

## 糖尿病の運動療法（基礎編）のサマリー

2022年6月25日 済生会飯塚嘉穂病院 有田好之

### 運動療法の意味、効果

- 1 運動の急性効果：筋におけるブドウ糖、脂肪酸の利用が促進され血糖が低下する。
- 2、運動の慢性効果（トレーニング効果）： インスリン抵抗性が改善する。
- 3、エネルギーの摂取量、消費量のバランスをよくし減量効果がある。
- 4、加齢や運動不足による筋萎縮や、骨粗鬆症の予防に有効である。
- 5、高血圧や高脂血症の改善に有効である。等々

### 運動とエネルギー代謝

- ・運動による筋収縮は、インスリン依存性および非依存性に糖の取り込みを促進させる。
- ・安静空腹時の筋のエネルギー源はほとんど遊離脂肪酸である
- ・動作筋では、安静時に比して十数倍のエネルギーが消費される。
- ・最大酸素摂取量 (VO<sub>2</sub> max)の 40～60%程度の中程度の運動では、糖質と遊離脂肪酸の両者が筋のエネルギー源として利用される。
- ・運動強度が強くなるほど脂肪の利用は減少し、糖質の利用が増加する。激しい運動では糖質のみが利用され、脂肪は利用されない。
- ・無酸素性作業閾値 (AT) :  
運動強度が強くなり有酸素運動から無酸素運動になるポイント。血中乳酸値が急上昇するポイント(AT)、二酸化炭素排出量が急上昇するポイント(VT)でもある。一般成人では、ATは最大酸素摂取量の 40-60%に相当する。運動選手では 60-75%に達する。

### 運動療法の指導

#### 運動の種類

- ・有酸素運動：酸素の供給にみあった強度の運動。  
継続して行うことによりインスリン感受性が増大。歩行、ジョギングなど
- ・レジスタンス運動：おもりや抵抗負荷に対して動作を行う運動。  
強い負荷強度では無酸素運動に分類される。筋力、筋持久力を増強、柔軟性を高め、基礎代謝が上昇する。
  - \*エネルギー産生に酸素を利用する有酸素運動では脂質と糖質がエネルギー源として利用され、酸素を必要としない無酸素運動では糖質のみが利用される。
  - \*有酸素運動とレジスタンス運動の併用が、それぞれの単独での実施と比べて最も HbA<sub>1c</sub> が低下する。安全に運動を行うためには、運動開始前約ウォームアップと運動終了時のクーリングダウンが必要。高齢者糖尿病においてはバランス運動が有用。
  - \*筋発揮張力維持スロー法 **Low-intensity resistance exercise with slow movement and**

### tonic force generation ; LST 法

筋の緊張を保ったまま、ゆっくりとした動作（3～5 秒程度）を行うことによって、筋内圧を上昇させ、持続的に筋血流を抑制する方法である。

\*インターバルトレーニング： 2～3 分の運動後に同時間の定期的な休息を入れ、それらを繰り返し行うトレーニング方法

### 運動強度

#### ・最大酸素摂取量 (VO<sub>2</sub>max)

最大運動時に体内に取り込まれる単位時間当たりの酸素摂取量。

(運動療法として適切なのは 50% VO<sub>2</sub>max 程度)

#### ・予想最大心拍予備能 (HR reserve) カルボーネン法

$\{(220 - \text{年齢}) - \text{安静時心拍数}\} \times \text{運動強度 (k)} + \text{安静時心拍数}$

$\% \text{HR reserve} \cong \% \text{VO}_2\text{max}$

#### ・metabolic equivalent task (MET)

運動時のエネルギー消費量を安静時のエネルギー表示量で割った値。

安静座位 1METs、歩行 3METs

#### ・自覚的運動強度(RPE) 主観的運動強度

11「楽である」、13「ややきつい」が至適運動

### 運動時間と頻度

・有酸素運動：毎日、少なくとも週 3～5 回、強度は中等度。20～60 分、計 150 分以上

・レジスタンス運動：週 2～3 回のレジスタンス運動を有酸素運動と組み合わせて。

ゆっくりとした動作で 1 種目 10 回を 2～3 セット。

レジスタンス運動は、サルコペニアやフレイルの対策として有効。

\*インスリン感受性改善で代表されるトレーニング効果は、3 日以内に低下。一週間で消失。

・NEAT (Non-Exercise-Activity-thermogenesis) 非運動性熱産生

運動以外の身体活動 によるエネルギー消費量のこと。総消費エネルギー量の 25～30%

### 運動指導上の注意点

・運動療法の弊害：心血管イベントの発生と血糖コントロールの不安定化に注意

・運動による血圧上昇、頻脈に注意 (脈拍・血圧の測定、自覚症状の確認)

・血糖コントロール不良な場合高血糖・脂肪分解が助長される。

・空腹時血糖 250mg/dl 以上で尿ケトン体陽性の場合や、尿ケトン体陰性でも空腹時血糖 300mg/dl 以上の場合、運動後に血糖上昇やケトシス誘発・増悪がみられるため、運動をすべきではない。

・運動を行う際のインスリン注射部位は、原則として四肢を避け腹壁とする。

- ・運動前後の自己血糖測定(SMBG)が有用である。
- ・運動前後の水分摂取は不可欠。特に夏季や SGLT2 阻害薬内服時
- ・冬季の屋外運動では手・頸・頭部の保温
- ・歩行やジョギングにはウォーキングシューズやジョギングシューズを使用
- ・低血糖　インスリン、SU 剤使用者で特に注意
- ・運動と 1 型糖尿病：インスリンの減量や補食を検討。
- ・運動後遅発性低血糖　post-exercise late onset (PEL) hypoglycemia  
運動中、直後だけでなく運動終了後十数時間後にも低血糖。
- ・きつすぎる運動は却って血糖を上げる。
- ・運動前の血糖が 100mg/dl 以下では吸収の良い糖質を 1～2 単位摂取
- ・運動の心理学的側面：抗うつ、抗不安、健康感増大⇔ 義務的、燃え尽き症候群
- ・食事療法を継続：運動で消費するエネルギーはそれほど多くない。

#### 合併症をもつ患者の運動指導

- ・糖尿病性網膜症　：網膜症があれば Valsalva 手技を伴う運動は避ける  
単純網膜症：強度の運動処方を行わない。  
増殖前網膜症：眼科治療後の安定した状態で歩行程度の運動可。  
増殖網膜症：血圧上昇と低血糖を避ける。日常生活動作(ADL)能力の維持。
- ・糖尿病性腎症  
早期腎症期までは運動制限は必要ない。  
顕性腎症期以降は病態により運動の程度を調節する。  
腎症および透析患者において、身体機能と ADL を維持するために適度な運動は推奨されている。高度腎機能障害患者指導加算（施設基準あり）
- ・糖尿病性神経障害  
知覚障害  
触覚・痛覚・振動覚の低下：　足の壊疽に注意。水泳、自転車の運動がよい  
自律神経障害  
起立性低血圧、心拍変動の低下：　ADL 維持のための運動処方、安全管理  
運動障害  
筋力低下、バランス障害、歩行障害：　転倒予防の指導、対応

#### \*神経障害の注意点

- 1) 無症候性心筋虚血　（痛みを感じない）
- 2) 心拍変動の低下　（運動強度を上げて心拍数が増えない）
- 3) 起立性低血圧、運動誘発性低血圧
- 4) 血圧の過剰反応
- 5) 低血糖自覚症状の欠如