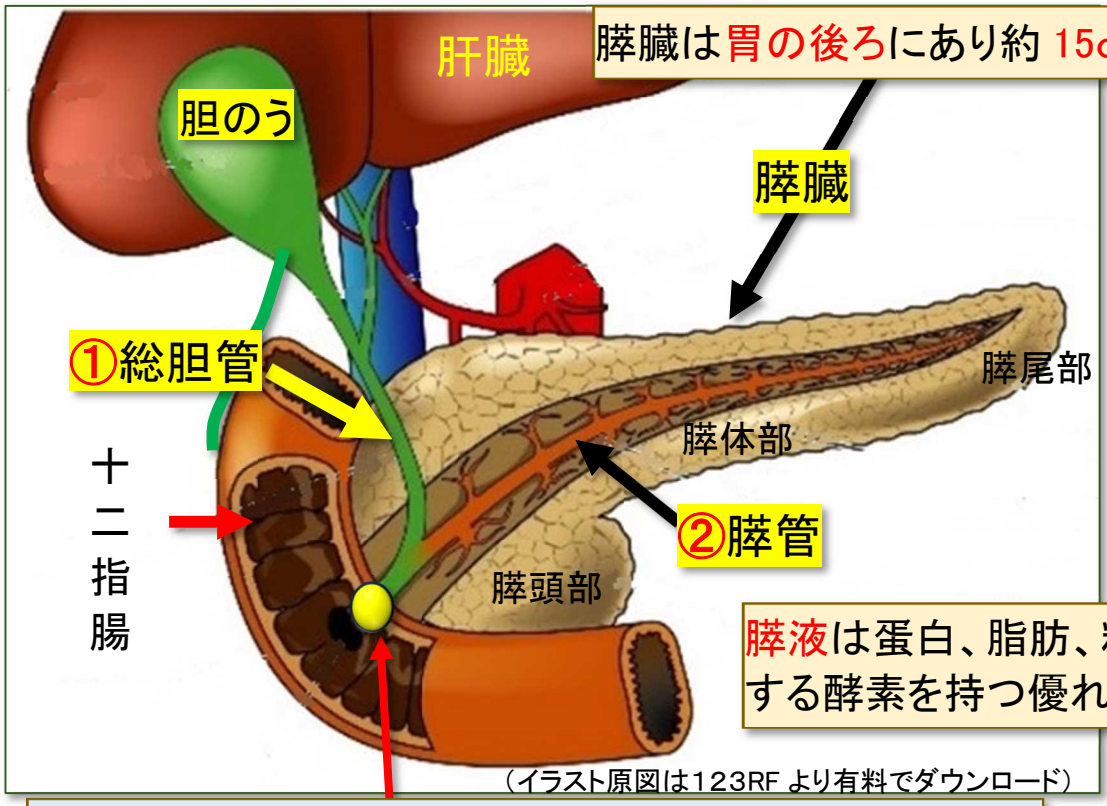
糖尿病やカロリーについて勉強してみよう！

No1

2023 年　9 月　内科　大塚

糖尿病については 2021 年 5 月にも解説した（血糖測定器リブレを使用して私の食後血糖を多数測定。覚えてます？）。今回イラストや本文内容を変えて再度解説する。

膵臓の位置と解剖



膵臓は胃の後ろにあり約 15cm、約 150g。

膵液は蛋白、脂肪、糖質の総てを消化する酵素を持つ優れもの！

（イラスト原図は123RF より有料でダウンロード）

①総胆管と②膵管は合流してファーター乳頭部となる。
胆汁と膵液は十二指腸へ分泌される。

（ファーターはドイツ人解剖学者の名前）

胃カメラで見たファーター乳頭部
イボのように突出していて 3～6mm 程度。

膵液は膵管を通って十二指腸へ分泌される。このように管（くだ）を通って分泌される事を外分泌と呼ぶ。膵臓はインスリンも分泌するが、インスリンは管を通らず血中に分泌される。このような分泌を内分泌と呼ぶ。

膵臓の膵という漢字の意味は？月（つき）＋萃（すい）の漢字の組み合わせである。
江戸時代（1805 年）に医範提綱（いはんていこう）を記載した宇田川玄真の造語。
月は肉という意味、萃（すい）は総てという意味。膵臓の総てが肉の塊という意味。
英語で膵臓は Pancreas（パンクレアス）だが、同じく Pan（総て）が creas（肉）である。

（実際に膵臓解剖写真を載せると良いが、興味ある人はネットで確認を。）

膵臓は五臓六腑（ごぞうろっぷ）に含まれていない。それではここで問題！五臓六腑にはどんな臓器が含まれている？最後の頁に解答あり。

カロリーの基礎知識

No2

1 キロカロリー(kcal)はどれくらいのエネルギー？

1 リットルの水を 1℃上昇させるエネルギー量

2000 キロカロリーのエネルギー量

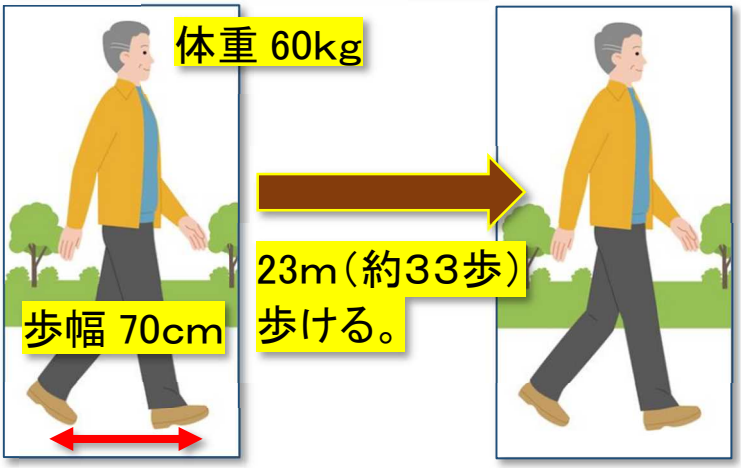
食事で 2,000 キロカロリー摂取するのは 200 リットルの風呂を 10℃上昇させるエネルギー量と同じ。

カロリー(熱量)は、物体を動かす力(仕事量)としても使用される。
ただし、単位はジュールが使用される

1 キロカロリー(熱量)のエネルギーは 4.2 キロジュール(KJ)の仕事量をする。
具体的に言うと、1 キロカロリーは 4.2kgの物体を 1m／秒^{2}の加速度で動かせる。

1キロカロリーで9ポンド(約 4.1kg)の玉を1m動かせる。

人は1キロカロリーでどの程度の運動ができるのか？



(米国スポーツ協会の計算式、厚労省資料などを引用して試算した)

※エネルギー消費量は年齢、体重、歩く速度、腕の振り幅などでも変わる)

1万歩歩くと、どれくらいのカロリーを消費して何 Km 歩ける？

33歩で1キロカロリー消費するので
1万歩では1万歩÷33歩＝約 300 キロカロリーが消費される。
約 4.5km(1 時間)の距離を歩ける。

カステラ 2 切れ(約 100g)が 300 キロカロリー

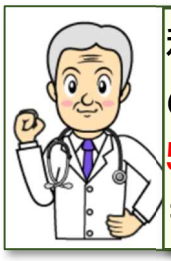
ご飯約 180g(普通の茶碗 1 杯より少し多め)が 300 キロカロリー

1 日生活するのにどれくらいのエネルギー量があれば良い？

何もしないでも使われるエネルギーを基礎代謝量と呼ぶ（測定方法は幾つかある）。

乳児の基礎代謝量は男女とも 1kg当たり 60 キロカロリー。
基礎代謝量は乳児がピークで 30 歳以降は男女とも 20～22 キロカロリー。

※1 日に必要なエネルギー量は基礎代謝量＋α ということになる。



私（71 歳体重 55kg）の基礎代謝量は
55kg×約 20 キロカロリー
＝約 1,100 キロカロリー

私が乳児に戻ると 55kg×60＝3,300 キロカロリーのエネルギーが何もしなくても必要となる。

インスリンは食後の血糖をどのようにして低下させているのか？

炭水化物などは小腸で分解されてブドウ糖→血中へ。

筋肉や肝臓に取り込まれたブドウ糖はグリコーゲンとして貯蔵される。

（過剰なブドウ糖摂取
→脂肪肝の原因）

脂肪組織に取り込まれたブドウ糖は脂肪合成に使用される。

（過剰なブドウ糖摂取
→肥満の原因）

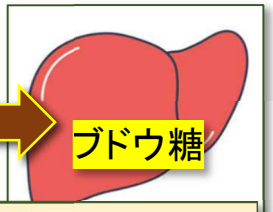
ほぼ総ての細胞に対してインスリンはアミノ酸取り込みを促進し、蛋白合成を促進させる。

インスリンは細胞内へのカリウム（K）取り込みを促進させる。
高カリウム血症の治療に使用されることもある。

①筋肉に取り込む

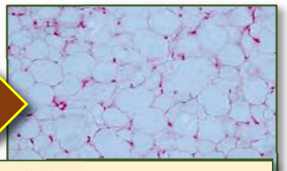
ブドウ糖を①筋肉に取り込む

②肝臓に取り込む



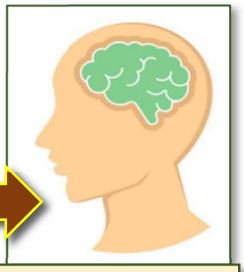
ブドウ糖を②肝臓に取り込む

③脂肪組織に取り込む



ブドウ糖を③脂肪組織に取り込む

④脳に取り込む



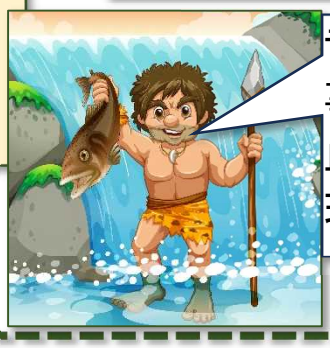
ブドウ糖を④脳に取り込む

血糖を低下させるホルモンはインスリンだけ、何故？

No4

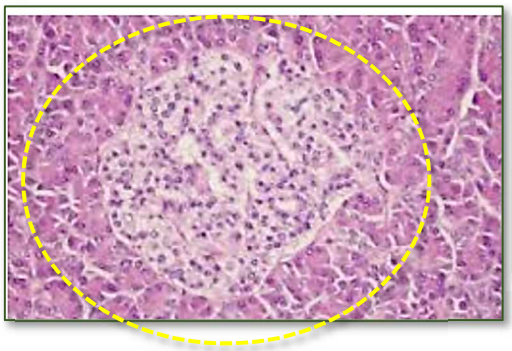
血糖を上昇させるホルモン
①グルカゴン（膵臓α細胞から分泌）
②カテコラミン（交感神経、副腎髄質）
③副腎皮質ホルモン
④成長ホルモン（下垂体前葉）
⑤甲状腺ホルモン

血糖を低下させるホルモン
①インスリンのみ！孤軍奮闘している！
膵臓、大事にしてね！



昔は飢餓で血糖が低下する事が心配だったんだ。
血糖を下げる必要無し。
現代の君達は食べ過ぎ！

インスリンという名前の由来は？

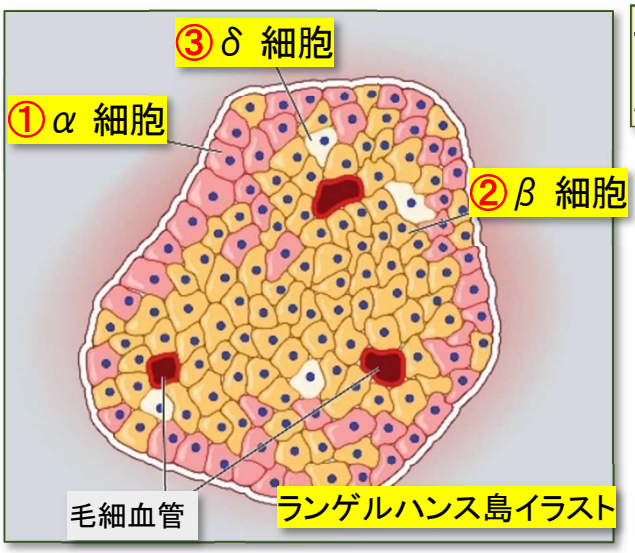


膵臓の中の明るい集団は何？
Was ist das？（バス　イスト　ダス）
ドイツ語で『あれは何？』

ドイツ人医師ランゲルハンスが膵臓に明るい島状の細胞集団を見つけたが機能が分からないまま40才で死亡した。

ランゲルハンスの死後の翌年にフランス人医師がホルモン分泌と関係しているとして、ランゲルハンス島と命名。

ランゲルハンス島の島はラテン語でinsula（インスラ）と呼ぶ。
島（インスラ）から分泌される物質なのでインスリンと命名された。



（イラスト原図は123RF より有料でダウンロード）

ランゲルハンス島は膵臓に約100万個あるが、膵臓全体に占める割合は1～2%程度。

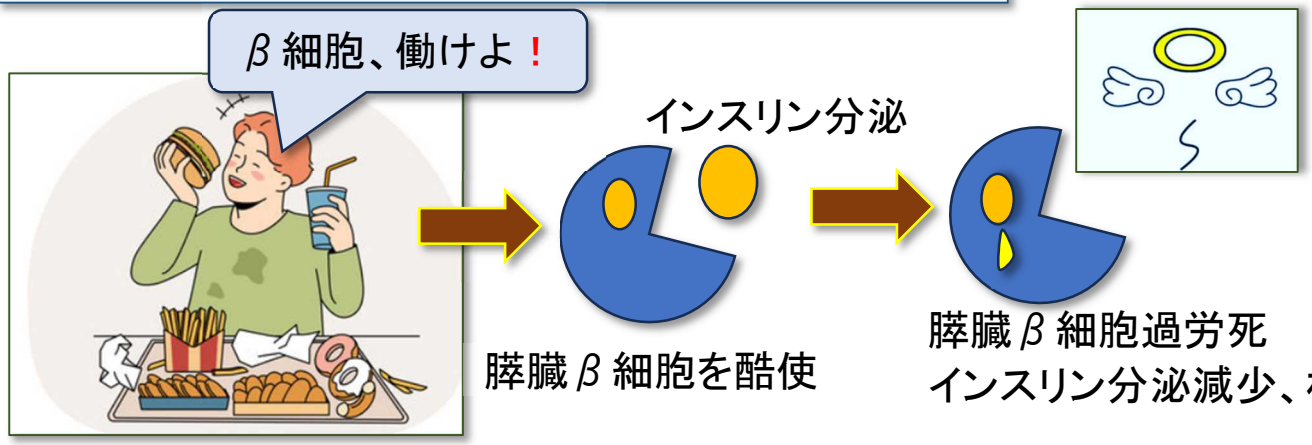
左図はランゲルハンス島のイラスト。
①α（アルファ細胞）からは血糖を上昇させるグルカゴンが分泌される。
②β（ベータ）細胞からは血糖低下させるインスリンが分泌される。
③δ（デルタ）細胞からはインスリンやグルカゴンなどの分泌を抑制するソマトスタチンが分泌。

糖尿病発症の機序は？

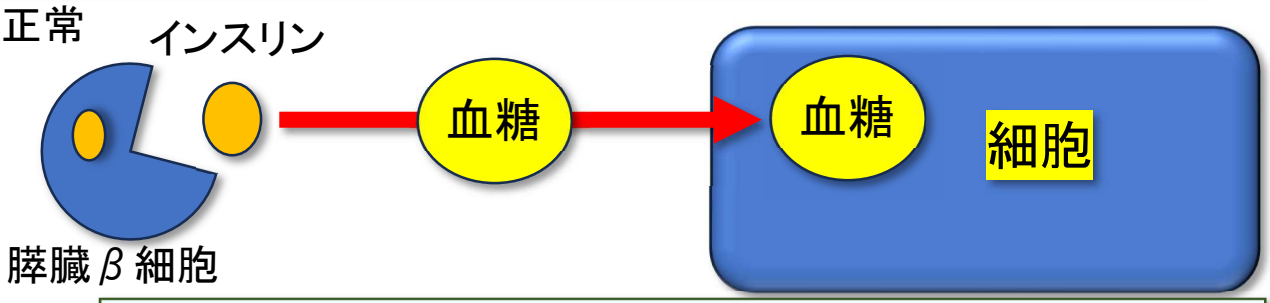
①1型糖尿病；特定の遺伝子を持つ人は膵臓の β 細胞に対する自己免疫が起こりやすい。ウイルス感染などが引き金→抗体産生→β 細胞破壊→インスリン分泌低下やインスリン分泌枯渇→糖尿病。

②2型糖尿病；過食による膵臓β細胞の疲弊→インスリン分泌障害や肥満などでインスリンの細胞への効果減少（インスリン抵抗性増加）などによる。

2型糖尿病発症メカニズムの簡単イラスト解説

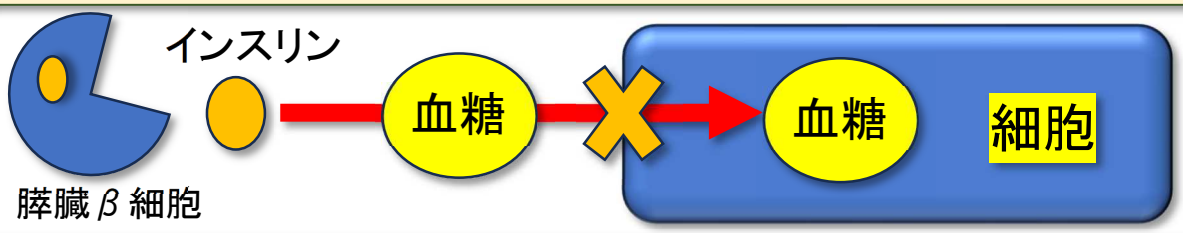


肥満などによるインスリン抵抗性（インスリンが効きにくくなる）とは？



正常の場合はβ細胞から分泌されたインスリン（楕円）により血糖（黄色楕円）は細胞内に取り込まれる。

インスリン抵抗性が亢進すると、細胞内への血糖取り込みが障害される。



何故、肥満になるとインスリン抵抗性が亢進（増加）する？→肥満で内臓脂肪増加→内臓脂肪などからインスリンの効果を減弱させる物質が分泌（TNF−αなど）→インスリン抵抗性が亢進→インスリンが効きにくくなる。

糖尿病の食事エネルギー摂取量の目安はどう決める？

No6

（糖尿病治療ガイド 2022－2023 参照）

エネルギー摂取量は①目標（標準）体重×②エネルギー係数（身体活動量）

①目標（標準）体重は身長（m）×身長（m）×22。
身長 170cm なら、1.7×1.7×22＝63.58kg(約 64kg)となる。

②エネルギー係数はデスクワーク（事務職）など軽い労作なら
体重1kg 当たり 25～30 キロカロリーとなる。

身長 170cmの事務職の人なら
目標体重 64kg×エネルギー係数 25～30kcal=1,600～1,920kcal。

立ち仕事主体の普通の労作ならエネルギー係数は 30～35kcal。

身長 170cmの人なら
目標体重 64kg×エネルギー係数 30～35kcal=1,920～2,240kcal。

力仕事主体の重い労作なら、エネルギー係数は 35 以上。

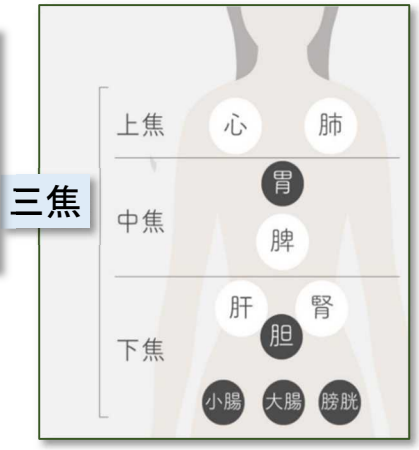
身長 170cmの人なら
目標体重 64kg×エネルギー係数 35kcal 以上=2,240kcal 以上。

仕事内容などから個人に見合ったエネルギー摂取量を決定する。

肥満者は、まず 5%体重減少を目標とする。
5%体重減少でインスリン感受性が改善するとの報告あり。

クイズの解答！

五臓は心臓、肺臓、肝臓、腎臓、脾臓の5つ。
六腑は胃、小腸、大腸、膀胱、胆のう、三焦（さんしょう）の6つ。
三焦は気と水の通り道。上、中、下の 3 つに分かれる。
詳しく知りたい人はネットを。



なぜ、膵臓が五臓に含まれていないか？というと死後の体を見ても昔の人は膵臓を臓器と認識できなかったとか・・・。

※次回は糖尿病治療薬（内服）、インスリン注射薬などを解説する。