

運動と消化・吸収能に関する研究

東京学芸大学 湊 久美子

(共同研究者) 同 渡辺 雅之

Exercise and Function of Digestion and Absorption

by

Kumiko Minato, Masayuki Watanabe

Tokyo Gakugei University

ABSTRACT

In order to investigate the influence of the habitual physical training on the function of digestion and absorption tests (3-DATs, oral glucose tolerance test: OGTT, oral starch tolerance test: OSTT, oral butter tolerance test: OBTT) and maximal exercise test at pre- and post-training. Serum glucose, triglyceride (TG) and cholesterol (CHO) concentrations and α -amylase and lipase activities were measured before and after each test and compared pre- and post-training. The results were summarized as follows;

The mean accelerations of the clearing rate of glucose in serum, and of releasing rate of glucose to serum were observed in OGTT and OSTT. And the mean inhibitions of the releasing rate of TG and CHO in serum were observed in OBTT.

Then the influences of running training were observed in the changes in serum α -amylase and lipase activities on 3-DATs and maximal exercise test, but the mechanism of the changes of α -amylase and lipase were still unknown.

It seems likely to suggest that the habitual physical training affects on the digestional and the absorptional functions.

要 旨

習慣化した運動トレーニングが消化・吸収能に

及ぼす影響を追求することを目的として、4週間の走トレーニングを課した健常成人男女6名を対象に、トレーニング前後において消化吸収試験お

よび運動負荷試験に伴う血中糖・脂質濃度変動、逸脱酵素活性値変動を検討した。

その結果、消化吸収試験に伴う血中糖・脂質濃度変動から、トレーニング後において血中からの糖の消失系の亢進が観察されたと同時に、消化・吸収能を表わすと考えられる血中への糖の放出系の亢進も認められた。また、脂質の血中への放出系の抑制が観察された。さらに、消化吸収試験、運動負荷試験に伴う血中逸脱酵素活性値変動はトレーニング前・後で変化し、トレーニングの膵機能への影響が推察された。

以上から、習慣化した運動トレーニングが消化・吸収能に何らかの影響を及ぼしていることが示唆された。

緒 言

運動と消化・吸収能の関連について中野²⁰⁾は『軽い比較的短時間、日常馴れている作業などでは消化吸収機能に対する直接的な影響が殆んどみられず、激しい比較的長時間の運動、精神的緊張を要求されるような競技ではその運動強度が増加するに従い消化液の分泌消化管の運動などが抑制され、消化吸収能力が低下するであろう』とまとめ、これが一般的な概念と考えられている。としている。

ヒトにおいて運動が消化・吸収能に及ぼす影響を判定する指標として、消化管血流量²⁵⁾、消化管運動状態⁹⁾、胃液分泌量²²⁾、胃内温度¹⁷⁾、胃内pH²⁶⁾などが用いられており主に急性運動について検討されている。しかし、習慣化した運動トレーニングの影響についてはほとんど検討されていない。また、これらの方法は必ずしも容易な方法ではなく、個人の栄養および運動処方決定に十分に役立っているとは考えにくい。

摂食後の消化・吸収・代謝系などの身体内環境の変化や運動に対する生体応答には大きな個体差が存在することはよく知られている。したがっ

て、やせや肥満の解消や治療のための栄養および運動処方決定のような場合などでは、これらの個体差を考慮した処方が望まれ、より簡便な方法を用いてこれらの状態を把握できることが必要となってくる。

消化吸収試験²¹⁾は一定の試験食を投与し、それ自体やその消化・代謝物などの血中や排泄物中の動態を時間の経過にしたがい追求するもので、試験食としては糖・脂・蛋白質・ビタミンなどが使用され、吸収不良症候群や膵機能低下の診断に用いられている。

一方、血中逸脱酵素活性側測定は臨床医学検査において実施されている。これまでに加齢¹¹⁾、摂食⁸⁾、絶食²³⁾、肥満¹⁴⁾、膵液分泌量²⁷⁾、消化ホルモン刺激¹⁰⁾などに影響されることが報告されており、血中の動態を追求することは消化機能を推測する上で意義深いことと考えられる。しかし、運動については報告例が少なく、また、摂食の影響については必ずしも一致した見解が得られていない。

そこで、本研究では比較的被験者の負担を伴わない簡便な3種類の消化吸収試験と1種類の運動負荷試験を約1カ月間のrunning trainingの前後に行い、それに伴う血中糖・脂質濃度、逸脱酵素活性値変動を追求することによって消化・吸収能を推察し、トレーニングの影響を観察することを試みた。

方 法

被験者は日常定期的な運動を実施していない健康成人男子3名、女子3名で表1にその身体特性を示した。

各被験者に週に20kmのペースで4週間のrunning trainingを(以下r-tr)課し、その前後に、50gブドウ糖負荷試験(以下OGTT)、50g澱粉負荷試験(以下OSTT)、50gバター負荷試験(以下OBTT)の3種類の消化吸収試験をそれぞれ

表1 Characteristics of subjects

subject	sex	age (yrs.)	height (cm)	weight (kg)
H.K.	M	25	176.0	64.0
K.T.	M	23	172.0	57.5
J.E.	M	23	172.0	53.5
K.M.	F	29	156.5	55.5
K.U.	F	25	161.0	66.0
N.I.	F	25	155.0	52.5

れ経口負荷で、運動負荷試験、1種類を実施した。

OGTT には日本薬局方のブドウ糖 50g を、OSTT には、100%馬鈴薯澱粉 50g に食べやすくする目的で砂糖 4g を加え、水100ml に懸濁し熱を加えて糊状にしたもの、OBTT には市販されているバター50g を用いた。運動負荷試験には自転車エルゴメータを用い、exhaustive test(以下BET) を行った。負荷方法は0または1.0kp よりスタートし、4分間毎に0.5kp漸増する方法でall-out にいたらしめるものであった。

各試験は絶食10時間後に実施し、負荷前およびOGTT, OSTTでは負荷後15, 30, 60, 120分, OBTTでは負荷後30, 60, 90, 120, 180分, BETでは運動直後、60分に肘静脈より採血し、得られた血清を生化学物質の測定に供した。

生化学物質の測定項目は、glucose (以下Glu), triglyceride (以下TG) cholesterol (以下Cho) と逸脱酵素である α -amylase活性値 (以下Amy), lipase活性値 (以下Lip) で、それぞれUV法 (Glu, TG), 比色法 (Cho, Amy), 比濁法 (Lip) を用いて分析した。

有意差検定には、負荷前値の比較 (表3) 以外には paired t test を、負荷前値の比較は t test を用いた。

結 果

表2に各被験者のr-trの総走行距離とr-tr前・後における体重、体脂肪率、BETの運動遂行時間 (All-out time) を示した。r-tr はほぼ指示通りに行われ、体重、体脂肪率では有意な変動は認められなかったが、BETのAll-out timeの有意な延長が認められた。

TG, Cho, Amy, Lipの負荷前値 (安静値) について4種の試験の値を平均値と標準偏差で表わし、r-tr前・後を比較したのが表3である。Choではr-tr後3例で有意な低下が認められ、r-tr前に正常範囲下限程度の低値を示した1例では有意な増加が認められたものの、総平均値では5%水準で有意な低下が認められた。TGでは2例で

表2 Total distance of running training (T.D. of r-tr) and comparison of weight, % F at and all-out time of bicycle exhaustive test (all-out T. of B.E.T.) between pre- and post-training

subject	T.D. of r-tr (km)	weight (kg)		% Fat (%)		all-out T. of B.E.T.	
		pre	post	pre	post	pre	post
H.K.	82.2	63.9	63.5 ↓	10.88	10.40 ↓	32' 00"	32' 32" ↑
K.T.	83.0	57.2	56.6 ↓	9.73	8.60 ↓	24' 00"	25' 30" ↑
J.E.	80.0	53.4	53.7 ↑	9.54	9.97 ↑	27' 00"	28' 31" ↑
K.M.	76.5	55.4	55.8 ↑	26.88	24.51 ↓	24' 00"	25' 37" ↑
K.U.	70.0	66.0	68.3 ↑	26.20	26.88 ↑	35' 00"	34' 40" ↓
N.I.	79.1	52.6	52.6 →	19.76	18.69 ↓	28' 00"	30' 30" ↑
total mean	78.5	58.1	58.4	17.17	16.51	28' 20"	29' 33' *
S.D.	4.3	5.1	5.6	7.48	7.29	4' 02"	3' 23"

* p<0.05

表3 Comparison of mean rest values (before each test values) of serum cholestrol and TG concentrations and α -amylase and lipase activities between pre- and post-training

subject	cholesterol (mg/100ml)		TG (mg/100ml)		α -amylase (IU/l)		lipase (IU/l)	
	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
H.K.	176.3±5.4	182.0±9.2 ↑	57.5± 4.8	91.8±27.0 ↑	88.8± 7.8	104.5±4.5* ↑	71.5±14.6	61.0± 8.2 ↓
K.T.	127.8±5.8	141.8±5.6* ↑	70.5±12.4	70.5±10.8 →	78.3± 3.6	85.5± 6.8 ↑	94.5±13.4	78.8± 4.8 ↓
J.E.	187.3±6.3	150.0±3.7*** ↓	124.3±10.6	97.5±14.5* ↓	186.0±21.6	165.3±13.0 ↓	92.3± 7.5	88.5±10.5 ↓
K.M.	179.8±6.1	154.0±4.1** ↓	88.0±12.7	81.8±16.7 ↓	119.3±12.0	104.0± 7.0 ↓	76.0±15.8	70.0± 2.5 ↓
K.U.	192.0±6.2	174.3±8.4* ↓	61.3±12.3	51.8± 7.3 ↓	155.8±39.8	118.3± 3.4 ↓	89.5±28.9	79.0± 8.5 ↓
N.I.	187.3±25.9	160.8±8.3 ↓	91.5± 9.0	69.0±10.2* ↓	158.0±21.6	119.5±7.7* ↓	71.5±22.1	86.8±14.5 ↑
total	174.9±24.7	160.5±15.5*	82.2±25.0	77.0±22.0	131.0±44.4	116.2±35.8	82.5±20.8	77.3±13.1

* p<0.05 ** p<0.01 *** p<0.001

有意な低下を示し, Choに比較して標準偏差が大きく, 総平均値では有意性は認められなかったが, 低下傾向であった。

Amy は 4 例で低下傾向, うち 1 例は有意性が

認められ, 2 例で増加傾向, うち 1 例では有意な増加であった。Lip は 5 例で低下傾向, 1 例で増加傾向であったが, いずれも有意な変化ではなかった。Amy, Lip とともに, 総平均値では有意ではないが低下傾向であった。

図1, 2, 3 に各消化吸収試験に伴う Glu, Cho, TG 変動を負荷前値との変動量の 6 例の平均値と標準偏差で示した。

Glu, Cho, TG は全測定時において r-tr 前値・後値の間には有意差は認められなかった。

OGTT, OSTT に伴う Glu 変動では, r-tr 前・後とも有意な上昇が認められ, 最高値からの回復は r-tr 後に早い傾向であった。

また, OGTT に比較し OSTT では最高値が低く, また最高値への上昇が緩慢であった。OBTT に伴う Glu 変動はほとんど認められなかった(図1)。

個人の変動を観察するために, OGTT, OSTT に伴う Glu 変動の負荷前値から最高値への増加率, 最高値から負荷後 120 分値への回復率および澱粉の消化状況を表わすとされている指数 I²⁸⁾ について表4にまとめた。計算式については表中に示した。

最大増加率は r-tr 前に比し r-tr 後では OGTT において 3 例, OSTT においてそのうち 2 例に増

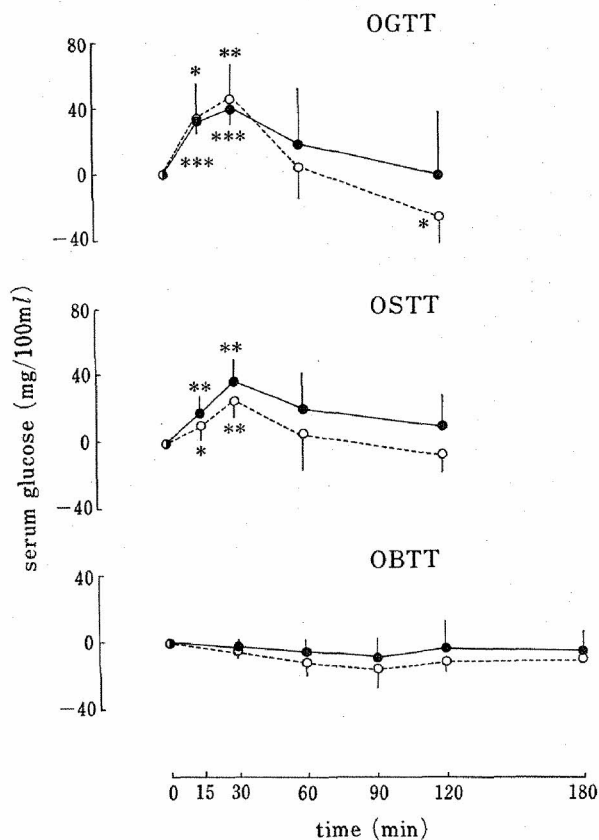


図1 Mean changes in relative serum glucose concentrations in OGTT, OSTT and OBTT (—●— pre-training --○-- post-training)
* p<0.05 ** p<0.01 *** p<0.001

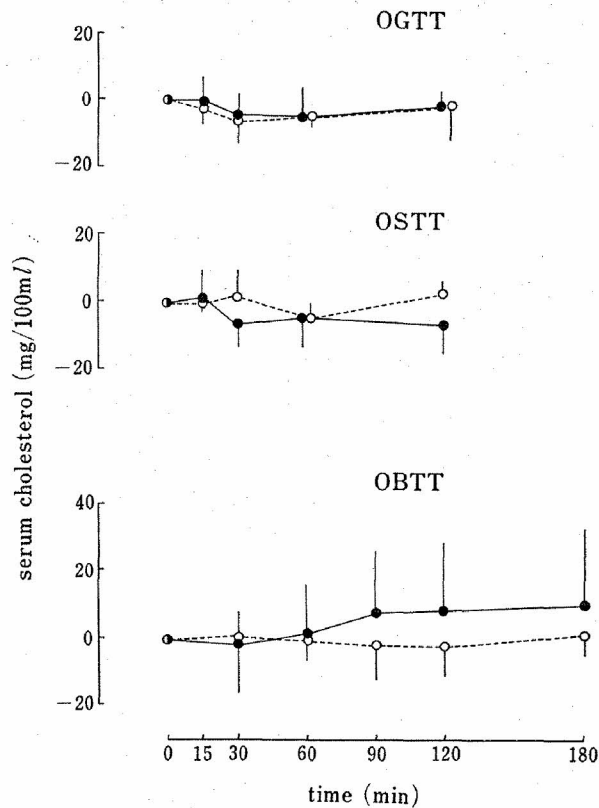


图2 Mean changes in relative serum cholesterol concentrations in OGTT, OSTT and OBTT (—●— pre-training --○-- post-training)

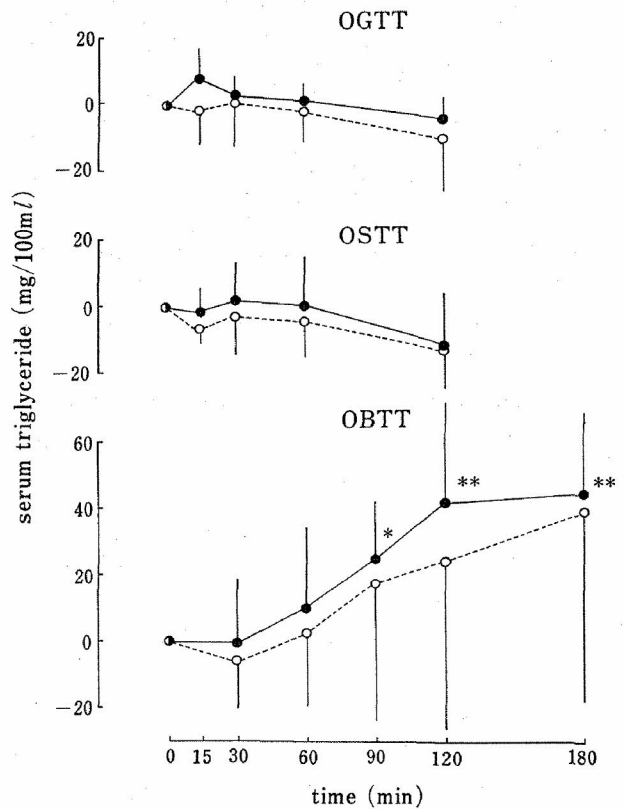


图3 Mean changes in relative serum triglyceride concentrations in OGTT, OSTT and OBTT (—●— pre-training --○-- post-training)

表4 Comparison of maximum increasing and recovering ratio of serum glucose concentration in OGTT and OSTT and index I between pre- and post-training

subject	increasing ratio (%)				recovering ratio (%)				index I	
	OGTT		OSTT		OGTT		OSTT		I	
	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
H.K.	107.0	43.4 ↓	61.4	19.8 ↓	13.0	210.9 ↑	19.4	85.7 ↑	48.4	119.0 ↑
K.T.	48.9	58.1 ↑	32.1	44.8 ↑	102.2	139.3 ↑	100.0	91.5 ↓	32.4	29.8 ↓
J.E.	40.2	45.3 ↑	65.6	43.2 ↓	207.3	193.0 ↓	121.3	137.0 ↑	-32.8	4.9 ↑
K.M.	47.0	37.5 ↓	32.6	19.8 ↓	127.7	152.8 ↑	100.0	110.5 ↑	65.5	89.5 ↑
K.U.	32.3	13.3 ↓	49.4	16.5 ↓	125.0	164.3 ↑	90.2	71.4 ↓	-22.0	0 ↑
N.I.	47.1	72.7 ↑	24.7	44.4 ↑	97.6	129.2 ↑	100.0	132.0 ↑	95.2	63.6 ↓
total mean	53.8	45.1	44.3	31.4	112.1	164.9	88.5	104.7	31.1	51.1
S.D.	24.5	18.3	15.5	12.8	57.2	28.8	32.3	24.6	45.6	43.7

$$\text{maximum increasing ratio} = \frac{\text{maximum value} - \text{before test value}}{\text{rest value}} \times 100$$

$$\text{maximum recovering ratio} = \frac{\text{maximum value} - \text{2hours after test value}}{\text{maximum value} - \text{rest value}} \times 100$$

$$\text{index I} = \frac{(P' - F') - (P - F)}{(P - F)} \times 100$$

P' : maximum value in OGTT

F' : rest value in OGTT

P : maximum value in OSTT

F : rest value in OSTT

大が認められた。同様に最大回復率は OGTT において5例, OSTT において4例に増大が認められた。全例の平均値 (total) では, 最大増加率は r-tr 後に減少, 最大回復率は増加傾向であった。

指数 I は, OGTT, OSTT 両テストにおいて最大増加率の増大を示した2例で r-tr 後に減少したが, total では増加を示した。

OBTT における Cho 変動は r-tr 前でやや上昇傾向であったが有意ではなく, r-tr 後ではその傾向は認められなかった(図2)。OBTT における TG 変動では, 負荷後時間の経過と共に上昇を続け 180分値が最高値を示し, その後の減少の様子は把握し得なかった。上昇は r-tr 前では有意であったが, r-tr 後では標準偏差が大きく有意ではなく, 上昇も小さかった(図3)。

OGTT, OSTT においては Cho, TG 変動はほとんど認められなかった。

OBTT, に伴う TG, Cho変動の負荷前値から最高値への増加率を表5に示した。TG 最大増加率は2例で r-tr 後に明らかに低下を示した。また Cho において, r-tr 前に最大増加率が20%以上であった2例は r-tr に明らかに低下し, OBTT に

表5 Comparison of maximum increasing ratio of serum TG and cholesterol concentrations in OBTT between pre- and post-training

subject	increasing ratio (%)			
	TG		cholesterol	
	pre	post	pre	post
H.K.	89.1	-22.5	0.6	1.1
K.T.	35.6	9.3	-1.5	-2.7
J.E.	71.4	111.7	-6.2	0
K.M.	86.1	112.3	-1.7	9.9
K.U.	104.0	92.7	24.8	0.5
N.I.	48.0	46.7	24.1	0
total mean	72.4	58.4	6.7	1.5
S.D.	23.9	51.7	12.7	4.0

$$\text{maximum increasing ratio} = \frac{\text{maximum value} - \text{before test value}}{\text{rest value}} \times 100$$

伴う Cho の増加は認められなかった。

図4, 5 に各消化吸収試験に伴う Amy, Lip 変動を負荷前値との活性値変動量の6例の平均値と標準偏差で示した。

OSTT, OBTT では r-tr 前において Amy, Lip は負荷後減少する傾向で, とくに OBTT では負荷後60分に有意な Amy の減少が認められた。r-tr 後にはこれらの減少傾向は小さく, または上昇傾向へ転じ, とくに OBTT の Amy 変動では負荷後90分に有意な上昇が認められた。その結果, OBTT の Amy 変動では r-tr 前・後に有意差が認められた。

OGTT ではこれらの傾向は示さず, Amy, Lip 変動は r-tr 前ではやや上昇傾向, r-tr 後に減少傾向となり, とくに Amy 変動では負荷後30分に有意な減少を示した。

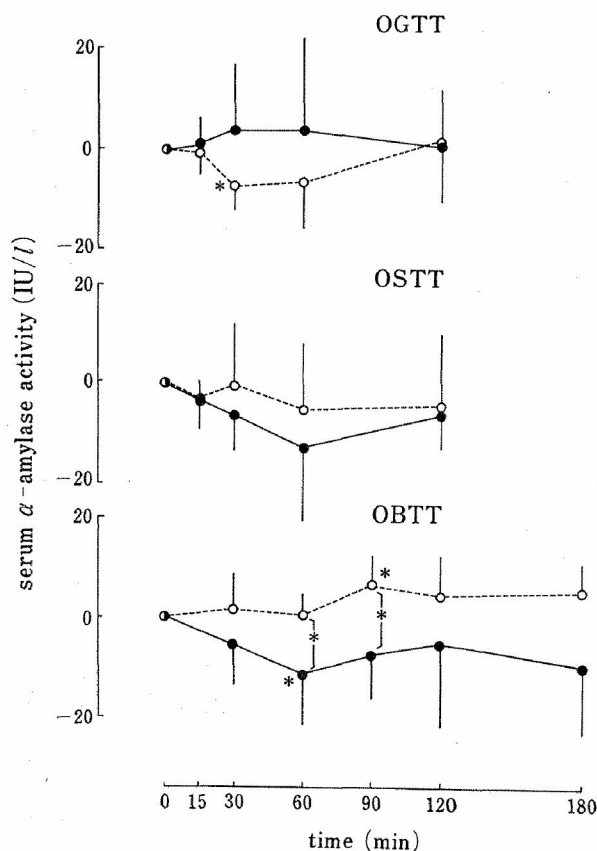


図4 Mean changes in relative serum α -amylase activities in OGTT, OSTT and OBTT (—●— pre-training --○-- post-training)

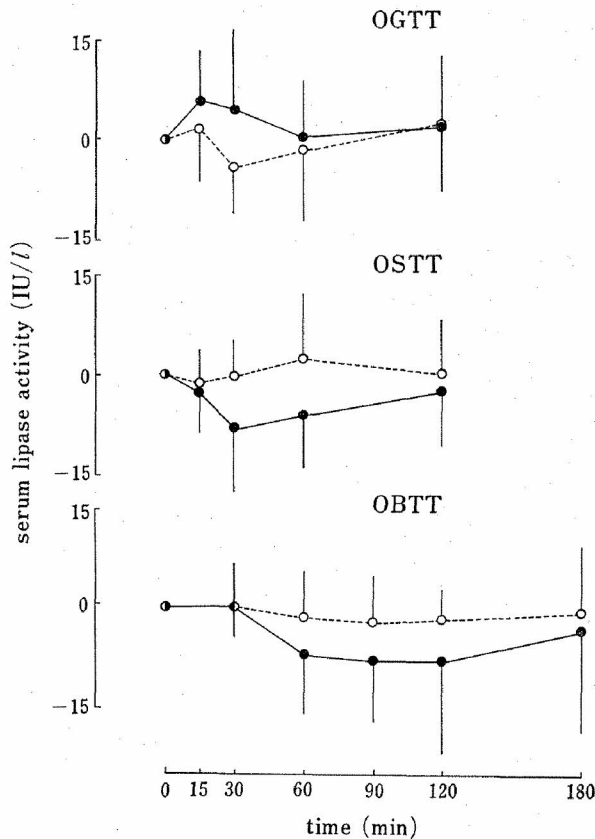


図5 Mean changes in relative serum lipase activities in OGTT, OSTT and OBTT (—●— pre-training --○-- post-training)

図6にBETに伴う各項目の変動を負荷前値との変動量について6例の平均値と標準偏差で示した。

Glu ではその変動がわずかであったが, TG, Cho, Amy(r-tr 後のみ), Lip(r-tr 前のみ)では運動直後に有意な増加が認められ1時間後に回復していた. r-tr 前の Amy 変動は r-tr 後と同様に増加傾向であったが有意ではなかった. これに対し, Lip 変動では r-tr 前に有意な増加が認められたが, r-tr 後には増加傾向が認められず, r-tr 前・後に有意な差が認められた。

TG, Cho, Glu, Amy 変動には r-tr 前・後で差は認められなかった。

考 察

今回用いた r-tr は距離のみを規定したものであるが, その前後に実施した BET における All-out

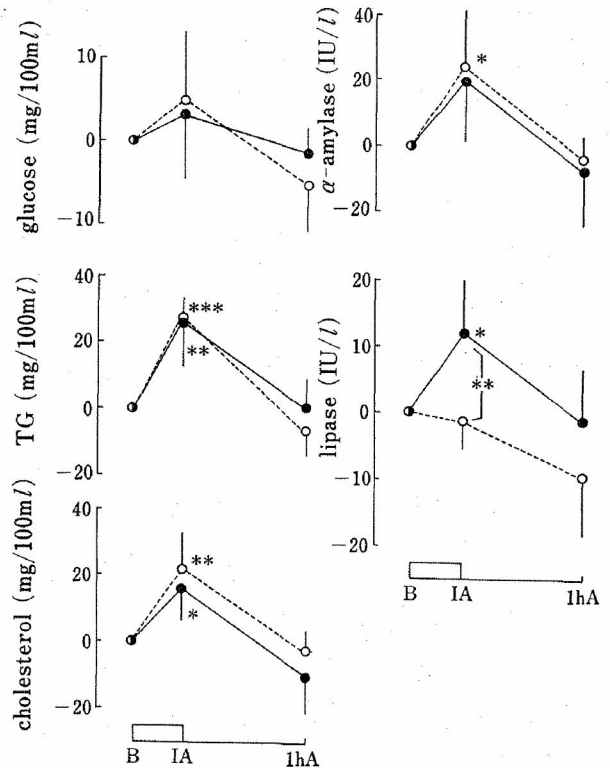


図6 Mean changes in relative serum substrates concentrations and enzymes activities in bicycle exhaustive test (—●— pre-training --○-- post-training) B: Before exercise, IA: Immediately After exercise, 1hA: 1 hour After exercise, * p<0.05 ** p<0.01 *** p<0.001

time の延長から判断すると, 呼吸循環系へのトレーニング効果は十分に推察できる. また, 血中脂質の安静値では Cho, TG とも減少傾向が認められ, 血中脂質改善にも効果が認められたトレーニングであったと考えられる。

消化吸収試験に伴う血中糖・脂質の変動を決定する因子として血中への放出系である消化・吸収系に加えて, 血中からの消失系である代謝系の大きな関与が考えられる. 阿部¹⁾は OGTT の血糖曲線を決定する要因として負荷された糖質の消化管通過の状態, 小腸からの吸収の状態, 各種消化管ホルモンの状態, インスリンの作用, 膵ラ氏島の反応, 肝および末梢組織の糖放出・収納速度などを上げており, 今回得られた各試験に伴う糖・脂質変動を考察するには, 放出系と消失系の両面を考慮する必要がある。

糖尿病や肥満などのために OGTT に異常が認められた例の耐糖能の改善に運動療法が有効であるが認められている。これは運動による組織での糖利用の上昇、インスリン感受性の増大のため¹⁶⁾、すなわち、消失系の亢進によるものと考えられている。

本実験においても、r-tr 前に OGTT の血糖曲線から糖尿病境界型¹⁵⁾に属した 1 例は、r-tr 後に正常型になり (表 4, sub. H. K.), 運動療法の有効性が認められた。

また、他例においてもブドウ糖負荷後の Glu 最高値から 2 時間後値への回復率は r-tr 後に増大し、消失系の亢進が認められた。それにもかかわらず、r-tr 後における最大増加率の増大が 3 例に認められ、これは放出系の亢進を表わすものであり、r-tr が腸管でのブドウ糖吸収を促進させたことを示唆するものと考えられる。このうち 2 例では OSTT においても同様の結果が得られ、吸収と合わせて澱粉の消化能の亢進の可能性も示唆された。

OSTT は 1954 年に Althausen T.L. ら²⁾ が脾障害による消化不良の診断テストとして考案したもので、同量の OGTT と血糖曲線を比較して澱粉の消化状態を判定するテストである。今回用いた方法は原法と負荷する澱粉糊の作成法・負荷量が異なるため、直接比較はできないが、原法および Sun. D.C.H. ら²⁸⁾によって示されている指数 I について検討してみると OGTT・OSTT で Glu の血中への放出系の亢進が認められた 2 例では r-tr 後において I 値の減少、すなわち澱粉の消化状態の亢進が伺われた。

しかし、I 値は負荷後の最大血糖値に大きく依存するので、r-tr 前・後を直接比較して澱粉の消化状態の良否を判定することは無理があるかもしれない。OBTT は脂質負荷試験の 1 種で、バターを中心とした試験食負荷後の静脈血血清の濁度を測定し、血中脂質の動態を追求する方法で^{6,12)}、

吸収不良性症候群の診断に用いられたが、今回は濁度ではなく TG, Cho について検討した。

血中 TG は食事の影響が大きいものに対して Cho はその影響はほとんどないことが知られている⁷⁾。今回の結果も、ほぼ同様の結果が得られた。

r-tr 前・後を比較すると、個人によっては TG, Cho の上昇が r-tr 後に明らかに抑制された例が認められた。これは、吸収不良性症候群にみられる放出系の抑制と考えるよりも運動トレーニングによる脂質代謝高進³⁾ から、r-tr による消失系の亢進と考えられる。

しかし、本実験では負荷後 3 時間までしか採血せず、最高値の把握、その後の回復傾向の観察が不可能であったため、消化・吸収能を推察することは困難であった。OBTT に伴う血中脂質変動から消化・吸収能を判断するには観察時間の延長が不可欠であろう。

血中逸脱胰酵素活性値は膵での産生・分泌量、逸脱量に大きく依存している¹³⁾。膵炎などにみられる異常高値は逸脱量の増加によるもので¹³⁾、また、絶食に伴う低値は分泌量減少に関係している²³⁾。

肥満、糖尿病患者では分泌量減少のために Amy は低値を示し、その改善により増加する^{14,27)} 報告にしたがえば、r-tr に伴う Amy の有意な増加が認められた 1 例は、OGTT の血糖曲線が糖尿病境界型から正常型へ転じていることから、分泌量の増大によるものと考えられる。

他の多くの例で認められた Amy, Lip の r-tr に伴う低下が産生・分泌量の低下、または逸脱量の減少によるものかは明らかではないが、r-tr に伴う変動は、運動トレーニングが膵機能に影響を及ぼしていることを示唆するものであり、消化機能を考える上で興味深い。

摂食と Amy について、血糖上昇が膵での Amy の産生・分泌を抑制するという糖代謝との関連が指摘されている^{8,23)}。一方、摂食は膵での Amy,

Lip 分泌を促進すると考えられる^{4,19)}ため、r-tr前にみられた OSTT, OBTT に伴う Amy, Lip の減少傾向は、逸脱量の減少または分泌量の減少と考えられるが明らかではなかった。

また、血糖上昇の認められなかった OBTT においても Amy は同様の変動を示し、OSTT における Lip 変動も同様であった。そのため、これらの変動を糖代謝との関連のみでは説明できず、消化管ホルモンの関与¹⁰⁾が伺われた。

しかし、r-tr 後では減少傾向が軽減されており、分泌量の確保、増大が推察された。

一方、OGTT における変動傾向は OSTT, OBTT の結果とは一致しなかった。結果に個人差も大きくその原因は明らかではないが、摂食内容の違いによる変動の差異は指適されており²³⁾、今後の検討が必要であろう。

Amy, Lip の急性運動に伴う変動を報告した例は多くないが、Dringloli ら⁵⁾は30分運動の前半に Amy の増加を認めた。尾尻²⁴⁾はフルマラソン直後に Amy の上昇、Lip の不変を認め、著者ら¹⁸⁾は10km 走後に個人差はあるが、Amy, Lip の上昇を認めた。

運動に伴う血中逸脱酵素活性値変動から運動に対する生体負担度を判断することは従来行われているが、竹倉ら²⁰⁾は運動に伴う酵素活性値変動をラットの組織および動・静脈血中で同時に測定し、静脈血中での動態は十分に負担組織を反映すると報告した。また、臍血流量の低下が臍酵素分泌低下をきたす³⁰⁾、運動負荷は腹部の血流量を低下させる²⁵⁾ことから考えると、今回得られた BET に伴う Amy Lip の上昇は逸脱量の増加と考えられる。これが臍への負担を表すとすれば、急性運動は臍に何らかの負担を与えるものと考えられる。r-tr によって Lip の上昇は抑制されたことから r-tr はその負担を軽減するのではないか。しかし、同じ臍由来である Amy においてはこの傾向は観察されず、負担度のみでは説明はできな

いであろう。

運動に伴う血中臍酵素活性値変動の報告例は少ないため、今後、運動の強度や時間などを考慮に入れた多くの結果の蓄積が望まれる。

ヒトの消化・吸収能には大きな個人差が存在するものと考えられる。いわゆるやせの大喰い、太りやすい体質などの存在は、消化・吸収能にも関係しているのではないかと推察されているにもかかわらず、ヒトについて直接的に観察することが難しく研究法に問題があるため、まったく明確にされていない。そのため現在の栄養指導では、食物摂取後の身体内環境の状態までは考慮できずにきわめて画一的な指導になりがちであると考えられる。

今後、ヒトの消化・吸収能を判定できる簡便の方法を見出すこと、さらに、その方法を用いて個人の消化・吸収能の特徴や運動との関連を把握し、その後の栄養・運動指導に役立てることが望まれる。

今回、消化・吸収能を判定する指標として用いた消化吸収試験に伴う血中糖・脂質変動、逸脱臍酵素活性値変動の追求は、試験に伴う被験者の負担が小さいこと、試験や測定の簡便性が利点となる。しかし、血中糖・脂質変動には、消化・吸収能以外に代謝系の関与が大きく、消化・吸収能のみを明らかに判定することは困難であった。

しかし、変動をより詳細に観察するために採血回数増加、観察時間の延長などの方法上の改善を行えばある程度の判定は可能ではないか。

また、血中逸脱臍酵素活性値は、摂食や運動により変動し、さらにトレーニング実施による影響が観察され、臍機能への影響が推察された。これは、消化・吸収能への影響を示唆するものと考えられ、血中逸脱臍酵素活性値変動を追求することは、消化・吸収能追求のための一助となり得ると思われる。

結 語

習慣化した運動トレーニングが消化・吸収能に及ぼす影響を追求することを目的として、健康成人男女6名を対象に、4週間の走トレーニングを課し、その前後に消化吸収試験3種(OGTT, OSTT, OBTT)および運動負荷試験(BET)に伴う血中糖・脂質変動、逸脱膵酵素活性値変動を検討し、以下の知見を得た。

1. OGTT, OSTTにおける血中Glu変動より、運動トレーニングに伴う血中からのGlu消失系の亢進が認められた例があった。

2. OBTTにおける血中TG, Cho変動より、運動トレーニングに伴う血中からの脂質消失系の亢進が推測された。しかし、観察時間が短かったため、消化・吸収能については把握し得なかった。

3. 血中逸脱膵酵素活性値は摂食や運動により変動し、それらは運動トレーニングにより変化することが認められ、運動トレーニングの膵機能への影響が推察された。

以上の結果から、習慣化した運動トレーニングは消化・吸収能に影響を与え、個人によっては高進させる可能性が示唆された。また今回用いた消化・吸収能を判定する指標は方法上の改善を行えば消化・吸収能を推測する簡便な方法として有効であると考えられる。

文 献

- 1) 阿部正和；ブドウ糖，ブドウ糖負荷試験，日本臨牀，**38**：580—592 (1980)
- 2) Althausen, T.L. and K. Uyeyama.; A new test pancreatic function based on starch tolerance, *Ann. Int. Med.*, **41**：563—575 (1954)
- 3) Björntorp, P., M. Fahlen, G. Grimby et al.; Carbohydrate and lipid metabolism in middle-aged physically well-trained men, *Metabolism*, **21**：1037—1044 (1972)
- 4) Borgström, B., A. Dahlqvist, G. Lundh et al.;

- Studies of intestinal digestion and absorption in the human, *J. Clin. Invest.*, **36**：1521—1536 (1957)
- 5) Dringoli, R., P. Ravaioli, P.L. Orsucci et al.; Amylase activity of the blood during physical exercise, *Med. and Sport*, **3**：274—279 (1969)
 - 6) Gardner, F.H.; Oral absorption tolerance test in tropical squirrel, *A.M.A. Arch. Inter. Med.*, **98**：467—474 (1956)
 - 7) 玄番昭夫；体液成分の日内変動，臨床病理，**22** (臨)：59—81 (1974)
 - 8) Goldstein, N.P., B.W. Smith, J.H. Epstein and J.H. Roe; Effect of the oral administration of glucose upon the concentration of serum amylase in normal adult human subjects, *Am. J. Physiol.*, **159**：29—32 (1949)
 - 9) Hellebrandt, F.A. et al.; Studies in the influence of exercise on the digestive work of the stomach, I, II, III *Amer. J. Physiol.*, **107**：348—369 (1934)
 - 10) 板橋司，竹田喜信，佐伯正彦他；P Sテストによる膵外分泌機能成績と各種血中逸脱膵酵素の関係，胆と膵，**4**：667—673 (1983)
 - 11) 岩崎良文，青野充，青木短彦；血清中のリパーゼの糖尿病患者における活性と正常者における年齢別の活性，医学のあゆみ，**117-3**：124—126 (1981)
 - 12) Kabler, J.D., W.H. Atwood, and R.F. Schilling; Serum turbidity following a fat meal as a test of malabsorption, *J. Lab. & Clin. Med.*, **54**：427—433 (1959)
 - 13) 河合忠，玄番昭夫，屋形稔編；異常値の出るメカニズム，医学書院 (1985)
 - 14) 近藤孝晴，戸田安士，佐藤祐造他；肥満者の体重減少に伴う血清膵酵素の変動，医学のあゆみ，**119-7**：587—589 (1981)
 - 15) 葛谷信貞他；糖負荷試験における糖尿病診断基準委員会報告，糖尿病，**13**：1—7 (1970)
 - 16) Leblanc, J., A. Nadeau, M. Boulay, et al.; Effects of physical training and adiposity on glucose metabolism and ¹²⁵I-insulin binding, *J. Appl. Physiol. Respirat. Environ. Exercise Physiol.*, **46**：235—239 (1979)
 - 17) 増田允，芝山秀太郎，江橋博，成末回天雄；運動時の胃内温度に関する研究，体力研究，**18**：1—13 (1970)
 - 18) 湊久美子，渡辺雅之；Endurance Exerciseに伴う血清中アミラーゼ・リパーゼ活性値変動，体力

- 科学, **35** : 326 (1986)
- 19) 宮下英士, 松野正紀, 本田毅彦他; 各種栄養素および膵酵素の上部空腸内注入の膵内外分泌に及ぼす影響について, 日本消化器病学会雑誌, **78** : 708—717 (1981)
- 20) 中野昭一; 身体運動と腸管の吸収, 東海大学紀要体育学部, **7** : 227—237 (1977)
- 21) 奥田邦雄, 高良勲; 消化吸收試験, 臨牀と研究, **47** : 35—40 (1970)
- 22) 大森浩明; 運動負荷時の胃液分泌及び血中ガストリンに対する影響, 体力科学, **27** : 214—215 (1978)
- 23) 大槻真, 尤芳才, 山崎富生他; 糖代謝と血清アマラーゼ活性, 日本消化器病学会雑誌, **74** : 190—195 (1977)
- 24) 尾尻義彦, 猪狩淳, 大城勝他; マラソンレースにおける血液成分の変動, 体力科学, **35** : 328 (1986)
- 25) Rowell, L.B.; Regulation of splanchnic blood flow in man, *Physiologist*, **16** : 127—142 (1973)
- 25) 芝山秀太郎, 江橋博, 倉田博, 大平充宣; 運動時胃内温度と運動負荷強度との関係, 体力研究, **49** : 33—43 (1981)
- 27) 清水靖久; 糖尿病における膵外分泌機能異常に関する研究, 糖尿病, **19** : 772—782 (1976)
- 28) Sun, D.C.H. and H. Shay.; An evaluation of the starch tolerance test in pancreatic insufficiency, *Gastroenterology*, **40** : 379—382 (1961)
- 29) 竹倉宏明, 田中弘之; 血中逸脱酵素活性値を指標とした運動処方確立のための基礎的研究, デサントスポーツ科学, **7** : 63—73 (1986)
- 30) 鶴岡政徳; 膵血流量の膵外分泌量におよぼす影響に関する実験的研究, 日本消化器病学会雑誌, **73** : 1056—1069 (1976)