

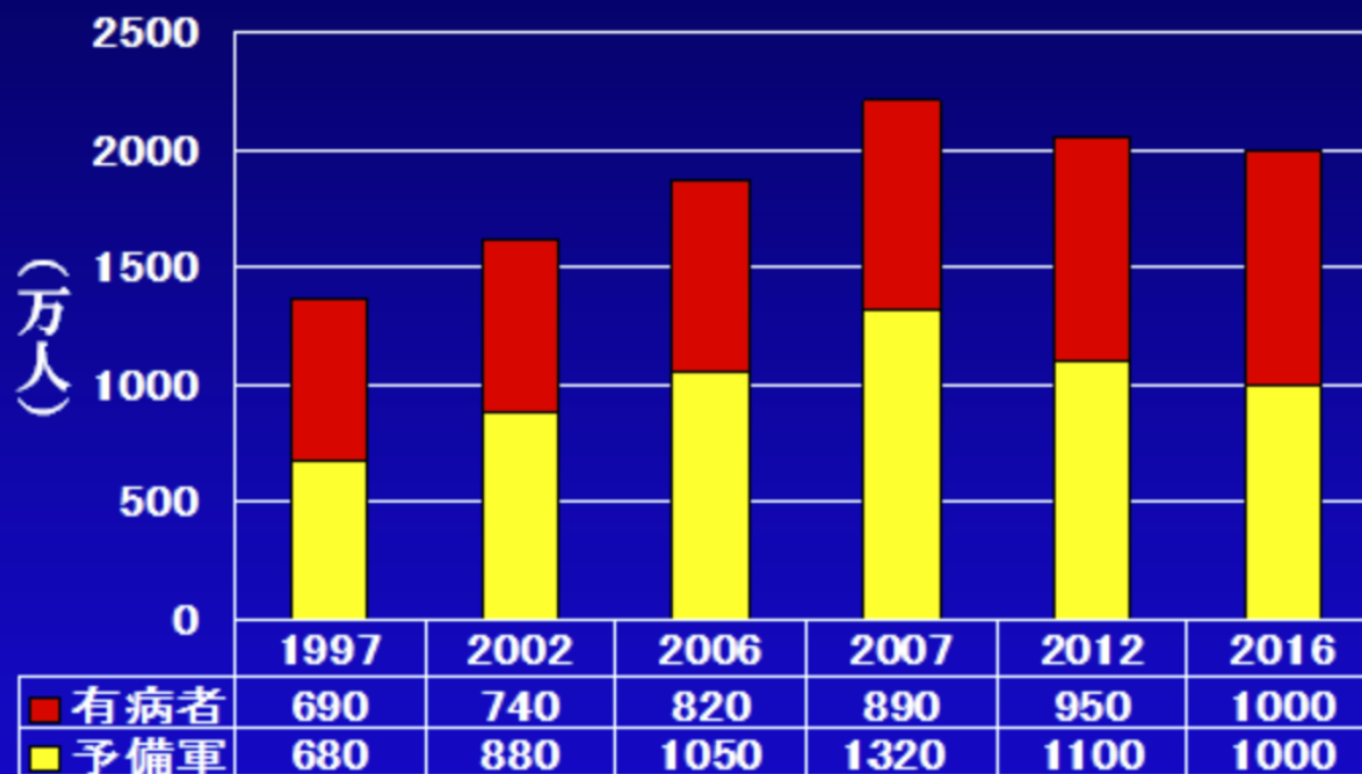
代謝系理学療法 運動療法の考え方と 指導方法

呼吸循環代謝系理学療法学演習
代謝疾患編v1

C) 木村あきら

糖尿病と合併症の疫学

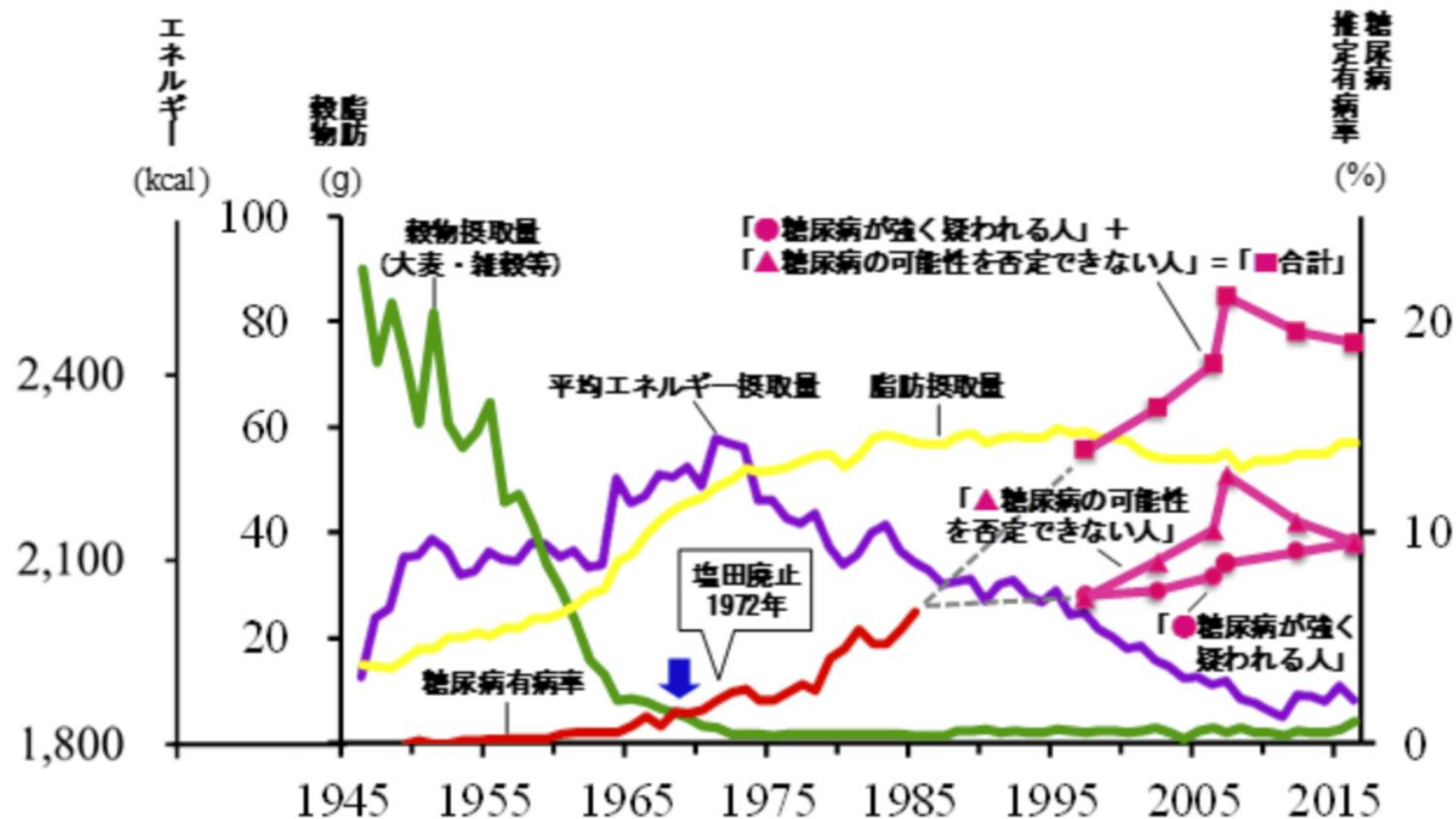
糖尿病患者・予備軍の年次推移



糖尿病実態調査報告	単位	平成 9年 1997年	平成 14年 2002年	平成 18年 2006年	平成 19年 2007年	平成 24年 2012年	平成 28年 2016年
糖尿病が強く疑われる人	千人	6,900	7,400	8,200	8,900	9,500	10,000
糖尿病の可能性を否定できない人	千人	6,800	8,800	10,500	13,200	11,000	10,000
合計	千人	13,700	16,200	18,700	22,100	20,500	20,000
総務省統計局 人口推計 総人口男女20歳以上	千人	98,810	102,130	103,910	104,196	104,917	105,111

糖尿病推定有病率 糖尿病が強く疑われる人	%	7.0	7.2	7.9	8.5	9.1	9.5
糖尿病推定有病率 糖尿病の可能性を否定できない人	%	6.9	8.6	10.1	12.7	10.5	9.5
糖尿病推定有病率 糖尿病が強く疑われる人＋可能性を否定できない人合計	%	13.9	15.9	18.0	21.2	19.5	19.0

わが国における糖尿病推定有病率と生活環境の推移 (1946年～2016年)



- https://www.dmtown.com/therapy/exe/exe_002#:~:text=%E9%E3%81%8B%E5%8B%95%E3%81%AE%E7%A8%AE%E9%A1%9E%E3%81%AB%E3%81%AF,%E5%83%8D%E3%81%8D%E3%81%8C%E3%82%88%E3%81%8F%E3%81%AA%E3%82%8B%E3%81%8B%E3%82%89%E3%81%A7%E3%81%99%E3%80%82

運動療法の基本的な考え方

運動にどのようなメリットがあるの？

運動療法は、食事療法と並んで糖尿病治療の基本です。

運動療法がなぜよいのかというと、2型糖尿病のおもな原因は、肥満、過食、運動不足によるものだからです。運動によりエネルギーを消費して、肥満を解消・抑制します。さらに運動を毎日続けていると筋肉の活動量が上がることで、悪かったインスリンの働きも改善します。さらに食後1時間頃に運動をすると、ブドウ糖や脂肪酸の利用が促されて血糖値が下がるという効果もあります。

1型糖尿病は、インスリンをつくりだす細胞が壊れてしまっているため、運動によるインスリンの機能自体の回復という治療としての効果は望めませんが、運動は筋力を高めたり、ストレス解消にも役立ちます。とくに**子ども**の場合は心身の健全な発達を助ける手段にもなります。とはいえ、1型糖尿病も2型糖尿病と同様に、運動することで外から補給しているインスリンの働きを高めることができますので、毎日運動することは大切です。

運動したからといって、食事療法は怠らないようにしましょう。血糖コントロールを良好に維持するにはどちらか一方が欠けてもうまくいきません。

運動療法の効果

- 運動によって、血液中のブドウ糖が筋肉にとり込まれやすくなり、ブドウ糖、脂肪酸の利用が促進され、血糖値が下がります
- 2型糖尿病では、低下しているインスリンの働きが高まります
- エネルギーの摂取と消費のバランスが改善し、減量効果・肥満の防止になります
- 高血圧や脂質異常症(高脂血症)の改善に役立ちます
- 加齢や運動不足による筋肉のおとろえや萎縮、さらには骨粗鬆症の予防に有効です
- 関節や骨が丈夫になり、末梢血管が強くなり心臓や肺の機能が高まります
- 筋力や体力の増強に役立ちます
- 爽快感、活動気分が向上し、ストレス解消効果があります

運動の種類は？

- 運動の種類には、有酸素運動とレジスタンス運動の2つがあります。
- 糖尿病の患者さんには、ダンベルなどを使って筋肉に負荷をかけるレジスタンス運動より、歩行やジョギング、水泳などの全身運動にあたる有酸素運動のほうが適しています。有酸素運動を継続して行うことで、インスリンの働きがよくなるからです。

どれくらいの運動をすればよい？

- 歩行運動なら、1日約1万歩、消費エネルギーに換算するとほぼ160～240kcalの消費が望ましいとされています。
- 歩行運動の目安は1回につき15～30分間、1日2回行います。毎日行わなくともかまいません。1週間に少なくとも3日以上の頻度での歩行運動が望ましいとされています。
- 歩行運動は、いつでも、どこでも、ひとりでもできますし、体力や年齢にあわせて歩き方やスピードを変えることができます。これなら、まとまった運動時間がなかなかとれない人でも、歩行をとまなう通勤、通学、買い物などで、実践できます。

①有酸素運動



階段昇降



水泳

ジョギング



サイクリング



ウォーキング

②レジスタンス運動



ダンベル



スクワット



マシン運動

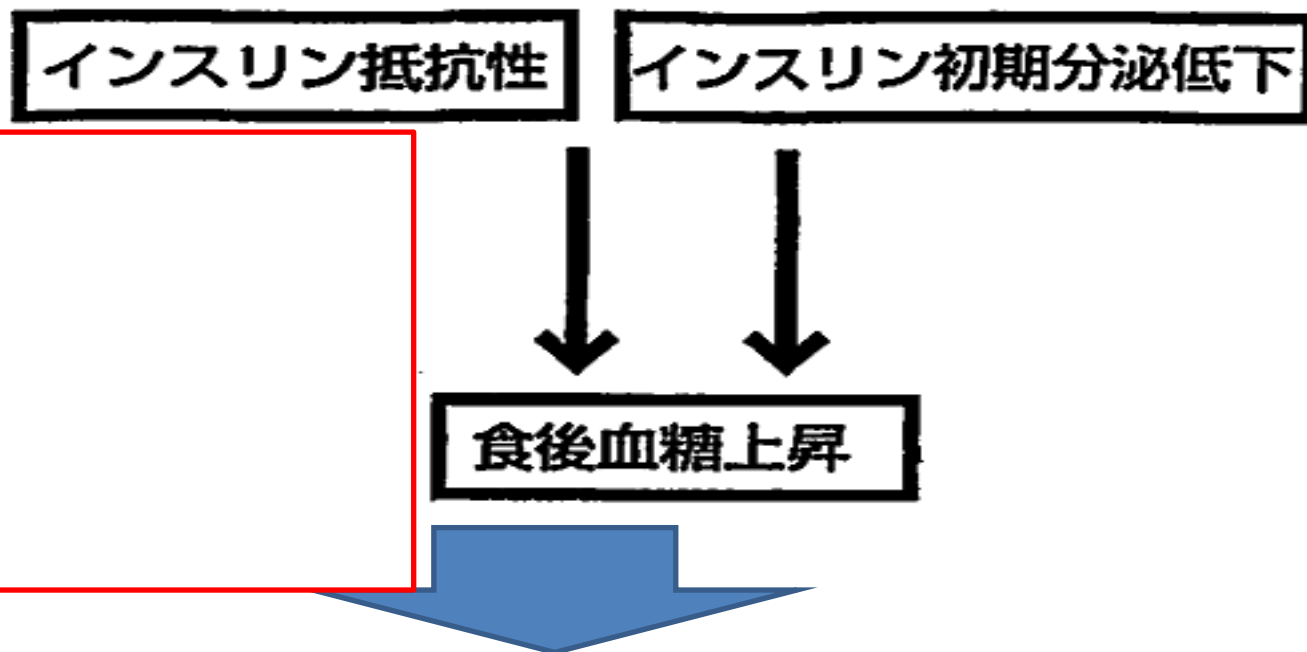
運動は長続きすることが大事

- かし、歩行運動を始め、間違ったやり方で運動を行うと、糖尿病を悪化させたり、心筋梗塞の発症などの思いがけない事故を引き起こすことがあります。また、なかには運動療法の禁止あるいは制限したほうがよい人もいます。
- 運動療法をはじめる前に、必ず医師の指導を受け、運動するときは運動療法の原則を守りましょう。

- 運動療法の原則
- 準備運動と整理運動を行いましょう
- 軽い運動からはじめ、少しずつ運動量を増やしましょう
- その日の体調に合わせ、決して無理をしないようにしましょう
- 運動は継続が大事です。続けられる運動を選びましょう
- 運動前後の血糖値や尿糖をときどき測りましょう

肥満・糖尿病になる前の pre糖尿病の段階

メタボリックシンドロームと重なる部分有



生活習慣病 (旧 成人病)

遺伝子

3%

胎児の時

新生児から乳児

乳児から幼児

児童期

思春期

青年期

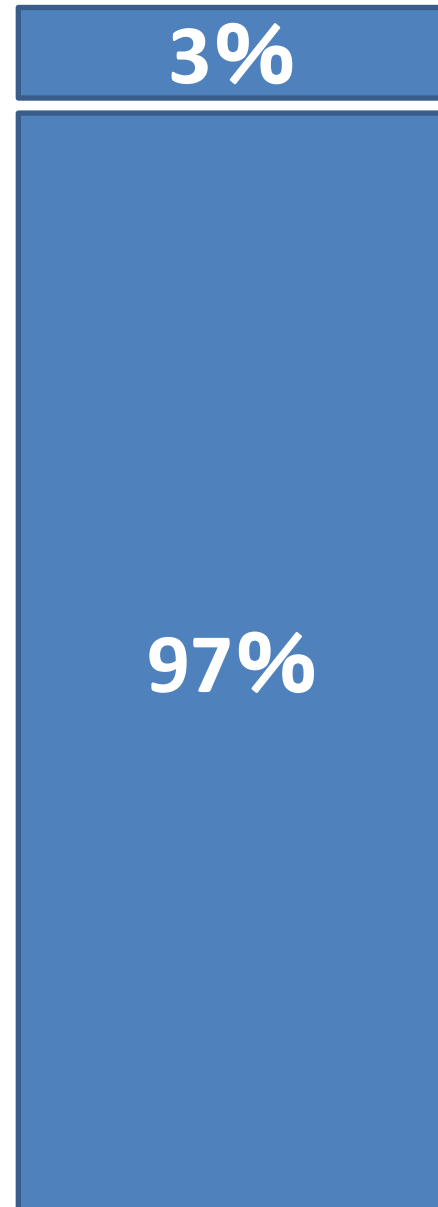
中年期

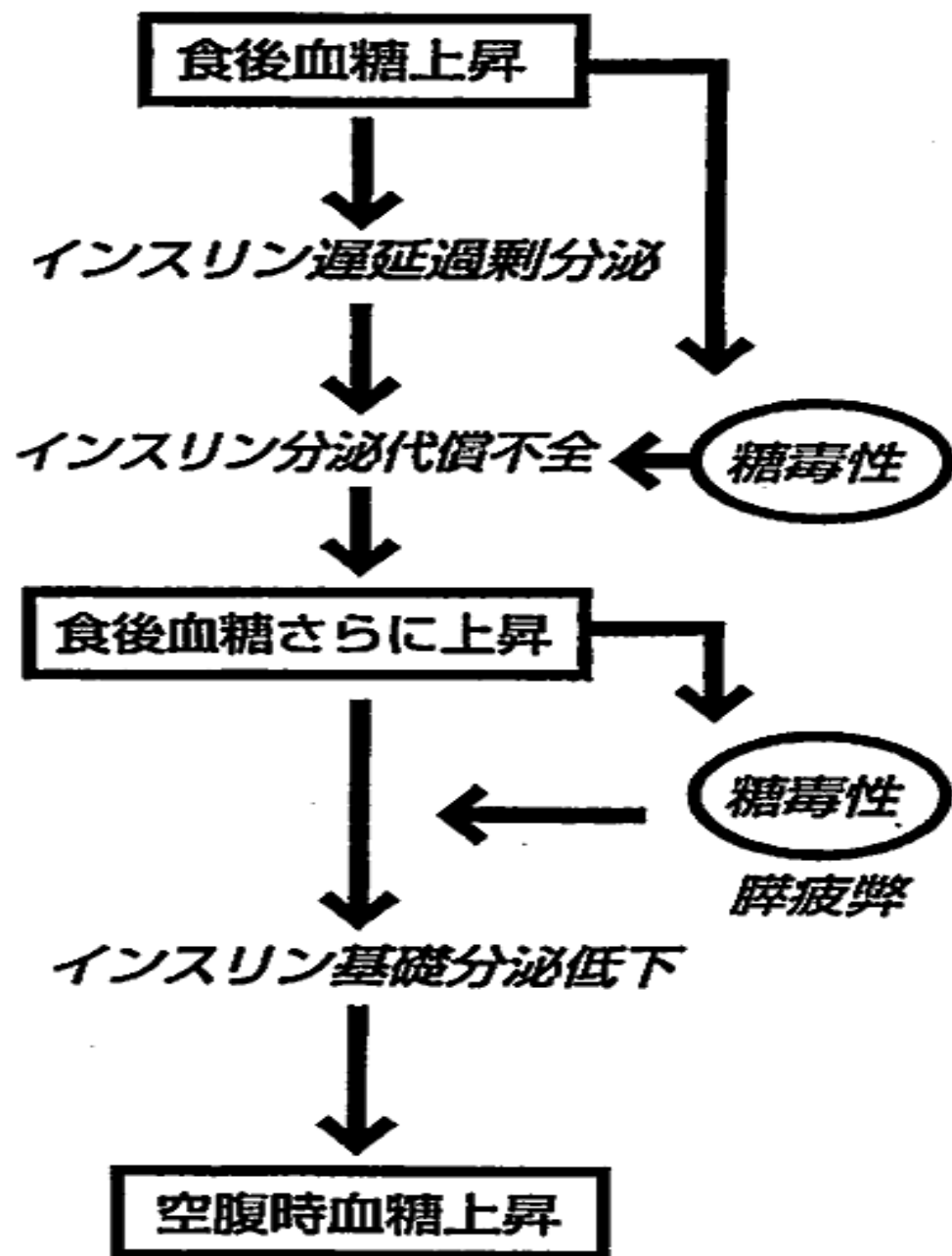
初老期

老年期

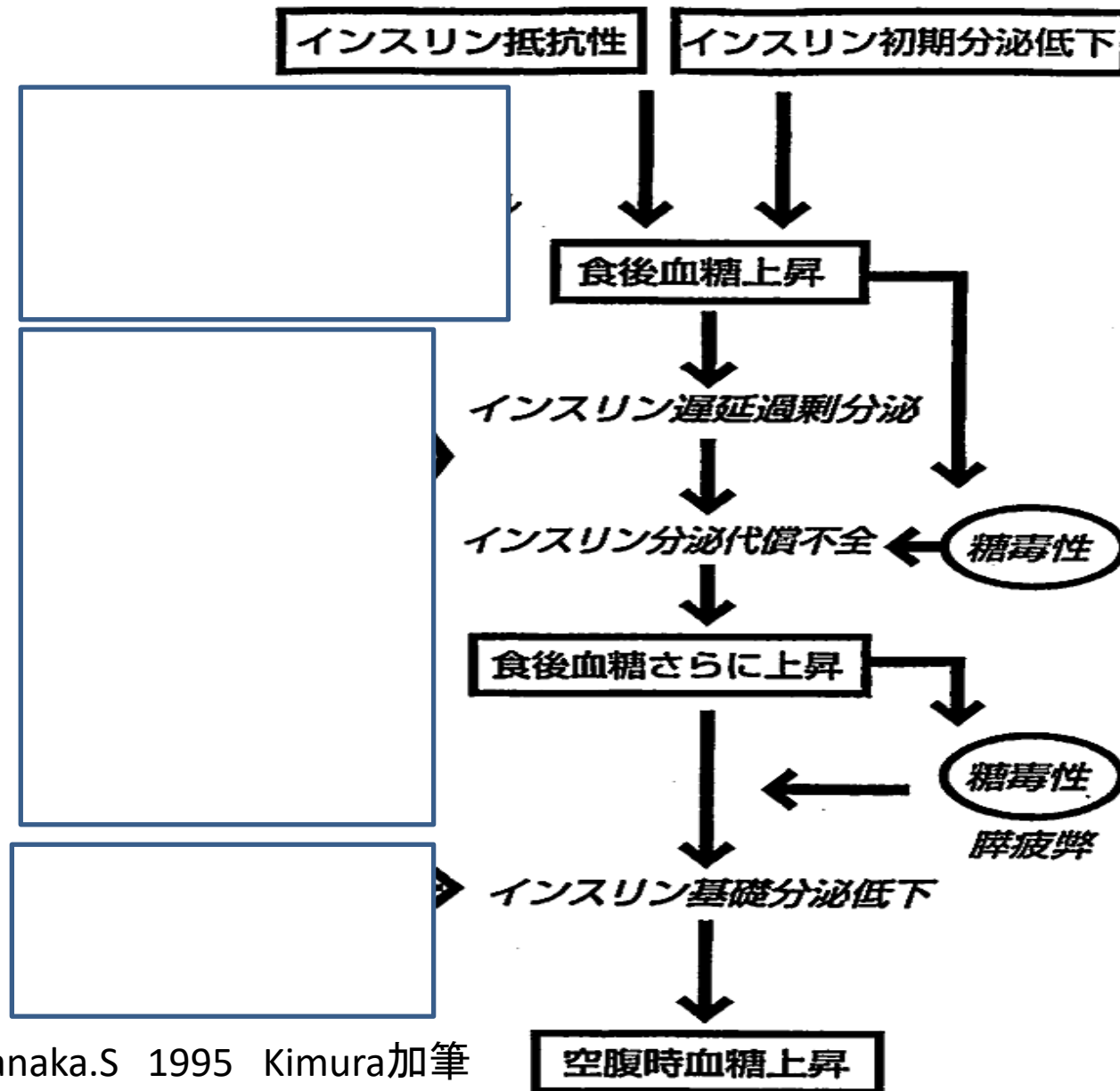
ターミナル期

97%

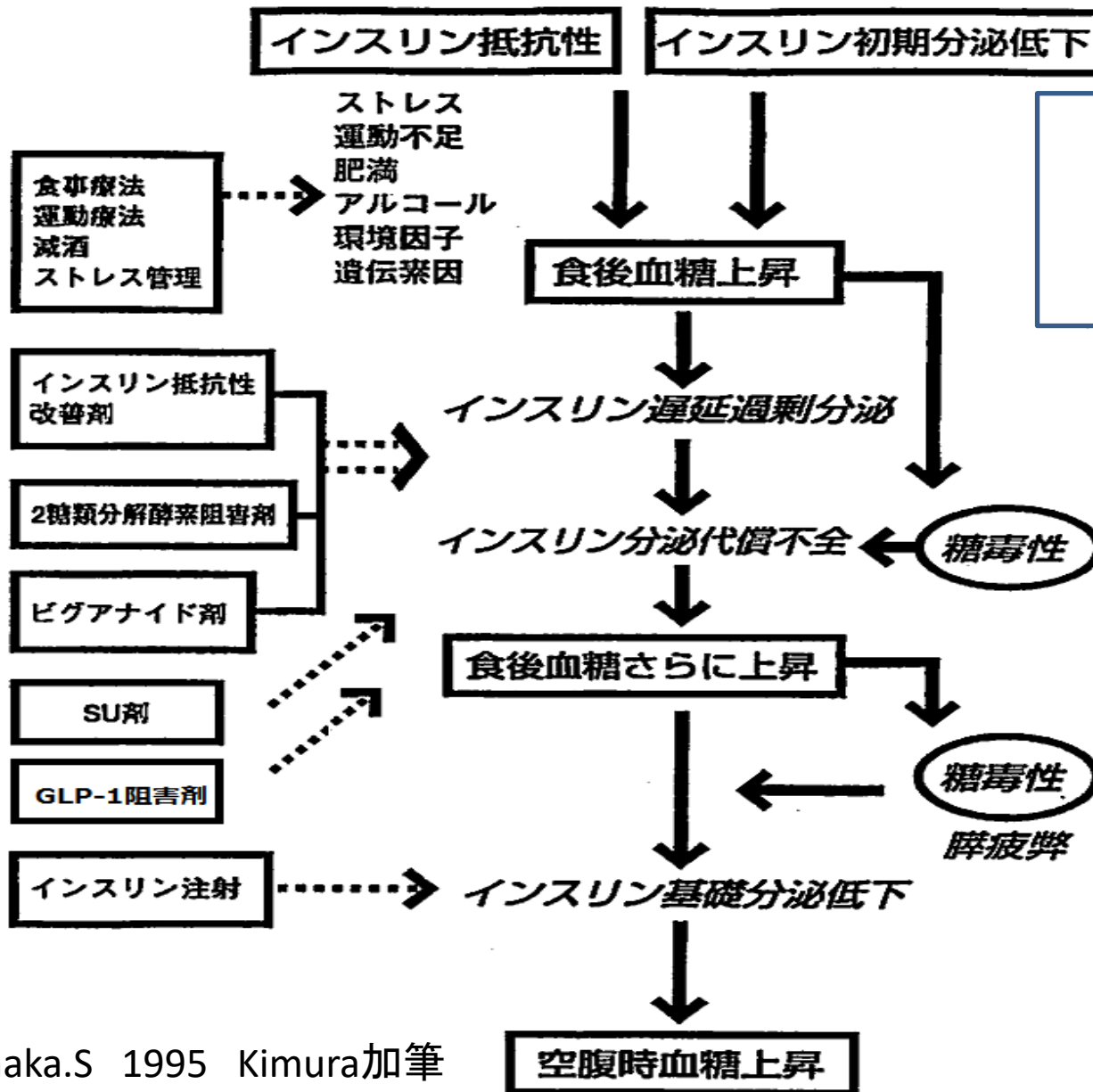




糖尿病の治療ステップ

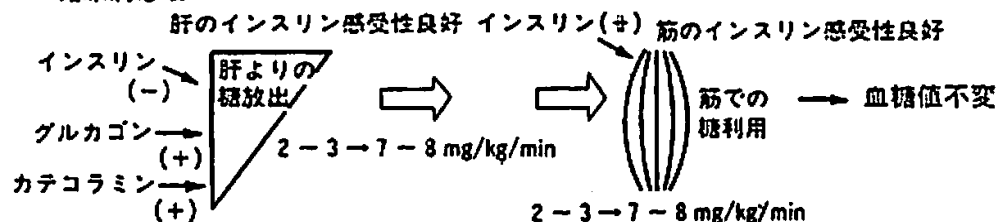


糖尿病の治療ステップ

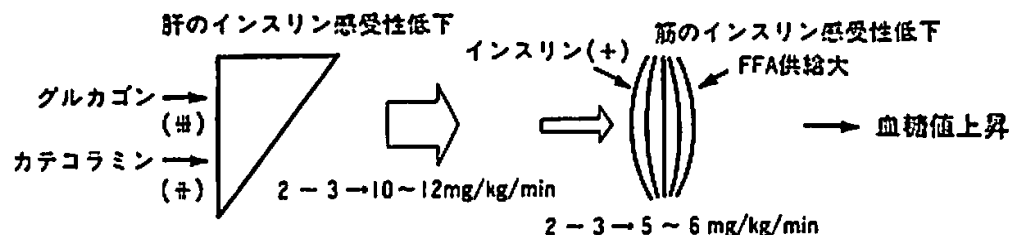


健康人あるいは糖尿病患者の運動時の血糖応答

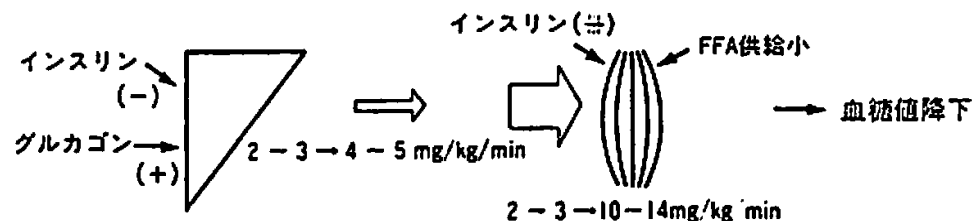
(A) 健康人あるいは代謝状態良好な、インスリン供給が十分な糖尿病患者 (＋)：促進，(－)：抑制
糖尿病患者

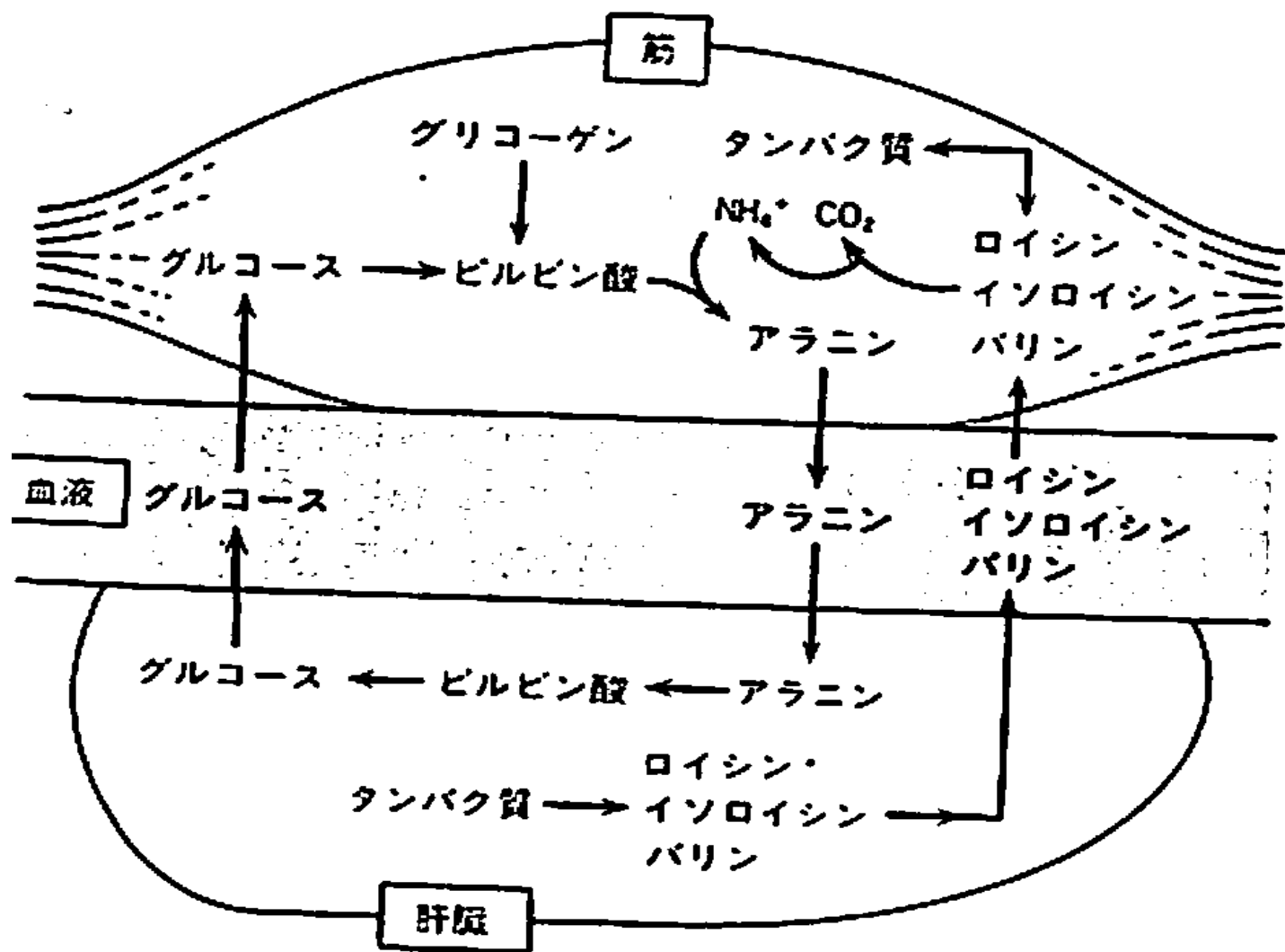


(B) インスリン供給不十分な糖尿病患者，untrainedの患者





































(C) インスリン供給過剰な糖尿病患者





分岐鎖アミノ酸とグルコース-アラニン回路

ヒト骨格筋の各タイプ別筋線維の組織化学的反応
(Dubowitz, Brook, 1973 より引用)

MUSCLE FIBER TYPE	1	2A	2B	2C
Routine ATP-ase				
ATP-ase preincubated pH 4.6				
ATP-ase preincubated pH 4.3				
NADH-TR				
SDH				
*glycerophosphate menadione linked				
PAS	 + 			
Phosphorylase	 + 			





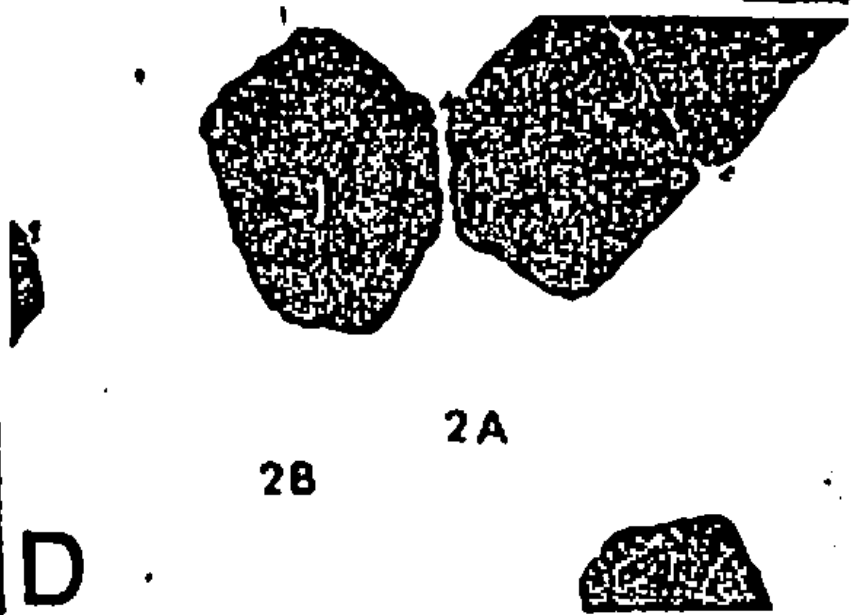
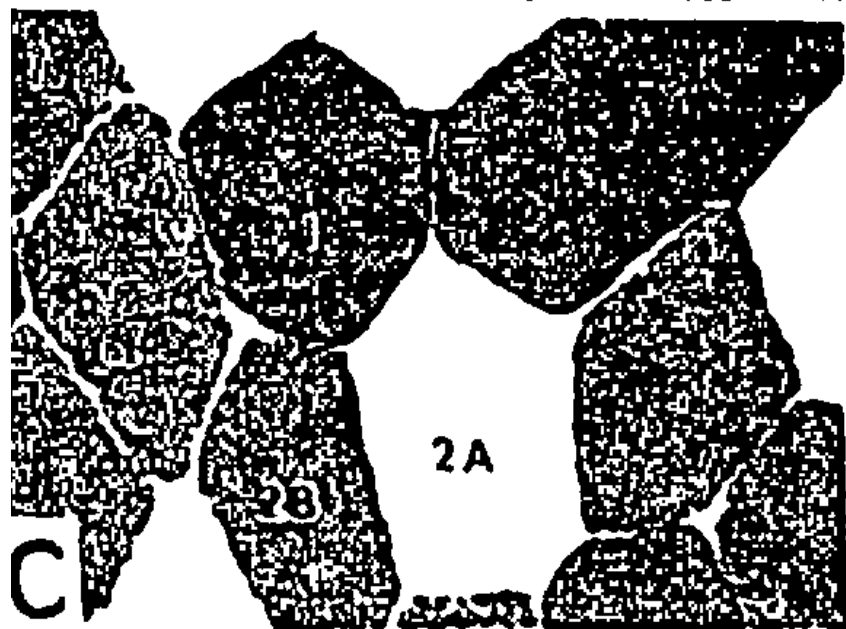
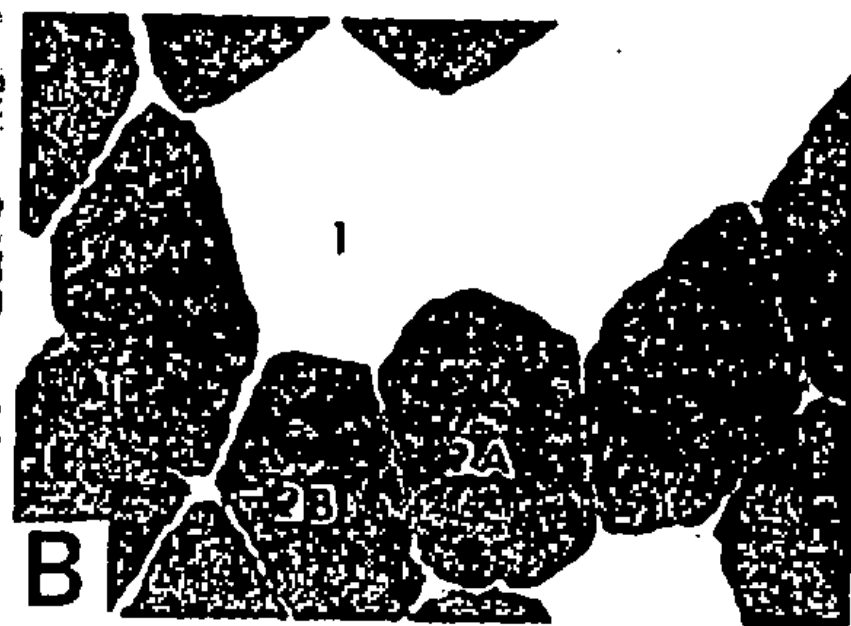
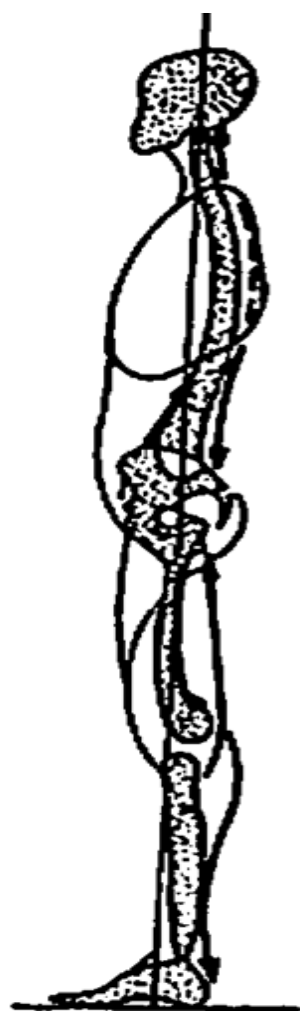
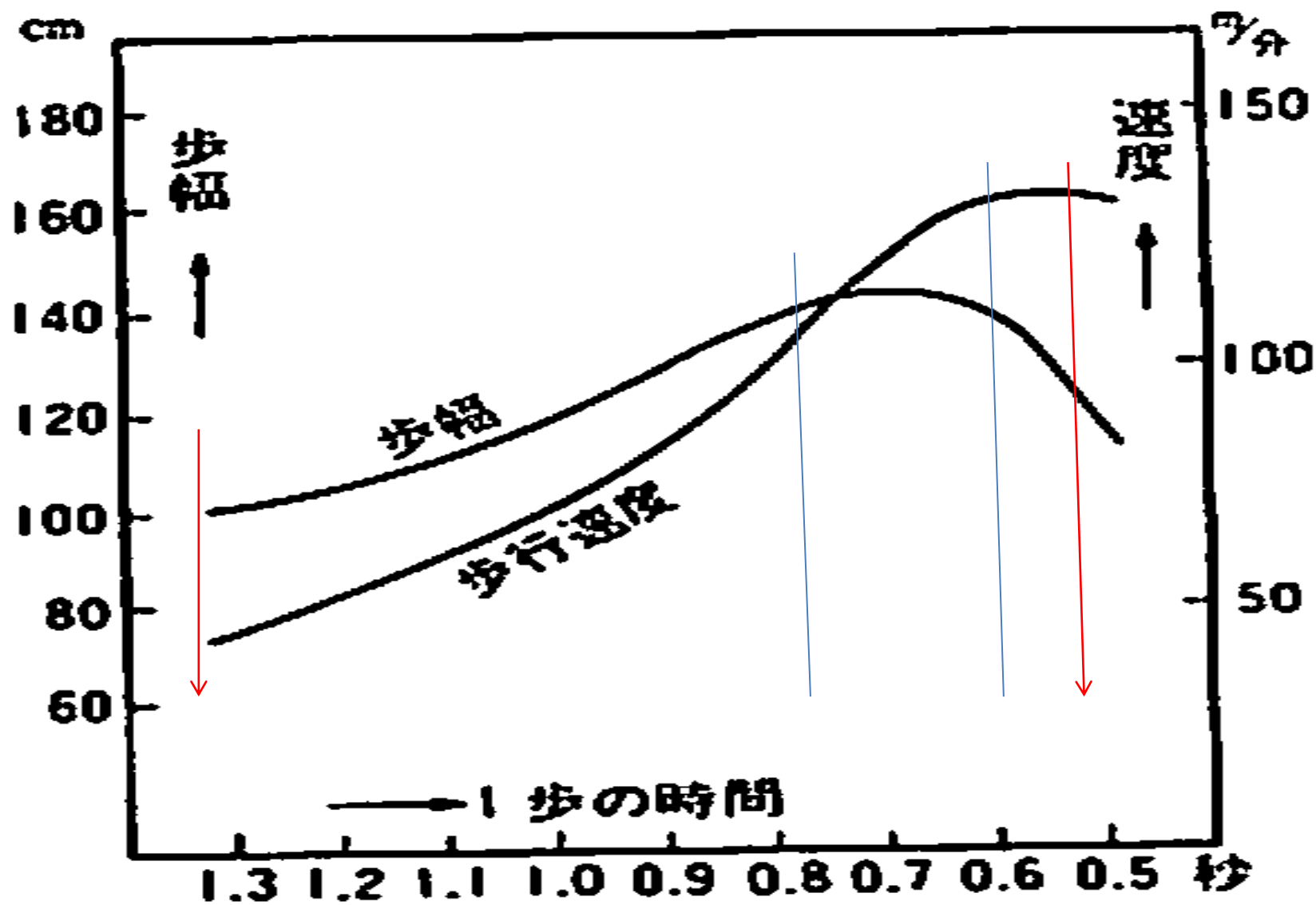
 = 0
  = 1+
  = 2+
  = 3+

図 25 連続凍結切片による
正常筋の組織化学的特徴
3種類のタイプ 1(1), 2A
(2A), 2B(2B) 線維の染色
性の相異を表わしている。
A : HE, B : routine ATP
ase, C : ATPase (prein-
cubation pH 4.6), D : 同
(pH 4.3) (文中より引用)





立位姿勢
における重心線と筋
の働き(長松による)



歩幅と速度 (小祝による⁴³⁾)

立脚相

遊脚相

大腿二頭筋(長頭)



大内転筋



腸腰筋



外側広筋



前脛骨筋



腓腹筋



長指伸筋



長指屈筋



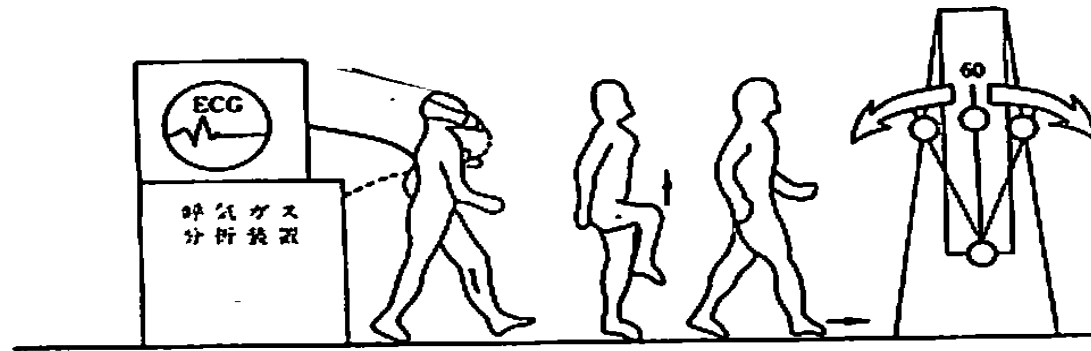


図 16-1. Larchetto 歩行速度による速度設定

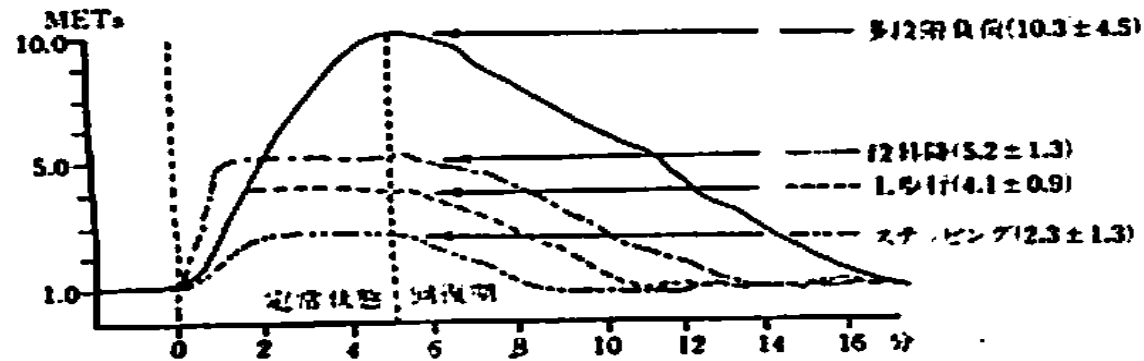
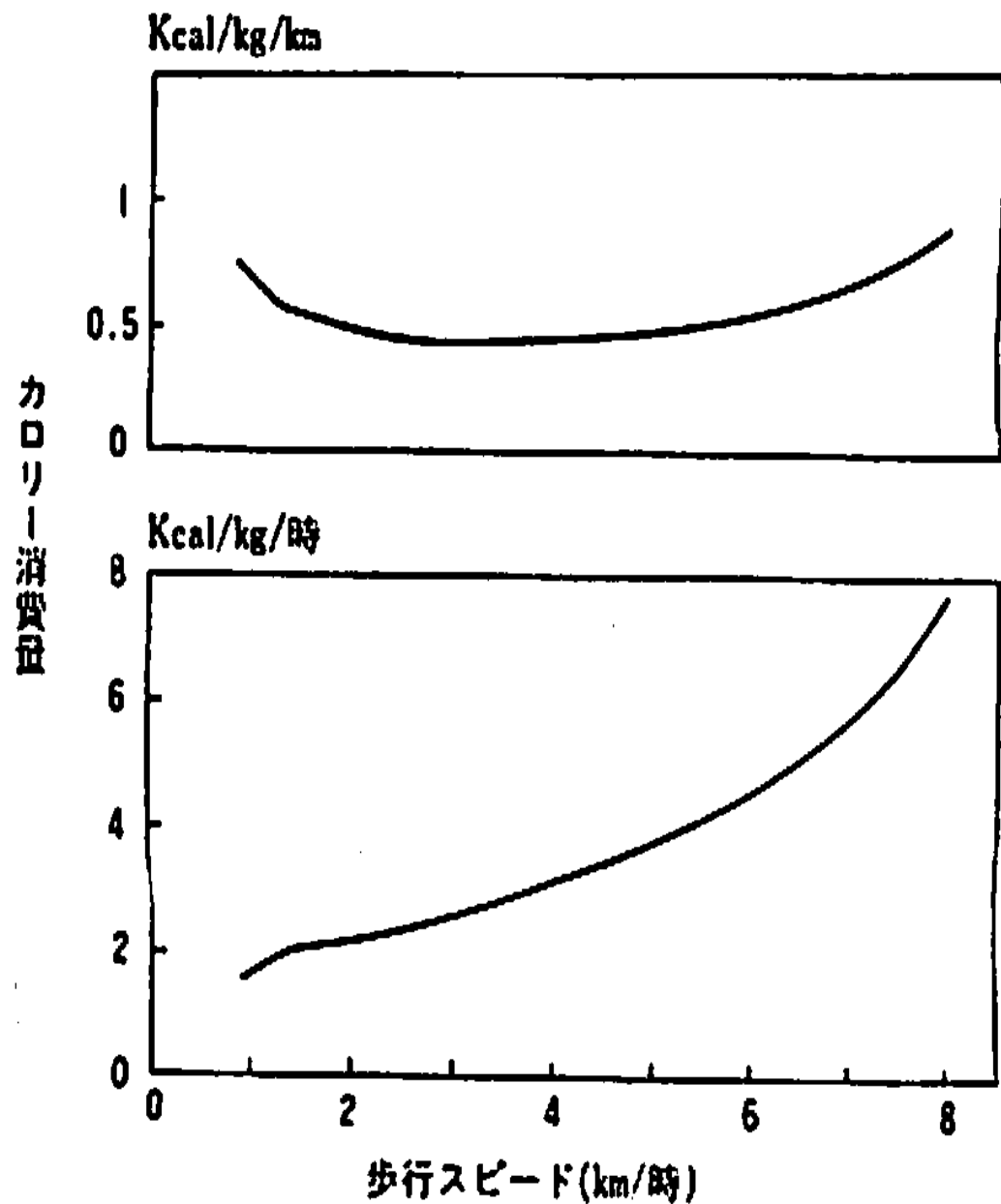
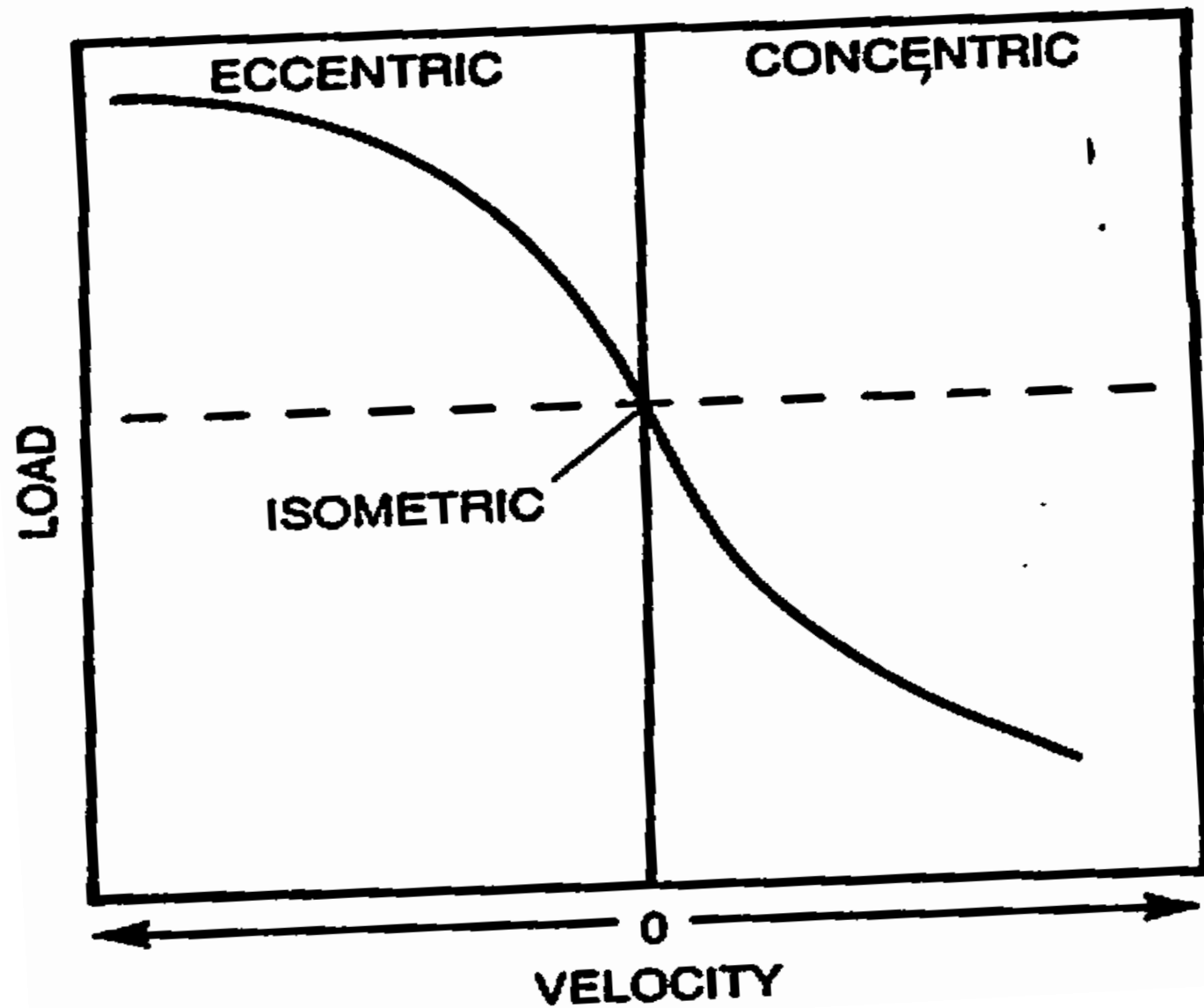


図 16-2. Larchetto テンポ動作による METs. () は定常状態の平均 METs を表す





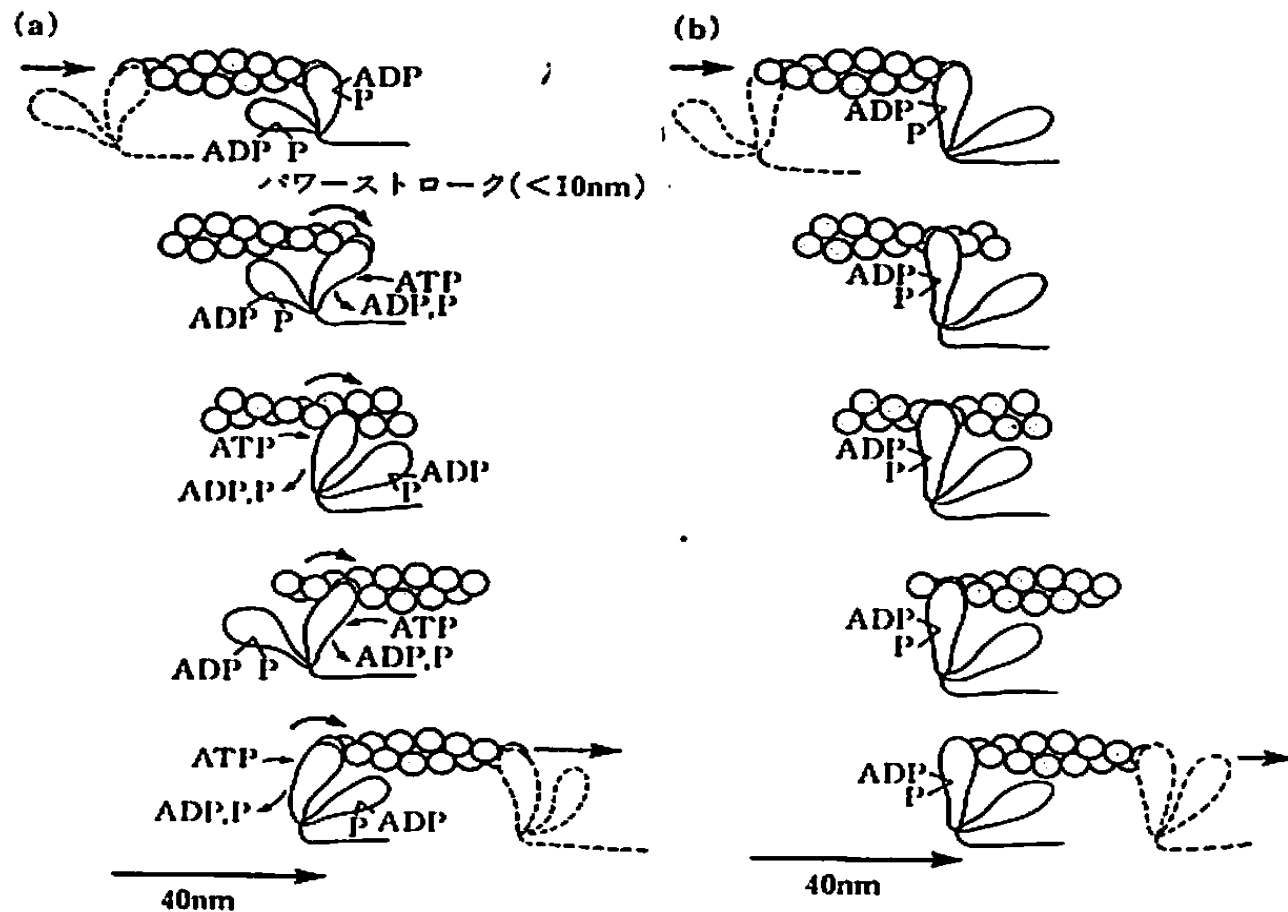


図 7

- a. 首ふり仮説：首ふり仮説では化学反応と力学反応を 1:1 に結合させている。それゆえ負荷に関係なく 1 回の ATP 分解中に 1 回の首ふり運動が起こり、無負荷時でも最大 10 nm の滑りしか引き起こされない。
- b. 新しいモデル：力学反応が化学反応と 1:1 に結合せず負荷の関数となっている。無負荷時にはミオシンは中間体、M-ADP-Pi の形で F アクチンと何回も相互作用し、1 分子の ATP 分解反応中に F アクチンをつぎつぎ送り出すことができる。M-ADP-Pi の形でもエネルギー状態は変化している。

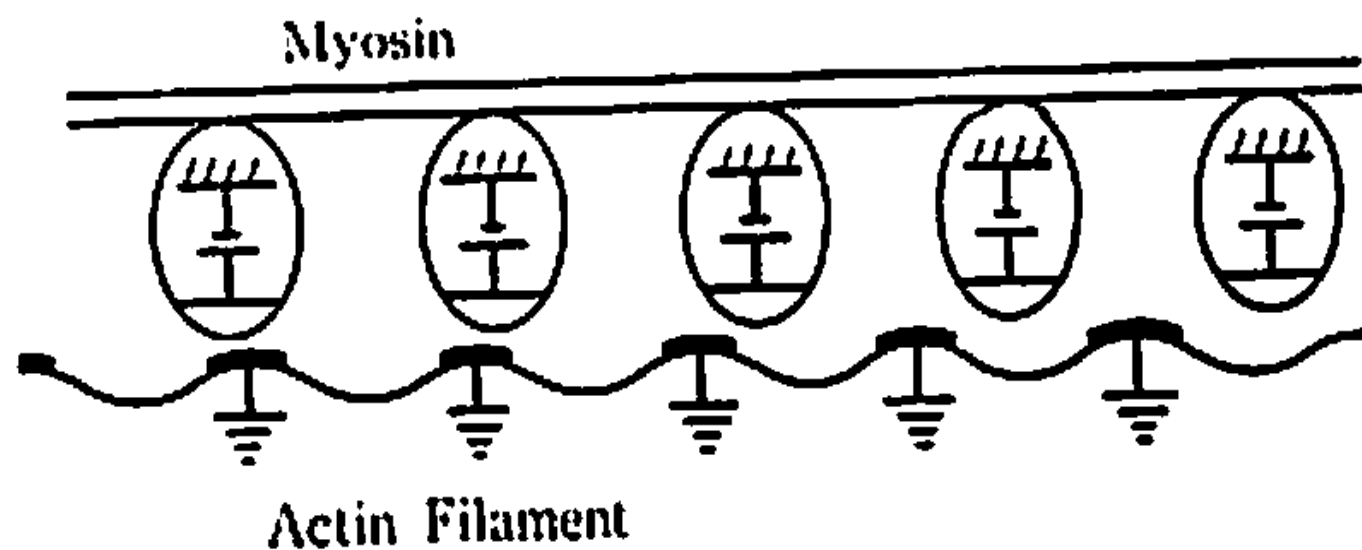


図 1 筋収縮に対する静電モータモデルの模式図

6. 運動強度および持続時間がホルモン分泌ならびに血糖降下に及ぼす影響

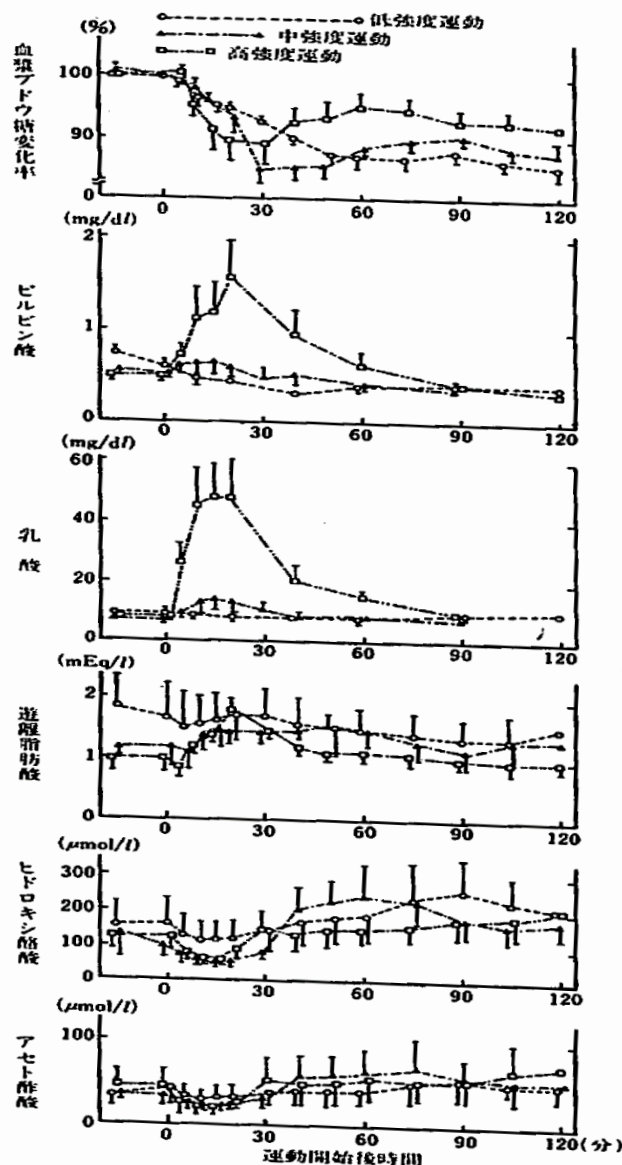


図 3-14. 非肥満インスリン非依存型糖尿病患者における各種強度のエルゴメータ負荷時の応答反応 (n=5, M±SEM)

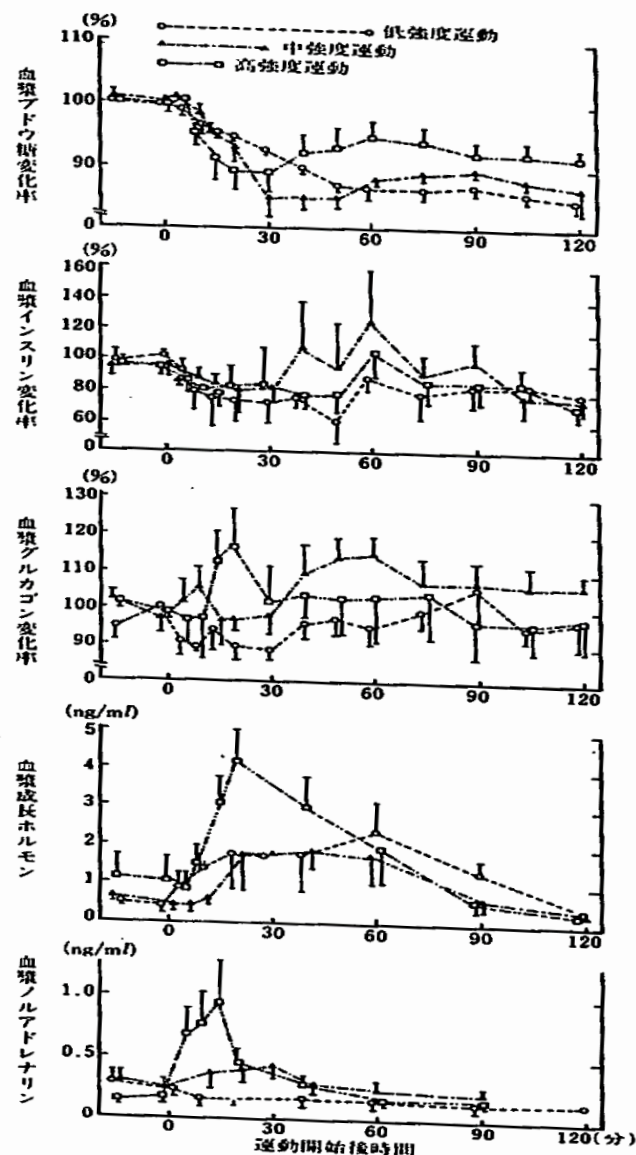


図 3-15. 非肥満インスリン非依存型糖尿病患者における各種強度のエルゴメータ負荷時のホルモン分泌反応 (n=5, M±SEM)

リハビリテーション治療依頼票

89年 10月 1日

患者氏名 10-1-19-02430-3
年齢 213
性別 女

患者氏名 [Redacted]
科 内科
病棟 3F

病名 糖尿病

合併症 持込薬なし

感染症 結核菌 HB+ その他 内科
ワ反症 MRSA (H) 肺炎 医11

原疾患の経過・治療
2年前から血糖値が上昇し、糖尿病と診断。FBS 140~160mg/dl
無治療で経過。不妊手術後、血糖値が更に上昇。
FBS 247 HbA1c 11.6% 経口薬
開始。今日コントロール良好で入院。
ジメニール錠にて good control

主科の治療方針と予後
今後、医師指導に従って治療を進める。
また、入院中の経過観察が必要。
予後良好と見られる。

予定入院期間 1~2週

リハビリテーション実施にあたってのリスク事項(有) (無)
(心肺機能、感染など特に運動負荷に関するリスクを具体的に)
心臓上 Atrial Premature Beat 散発。不整脈あり。運動療法
のリスクを考慮し、医師と相談の上、運動を実施。
SDW = 自覚に AT に達し、その時の Heart Rate 114 bpm。
EKG 上 異常なし。

出診状況
経路 車椅子 ベッド 往診

リハビリテーションの目標(治療・評価)
VO2 max の 40% まで (180-240kcal) の運動 (歩行/階段) を指導
し、自己測定での血糖値の減少を目標とする。
EKG 上 異常なし。
※上記項目に記入が無い場合は受け付けいたしかねます。

御依頼の件につき下記のとおり報告します。
Steady state test に基づき、上記処方内容
の条件となる運動を指導しました。今後 VO2 max
を測定します。
理学療法部門 PT 本村 作業療法部門 OT 言語療法部門 ST

「ハビリテーション治療依頼票

1年 10月 4日

9-02127-4

患者氏名	外来
[Redacted]	内科 神経科

病名	NIDDM
合併症	retinopathy (SPR)
感染症	緑内障 HPA+ その他 依頼科
ワ反塩 MRSA	金脈 消化

主科の治療方針と予後

weight = 金療法・運動療法
 施行予定
 現在 176kg・164cm・79kg
 20~30分・軽運動施行
 予定入院期間 4 週

① 指摘され36設置
 3. (金療法で weight)
 11A. 8.2.
 176kg・164cm・79kg

にあたるリスク事項(有・無)
 ①に運動負荷に関するリスクを具体的に)

①に施行した結果、好気性代謝→嫌気性代謝へ
 - HR 108 付近とわかったので、減量のために15%以下まで
 - 調整し、思われます。10%程度は好気性代謝へ...

椅子 ベッド 往診
 様(治療・評価)

・スリ・減量性よく可なり。
 ・6 程度負荷、1.5 単位。

※上記項目に記入が無い場合は受け付けいたしかねます。

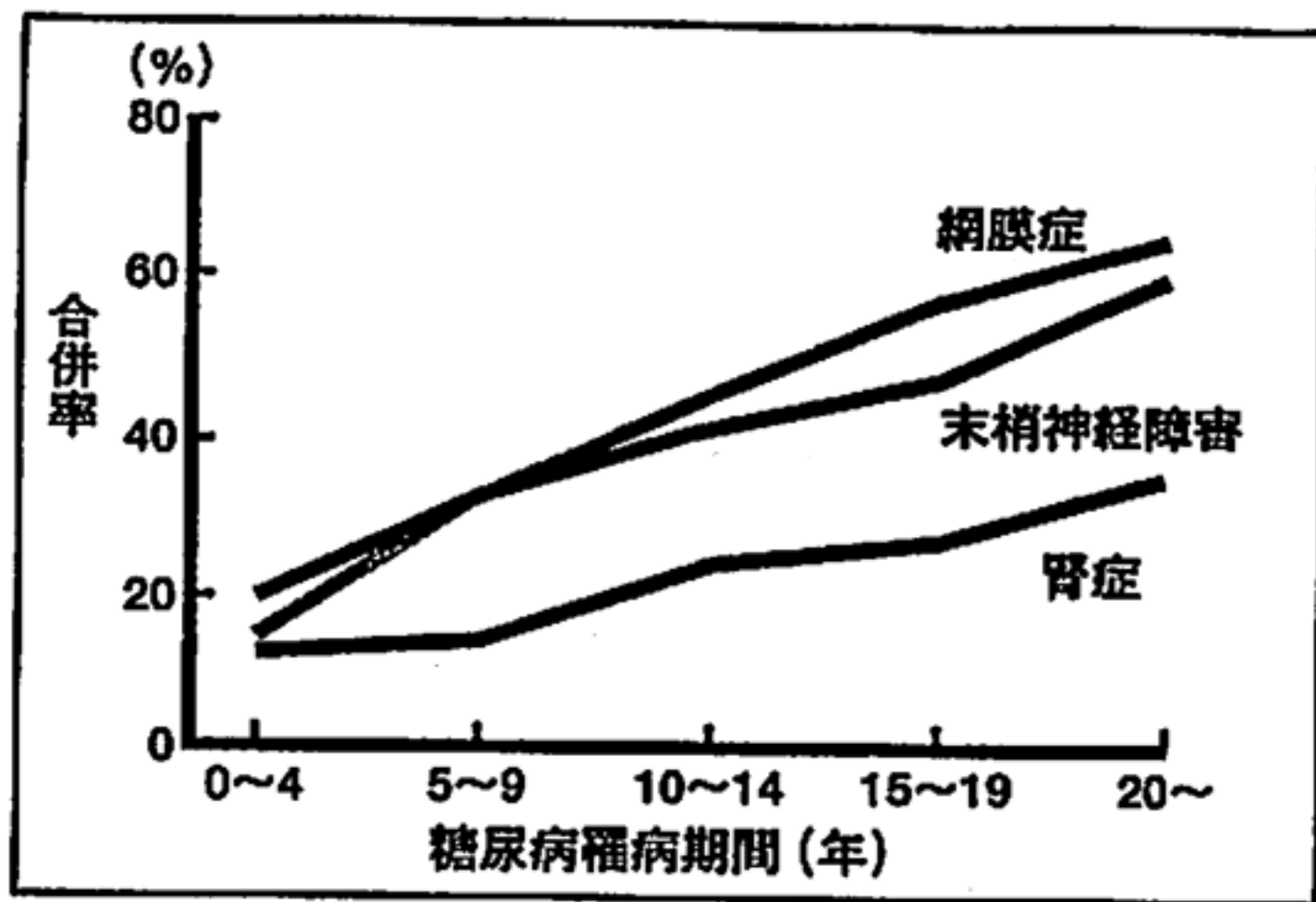
・とお報告します。

①の結果に基づき、
 件に対する運動療法を実施、指導します。
 (一日あたりを考慮の上で実施します。)

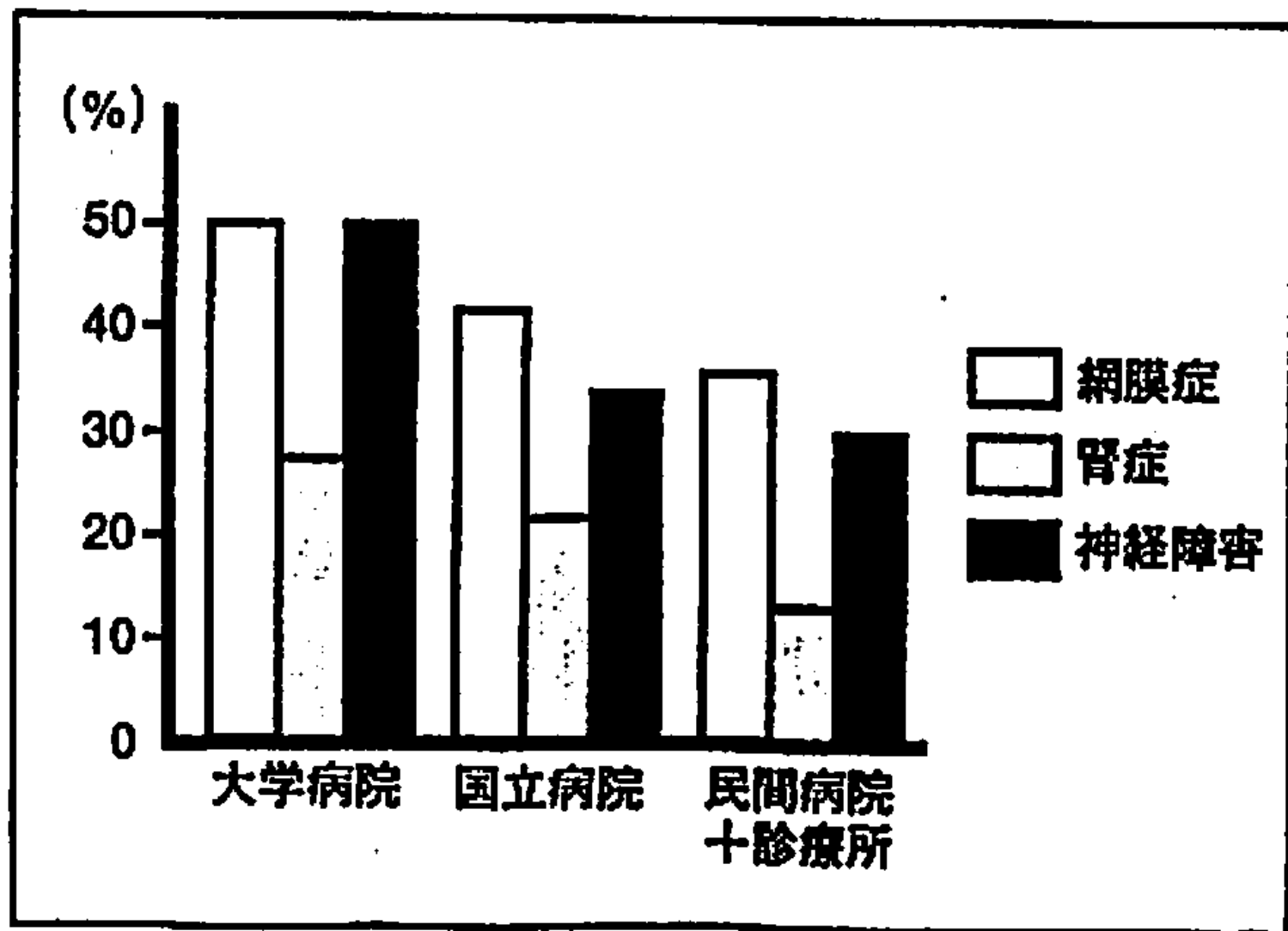
作業療法部門 OT 言語療法部門 ST

糖尿病の合併症

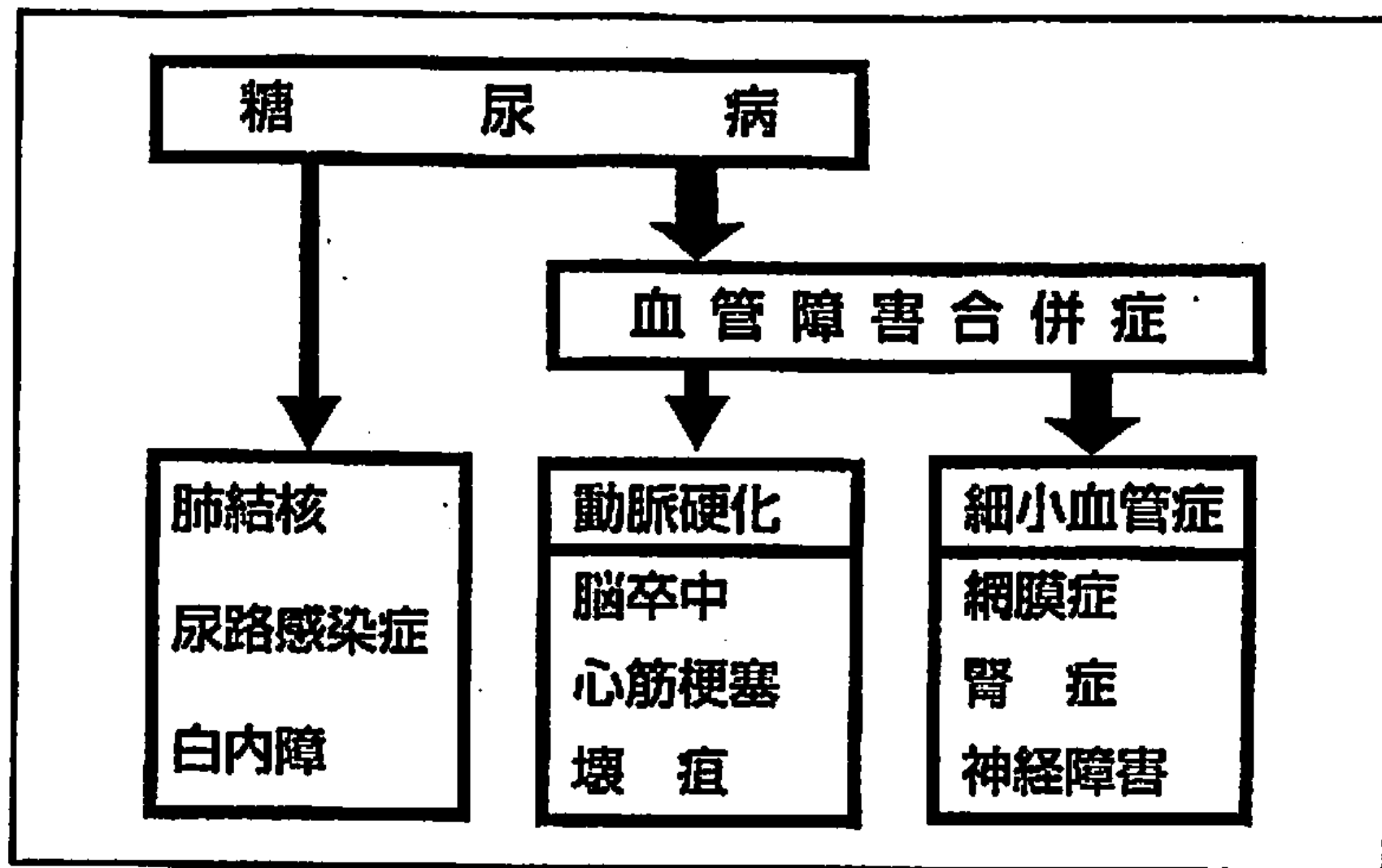
1. 糖尿病罹病期間と合併症の出現



2.糖尿病性合併症保有率



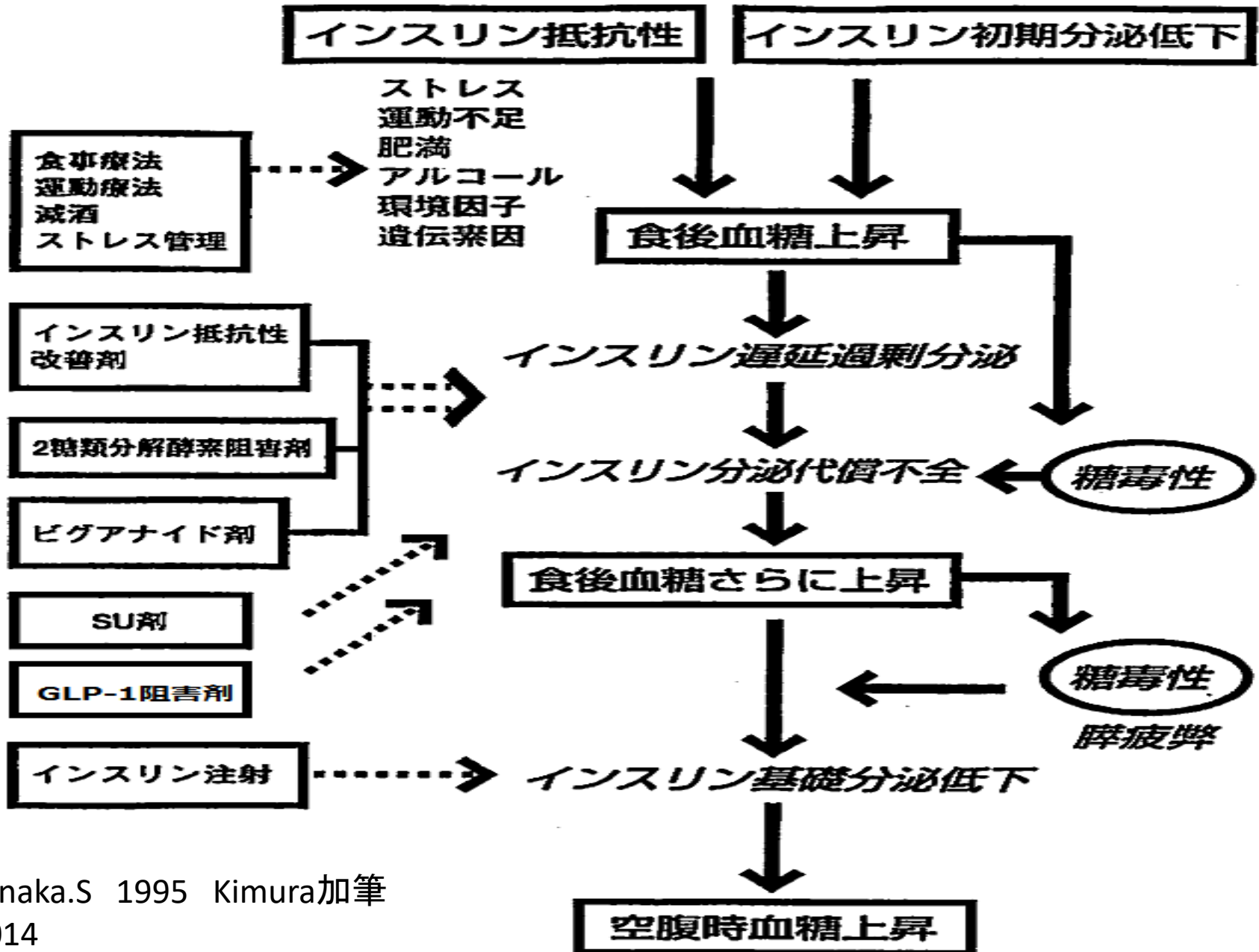
3.糖尿病の合併症



4.日本人糖尿病患者の慢性合併症の推計値

	推計 総人数 (単位千人)
総患者数(n)	1,500.0
腎症 タンパク尿2+以上	150.0
透析	12.5
網膜症 単純	262.5
前増殖+増殖	294.0
失明 (片・両眼)	43.5
神経障害	544.5
心筋梗塞+狭心症	102.0
脳梗塞	85.0
皮膚潰瘍+壊疽	30.0
下肢切断	9.0

糖尿病の治療ステップ



1. 糖尿病と運動・運動療法の関係とは ～なぜ運動が必要なのか？～

運動によって体で生じること

筋の収縮

筋血流量を増加する・インスリン受容器感受性を高める等

骨関節を動かす

神経系の働きを増やす・重心の移動が生じる等

血液を全身に送り出す

心臓の拍動が増える・酸素の取り込みや運搬が増える等

運動療法はこれらの効果を積極的に利用します

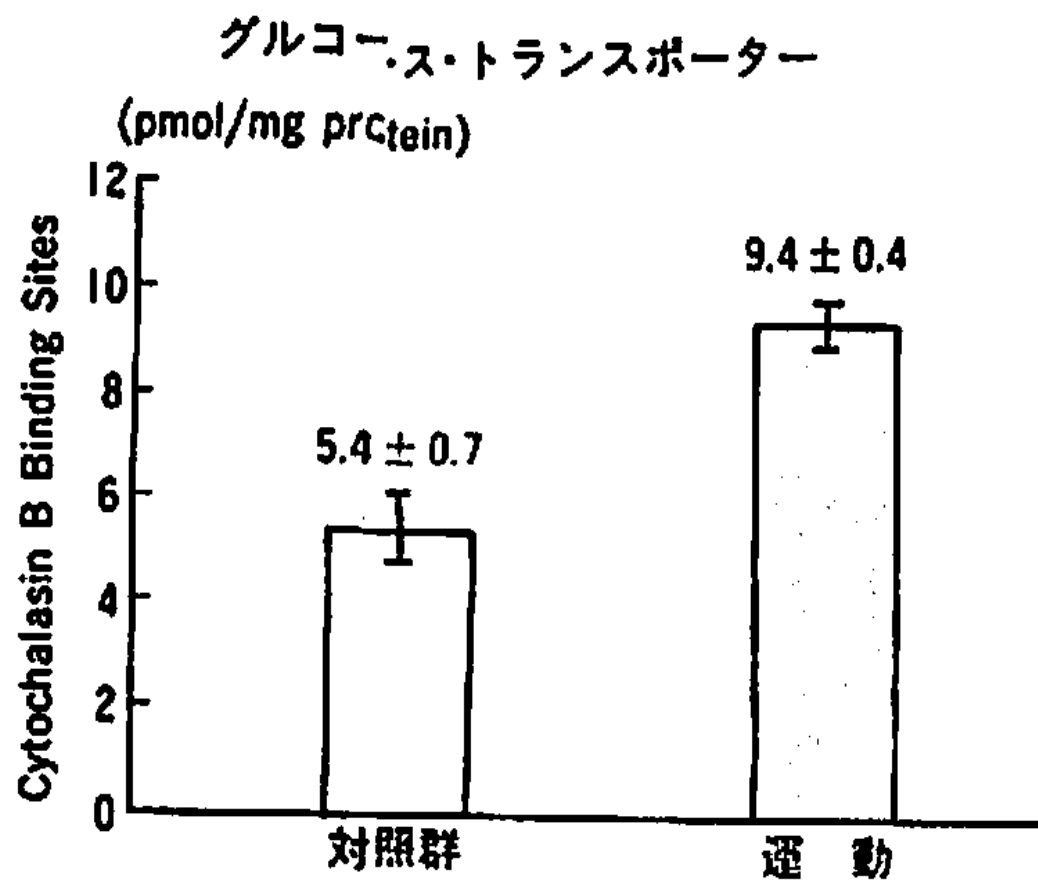


図9 運動によるグルコース・トランスポーターの増加

グルコース・トランスポーター

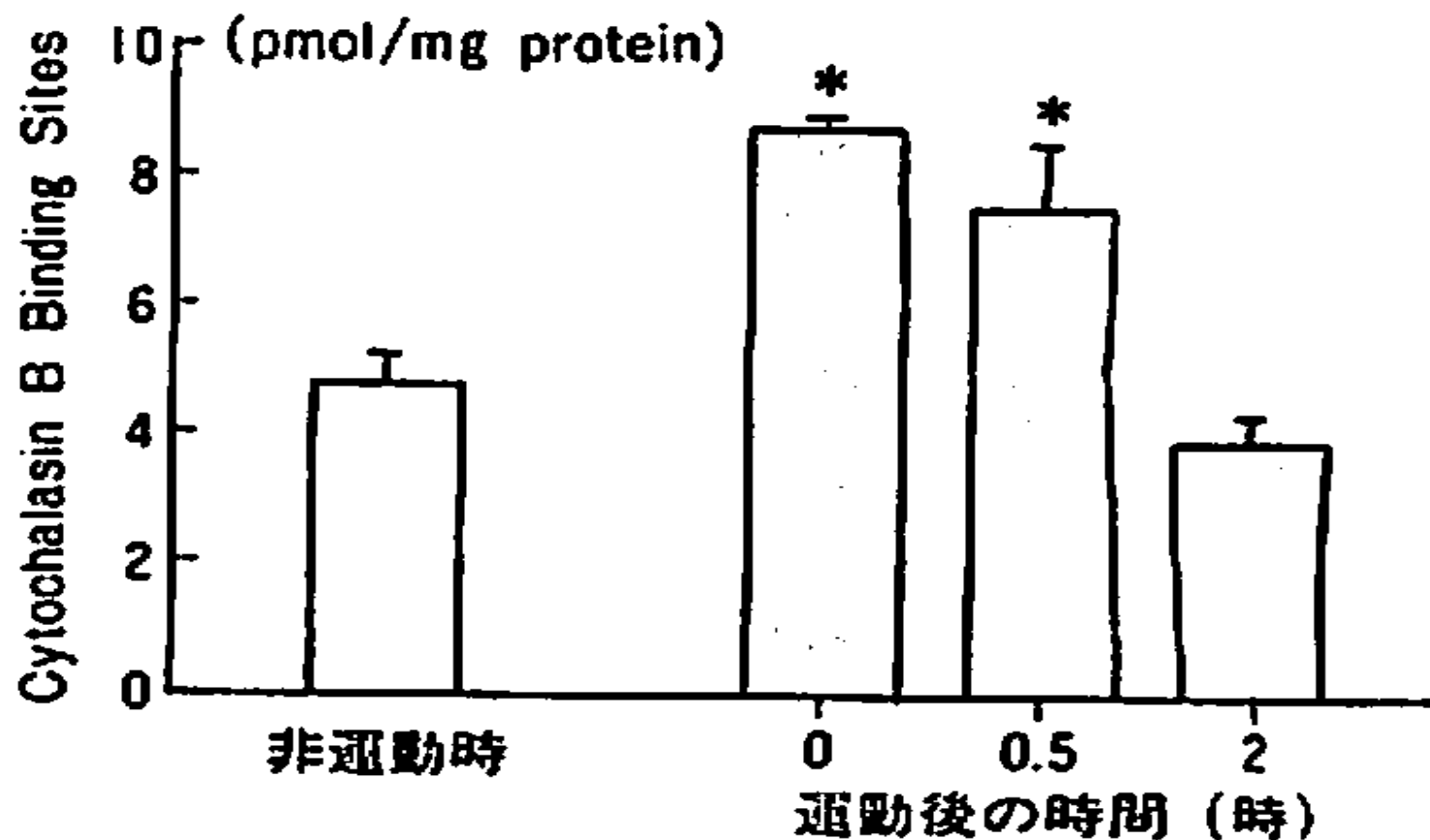


図10 運動前後におけるグルコース・トランスポーターの変化

グルコース・トランスポート

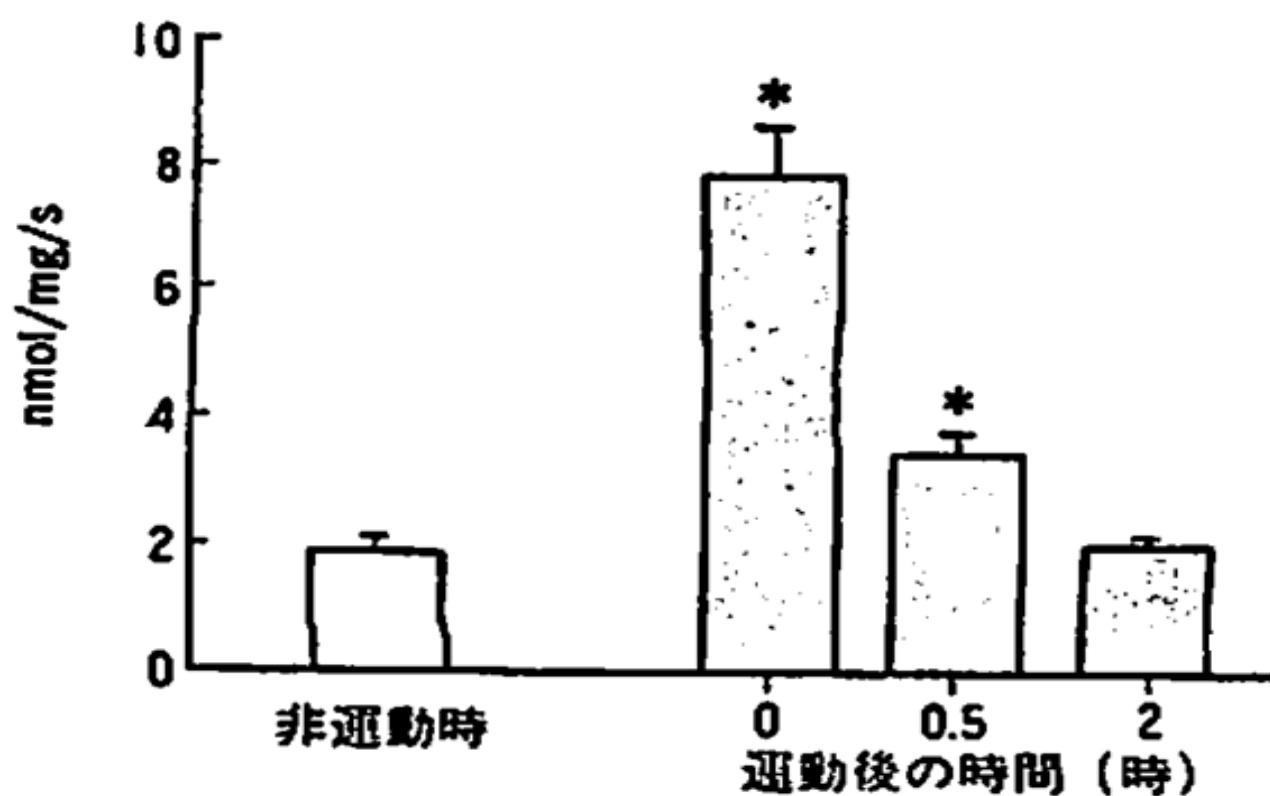
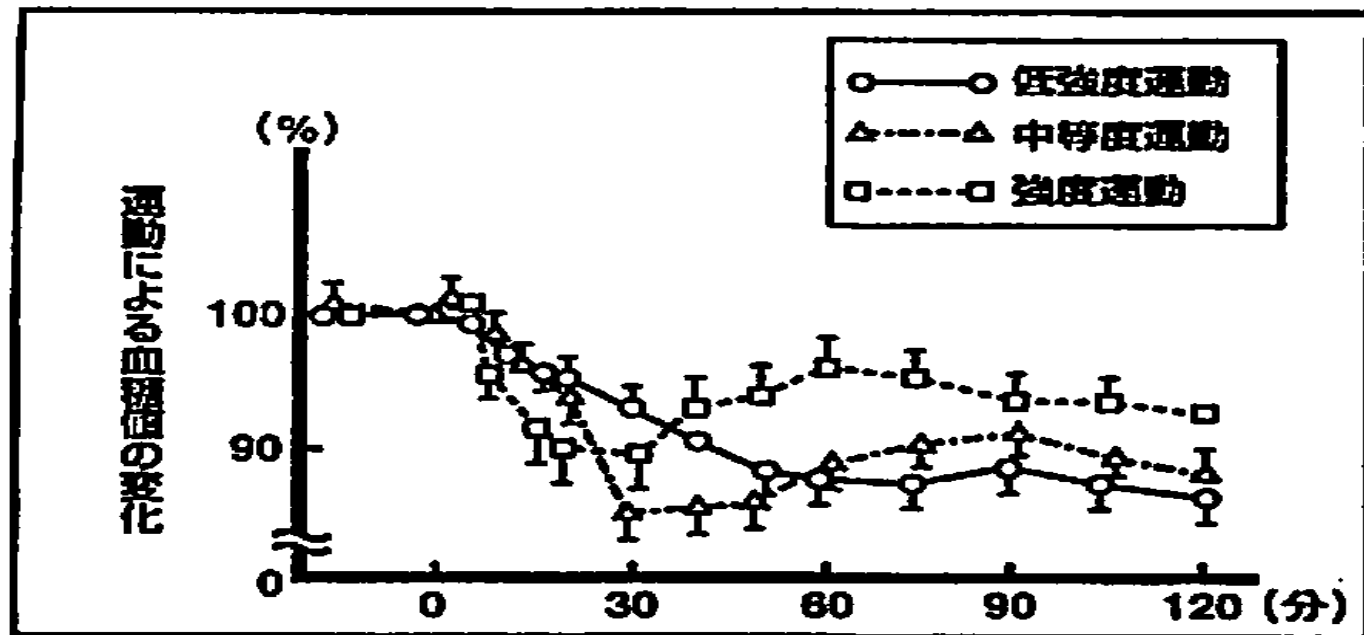
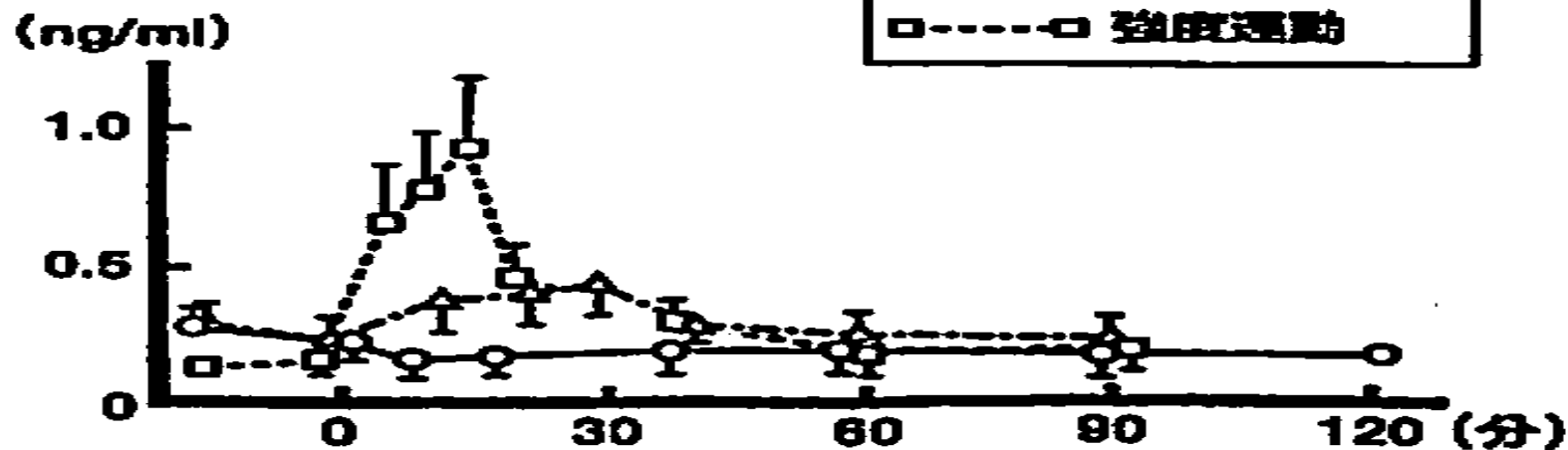


図11 運動前後におけるグルコース・トランスポートの変化



**血中のグルコース（糖）
は低強度運動によって
低下し効果が持続しま
す。**

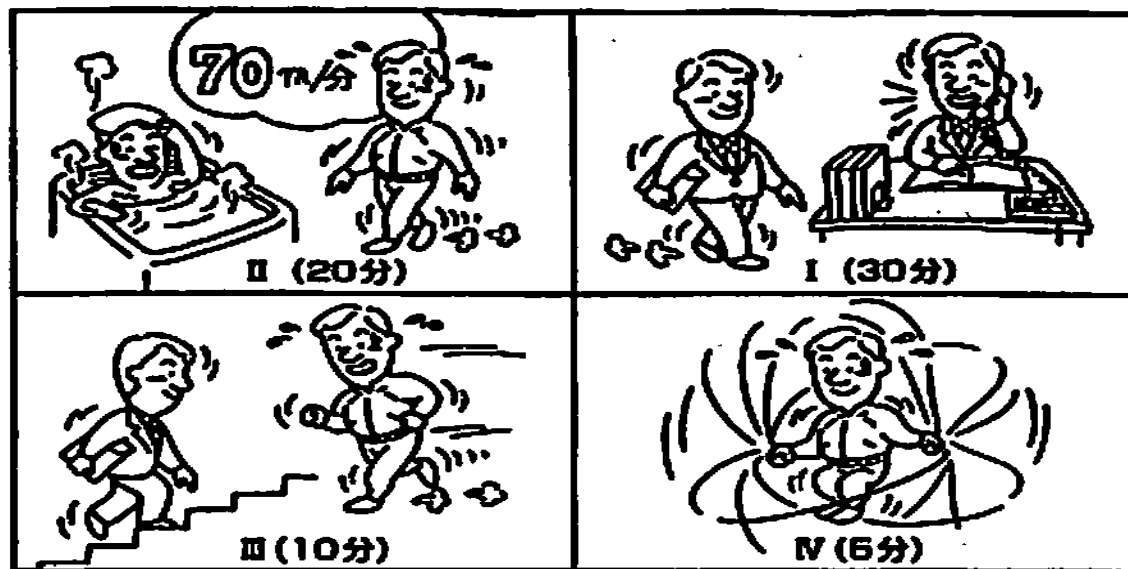
ノルアドレナリンの分泌
(ng/ml)



強い運動はノルアドレナリンなどのストレスホルモンの分泌を招いてしまいます。

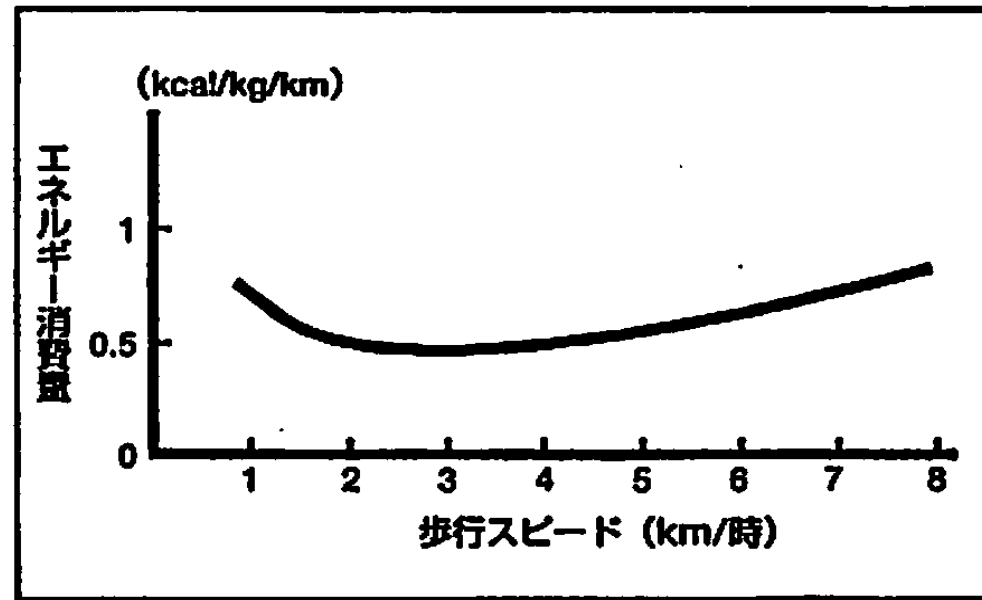
2. 運動の方法

～どのように行えば良いのか？～



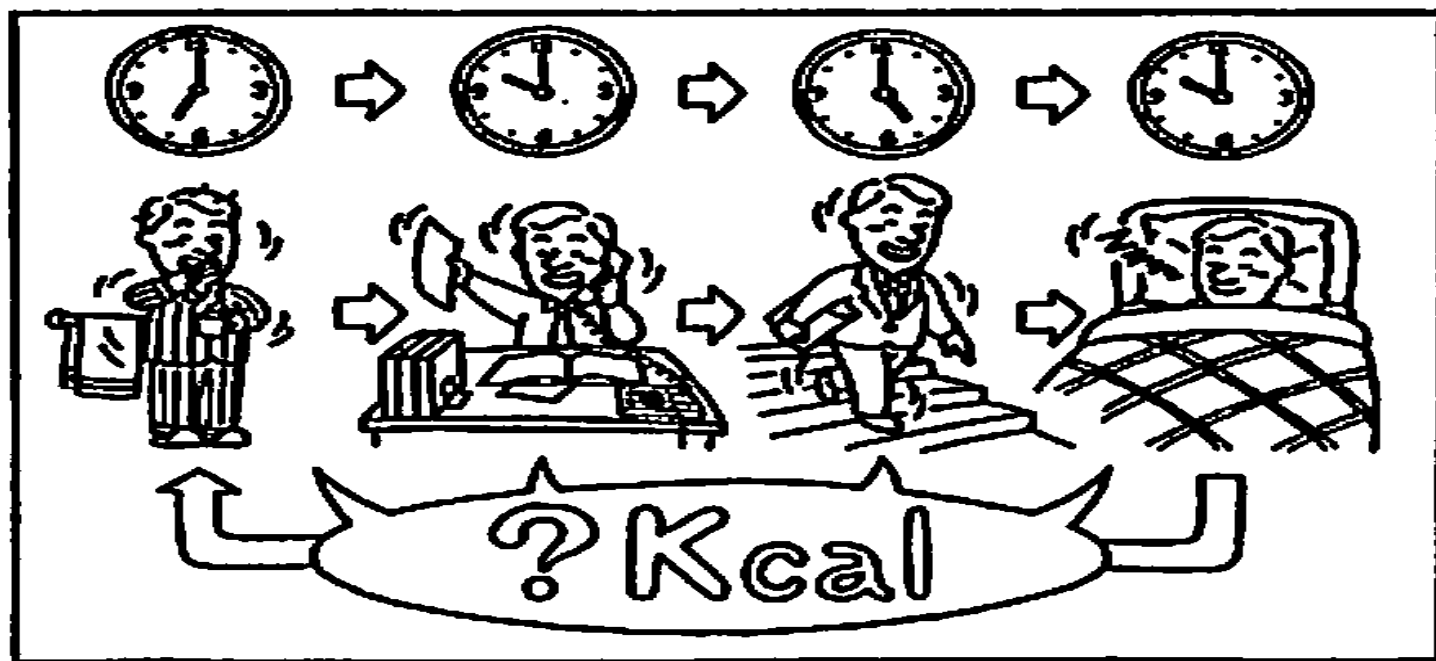
運動単位

Ⅰ～Ⅳまでの内容でお
よそ1単位 (80kcal) の
エネルギーを消費しま
す。



歩行速度は遅くても速くてもエネルギー消費量が高くなります。

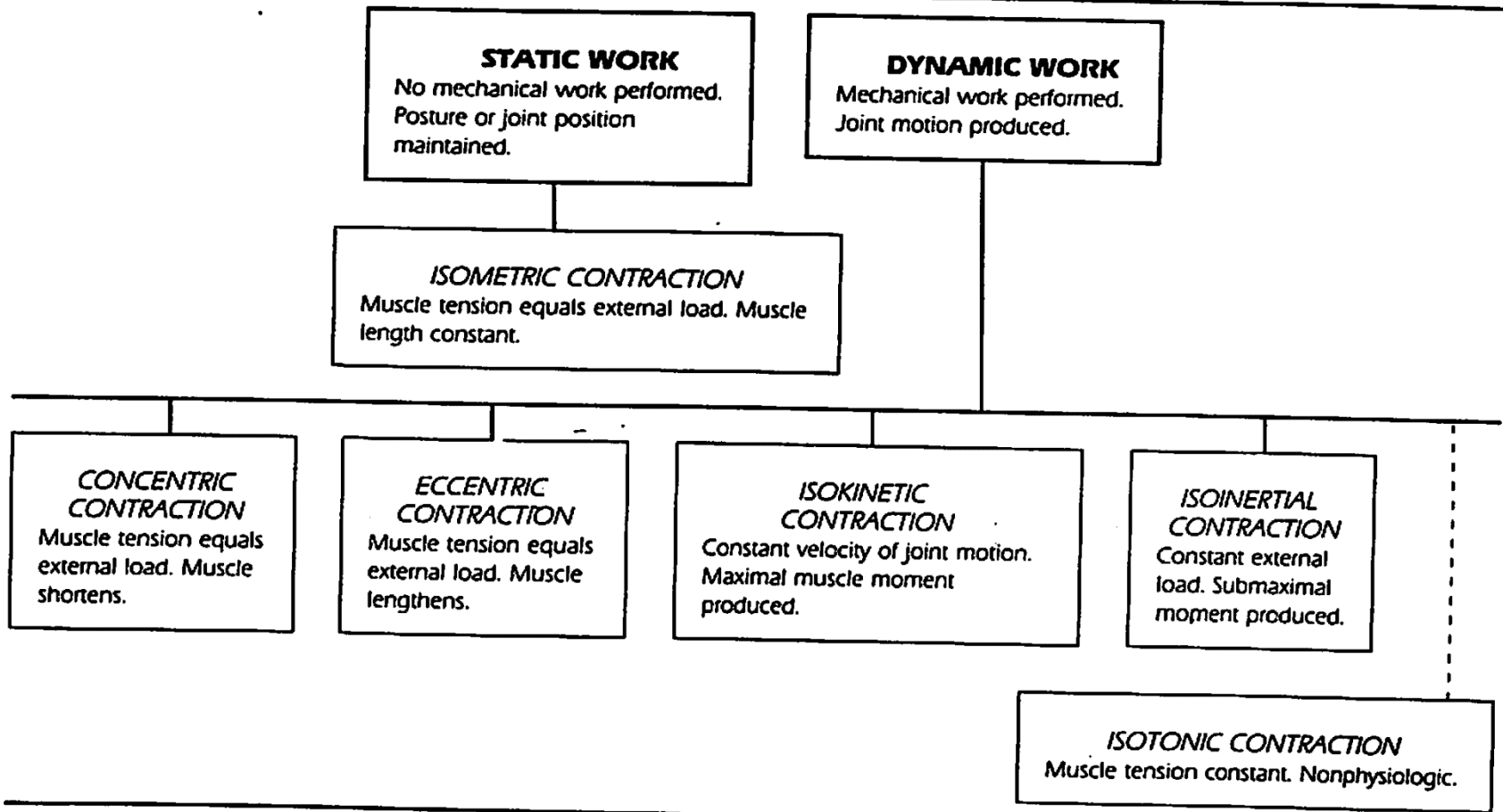
(Margaria.1976)



**1日のエネルギー消費量
は人によって異なりま
す。自分の1日あたりの
エネルギー消費量を知る
ことが必要です。**

TABLE 5-2

TYPES OF MUSCLE WORK AND CONTRACTION



③各栄養素の適正な補給をする

これは、三大栄養素であるタンパク質、糖質、脂肪をはじめ、各種ビタミン・ミネラル、食物繊維の必要量を確保することです。これらの栄養素を摂取する時に注意したい事柄があります。

タンパク質は身体の構成成分として、また生理機能にとって重要な栄養素ですが、必要以上にとることはよくありません。糖質は、単純糖質や砂糖を控えて、でんぷん質のような複合糖質でとるようにしましょう。脂肪は、高エネルギーであるために、注意してとらないと摂取エネルギー量を増加させる原因になります。また、中性脂肪やコレステロールを上昇させることから控えめに摂取することが勧められています。しかし、体内では合成できない脂肪酸の補給やビタミンA,D,E,K等の脂溶性ビタミンの吸収や代謝を円滑にするために最低必要量はとるようにしましょう。各種ビタミン・ミネラルは、その必要量を確保するために、偏らないでいろいろな食品をまんべんなく食べることが大切です。特に、牛乳、果物、緑黄色野菜、海藻、きのこ類を指示通りとる必要があります。

さらに、野菜、海藻、きのこ類には、糖尿病の予防や治療に有効であると言われている食物繊維が豊富な食品が多く含まれています。食物繊維が有効である理由は、低エネルギーであり食事のカサを増やすこと、繊維が多い食事はよくかむ必要があり食事時間を長くすること、保水性、粘性、吸着性等、食物繊維が持っている性質が栄養素の吸収を抑えたり遅らせたりして、血糖の上昇を穏やかにすること等がその理由とされています。

適正なエネルギーの範囲内で、これらの多くの条件を満たすような食事を続けていくことができるように工夫された分かり易い手引き書があります。それが「糖尿病食事療法のための食品交換表」（日本糖尿病学会編）です。

(3) 食事療法の実際

それでは、「糖尿病食事療法のための食品交換表」（日本糖尿病学会編）（以下食品交換表と記します）はどのように利用すればよいのでしょうか。

1) 食品交換表の特徴

①摂取して体内で80kcalのエネルギーを生じる食品の量を1単位としている
(食品の1単位に当たる量、8ページ参照)

→ 「単位」を利用することで摂取エネルギーの計算が容易にでき、適正なエネルギーの補給するのに役立つ

②日常よく使われる食品が主に含まれている栄養素の特徴によって6つの食品グループ（6つの表）に分類してある（6つの食品グループ、8ページ参照）

→ 6つの表から食品を選択し、組み合わせることで栄養のバランスがとれた食事を構成でき、各栄養素の適正な補給をするのに役立つ

このように、食品交換表を使って食品のエネルギー量や含まれている栄養素の特徴をマスターすることが正しい食事療法を実践していく早速といえます。

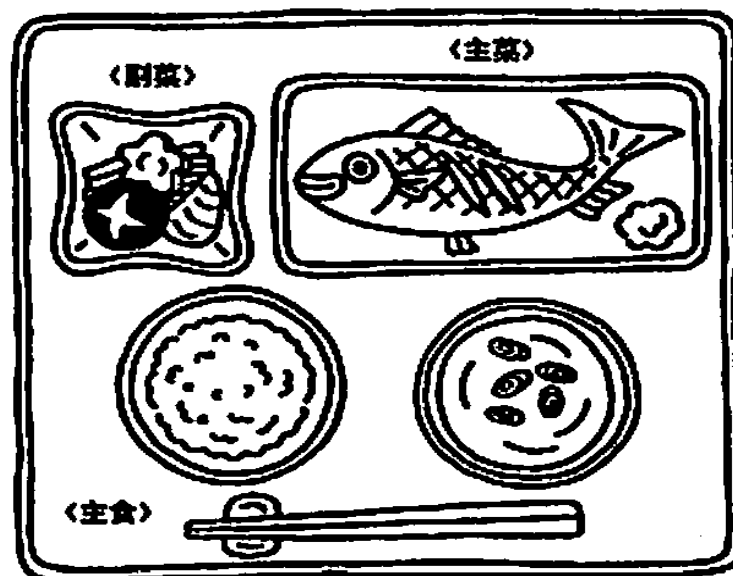
(*) 食事療法は食品交換表を利用して行っていく事が理想的です。しかし、料理を作る機会が少ない男性では、食品交換表に慣れるのに少し時間がかかるかもしれません。また外食等で食事を選ぶ時に、食品交換表に基づいて細かく考えることは難しいかもしれません。そのような場合には、主食、主菜、副菜の3つの皿をそろえて食事をしましょう。

この方法は、「食品交換表」を利用して行う方法ほど食品の量や摂取エネルギーを正確に把握することはできません。しかし、食品交換表のどの表の食品が主にどの皿に使われているのかを覚えておけば、大抵みですが栄養のバランスをとることができます。

主食の皿(表1)：ご飯、パン、麺

主菜の皿(表3)：肉、魚、卵、大豆(製品)等の料理で食事の中心になるおかず(メインディッシュ)

副菜の皿(表6)：お浸し、サラダ、野菜の煮物等、野菜を中心としたおかず



SMBG CGM

血糖値ってなんだろう？

■ 血糖値とは

食物中の糖質（デンプンなど）はブドウ糖に分解されて血液中に入り、いろいろな細胞に運ばれてエネルギーとして利用されます。血糖値とは血液中のブドウ糖の濃度のことで、1dL（100mL）の血液中に何mgのブドウ糖が含まれているかで表します。

血糖値は食後に高くなるなど、検査のタイミングによって変動します。

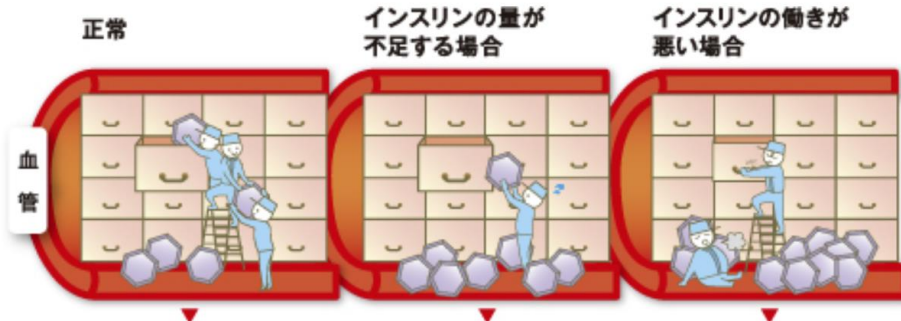


■ 血糖値の調整

わたしたちの体は、血糖値がある一定範囲内になるよう調節しています。そのなかでも血糖値が高くなりすぎないように調節しているのが、インスリンというすい臓から分泌されているホルモンです。

血糖値が高くなると、インスリンはたくさん分泌され、ブドウ糖を細胞に取り込むように働いて、血糖値が高くなりすぎないようにします。

■ 血液中のインスリンの働き



インスリンはブドウ糖を細胞に取り込ませて、血糖値を下げます。

インスリンの量が不足すると、ブドウ糖を細胞に取り込むことができず血

インスリンの量は十分でも、働きが悪くなるとブドウ糖を細胞に取り込む

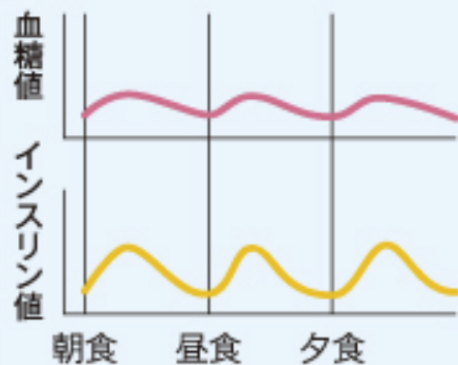
■ 糖尿病とは

インスリンの分泌量が減ったり、働きが悪くなったりすると血糖値が高くなります。
このように高血糖状態が続く状態が糖尿病です。

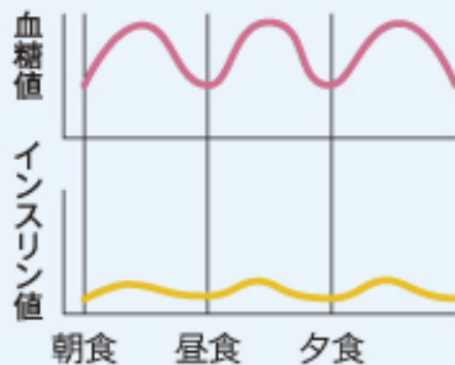


ポイント! 1日の血糖値とインスリン分泌量の変化

糖尿病でない方



糖尿病の方



血糖値が高い状態が長く続くと、さまざまな合併症を発症させたり、進展させたりするおそれがあるので、糖尿病の治療では血糖値をできるだけ正常値にコントロールすることがとても重要です。

血糖自己測定（SMBG）ってなんだろう？

糖尿病の治療は日々の血糖のコントロールが基本です。医療機関だけではなく、自宅でも血糖値の動きを自分で把握することは意義があり、一部の患者さまには保険が適応されます。

日常生活でも血糖値を確認できるようにしたのが血糖自己測定（SMBG）です。

【SMBG : **S**elf **M**onitoring of **B**lood **G**lucose の略で、血糖自己測定を意味する】



■ 血糖自己測定でこんなことがわかります

いろいろなタイミングで血糖値を測ることで、日常生活のひとつひとつの行動が血糖値にどのように影響を与えるのかがみえてきます。

食事

どんな食事をすると
血糖値に大きく影響するのかな？



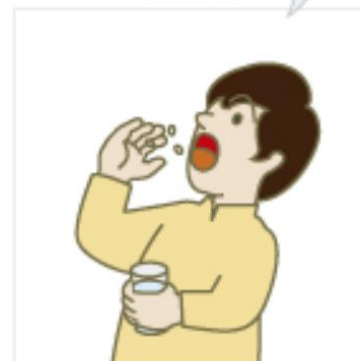
運動

どのくらい運動したら
血糖値が下がるのかな？



薬物

この薬は
どのくらい効くのかな？



ポイント！

SMBG はこんな方に有効です

- ・ しばしば低血糖を起こす方
- ・ 1型糖尿病の方
- ・ 2型糖尿病でインスリンやGLP-1受容体作動薬による治療を受けている方
- ・ 妊娠中、または妊娠を希望される方



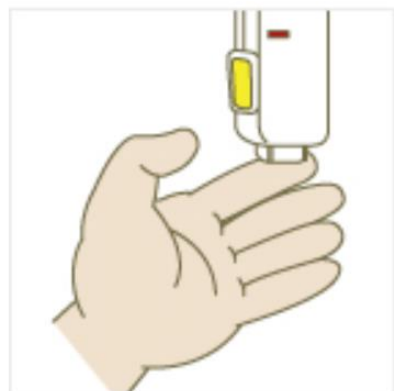
どうやって測定するの？

血糖自己測定は、自宅でも簡単にできます。

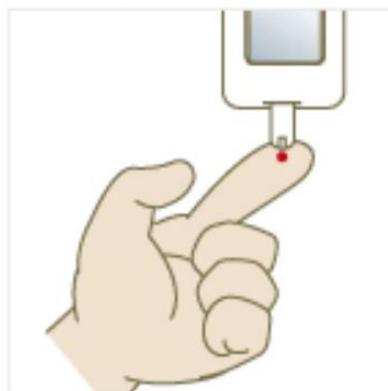
■ 測定方法

血糖自己測定器を使用して、以下のような手順で測定します。

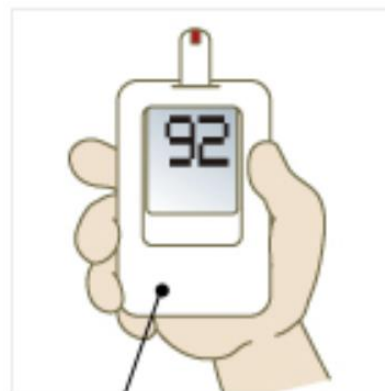
① 採血をする



② センサーに血液をつける



③ 数秒で結果が出る



血糖自己測定器



■ 血糖値の測定ポイント

血糖値は食事、運動、ストレスなどの影響を受けます。それらの影響が把握できるポイントと24時間の動きがわかるようなときに測定しましょう。

のぞましい測定ポイントについては主治医の先生と相談して決めましょう。

■ 測定ポイント

測定ポイントが決まったら、下表のような表を作成し○を記入しましょう。

	朝食		昼食		夕食		就寝前
	前	後	前	後	前	後	
月							
火							
水							
木							
金							
土							
日							

どんなところに注意すればいいの？

■ 正しく測定しましょう

正しい方法で測定しなければ、正しい結果は得られません。
正しく測定できているか確認してみましょう。



■ 血糖測定のチェックポイント

チェックポイント① 血液が出ないとき無理にしぼり出していませんか？

無理に血液を押し出すと細胞の液（間質液）が血液に混ざり、正しい値が得られないことがあります。
指の付け根から穿刺部位に向かって、ゆっくりと指をもむようにして血液を出しましょう。

指の腹だけ



指の付け根から



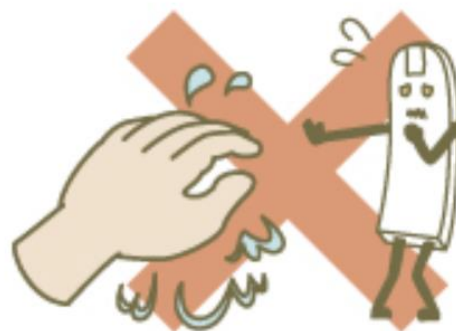
それでも血液が十分に出ない場合は、別の部位を穿刺したり、穿刺器具の穿刺レベルを変えましょう。

チェックポイント② 測定部分は十分に乾かしてから測定していますか？

測定部分に消毒液や汗、水がついていると正しい測定結果が得られません。

消毒液などは、十分に乾かしてから測定しましょう。

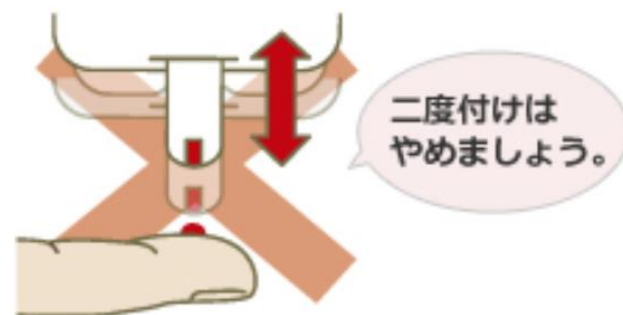
また、センサーは乾いた手で扱きましょう。



チェックポイント③ 血液の量は足りていますか？

測定器によって必要な血液量は異なります。

血液を二度付けしたりせず、一度で十分な血液量を吸引しましょう。



血糖自己測定の結果はどうするの？

■ 結果を記録しましょう

SMBGの結果は自己管理ノートに記録しましょう。

測定値だけでなく、食事や運動などの血糖値を変化させる原因となるような行動も備考欄にメモしておく役立ちます。

	朝前	後	昼前	後	夕前	後	寝前	備考
1	121		110	145				
2	105				130			昼食14:30
3							85	夕食後散歩



コラム

病院の検査値と結果が違うのですが、病院の結果のほうが正しいのでしょうか？



血糖自己測定器での検査と、病院での検査では採血部位が異なるので、結果に違いが出ることがあります。また、血糖自己測定器はあくまでも自己検査用の簡易測定器なので、多少の誤差が生じることもあります。
病院の検査と血糖自己測定器とどれくらい差があるか把握しておくといよいでしょう。



■ なぜそのような結果になったのか、原因を考えましょう

SMBGの結果を記録するだけでなく、なぜそのような値が得られたのか、原因を考えることも大切です。

■ 血糖値が高くなる原因



■ 血糖値が低くなる原因



血糖自己測定を正しく利用し、
血糖コントロールに役立てましょう！

