

## 1. 食習慣・食環境をめぐる問題

## (1) アルコール

- 糖代謝に及ぼす直接的な害はインスリン作用の抑制であり、血糖コントロールが悪くなる。
- 少量では食欲を増進したり、血液の循環をよくし精神的なストレス解消に役立つが、飲み始めたらずやめられない人はつい飲みすぎて血糖コントロールを乱すことが多い。
- 薬物療法中では食事をとらずに飲酒した場合、低血糖を起しやすい。
- アルコールのエネルギーは1gあたり7kcalだが、栄養素を含まないので中身のないエネルギーといわれる。したがって、ご飯などが、栄養素を含まないで中身が起すこととなるため、よくないといわれる。

原則として、血糖コントロールがよく合併症のない場合、2単位までとする。

## ✦ 2単位の目安

ビール	400mL	コップ2杯
ウィスキー	60mL	ウィスキーグラス(S)2杯
焼酎 20°	140mL	1合180mLとして0.6合
焼酎 28°	110mL	1合180mLとして0.6合
焼酎 30°	80mL	1合180mLとして0.4合
清酒	150mL	0.8合
ワイン	200mL	ワイングラス3, 4杯

## (2) 嗜好飲料と菓子、果物のとりすぎ

嗜好飲料および菓子の摂取の速い糖を含む食品のため、血糖コントロールを悪くする。

菓子ジュース類は砂糖が使用されており、他の食品と交換できないことを知らせる。ただし、甘味の少ないせんべいやクラッカー、かきやま等は1単位までを表1と交換してもよい。

はちみつもブドウ糖や果糖のため吸収が速いので注意する。

清涼飲料や缶コーヒー類も砂糖の使用が多いので注意したい。代わりにウーロ

ン茶や日本茶を勧める。

果物の糖は果糖とブドウ糖で吸収が速く、とりすぎは血糖を急激に上げる。果物は1日1単位は必要であるが、他表と交換して何単位も摂取することは血糖コントロールを悪くするので注意したい。

## (3) 人口甘味料

人口甘味料にはいろいろな種類がある(表3-1-5)。どうしても甘味の必要などに使用すれば満足感を得られるが、常用して甘味に慣れてエスカレートし砂糖を欲してしまうということもあるので注意したい。

## (4) 外食

日頃なにかと外食の機会が多い時代であるが、外食は食事の中にどんな食品がどれだけ入っているかわかりにくい場合が多い。

## ✦ 外食の注意点

- 自分で日頃よく計量していれば大体の分量がつかめるので、自分の規定量を知っておく。1食は1日の指示エネルギーの1/3単位を超えないように、また、丼ものなどの一品料理はごはんの量が多いので残したり、種類は不足のものを補足する必要がある。
- エネルギーの多い油を用いた料理や砂糖の多い食品は選ばないようにする。パランスのよい和食定食は計算しやすいので勧めたい。和食では、焼き定食よりしゃぶしゃぶやぶ定食のほうが砂糖、油とも計算しやすい。中華料理は全体に油が多いので避けたほうがよい。
- 外食は野菜が不足しやすいメニューが多い。野菜をある程度含んでいる料理を選ぶか、自宅で補う必要がある。

表3-1-5 主な人工甘味料

成分	含有量 %	エネルギー kcal/g	性状
マービー	還元麦芽糖	1.4	液状・顆粒状
アズナルト	還元麦芽糖 アズパルチン	99.00 1.00	液状
シュガーカット	還元麦芽糖 サクランソナトリウム	99.45 0.55	液状
パルスイート	還元麦芽糖 アスパラチン	98.30 1.70	顆粒状

表3-1-7 糖尿病腎症の病期分類に対応した食事指導

病期分類	食事指導	注意事項
腎症初期	普通糖尿病の単位配分	血糖コントロール、塩分の注意
腎症中期	表3の4単位の取り方 1単位 表3の蛋白質の多い食品群から 3単位 表3の蛋白質の少ない食品群から	血糖コントロール、塩分の注意 *1日の蛋白質 約50g
腎症後期	普通糖尿病の単位配分で表3の取り方の指導または表3の配分変更	血糖コントロール、塩分の注意 蛋白質制限食
透析中	表3の配分変更 1単位 表3の蛋白質の多い食品群から 2単位 表3の蛋白質の少ない食品群から 1単位 表1, 表6, 表5から または特殊低蛋白食品から 腎臓病食品交換表使用	*1日の蛋白質 約50g 血糖コントロール、塩分の注意 蛋白質制限食
透析中	徐々に腎臓病食品交換表で蛋白質計算を指導 腎臓病食品交換表使用	血糖コントロール、塩分の注意 蛋白質制限食

病期分類は平成23年度厚生労働省糖尿病腎症報告書による病期分類に基づき作成(富山県医療科大学栄養管理基盤から)

- 一品料理は栄養のバランスが悪い。たとえば「そば」では、「そば」の栄養が主に表1の糖質しかないので、表3の蛋白質や表6の野菜が不足してしまう。「月見そば」では、表3の卵が入るがやはり野菜不足となる。一品料理のときは、どの表が多いか不足しているかのチェックも大切である。

(5) 食事療法で大切なこと

糖尿病の治療では、絶対によりとかためという食品はない。食事療法で一番大切なことは以下の点である。

- 必要エネルギーを守る
- 栄養のバランスを考えて単位配分を守り1日30品目とすることを目標にする
- 毎日の食事では1食の目安を1日必要エネルギーの1/3単位とし1食に単位が偏らないようにする
- 規則正しい時間に食べる, ことである。

また、次の内容は、糖尿病の食事療法では誤った考え方である。

- 玉ねぎがよく効く
- じゃがいものすり汁が効く
- 表3は糖質が少ないのでいくら食べてもよい
- はちみつや黒砂糖は糖尿病によい
- 牛乳はカルシウムが多いがエネルギーが少なく、何本飲んでもよい
- 酒やビールよりウイスキーや焼酎なら糖質がないので飲んでよい
- 朝と昼は少なめに夕食をまとめてとつても、1日の指示量であればよい
- カボチャは表6である

2. 合併症を伴っている場合の問題

- 腎症  
病気分類に対応した食事指導が必要である(表3-1-6, 3-1-7)。蛋白と塩分の制限は医師が指示する。
- 高血圧  
塩分制限を厳重にする。1日7gを目安に塩分制限を行う。表3-1-8は調味料に含まれる塩分量を示したものである。1食に塩分2gの摂取目安を指導する。

4 食事療法を成功させるために

- 献立作成の実例(図3-1-1)
  - 指示エネルギーから単位を計算する。
  - 1日の単位を各表1~6に配分する。調味料も忘れずに記す。1食の単位数は1日の1/3とし、朝・昼・夕にバランスよくとる。表2の果物や表4の牛乳は午前か午後または夜食の間食としてとるようにする。間食の単位は普通1~2単位までである

(3) 肥満

体重減量と塩分制限を指導する。体重減量は体重記録表、食事記録ノートに記録し、自己管理を始める。

(4) 高脂血症

体重の重い人は標準体重に近づける。コレステロールの多い食品(動物性脂肪)、中性脂肪を増加させる食品(お菓子類、砂糖の多い食品)を控える。野菜は毎食150g以上とし、食物繊維を十分にとるように心掛ける。

る。

(3) 料理を決める。

朝・昼・夕の主食 表1(1日の配分の1/3):ごはん,パン,麺など

朝・昼・夕の主菜 表3(1日の配分の1/3):魚・肉料理か,卵か,大豆製品

か,油を使うか(表5の油は1日1単位まで)

朝・昼・夕の副菜 表6:野菜料理(おひたし,煮物,いためもの,サラダなど),油類を使うか(表5の油は1日1単位まで).野菜は1食100gを使う。

汁,スープ 調味料:汁(味噌汁,すまし,ポタージュ) 実(表1:ふ・麺,表3:

豆腐・魚,表6:野菜・海藻)は各表の計算の中に入れる。

間食 表2:果物,表4:牛乳

注意

交換表の1単位の重量は生で計算する。

野菜も生で計る。ただし,焼き,ゆで等で1

単位が記載されているものは焼いたもの,ゆでたものを計する。

調味料名	含有塩分量(g)
しょうゆ	1.0
減塩しょうゆ	0.5
ウスターソース	0.4
ソース(中濃)	0.3
トンカツソース	0.2
味噌	0.8
白味噌	0.4
トマトケチャップ	0.2
食塩	4.0

大豆・大豆製品	重量
豆腐	50g(1丁)
木綿豆腐	100g(1/3丁)
焼き豆腐	100(1/3丁)
厚揚げ	1枚
薄揚げ	40(≒1枚)
枝豆(茹)	60(さや共140g)
おから	100
がんも	30
厚揚げ	50
薄揚げ	20
茹大豆	40

卵・チーズ	重量
鶏卵*	60g
チーズ(プロセス)	25

魚	重量
かたい	80g
ひらめ	80
きす	80
すずき	80
たい	80
たらこ	80
とびこ	80
ふぐ	80
さん	80
ほうろけ	80
いわし	40
さけ	40
まぐろ	40
さば	40
さくら	40
うなぎ焼き*	30

\*卵はLサイズより小さい卵が多い食品

表3-1-7 蛋白の多い食品群と少ない食品群

1単位の目安(正味量)

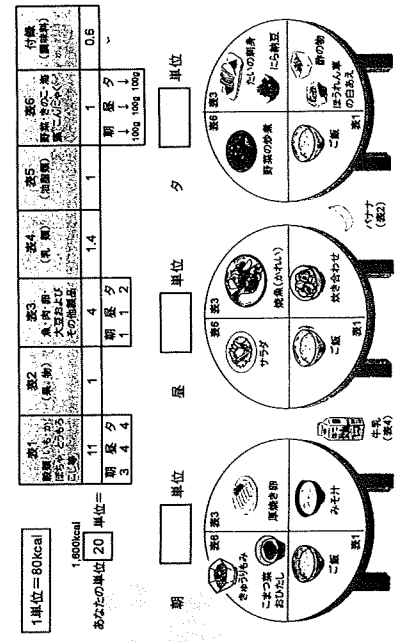


図3-1-1 1日の献立と目安量

食品交換表の単位配分では栄養のバランスは十分考慮されているが、1人ひとりの配分は合併症の有無や年齢、食習慣によって変わるので主治医や栄養士に決めてもらう。

## 2. 献立作成のポイント(表3-1-9)

- (1) 1日の食事を単位数に換算する。
- (2) 1食何単位とるか教える。  
1食の中に表1:主食、表6:野菜、表3:魚、肉、卵、大豆製品は必ず必要量を入れ、3点チェックを毎食必ず行う。
  - 主食の量はよいか
  - 野菜量はあるか
  - 表3は食べ過ぎていないか

また、表5の油脂についても1日の必要量1単位の内であるかを確認する。

- (3) 牛乳は1日200mL摂取する。
- (4) 果物は1日1単位とる。ただしとりすぎに注意する。
- (5) 油は料理別吸収率(表3-1-10)を知って1日1単位とする。
- (6) 食品は必ず計量して何単位かを知る。
- (7) 自然の味を活かして淡味とする。
- (8) 1日30品目の食品をとるようにいろいろな食品を選ぶ。

## 3. その他の注意事項

- (1) 吸収の速い糖(砂糖、はちみつ、菓子類、ジュース類、果物の食べ過ぎ等)を含む食品は極力控える。
- (2) 主食が少ないので野菜のおかずを増やす工夫をする。
- (3) 食事は規則正しくとり、よく噛んで食べる。
- (4) 食事療法を始めてから1年ほどでやめてしまう人が多いので継続するように支援する。
- (5) 最初にしっかり単位を覚えることが継続のコツである。
- (6) 残すのはもったいないという発想を転換させ、臍臓を無駄に使うことのもっといいなさを知らせる。

表3-1-9 献立作成のポイント

献立作成ポイント	朝	昼	夕	単位
主食(米)	パン 90g	ご飯 220g	ご飯 220g	4
肉類	半熟卵 50g	焼き魚 80g 大根おろし 40g レモン 10g	焼肉 60g キヌヘシ 40g 人参 10 ピーマン 15	1
野菜	生野菜 50g トマト 50g レタス 20g	大根、あけの菜 50g 付 50g あけ 25g 小松菜 40g しいたけ 20g	お浸し 80g ほうれん草 1 いじがき かに身 ずわいかに 0.5 50g 20g	1
油脂	マーガリン(パン) 0.5	1.4	油(猪肉)	0.5
調味料		みりん 1	酒・みりん 0.3	0.3
		6.1	7	6.7

▶ 1日の栄養所要量との比較

エネルギー(kcal)	蛋白質(g)	脂質(g)	糖質(g)	塩素(mg)	Ca(mg)	Fe(mg)
1811	72.8	36.9	233.7	688	11.3	11.3
—	70	エナジー比 20~25%	—	600	10	10
—	60	—	—	600	12	—

Vitamin	VitB1(mg)	VitB2(mg)	ナイアシン(mg)	ViC(mg)	ViD(U)
3,583	0.79	1.41	12.9	168	5
2,000	1.0	1.3	16	50	100
1,800	0.8	1.1	13	50	100

表3-1-10 調理における油の吸収率一覧

調理の種類	吸収率(%)	例
えんどう	15	えんどうを天ぷらにする 油は60×0.15=9g 約1単位
とんかつ	15	野菜30gをおかずにする 油は30×0.15=4.5g 約1単位
とんかつ	15	豚肉60gおんかつにする 油は60×0.15=9g 約1単位
揚げ物	5~10	魚卵身60gを揚げにする 油は60×0.15=9g 約1単位
揚げ物	5~10	魚卵身60gを空揚げにする 油は60×0.05=3g ×0.10=6g 約0.15~0.8単位
揚げ物	10~15	牛乳身60gを揚げにする 油は60×0.15=9g 約1単位
揚げ物	5~8	野菜を100g炒める 油は100×0.05=5g ×0.08=8g 約0.5~1単位

## ポイント

- ① 運動療法には、運動により生じる短期的効果と長期的効果がある。
- ② 糖尿病患者の血糖コントロールを改善したうえで運動療法を行う。その際、食事療法も併せて指導する。
- ③ 中等度な運動強度の有酸素運動が運動療法として好ましく、その前後には準備・整理運動を行う。
- ④ 運動は少なくとも週3回以上、持続的に行える全身運動を選ぶ。
- ⑤ 糖尿病合併症を考慮して、病態に適した運動療法を指導する

## 1

## 運動療法の基本的な考え方

わが国での糖尿病患者の増加には、車社会に象徴されるように、生活様式の文明化と機械化による身体の運動不足が大きく関与している。そこで、適切な運動は、糖尿病の予防と治療にとり重要な役割を担うものと考えられる。一方、誤った運動は、逆に糖尿病の悪化や、循環器系の合併症の併発、筋・骨格系の損傷などの危険性を含んでいる。ここでは糖尿病治療において、どのような運動療法が望ましく、また、どのような点に留意すべきか述べる。

## 1. 糖尿病性代謝異常と運動

糖尿病性代謝異常に運動が及ぼす影響には、運動中に生じる急性効果、運動終了後の効果、運動の継続による長期トレーニング効果の3つがある。

## (1) 運動中に生じる急性効果

血糖コントロール状態が良好な患者では、図3-2-1に示すように、筋肉でのブドウ糖利用が促進され血糖は低下する。そのため、食後に運動を行うと食後過血糖を防止できる。しかし、コントロール不良な糖尿病患者が運動を行うと、運動により高血糖が増悪してケトン体も高値となり、血糖のコントロール状態はさらに悪化する。

## (2) 運動終了後の効果

運動終了後には、運動により筋肉と肝臓で消費されたグリコーゲンを血中グルコースから合成するため、血糖値は低下する。短時間の運動でも約2時間、長時間の運動例では約12時間グリコーゲンの合成が亢進しているため、その間、経口血糖降下薬の内服療法やインスリン治療を受けている患者では低血糖に注意する必要がある。

## (3) 運動の継続による長期トレーニング効果

運動療法を1ヵ月以上に行え続けると、インスリン感受性は改善する。きちんとした食事療法とともに行えば、肥満を伴った2型糖尿病患者では減量が期待でき、高インスリン血症を伴っている場合にはその改善を認め、動脈硬化の発症・進展予防に効果がある。また、1型糖尿病患者では、使用インスリン量を減らすことが可能となる。

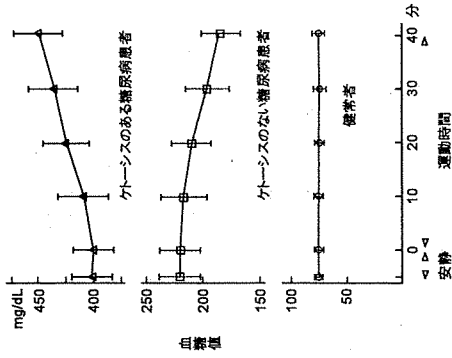


図3-2-1 健康者と糖尿病患者での運動による血糖値の変化

## 2 運動処方の実際

### 1. 運動の種類と組み合わせ

#### (1) 運動の種類

運動の種類としては、i) 歩行、水泳、ジョギング、自転車運動などの有酸素運動、ii) ウェイトリフティングやエキシスパンダーなどの筋力トレーニングを目的とした等尺性運動、iii) 準備・整理運動としてのラジオ体操があげられる。運動療法が許可された糖尿病患者では、実際の運動の種類は個人の好みにあわせて行う。しかし、運動による糖代謝の改善効果は運動筋に認められるため、運動は、全身運動を主なものとする。したがって、運動種目としては、歩行、水泳、ジョギング、自転車運動などの有酸素運動が一般的には好ましい。

また、肥満を伴った糖尿病患者では、膝や足関節への負担が少ない水泳や自転車運動が適している。一方、ウェイトリフティングなどの筋力トレーニングは、糖・脂質代謝を改善するとの報告もあるが、運動中に血圧の上昇を生じやすく、高血圧や虚血性心疾患を伴った糖尿病患者では運動の実施に危険性を伴うことがあり、あまり勧められない。

#### (2) 運動療法施行に伴う注意事項

糖尿病患者で運動療法を行う際は、運動による合併症のリスクを考慮する必要がある(表3-2-1)。その防止の観点から、患者個人に適した運動療法を選択し、処方された運動療法を適切に行うよう指導する。また、運動処方後も、患者の実施状況とその効果を経過観察することにより、運動療法に伴う危険性を最小限に抑えるよう注意を払う必要がある。そのため、表3-2-2に示すように、運動療法を開始する前に、すべての患者で現病歴の聴取と身体所見をとり、患者の血糖コントロール状態と糖尿病合併症の有無とその程度を確認することが大切である。また、糖尿病患者は無症候性の虚血性心疾患を伴っていることが多く、負荷心電図を85歳以上のすべての糖尿病患者に実施することが望ましい。負荷心電図の実施は運動に伴い過度に血圧の上昇を生じる患者、また、運動後に起立性低血圧を生じる患者を発見する目的にも有用である。

表3-2-1 糖尿病患者での運動療法による危険性

① 低血糖症の発症(血糖コントロール不良患者)  
② 低血糖症による虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪(血糖コントロール不良患者)  
③ 低血糖症による虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪(血糖コントロール不良患者)  
④ 低血糖症による虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪(血糖コントロール不良患者)

(2) 心血管系  
① 起立性低血圧  
② 運動中の血圧の上昇  
③ 運動後の起立性低血圧  
④ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑤ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑥ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑦ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪

表3-2-2 運動療法開始前の評価項目

① 血糖値  
② HbA1c  
③ 検査  
④ 検査  
⑤ 検査  
⑥ 検査  
⑦ 検査  
⑧ 検査  
⑨ 検査  
⑩ 検査  
⑪ 検査  
⑫ 検査  
⑬ 検査  
⑭ 検査  
⑮ 検査  
⑯ 検査  
⑰ 検査  
⑱ 検査  
⑲ 検査  
⑳ 検査  
㉑ 検査  
㉒ 検査  
㉓ 検査  
㉔ 検査  
㉕ 検査  
㉖ 検査  
㉗ 検査  
㉘ 検査  
㉙ 検査  
㉚ 検査  
㉛ 検査  
㉜ 検査  
㉝ 検査  
㉞ 検査  
㉟ 検査  
㊱ 検査  
㊲ 検査  
㊳ 検査  
㊴ 検査  
㊵ 検査  
㊶ 検査  
㊷ 検査  
㊸ 検査  
㊹ 検査  
㊺ 検査  
㊻ 検査  
㊼ 検査  
㊽ 検査  
㊾ 検査  
㊿ 検査

#### 全身のチェック

① 肥満度  
BMI (body mass index)の測定  
BMI = 体重(kg) ÷ [身長(m)]<sup>2</sup>  
② 循環器系  
③ 虚血性心疾患のチェック  
④ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑤ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑥ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑦ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑧ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑨ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑩ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑪ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑫ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑬ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑭ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑮ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑯ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑰ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑱ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑲ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
⑳ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㉑ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㉒ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㉓ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㉔ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㉕ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㉖ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㉗ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㉘ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㉙ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㉚ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㉛ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㉜ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㉝ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㉞ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㉟ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㊱ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㊲ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㊳ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㊴ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㊵ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㊶ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㊷ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㊸ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㊹ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㊺ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㊻ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㊼ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㊽ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㊾ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪  
㊿ 虚血性心疾患(冠動脈狭窄、心筋虚血)の増悪

## 2. 運動量と強度

### (1) 運動の強度

運動能力は個人によりさまざまなため、運動は個人の運動能力にあわせて行う。個人の運動強度の設定のため、最大努力に対する相対的運動強度として、最大酸素摂取量の何パーセントという表現がよく用いられる。最大酸素摂取量は、その個体が行うことができる最も強い運動時の酸素摂取量を示し、この値は個人の心肺や筋肉の働きを総合的に表している。

一般的に20歳前後で最大酸素摂取量は最大となり、加齢とともに低下する。糖

尿病患者での運動強度は、最大酸素摂取量の40～60%の中等度の有酸素運動を行うことが望ましい。糖尿病患者の運動療法は糖代謝と脂質代謝の両者を改善させることを目的とするため、強度な運動ではほぼ糖質のみが利用されるのに対し、中等度の運動では糖質と脂質がともにエネルギー源として使用されるからである。

さらに、最大酸素摂取量80%以上の過度の運動はかえって糖代謝を悪化させるとの報告もあり、また、糖尿病患者は高血圧や虚血性心疾患を伴っていることが多く、これらの点からも強度な運動を行うことは危険が伴い注意を要する。

◆運動強度の設定

酸素摂取量と心拍数とはよい相関を示すことから、運動療法実施に伴う運動強度の設定には心拍数を参考にして行う。

計算上、50%の最大酸素摂取量の運動を行った場合の脈拍数は、

$$\begin{aligned} & \cdot \text{最大酸素摂取量の50\%の脈拍数} = \\ & \quad 0.5(\text{最大脈拍数} - \text{安静時脈拍数}) + \text{安静時脈拍数} \\ & \cdot \text{最大脈拍数} = 220 - [\text{個人の年齢}] \end{aligned}$$

により推定できるが、現実的には、運動中の脈拍数により20～30歳代では120～130/分、40～50歳代では110～120/分、60～70歳代で100～110/分が最大酸素摂取量の40～60%の中等度運動量の目安となる。

(2) 運動時間

運動に必要な骨格筋の収縮にはエネルギーを必要とする。主なエネルギー源は糖と脂肪であり、どちらを利用するかは運動の持続時間と運動強度により選択される。運動の初期では、筋肉のグリコーゲンが分解され、次に、血中のブドウ糖がエネルギー源となる。その後、肝臓からブドウ糖が糖新生により補われエネルギー源となる。しかし、運動開始約10分以後は運動の強度と持続時間によりエネルギー源が異なってくる。最大酸素摂取量30%以下の弱い運動では、脂質の分解により生じた遊離脂肪酸が主なエネルギー源である。最大酸素摂取量70%以上の強度の運動では、グリコーゲンなどの糖質のみが主に利用される。

一方、最大酸素摂取量40～60%の中等度の運動では、糖質と脂質の両者がエネルギー源となるが、運動の持続時間が長くなれば遊離脂肪酸の利用比率が

次第に大きくなる。そこで、運動の持続時間は、1回の運動時間が短すぎずは糖代謝と脂質代謝の改善効果は得られず、20～45分程度の運動を継続する必要があり、しかし、あまり長すぎずは、筋肉や膝・足関節を障害することもあり注意を要する。平均的には240kcal(3単位)程度の運動量を1日の目標とし、朝夕の2回に分けて行うことが望ましい。

表3-2-3に示す1単位のエネルギー消費をするための運動時間を参考に、運動の持続時間を決定する。また、運動による肉離れや捻挫などの筋肉と膝や足関節の障害を防止するため、運動前に準備運動(ウォーミングアップ)として軽い有酸素運動を5～10分行う。これには、ラジオ体操やストレッチ運動が好ましい。さらに、運動後は急に運動を中止せず、5～10分の整理運動(クーリングダウン)を行う。整理運動は、運動後に生じやすい低血圧や不整脈などの心血管系の合併症を防ぐ効果がある。

(3) 運動頻度

インスリンの感受性と血糖コントロールを改善するためには、1週間に3回以上の運動が必要となる。運動による糖代謝改善効果は、運動後も12時間以上持続するが、3日くらい経過すると低下してしまう。さらに、体重減少を目的とした運動であれば、1週間に5日以上の運動が必要となる。

表3-2-3 1単位のエネルギー消費のために必要な体別別運動時間

運動の強度	項目	エネルギー消費量(kcal/kg/分)	主な体別別単位消費に要する運動時間(分)			
			50kg	60kg	70kg	80kg
非常に軽度	散歩	0.0464	34	29	25	22
	家事・買物	0.0481	33	28	24	21
	一般事務	0.0504	53	44	38	33
	歩行(70m/分)	0.0523	26	21	18	16
	体操(軽い)	0.0552	23	24	21	18
	自転車(低速)	0.0600	20	17	14	13
	自転車(速)	0.0656	24	20	17	15
	入浴	0.0666	26	22	19	17
	ヨガ	0.0835	19	16	14	12
	ジョギング(軽い)	0.1384	12	10	8	7
中等度	階段(上がる)	0.1349	12	10	8	7
	自転車(速)	0.1472	11	9	8	7
	テニス練習	0.1437	11	9	8	7
強度	バレーボール	0.1437	11	9	8	7
	バドミントン	0.2559	6	5	4	3
	バスケットボール	0.2567	6	5	4	3
	水泳(中泳)	0.2589	6	5	4	3
	水泳(ローレル)	0.3739	4	3	2	2

日本体育協会スポーツ科学委員会資料を一部改変

## 運動療法の指導のポイント

ここでは、糖尿病患者における運動療法の重要性とその効果について述べてきた。しかし、運動療法により生じるトラブルは糖尿病患者に運動の継続に対する意欲を低下させ、合併症を誘発することにもつながりかねない。そこで、運動を行う際の注意事項を表3-2-4に示す。また、糖尿病性合併症を伴った患者の運動処方につき考慮すべき注意点を表3-2-5に示す。さらに、糖尿病患者の病態別に、運動指導のポイントを次に述べる。

### 1. 一般的な糖尿病患者

食事療法によりコントロールされている2型糖尿病患者の運動療法の基本と具体例をそれぞれ表3-2-6と表3-2-7に示す。また、インスリン治療中の2型糖尿病患者での注意事項としては、図3-2-2に示すように、運動筋に近い部位の皮下にインスリン注射した場合、運動によりインスリンの吸収が促進され低血糖を生じる危険性がある。そのため、運動による影響を受けにくい腹部へのインスリン注射が好ましい。インスリン治療中の2型糖尿病患者での運動療法の基本と具体例をそれぞれ表3-2-8と表3-2-9に示す。

表3-2-4 運動を行う際の注意事項

- 1) 気候にあわせて運動に適した服装をし、筋肉と膝・足関節を痛めないよう、運動に適した靴を使用する
- 2) 非常に暑いときや寒いときには運動は行わない
- 3) 血糖コントロールや体調の悪いときには運動は行わない
- 4) 準備運動(ウォーミングアップ)と整理運動(クーリングダウン)を十分に行う
- 5) 無理をせず、最初は軽い運動から始め、次第に運動強度を高める
- 6) 長時間の運動を行う際は、運動中や運動後の水分補給を行う
- 7) 食事療法をきちんと守る

表3-2-5 合併症を伴った糖尿病患者の運動処方

- 1) 糖尿病性網膜症
  - ・ 単純性 → 適度の運動は避ける
  - ・ 増進性 → 眼科的治療により安定後、歩行程度の運動を行う
  - ・ 増悪性 → 未治療時に運動療法は行わない
- 2) 糖尿病性腎症
  - ・ 1期: 糸球体濾過率(GFR)の上昇 → 運動療法にとくに制限はない
  - ・ 2期: 尿中微量アルブミンの増加 → 蛋白尿が陽性とならば強度の運動は避ける
  - ・ 3期: 尿蛋白尿で血清クレアチニン値が正常 → 中等度までの運動は許可される
  - ・ 4期: 尿蛋白尿で血清クレアチニン値が上昇すれば、運動強度をさらに低くする
  - ・ 5期: 尿蛋白尿で血清クレアチニン値がさらに上昇 → 運動療法は行わない
- 3) 糖尿病性神経障害
  - ・ 知覚障害: 運動量・運動量・知覚の低下を伴った患者 → 足の外傷、凍傷に注意し、目をよく観察する
  - ・ 運動障害: 運動量・足の負担の少ない運動を選択する
  - ・ 自律神経障害: 起立性低血圧・安静時頻動を伴った患者 → 歩行程度の日常生活での運動にとめる

表3-2-6 2型糖尿病患者における運動処方の基本

- 1) 日常生活に運動を取り入れる
  - ・ 1日10,000歩以上を目標に歩行計をつけて歩く
- 2) 規則的・計画的な運動を行う
  - ・ 準備運動と整理運動を行う
  - ・ 運動強度は最大酸素摂取量の40~60%とする
  - ・ エネルギー消費量として240kcal(3単位)を1日の運動量の目標とする

表3-2-7 2型糖尿病患者における運動処方の具体例

- ▶45歳男性、身長170cm、体重75kg  
治療: 食事療法のみ、合併症: なし
- 1) 運動療法としての240kcal  
整理運動と準備運動を各5分行うと、表3-2-3から準備・整理運動に消費されるエネルギーは  $0.0552(\text{kcal/kg/分}) \times 75(\text{kg}) \times 10(\text{分}) = 40\text{kcal}$  となり、残り200kcalに相当する全身運動を行う必要がある。ジョギングで行う場合は、75kgでは1単位のエネルギー消費に必要なたまは約8分のため、200kcalの消費には約20分間のジョギングが必要となる
  - 2) 実際の運動処方  
準備運動5分→ジョギング20分→準備運動5分となり、1日約30分の運動メニューとなる

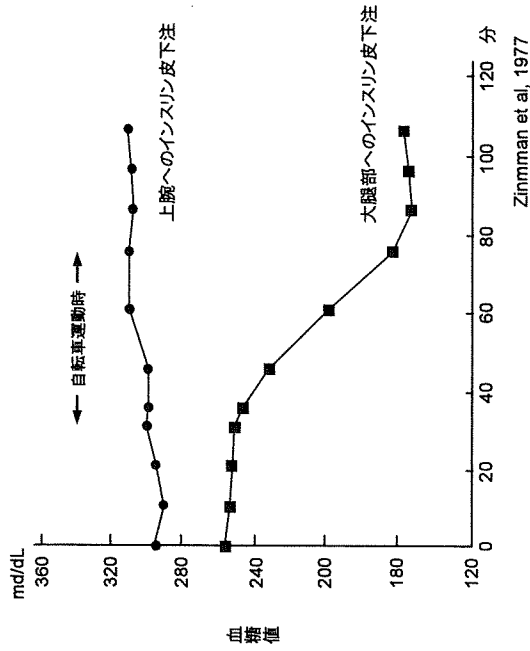


図3-2-2 糖尿病患者でのインスリン注射部位による自転車運動時の血糖変化

Zinman et al, 1977



表3-2-8 インスリン治療中の糖尿病患者における運動療法の基本

1) インスリン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ インスリン注射部位：腹部皮下</li> <li>・ 上肢、大腿部は運動によりインスリン吸収に変化を生じやすい</li> <li>・ インスリン量                     <ul style="list-style-type: none"> <li>・ グルコースを起しやすいため患者：インスリンを減量せず補食を行う</li> <li>・ グルコースを起しにくい患者：運動中に作用するインスリン量を1/3減量する</li> </ul> </li> </ul>
2) 補食(運動療法に補食を要する場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運動に必要なカロリーを運動前・中・後に配分する</li> <li>・ 運動前・中はジュース、後は牛乳、ビスケットなど、吸収の速い糖質で補食する</li> </ul>
3) 運動前後の血糖自己測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 尿中ケトン体</li> <li>・ 運動前に陽性の場合                     <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運動後に陽性となる場合                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運動中止</li> <li>・ インスリン量の増量</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>・ 血漿                     <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運動前に250mg/dl以上                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運動中止</li> <li>・ 運動前・中の補食の増量</li> </ul> </li> <li>・ 運動中の低血糖                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運動後の補食の増量</li> </ul> </li> <li>・ 運動後の低血糖</li> </ul> </li> </ul>

表3-2-9 インスリン治療中の2型糖尿病患者における運動処方の方の具体例

<p>▶▶45歳、男性身長170cm、体重60kg ケトン症はなく、朝1回の18単位の混合型インスリンで良好な血糖コントロールが得られている</p> <p>1) 運動療法開始時のインスリン量の設定： 朝の混合型インスリンの皮下注量を2/3の12単位とする</p> <p>2) 1日240kcalの運動を2回に分けて120kcalの運動を朝、夕食後に行う。各々5分間の・準備運動と整理運動により 0.0552(kcal/kg/分) × 60(kg) × 10(分) = 35kcal が消費される 残95kcalを例えばジョギングで行うと、 85 ÷ 0.1384(kcal/kg/分) = 60(kg) = 10(分) となる</p> <p>3) 運動処方としては、整理運動5分→ジョギング10分→整理運動5分を朝夕2回行う</p> <p>4) 運動療法開始後の自己測定による確認：運動終了後と運動終了2時間後の血糖値により、運動前後の血糖の設定を行う。必要により糖質を20g程度から開始する</p>
--

## 2. 肥満合併症

BMIが32をこすような高度肥満例では、いきなり運動療法を開始するには無理がある。食事療法である程度減量の後、運動指導を開始する。

### ✦運動指導のポイント

- ① 最初は腹筋運動や仰臥位での体操から開始する。
- ② 膝・足関節に負担の軽い自転車運動、水泳、プール内歩行が有用
- ③ 適切な運動靴を選択し、靴底の片減りした靴などは使用しない。

## 3. 高血圧合併例

塩分制限や降圧薬により血圧をコントロールしてから運動を行う。

### ✦運動指導のポイント

① 最大血圧が 180mmHg または最小血圧が 110mmHg 以上では運動は避け

る。

## 3. 糖尿病性神経障害

② 強度の高い運動や等尺性運動は行わない。

### ✦運動指導のポイント

- ① サイズ、足形にあった運動靴を選択する。
- ② 下肢に負担の少ない自転車運動、水泳、プール内歩行が有用
- ③ 運動前後に足をよく観察する。

## 4. 糖尿病網膜症

### ✦運動指導のポイント

- ① 前増殖期の場合、光凝固療法を行って眼底が安定した後開始する。
- ② 増殖期で新生血管の出血を認める場合、通常の歩行や軽いラジオ体操にとどめ、運動療法は行わない。
- ③ 血圧上昇を伴いやいやすい等尺性運動(ウエイトリフティングやエキスパンダーバーなどの筋力トレーニング)は避ける。
- ④ 3～6ヵ月ごとに眼底の定期検査をすすめる。

## 5. 糖尿病性腎症

### ✦運動指導のポイント

- ① 運動により蛋白尿の発現と増加を認める例では、その運動強度を低くする。
- ② 血清クレアチニンが正常でも、尿蛋白が陽性(0.5g/日)となり、糸球体濾過率(GFR)が低下した例では、等尺性の運動と激しい運動は避ける。
- ③ 持続性蛋白尿や腎機能低下を伴った症例では、通常の歩行や軽いラジオ体操にとどめ、運動療法は行わない。

以上、糖尿病治療における運動療法の重要性和危険性を糖尿病患者に理解させ、その結果、患者が運動を安全に、楽しんで長期に行えるように指導することが肝心である。

## 3-3 薬物療法

### ポイント

- ① 十分な患者教育を行ってはじめに有効な薬物療法が可能となる
- ② 患者の病態に応じた薬剤の使い分けが可能になってきた。
- ③ 患者のインスリン分泌、インスリン抵抗性は流動的に変化しうる。

### 1

## 内服療法

### 1. スルホニルウレア(SU)剤

#### (1) 作用機序

スルホニルウレア(sulfonylurea, SU)剤は経口薬のうちで最も強い血糖降下作用を有する薬剤であり、主な作用機序は膵β細胞からのインスリン分泌促進作用であるが、膜外作用も報告されている。

#### (2) SU剤の種類(表3-3-1)

多く使用されているのは第2, 第3世代のSU剤である, グリクランジド(グリミクロン), グリメピリド(アマリール), グリベンクラミド(オイグルコン, ダオニール)の3剤で

表3-3-1 スルホニル尿素(SU)薬(スルホニアミド薬も含む)

一般名	商品名 (主なもの)	血中半減期 (時間)	作用時間 (時間)	1錠中の含有量 (mg)	1日の使用量 (mg)
トリアパミド	ラスチン	5.9	6~12	500	250~1500
アセトヘキサミド	ジメリン	3.2	10~16	250	250~500
クロルプロパミド	アベマイド	33	24~60	250	100~500
グリクロラミド	デアミンS	—	6	250	250~500
グリブゾール	グルデアーゼ	—	12~24	125 250	125~500
第一世代	グリベンクラミド グリメピリド グリメクロン グリベンクラミド	2.7	2~24	125 250 40 20	125~75 40~120
第三世代	アマリール	1.5	6~12	1 3	1~6

ある。その他の薬剤は作用時間が非常に長い(クロルプロパミド[ダイアビニズ]), 代謝産物にも血糖降下作用があり(アセトヘキサミド[ジメリン]), 重症遷延性低血糖が高齢者に多い等の理由で使われる機会は少ない。

#### (3) SU剤の適応, 禁忌

2型糖尿病で十分な食事療法, 運動療法を行っても良好なコントロールが得られない症例が適応となる。インスリン治療の絶対的, 相対的適応である場合(表3-2)が禁忌となる。

#### (4) SU剤治療の実際

血糖が高いというだけで安易にSU剤を投与すると血糖降下作用が不十分なのでなく, 肥満をきたして, さらにインスリン抵抗性を増悪させることになりかねない。インスリン療法の適応でなければ少々血糖が高くてもまず食事療法, 運動療法を行う。少なくとも1~2週間はこれらの療法を行った後, 空腹時血糖が160~180mg/dLを超えるとき少量のSU剤より投与開始する。

約2週ごとに血糖, HbA<sub>1c</sub>, グリコアルブミン等をみながら投与量の調整を行う。グリクランジド, グリメピリドの場合, 通常2錠までは朝1回とするが, 3錠を超える場合は朝・夕などに分割投与する。服薬時間は食前でなくともよい。維持投与量決定後は1~2か月ごとに診察, 検査を行い, 経過を観察する。

#### (5) SU剤の二次無効

当初有効であったSU剤が長期投与するうちに無効となった場合を二次無効と

表3-3-2 SU剤の投与禁忌, 慎重投与

禁忌	慎重投与
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 1型糖尿病</li> <li>2) 肝不全</li> <li>3) 糖尿病性昏睡</li> <li>4) 妊娠時, 授乳時</li> <li>5) 重篤な肝障害, 腎障害</li> <li>6) ステロイド投与時に血糖が上昇した症例(ただし, 短期少量投与は場合による)</li> <li>7) 手術(ただし, 小手術は場合による)</li> <li>8) 重症感染症発時</li> <li>9) 重症外傷, 火傷</li> <li>10) SU剤の副作用出現時, SU剤に対するアレルギーのある場合</li> <li>11) 嘔吐, 下痢などのため食事摂取不可能な場合</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 老人, 小児</li> <li>2) 妊娠可能女性</li> <li>3) 大量のアルコール常用者</li> <li>4) 腎障害, 肝障害</li> </ol>

表3-3-3 SU剤の副作用

- 1) 白血球減少、血小板減少、貧血
- 2) 肝機能障害、肝性脳症
- 3) 食欲不振、腹部不快感などの消化器症状
- 4) 発疹、光線過敏症などの過敏症
- 5) アルコール耐性低下
- 6) 甲状腺機能異常
- 7) 低ナトリウム血症
- 8) 頭痛、脱色、知覚異常、体温低下

いう。膵β細胞が疲弊してインスリン分泌が低下することが一因であるが、実際は食事療法、運動療法の不徹底による場合が多いので、このような基本療法を再度徹底する必要がある。

一方、高血糖が持続すると糖毒性のために一時的にインスリン分泌の低下、インスリン抵抗性の増大をきたす。このような場合にはいったんインスリン治療に切り替えて血糖コントロールを行うことにより再度SU剤が有効となることがある。

#### (6) SU剤の副作用

SU剤の副作用としては表3-3-3のごとく報告されている。ジスルフィラム様機序によるアルコール不耐症、SIADHによる低ナトリウム血症はとくにクロロプロロパミドに多い。

#### (7) 低血糖について

SU剤による低血糖は、SU剤の半減期が比較的長いため遅延あるいは反復する可能性がある。したがって砂糖などを摂取した後も低血糖に注意する必要がある。

## 2. ビグアナイド(BG)剤

わが国で市販されているビグアナイド(biguanide, BG)剤は、塩酸ブホルミン(ジベトスB)および塩酸メホルミン(グリコラン, メルビン)である。血糖降下作用はブホルミンのほうが、より強力である。

#### (1) 作用機序

本剤は内因性インスリン分泌促進作用はなく、種々の膵外作用を有している。とくに肝における乳酸からの糖新生の抑制、肝グリコーゲン分解の抑制、筋におけるインスリン作用増強などが報告されている。

#### (2) 副作用

重篤な副作用は乳酸アシドーシスである。したがって乳酸アシドーシスを発症し

やすい状態すなわち腎機能低下、肝機能障害などでは使用しない。

## 3. 速効型インスリン分泌促進薬

ナチグリニド(スターシス, ファステック)、ミチグリニド(グルファスト)はSU剤ではないが、食後の早期インスリン分泌を促進して、食後血糖を抑制する薬剤である。1日3回毎食直前に投与する。食後血糖が高くなる軽症糖尿病に対して用いられ、空腹時血糖を下げる効果はそれほど強くない。

## 4. α-グルコシダーゼ阻害薬

アカルボース(グルコバイ)、ボグリボース(ベイスン)、ミグリトール(セイブル)の3種類がある。

#### (1) 作用機序

摂取された炭水化物は唾液、唾液中のα-アミラーゼにより2糖類に分解された後、小腸粘膜に存在するα-グルコシダーゼにより単糖類(ブドウ糖, 果糖)に分解され腸管吸収される。α-グルコシダーゼ阻害薬は2糖類から単糖類への分解を阻害することにより糖質の吸収を遅延させる。

#### (2) 適応

境界型糖尿病, 軽症糖尿病における単独使用, あるいは中等症以上の糖尿病, 1型糖尿病におけるSU剤, インスリンとの併用が行われる。

#### (3) 副作用

##### ✦ 消化器症状

腹部膨満感, 放屁, 便通異常などの消化器症状はほぼ必発であるが, 一般に軽度である。未消化の炭水化物が大腸で腸内細菌により分解され, 有機酸やガスが発生することが一因とされる。服薬を続けると1~2ヵ月で軽減消失することが多い。また, 食事療法により炭水化物の摂取量を減らすことにより症状の軽減が期待できる。ただし腸管の運動の悪い患者, 腹部の手術により癒着の強い患者ではイレウスに注意する。

##### ✦ 低血糖

α-グルコシダーゼ阻害薬単独では低血糖は生じない。しかし他の薬剤との併用時に低血糖が生じた場合, 2糖類である砂糖の摂取では分解, 吸収が遅延するた

## 2 インスリン治療

2

め血糖の上昇が得られにくい、したがって単糖類であるブドウ糖を常時携帯させ、低血糖時服用するように指導する。

### 5. インスリン抵抗性改善薬(チアゾリジン系薬剤)

現在市販されているチアゾリジン系薬剤はヒオグリタゾン(アクトス)である。

#### (1) 作用機序

インスリン分泌は刺激せず末梢でのインスリン抵抗性を正常化する。最近、脂肪細胞分化に重要な役割を果たしていると考えられる核内受容体型転写因子であるPPAR $\gamma$ がこの薬剤の受容体であることが報告され、PPAR $\gamma$ の活性化を介して本薬剤が作用していると考えられている。

#### (2) 副作用

単独作用での低血糖の発現はきわめて少ない。その他の副作用として、悪心、嘔吐などの消化器症状が少数認められた。また、浮腫が女性に出やすい。類薬のトログリタゾン投与により頻度は低いものの劇症肝炎を発生し、死亡する症例が報告され、その投与にさいし、肝機能検査のモニターが必要とされている。

また、アクトスで、体液貯留による心不全の発症、増悪が報告され、基礎疾患を持つ患者では慎重投与あるいは禁忌である。

#### ✦ 内服療法のポイント

食事療法、運動療法などの基本的療法と患者教育を行ってはじめて有効な内服療法が可能となる。

低血糖の指導は大切だが、患者が低血糖を恐れて過食にったり服薬を怠ったりしないよう、糖尿病の合併症についての指導を十分行うこと、血糖自己測定を行うことも有効。

一度内服療法を始めたらやめられないとかインスリン療法を始めたらやめられないという考えは誤りで、患者のインスリン分泌、インスリン抵抗性は流動的に変化しうるものであることを指導する。

### 1. インスリン治療の適応

#### (1) 絶対的適応

インスリン治療によらなければ患者の生命、予後に重大な危機が訪れる以下のような場合、インスリンの絶対的適応となる。

- ① 1型糖尿病
- ② 糖尿病性ケトアシドーシスおよび高浸透圧性非ケトン性昏迷
- ③ 妊婦
- ④ インスリン以外の治療を受けていた糖尿病患者が急性ストレス(感染症、外傷、手術など)にさらされ代謝失調に陥ったとき

#### (2) 相対的適応

インスリン治療の速やかな開始がなくとも、直接的な生命予後に影響はないが、長期的に良好な血糖コントロールが望まれる以下の場合、相対的適応となる。

- ① 2型糖尿病で食事療法、運動療法、経口薬によっても血糖コントロールが十分でないとき
- ② 肝疾患、高度の腎機能不全を合併し、経口薬が禁忌のとき
- ③ 他疾患治療のため副腎皮質ステロイド投与中で、インスリン以外では血糖コントロールが不十分なとき

### 2. インスリン製剤の種類と特徴

現在市販されている代表的なインスリン製剤を表3-3-4~3-3-7に示す。最近ではヒトインスリンまたはヒトインスリンアナログ(ヒトインスリンのアミノ酸構造を一部変更したもの)が製剤の素材となっている。カートリッジ製剤は専用のインスリンペン型注射器に装着して使用される。プレフィルド/キット製剤は製剤・注入器一体型の使い捨てタイプである。バイアル製剤は、単位メモリのついた100単位製用インスリン専用シリンジで使用する。

#### (1) 作用時間による分類

皮下注射による作用時間の違いから超速効型、速効型、中間型、混合型、持効

型溶解に分類できる。これらの最大作用発現時間と持続時間を図3-8-1に示す。速効型および中間型はそれぞれ数種のインスリン製剤が存在するが、同じ型のものはほぼ同様の作用持続時間を有する。

#### (1) 超速効型製剤

ヒトインスリンアナログである超速効型インスリンは注射後約30～40分で血中濃度がピークとなる。食後血糖のコントロールに用いられ、食直前に注射する。食事量に応じて食後に超速効型インスリンを注射しても効果がほとんど変わらないと言われている。

#### (2) 速効型製剤

インスリンが完全に溶解している製剤で、透明。ケトアシドーシス時や術後などには静注で用いられる。皮下注の場合は主に食後血糖のコントロールなどに用いられ、頻回注射時(食前1日2～3回)には中間型インスリンと混注される。ペン型注射器を使用した速効型インスリンは、強化インスリン療法に便利である。

#### (3) 中間型製剤

中間型のインスリンは、その製法の違いからプロタミンを含むNPH(neutral protamine Hagedorn)製剤および亜鉛懸濁製剤(レンテ型)に分けられる。安定した2型糖尿病症例に朝一回打ち等で用いられるほか、速効型インスリンとの混注に用いられる。

#### (4) 混合製剤

超速効型または速効型と中間型インスリンをあらかじめ混合した製剤であり、現在汎用されている。速効型と中間型インスリンが1:9から5:5のさまざまな比で混合された製剤が市販されている。使用前によく混合してから使用することが必要である。

#### (5) 持続型溶解製剤

中間型製剤よりもさらに長時間作用が続くように開発された、ヒトインスリンアナログ製剤である。注射後の皮下からの吸収が一定であり、血中濃度にピークが見られず作用持続時間が24時間以上ある。インスリン基礎分泌パターンを再現するために使用される。

### 3. インスリン治療の実際

#### (1) 糖尿病性昏睡

速効型インスリンの静脈内投与が行われる。

#### (2) 1型糖尿病

内因性インスリンは著明に減少している。このため中間型インスリンでは限界があり、内因性インスリン分泌を速効型インスリンおよび持続型インスリンあるいは中間型インスリンの組合せで模倣する強化インスリン療法(図3-8-2)が望ましい。後述するCSIIを行う場合もある。

#### (3) 2型糖尿病

食事療法を遵守させ血糖降下のためのインスリン増量を安易に行わないこと。中間型インスリンの1回注射でコントロール可能な場合もある。一般に中間型で1日量が25単位を超えた場合は1日2回法に切り替えると、夕食前低血糖予防、朝食前の高血糖の調節がしやすい。朝・夕の投与比は2～4:1程度がよい。また、速効型インスリンの頻回注射療法により糖毒性が改善し、良好なコントロールが得られる場合がある。

なお、長期間コントロール不良であった患者では、短期間の急激な血糖降下により、糖尿病性合併症(網膜症、神経障害)を悪化させることがある。このような症例では、1～2か月をかけて血糖の正常化をはかる。

### 4. 持続皮下インスリン注入療法

#### continuous subcutaneous insulin infusion (CSII)

持続皮下インスリン注入療法(CSII)とは、持続注入ポンプを用いて皮下に留置した翼状針を通して、基礎分泌量に相当する速効型インスリンを自動的に注入し、また追加分泌量に相当するインスリンを手動にて各食前に注入する方法である。厳格な血糖制御を得ることを目的としている。

#### 【適応】

- ① 従来のインスリン分割皮下注法で血糖コントロール困難な不安定型糖尿病患者
- ② インスリン依存型糖尿病で糖尿病の寛解を期待する症例
- ③ 妊娠時の血糖管理

表3-3-4 インスリンカーボトリッジ製剤

分類名	商品名	単位数 /容量	発現時間	最大作用時間	持続時間
超速効型	ペンフィルト注300	300/3mL	10~20分	1~3時間	3~5時間
	ヒューマカーTR注300	300/3mL	15分未満	30分~1.5時間	3~5時間
速効型	ペンフィルトR注300	300/3mL	約30分	1~3時間	約8時間
	ヒューマカーTR注	300/3mL	30分~1時間	1~3時間	5~7時間
混合効型	ペンフィルト10R~50R注300	300/3mL	10~20分	1~4時間	約24時間
	ヒューマカーTR注25注キット	300/3mL	約30分	2~8時間	約24時間
中間型	ヒューマカーTR注	300/3mL	15分未満	30分~6時間	18~24時間
	ペンフィルトN注300	300/3mL	30分~1時間	2~12時間	18~24時間
待効型 溶解	ヒューマカーTR注	300/3mL	約1.5時間	4~12時間	約24時間
	ヒューマカーTR注	300/3mL	30分~1時間	2~6時間	18~24時間
*地色が	ヒューマカーTR注	300/3mL	1~3時間	8~10時間	18~24時間
	ヒューマカーTR注	300/3mL	約1時間	3~14時間	約24時間
*地色が	ヒューマカーTR注	300/3mL	1~2時間	あきらかな ピークなし	約24時間
	ヒューマカーTR注	300/3mL	1~2時間	あきらかな ピークなし	約24時間

\*地色が の製剤はインスリンアナログ製剤、その他はヒトインスリン製剤

注1) ノボルディスタクファーマ社の混合製剤には速効型には速効型の混合比率(%)を示した10R注、20R注、30R注、40R注、50R注がある。また、超速効型区分と中間型区分が30%と70%のノボヒッドミックス注があり、便宜上、混合製剤の分類に入れて示す。  
日本イーライリリー社の混合製剤には、速効型と中間型の混合比率が30%と70%の377注、超速効型と中間型の混合比率が25%と75%のミックス25注カートおよび50%と50%のミックス50注カートがある。

注2) 専用インスリンペン型注入器は未発売。

表3-3-5 インスリンプレフィルド/キット製剤

分類名	商品名	単位数 /容量	インスリン 注入量 (最小注入単位)	発現時間	最大作用時間	持続時間
超速効型	ペンフィルト注300	300/3mL	1~60U (1U)	10~20分	1~3時間	3~5時間
	ヒューマカーTR注300	300/3mL	1~60U (1U)	15分未満	30分~1.5時間	3~5時間
速効型	ペンフィルトR注	300/3mL	1~60U (1U)	約30分	1~3時間	約8時間
	ヒューマカーTR注キット	300/3mL	1~60U (1U)	30分~1時間	1~3時間	5~7時間
混合効型	ペンフィルト10R~50R注	300/3mL	1~60U (1U)	10~20分	1~4時間	約24時間
	ペンフィルトN注	300/3mL	1~60U (1U)	約30分	2~8時間	約24時間
中間型	ヒューマカーTR注	300/3mL	1~60U (1U)	15分未満	30分~6時間	18~24時間
	ペンフィルトN注	300/3mL	1~60U (1U)	2~12時間	30分~4時間	30分~4時間
待効型 溶解	ヒューマカーTR注	300/3mL	1~60U (1U)	30分~1時間	2~12時間	18~24時間
	ヒューマカーTR注	300/3mL	1~50U (1U)	約30分	2~8時間	約24時間
*地色が	ペンフィルトN注	300/3mL	1~60U (1U)	約1.5時間	4~12時間	約24時間
	ペンフィルトR注	300/3mL	1~60U (1U)	30分~1時間	2~6時間	18~24時間
*地色が	ヒューマカーTR注	300/3mL	1~60U (1U)	1~3時間	8~10時間	18~24時間
	ヒューマカーTR注	300/3mL	1~50U (1U)	約1.5時間	4~12時間	約24時間
*地色が	ペンフィルト注300	300/3mL	1~60U (1U)	約1時間	3~14時間	約24時間
	ペンフィルトR注	300/3mL	1~80U (1U)	1~2時間	あきらかな ピークなし	約24時間

\*地色が の製剤はインスリンアナログ製剤、その他はヒトインスリン製剤

注1) 前頁の注1)を参照  
注2) 製造販売承認取得、薬価基準未収載(2008年1月現在)

表3-3-6 インスリンパンバイアル製剤

分類名	商品名	単位数/容量	発現時間	最大作用時間	持続時間
超速効型	ノボリンR注100 100単位/mL注射液	1,000/10 mL	10~20分	1~3時間	3~5時間
	ノボリンR注100 100単位/mL注射液	1,000/10 mL	15分未満	30分~1.5時間	3~5時間
速効型	ノボリンR注100	1,000/10 mL	約30分	1~3時間	約8時間
	ヒューマリンR注U-100	1,000/10 mL	30分~1時間	1~3時間	5~7時間
混合型	ノボリン30R注100	1,000/10 mL	約30分	2~8時間	約24時間
	ヒューマリン30R注U-100	1,000/10 mL	30分~1時間	2~12時間	18~24時間
中間型	ノボリンN注100	1,000/10 mL	約1.5時間	4~12時間	約24時間
	ヒューマリンN注U-100	1,000/10 mL	1~3時間	8~10時間	18~24時間
持効型溶解	ランタス注300注射液 1000単位/mL注射液	1,000/10 mL	1~2時間	あまらかなピークなし	約24時間

\*地色が の製剤はインスリンアナログ製剤、その他はヒトインスリン製剤

表3-3-7 主なインスリンペン型注入器注1)

商品名	インスリン 注入量 (最小注入単位)	発現時間
ノボリン300	2~70U(1U)	ノボリン注300 ノボリン30ミックス注
ノボリン3000	1~35U(0.5U)	ペンフィル注300 レベミル注300
ノボリン300注2)	1~40U(1U)	ペンフィル注
ヒューマリンペンインサチュラ	1~60U(1U)	ヒューマログ注カート ヒューマログミックス25注カート ヒューマログミックス50注カート
ヒューマリンペンジュエラ	1~60U(1U)	ヒューマログN注カート ヒューマカートR注 ヒューマカートN注
オプテック	1~80U(1U)	ヒューマカートS77注 ランタス注オプテック300

注1) インスリンペン型注入器ごとに、使用できるカートリッジ製剤が違うので注意が必要。  
注2) ノボリンIIIとヒューマペンエルゴは、2006年12月の最終出荷にて販売を中止。

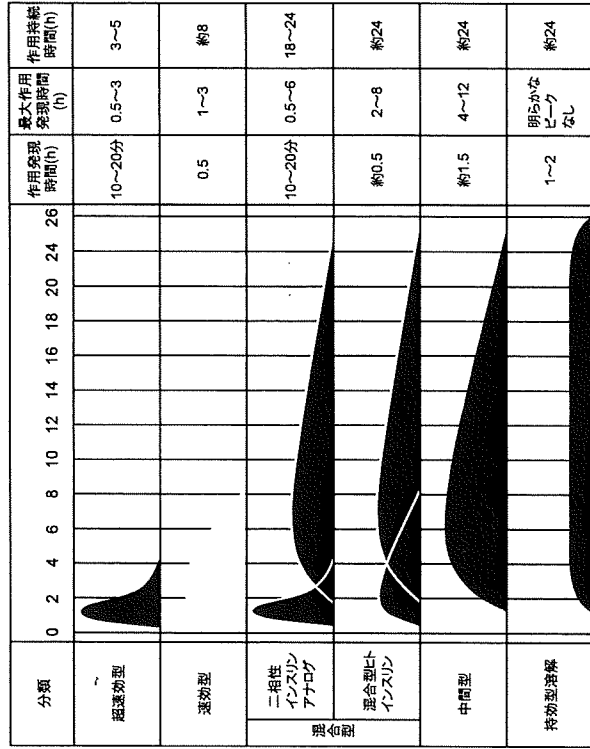


図3-3-1 インスリン製剤と作用時間

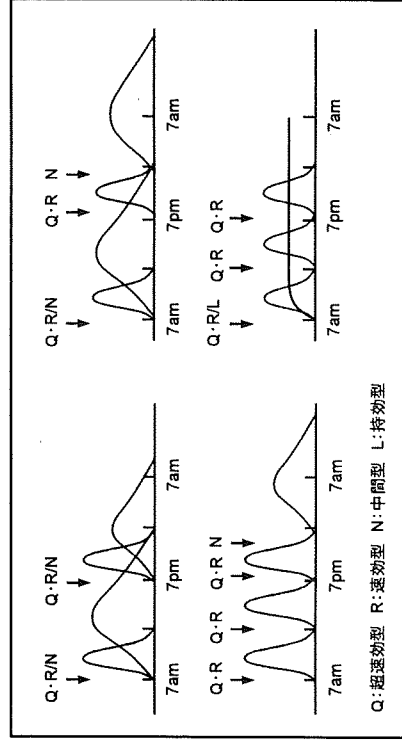


図3-3-2 強化インスリン療法

- ④ 臍全摘症例
- ⑤ 持続的外来腹膜透析 (continuous ambulatory peritoneal dialysis, CAPD) 症例
- ⑥ 痛みを伴う糖尿病末梢神経障害例
- ⑦ 糖尿病合併症の初期治療および進展予防

ただし血糖自己測定に習熟し、厳格な血糖コントロールに対して“動機づけ”，“受け入れ”可能者のみに適応がある。また、重篤な低血糖を繰り返すもの、低血

## 2 インスリン自己注射の指導

糖症状を自覚しないものはとくに注意して行う必要がある。

### 1. インスリン治療開始にあたっての注意

インスリンは治療を遅れば低血糖や糖尿病昏睡に陥る危険もあり、しかも患者自身にその実施が任せられている。それゆえ治療開始にあたっては次の事項について考慮し、糖尿病教育を十分に行う必要がある。

- ① 患者の糖尿病の程度、年齢、性格、理解度
- ② 食事療法、運動療法の遵守程度
- ③ 自己注射の確実性
- ④ トラブル発生時の対応能力
- ⑤ 家族、同僚に対する教育

### 2. インスリンの種類と量

使用インスリンに関し、作用の発現および持続時間、どの時間(たとえば、昼食前、夕食前など)に低血糖が起こりやすいかを指導する。使用インスリンの単位数の確認を行う。

### 3. 注射時刻と注射部位

注射時刻は食直前または食前30分(ときに眠前。持効型溶解製剤はいつ打つてもよい)。部位は毎日かえるが、上腕、大腿部と腹部ではインスリンの吸収に差

があるので、上腕、大腿部か腹部かを定めるほうがよい(インスリンの吸収速度は、腹部>上腕>大腿の順に速い)。

同一部位に連続注射すると硬いしこりを作りインスリンの吸収が悪くなるときがあるので、前回とは3cm以上はなす。

### 4. インスリン注射機器の種類と用法

バイアル入りのインスリンの場合、注射器はインスリン専用のプラスチック性使い捨てのものを用いる。最近はカートリッジ式のペン型注射器のほかカートリッジ交換が不要な使い捨てのペン型注射器が一般的である。

### 5. 自己注射の実際

ペン型インスリン注射器の注射法を述べる(カートリッジ製剤はあらかじめ添付文書に従ってインスリンペン型注射器に装着しておく)。

- ① 手をよく洗う。
- ② 濁っているインスリン(中間型、混合型)の場合は転倒混和して、均一な濃度になるようにする。
- ③ 注射器のゴム栓をアルコール綿で消毒する。
- ④ 注射針を取り付ける。
- ⑤ 注射針のキャップを取り外し、2単位に合わせる。
- ⑥ 針を上向きにして空打ちをする。
- ⑦ 単位を指示通りに合わせる。
- ⑧ アルコール綿で注射部位(腹部など)を消毒する。
- ⑨ 皮膚を指でつまみ、注射針を45°~90°の角度で刺入する。
- ⑩ 端の注射ボタンを押して、インスリン液を注入する。
- ⑪ 液をすべて注入してから6を数えて、針を抜く。
- ⑫ 注射部位は揉まずに、アルコール綿で軽くなでるように拭く。

### 6. インスリン製剤の保管と携帯

遮光して40に保存すれば生物活性は半永久的に保たれ、また化学的な微妙な変化(脱アミド化など)も長期にわたりみられず安定である。250では数ヵ月間、生物活性の変化は認められず、旅行時の携帯は、とくに夏季の長期間でないか



きりは安全である。凍結は避ける（凝集物ができ、吸収の時間に変化を与える）。結論として2～8口の冷蔵所（できれば冷蔵庫）に保存するのが適当である。ペン型ではカートリッジのセット後は冷蔵庫に入れないが、真夏の車中などの高温、直射日光は避ける。

## 7. インスリン注射中の注意事項

- ① インスリン注射を日課として習慣づける。
- ② 規則正しい食生活をする。
- ③ 身体の調子が悪く食事がとれないとき、下痢をしているときなどはすぐ医師に相談する。
- ④ 運動前には適当な補食をとることが、ときに必要である。

## 8. 低血糖について

- ① 低血糖症状（冷汗、動悸など）について指導を行い、症状出現時には適当量（1単位程度）の砂糖、甘いジュースなどの糖分を摂取するなど適切な処置ができるようにする。
- ② 消化吸収の速い糖分（たとえばベットシュガー、角砂糖、甘いジュースなど）を持って歩くこと
- ③ 療養手帳や糖尿病カードを携帯する。
- ④ 家族にグルカゴン（1mg）筋注を指導することも、ときに必要となる。

# Part 2

## 継続的治療の重要性

# 1

## 戦略研究J-DOIT2

### 1 はじめに

J-DOIT2は糖尿病患者の受療中断を抑制するための戦略研究である。全糖尿病患者の半数が実際に治療されていない現状は、これらの患者の合併症発現を抑制できない。このような状態に対し、どのような方策がこの状態を抑制できるかを、糖尿病患者全体の80%に治療を行っているかかりつけ医を対象として研究するのがJ-DOIT2である。医師会所属のかかりつけ医を対象としたはじめての大規模な研究であり、現在その実効性についてパイロット研究が行われている。

パイロット研究として、1年間4医師会において患者登録がすみ、介入群と非介入群に分け研究に入っている。この研究では受診促進だけでなく、診療行為達成目標を設定し、医療の質の向上も目指し、ITによりかかりつけ医にフィードバックする研究も行っている。これにより、患者の行動変容や受診行動に対しどのような方策が有効か、また医療の質の向上にどのような働きかけが有効かなどを明らかにすることが期待できる。

厚生労働省戦略研究の第2課題である“かかりつけ医を対象とした糖尿病患者の受診中断率の抑制に関する研究”は、かかりつけ医を対象とした大規模研究である。内容は、患者介入により受診中断率を抑制し、中断率半減を目指したあたらしい研究である。ここにこの研究の概略とその意義を概説する。

### 2

## 日本における糖尿病対策と戦略研究

厚生労働省の戦略研究として課題2のこの研究は、現在、糖尿病患者の医療機関への受診率が50%であり、これらの患者から合併症が発症するものと考えられるため、受診中断率を半減することが目標とされている。さらに、表1-1にあるように、現在、日本糖尿病学会の糖尿病専門医は全国で3,500人しか存在せず、一般内科医、あるいは他科の専門医など、かかりつけ医が約80%の糖尿病患者を診療している。さらに、糖尿病に要する医療費の増加率が他の疾患に比較して高く(図1-1)、特に糖尿病腎症の血液透析を要する患者には多くの費用を要する。合併症の抑制のための生活習慣の改善、血糖コントロール

表1-1 糖尿病診療のための資源

	アメリカ	日本
糖尿病患者	1,380万人	740万人
糖尿病予算	15兆円(\$ 14million)	2兆円
CDE	1万5千人	1万5千人
平均HbA1c	7.80%	7.20%
診療目標達成度	7%	13%
専門医	4,000人	3,500人

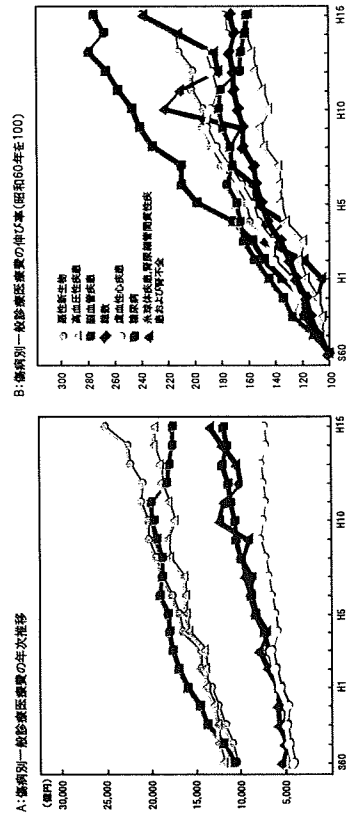


図1-1 生活習慣病医療費の状況  
平成15年度国民医療費:31兆5,375億円, 国民一人当たり24万7,100円

ル、治療の継続などが合併症抑制に重要であり、このための施策が必要である。政府は平成25年までに生活習慣病に要する治療費のうち2兆円の削減を計画し、このため種々の対策が考えられている。そのなかのひとつの施策がこの戦略研究であり、患者治療における有効性を上げることが狙いである。厚生労働省が現在まで進めている“健康日本21”では、肥満の予防、運動では1日の歩数の増加など目的に沿って啓発に努めてきたが、表1-2に示すように目的よりもはるかに劣った実績値を示している。すなわち、国民の生活習慣の改善や行動変容は、単なるよびかけでは実現が困難であることは明らかであり、患者の行動変容を促す他の方法を模索する必要がある。

一方、糖尿病の治療の現場では、その治療の実現を示す一つとして、全国の専門医の治療のアウトカムを示すCoDiCのソフトによるデータの解析によるJDDM(Japan Diabetic

表1-2 健康日本21の目標値と直近の実績値

目標	測定時の現状値	目標値	直近実績値
<b>適正体重を維持している人の増加</b>			
20歳代女性のやせすぎ	23.3%	15%以下	26.9%
20～60歳代男性肥満	24.3%	15%以下	29.4%
40～60歳代女性肥満	25.2%	20%以下	26.4%
<b>朝食を夕食する人の減少</b>			
男性(30歳代)	20.5%	15%以下	
<b>日常生活活動量の増加</b>			
男性	8,202歩	9,200歩以上	7,676歩
女性	7,282歩	8,300歩以上	7,084歩
男性(70歳以上)	5,436歩	6,700歩以上	4,787歩
女性(70歳以上)	4,604歩	5,900歩以上	4,328歩
<b>多量に飲酒する人の減少</b>			
多量飲酒者の割合	4.1%	3.2%以下	7.1%
<b>高脂血症の減少</b>			
高脂血症者の割合	10.5%	5.2%以下	11.5%
同	17.4%	8.7%以下	18.2%

Clinical Data Management Study Group)がある。その結果は平均のHbA1cが7%であり、6.5%以下を示す患者は34%程度である<sup>3)</sup>。さらに、表1-3に示すように、血圧、コレステロールなどを含む成績ではアメリカの結果よりも優れているが、学会の目標レベルまではまだほど遠い現実がある<sup>4)</sup>。2004年から厚生労働省と日本糖尿病学会の間で種々検討され、糖尿病対策には医師会との協力で糖尿病対策推進会議を設立し、糖尿病患者の80%を治療しているかかりつけ医が中心となって図1-2のような対策に取り組むことになった。また、糖尿病患者の一次予防、受診中断抑制、合併症抑制などに対する戦略研究の必要性も論じられ実現した。

### 3 J-DOIT2の概要

糖尿病の半数の患者は治療中断をし、実際、糖尿病治療を受けずにいる。さらに、治療を受けていても、血糖コントロールなど治療が十分でなく合併症が発症してしまう。このよう

表1-3 日米における血糖・血圧・脂質のコントロール比較(文献4より改変)

	NHANESⅢ (1999～2000)	NHANES (1999～2000)	IDDM
HbA1cが<7%に到達した患者	44%	37%	50%
血圧が<130/80mmHgに到達した患者	29%	36%	57%
コレステロールが<200mg/dlに達した患者	34%	48%	53%
HbA1cが<7%、BP<130/80、コレステロール<200 mg/dLをすべて満たした患者	5%	7%	13%

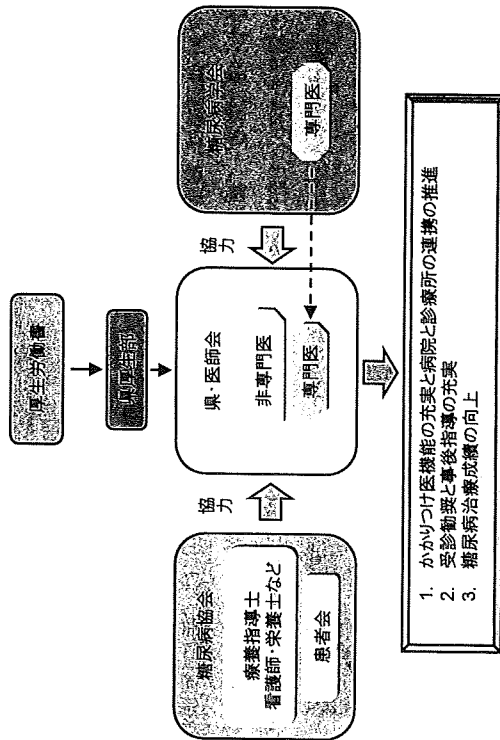


図1-2 地域における糖尿病対策:各都道府県での糖尿病対策推進会議

現実を改善するためには、治療の継続の重要性や生活習慣の改善などの患者指導の充実や、糖尿病治療ガイドラインに則った適切な治療が必要である。このような目的のため、厚生労働省戦略研究“2型糖尿病患者の治療中断率改善のための介入試験”(J-DOIT2)が始められた。この研究ではかかりつけ医を対象とし、アウトカム(達成指標)として、受診中断率の低下、糖尿病診療目標の実施率・達成率、HbA1cや血圧・脂質などの患者アウトカムを中心とし、これらの達成、すなわち介入による改善がみられるのか、あるいはどのような医療システム、患者へのアプローチが受診中断率などを抑制できるのかを明らかにすることを目標とする。

平成18年9月から、研究の実効性やサンプルサイズの妥当性の検証のため、パイロット研究の患者登録がはじめられた。図1-3に示すように、2地区医師会が診療支援群、他の2地区医師会が通常診療群であり、すでに患者登録が9月1日からはじまっている。公募したところ、9地区の医師会が手を上げ、そのなかから4地区の医師会が選ばれ、診療支援群の医師会として東京都の足立区医師会と千葉県君津・木更津医師会、通常診療(非介入)群として大阪府の和泉市・泉大津市医師会と富山県の砺波・南砺・射水市医師会で現在研究を行っている。

診療支援としての介入を以下にあげる。①万歩計、体組成計を貸与し、介入・非介入群とも、Webにて成績を2週間ごとに伝える。②オペレーターが医師(かかりつけ医)の指示のもと、主として電話により食事・運動などの指導を行い、患者の行動変容を促し、生活習慣の改善をもたらす。また、受診日のリマインドを行い、受診を促進し、中断を抑制する。③診療支援群ではカウンセラーによる指導の結果や、種々のかかりつけ医の診療行為の目標の達成度をかかりつけ医にフィードバックし、診療の質の向上に貢献する(図1-4)。

パイロット研究では、診療達成目標は13項目設定し、そのなかには、“年に1回眼科に紹介受診すべきである”、“糖尿病罹病歴5年以上で顕性蛋白尿がない場合、尿中微量アルブミンの測定を半年に1回行うべきである”などがある。このように診療目標の達成度のデータをフィードバックすることにより、診療行為の向上と合併症の発症抑制が期待できる。

## 5 期待できる効果

J-DOIT2から期待できる効果としては、①受療中断抑制や良好な血糖コントロールに導く患者行動変容をもたらす患者教育のあり方への根拠を提示し、それに基づく対策がとれる。②地域における専門医との連携のあり方と研究後の連携の継続が期待できる。③かかりつけ医の研究を通じて、医療の質の向上と合併症の抑制が期待できる。④地域あげての糖尿病に対する啓発運動とムードの高揚が期待できる。などがあげられる。さらには、地域でのネットワーク形成(図1-5)は、糖尿病療養指導士の組織化・有効利用や、かかりつけ医の医療の質の向上により、地域の患者の受診中断率の抑制や合併症の抑制をもたらし、地域医療の向上に貢献するものと考えられる。

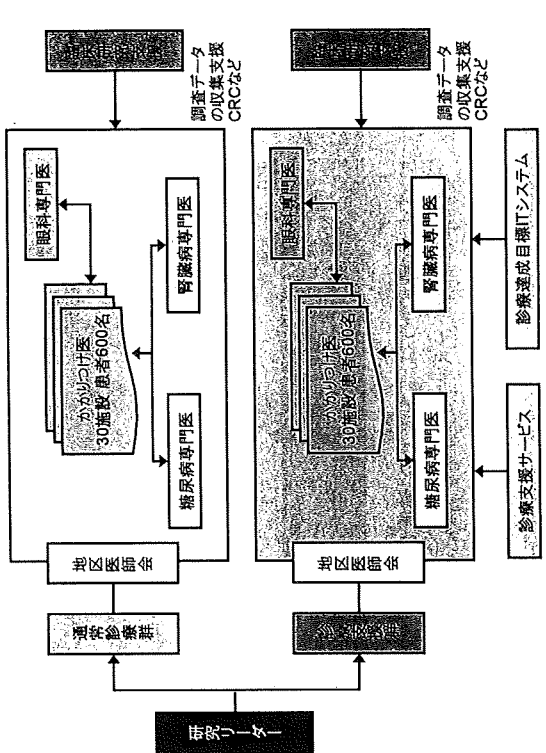


図1-3 DOIT2の研究組織の概要

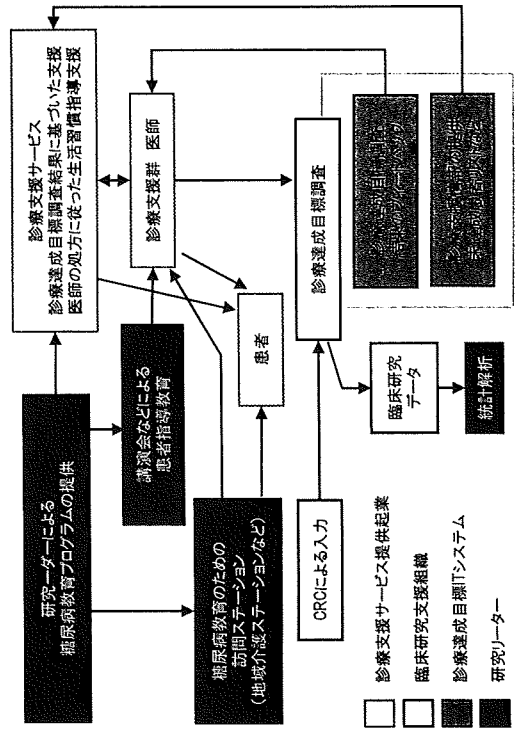


図1-4 DOIT2の診療支援群の診療支援サービスと臨床研究支援組織