

運動の爽快感とその規定要因 (2)

徳永, 幹雄
Institute of Health Science Kyushu University

橋本, 公雄
Institute of Health Science Kyushu University

高柳, 茂美
Institute of Health Science Kyushu University

<https://doi.org/10.15017/611>

出版情報 : 健康科学. 16, pp.75-82, 1994-03-15. 九州大学健康科学センター
バージョン :
権利関係 :

運動の爽快感とその規定要因(2)

徳永 幹雄 橋本 公雄 高柳 茂美

The Invigorating Power of Exercise and Its Prescriptive Factors(2)

Mikio TOKUNAGA, Kimio HASHIMOTO,
Shigemi TAKAYANAGI

Summary

Our purpose was to clarify the factors which are central to the refreshed feeling people have after exercising. The subjects were 27 middle-aged female tennis lovers. Before, during and after playing tennis, we measured their blood pressure, pulse rate, lactic acid and stress hormones (ACTH, β -endorphin) and had them evaluate their feelings. The total amount of movement throughout the game was also measured by use of a pedometer.

We analyzed the score for feelings and other respective factors, and obtained the following results :

1. With the sport (tennis) played daily or regularly, the subjects' vital signs were at their maximum levels, as were their feelings of pleasure. This reaction presented a decreasing tendency after the end of the game.
2. During vigorous exercise, positive feelings presented a negative correlation with lactic acid levels, while they presented a positive correlation with ACTH and β -endorphin. After the game, however, these correlations were diminished. No relationship was seen between the degrees of variation in emotion and those of lactic acid or hormonal levels.
3. Although the amount of movement indicated no significant relationship to feelings, it presented a significant correlation with the secretion of lactic acid and hormones.

key words : Invigorating power, Tennis, ACTH, β -endorphin.

(Journal of Health Science, Kyushu University. 16 : 75-82, 1994)

緒 言

運動後に体験される「爽快感」は、運動の効果とし

ては一過性的な心理的效果である。しかし、身体的には体調(食欲, 睡眠, 排便など)を好転し, 心理的にはストレスを解消し, 心の安定や活性化につながる。そ

して、行動的には運動の継続的要因として重要な「感情的態度」の形成となる²²⁾。そうした理由から、運動の心理的効果を高めるためには、爽快感を生み出す「運動のしかた」を考察することが重要な課題となる。

筆者ら²³⁾は運動後の爽快感はどの程度体験されているのか、爽快感を規定している要因は何か、について3つの実験結果を報告してきた。

第1報告では大学生の11回目(全部で13回)のテニスの授業において、運動後の爽快感は、80.4%が体験し、その要因として、1)身体的には体温が上昇し、汗が出て、少し疲れるくらいの適度の運動量であること、2)心理的には運動欲求を満たし、運動に夢中になり、達成感や満足感を味わい、気分がすっきりすること、3)そして個人的特性として天候に左右されないほどの運動への意欲と好みがあること、を明らかにした。

第2報告では大学生のサッカーの授業で初期(2回目)と後期(12回目)の爽快感を比較した。後期の爽快感は84.7%であった。初期と後期の爽快感の変化をみると上昇型が56.5%で、その要因として体力、技術、性格の自己評価の高まり、熱中度・達成感・運動欲求といった心理的状態の変化、発汗、苦しさ・疲労感の減少といった身体面の適応・向上が明らかにされた。

第3報告では高齢者のテニス後の爽快感と乳酸およびストレスホルモンの関係を分析した。その結果、高齢者のテニス前後の爽快感、感情得点、乳酸、ACTH、ベータ・エンドルフィンの平均値には、いずれも有意な変化は認められなかった。しかし、テニス後の相互関係をみると、爽快感および感情得点は乳酸値とはマイナスの相関がみられ、ACTHやベータ・エンドルフィンにはプラスの相関がみられるという興味ある傾向がみられた。ただ、高齢者の運動後の爽快感をホルモン分泌からのみ考察するのは困難ではないかと思われ

た。

本研究では、第3報告と同様に中年女性のテニス経験者を対象にしてテニス前後の感情の変化と血圧、脈拍、乳酸、ストレスホルモンの関係を明らかにしようとした。

対象および方法

1. 対象は中年女性テニス愛好者27名(平均年齢は42.7才。経験年数は10年以上10名、5~9年11名、3~4年5名、写真1)。
2. 測定期日は平成3年11月29日。測定時間は10:30~13:00。
3. 方法はテニス練習の前、中、後に採血、血圧、脈拍測定および橋本ら⁶⁾の感情調査を行った。

採血は看護婦が行い(写真2)、練習前と中間に採血したI群(12名)および練習前と練習後に採血したII群(15名)を作成した。

テニス練習はクレーコート2面を使用し、準備運動に続き、かなり激しい応用練習を行い前半を終了した。後半はダブルスのゲームを行った。

結果と考察

1. テニス前後の血圧、心拍、感情、乳酸、ACTH、およびベータ・エンドルフィンの変化

表1は対象者の採血結果である。HDLコレステロールが高く、CPKがやや高い。その他は正常範囲を示している。表2はテニス前後の血圧、脈拍、感情の変化である。全体的にみると最高血圧は練習前の122mmHgに比較し、練習中は125mmHgとわずかに増加し、練習後116mmHgと低下した。最低血圧は練習前の70.4mmHgに対して、練習中は75mmHgと上昇し、練習後も73mmHgとやや高かった。脈拍数は練習前の65拍/分



Photo 1. Subjects

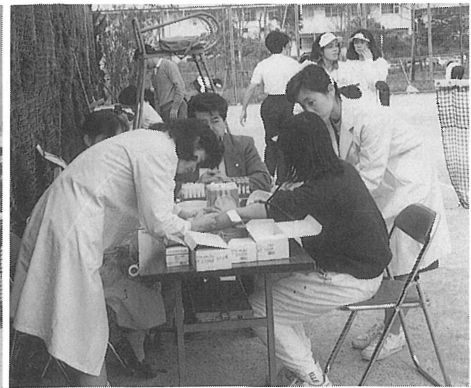


Photo 2. Scene of blood-gathering

Table 1. Subjects' profile by blood-gathering. (N = 26)

	平均値	(正常範囲)
尿酸 (mg/dl)	4.0	(2.5~6.0)
血清鉄 (μ g/dl)	91.9	(51~139)
TIBC (μ g/dl)	403	(254~394)
総コレステロール (mg/dl)	211.3	(130~220)
HDL (mg/dl)	78.9	(40~70)
中性脂肪 (mg/dl)	92.0	(50~150)
GOT (U)	22.5	(0~40)
GPT (U)	14.3	(0~35)
アルフォース (U)	6.4	(3~13)
γ GTP (mU)	9.2	(0~40)
CPK (mU)	68.7	(0~68)
グルコース (mg/dl)	77.9	(60~110)
白血球 (/mm ³)	5533	(3500~9800)
赤血球 (万/mm ³)	470	(376~500)
Hb (g/dl)	13.7	(11.3~15.2)
Ht (%)	43.2	(33.4~44.9)
MCV (μ ³)	91.8	(79.0~100.0)
MCH ($\gamma\gamma$)	29.1	(26.3~34.3)
MCHC (%)	31.6	(30.7~36.6)
乳酸 (mg/dl)	7.3	(3.3~14.9)
ACTH (pg/ml)	23.4	(60以下)
β エンドルフィン (pg/ml)	8.9	(10以下)

Table 2. Variation of blood pressure, pulse rate and score for feeling before, during and after playing tennis. (N = 26)

	最高血圧	最低血圧	脈拍数	感情得点
練習前	122.3	70.4	64.7	9.6
練習中	124.8	74.7	89.3	17.9
練習後	115.7	73.2	84.3	14.3

に対し、練習中は89拍と増加し、練習後は84拍とやや減少した。

次に、測定時期が異なる I 群、II 群の変化をみると表 3、表 4 のとおりである。血圧と脈拍では I 群では最低血圧がテニス前後に有意に上昇した。II 群ではテニス前と中間で最低血圧が有意に上昇した。

これらの血圧や脈拍の測定ではテニスコートに 4 台の自動血圧計を準備して測定した。とくに、練習中の測定は可能な限り運動直後に測定したものの、測定時にはすでにかなり低下していたものと考えられる。

乳酸は I 群での練習前と中間で 7.3 mg/dl から 34.9 mg/dl に増加し、その変化は有意であった。II 群での練習前と練習後では 7.3 mg/dl から 10.4 mg/dl にわず

Table 3. Results of subjects measured before and during playing tennis. (Group I, N = 11)

	測定時間	M	SD	平均差	有意性(P)
最	テニス前	124.1	22.57	4.1	—
	中間	128.2	20.94		
高	テニス前	124.1	22.57	-1.2	—
	テニス後	122.9	14.05		
血	中間	128.2	20.94	-5.3	—
	テニス後	122.9	14.05		
最	テニス前	72.8	12.42	3.4	$\Delta\Delta$
	中間	76.2	16.04		
低	テニス前	72.8	12.42	3.3	**
	テニス後	76.1	10.75		
血	中間	76.2	16.04	-0.1	—
	テニス後	76.1	10.75		
脈	テニス前	64.9	11.18	26.0	**
	中間	90.9	10.91		
拍	テニス前	64.9	11.18	25.3	**
	テニス後	90.2	11.20		
感	中間	90.9	10.91	-0.7	—
	テニス後	90.2	11.20		
情	テニス前	12.0	7.27	5.3	Δ
	中間	17.3	11.97		
乳	テニス前	12.0	7.27	2.9	—
	テニス後	14.9	10.97		
酸	中間	17.3	11.97	-2.4	—
	テニス後	14.9	10.97		
ACTH	テニス前	7.3	2.96	27.6	**
	中間	34.9	8.79		
β -エンドルフィン	テニス前	29.1	22.03	19.1	$\Delta\Delta$
	中間	48.2	28.85		
	テニス前	8.9	2.12	3.7	**
	中間	12.6	2.80		

** p < .01 $\Delta\Delta$ p < .10 Δ p < .20

かに増加した。このことから前半の練習はかなりの運動強度であったことが推察される。

これに対して感情得点は練習前の平均得点が 9.6 点に対して練習中は 17.9 点と向上し、練習後は 14.3 点と低下した。

ACTH (副腎皮質刺激ホルモン) は I 群の練習前と中間では 29.1 pg/ml から 48.2 pg/ml とやや増加した。II 群の練習中から練習後では 19.6 pg/ml から 17.0 pg/ml と減少した。

β -エンドルフィン は I 群では 8.9 pg/ml から 12.6 pg/ml に有意に増加し、II 群では 7.5 pg/ml から 8.6 pg/ml とやや増加したにすぎなかった。

Table 4. Results of subjects measured before and after playing tennis. (Group II, N=15)

	測定時間	M	SD	平均差	有意性(P)
最高 血 圧	テニス前	121.1	14.57	1.2	—
	中 間	122.3	14.49		
	テニス前	121.1	14.57	-4.4	△
	テニス後	116.7	12.49		
最 低 血 圧	中 間	122.3	14.49	-5.6	△
	テニス後	116.7	12.49		
	テニス前	68.7	8.87	4.8	**
	中 間	73.5	7.58		
脈 拍	テニス前	68.7	8.87	2.4	△
	テニス後	71.1	9.36		
	中 間	73.5	7.58	-2.4	△△
	テニス後	71.1	9.38		
感 情	テニス前	64.6	7.72	23.6	**
	中 間	88.2	12.50		
	テニス前	64.6	7.72	15.3	**
	テニス後	79.9	11.41		
乳 酸	中 間	88.2	12.50	-8.3	**
	テニス後	79.9	11.41		
	テニス前	9.1	5.78	9.3	**
	中 間	18.4	7.82		
ACTH	テニス前	7.9	7.27	5.9	*
	テニス後	13.8	8.73		
	中 間	18.4	7.82	-4.5	△
	テニス後	13.9	9.05		
β-エンド ルフィン	テニス前	7.3	4.53	3.1	△
	テニス後	10.4	5.38		
ACTH	テニス前	19.6	7.65	-2.6	—
	テニス後	17.0	11.13		
β-エンド ルフィン	テニス前	7.5	1.85	1.1	△
	テニス後	8.6	2.26		

** p<.01 * p<.05 △△ p<.10 △ p<.20

これらのことから、テニス前と激しく練習した後での比較では、血圧、脈拍、乳酸、ACTH、ベータ・エンドルフィンおよび感情得点は上昇したことがわかる。それに比較して、テニス前とテニス後では最低血圧、脈拍は上昇し、乳酸、ベータ・エンドルフィンはずかには上昇したものの、ACTHは減少したことが明らかにされた。このことは田中²¹⁾が最大酸素摂取量の50%強度の比較的軽い負荷ではベータ・エンドルフィンの増加は認められず、60~70%強度で20~30分の持続的運動で認められることを報告していることから推測できる。

すなわち、練習の激しかった練習中の生体負担度は

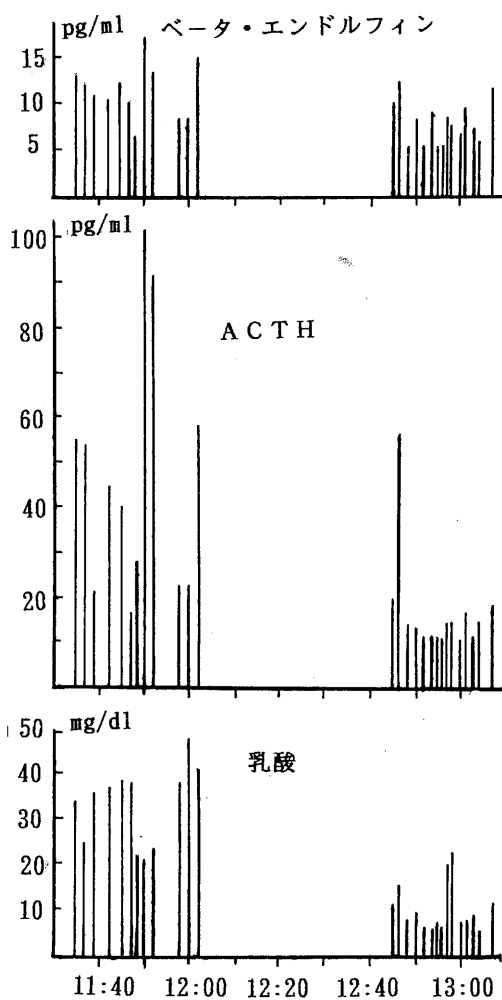


Fig1. Relationship between time of blood-gathering and lactic acid, ACTH and β -endorphin.

高く、ホルモン分泌が多く、その時に感情得点も高くなったことを示している。

次に、採血時間の違いから乳酸やホルモン分泌がどのように異なるかをみた。結果は図1のとおりである。棒グラフは対象者27名の採血時間ごとの結果を示したものである。したがって、3つの測定値はそれぞれ個人に対応したものである。乳酸、ACTH、ベータ・エンドルフィンとも前半測定群の分泌が多く、後半測定群の分泌は少ないことがわかる。とくに、乳酸やACTHでは後半測定群は少なかった。

前半測定群は激しい練習直後に採血し、後半測定群

はダブルスの試合をした後に測定したものである。つまり、個人差が若干みられるものの、テニス後では乳酸、ACTH、ベータ・エンドルフィンはずで低下していることが、採血時間による個人曲線からも示されたことになる。

さらに、全被験者の練習前・中・後の個人別変化曲線を示すと図2のとおりである。練習前、練習中、練習後の乳酸およびホルモン分泌を比較すると、前半測定群(I群)は練習前に比較して練習中の乳酸、ACTH、ベータ・エンドルフィンは明らかに高い値を示した。これに対して後半測定群(II群)は、練習前に比較して練習後は乳酸とベータ・エンドルフィンはわずかに高い値を示している。しかし、ACTHはわずかに低下していることがわかる。

感情得点については練習前に比較すると練習中に最も高くなり、練習後にはやや低下している。しかし、練習前に比較すると練習後は高まっている者が多かった。

以上のように、全体の平均値、採血時間の差異との関係、テニス前、中、後の個人曲線の変化からみて、技術練習中に生体反応は最も高まっていることが推察された。すなわち、今回の対象者では練習中に血圧、脈拍、乳酸、ACTH、ベータ・エンドルフィン、そして感情は、最も高まっていることが示されたことになる。しかも、待ち時間やダブルスゲームをした後では、その生体反応はずで低下傾向を示していることが明らかにされた。

近年、一過性の運動が気分や感情の改善に役立つと

いう報告は橋本ら^{9),7)}、岡村¹⁹⁾、大浦ら²⁰⁾、Morgan¹⁶⁾、Cummingsら²⁾、Morganら¹⁷⁾など多くの研究者にみられる。その要因としてMorganら¹⁷⁾はモノアミン仮説、温熱仮説、気晴らし仮説、ベータ・エンドルフィン仮説を紹介している。その中で、岩根ら^{9),10),11),12)}、Farellら⁴⁾、de Meirlewirら³⁾、Goldfarbら⁵⁾は運動ストレスはベータ・エンドルフィンを増加させることについて報告している。しかし、Hatfieldら⁸⁾はそのことが感情の改善に関係しているということは一貫していないと述べている。

今回のように、測定時間や測定時の運動強度が異なれば、血液中の乳酸やストレスホルモン分泌は、異なると解釈するのが当然であろう。

2. 感情と乳酸、ACTH、ベータ・エンドルフィンの関係

練習中(I群)と練習後(II群)について、感情得点と乳酸、ACTH、ベータ・エンドルフィンの相関関係を比較した。結果は図3のとおりである。

練習中の前半に測定した群では、感情得点は乳酸とは1%水準の有意なマイナス相関、ACTHとベータ・エンドルフィンとはプラスの相関を示した。とくに感情とベータ・エンドルフィンには1%水準の有意な相関関係が認められた。すなわち、快感情が高い人ほど疲労度は少なく、ACTHやベータ・エンドルフィンの分泌が多いことを示している。

しかし、練習終了時の後半に採血した群では、この関係は著しく減少し、感情と乳酸、ACTH、ベータ・エ

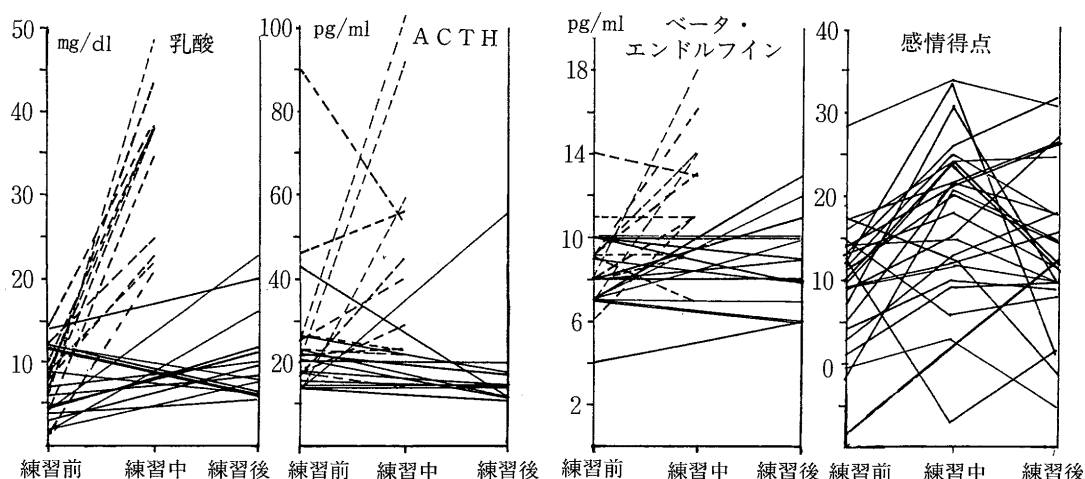


Fig2. Variation of lactic acid, ACTH, β -endorphin, and score for feelings before, during and after playing tennis.

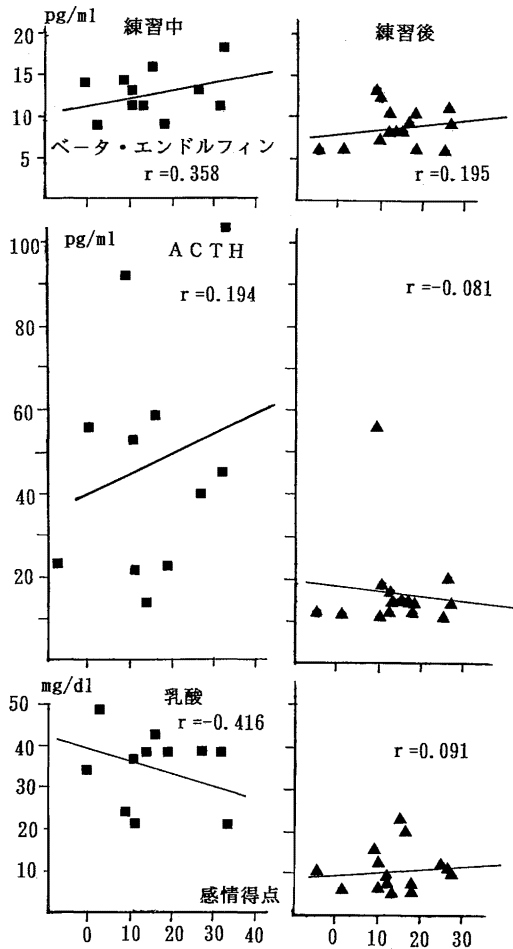


Fig3. Relationship between score for feelings and lactic acid, ACTH and β -endorphin during and after playing tennis.

ンドルフィンの相関は非常に低くなった。

次に感情の変化量と乳酸, ACTH, ベータ・エンドルフィンの変化量との相関関係についてみた。結果は表5のとおりである。前半測定群では感情の変化量と乳酸の変化量には, $r=-0.388$, ACTH は $r=-0.161$, ベータ・エンドルフィンには $r=0.077$ の相関であった。また, 後半測定群は乳酸とは $r=0.299$, ACTH とは $r=0.111$, ベータ・エンドルフィンとは $r=-0.287$ であった。すなわち, 感情の変化と乳酸やホルモンの変化量には, いずれも有意な相関は認められなかった。ただ, 練習中の歩行数との関係を見ると乳酸は $r=0.328$, ACTH は $r=0.307$, ベータ・エンドルフィンには $r=0.519$ ($p<.05$) と高い相関を示した。しかし, 感情得点とは $r=0.083$ で, 著しく低い相関であった。

Table5. Correlation between the degree of variation of score for feelings and those of lactic acid, ACTH, β -endorphin and the amount of movement.

	I 群 (11名)	II 群 (15名)
感情の変化量	-0.388	0.299
感情の変化量 -乳酸の変化量	-0.161	0.111
感情の変化量- ACTH の変化量	0.077	-0.287
感情の変化量-ベータ・ エンドルフィンの変化量		
歩行数-乳酸	-	0.328
歩行数-ACTH	-	0.307
歩行数-ベータ・ エンドルフィン	-	0.519*
歩行数-感情	-	0.083(N=26)

* $p<.05$

以上のとおり, 練習中の感情の高まりは, 乳酸とはマイナス相関, ACTH やベータ・エンドルフィンとはプラス相関を示した。しかし, この関係は練習終了後では見られないこと, 感情の変化量と乳酸, ACTH, ベータ・エンドルフィンの変化量には有意な相関は認められなかったことが明らかにされた。

運動によるベータ・エンドルフィンと感情の関係について山本ら, Markoff ら¹⁵⁾, Joel¹³⁾, Colt¹¹⁾らは相関があることを報告している。

また, 最高心拍数の80%強度で30分間トレッドミル走を男女にさせた Kramer ら¹⁴⁾はベータ・エンドルフィンの増加はみられなかったが, 全体的な気分は改善したと報告している。

本研究の場合, テニスなどの日常的に行われている運動では, 技術練習などの激しい練習をしたときに生体反応は最も高まり, 感情と乳酸やストレスホルモンには相関関係がみられた。しかし, 待ち時間やダブルスの練習をした後では, 生体反応は徐々に低下傾向を示しており, 感情と乳酸やストレスホルモンには相関関係はみられなくなるのではないかと推測される。したがって, 運動の爽快感は身体的には生体反応が一時的に高まり, それが徐々に低下する過程で生まれる感情ということができないのではないだろうか。しかも, その時の欲求の充足度, 達成感, 満足感, 充実感などの心理状態の併発が規定要因となって生まれる感情ではないかと推察される。

要 約

運動後の爽快感とその規定要因を分析する目的から、中年女性のテニス愛好者27名を対象にして、テニス練習の前、中、後に乳酸・ACTH・ β -エンドルフィン・血圧・脈拍の測定および感情調査を行った。おもな結果は次のように要約できる。

1. 日常的、習慣的に行われる運動(テニス)では、生体への反応は運動中に最も高められ、感情も最も促進された。しかし、運動終了時にはその反応はすでに低下傾向にあった。
2. 激しい運動中の感情は乳酸とマイナス相関、ACTHやベータ・エンドルフィンとはプラスの相関がみられた。しかし、運動終了時ではこの関係は著しく低下した。また、感情の変化量と乳酸やホルモンの変化量には関係はみられなかった。
3. 歩行数は感情とは有意な関係はみられなかったが、乳酸やホルモン分泌には有意な相関がみられた。

附記

テニス前後の採血は九州大学健康科学センターの看護婦、上川由紀嬢にご協力頂いた。ここに記して、厚く感謝致します。

文 献

- 1) Colt, E. W. D., Wardlaw, S. L. and Frantz, A. G.: The effect of running on plasma β -endorphin. *Life Sci.*, 28: 1637-1640, 1981.
- 2) Cummings D. C., Wheeler G. D.: Opioids in exercise physiology. *Seminars in Reproductive Endocrinology*, 5(2): 171-9, 1987.
- 3) de Meirleir K., Naaktgeboren N., Van Steirteghem A., Gorus F., Olbrecht J., Block P.: Beta-Endorphin and ACTH levels in peripheral blood during and after aerobic and anaerobic exercise. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 55: 5-8, 1986.
- 4) Farrell P. A., Garthwaite T.L., Gustafson A. B.: Plasma adenocorticotropin and cortisol responses to submaximal and exhaustive exercise. *J. Appl. Physiol.*, 55(5): 1441-4, 1983.
- 5) Goldfarb A. H., Hatfield B. D., Sforzo G.: A, Flynn M. G.: Serum Beta-endorphin levels during a graded exercise test to exhaustion. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 19(2): 78-82, 1987.
- 6) 橋本公雄, 斉藤篤司, 徳永幹雄, 磯貝浩久, 高柳茂美: 運動によるストレス低減効果に関する研究(2)——一過性の快適自己ペース走による感情の変化——. *健康科学*, 13: 1-8, 1991.
- 7) 橋本公雄, 高柳茂美, 徳永幹雄, 斉藤篤司, 磯貝浩久: 一過性の運動による感情の変化と体力との関係. *健康科学*, 14: 1-8, 1992.
- 8) Hatfield B. D., Goldfarb A. H., Sforzo G. A., Flynn M. G.: Serum beta-endorphin and affective responses to graded exercise in young and elderly men. *J. Gerontology*, 42(4): 429-31, 1987.
- 9) 岩根久雄, 他: 運動と β -Endorphin. *J. J. Sports Sci.*, 3-6: 450-457, 1984.
- 10) 岩根久雄: 過激な運動における内分泌的变化. *ストレスと人間科学*, 3: 52-56, 1988.
- 11) 岩根久雄, 高波嘉一: 激しい運動によって起こる生体の変化. *教育と医学*, 38-10: 38-44, 1990.
- 12) 岩根久雄: スポーツ医学の実際, 現代のエスプリ. 282: 45-53, 1991.
- 13) ジョエル・デイビス(安田宏訳): 快楽物質エンドルフィン. 青土社, 1987, pp. 223-244 (Joel Davis: Endorphin: New Waves in Brain Chemistry Tuttle-Mori Agency, Inc., Tokyo)
- 14) Kraemer R. R., Dziewaltowsky, D. A., Blair, S. B., Rinehardt, K. F. and Castracane, V. D.: Mood alteration from treadmill running and its relationship to beta-endorphin, corticotropin, and growth hormone. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 30-3: 241-246, 1990.
- 15) Markoff R. A., Ryan P. and Young T.: Endorphins and mood changes in long-distance running. *Medicine and Science in sports and Exercise*, 14-1: 11-15, 1982.
- 16) Morgan W.P.: Affective beneficence of vigorous physical activity. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 17: 94-100, 1985.
- 17) Morgan W. P., O'Connor P.J.: Exercise and mental health. In: Dishman R. K., ed. *Exercise adherence: Its impact on public health*. Champaign, IL: Human Kinetics, 91-121, 1988.
- 18) 岡村豊太郎: 感情変容に及ぼす身体活動の効果——トレーニング運動が不安感情の軽減に及ぼす効果——. *山口県体育学研究*, 21: 22-31, 1977.

-
- 19) 岡村豊太郎：状態不安の軽減に及ぼす自己ペース走の効果。日本体育学会第37回大会号，p. 170，1986。
- 20) 大浦隆陽，山本勝昭，徳島了：大学における体育実技への専心性と気分の関係——評価の観点から——。九州体育学研究，1-1：1-10，1982。
- 21) 田中宏暁：運動とストレス，48-55，ヘルシスト
- 22) 徳永幹雄：運動で得られる爽快感と心の健康。Ajico Information，マイウエルネス，10：11-18，1991。
- 23) 徳永幹雄，橋本公雄，磯貝浩久，高柳茂美：運動の爽快感とその規定要因(1)。健康科学，14：9-17，1992。
- 24) 山本勝昭，田中宏暁，進藤宗洋，田中守，徳島了，山内美代子：運動強度：持続時間と気分との関連について。日本体育学会第37回大会号，p. 197，1986。