

更年期女性の血清脂質に及ぼす閉経、 トレーニング、女性ホルモンの影響

安藤好郎¹⁾，鷺見勝博¹⁾，中尾隆行¹⁾，門間 博¹⁾，
安田和広²⁾，町田 望³⁾，鈴木茂廣³⁾

The effects of menopause, training, estron, and estradiol on
serum lipids in menopausal women.

Yoshiro Ando, Katsuhiro Sumi, Takayuki Nakao, Hiroshi Kadoma,
Kazuhiro Yasuda, Nozomu Machida, Shigehiro, Suzuki

Abstract

Fifty-two women studies to determine the effect of menopause, training, estron, and estradiol on serum levels of total cholesterol (TC), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), and triglyceride (TG). Subjects were assigned to one of two groups: trained endurance runners (average age = 48.5 ± 6.9 years ; training history = 12.7 ± 5.9 years ; training frequency per week = 4.5 ± 1.3 time ; training distance per day = 8.9 ± 4.7 km ; training duration ; n = 24) ; control group (average age = 49.4 ± 5.9 years ; n = 28). The post menopausal women undergone natural menopause. None of the subjects smoked, cardiovascular disease, or any from the hormonal replacement. Analysis of variance (ANOVA) indicated: 1) Significant difference between the trained group and the control group in measured of percentage of body fat (%BF: 21.8%; 26.6%), ($p < 0.001$) and the heart rate at ventilation threshold (HR at VT: 133.6bpm; 116.5bpm) ($p < 0.001$) and Vo_2 at VT (30.4ml/kg/min; 18.9ml/kg/min) ($p < 0.001$) ; and HDL-C (77.8mg/dl; 67.2mg/dl). 2) This %BF, HR at VT, Vo_2 at VT, and HDL-C tendency was identified when age differences on among the groups were statistically controlled. 3) In a simple

1) 中京大学教養部 2) 中京大学 3) 名城大学理工学部

correlation analysis, age showed a significant positively associated with TC ($r = 0.409$), and %BF was positively associated with TC ($r = 0.579$) and LDL-C ($r = 0.610$), and BMI was positively associated with LDL-C ($r = 0.514$), and significant positive correlation was found between HR at VT and HDL-C ($r = 0.514$) in trained group. On the other hand, age was positively associated with TG ($r = 0.419$) in control group, and %BF was negatively associated with HDL-C ($r = -0.378$). 4) Analysis of covariance, HDL-C was affected with training rather than menopause. 5) Estron was significantly and positively correlated with HDL-C ($r = 0.587$) in post menopausal trained group.

These data suggested that training prior to menopause had a positive effect on HDL-C levels. This effect continued with training following menopause and HDL-C levels were also maintained. This appears to be controlled by hormones such as estrogen.

1 緒 言

女性は初経を境に、妊娠、出産、閉経に至るまで、これらに伴う身体的諸機能の変化およびホルモン分泌の変化がおこる。特に更年期には、卵巣機能が徐々に衰え、エストロゲンやプロジェステロン等の分泌が不規則となり閉経を迎える。この時期の女性のこうした身体の変調は、自律神経系の調節機構に乱れを生ずることはよく知られている。また、同様に虚血性心疾患の発症率が閉経後で高くなることもいわれている¹⁸⁾³¹⁾。したがって、中高年女性のスポーツ愛好家が増大するなかで、この時期の成人病予防に対する身体活動の有効性を検証することは急務とされる。つまり、この時期の女性のスポーツ活動が脂質代謝の改善にどのような影響を与えているかについて検討することは、効果的なスポーツ活動の奨励および成人病予防の観点から意義を有するものと考えられる。

中高年女性では更年期、特に閉経を境として動脈硬化とともに肥満傾向が顕著となるとされる。しかし、閉経後の女性ホルモンや脂質代謝に身体トレーニングがどのような影響を及ぼすかについて検討されたものはなく、閉経前のものにおいてもきわめて少ない²³⁾³⁸⁾。

本研究では、こうした点から、定期的なランニング習慣を有する40歳から56歳までの女性を対象として、cross-sectionalな観点からこの時期

の血清脂質の変化に及ぼす閉経, 身体トレーニングおよび女性ホルモンの影響について明らかにすることとした。

2 方 法

1) 対象者

対象者は愛知県のマスターズ協会, 愛知県タートル協会に所属する女性のうち, 測定・調査への協力が得られたランナー 24 名(運動群)及びこれまでに運動習慣を有していない女性 28 名(対照群)とした(表 1)。運動群のトレーニング歴は 12.7 ± 5.9 年, 週当たりのトレーニング回数は 4.5 ± 1.3 回, 1 回当たりのトレーニング時間は 54.8 ± 18.0 分, 1 回当たりのトレーニング距離は 8.9 ± 4.7 km であった。

Table 1. Characteristics of subjects

	Trained (n = 24)	Control (n = 28)	F ratio	simple ANOVA (Pr > F)	age covariate ANCOVA
age, yr.	48.5 ± 6.9	49.4 ± 5.9	1.131	ns	ns
height, cm	155.9 ± 3.8	156.1 ± 5.7	0.047	ns	ns
mass, kg	50.8 ± 4.7	51.4 ± 5.3	0.400	ns	ns
Fat Free mass, kg	39.6 ± 2.8	37.7 ± 4.0	4.040	ns	ns
Percentage body fat, %	21.8 ± 4.1	26.6 ± 3.9	16.093	***, T < C	***, T < C
Body Mass Index	20.9 ± 1.9	21.1 ± 1.7	0.021	ns	ns
$\dot{V}O_2$ at VT, ml/min/kg	30.4 ± 6.4	18.9 ± 6.6	39.561	***, T > C	***, T > C
Heart rate at VT, bpm	133.6 ± 9.1	116.5 ± 9.4	44.230	***, T > C	***, T > C
Total cholesterol, mg/dl	216.4 ± 34.5	226.0 ± 47.0	0.681	ns	ns
LDL Cholesterol, mg/dl	123.7 ± 33.6	140.0 ± 49.1	1.890	ns	ns
HDL Cholesterol, mg/dl	77.8 ± 16.6	67.2 ± 17.4	5.024	*, T > C	*, T > C
Triglyceride, mg/dl	74.4 ± 39.6	93.8 ± 71.8	1.394	ns	ns
Protein, g/dl	7.4 ± 0.4	7.6 ± 0.4	3.286	ns	ns
Estoron, pg/ml	99.7 ± 60.7	89.3 ± 65.1	0.350	ns	ns
Estradiol, pg/ml	39.8 ± 37.4	32.1 ± 26.3	0.759	ns	ns

$\dot{V}O_2$ at VT indicates $\dot{V}O_2$ at ventilation threshold; Heart rate at VT, heart rate at ventilation threshold; LDL cholesterol, Low-density lipoprotein cholesterol; HDL cholesterol, High-density lipoprotein cholesterol; ns, not significant; ANOVA, analysis of variance and ANCOVA, analysis of covariance. Significant levels * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$ by t-test. Values are mean ± SD.

これら対象者は研究の主旨, および測定内容に関して説明した書類を読み, 本研究に協力することに同意したボランティアである。また, 運動負荷試験の測定前には医師による問診, 安静時心電図・血圧測定を行ない運動負荷試験実施可能であることを確認した。

2) 形態計測

身長, 体重, 皮下脂肪厚を測定した。皮下脂肪厚は, 栄研式皮厚計を用い上腕背部, 肩甲骨下部の2点を測定し, Nagamine²⁶⁾ たちの方法により体密度を求め Brozek⁴⁾ の式から体脂肪率 (%Body Fat: %BF) を推定した。

3) 血液生化学検査

血液は安静空腹時の午前中に採血し, 血清分離後分析時まで -20°C に凍結保存した。性ホルモンのエストロン (Estron; E_1) はRIA DCC法, エストラジオール (Estradiol; E_2) はRIA 固相法にて測定した。脂質関連指標の総コレステロール (Total cholesterol; TC), トリグリセライド (triglyceride; TG) は酵素法, (High-density lipoprotein cholesterol; HDL-C) はポリエチレングリコール法にて測定した。総蛋白 (protein) はBiuret法にて測定した。なお, (Low-density lipoprotein cholesterol; LDL-C) は, Friedewald の式 ($\text{LDL-C} = \text{TC} - (\text{HDL-C}) - \text{TG}/5$) により算出した。

4) 運動負荷試験

心肺機能測定装置 ox- α (mijnhardt 社製) を用いて breath by breath によるトレッドミル (Quinton 社製, Q65) 走時の呼気ガスを測定した。プロトコールは Balke の変法 (速度一定, 角度漸増負荷法) とし, Target heart rate を 220-年齢の 90% とした。

これら運動負荷中の循環器系の生理的反応は, 胸部 12 誘導による心電図監視 (フクダ電子製, Aero Cardiner ML1200), 1分毎の血圧測定 (C&K. CM-4001) を医師の監視のもとにおこなった。

5) 呼気ガスによる嫌気性代謝閾値 (Ventilation threshold: VT) の決定

VT の決定に際しては, 運動負荷試験で得られた各喚起パラメータより Beaver et al.²⁾ の V-slope 法及び Caiozzo et al.⁵⁾ の VE/Vco_2 が不変で VE/Vo_2 が急に上昇する変移点に準じた。

6) 統計処理

各指標の2群間の関連については分散分析 (ANOVA; Analysis of Variance) 及び unpaired t-test を用い, 補正の必要のある場合は共分散分析 ANCOVA; Analysis of Covariate) を用いた。指標間の相関分析は pearson の積率相関係数を用いた。統計的な有意水準は5%水準とした。

3 結 果

1 形態と血清脂質

表1に分散分析による対象者の特性を示した。形態では両群ともに顕著な相違はみられなかったが, %BF のみに有意の F 値を示し, 運動群に対して対照群で高い値を示した。体力指標では HR at $\dot{V}T$ と $\dot{V}O_2$ at $\dot{V}T$ ともに有意の F 値を示し, 運動群で高い値を示した。

血清脂質の指標では, 有意ではないが TC, LDL-C, TG は運動群で低い傾向がみられた。HDL-C は運動群で有意の高値を示した。

Table 2. Simple correlation coefficients between anthropometric parameters and lipid profiles among two groups

		age	height	mass	%BF	FFM	BMI	HR at VT	$\dot{V}O_2$ at $\dot{V}T$
TC	trained	.409*	-.368	.198	.579**	-.179	.393	-.093	-.127
	control	-.008	-.193	-.048	-.035	-.052	.138	.171	-.215
LDL-C	trained	.316	-.358	.345	.610**	-.016	.541*	-.263	-.230
	control	-.052	-.149	-.024	-.034	-.062	.125	-.188	.242
HDL-C	trained	.126	.060	-.239	.005	-.297	-.219	.514**	.342
	control	-.222	.004	-.031	-.378*	.166	.051	.005	.072
TG	trained	.178	.042	-.101	-.080	-.091	-.126	-.232	-.161
	control	.419*	-.128	-.037	.218	-.162	.088	.117	.027

TC indicates Total cholesterol; LDL-C, Low-density lipoprotein cholesterol; HDL-C, High-density lipoprotein cholesterol; TG, Triglyceride. $\dot{V}O_2$ at $\dot{V}T$, $\dot{V}O_2$ at ventilation threshold; and HR at $\dot{V}T$, heart rate at ventilation threshold. Significant levels *p<0.05, **p<0.01.

表2に血清脂質と年齢, 形態および全身持久性の各指標間の相関係数を示した。有意の相関を示したのは運動群の年齢と TC, %BF と TC, %BF と LDL-C, BMI と LDL-C でそれぞれ正の相関が認められた。一方, 対照

Table 3. Comparison of menopause status among two groups

	Trained (n = 13)	control (n = 11)	signifficant (pr > t)
age at menopause, yr.	48.8 ± 2.5	50.8 ± 3.6	ns
year past at menopause, yr.	4.5 ± 3.1	4.1 ± 2.8	ns

Table 4. Age covariated characteristics showing significant association with lipid profiles

characteristics	TC	LDL-C	HDL-C	TG
training	ns	ns	p < 0.05	ns
menopause	ns	ns	ns	ns
training × menopause	ns	ns	ns	ns

TC indicates Total cholestrol; LDL-C, Low-density lipoprotein cholesterol; HDL-C, High-density lipoprotein cholesterol; TG, Triglyceride; and ns, not significant. Significant levels are pr > f (0.05).

Table 5. Correlations between estron and estradiol and lipid parameters in training group

		TC	LDL-C	HDL-C	TG
Estron	pre	-.126	-.089	-.069	-.087
	post	.002	-.277	.587*	-.104
Estradiol	pre	-.067	-.037	-.185	.138
	post	-.354	-.353	.138	-.239

TC indicates Total cholestrol; LDL-C, Low-density lipoprotein cholesterol; HDL-C, High-density lipoprotein cholesterol; TG, Triglyceride; and ns, not significant. Significant levels are pr > f. *, p < 0.05

群では、年齢と TG に正の相関を示し、%BF と HDL-C に負の相関を示した。また、全身持久性の指標とされる HR at $\dot{V}T$ 及び $\dot{V}O_2$ at $\dot{V}T$ と血清脂質指標との間には、運動群で有意の相関を示したのは HR at $\dot{V}T$ と HDL-C のみで、相関係数は 0.514 (p < 0.01) であった。対照群では顕著な関係は認められなかった。このことから、年齢を共変量とした共分散分析の結果を表 1 右に示した。年齢の影響を補正してもなお %BF と HDL-C および HR at $\dot{V}T$ と $\dot{V}O_2$ at $\dot{V}T$ に有意の F 値を示した。

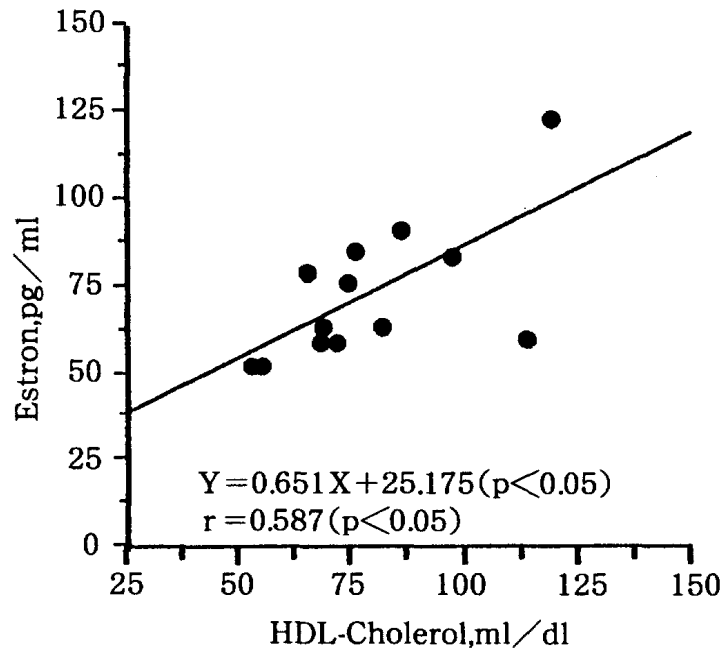


Fig.1 Scatterplot for simple regression of estrone and high-density lipoprotein cholesterol

血清脂質への年齢, 運動習慣, 閉経および女性ホルモンの影響を検討するため, 表3には閉経者の閉経年齢, 閉経後の経過年数を示した。運動群と対照群の閉経年齢, 閉経後の経過年数には差を認めなかった。また, 表4では年齢を共変量とした血清脂質指標に及ぼす運動習慣及び閉経の影響の共分散分析結果を示した。血清脂質指標のうち, 年齢, 閉経の有無を考慮してもなお, 運動習慣を有しない群に比して運動群のHDL-Cで有意に高い傾向を示した。

こうしたことから, 表5では各群の閉経前後の血清脂質と女性ホルモンとの単相関係数を示した。有意の相関を示したのは閉経後の運動群のエストロン (E_1) とHDL-C ($r=0.587, p<.005$) のみであった (図1)。

4 考 察

本研究の運動群の特性は, 年齢, 閉経状況, 体力レベルにおいて諸家の報告とほぼ類似する傾向であった⁷⁾⁹⁾²⁷⁾³⁰⁾³⁷⁾³⁹⁾⁴⁰⁾。

加齢に伴う身体諸機能の低下は、身体活動状況の低下と類似することはよく知られている。しかしながら、中高年女性の激しい運動習慣が肥満を解消できるか否か、あるいは有酸素能力の維持に有用なのかについて検討することは重要と考えられる。本研究の運動群の %BF は対照群に比して有意に低い傾向にあった ($p < 0.001$)。また、こうした傾向は、年齢の影響を考慮しても同様に運動群の %BF の有意性が認められた ($p < 0.001$)。これらの結果は、定期的な激しい運動習慣が加齢に伴う活動性の低下によって増加する脂肪の蓄積の遅滞に有効であることを示唆するものと思われる。この点については、これまでのウエスト/ヒップ比 (weist/hip ratio: WHR) 及び皮下脂肪厚などの指標を用いた検討や¹⁷⁾²⁵⁾³⁶⁾、CT スキャンによる検討³⁾では、年齢とともに体脂肪率が高くなり、腹部の脂肪の増加傾向にあることは証明されている。しかし、今回の運動群の %BF の range が 17.7%~25.9%で、本邦青年期女性の標準 (24.1%~29.1%)³³⁾ よりも低かったことから、高度の身体活動状況が体脂肪の蓄積を抑制する可能性があるものと推察される。

本研究の全身持久性の指標である HR at VT 及び Vo_2 at VT も %BF と同様に有意差が認められ、運動群で高い傾向を示した。HR at VT 及び Vo_2 at VT が高いことは Vo_2 max も同様に高いことが推察される。呼吸循環諸変量の閉経前後の差異について検討したこれまでの報告では、閉経前後の Vo_2 max 関連指標には統計的に差のないとしている点は一致している⁷⁾⁹⁾²⁷⁾³⁰⁾³⁷⁾³⁹⁾⁴⁰⁾。本研究の年齢補正による共分散分析の結果からも同様の傾向が示された。つまり、これらのことは、定期的な持久性を主とするトレーニングが、年齢による全身持久性能力の低下を抑制する要因の1つであることを示唆すると考えられる。

一方、定期的な運動習慣は血清脂質諸指標や心臓血管系機能の改善に有効であることは諸家によって示されている¹⁴⁾¹⁵⁾²⁹⁾³²⁾。なかでも、HDL-C は虚血性心疾患に対する重要なリスクファクターの一つとされ、HDL-C が高いことは、心発作の危険率を減少させるのに有効とされている¹¹⁾¹⁴⁾¹⁹⁾²⁹⁾⁴¹⁾。横断的観察による女性の脂質代謝に及ぼすトレーニングの影響に関する報告では、閉経の有無に係わらず、運動と HDL-C との間には有意の関連性のあることが指摘されている²²⁾。今回の結果からも HDL-C への年齢補正

1996. 2 更年期女性の血清脂質に及ぼす閉経, トレーニング, 女性ホルモンの影響(安藤, 鷺見, 中尾, 門間, 安田, 町田, 鈴木) 299 (935)

による運動習慣と閉経の影響は運動習慣のみに認められ, 対照群に対して HDL-C が有意に高いことが示された。この点については HDL-C が閉経に影響されないとする Carlton, et al.⁶⁾ や Paterson, et al.²⁸⁾ の報告とも一致する。このことから, 高い水準での運動習慣を継続することは運動習慣を有さない群に対して虚血性心疾患のリスクの減少傾向を促すことが示唆されると考えられる。しかし, Despres, et al.¹⁰⁾ は脂質代謝に及ぼす有酸素トレーニングの影響が, 男では低強度であっても改善効果が認められるのに対して女では強い強度で長期間のトレーニングを実施しなければ改善効果が期待できないとしている。今回の対象者のトレーニング継続年数は 10 年以上であり, 今回の結果が短期的なトレーニングによる効果でないことは推察されるが, 継続年数による差異, つまり, 対象者の HDL-C の初期水準がもともと高レベルにあったかについては今回の結果からは明らかではなく, さらに検討を要する。

ところで, 閉経は心発作の増加と高い関連性のあることはすでに報告されている。これらの報告では, 血清脂質諸指標が閉経を境に変化する点については報告間で一致している¹⁶⁾¹⁸⁾³¹⁾。その原因や効果について閉経との関連を論ずる場合, 女性ホルモンとの関連を無視することはできない。

Jensen, et al.¹⁶⁾ は, 閉経後のエストロゲン低下状態が脂質代謝に好ましくない変化を与えることを報告している。また, テストステロンの投与が肝でのトリグリセライドリパーゼを活性化させ HDL-C の減少を促進することや, 逆にエストラジオールの投与によってトリグリセライドリパーゼ活性を抑制し, HDL-C を増加させるとするものもある⁸⁾。こうした諸家の報告から, 脂質代謝の調節には男性ホルモンと女性ホルモンの双方が重要な働きを持つことが示唆される。今回の結果からも閉経後の運動群のエストロンと HDL-C との間には有意の正相関 ($p < 0.05$) が認められ, HDL-C への女性ホルモンの関与が指摘される。このことから, 高レベルの持続性を伴うトレーニング習慣は閉経に伴う HDL-C の低下を抑制するとともに, 女性ホルモンの急激な低下を抑制する可能性のあることが示唆される。

HDL-C の変化に及ぼす性ホルモンの影響については, 閉経前後の女性の性ホルモン結合グロブリン (Sex Hormone Binding Globulin: SHBG)

と HDL-C と正の相関を示すことはすでに明らかにされている¹²⁾²⁴⁾³⁵⁾。また, SHBG はアンドロゲンとエストロゲンの分泌比を表す¹⁾。つまり, アンドロゲンが多く分泌されれば SHBG は低下し, エストロゲンが多く分泌されれば SHBG は上昇することとなる。本研究では SHBG については測定しておらず明らかではないが, 閉経後の運動群のエストロンと HDL-C に有意の相関が示されたことは, 高レベルの持久性を伴うトレーニング習慣が閉経後の女性ホルモンの低下の抑制に関与するものと考えられる。

体脂肪分布とステロイドホルモンとの関連について, 腹部型肥満の女性では血清中のテストステロン, エストラジオールが高く¹³⁾²¹⁾³⁴⁾, 逆に, 臀部大腿部型の肥満では抹消脂肪組織でのアンドロステジオンからエストロンへの代謝速度が早くなるとされる²⁰⁾²¹⁾。今回の結果からはエストロンと HDL-C に顕著な傾向が認められたがエストラジオールではそうした傾向はみられなかった。このことは, 高度のトレーニングによって体脂肪分布とステロイドホルモンの分泌に相違があるかも知れないと考えられる。この点についてはさらに縦断的な検討が必要と思われる。

5 総括

52名の更年期女性に対して血清総コレステロール (TC), LDL コレステロール (LDL-C), HDL コレステロール (HDL-C), トリグリセライド (TG) に及ぼす年齢, 閉経, 運動習慣, 女性ホルモン (E_1 , E_2) の影響を検討した。以下に結果を示す。

(1) 形態では運動群の%BF で有意の低値を示した。また, 体力指標では HR at VT と Vo_2 at VT とともに運動群で有意の高値を示した。この傾向は, 年齢を共変量とした共分散分析の結果においても同様であった。

(2) 血清脂質の指標では, 運動群の HDL-C で有意の高値を示した。

(3) 血清脂質と年齢, 形態および全身持久性の各指標間の相関係数は, 運動群では年齢と TC, %BF と TC 及び%BF と LDL-C, BMI と LDL-C でそれぞれ有意の正相関を示した。対照群では, 年齢と TG に正の相関を示し, %BF と HDL-C に負の相関を示した。また, 体力指標と血清脂質指標との間には, 運動群の HR at VT と HDL-C で有意の正相関を示した。

1996. 2 更年期女性の血清脂質に及ぼす閉経, トレーニング, 女性ホルモンの影響(安藤, 鷺見, 中尾, 門間, 安田, 町田, 鈴木) 301 (937)

(4) 年齢を共変量とした共分散分析の結果, HDL-C は閉経よりも運動習慣によって影響されることが示された。

(5) 血清脂質と女性ホルモンの間で有意の相関を示したのは閉経後の運動群のエストロンと HDL-C であった。

以上の結果から閉経期における高い水準の全身持久性を伴ったトレーニングの継続は, 閉経後の HDL-C の維持に好ましい影響を及ぼすことが示唆された。また, この影響は閉経に伴う女性ホルモンの急激な減少を抑制する効果があるかもしれない。

文 献

- 1) Anderson D. C.: Sex-hormone-binding Globulin. Clin Endocrinol 3: 69-96, 1974.
- 2) Bever W. L., Wasserman K., Whipp B. J.: A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. J. Appl. Physiol. 60: 2020-2027, 1986.
- 3) Borkan G. A., Hulth D. E., Gerzof S. G., Robbins A. H., Silbert C. K.: Age changes in body composition revealed by computed tomography. J Gerontol 38: 673-677, 1983.
- 4) Brozek J., Grande F., Anderson T., Keys A.: Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions. Ann. N Y Acad Sci 110:113-140, 1963.
- 5) Caiozzo V. J., Davis J. A., Ellis J. F., Azus J. L., Vandagriff R., Prietto C. A., McMaster W. C.: A comparison of gas exchange indices used to detect the anaerobic threshold. J Appl Physiol. 53: 1184-1189, 1982.
- 6) Carlton M., Simons L. A., Gibson J. C.: Vascular disease risk factors in women with premature menopause. Horm Met Res 12: 201-211, 1980.
- 7) Christine L. W., Boorman M. A., Riggs D. M. . Effect of age and menopausal status on cardiorespiratory fitness in masters women runners. Med Sci Sports Exerc 24 (10), 1147-1154, 1992.
- 8) Colvin P. L. Jr.: A dose-response relationship between sex hormone-induced change in hepatic triglyceride lipase and high-density lipoprotein cholesterol in post menopausal women. Metabolism 40: 1052-1056, 1991.
- 9) Cowan M. M., Gregory L. w.: Responses of pre-and post-menopausal females to aerobic condition. Med Sci Sports Exerc 17: 138-143, 1985.
- 10) Despres J. P.: Low-exercise endurance training, plasma lipoproteins and the risk of coronary heart disease. J Inten Med 236: 7-22, 1994.
- 11) Goldbourt U., Medalie J. H.: High density lipoprotein cholesterol and

- incidence of coronary heart disease: The Israeli ischemic heart disease study. *Am J Epidemiol* 190 : 296-307, 1979.
- 12) Haffner S. M., Katz M. S., Stern M. P., Dunn J. F.: Association of decreased sex hormone binding globulin and cardiovascular risk factors. *Arteriosclerosis* 9 : 136-143, 1989.
 - 13) Haffner S. M., Katz M. S., Stern M. P., Dunn J. F.: Relationship of sex hormone binding globulin to overall adiposity and body fat distribution in a biethnic population. *Int J Obesity* 13 : 1-9 , 1989.
 - 14) Hartung G. H., Squires W. G., Gotto A. M.: Effect of exercise training on plasma high-density lipoprotein cholesterol in coronary disease patients. *Am Heart J* 101 : 181-184 , 1981.
 - 15) Haskell W. L.: The influence of exercise training on plasma lipids and lipoproteins in health and disease. *Acta Med Scand* 711 : 25-37, 1986.
 - 16) Jensen J.,: Influence of menopause on serum lipid and lipoproteins. *Maturitas* 12 : 321-331, 1990.
 - 17) Jone P. R. M., Hunt M. J., Brown T. P., Norgan N. G.: Waist-hip ratio and its relation to age and overweight in British men. *Human Nutr Clin Nutr* 40C : 239-247, 1986.
 - 18) Kannel W. B., Hjortland M. C., McNamara P. M., Gordon T.: Menopause and risk of cardiovascular disease : the Framingham study. *Ann Inter Med* 85: 447-452, 1976.
 - 19) Kiens D., Jorgensen I., Lewis S., Jensen G., Lithell H., Vessby B., Hoe S., Schnohr P.: Increase plasma HDL-cholesterol and apo A-I in sedentary middle-aged men after physical conditioning. *Eur J Clin Invest* 10 : 203-209, 1980.
 - 20) Killinger D. W., Perel E., Daniilescu D., Kharlip L., Lindsay W. R.: The relationship between aromatase activity and body fat distribution. *Steroids* 50 : 61-72, 1987.
 - 21) Kirschner M. A., Samojlic E., Ertel N., Schneider G., Szmalec E.: Androgen-estrogen metabolism in women with upper body vs lower body obesity. *Endocrinology* 122 (supple) : 209, 1988.
 - 22) Krummel, D., et al. : Effects of exercise on plasma lipoproteins in women. *PSEBM* 204:123-137, 1993.
 - 23) Kumagai, S., et al : The effect of endurance training on the relationships between sex hormone binding globulin, high density lipoprotein cholesterol, apoprotein AI and physical fitness in premenopausal women with mild obesity. *Int. J. Obesity*. 18 : 249-254, 1994.
 - 24) 熊谷秋三, 庄野菜穂子, 近藤芳昭: 閉経前肥満女性における糖・脂質代謝指標

1996. 2 更年期女性の血清脂質に及ぼす閉経, トレーニング,
女性ホルモンの影響(安藤, 鷺見, 中尾, 門間, 安田, 町田, 鈴木) 303 (939)

- と体力・身体計測指標および性ホルモン結合グロブリンとの関係: 体力科学 41: 485-494. 1992。
- 25) Lanska D. J., Lanska M. J., Hertz A. J., Rimm A. A.: Factors influencing anatomic location of fat tissue in 52,935 women. *Int J Obesity* 9: 29-38, 1985.
- 26) Nagamine S., Suzuki S.: Anthropometry and body composition of Japanese young men and women. *Hum Biol* 36: 8-15, 1964.
- 27) Notelovitz M. The menopause. in: *women and exercise: physiology and sports medicine*, M. M. Shangold and G. Mirkin (Eds.). Philadelphia: F. A. Davis Co., 1988, pp. 156-177.
- 28) Paterson M. L. L., Sturdee D. W., Moore B., Whitehead T. P.: The effect of menopause status and sequential menestranol and norethisterone on serum cholesterol, triglyceride and electrophoretic lipoprotein patterns. *Br J Obstet Gynaecol* 86: 810-815, 1979.
- 29) Peltonen P., Marniemi J., Hietanen E., Vuori I., Ehnholm C.: Changes in serum lipids, lipoproteins, and heparin releasable lipolytic enzymes during moderate physical training in men. A longitudinal study. *Met clin Exper* 30: 518-526, 1981.
- 30) Plowman S. A., Drinkwater B. L., Horvath S. M.: Age and aerobic power in women: A longitudinal study. *J Gerontol* 34: 512-520, 1979.
- 31) Poffenbarger, R. S., Wing A. L., Hydl, T. R.: Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. *Am. J. Epidemiol.* 108: 101, 1978.
- 32) Rainvilli S., Vaccaro P.: The effects of menopause on serum lipids. *Int J Sports Med* 5: 137-141, 1984.
- 33) 佐藤光毅: 日本人の Body Fat Mass に関する研究—青年期における Body Fat Mass について。体力科学 24: 134-150, 1975.
- 34) Seidell J. C., Cigolini M., Charzewska J.: Androgenicity in relation to body fat distribution and metabolism in 38-year-old women—the European Fat Distribution Study. *J Clin Epidemiol* 43: 21-34, 1990.
- 35) Semmens J., Rouse I., Belin L., Masavei J. R. L.: Relationship of plasma HDL-cholesterol to testosterone, estrodiol, and sex hormone-binding globulin levels in men and women. *Metabolism* 32: 428-432, 1983.
- 36) Shimokata H, Tobin J. D., Muller D. C., Coon P. J., Andres R.: Studies in the distribution of body fat. I. Effects of age sex, and obesity. *J Gerontol* 44: M66-73, 1989a.
- 37) 鷺見勝博, 安藤好郎, 中尾隆行, 竹内敏子, 細井輝男, 小林義雄, 小林章雄: マスターズ女性長距離ランナーの呼吸循環機能に及ぼす年齢及び閉経の影響. 中京大学教養論叢 35: 823-835, 1995.

- 38) Tikkanen, M. J., Nikkila: Regulation of hepatic lipase and serum lipoproteins by sex steroids. *Am heart J* 113: 562-567, 1987.
- 39) Upton S. J., Hagan R. D., Lease B., Rosentswieg J., Gettman L. R., Duncan J. J.: Comparative physiological profiles among young and middle-aged female distance runners. *Med Sci Sports Exerc* 16: 67-71, 1984.
- 40) Vaccaro P., Morris A. F., Clarke D. H.: Physiological characteristics of female distance runners. *Physician Sportsmed* 9: 108-108, 1981.
- 41) Zimetbaum P., Fishman W. H., Ooi W. L.: Plasma lipids and lipoproteins and incidence of cardiovascular disease in the very elderly: The bronx aging study. *Arterioscler Thromb* 12: 416-423, 1992.