

臨床栄養学

3.糖質・脂質の栄養

May 3, 2021

糖質の分類

生化学領域：糖質 (sugar, glucide)

分類

- ① 単糖類：糖質の基本物質
- ② オリゴ糖：10個未満の単糖類の重合体
※構成している単糖の数により、
二糖類、三糖類
- ③ 多糖類：10個以上の単糖類の重合体

糖質 = 炭水化物 - 食物繊維



糖質の機能

①エネルギー源

: 食品から炭水化物の形でとり入れられ、小腸から吸収されたブドウ糖はエネルギー生産のために使われる。

: 一部は肝臓や筋肉中に()として蓄えられ、血液中のブドウ糖濃度は常に一定の範囲内に保たれるように複雑な調節機能が働いている。

: 糖質貯蔵量(血液、肝臓、筋肉内)

一般成人:()g、 鍛錬者:約()gくらいまで増加させることができる

: エネルギー効率を上げるためにはビタミン()群を中心とした様々な微量

栄養素の助けが必要。減量の際にも糖質の補給は大切、特に脂肪を

効率よく燃焼させ、エネルギーを生産するためには一定量の糖質は不可欠。

: 代謝障害を起こさないためには1日あたり100~120g※の糖質を含んだ食事

をとる必要がある。 ※ごはん:約300g, 食パン:約200g, うどん:約500gに相当

生体に対する糖質の影響力を決めるのは

→ グリセミック指数とグリセミック負荷

例えば…

白米と玄米は糖質の量が同じ

しかし、

体に対する影響が異なる

食べた後の血糖値の上昇速度やインスリンの分泌を

刺激する度合いが異なるから食後の血糖値の上昇が

早く、インスリンを多く分泌させる食品ほど、体に悪い

影響を与える

グリセミック指数 (glycemic index: GI)

食品がどれほど血糖値を上げやすいかを示す指標

: 食品中に含まれる炭水化物が消化されてグルコース(ブドウ糖)に変化する速さを、グルコースを摂取した場合を100として相対値で表す。

: 糖質として同じ量を摂取しても、素材が異なると血糖値への影響は異なるという考えに基づいた指数。

① グリセミック指数の値 (**GI値**) が高い食品は食後の血糖値の上昇が大きくインスリンの分泌量が多くなる。

② **GI値** が低い食品は血糖値の上昇が小さいのでインスリンの分泌も少なくい。

: **インスリンはがん細胞の増殖促進**

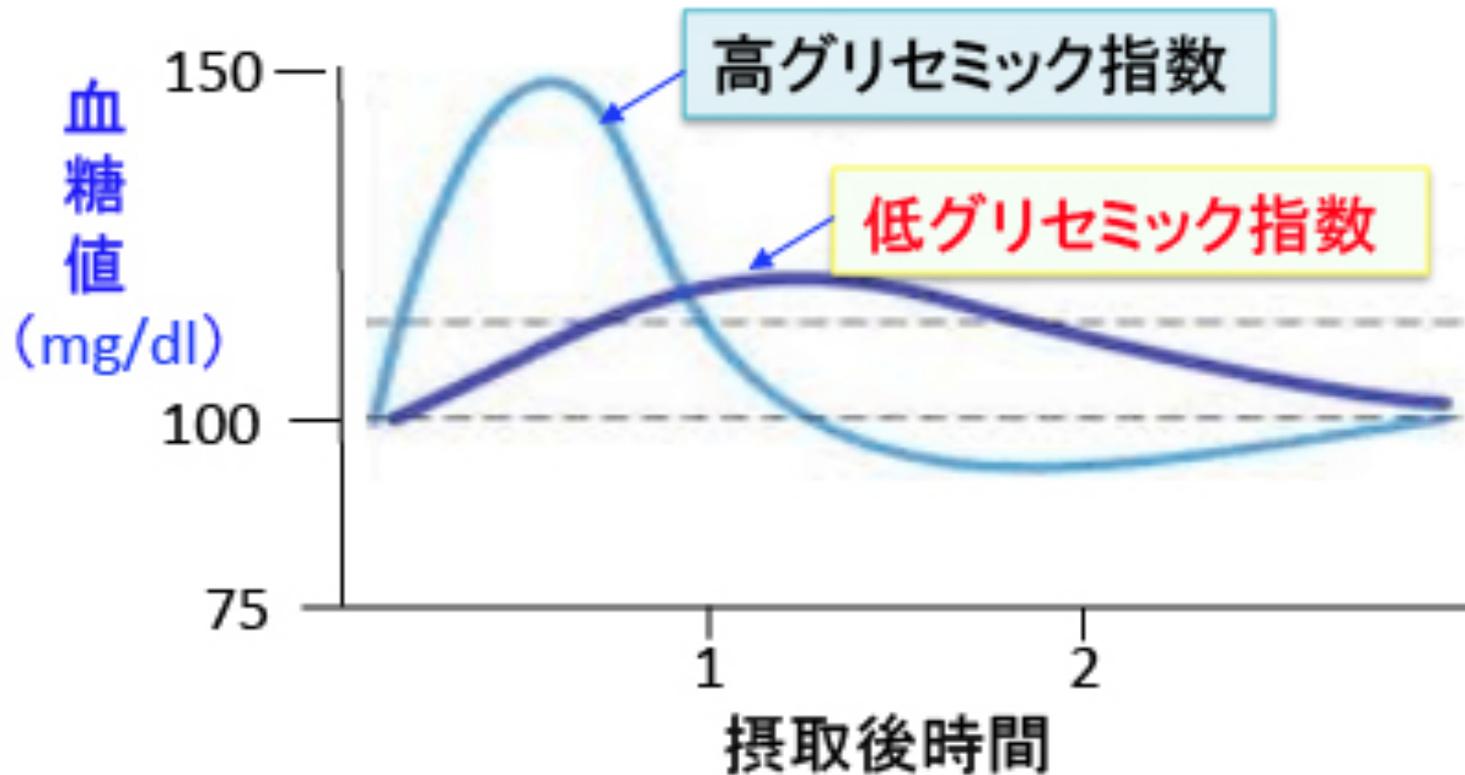
つまり、**GI値** の高い食品はがん細胞の発生や増殖を促す。

※がん予防で精製度の低い穀物(玄米)が推奨されるのは、精製度の低い穀物ほどGI値が低く、インスリンの分泌量を少なくできるから。

: **インスリンは体脂肪を増やす作用あり**

インスリンの分泌を刺激しない食事 (**GI値** が低い食品) で減量する

「**低インスリンダイエット**」の根拠。



$$\frac{\text{グリセミック指数}}{100} \times \text{糖質の量 (g)} = \text{グリセミック負荷 (Glycemic load)}$$

ある食品を100g食べたときの血糖上昇の程度が、グルコースを何グラム食べたのに相当するかを示す数値

グリセミック指数の高い食品



食品	せんべい	ご飯(白米)	ベークドポテト	マッシュポテト	もち
グリセミック指数	91	89	85	85	82
100g当たりの糖質(g)	83	32	20	14	83
100g当たりのグリセミック負荷	76	28	17	12	68

グリセミック負荷 (Glycemic load: GL)

: GI値と糖質の量の積 ⇒ 重要

代表的な食品のGI値例

低GI(0~55)

プレーンヨーグルト(25) 

アボカド(27) 

トマト(23) 

グレープフルーツ(28) 

中GI(56~69)

日本そば(54) 

さつまいも(55) 

中GI(70以上)

精白米(80) 

食パン(90) 

にんじん(70) 

じゃがいも(90) 

すいか(70~80) 

低GI値



雑穀米(玄米、五穀米など)
55

高GI値

※GI値は、調理方法などで変化しますので、本表の値は目安です。

白米は玄米の約2倍のグリセミック負荷

白米

唾液中の()でデキストリンや麦芽糖に分解され、
膵液と腸液に含まれる α -グルコシダーゼでグルコースに
分解されて小腸ですぐに吸収される

→ グリセミック指数が極めて高い

玄米

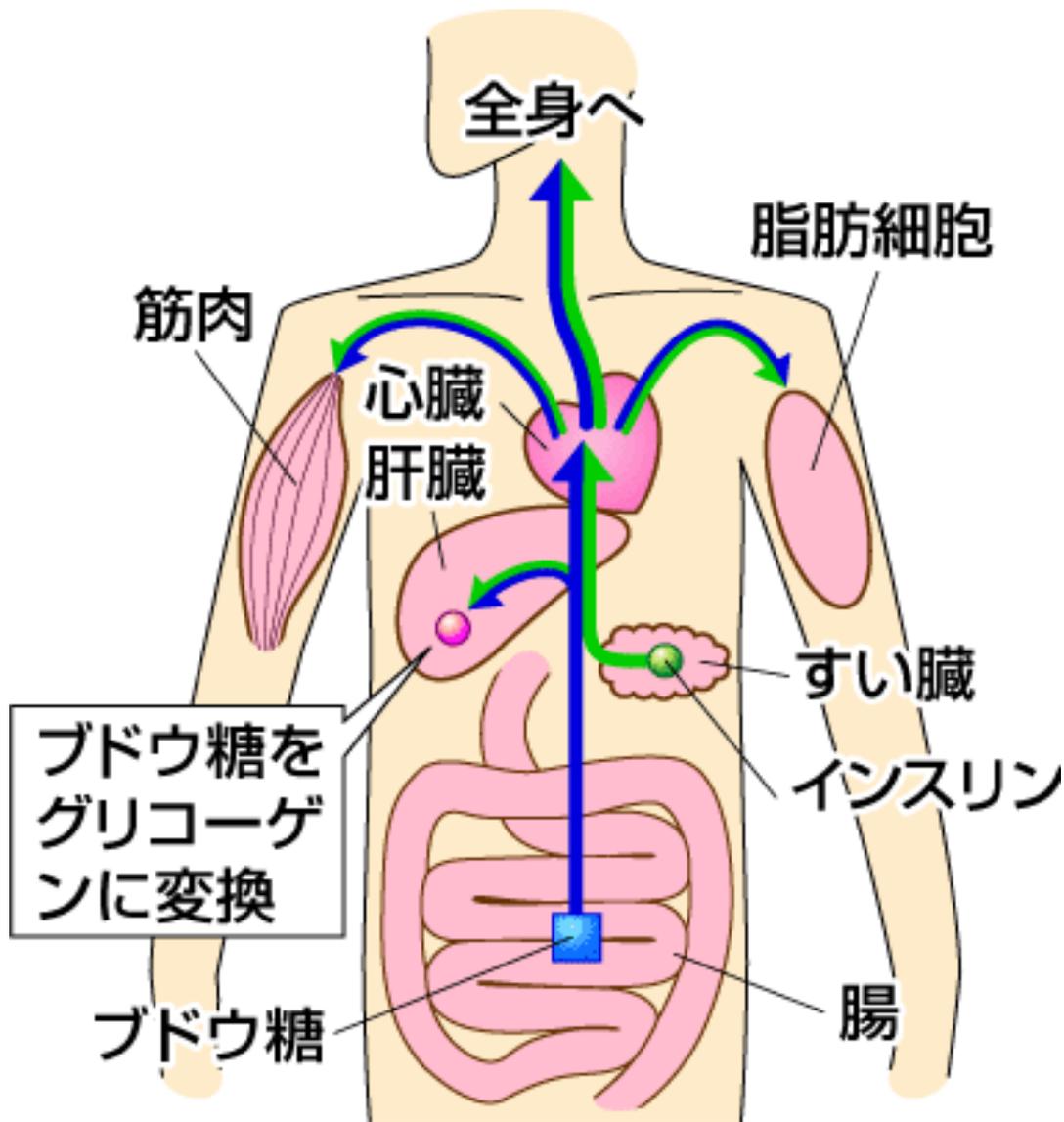
食物繊維が多く消化が遅い

→ グリセミック指数は低い

同じ量でも、玄米のグリセミック負荷は白米の半分以下



エネルギー源：ブドウ糖（グルコース）



- ① 口から摂取した食べ物のうち、炭水化物(ごはん、パンなど)は、口の中と腸で消化されブドウ糖になる。
- ② 腸で吸収されたブドウ糖は血液により全身へと運ばれ、エネルギー源となる。

インスリン

:ブドウ糖を全身へ行き渡らすように働きかけ、ブドウ糖を筋肉内や脂肪組織内に蓄えたり、肝臓でブドウ糖をグリコーゲンという物質に変換し、肝臓に蓄えるように働きかける。

糖質の機能

②細胞膜の構成要素

糖タンパク質

: タンパク質を構成するアミノ酸の一部に糖鎖が結合したものの

※細胞表面や細胞外に分泌されているタンパク質のほとんどが糖タンパク質（グルコース、ガラクトースなど）

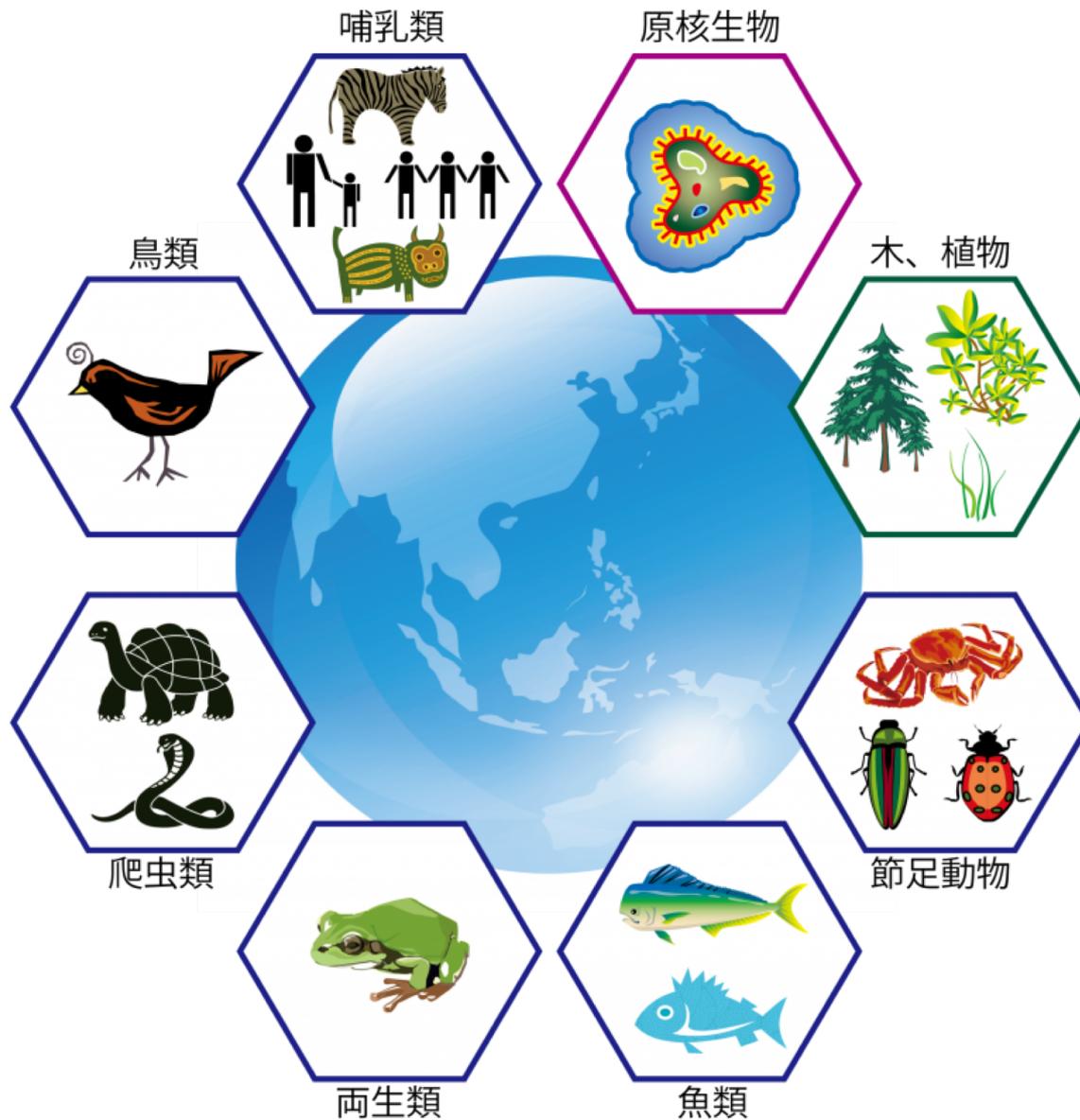
糖脂質

: 糖脂質は細胞膜の表面でリン脂質と結合した状態で存在

③アミノ酸、脂質合成に利用

④核酸、ATP、NADPH合成に利用

人間をも含めたあらゆる生物種が**糖鎖**を有し、生体内で重要な役割を果たしている



単糖類

構造

: 5員環構造(フラノース)、6員環構造(ピラノース)

化合物中、結合する原子が環状になっている構造

<参考>

高分子: 分子量が1万を超える巨大な分子、その化合物を**高分子化合物**

高分子化合物: 生命体を構成し、生命を維持する物質、食品、衣料、材料など

種類

: C(炭素)の数で分けるが、5炭糖、6炭糖が栄養上重要

5炭糖: リボース、デオキシリボース

6炭糖: グルコース(ブドウ糖)、フルクトース(果糖)、

ガラクトース(乳糖に多く含まれる、植物中には存在しない)

少糖類(オリゴ糖)

単糖が2~9個、結合したもの

- (10個以上は多糖類)
- 栄養学的には、2糖類が重要

2糖類

- スクロース(ショ糖): グルコース + フルクトース
- マルトース(麦芽糖): グルコース + グルコース
- ラクトース(乳糖※): グルコース + ガラクトース

※母乳: 5~7%、牛乳: 約4%

乳幼児の重要なエネルギー

多糖類(1)

単純多糖類

1種の単糖からなる

デンプン、グリコーゲン、セルロース

複合多糖類

2種類以上の単糖からなるもの

ヘミセルロース、グルコマンナン※

※消化酵素で消化できず、また胃の中で水を吸って何十倍にも膨れるためダイエット食品とされる。

便秘解消や血糖値、血中コレステロールの低下に有効
糖質以外の成分を含むもの

ヒアルロン酸※、コンドロイチン硫酸

※健康食品や美容食品・化粧品・医薬部外品の添加や、
医薬品の主成分として使われている(保湿成分)



多糖類(2)

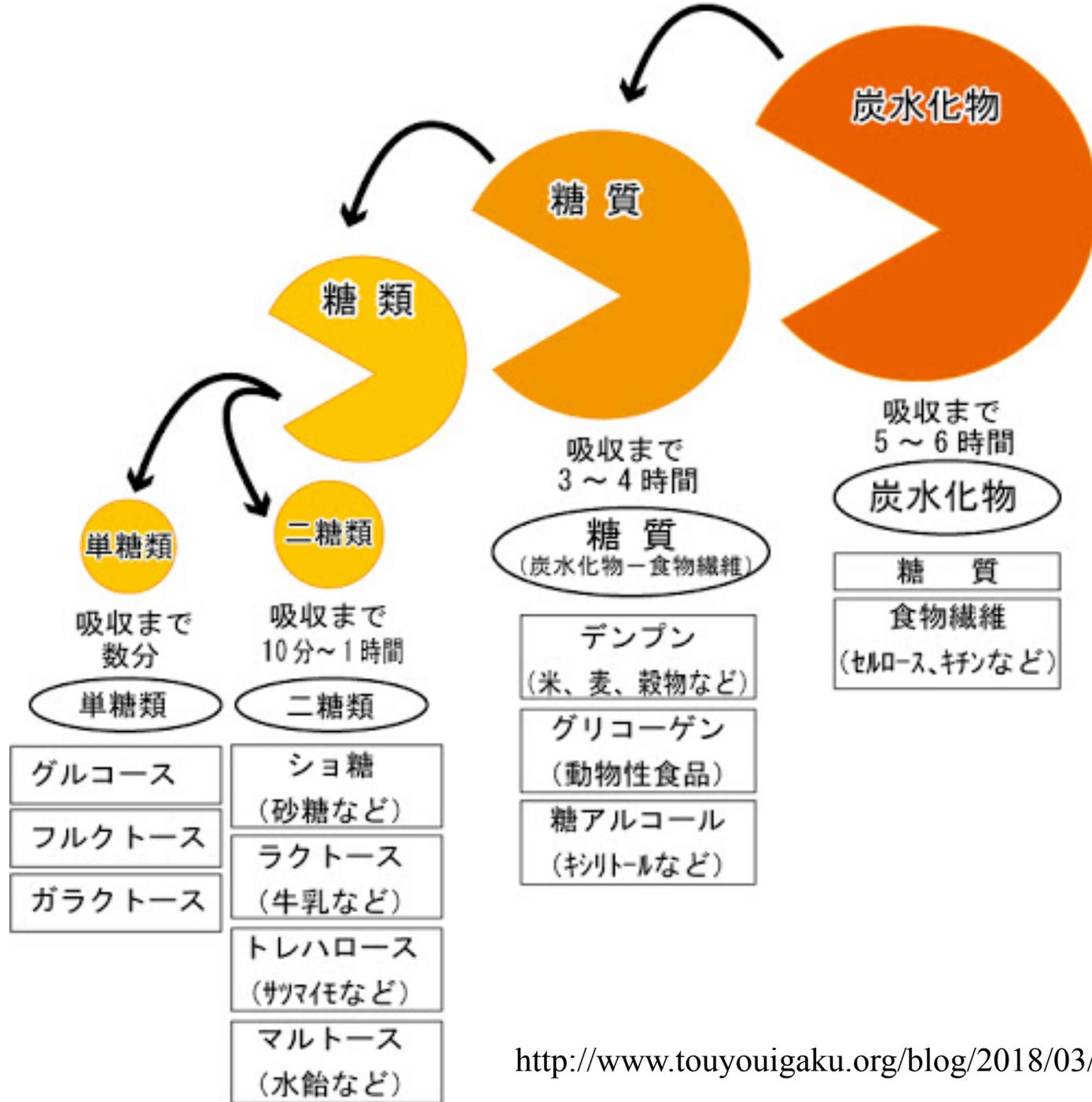
消化性多糖類

–デンプン(高等植物の貯蔵多糖)

- アミロースとアミロペクチンの混合物
- グルコースのみで構成

–グリコーゲン(動物の貯蔵多糖)

- アミロペクチンの分枝の多い構造
- グルコースのみで構成



難消化性多糖類①

セルロース

: 植物細胞の細胞壁および繊維の主成分で、天然の植物質の1/3を占め、

地球上で最も多く存在する炭水化物

: 綿はそのほとんどがセルロース

: 再生繊維(合成繊維): アセテート



セルロイド (celluloid)

ニトロセルロースと樟脳などから合成される合成樹脂(硝酸セルロース)

天然セルロース



油処理剤

: 植物系素材が地球に優しい

難消化性多糖類②

ペクチン： 植物の細胞壁や中葉に含まれる複合多糖類



- : ジャムはペクチン(とろみ成分)を豊富に含む
- : 水溶性の食物繊維で食物を胃から腸へと送られる時間を遅らせる働きあり、小腸での糖分吸収を妨害⇒血糖値急上昇防止
- : 血中コレステロール値を低下させる
- : リンゴやイチジク、イチゴ、柑橘類などに含まれていますが、皮の部分に多く、皮も利用するジャムが効果的⇒自家製ジャムは good !

グリコーゲン

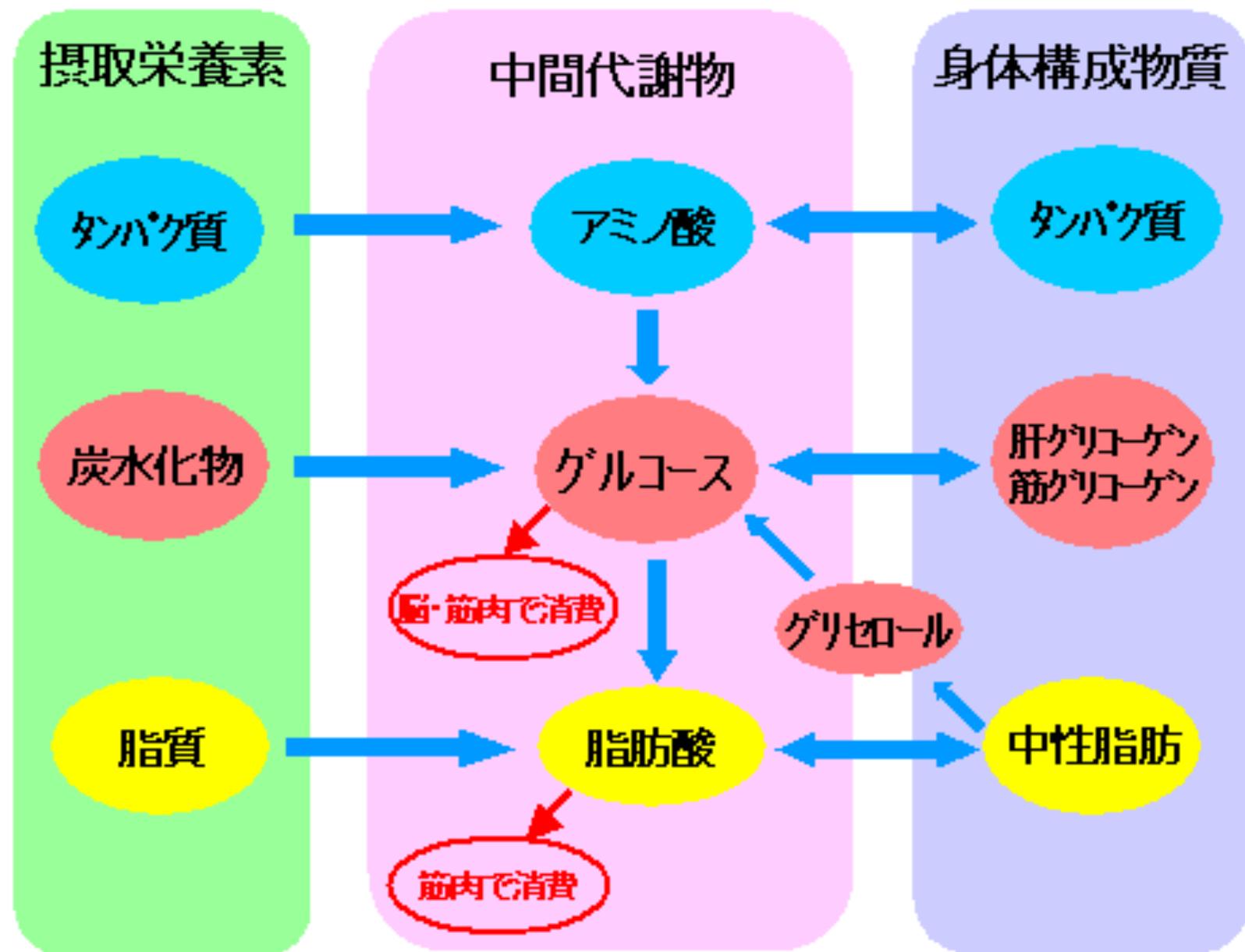
- 肝臓

- ① 各組織へグルコース供給(血糖)
 - ② () ⇒ 肝臓、筋でのグリコーゲン合成促進
 - ③ グルカゴン
アドレナリン
グルコ(糖質)コルチコイド
- } グリコーゲンの分解促進

- 筋肉

- ① 筋収縮のエネルギー源
- ② 血糖の供給源にはならない

栄養素の摂取と代謝



※食物から3大栄養素(タンパク質、炭水化物、脂質)を分解し、その過程で生じたエネルギーと生体構成部物質を得て生命活動を維持

炭水化物

- ① 消化器系によってグルコース(ブドウ糖)に分解 ⇒ 血液によって脳細胞や筋肉細胞に運ばれエネルギー源として消費
- ② 肝臓に肝グリコーゲン、筋肉に筋グリコーゲンとして貯えられ、必要に応じて再びグルコースに分解

脂質

- ① 消化器系により脂肪酸にまで分解 ⇒ 血液により筋肉細胞等に運ばれエネルギー源として消費
- ② 中性脂肪として身体中の脂肪細胞に貯えられ、必要に応じて再び脂肪酸に分解

タンパク質

: 消化器系でアミノ酸に分解⇒血液により身体の各部に運ばれ
各細胞で種々のタンパク質に再合成され身体を構成する材料
余ったものはグルコースに変換されエネルギー源となる。

: 消費されなかったグルコースは脂肪酸に変換されるので、
余計に摂取した栄養素は最終的には脂肪として蓄積される。

: アミノ酸とグルコースは脂肪酸に変換されるが、脂肪酸はグル
コースやアミノ酸には変換されない

つまり…

: ダイエットで食事制限をする場合でも最低限必要なタンパク質
と炭水化物を摂取しないと栄養障害を招くことになる

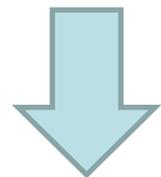
肝臓は多くの代謝物

※特にグルコースとアミノ酸の血中濃度を調節

食後など血中に過剰なグルコースがある場合には...



- ① グリコーゲンに転換（グリコーゲン合成）
- ② 脂肪に転換（脂肪合成）



体内にエネルギー源を貯蔵
（皮下脂肪、内臓脂肪）

糖質の消化・吸収・利用

• 消化

- 唾液 (α アミラーゼ)、膵液 (同左)、腸液 (膜消化)
- すべて単糖類にまで消化

• 吸収

- 能動輸送: グルコース、ガラクトース
- 受動輸送 (促進拡散; 浸透圧): フルクトース

• 利用

- 肝臓: グリコーゲン・脂肪酸・アミノ酸生成、代謝
- 筋組織: グリコーゲン、代謝
- 脂肪組織: 脂肪に転換

脂質の役割

ダイエットには脂肪(脂質)摂取を減らすことが先決か？

※脂質は糖質、たんぱく質などと並んで生命にとっては
不可欠な成分(三大栄養素)

構造や生物学的な役割がとても多様

- ① ()膜の成分
- ② エネルギー貯蔵
- ③ 動物の()を保つ断熱材
- ④ 皮膚を保護
- ⑤ 脂溶性ビタミン
- ⑥ 代謝活性をコントロールするホルモン
- ⑦ 血圧、体温、筋肉のはたらきをコントロール

脂質

生体中に存在する水に溶けない(溶けにくい)有機化合物

種類

① **単純脂質**: 脂肪酸 + アルコール

エネルギーの貯蔵や組織の保護などに利用

脂肪(ほとんどが、トリグリセリド/**中性脂肪**)

ろう(脂肪酸 + 高級アルコール)

② **複合脂質**: 単純脂質 + 他成分(リン酸、塩基等)

細胞膜の脂質二重層の主要な構成要素、体内での情報伝達

リン脂質、糖脂質、リポタンパク質

③ **誘導脂質**: 単純・複合脂質の代謝産物(加水分解)や誘導体

身体の構成、エネルギー貯蔵の他、ホルモンなど生理活性物質

脂肪酸等、**コレステロール**等

脂質の特徴

- ・人体や食物に存在する脂質の大半は**中性脂肪**
- ・エネルギー：1gあたり()kcal
(糖質、タンパク質：1gあたり**4kcal**)
- ・胃に長く停滞(**満腹感を得やすい**)
- ・脂質と同時に脂溶性ビタミン(A、D、Eなど)を摂取すると**吸収率が上昇**

中性脂肪

- ・脂肪細胞中に存在：貯蔵エネルギー源
- ・飽和脂肪酸を多く含む：常温で固体
- ・不飽和脂肪酸を多く含む：常温で液体
 - ※熱、光、空気などで酸化されやすい性質
- ・中性脂肪は飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸の割合の違いで性質が異なる。

動物性脂肪に多く含まれる()脂肪酸の過剰摂取

⇒血管内幕に付着し血管内が細くなる

⇒高血圧発症リスク大

⇒動脈硬化、心筋梗塞や脳梗塞の原因

リン脂質

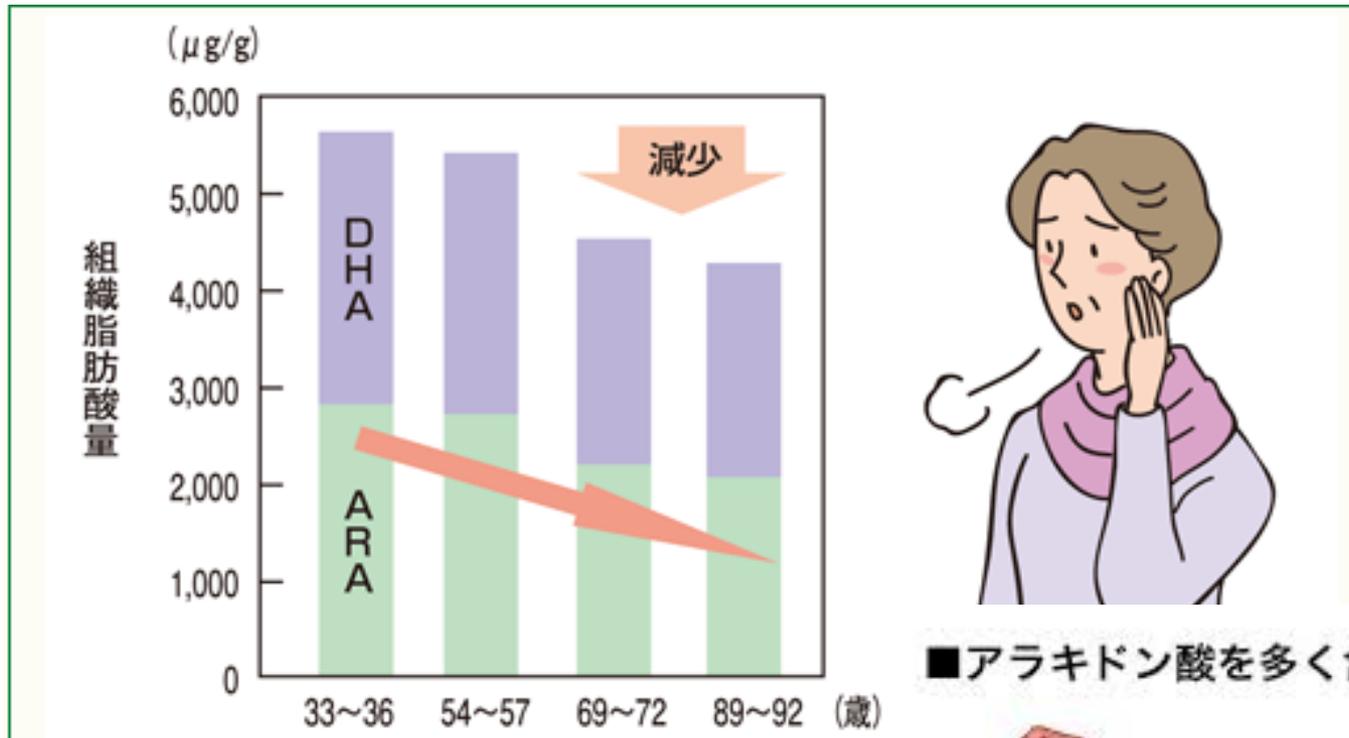
- ・中性脂肪など単純脂質の一部にリン酸が結合した()脂質

※エネルギーとしては利用されない

- ①たんぱく質と結合して細胞膜を構成
- ②物質の透過調節

脳や神経組織に広く分布

加齢とともに減少するアラキドン酸 (ARA)



■アラキドン酸を多く含む食材

卵白



肉類



魚類



卵



レバー

アラキドン酸

※細胞膜をつくるリン脂質の重要な構成成分。

脳のリン脂質：

DHAについてアラキドン酸(固まりにくい性質)が多く含まれる。

脳独自の柔らかい構造を作っている。

脳内では…

神経細胞同士が常に情報交換。

細胞膜が柔らかければ、信号をスムーズに伝えることができる。

※DHAとアラキドン酸は細胞膜を柔軟に保って脳の働きを支えている。

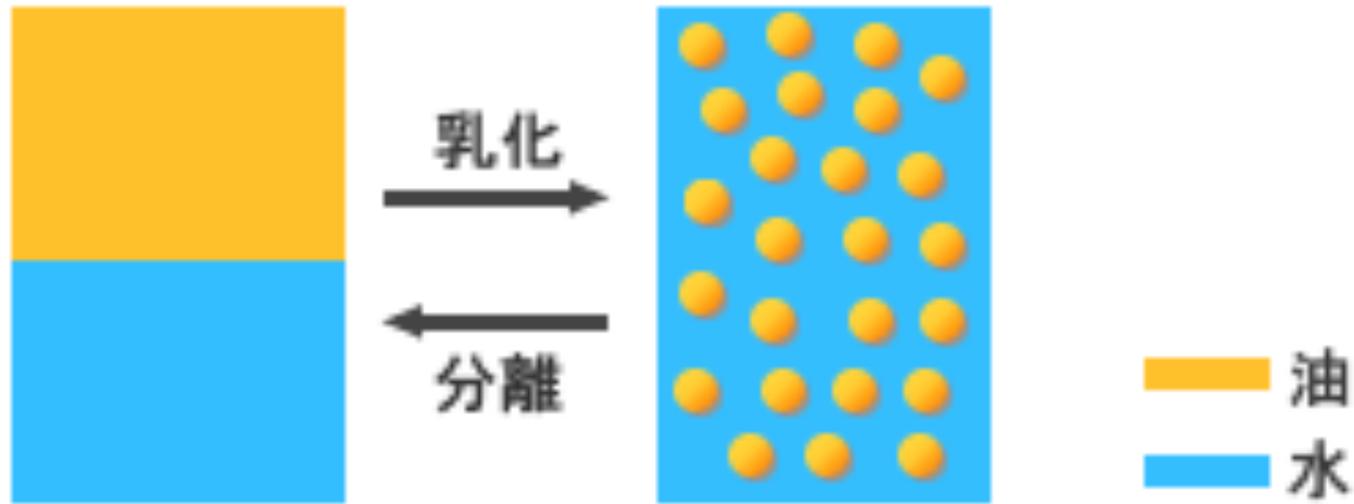
: アラキドン酸は体内で合成される量が少ないため、食事で補う必要がある。

: 特に乳幼児は、体内でほとんど合成することができない。

: 高齢者は体内での合成率低下し、加齢とともに体内のアラキドン酸の量がしだいに減少。

⇒積極的に補う必要がある。

乳化と分離（水に油が混じる場合）



リン脂質は両親媒性

- : 親水性（水になじむ性質）と疎水性（水をはじき油となじむ性質）の両方を持つ。
 - : ドレッシングなどは時間がたつと水と油の層に別れてしまう。
 - : リン脂質が含まれるマヨネーズは常に水と油が層になることなく混合している。
 - : リン脂質には水と油をなじませる働きがあり、それぞれが分離することなく混ざり合う。
- ⇒ このような働きを**乳化作用**という

コレステロール

動物体に多く存在する()脂質

他の誘導脂質:胆汁酸やホルモン、ステロール類

- ・細胞膜の構成成分や副腎皮質ホルモン・性ホルモン、ビタミンD前駆体、胆汁酸の原料

脳や神経組織、肝臓などに広く分布

- ・血中コレステロール量過剰 ⇒ 高脂血症誘発
⇒ 動脈硬化進行 ⇒ 脳血管疾患、心疾患のリスク大
- ・体内では、必要となるコレステロールの約80%を合成
食事からの摂取量によって合成量を調節

食事からのコレステロール摂取: 約200~400 mg/day

体内での合成量: 約1,000~、1,500 mg/day

組織での合成割合: 肝臓50%、腸管15%、皮膚35%

コレステロール値を上げる食品



たらこ



卵黄



レバー



牛・豚の脂身



スナック菓子



バター・チーズ・生クリーム

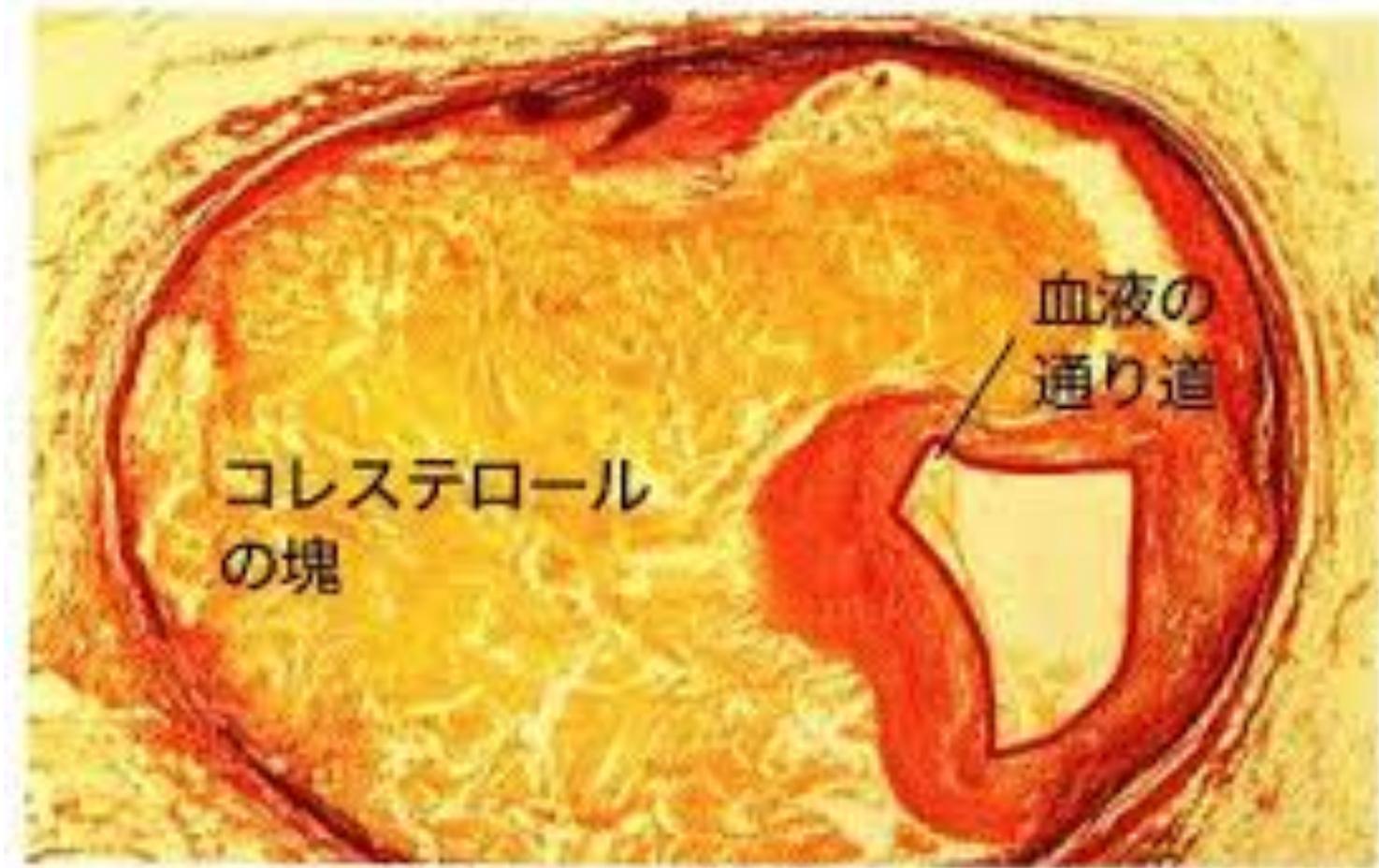


チョコレート



イクラ

血管壁に付着して動脈硬化を引き起こす！



中性脂肪の多いのは⇒キロミクロン、VLDL

コレステロールの多いのは⇒LDL

コレステロールの分類

血液中で「**リポタンパク質**」として存在

4種類に分類：

① **キロミクロン：**

中性脂肪を脂肪組織へ運ぶ

② **VLDL：**

肝臓で合成された脂質を組織や筋肉に運ぶ

③ **LDL（低密度リポタンパク質）：**

コレステロールを肝臓から末梢組織へ運ぶ

④ **HDL（高密度リポタンパク質）：**

全身の組織や血中コレステロールを肝臓に運ぶ

※LDL、HDLは血管の健康状態を知る上で、健診の重要項目

LDL-コレステロール(通称:悪玉コレステロール)

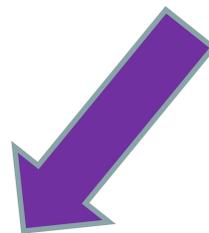
血中に増加 ⇒ 血管内壁に入り込んで酸化型LDLに変化



酸化型LDLが更に血管内壁に溜まる ⇒ 血管の柔軟性低下



動脈硬化誘発 ⇒ 動脈硬化進行



**心疾患(心筋梗塞や狭心症など)、
脳血管疾(患脳梗塞など)発症リスク大**

HDL-コレステロール(通称:善玉コレステロール)

動脈硬化による心疾患や脳血管疾患の
発症リスクを下げる効果がある。

主に植物体に含まれる不飽和脂肪酸が素

※特に、n-3系脂肪酸(オメガ3)が現代の
食生活で不足

n-3系脂肪酸(オメガ3)を多く含む食べ物

しそ、エゴマ、亜麻仁、

マグロ、ブリ、サバ、ハマチ、サンマ、ハマチ、

マイワシ、サバ、ブリ

血中コレステロール不足

- ① 細胞膜や血管が弱くなる
- ② 免疫力低下、脳出血やがんを引き起こしやすくなる

※現在の食生活では不足することはない、逆に過剰摂取が社会問題

コレステロールの摂取方針(健康維持・改善したい5項目)

① 食物繊維

腸管でコレステロールの吸着をする食物繊維が多い野菜類、海藻類、キノコ類などを食事に盛り込み十分に摂る。

② 動物性脂肪

LDLを上昇させる肉類やバターなどの乳製品の摂取を控える。

③ 調理油

総コレステロール値を下げ、HDLの生理作用を妨げないオレイン酸が主成分であるオリーブ油やキャノーラ油などを適量使用する。

④ 青魚

HDLを上昇させる作用があるDHAやEPAを含む青魚(イワシ・サンマ・ブリなど)を1週間の献立に1回以上盛り込む。

⑤ 飲酒

酒は百薬の長と呼ばれるように適量(1日1合以下)であれば、HDLの上昇効果がある。ただし、多量の飲酒はLDLを上昇させるので逆効果となるので注意が必要。

脂質異常症の診断基準（空腹時採血）

高LDLコレステロール血症

LDLコレステロール 140mg/dL以上

低HDLコレステロール血症

HDLコレステロール 40mg/dL未満

高トリグリセライド血症

トリグリセライド 150mg/dL以上

薬物療法の適応に関しては他の危険因子も勘案して決定すべき

日本動脈硬化学会

「動脈硬化性疾患予防ガイドライン2007年, 2012年版」

脂質異常症の診断基準（空腹時採血）

LDLコレステロール (悪玉コレステロール)	140mg/dL以上	高LDLコレステロール血症
	120~139mg/dL	境界域高LDLコレステロール血症**
HDLコレステロール (善玉コレステロール)	40mg/dL未満	低HDLコレステロール血症
トリグリセライド (中性脂肪)	150mg/dL以上	高トリグリセライド血症
non-HDLコレステロール***	170mg/dL以上	高non-HDLコレステロール血症
	150~169mg/dL	境界域高non-HDLコレステロール血症**

※2018年度から、特定健診の項目にnon HDL-コレステロールが加わった。

日本動脈硬化学会ガイドライン(2017年版)

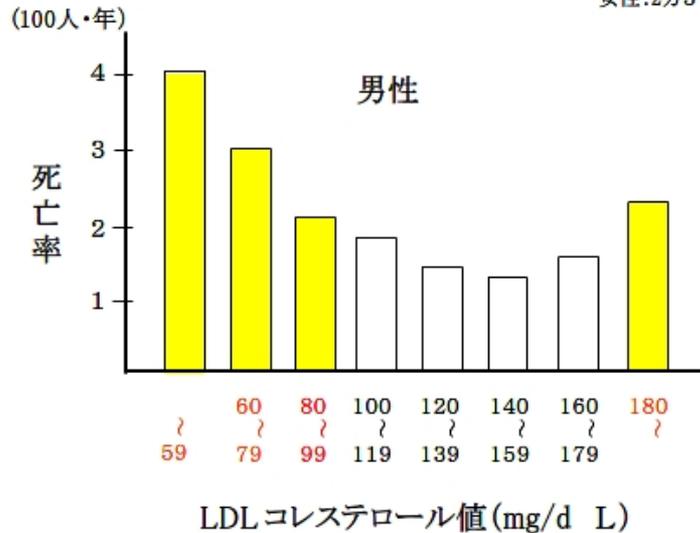
non-HDLコレステロール

= [総コレステロール] - [HDLコレステロール]

食事の影響を受けにくいとされる

日本人では低LDLコレステロールで死亡率が上昇する？

伊勢原市の調査
男性:2万9千人
女性:2万3千人



対象:1987-2006年(追跡調査)

:神奈川県伊勢原市

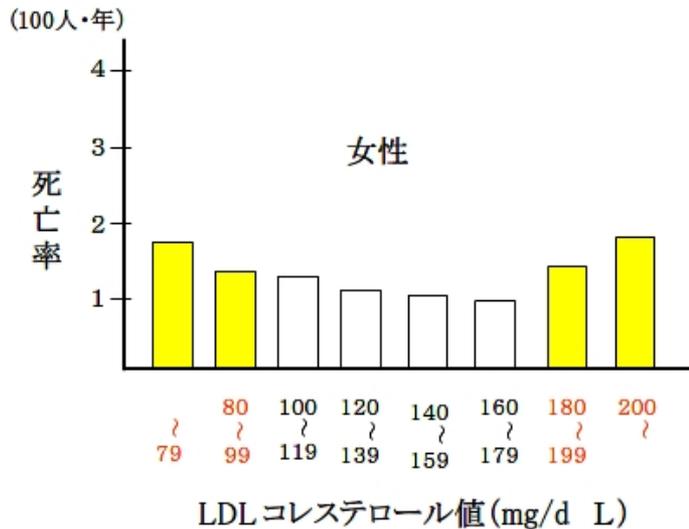
:老人基本検診を2回以上受診者

男性9,949人(平均年齢64.9歳)

女性16,172人(平均年齢61.8歳)

血中総コレステロール値が低いために死亡率が高くなるのではない

→ 感染症、がん、肝疾患、気管支炎、胃潰瘍、貧血の基礎疾患をもった人は血清総コレステロール値が低くなるので、死亡率が高くなるためと考えられる。



※低コレステロールは原因ではなく結果ではないかと考えられている