糖尿病患者における長期運動療法の意義と実際に関する研究

岡 田 邦 夫* 藤 井 暁** 田 中 史 朗**
山 田 純 子** 関 淳 一** 和 田 正 久**
脇 田 正 道* 井 関 敏 之***

EFFECTS OF LONG TERM PHYSICAL EXERCISE THERAPY IN PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS

KUNIO OKADA, SATORU FUJII, SHIRO TANAKA, JUNKO YAMADA,
JUNICHI SEKI, MASAHISA WADA, MASAMICHI WAKITA
AND TOSHIYUKI ISEKI

Exercise therapy as well as diet therapy, is fundamental in the treatment of diabetes mellitus, however, its methods and effects of long term physical exercise therapy has not yet been clarified.

The present study has been designed to evaluate the effects of physical exercise therapy in diabetic patients with fasting hyperglycemia. Ten non-insulin dependent diabetic patients participated in a 6-month physical exercise program consisting of 30 min. of jogging performed 3 times per week (Exercise group). The exercise intensity represented 40% of estimated $\dot{V}O_{2max}$.

The following results were obtained :

1. More significant improvement of glucose tolerance and plasma insulin response to glucose load was observed in exercise group as compared with the patients treated with mild caloric restriction alone (Diet group, N=15).
2. The significant increase in plasma HDL-cholesterol and HDL-cholesterol/total cholesterol ratio was observed only in exercise group.
3. The reduction of body weight in exercise group was significantly greater than that in diet group.
4. The physical exercise also resulted in an improvement of cardiovascular adaptation to exercise.
5. Improvement of symptoms in daily life activity was also found after physical exercise therapy. However, some medical troubles such as hypoglycemia, muscle pain and arthralgia were found during observation period.

In conclusion, physical exercise therapy is useful as an adjunct to diet to improve metabolic control in patients with diabetes mellitus. And for effective exercise therapy, exercise program must be individualized, and motivation is stimulated by team including physician, trainer, nurse and dietitian.

(J. Physical Fitness Japan 1984, 33 : 69-77)

* 大阪ガス健康開発センター 大阪市西区千代崎

Osaka Gas Health Services Center. Nishi-ku, Osaka-shi, 550 Japan

** 大阪市立大学医学部第二内科 大阪市阿倍野区旭町

The Second Department of Internal Medicine, Osaka City University. Abeno-ku, Osaka-shi, 545 Japan

*** 大阪体育大学 大阪府茨木市

Osaka College of Physical Education. Ibaragi-shi, Osaka, 567 Japan

I. 緒 言

糖尿病患者において身体活動の低下は耐糖能を悪化させるのみならず, 合併症の発症ないし増悪に関与することが示唆されている¹¹⁾²⁸⁾。しかるに糖尿病患者における運動療法については, 基本的治療法の一つであるにもかかわらず, 具体的な進め方や長期効果など未だ不明な点が多く, 従ってその意義が十分理解されるに至っていない。事実, インスリン非依存型糖尿病 (以下 NIDDM) 患者 210 例を対象にアンケート調査した私共の結果からみても, 日常仕事以外に意識的に運動を心掛けていないものが数多くみられ, その理由も医学的な制限以外のものが多く認められた⁷⁾。

これらの現状から, 今回私共は糖尿病患者における運動療法の長期効果について検討するとともに, 具体的な進め方についても若干の考察を加えた。

II. 対象ならびに方法

対象は臨床上血管合併症が未だ存在しないと診断された NIDDM 患者 10 例 (男 6 例, 女 4 例) (Exercise group, 以下 Ex 群) で, 対照としては同じく同期間食事指導のみで経過観察した NIDDM 患者 15 例 (男 6 例, 女 9 例, Diet group, 以下 D 群) を選んだ (Table 1)。

また長期運動療法における自覚症状など効果ならびに障害に関するアンケート調査の対象としては, 医師およびトレーナーの指導下で少なくとも 1 年以上にわたり運動療法を継続している上述の対象者を含む NIDDM 患者 31 例 (男 18 例, 女 13

Table 1. Characteristics of subjects

Group	Exercise	Diet
Number	10	15
Sex	♂:6, ♀:4	♂:6, ♀:9
Age (y.o.)	41.3±2.8 (30-53)	44.8±3.6 (30-50)
% of Ideal Body Weight	123.0±8.1	124.9±3.9
FBG (mg/dl)	192.4±13.8	209.4±14.3
ΔIRI/ΔBG (30min)	0.109±0.044	0.132±0.037
ΣIRI/ΣBG	0.083±0.015	0.125±0.032

(Mean ± S.E.)

運動療法のすすめ方

Figure 1. Practical guideline of physical exercise therapy

例, 年齢 28~60 才) を選んだ。

長期運動療法の進め方の概要については Figure 1 に示した。ルーチンの Medical Check により病態, 合併症の再評価を行い, その後食事カロリーを決定し (標準体重 1 kg 当り 30~35 kcal), 栄養士の食事指導を受けさせ, その後食事内容を記載させ定期的にチェックした。運動内容については, 医師, トレーナーの指導下で, 予め運動負荷試験で求めた 予測最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2max}$) の 40% に相当する運動を中心に 1 日 30 分, 少なくとも週 3 回, 自主的に継続させ, その具体的内容を記載させ毎週点検した。

また運動療法開始前ならびに 6 カ月後で, 50 g 経口ブドウ糖負荷試験 (OGTT) および Immuno-reactive insulin (IRI) 反応, Total cholesterol (TC), High density lipoprotein cholesterol (HDL-C), Triglyceride (TG) の変動をみるとともに, 体重, 肥満度, 皮脂厚 (上腕, 背部, 腹部), 体脂肪率, 体脂肪量, 同一運動負荷に対する心拍数, 血圧, 酸素摂取量, さらに体力診断テスト (垂直跳, 反復横跳, 伏臥上体そらし, 立位体前屈, 踏台昇降運動, 仰臥上体おこし) につ

いてもその変化を比較検討した。

なお血糖, IRI はそれぞれ glucose oxidase-peroxidase 法¹⁸⁾, 二抗体法¹²⁾で測定し, TC は酵素法¹⁾, HDL-C は dextran sulfate-MgCl₂ を用いた沈殿法⁶⁾, TG は酵素法¹⁴⁾で測定した。また体脂肪率, 体脂肪量の算出は長嶺, Brozek らの方法⁵⁾⁸⁾¹³⁾によった,

測定した数値は統計学的処理により平均値および標準偏差, 標準誤差を算出した。平均値の有意差検定については Student's t-test より求めた。

III. 結 果

A. 長期運動療法の効果

Figure 2 は運動療法開始前および 6 カ月後に実施した 50 g OGTT における血糖曲線と IRI 反応を Ex 群, D 群の両群について示したもので

ある。両群とも 6 カ月後には血糖曲線の有意の改善を認めたが改善傾向は Ex 群により著明であった。また IRI 反応については Ex 群においてより明らかな改善が認められ, 特に 60 分で頂値を認める例が多く, 30 分値, 60 分値とも運動療法前に比し有意に高値を示した。一方, D 群では IRI 反応の増加傾向は認められたものの有意とは言えず, 反応パターンも遅延型のままであった。

6 カ月後の脂質の変動については Ex 群で, HDL-C(前 43.2 ± 2.7 mg/dl, 後 49.9 ± 3.2 mg/dl, $p < 0.005$) ならびに HDL-C/TC 比(前 $23.3 \pm 2.8\%$, 後 $27.4 \pm 2.9\%$, $p < 0.005$)の有意の増加が認められた。TC(前 202.7 ± 16.9 mg/dl, 後 193.1 ± 11.7 mg/dl, NS)ならびに TG(前 123.9 ± 31.3 mg/dl, 後 79.2 ± 12.9 mg/dl, NS)については低下傾向は認められたがその差は推計

Figure 2. Effect of treatment on blood glucose and IRI response during OGTT (Mean $\pm$ S.E.)

Significance in differences between before and after treatment, paired comparison ;

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.005$

Figure 3. Effect of physical exercise therapy on total cholesterol, HDL-cholesterol, HDL-cholesterol/total cholesterol ratio and triglyceride (Mean $\pm$ S.E.)

学的には有意ではなかった。D群について脂質レベルの有意の変動は認められなかった (Figure 3)。

体格面での変動は Table 2 に示したが, 体重減少については Ex 群で平均 3.6 kg と D 群の平均 1.8 kg に比して有意に大であった ($p<0.05$)。皮脂厚についても Ex 群においては測定各部位に有意な減少が認められたが, D群では有意な変化は認められなかった。また体脂肪率, 体脂肪量とも Ex 群で有意な減少が認められた。

6 カ月間にわたる運動療法後, 同一条件にて三段階トレッドミル運動負荷試験を実施し前値との比較を Figure 4 に示した。各段階における対応心拍数の減少 (第 1 段階 前; $120.2 \pm 2.4/\text{min}$, 後; $103.2 \pm 2.7/\text{min}$, $p<0.005$, 第 2 段階 前; $142.7 \pm 3.6/\text{min}$, 後; $127.7 \pm 5.1/\text{min}$, $p<0.005$, 第 3 段階 前; $166.2 \pm 5.1/\text{min}$, 後; $151.7 \pm 5.3/\text{min}$, $p<0.005$), 第 1 段階での拡張期圧の有意の低下 (前; $72.8 \pm 4.9 \text{ mmHg}$, 後; $61.8 \pm 3.3 \text{ mmHg}$, $p<0.05$), 酸素摂取量の有意の減少 (安静時前; $236.7 \pm 16.2 \text{ ml/min}$, 後; $205.0 \pm 17.1 \text{ ml/min}$, $p<0.01$, 第 1 段階 前; $913.2 \pm 43.8 \text{ ml/min}$, 後; $681.0 \pm 56.9 \text{ ml/min}$, $p<0.01$, 第 2 段階 前; $1260.8 \pm 47.2 \text{ ml/min}$, 後; $1178.8 \pm 31.7 \text{ ml/min}$, $p<0.05$) が認められた。なお D 群についても前後で運動負荷試験を実施したが, 心

Table 2. Effect of physical exercise therapy on physical characteristics

		Exercise group (N=10)		Diet group (N=15)	
		before	after	before	after
Body Weight (kg)		67.3 $\pm$ 3.4	63.7 $\pm$ 3.0 ^{a)}	64.6 $\pm$ 3.3	62.8 $\pm$ 3.1
Percent Ideal Body Weight (%)		123.0 $\pm$ 8.1	117.8 $\pm$ 7.2 ^{a)}	124.9 $\pm$ 3.9	121.5 $\pm$ 4.0 ^{c)}
Skin Fold (mm)	Triceps	13.8 $\pm$ 2.8	10.7 $\pm$ 2.1 ^{c)}	15.1 $\pm$ 1.8	13.7 $\pm$ 1.8
	Subscapula	24.8 $\pm$ 3.9	19.3 $\pm$ 2.9 ^{c)}	25.5 $\pm$ 3.7	24.4 $\pm$ 3.5
	Abdomen	22.3 $\pm$ 4.4	19.0 $\pm$ 4.4 ^{b)}	21.5 $\pm$ 2.3	24.4 $\pm$ 3.2
Percent Body Fat (%)		23.7 $\pm$ 3.0	19.6 $\pm$ 2.3 ^{c)}	26.3 $\pm$ 3.2	25.2 $\pm$ 3.1
Body Fat (kg)		16.4 $\pm$ 2.5	12.9 $\pm$ 1.7 ^{c)}	16.0 $\pm$ 1.7	15.0 $\pm$ 1.7
Reduction of Body Weight (kg)		3.6 $\pm$ 0.9*		1.8 $\pm$ 0.4	
Reduction of Body Fat (kg)		3.5 $\pm$ 0.8**		1.0 $\pm$ 0.1	

Each value shows Mean $\pm$ S.E.

a) $p<0.025$, b) $p<0.01$, c) $p<0.005$ v.s. before in the both groups.

* $p<0.05$, ** $p<0.005$ v.s. the diet group

Figure 4. Effect of physical exercise therapy on physiological responses to treadmill exercise test in Exercise group (N=8)

Each value shows Mean $\pm$ S.E.

Significance in differences between before and after physical exercise therapy, paired comparison ;

* $p<0.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.005$

拍数, 血圧, 酸素摂取量について有意な変化は認められなかった。

Figure 5 は運動療法 6 カ月後で実施した体力診断テストの各項目の成績の変化を示したものである。年齢, 性別をほぼ一致させた健常群と比較して, 運動療法前においては各体力要素の低下が認められたが, 6 カ月後には全項目に改善が得られた。

B. アンケート調査からみた長期運動療法の効果と障害

少なくとも 1 年以上にわたり医師・トレーナーの指導下で運動療法を継続した NIDDM 患者 31 例の自覚症状などの改善についてのアンケート調査の結果を Table 3 に示した。「階段昇降が楽になった」と答えたものが 17 例 (54.8%) に認められたのをはじめ, 日常生活における種々の自覚的改善が認められたばかりでなく, 「食事療法にもより気をつけるようになった」と答えたもの, さらには「気分転換の効果がある」と答えたものが半数以上認められた。

Figure 5. Effect of physical exercise therapy on physical fitness test in normals and NIDDM
Each value shows Mean

Table 3. Symptomatic effect of physical exercise therapy in NIDDM by questionnaire investigation

アンケート調査からみた長期運動療法の効果
(NIDDM 患者: 31例, 男: 18例, 女: 13例)

	総 数	男	女
1. 階段昇降が楽になった	17 (54.8)	10 (55.6)	7 (53.8)
2. 疲労感が少なくなった	13 (41.9)	8 (44.4)	5 (38.5)
3. 肩こりが楽になった	12 (38.7)	6 (33.3)	6 (46.2)
4. 体力がついた	12 (38.7)	6 (33.3)	6 (46.2)
5. 便通がよくなった	4 (12.9)	2 (11.1)	2 (15.4)
6. そ の 他			
・ ストレス解消	1 (3.2)	0 (0)	1 (7.7)
・ やる気がでてきた	2 (6.5)	0 (0)	2 (15.4)
・ よくねむれるようになった	1 (3.2)	1 (5.6)	0 (0)
・ 顔色がよくなったと言われるようになった	1 (3.2)	0 (0)	1 (7.7)
・ 自分の健康により注意を払うようになった	1 (3.2)	0 (0)	1 (7.7)
(7) 気分転換の効果がある	17 (54.8)	10 (55.6)	7 (53.8)
(8) 食事療法にも気をつけるようになった	16 (51.6)	8 (44.4)	8 (61.5)

() %

一方、障害についての調査では、経口血糖降下剤服用中の患者で運動療法開始初期に軽い低血糖症状を覚えたものが一例認められた。その他、筋肉痛16例 (51.6%) をはじめ、関節痛、腰痛、捻挫、こむら返りなど運動器障害による症状が多く認められた。

IV. 考 察

糖尿病患者における運動療法は食事療法とともに

に基本的な治療法であり、生涯にわたって継続しなければならないものである。しかしながら、すでに述べたごとく運動療法に対する患者の関心は未だ極めて低いというのが現状であろう。この点については、運動療法に対する患者教育の不徹底にもその一因が求められる。

さて、糖尿病患者に運動指導するに際して、運動が各血中 metabolites にどのような影響を及ぼすかを把握し、効果的かつ安全な運動プログラム

Table 4. Check points of physical exercise program

運動プログラム作成のポイント

I. 個別性

- ① 年齢・性・職業
- ② 病態・合併症
- ③ 治療内容
- ④ 生活・運動習慣, 体力レベルなど

II. 運動指導内容

- ① 種類 有酸素運動
- ② 強度 30~60% ($\dot{V}O_2\max$)
- ③ 持続 10~30分/1回
- ④ 頻度 2回以上/週

III. 運動プログラム内容

- ① Warming-Up
- ② 主要運動(歩行, Jogging など)
- ③ 補助運動
- ④ Cooling-Down

を提示することが望ましいことは言うまでもない。私共が従来報告してきた急性運動負荷時の血中 metabolites の変化の成績¹⁵⁾, つまり血糖降下, FFA 上昇などからみて, 予測 $\dot{V}O_2\max$ 40~60% 程度の強度でも, NIDDM 患者では明らかな代謝効果が得られるものと考えられる。しかし, IDDM 患者については, そのインスリン欠乏や代謝変動が著しいこともあって, この程度の運動でも著明な血糖上昇をみたもの, 低血糖に陥ったものなど, 他の血中 metabolites を含め一定の傾向が認められず¹⁶⁾, 運動指導に当たって特に個別性を十分考慮した運動プログラムの必要性が強く示唆された。

糖尿病の運動療法は長期に継続することにその意義が認められるが¹⁵⁾, そのためには, 患者適応, Medical Check, 運動負荷試験, 運動指導などについて, いわゆるすすめ方の確立も必要である。私共は Figure 1 に示した方法に従って進めているが, いずれにせよ運動療法の実施に当たっては障害予防に対する十分な配慮が必要であることは言うまでもない。

患者適応について私共は「積極的に指導すべき例」, 「注意して指導すべき例」, 「禁忌として制限すべき例」の3群に分けて実施している。「積極的に指導すべき例」としては血管合併症が未だ認

められず代謝異常が軽度の NIDDM 患者が挙げられる。次に「注意して指導すべき例」としては, 著明な代謝異常, 高度肥満を伴う NIDDM 患者, IDDM 患者, 末梢性神経症, 単純性網膜症, 初期腎症, 軽症高血圧などの合併症を有する例などである。また「禁忌として制限すべき例」としては, ketoacidosis, 活動性感染症, 重篤な血管合併症—新鮮出血(眼底), 進行期腎症, 重症虚血性心疾患など—を有する例などである。特に「注意して指導すべき例」の対象者については各患者の病態など個別性を十分考慮して, 現在の合併症に対する配慮がなされるような工夫をしなければならぬと思われる。

さて, Figure 1 に示したすすめ方に従って実施した NIDDM 患者の6カ月の運動療法の効果を Figure 2, 3, 4, 5, Table 2 に示した。

6カ月の運動療法を継続させた後, D群に比し Ex 群で耐糖能の改善がより明らかであったことは, 後者で食事療法ならびに運動療法の併用効果が現われたものとしてむしろ当然といえる。また Ex 群にみられた IRI 反応の有意の改善についても一定期間の耐糖能のより著明な改善が膵β細胞の安静をもたらした血中 IRI 反応を回復させた可能性が想定され, 補助療法としての運動療法の有用性が示唆される。もちろん運動療法に伴う糖代謝改善の機序の詳細についてはなお検討を要するものと思われる。従来から身体トレーニングにより骨格筋の血流量の増加がみられ, それに伴い骨格筋でのブドウ糖の取り込みが増加すること, さらに骨格筋で Succinate Dehydrogenase, Hexokinase などの酵素活性の増加によるブドウ糖酸化能力の増加を示す報告¹⁰⁾²¹⁾もみられ, これも耐糖能の改善をもたらされる理由の一つと考えられる。いずれにしても今回血中 IRI 反応が増加した点については, 従来身体トレーニングによって血中インスリン反応が不変もしくは低下とした諸家の成績⁴⁾¹⁹⁾とは明らかに異なっている。これは今回の対象が従来報告と異なり運動療法開始前に血中インスリン反応が明らかに低下している顕性糖尿病であったことによる可能性も考えられる。

糖尿病患者では非糖尿病患者に比し, 年齢をマッチさせてもなお動脈硬化性疾患を合併する率が

高く、これが糖尿病患者の予後に大きな影響をもつとされている。今回脂質代謝面での運動療法の効果、つまり HDL-C の増加、HDL-C/TC 比の増大などは虚血性心疾患の Negative Risk Factor としての役割も強調されており⁸⁾、この点からも長期運動療法の意義が認められる。

肥満を伴うことが多い NIDDM 患者に対して減量させることは病態の改善、合併症の発症予防などにとって重要な意味をもつものである。今回運動療法に伴って、D群に比して有意な体重減少が得られ、さらにこれが体脂肪減少とほぼ一致したことより、lean body mass の減少を伴わない合理的な減量が得られたものと思われる。

身体トレーニングによる呼吸・循環機能におよぼす効果については従来より多方面からの研究がなされ、トレーニングが安静時ならびに最大下運動時の心拍数の減少、血圧の低下をもたらし、また心拍出量、最大酸素摂取量を増加させることが知られている⁹⁾²⁰⁾。今回の成績からも、 $\dot{V}O_2\max$ 40% 程度の運動であっても長期継続により、開始時に比して、同一運動負荷時の対応心拍数の減少、また拡張期圧の低下が認められた。さらに安静時、運動負荷時の $\dot{V}O_2$ の減少などからみて、いわゆる酸素利用効率の改善が得られたものと思われる。またこれらの成果は体力診断テストの成績向上への基礎ともなっている可能性が十分考えられる。

いずれにせよこれらの改善は糖尿病の病態改善のみならず、将来発症しうる種々の合併症に対しても予防的効果が期待されるところである。

運動療法の効果は糖・脂質代謝などの改善だけでなく、日常生活における自覚症状についても種々の改善が得られていることがアンケート調査で示された。つまり基礎体力、生活体力などの改善が得られたためであろうと考えられる。また意識面においても「気分転換の効果がある」、「食事療法にも気をつけるようになった」と答えたものが半数以上あったことから運動療法の意義が認められるものと思われた。

一方、運動療法を安全かつ効果的に長期継続させるためには運動実施上発生しうる種々の障害に対する対策も必要である。アンケート調査の結果からは、筋肉痛、関節痛、捻挫、こむら返りとい

った運動器障害にもとづく症状が多く認められた¹⁷⁾。この点については各患者の運動プログラム内容の再検討が必要であることが示唆された。また、経口血糖降下剤服用中の患者で低血糖症状を起こしたものが1例あり、食事、運動、服薬についての時間を含めた教育が重要であることが痛感される。また私共は運動によりむしろ血糖コントロールの悪化した IDDM 症例を経験している¹⁶⁾。この症例では Rapitard Insulin で比較的良好的なコントロール状態であったが、自分で $\dot{V}O_2\max$ 60% 以上に相当すると思われる jogging を連日約30分にわたり実施したところ、空腹時血糖値は 200 mg/dl 以上に上昇し、再び口渇、多尿傾向を示すなどコントロールの悪化を認めた。この血糖コントロールを乱す原因が他にみられなかったため jogging を中止させたところ糖尿病のコントロールも再び改善しその後順調な経過をとっている。このように IDDM も含め、代謝異常が高度か、不安定な症例では運動強度、持続時間などを考慮せずに実施した場合、むしろコントロールを悪化させる可能性もあることが示唆される。

以上に述べた効果、障害などを考慮して、現在最も望ましいと考えられる運動プログラム作成のポイントを Table 3 に示した。第1のポイントは年齢、性、職業、病態、合併症、治療内容、生活・運動習慣、体力レベルなどのいわゆる個性でまずこれらの点の把握が重要である。第2は運動指導内容で、強度などの点について具体的な指導が必要とされる。第3は運動プログラム内容で、障害が発生しないよう、安全性を考慮した組み立てがなされなければならない。そのためには運動開始時の Warming-Up、終了時の Cooling-Down にも十分な配慮が必要であろう。特に Cooling-Down については、佐藤²²⁾も IDDM 症例における運動時の血中ケトン体の動きから運動後の代謝への配慮ということで強調している。

糖尿病患者における運動療法については長期に継続することに意義があることは先に述べたが、実際開始に際して、また継続に際しても種々の問題点が山積みされているのが現状である。つまりいかに始めさせ、そして長続きさせるかという問題に焦点が当てられることになる²⁾。運動療法開始時の動機付けとしては、1. 患者教育—運動療

法の意義, 効果, 2. 日常生活における身体活動度の評価—万歩計, 体力診断テストを用いて運動不足の評価, 3. 具体的な運動指導 (安全かつ効果的) が可能な運動療法教室参加のすすめ, などがそのポイントになると思われる。また長期継続の動機付けについてもやはり, 日常からの患者教育ならびに指導をはじめとして, 段階的指導, 小グループによる指導, 家族の参加, 効果の自己確認ら単調とならないような工夫を含め, 継続意欲を高めるための指導も必要である。さらに医師, トレーナー, ナース, 栄養士のチームによる指導体制の充実も重要なポイントになると思われる。

V. ま と め

糖尿病患者における長期運動療法効果, さらには運動療法指導のすすめ方などについて述べたが, これら糖尿病患者の運動療法は食事療法の上に実施されるのが原則であることは言うまでもない。さらに, 長期に継続することによって代謝是正, 合併症の発症防止ならびに進展抑制に対する効果が期待され, その意義が認められる以上, 運動療法を実施するにあたっては, 適応, Medical Checkによる病態, 合併症の再評価, さらには個別性など安全性をも考慮した運動プログラムが必要である。また開始ならびに継続に際しての動機付け, そして運動療法実施上発生しうる種々の障害に対してもあらかじめ知識を与えることにより予防対策を講じることも重要である。

糖尿病は生涯にわたるものである以上, その管理に際して血管合併症の発症ならびに進展防止に対する配慮も必要で, この意味でも食事療法とともに糖尿病に対する基本的治療法の一つとして運動療法の有用性を再確認する必要があることを強調したい。

本研究の一部は34周年記念日本体力医学会シンポジウム (昭 58. 4) において発表した。

なお本研究の一部は体育科学センター体力調査専門委員会調査研究補助金の援助によった。

(受付 昭和 58 年 6 月 27 日)

参 考 文 献

- 1) Allain, C.C., Poon, L.S., Chan, S.G., Richmond, W. and Fu, P.C. (1974) : Enzymatic

- determination of total serum cholesterol. Clin. Chem. 20, 470-475.
- 2) Beeken, R.K. (1980) : Initiating Exercise Programs for Patients with Non-insulin-dependent Diabetes. Diabetes Care, 3, 627-628.
- 3) Berg, K. and Borresen, A.L. (1976) : Serum-High-Density-Lipoprotein and Atherosclerotic Heart-Disease. Lancet, 1, 499-501.
- 4) Björntorp, P., De Jonge, K., Sjöström, L. and Sullivan, L. (1970) : The Effect of Physical Training on Insulin Production in Obesity. Metabolism, 19, 631-638.
- 5) Brozek, J., Grande, F., Anderson, J.T. and Keys, A. (1963) : Densitometric analysis of body composition : revision of some quantitative assumptions. Ann. N.Y. Acad. Sci. 110, 113-140.
- 6) Finley, P.R., Schifman, R.B., Williams, R. J. and Lichti, D.A. (1978) : Cholesterol in High-Density Lipoprotein ; Use of Mg-Dextran Sulfate in its Enzymatic Measurement. Clin. Chem., 24, 931-933.
- 7) 藤井 暁 (1982) : 糖尿病の療養指導1982, 7. 運動療法をめぐる, 診断と治療社, 東京, 170-178.
- 8) 藤本薫喜, 渡辺 孟, 坂本 淳, 湯川幸一, 森本和枝 (1968) : 日本人の体表面積に関する研究. 日衛誌, 23, 7-14.
- 9) Hanson, P.G., Giese, M.D. and Corliss, R. J. (1980) : Clinical guideline for exercise training. POSTGRADUATE MEDICINE, 67, 120-138.
- 10) Holloszy, J.O. and Booth, F.W. (1976) : Biochemical Adaptations to Endurance Exercise in Muscle. Ann. Rev. Physiol. 38, 273-291.
- 11) Lipman, R.L., Raskin, P., Love, T., Triebwasser, J., Lecocq, R. and Schnure, J. (1972) : Glucose Intolerance During Decreased Physical Activity in Man. Diabetes, 21, 101-107.
- 12) Morgan, C.R. and Lazarow, A. (1962) : Immunoassay of insulin using a two antibody system. Proc. Soc. Exp. Biol. Med.

- 110, 29-32.
- 13) 長嶺晋吉 (1977) : 肥満の判定法, 医学のあゆみ, **101**, 404-409.
- 14) 野木昭三 (1974) : 血中脂質の酵素学的測定法の自動化に関する検討, 1. LPL を用いる TG の完全自動測定法について. 臨床病理, **22** (補冊), 130.
- 15) 岡田邦夫, 藤井 暁, 大橋 誠, 田中史朗, 関 淳一, 和田正久, 赤井俊洋, 奥田 清, 井関敏之, 脇田正道(1981) : 糖尿病患者における運動療法に関する研究—運動負荷時の血中 metabolites の変動と長期運動効果, 体力科学, **30**, 259-266.
- 16) 岡田邦夫, 藤井 暁, 大橋誠, 田中史朗, 関 淳一, 和田正久, 井関敏之, 本間聖康, 脇田正道, 城島 勉, 岡山文夫 (1982) : 糖尿病患者における運動療法—若年型糖尿病患者における問題点. 西日本臨床スポーツ医学研究会会誌, **第2巻**, 47-51.
- 17) 岡田邦夫, 脇田正道, 山地繁信, 田中史朗, 藤井 暁, 関 淳一, 和田正久, 井関敏之(1983) : 糖尿病患者における長期運動療法—アンケート調査からみた効果と障害. 西日本臨床スポーツ医学研究会会誌, **第3巻**, 80-82.
- 18) 奥田 清, 小林紀崇 (1976) : 自動分析による血糖測定の実際—酵素法. Laboratory Automation, **1**(2), 12-14.
- 19) Ruderman, N.B., Ganda, O.P. and Johansen, K. (1979) : The Effect of Physical Training on Glucose Tolerance and Plasma Lipids in Maturity-onset Diabetes. Diabetes, **28**(suppl. 1), 89-92.
- 20) Saltin, B., Blomqvist, G., Mitchell, J.H., Johson, R.L., Wildenthal, K. and Chapman, C.B. (1968) : Response to Exercise After Bed Rest and After training. Circulation, *Supplement 7*.
- 21) Saltin, B., Lindgärde, F., Houston, M., Hörlin, R., Nygaard, E. and Gad, P. (1979) : Physical Training and Glucose Tolerance in Middle aged Men with Chemical diabetes. Diabetes, **28**(Suppl. 1), 30-32.
- 22) 佐藤祐造 (1981) : 1981年糖尿病学, 肥満糖尿病患者の運動と代謝是正, 診断と治療社, 東京. 271-303.
- 23) Sherwin, R.S. and Koivisto, V. (1981) : Keeping in Step : Does Exercise Benefit the Diabetic? Diabetologia, **20**, 84-86.