前7時から午後4時にエアコンディショナーによる室温調節のもとに行われた。

実験は、5名それぞれについて、畳の上で十分なスペースで（瞑想時などでは小さな枕を用いて座りやすくしながら）以下の順序で実施した。1）計18個の血電極を頭部に取りつける〔約20分経過〕2）10分間の座位安静〔以下、「安静期」とする。被験者はいずれも閉眼により無意識のうちに瞑想状態になりやすいため、閉眼にて行った。〕3）15分間のヨーガ〔以下「アーサナ期」とする。アーサナと呼ばれる一連の体位変換によるヨーガで、閉眼にて行う。その内容は以下のとおり。シャヴァ・アーサナ<45秒>-- ヴィパリタカラニ<2分>-- シャヴァ

・アーサナ<45秒>-- 魚のポーズ<2分>-- シャヴァ・アーサナ<45秒>-- ヴァクラ・アーサナ<左右1分ずつ>-- シャヴァ・アーサナ<45秒>-- プジャング・アーサナ<2分>-- シャヴァ・アーサナ<45秒>-- 前まり<2分>-- シャヴァ・アーサナ<45秒>] 4) 15分間の呼吸法〔以下「呼吸法期」とする。閉眼で行う。内容は以下のとおり。アナロマ・ピロマ N 0.1<30秒>-- 安静<30秒>-- アグニ・プラサリタナ<30秒>-- 安静<30秒>-- スーリヤ・カーディ<1分30秒>-- 安静<30秒>-- チャンドラ・カーダナ<1分30秒>-- 安静<30秒>-- ナーディー・ショ・タンク<2分>-- 安静<30秒>-- ウヂャイ<3分>-- 安静<30秒>-- プラマリー<2分30秒>-- 安静<30秒>] 5) 20分間の瞑想〔以下「瞑想期」とする。ソー・ハムのマントラを使う方法で行う。これは、吸いながらソー、吐きながらハムーと、ゆっくり呼吸と合わせて、意識を鼻先と頭の中心で往復させながら座る方法である。〕

上記の2) 3) 4) 5) のそれぞれで脳波測定を前頭部で行い、それには以下の2つの機器を用いた。i) フェーテック エレクト

ロニクス社製のバイオフィードバック装置（バイオフィードバックシステム FM-515 以下 BF 装置と略す）を音信号を用いずに使用した。これは、2秒に1回の間隔で測定した脳波を5つの周波数帯域（3.5～6.5 Hz の θ 波、6.5～8.5 Hz の α 波、8.5～11.5 Hz の α 波、11.5～13.5 Hz の α 波、13.5～30 Hz の β 波）のいずれかにふり分けてそれぞれ累積させていくもので、測定時間中に検出された各帯域の脳波の平均振幅と出現率が算定される。ii) バイオニア社製の α 波フィードバック光駆動装置（REACTIVE-1 以下光 FB 装置と略す）を光信号を用いずに使用した。これにより、毎秒検出された α 波は3分単位でまとめられ、その平均値と標準偏差値が算出される。

採血は、先述の脳波測定準備 1) の前に留置針を予め刺入しておき、図 1 に示すように、安静期とアーサナ期の間（採血 A）、アーサナ期と呼吸法期の間（採血 B）、呼吸法期と瞑想期の間（採血 C）、および瞑想期の直

後（採血 D）で無痛的に行った（約 12 ml ずつ）。測定項目は以下のとおり。1) NK 細胞活性 2) CD3 (mature T cell) 3) CD4 (helper T cell) 4) CD8 (suppressor T cell) 5) CD20 (pan-B cell) 6) 血漿セロトニン 7) 血清コルチゾール 8) 一般血液検査・白血球分画 なお、採血日の前日は十分な睡眠をとるよう指導し、前夜からの飲酒と当日のカフェイン等の薬物の摂取を禁止した。

結果

(1) 5名の被験者それぞれについて、まずBF装置を用いて安静期から瞑想期までの各期で検出した周波数帯域の脳波の出現率と平均振幅の推移を示した(表1)。表中の被験者5に見られるように、ヨーガによって賦活化される α 波の帯域には多少の個人差があるものと推測される。

(2) 次に、表2は、上記の5名の結果を各周波数帯域ごとに、安静期に対するヨーガの各期(アーサナ期・呼吸期・瞑想期)での変化を調べた結果を表しており、 $\alpha 2$ (8.5~11.5Hzの α 波)の増加(いずれも $p < 0.02$)が認められる(図2(a))。また、 β (13.5~30Hzの β 波)については安静期で出現率に個人差が大きいため(図2(b))、アーサナ期に対する呼吸期・瞑想期での変化を調べたところ、有意な減少が認められた(それぞれ $p < 0.05$, $p < 0.02$)。また、各帯域の脳波の平均振

幅についても同様に比較したところ、 $\alpha 2$ で増大、 β で低下していた(図2(c)および(d))。また、光FB装置を用いて安静期から瞑想期までの各期で α 波を検出し、その周波数の平均値と標準偏差値の変化を各期で比較したところ、安静期に比しアーサナ期・呼吸期・瞑想期で標準偏差値の有意(順に $p < 0.01$, $p < 0.001$, $p < 0.0005$)な低下がみとめられた(図3)。

(3) 一方、ヨーガの前後(アーサナ期の直前〔採血A〕と瞑想期の直後〔採血D〕)において、血清コルチゾール値は低下の傾向を示した。さらに、この変化の割合について、表1と表2で示した安静時に対するヨーガ時(アーサナ期~瞑想期)の各周波数帯域の脳波の出現率および平均振幅の変化との相関について調べたところ、 $\alpha 2$ (ただし、被験者5については(1)で述べた理由で $\alpha 1$ の値を用いた。)の出現率の差との間に負の相関が認められた(図4)。

(4) 血漿セロトニン値についても(3)と同様に調べたところ、上昇の傾向を示した。この変化の割合について(3)と同様に脳波の変化との関係を調べたところ、 β の平均振幅の差との間に負の相関が認められた(図5)。

(5) 細胞性免疫能については、採血A～採血Dの4回にわたって調べたが、この間いずれの検査項目も有意な変動は見られなかった。しかし、図6(a)に示すように、呼吸期の前後での各測定項目の変化の割合について、各周波数帯域の脳波の出現率および平均振幅の変化との相関の有無を調べたところ、CD4値の変化率と $\alpha 2$ (ただし、被験者5については(3)と同様の取り扱いとした。)の平均振幅の差との間に負の相関が見出された($R=-0.95$, $p<0.02$)。この呼吸期の前後では、CD8値の変化率と $\alpha 2$ (上記と同じ)の出現率の差の間にも同様に正の相関の傾向($R=0.88$, $p<0.10$)が見られ(図6(b)および(c))

、その結果CD4/CD8比の変化率と $\alpha 2$ (上記)の出現率の差の間には、有意な負の相関($R=-0.97$, $p<0.01$)が認められた。また、NK細胞活性値の変化率と $\alpha 2$ (上記と同じ)の出現率の差の間にも正の相関の傾向が見られた($R=0.86$, $p<0.10$)。CD3およびCD20の変動と $\alpha 2$ の成分の間には相関性は見られなかった。なお、アーサナ期および瞑想期の前後での各測定項目の変化の割合についても上と同様に脳波との相関を調べたが、有意な結果は見られなかった。

また、血清コルチゾール値・血漿セロトニン値・免疫能に関する上記5項目の変動について、ヨーガ時(アーサナ期～瞑想期)の全期および単独の期における α 波の周波数の標準偏差値の変化との間の相関性についても検討したが、有意な結果はみられなかった。

(6) 一般血液検査・白血球分画についても同様に調べたが、いずれにおいても有意な変動は見られなかった。

考察

ヨーガによる α 波の賦活化については、振幅の増大などを示す報告がすでにあり¹⁷⁾、今回の脳波の変化についての実験結果もこれをおおむね裏付けるものとなっている。ただし今回の実験では、対照としての安静期の脳波測定は、ヨーガの経験者の場合目を数分間閉じるだけで瞑想状態になりやすいことを予め考慮して、開眼の状態で行った。そのため、測定時に眼球運動などによるアーチファクトが入りやすくなり、特に β 波の出現率と平均振幅の算定では分散が大きくなってやや不正確な結果となった可能性が考えられる。しかし図2に示すように、ヨーガを行っている間においてもアーサナ期と呼吸法期ないし瞑想期との比較においては、 α 波の賦活化の傾向と β 波の減弱は認められる。したがって、ヨーガの行全体あるいはその過程において α 波の増強と β 波の減弱を促す効果があることは

、まず疑いないものと考えられる。そしてこれは、図3で示した α 波の周波数の標準偏差の各期における推移をみても明らかと思われる。

血清コルチゾール値については、配偶者の死などのストレスにより上昇することが知られている¹⁸⁾。今回のヨーガの行では、これとは反対に通常時よりも精神のリラクゼーションが進んだ状態であったと思われ、コルチゾール値の低下傾向が見られたのはこのためと考えられる。

セロトニンは、生体内では約90%が胃腸管粘膜に存在し平滑筋収縮や胃腸管機能調節作用を有するとされる一方、中枢神経系では神経伝達物質として神経細胞内に存在し精神機能や情動運動に関与していると考えられている。今回のヨーガ実施時においては、副交感神経が優位でそのため消化管平滑筋は収縮されていたと思われ、胃腸管粘膜中のセロトニンはこれにより刺激を受け血中に遊離されや

すい状況にあったものと推測される。ヨーガの行で血漿セロトニン値が上昇したのはこのためと考えられるが、上記のようにセロトニンが精神のリラクセーションに関与するとすると、前頭部で検出された β 波の増大との間に見出された負の相関は神経細胞からのセロトニンの放出によるものである可能性も残される。これについては、今後のセロトニンの生体内の動態に関するさらなる研究を待つ必要があると思われる。

一方、細胞性免疫能については、一連のヨーガの行全体では有意な変動はなかったが、呼吸法の前後のみで、10Hz前後の α 波の賦活化に対し CD4の低下・CD8の上昇・NK細胞活性値の上昇傾向がそれぞれ相関して生じていることが見出された。今までに、算数の暗算をさせることにより CD8の上昇とNK細胞活性値の上昇が見られるとの報告があり¹⁾、また短時間の精神的ストレスを与えることによっても CD4/CD8比の低下とNK細胞活性値の上昇

が認められている²⁾。前者では被験者は意識が集中した状態であったものと思われ、したがって脳波の変化としてはおそらく今回の実験と同様に周波数の標準偏差が減少していたものとも推測される。しかしながら、この両者も含めて、細胞性免疫能の変動と脳波の変化との相関についての報告は今までに全くなく、またそのほとんどは何らかのストレスと免疫の関連について述べたものである。

近年、免疫細胞表面には神経ペプチドに対するレセプターが存在することが明らかになってきた。しかし、それによる修飾機能は複雑で、たとえばサブスタンス P (SP) については、NK細胞活性を抑制し T細胞に対しては増殖・分化を促進して活性化しさらにマクロファージや好中球の走化能を促進させることなどが知られており、オピオイドペプチドなどでもこれと異なる多岐の免疫系への作用があるとされている。今回の呼吸法の前後での T細胞系およびNK細胞活性の脳波の変化に伴う

変動は15分間という短時間で起こっており、
よって上記のような神経ペプチドによる効果
である可能性が強いと考えられるが、これに
についても神経ペプチドに関する今後の研究成
果によって説明されうるものと期待される。

謝 辞

稿を終えるにあたり、本研究に協力して
いただいた日本ヨーガ・ニケタンの木村慧心、
長沢 宏両氏と、島根県立中央病院の武田勇
先生および（財）島根難病研究所のスタッフ
の皆さま方に、そして実験の被験者になって
いただいた増田和志、土江正司、末次寿子、
仲倉京子、安達幹代の諸氏に深甚の感謝を致
します。また、島根医大学生の佐々木信和、
山田曜子の両君の協力を深謝致します。本研
究は、平成4年度庭野平和財団研究助成金に
よって行われました。

表1. 5名の被験者の安静時およびヨーガ実施時に検出された脳波の各周波数帯域における出現率

被験者, 年齢, 性	周波数帯域	平均振幅 (μV)			
		安静期	アーサナ期	呼吸法期	瞑想期
1) M.A., 32, F	β	6.1	8.7	7.9	7.4
	$\alpha 3$	7.1	7.9	7.5	7.3
	$\alpha 2$	8.2	11.4	11.3	12.1
	$\alpha 1$	9.7	7.8	7.8	7.8
	θ	-	8.5	7.9	7.7
2) K.M., 35, M	β	6.9	8.9	7.7	7.2
	$\alpha 3$	6.7	7.3	7.1	6.9
	$\alpha 2$	7.3	8.9	10.0	10.5
	$\alpha 1$	7.4	7.4	7.5	7.3
	θ	8.2	7.7	7.5	7.2
3) K.N., 35, F	β	5.6	9.4	8.2	8.7
	$\alpha 3$	9.5	8.1	7.7	7.6
	$\alpha 2$	10.1	9.9	10.7	12.0
	$\alpha 1$	-	7.8	8.1	7.8
	θ	-	7.9	8.0	7.3
4) H.S., 46, F	β	16.0	8.4	7.8	7.8
	$\alpha 3$	8.0	7.3	7.0	6.8
	$\alpha 2$	8.6	9.1	10.8	9.9
	$\alpha 1$	9.3	8.1	7.5	7.4
	θ	11.7	8.6	7.9	7.5
5) S.T., 33, M	β	7.8	10.0	9.2	8.3
	$\alpha 3$	7.6	7.3	6.9	7.0
	$\alpha 2$	8.4	8.4	8.2	8.3
	$\alpha 1$	10.0	9.8	11.3	12.2
	θ	-	8.5	8.0	7.7

表2. 5名の被験者の安静時およびヨーガ実施時に検出された脳波の各周波数帯域における平均振幅

被験者, 年齢, 性	周波数帯域	平均振幅 (μV)			
		安静期	アーサナ期	呼吸法期	瞑想期
1) M.A., 32, F	β	6.1	8.7	7.9	7.4
	$\alpha 3$	7.1	7.9	7.5	7.3
	$\alpha 2$	8.2	11.4	11.3	12.1
	$\alpha 1$	9.7	7.8	7.8	7.8
	θ	-	8.5	7.9	7.7
2) K.M., 35, M	β	6.9	8.9	7.7	7.2
	$\alpha 3$	6.7	7.3	7.1	6.9
	$\alpha 2$	7.3	8.9	10.0	10.5
	$\alpha 1$	7.4	7.4	7.5	7.3
	θ	8.2	7.7	7.5	7.2
3) K.N., 35, F	β	5.6	9.4	8.2	8.7
	$\alpha 3$	9.5	8.1	7.7	7.6
	$\alpha 2$	10.1	9.9	10.7	12.0
	$\alpha 1$	-	7.8	8.1	7.8
	θ	-	7.9	8.0	7.3
4) H.S., 46, F	β	16.0	8.4	7.8	7.8
	$\alpha 3$	8.0	7.3	7.0	6.8
	$\alpha 2$	8.6	9.1	10.8	9.9
	$\alpha 1$	9.3	8.1	7.5	7.4
	θ	11.7	8.6	7.9	7.5
5) S.T., 33, M	β	7.8	10.0	9.2	8.3
	$\alpha 3$	7.6	7.3	6.9	7.0
	$\alpha 2$	8.4	8.4	8.2	8.3
	$\alpha 1$	10.0	9.8	11.3	12.2
	θ	-	8.5	8.0	7.7

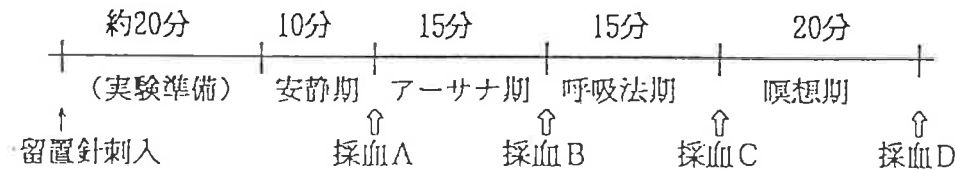
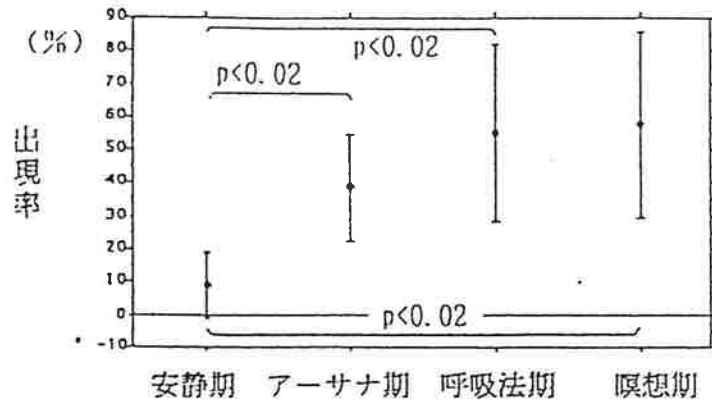
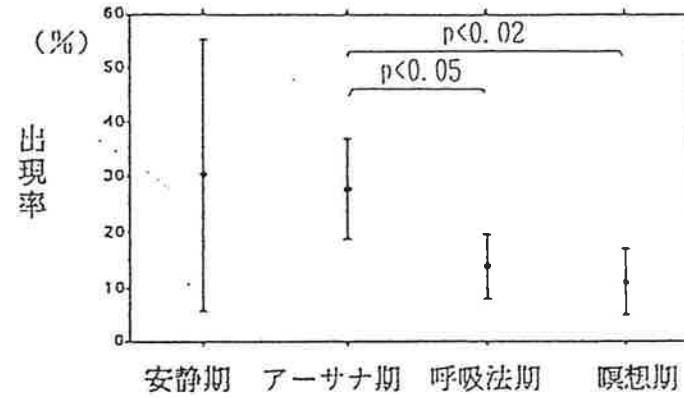


図1. ヨーガの実施方法

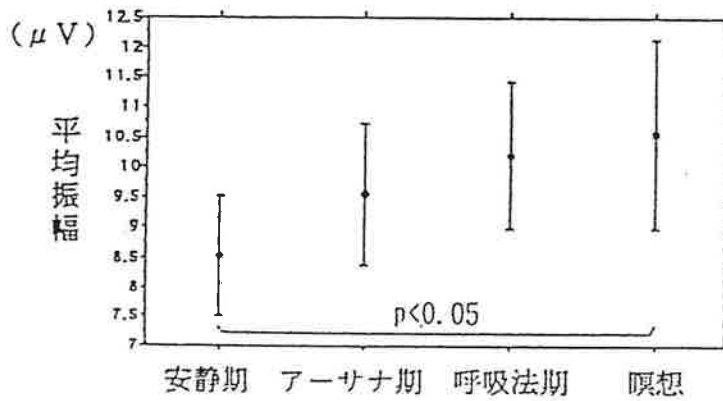
(a) $\alpha 2$ の出現率



(b) β の出現率



(c) $\alpha 2$ の平均振幅



(d) β の平均振幅

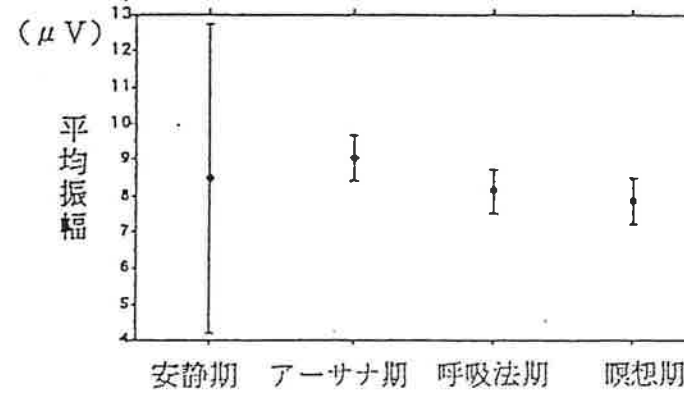


図2. 安静時およびヨガ実施時における 8.5~11.5Hzの α 波 ($\alpha 2$) と β 波 (β) の出現率と平均振幅の変化 (n=5)

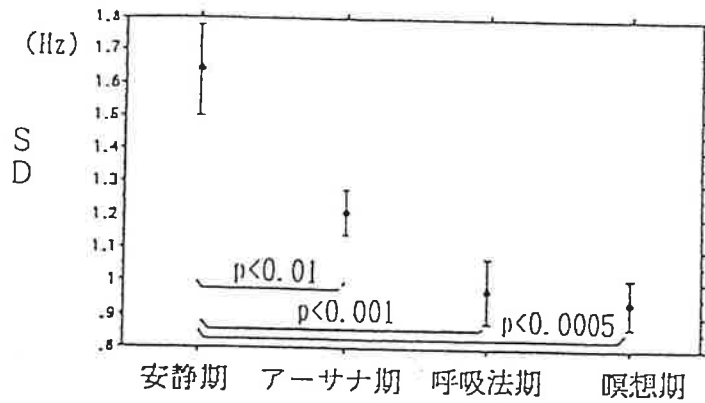


図3. 安静時およびヨーガ実施時において検出されたα波の周波数の標準偏差の変化 (n=5)

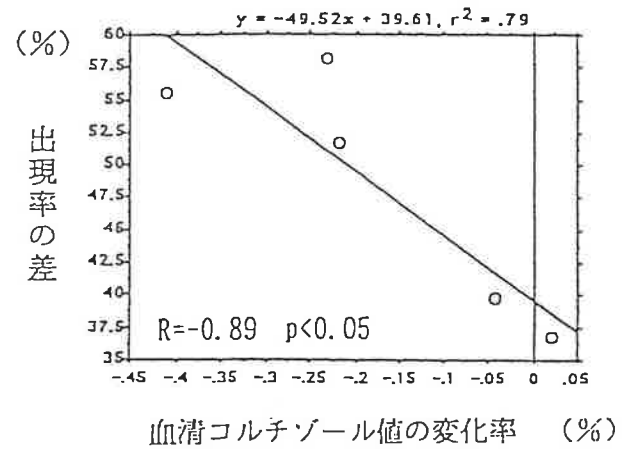


図4. 安静時に対するヨーガ実施時の8.5~11.5Hzのα波(α2)の出現率の変動とヨーガ実施前後での血清コルチゾール値の変化率との相関 (n=5)

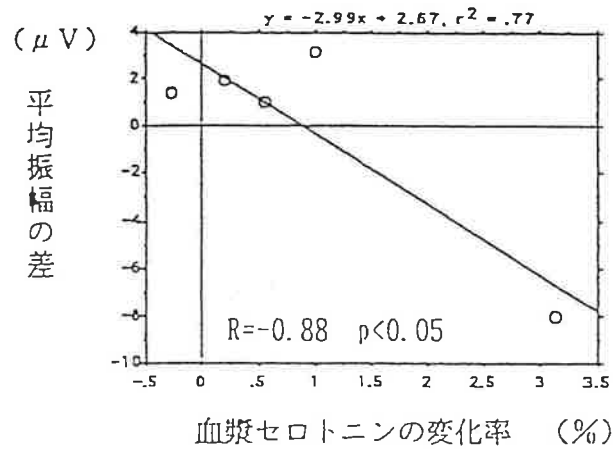


図5. 安静時に対するヨーガ実施時のβ波の平均振幅の変動とヨーガ実施前後での血漿セロトニン値の変化率との相関 (n=5)

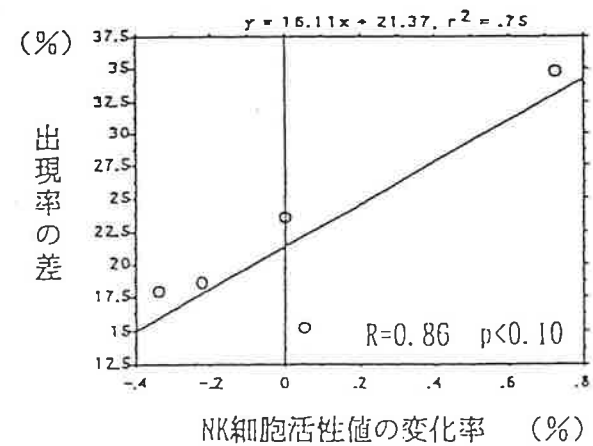


図7. アーサナ期に対する呼吸法期の8.5~11.5Hzのα波(α2)の出現率の変動と呼吸法期前後でのNK細胞活性値の変化率との相関 (n=5)

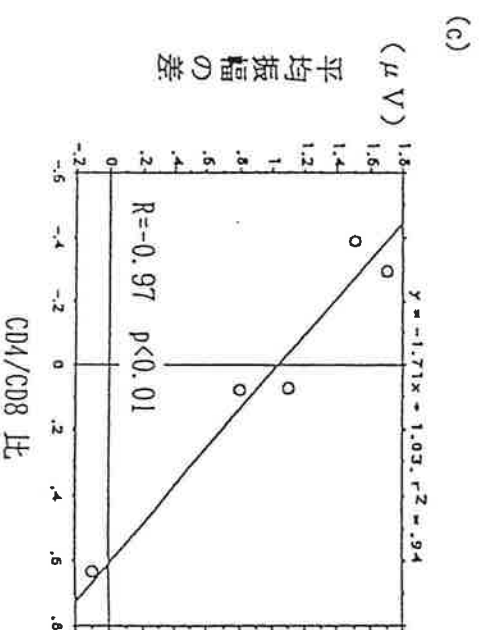
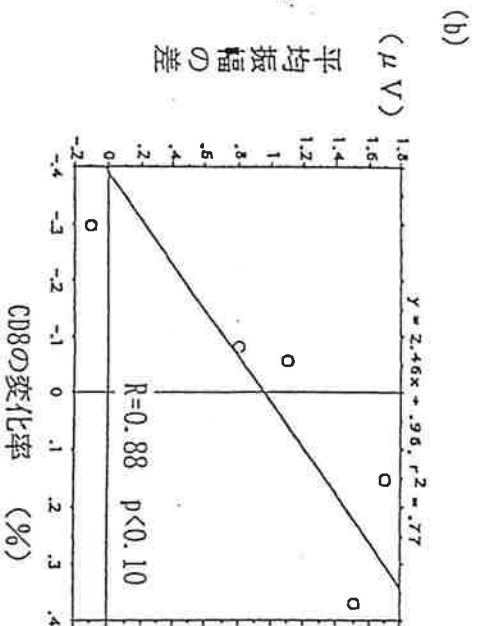
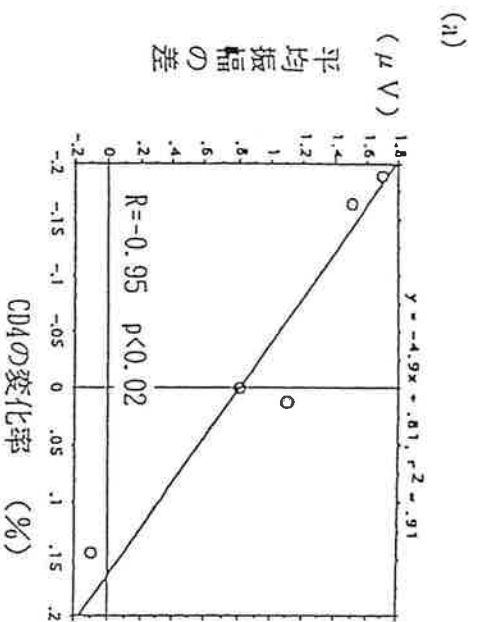
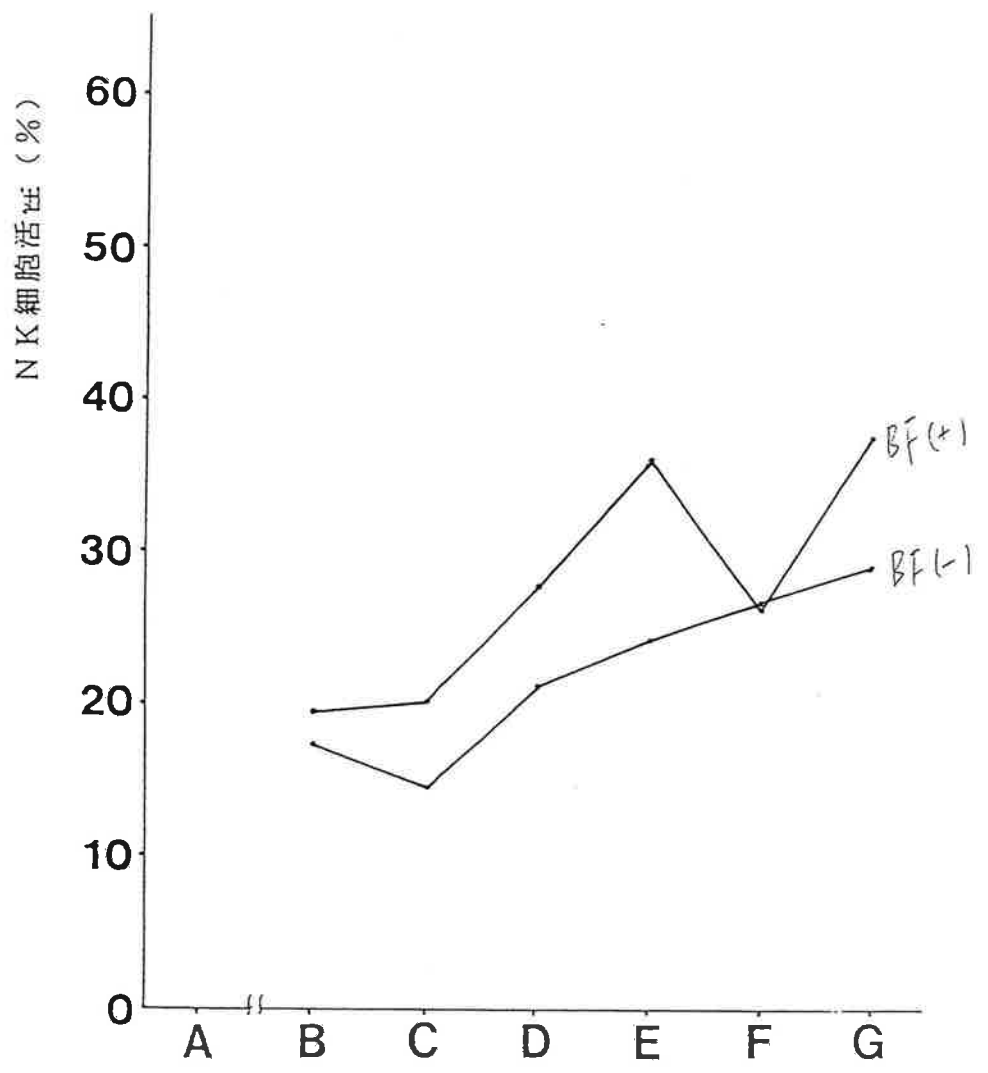


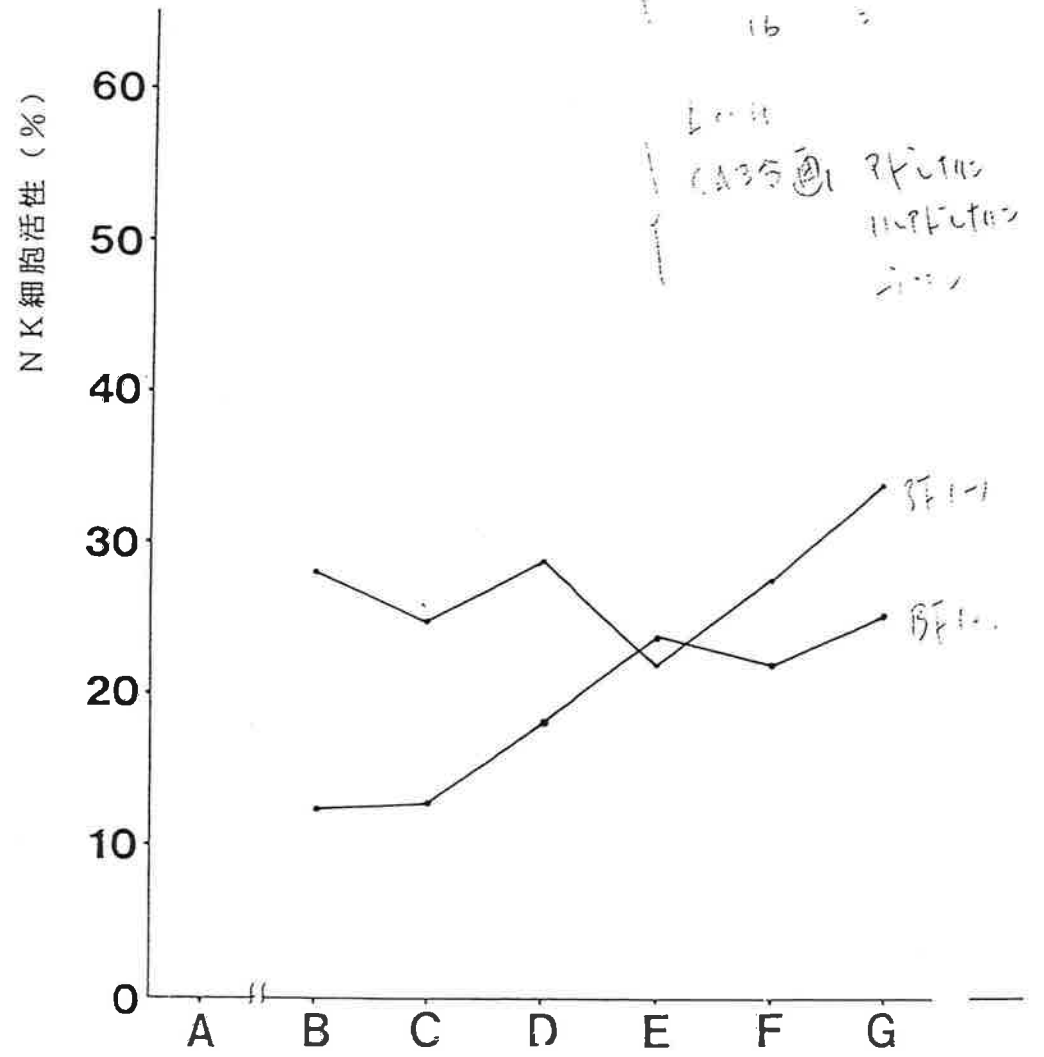
図6. フェーサナ期に対する呼吸法則の 8.5~11.5Hzの α 波 ($\alpha 2$) の平均振幅の変動と呼吸法則前後での CD4(a) CD8(b) および CD4/CD8比(c) の変化率との相関 ($n=5$)

a



b

HK-10000A 243
 LD4-2000A 19.63
 8 =
 57 =
 16 =



LD4
 CA35 @ 243
 11.63
 243

文献

1. Ader, R., Felten, D. L. & Cohen, N. (1991): Psychoneuroimmunology 2nd Edition, Academic Press, Inc. San Diego.
2. Behanan, T. H. (1937): Yoga - A scientific evaluation, McMillan Co., New York.
3. Rele, V. C. (1927): In the mysterious kundalini. Pub. Taraporewala Sons and Co. Bombay.
4. Anand, B. K., China, G. S. & Singh, B. (1961a): Studies on shri ramananda yogi during his stay in an airtight box. Ind. J. Med. Res. 49 82.
5. Anand, B. K. & China, G. S. (1961b): Investigation on yogis claiming to stop their heart beats. Ind. J. Med. Res. 49-90.
6. Wenger, M. A. et. al. (1961): Some studies on established yogis. Circulation 24 13-19.
7. Udupa, K. N. & Singh, R. H. (1972): The scientific basis of yoga. J. Am. Med. Asso. (J. A. M. A.) 220 1365.
8. Udupa, K. N., Singh, R. H. & Yadava, R. A. (1973): Certain studies on psychological and biochemical response to the practice of hatha yoga in young normal volunteers. Ind. J. Med. Res. 61(2) 237-244.
9. Udupa, K. N. (1978): Disorders of stress and their management with yoga. Special Monograph, BIIU Press, Varanasi.
10. Vivekananda, Swami (1970) In Rajyoga. Advaita Ashram, Calcutta.
11. Wallace, R. R. (1970): Physiological effects of transcendental meditation

- A proposed fourth major state of consciousness Ph D Thesis, Dept. of Physiology, University of California, USA Published in Vol I, Scientific Research on T M Programme, Collected Papers.

12. Wallace, R. K., Beneson, H. & Wilson, A. F. (1971): A wakeful hypometabolic physiologic state. *Am. J. Physiol.* 221(3) 795-799.
13. Udupa, K. N., Singh, R. H. & Shettiwar, R. M. (1975): Neurohumoral changes following meditation. *J. Res. Ind. Med.* 10(2) 64-66.
14. Udupa, K. N., Singh, R. H., Dwivedi, K. N., Pandey, K. P. & Rai, V. (1975): Comparative biochemical studies on meditation. *Ind. J. Med. Res.* 63(12) 16-76.
15. Nayer, H. S., Selvamurthy W., Jose-

ph, N. T., Joseph, S. & Chohan, I. S. (1981) In *Souvenir of Yogis Conference of YOCOCEN, New Delhi* 40-48.

16. 岡 孝和、三島徳雄、川村治子 他 (1991): 気管支喘息患者におけるヨーガ療法の Relaxation Response に関する検討. *呼吸器心身研究会誌* 7 81-85.
17. Anand, B. K., Chhina, G. S. & Singh B. (1961): Some aspects of electroencephalographic studies in yogis. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 13 452-456.
18. Irwin, M., Daniels, M., Risch, S. C., Bloom, E. & Weiner, H. (1988): Plasma cortisol and natural killer cell activity during bereavement. *Biol. Psychiatry* 24 173-178.
19. Naliboff, B. D., Benton, D., Solomon, G. F., Morley, J. E., Fahey, J. L., Bloom, E. T., Makinodan, T. &