

看護師のための
栄養学・生化学テキスト

長坂祐二

宇部フロンティア大学出版会

2018年12月1日

はじめに

(1) 疾病と栄養

医療の現場では、患者が有する疾病を診断し、診断に基づいて適切な治療法が選択され、治療が実施される。疾病の治療法には、安静療法、運動療法、食事・栄養療法、薬物療法、手術療法、放射線療法、臓器移植など様々な選択肢がある。どのような治療法が選択されたとしても、患者が疾病や治療に伴う身体的負担に耐える体力を有しているかどうかは、治療の成否に大きく影響する。

食事・栄養療法は、患者の栄養状態を改善することにより、疾病と治療による身体的負担に耐える体力を養うのに最も有効な治療法である。栄養状態を改善することは、病気からの回復を促進し、さらに病気の発症・進展を予防することにつながる。また、疾病によっては、栄養療法（特定の栄養素の補給または制限）により疾病の病態自体を改善することが期待できる。

このように、食事・栄養療法は、すべての患者にとって欠かすことができない基本となる治療方法である。栄養と病態の関係を理解して看護実践に生かすためには、栄養学の基本的な知識を身に付けることが不可欠である。

(2) 栄養学と生化学

栄養とは、生物が生命維持、成長、臓器・組織の正常な機能維持、エネルギー産生のために食物を摂取、利用する過程のことである。食物中に含まれる物質で、生命の維持に必要な要素を栄養素という。栄養学は、栄養素の種類、構造、機能、消化、吸収、代謝に関する基礎的な知識の獲得にとどまらず、栄養ケア・マネジメントの視点から患者の状況に合わせた栄養ケアプランを立案し、実施する方法を学ぶ学問である。

栄養素には、体内でエネルギーを産生することができる栄養素で、糖質・タンパク質・脂質からなる三大栄養素と、これにビタミンと無機質を加えた五大栄養素に分類される。消化・吸収されないことから、以前は栄養素と考えられていなかった食物繊維は、近年生理的機能を持つことが知られるようになり、第6の栄養素として注目されている。

体内に摂取した栄養素は、体内でエネルギー源になったり体の構成成分になったりするために変化する。これを代謝という。代謝には、同化作用と異化作用がある。同化作用とは、外界から摂取した栄養素を基に、体の構成成分を作り出すことである。異化作用とは、外界から摂取した栄養素または体の構成成分を分解して、生命の維持に必要なエネルギーを作り出すことである。

栄養素は、分子できている。生体を構成する分子が、様々な化学反応により変化する仕組みを研究する学問が生化学である。よって、栄養学を理解するためには、生化学の知識が不可欠である。

(3) 看護と栄養

看護実践において、患者の食事の摂取状況を把握することは重要な業務である。栄養学と生化学に基づき、患者が摂取する食事の意味を理解し、エネルギーや栄養素の摂取過多あるいは不足が代謝や病態にどのような影響をもたらすかを考える力を身に付けることは、看護の質の向上に大きく貢献する。

(4) 本テキストの構成

0では、本テキストを読解するために必要な化学の基礎知識をまとめた。

1～7では、五大栄養素の種類、機能、代謝について、生化学の知識をベースとして解説した。

8では、核酸の代謝と遺伝子の発現に関する基礎知識を解説した。

9では、栄養素の消化と吸収の概要を解説した。

10では、食品と栄養素の関係、ライフステージごとに必要な栄養、日本人の食事摂取基準の概要を解説した。

11～15では、栄養ケア・マネジメントの考え方、栄養アセスメントの方法、栄養補給法、代表的疾患の栄養状態の特徴と栄養療法の原則について解説した。各章の末尾には、理解を定着させるための確認問題と、関連する看護師国家試験過去問を掲載した。

目次

はじめに

0.	栄養学・生化学の理解に必要な化学の基礎知識	1
1.	糖質の種類と機能	4
2.	脂質の種類と機能	8
3.	糖質・脂質の代謝	12
4.	アミノ酸・タンパク質の種類と機能	19
5.	アミノ酸・タンパク質の代謝	23
6.	エネルギー代謝	27
7.	ビタミン・ミネラルの種類と機能	33
8.	核酸の代謝と遺伝子の発現	41
9.	栄養素の消化と吸収	49
10.	食品群と栄養素、ライフステージと栄養、日本人の食事摂取基準、国民健康栄養調査	56
11.	栄養ケア・マネジメントと栄養アセスメント	64
12.	栄養補給法	69
13.	食事療法 (1) 肥満・メタボリックシンドローム	78
14.	食事療法 (2) 糖尿病、脂質異常症、高血圧	84
15.	食事療法 (3) 腎疾患、肝疾患、その他の疾患	92

0. 栄養学・生化学の理解に必要な化学の基礎知識

1. 原子の構造と種類

(1) 原子の構造

• 原子 (atom) の中央には原子核 (atomic nucleus) があり、その周りを覆う球状の電子雲の中を電子 (electron) が動き回っている。

• 原子核の性質

<ul style="list-style-type: none"> • 原子核は、正の電荷を持つ陽子 (proton) と、電荷を持たない中性子 (neutron) でできている。 • 原子は、陽子の数で分類される。(陽子数=原子番号) (原子は、約 100 種類ある) • 原子の質量数は、陽子の数と中性子の数の和である。(質量数=陽子の数+中性子の数) • 陽子の数が同じで、中性子の数が異なるものを同位体 (isotope、同位元素) という。 • 中性子の数=質量数-陽子の数
--

• 電子の性質

<ul style="list-style-type: none"> • 電子は、負の電荷をもつ。 • 電子は、質量をもたない。 • 電子は、<u>電子軌道</u>の中を動き回っている。(1つの電子軌道には、最大2つの電子が入る) • 1つまたは複数の電子軌道は、<u>電子殻</u> (K殻、L殻、M殻、N殻、・・・) を構成する。

• 電子殻に入る電子の数 ($2n^2$) は決まっている。

K殻 (n=1)	L殻 (n=2)	M殻 (n=3)	N殻 (n=4)	・・・
2個	8個	18個	32個	・・・

(2) 原子と元素

• 原子は、体積と質量をもつ物質である。(質量数の異なる個々の原子を表す)

• 元素は、原子の性質を抽出してまとめた概念である。(原子番号が同じ原子の集合を表す)

(3) 栄養学・生化学で扱う主な原子

原子名 (英語名)	元素記号	原子番号	質量数
水素 (hydrogen)	H	1	1.00794
炭素 (carbon)	C	6	12.0107
窒素 (nitrogen)	N	7	14.0067
酸素 (oxygen)	O	8	15.9994
ナトリウム (sodium)	Na	11	22.9898
マグネシウム (magnesium)	Mg	12	24.3050
リン (phosphorus)	P	15	30.9738
イオウ (sulfur)	S	16	32.0650
塩素 (chlorine)	Cl	17	35.4530
カリウム (potassium)	K	19	39.0983
カルシウム (calcium)	Ca	20	40.0780
クロム (chromium)	Cr	24	51.9961
マンガン (manganese)	Mn	25	54.9380
鉄 (iron)	Fe	26	55.8450
コバルト (cobalt)	Co	27	58.9331
銅 (copper)	Cu	29	63.5460
亜鉛 (zinc)	Zn	30	65.3800
セレン (selenium)	Se	34	78.9600
ヨウ素 (iodine)	I	53	126.904

2. 化学結合

- 分子 (molecule) は、原子が結びついてできる。
- 原子と原子の結びつきを化学結合という。
- 生化学で扱う主な化学結合は、イオン結合と共有結合である。

(1) イオン結合

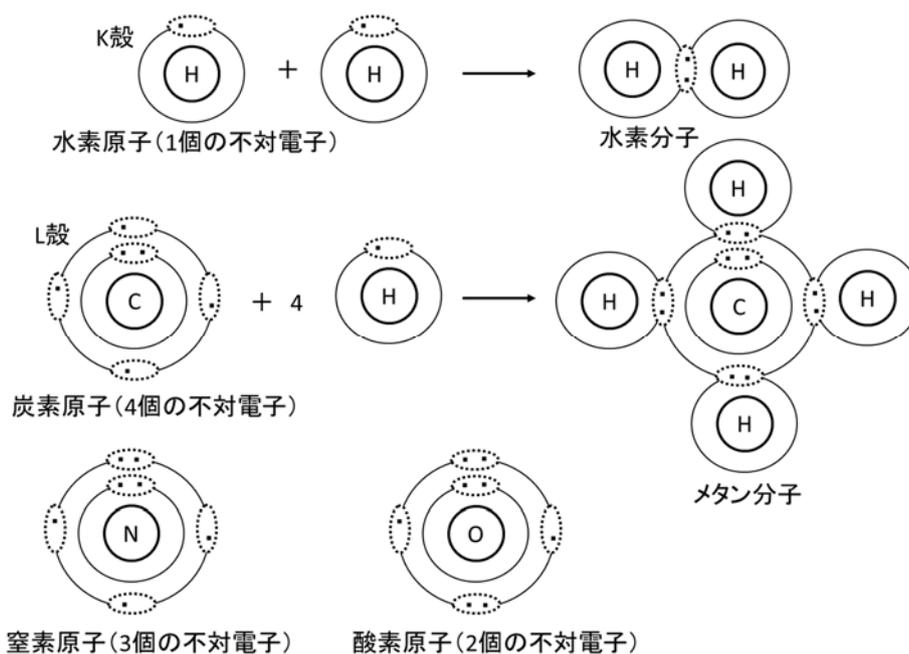
- 正の電荷をもつ「陽イオン」と負の電荷をもつ「陰イオン」との間で生じるクーロン力により形成される化学結合である。

- Na は、電子を一つ放出して Na^+ (正の電荷をもつナトリウムイオン) になる。
- Cl は、電子を1つ受け取って Cl^- (負の電荷をもつ塩素イオン) になる。
- Na^+ と Cl^- が、イオン結合で結びついたものが食塩 (NaCl) である。

(2) 共有結合

- 電子殻の電子は、2個が対になって安定する。
- 1つの電子殻に電子が1個あるものを、不対電子という。
- 不対電子を持つ原子同士が、電子を1個ずつ出し合って安定した結合を形成することを共有結合という。

- 水素原子 + 水素原子 → 水素分子 ($\text{H}-\text{H}$, H_2)
水素原子は、K 殻に 1 個の不対電子をもつ。(1つの共有結合を作ることができる)
- 炭素原子 + 水素原子 → メタン (CH_4)
炭素原子は、L 殻に 4 個の不対電子をもつ。(4つの共有結合を作ることができる)



- 共有結合を形成できる数は元素によって決まっている。

水素 (H)	酸素 (O)	炭素 (C)	窒素 (N)	リン (P)
1	2	4	3	5

3. 主な官能基

- ・有機化合物の分子構造の中にあって、共通の構造や反応性をもつ原子団を官能基という。
- ・生化学で扱う主な官能基

電荷を持たない官能基	水酸基 (-OH) アルデヒド基 (-CHO) ケトン基 (=C=O) (カルボニル基ともいう) メチル基 (-CH ₃)	
電荷を持つ官能基	負の電荷をもつもの	カルボキシル基 (-COOH → -COO ⁻ + H ⁺) リン酸基 (-H ₂ PO ₄ → -PO ₄ ²⁻ + 2H ⁺)
	正の電荷をもつもの	アミノ基 (-NH ₂) アミン (-NH ₂ + H ⁺ → -NH ₃ ⁺)
<p>水酸基 R-OH メチル基 $\begin{matrix} \text{H} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{matrix}$</p> <p>アルデヒド基 $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ ケトン基 (カルボニル基) $\text{R}_1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}_2$</p> <p>カルボキシル基 $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} \rightleftharpoons \text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}^- + \text{H}^+$</p> <p>リン酸基 $\text{R}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{P}}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{R}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{P}}(\text{OH})\text{O}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{R}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{P}}(\text{O})_2\text{O}^- + 2\text{H}^+$</p> <p>アミノ基 $\text{R}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{N}}} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{R}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{N}^+}}$</p>		

1. 糖質の種類と機能

1. 糖質の構造

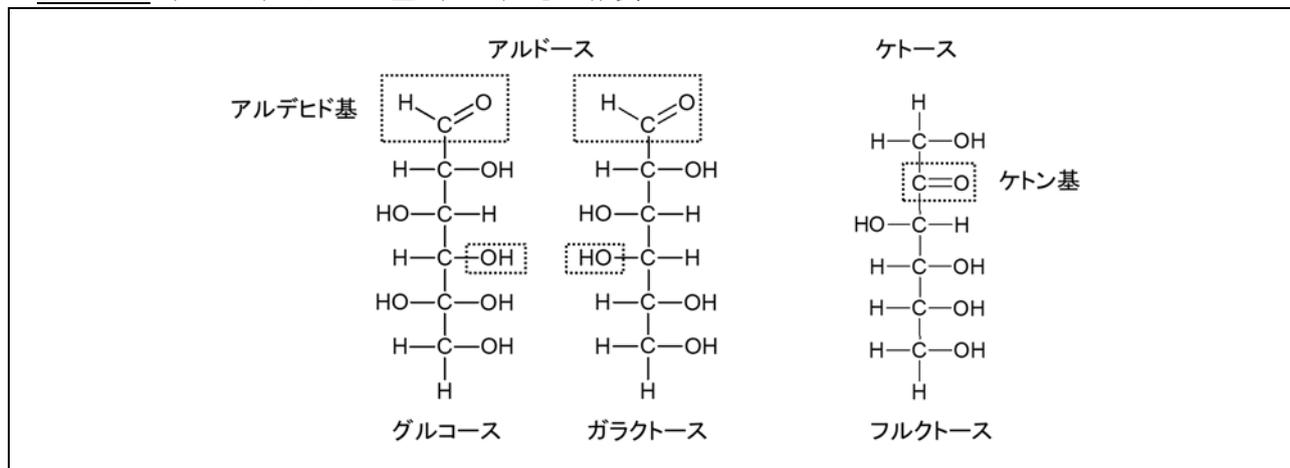
(1) 構造

- 炭水化物 (carbohydrate) : $C_m(H_2O)_n$ で表される化合物 (m, n は整数)
- 炭水化物 = 糖質 + 食物繊維
 - 糖質 (sugar) : 消化・吸収されて体内でエネルギー源になる炭水化物
 - 食物繊維 (dietary fiber) : 消化・吸収されない炭水化物

(2) 単糖類

1) アルドースとケトース

- アルドース (aldose) : アルデヒド基 (CHO) をもつ糖質
- ケトース (ketose) : ケトン基 (C=O) もつ糖質



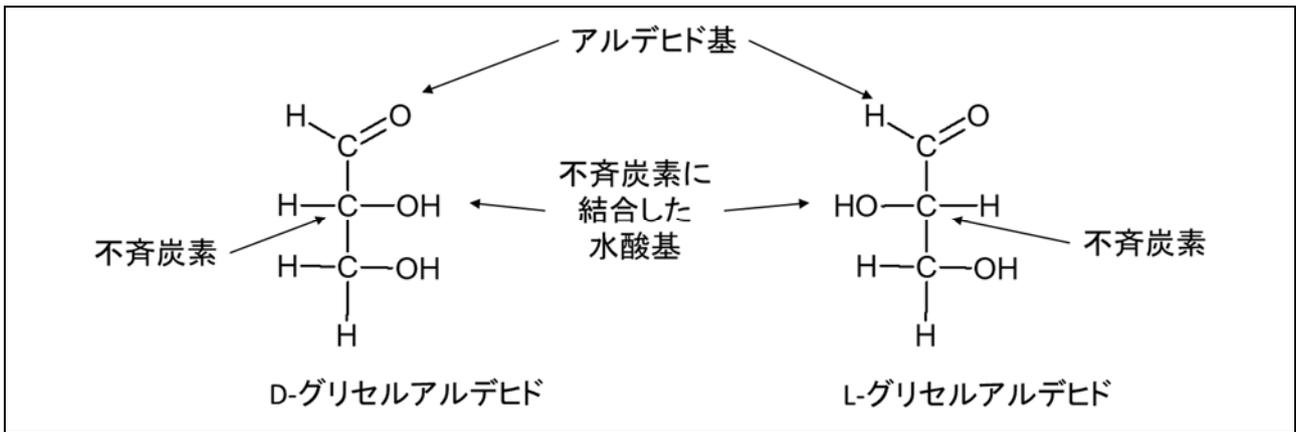
2) 主な単糖類

炭素原子の数	アルドース	ケトース
ヘキソース (六炭糖 $C_6H_{12}O_6$) hexose	グルコース、ガラクトース glucose, galactose	フルクトース fructose
ペントース (五炭糖 $C_5H_{10}O_5$) pentose	リボース ribose	リブロース ribulose
テトロース (四炭糖 $C_4H_8O_4$) tetrose	エリトロース erythrose	エリトルロース erythrulose
トリオース (三炭糖 $C_3H_6O_3$) triose	グリセルアルデヒド glyceraldehyde	ジヒドロキシアセトン dihydroxyacetone

- 数を表す接頭語 : (1) mono-, (2) di-, (3) tri-, (4) tetra-, (5) penta-, (6) hexa-, (7) hepta-, (8) octa-, (9) nona-, (10) deca-, (20) icsa-/eicsa-, (22) docosa-
- 炭水化物を表す接尾語 : -ose

3) 光学異性体 (D型とL型)

- 同じ分子であって、構造が鏡像の関係にあるものを光学異性体 (optical isomer) という。
- 糖質の化学式を、アルデヒド基 (CHO) を上に、不斉炭素原子 (asymmetric carbon atom) を下に描いた場合、不斉炭素に結合している水酸基 (OH) が右側にあるものをD型、左側にあるものをL型という。
- 不斉炭素原子 : 4つの共有結合がすべて異なる原子団である炭素原子
 - D : 右 (dexter)、L : 左 (laevus)
- 生体内に存在する糖質のほとんどがD型である。



4) 環状構造

- グルコースは、アルデヒド基 (CHO) の炭素 (1 番目) と 5 番目の炭素に結合している水酸基 (OH) が反応してピラノース (六角形の環状構造) を作る。この時、1 番目の炭素のところにできる構造をヘミアセタールという。
- フルクトースは、ケトン基 (=O) の炭素 (2 番目) と 5 番目の炭素に結合している水酸基 (OH) が反応してフラノース (五角形の環状構造) を作る。この時、2 番目の炭素のところにできる構造をヘミケタールという。
- 水溶液中のグルコースの 99.9% は環状構造になっている。

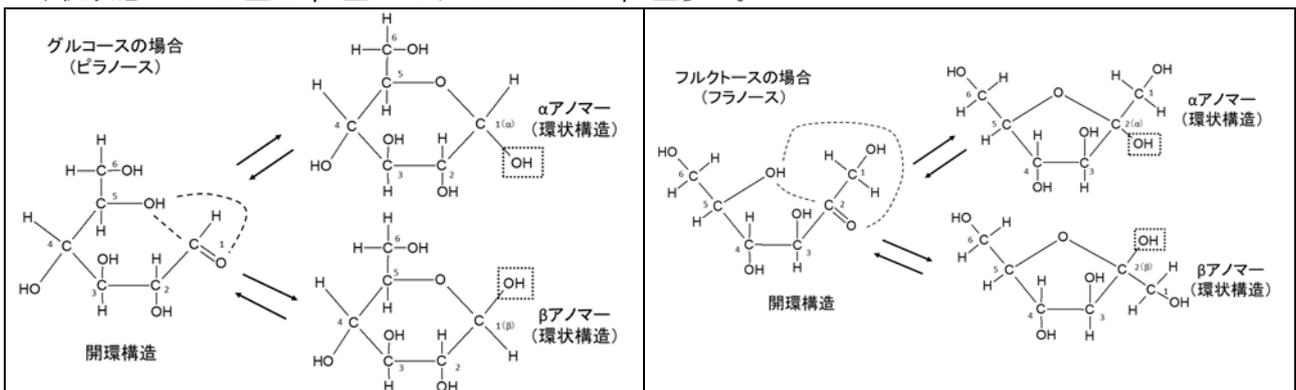
5) アノマー (α型とβ型)

- 糖が環状構造を形成する際に生じる 2 種類の立体異性体ことを互いにアノマー (anomer) という
- ヘミアセタールまたはヘミケタールの炭素に結合している水酸基の向きにより 2 種類のアノマーが出現する。

α アノマー (または α 型) : 水酸基を下に書いたもの

β アノマー (または β 型) : 水酸基を上にしたもの

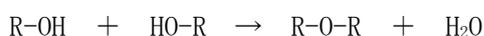
- 糖質は、常に環状構造をとっているわけではなく、ときどき鎖状構造になる。
- 鎖状構造になったとき 4 番と 5 番の炭素の間の結合が回転して、次に環状構造になったときには α 型になったり、β 型になったりする。
- 平衡状態では α 型と β 型の比率は 36 : 64 で β 型多い。



(3) 少糖類

1) グリコシド結合

- グリコシド結合は、隣り合う 2 つの水酸基から脱水が起こって形成される。



- 単糖類が 2~9 個結合したものを少糖類、10 個以上結合したものを多糖類という。

2) 主な二糖類

二糖類	構成する単糖類
マルトース (麦芽糖) maltose	グルコース (ブドウ糖) + グルコース (ブドウ糖)
スクロース (ショ糖) sucrose	グルコース (ブドウ糖) + フルクトース (果糖)
ラクトース (乳糖) lactose	グルコース (ブドウ糖) + ガラクトース

The diagram shows the Haworth projections of three disaccharides.
マルトース (α1→4グリコシド結合): Two α-D-glucopyranose units linked at their C1 and C4 positions.
スクロース (α1⇔2βグリコシド結合): An α-D-glucopyranose unit linked at its C1 position to a β-D-fructofuranose unit at its C2 position.
ラクトース (β1→4グリコシド結合): A β-D-galactopyranose unit linked at its C1 position to an α-D-glucopyranose unit at its C4 position.

3) オリゴ糖

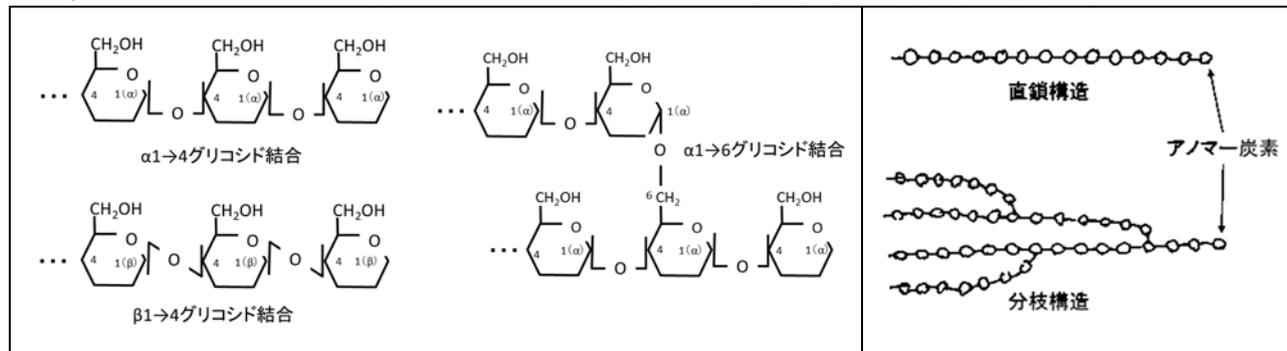
- ・フラクトオリゴ糖、ガラクトオリゴ糖など
- ・整腸作用、腸内細菌叢の改善など生理活性が知られ、健康食品などで利用されている。

(4) 多糖類

1) グリコシド結合

- ・直鎖構造は、α1→4 グリコシド結合 (αアノマーの1番目の炭素と4番目の炭素が縮合してできる結合) によってできる。
- ・分枝構造は、α1→6 グリコシド結合 (αアノマーの1番目の炭素と6番目の炭素が縮合してできる結合) によってできる。
- ・セルロースは、グルコースが β1→4 グリコシド結合 (βアノマーの1番目の炭素と4番目の炭素が縮合してできる結合) で直線状につながってできる

唾液および膵液に含まれるαアミラーゼは、α1→4 グリコシド結合を切断することができるが、β1→4 グリコシド結合を切断することはできないので、食物繊維を分解できない。



2) 主な多糖類

	多糖類		構成する単糖類	構造
動物	グリコーゲン glycogen		グルコース	直鎖構造＋分枝構造 ($\alpha 1\rightarrow 4$ 、 $\alpha 1\rightarrow 6$)
植物	でんぷん starch	アミロース amylose	グルコース	直鎖構造のみ ($\alpha 1\rightarrow 4$)
		アミロペクチン amylopectin	グルコース	直鎖構造＋分枝構造 ($\alpha 1\rightarrow 4$ 、 $\alpha 1\rightarrow 6$)
	食物繊維 dietary fiber	セルロース cellulose	グルコース	直鎖構造 ($\beta 1\rightarrow 4$)

- ・アミロペクチンは、24～30個のグルコースごとに分枝する。
- ・グリコーゲンは、12～18個のグルコースごとに分枝する。
- ・でんぷんを化学的または酵素的に低分子化したものを総称してデキストリン (dextrin) という。

2. 糖質の機能

(1) エネルギー源

- ・1gあたり4kcal
- ・脳は、糖質を主たるエネルギー源とし、脂質をエネルギー源として利用できない。
- ・脳は糖質を貯蔵できないので、糖質を脳に供給するために血糖値を一定以上に維持する必要がある。

(2) エネルギーの貯蔵

- ・グリコーゲンとして肝臓 (100g) と筋肉 (250g) に貯蔵する。
エネルギー貯蔵量 = $(100 + 250) \times 4 = 1,400\text{kcal}$
- ・過剰に摂取した糖質は、中性脂肪に変換して脂肪組織に貯蔵される。

(3) タンパク質の利用効率

- ・飢餓状態では、タンパク質を分解してエネルギー源に利用する。
- ・タンパク質の分解を抑制し、利用効率を高めるためには、糖質を十分量に摂取する必要がある。

(4) 三大栄養素の相互変換

- ・糖質を分解して、脂肪酸合成の材料を産生することができる。
- ・糖質を分解して、アミノ酸合成の材料を産生することができる。
- ・アミノ酸 (糖原性アミノ酸) を分解して、糖質合成の材料を産生することができる。
- ・アミノ酸 (ケト原性アミノ酸) を分解して、脂肪酸合成の材料を産生することができる。
- ・脂肪酸を分解して、糖質合成またはアミノ酸合成の材料を産生することはできない。

確認問題

正しいものに○、誤っているものに×を付けなさい。

1. () 食物繊維は、糖質の一種である。
2. () グルコースは、ケトン基をもつケトースである。
3. () ヘキソースは、五炭糖である。
4. () 糖質の光学異性体は、ほとんどがD型である。
5. () マルトースは、グルコースとフルクトースからなる二単糖である。
6. () スクロースは、2分子のグルコースからなる二単糖である。
7. () グリコーゲンは、直鎖上の多糖類である。
8. () セルロースは、グルコースが $\alpha 1\rightarrow 4$ グリコシド結合でつながってできる。
9. () 糖質 1g は、8kcal のエネルギーを含んでいる。
10. () グリコーゲンとして 10 日分のエネルギー (約 20,000kcal) を貯蔵できる。

2. 脂質の種類と機能

1. 脂質の構造

(1) 定義

- 脂質 (lipid) : 水に溶けず、有機溶媒に溶ける化合物の総称

(2) 単純脂質

- 単純脂質 (simple lipid) : 脂質のカルボキシル基 (COOH) とアルコールの水酸基 (OH) が縮合してできるエステル (-CO-)



- アシルグリセロール (acylglycerol) は、脂肪酸 (fatty acid) のカルボキシル基とグリセロール (glycerol) の水酸基が縮合してできる。

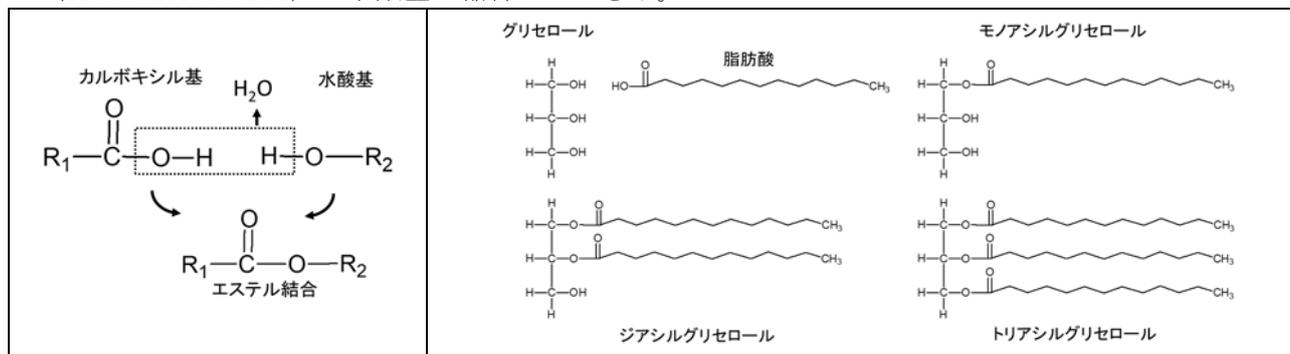
脂肪酸が 1 本 → モノアシルグリセロール (monoacylglycerol)

脂肪酸が 2 本 → ジアシルグリセロール (diacylglycerol)

脂肪酸が 3 本 → トリアシルグリセロール (triacylglycerol)

(中性脂肪 neutral fat またはトリグリセリド triglyceride ともいう)

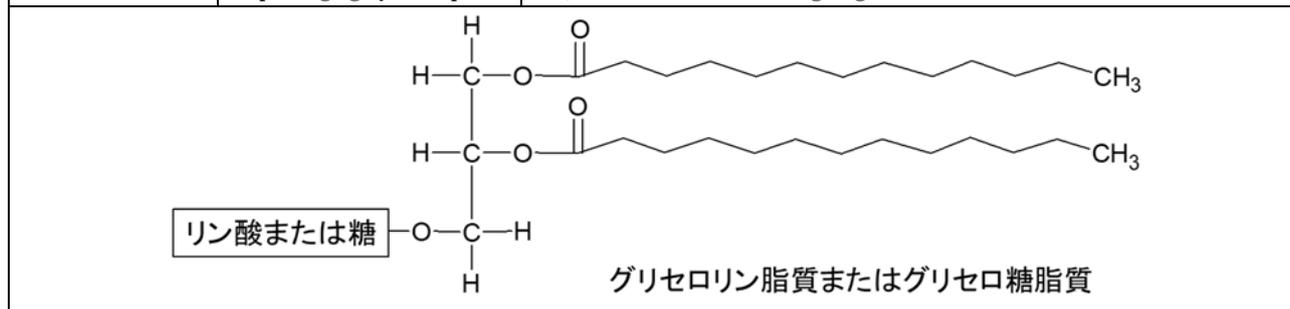
- コレステロールエステル (cholesterol ester) は、脂肪酸のカルボキシル基と遊離型コレステロール (free cholesterol) の水酸基が縮合してできる。

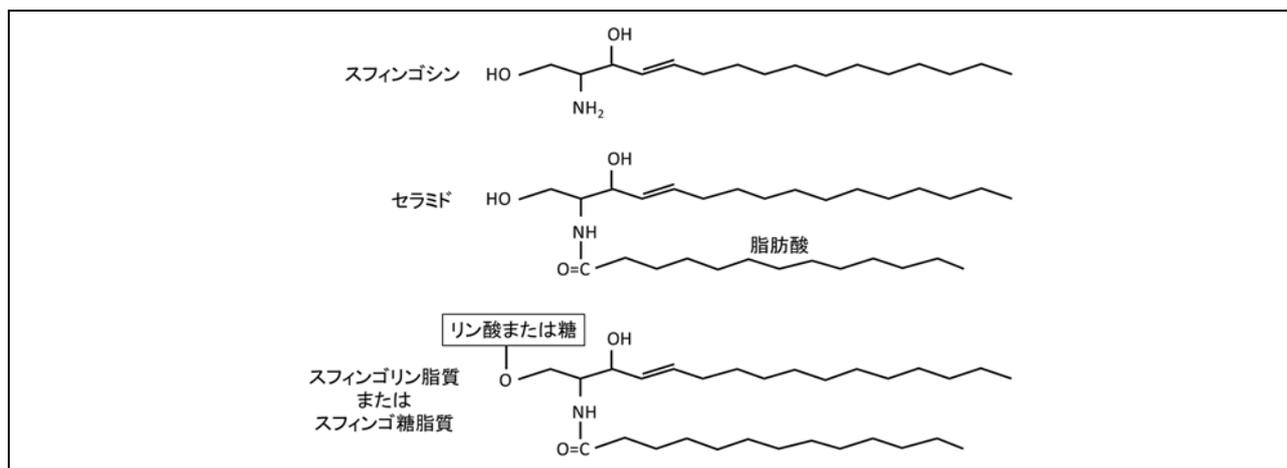


(3) 複合脂質

- 複合脂質 (complex lipid) : 単純脂質にリン酸、糖、含窒素化合物などが結合したもの

リン脂質 phospholipid	グリセロリン脂質 glycerophospholipid	<ul style="list-style-type: none"> グリセロールに脂肪酸とリン酸が結合したもの 例) ホスファチジルコリン phosphatidyl choline ホスファチジルイノシトール phosphatidyl inositol ホスファチジルセリン phosphatidyl serine
	スフィンゴリン脂質 sphingophospholipid	<ul style="list-style-type: none"> スフィンゴシンに脂肪酸とリン酸が結合したもの 例) スフィンゴミエリン sphingomyelin
糖脂質 glycolipid	グリセロ糖脂質 gliceroglycolipid	<ul style="list-style-type: none"> グリセロールに脂肪酸と糖質が結合したもの 例) ガラクト脂質 galactolipid
	スフィンゴ糖脂質 sphingoglycolipid	<ul style="list-style-type: none"> スフィンゴシンに脂肪酸と糖質が結合したもの 例) ガングリオシド ganglioside





(4) 誘導脂質

- 誘導脂質 (derived lipid) : 単純脂質や複合脂質を加水分解してできるもの
脂肪酸、コレステロール (遊離型) などがある。

(5) 脂肪酸

1) 構造

- 鎖状の炭化水素の一端にカルボキシル基 (COOH) が結合したもの
- 炭素の数により短鎖脂肪酸 (炭素数 2~4)、中鎖脂肪酸 (炭素数 5~10)、長鎖脂肪酸 (炭素数 11 以上) に分類される。
- 炭素の鎖のつながり方には一重結合 (-C-C-) と二重結合 (-C=C-) がある。
一重結合だけからなる脂肪酸を飽和脂肪酸という。
二重結合が 1 つある脂肪酸を一価不飽和脂肪酸という。
二重結合が 2 つ以上ある脂肪酸を多価不飽和脂肪酸という。

2) 主な脂肪酸

炭素数	飽和脂肪酸	一価不飽和脂肪酸	多価不飽和脂肪酸 (二重結合の数)
8	カプリル酸		
14	ミリスチン酸		
16	パルミチン酸 palmitic acid		
18	ステアリン酸 stearic acid	オレイン酸 oleic acid	リノール酸 (2) linoleic acid α-リノレン酸 (3) α-linolenic acid γ-リノレン酸 (3) γ-linolenic acid
20	アラキジン酸 arachidic acid		アラキドン酸 (4) arachidonic acid エイコサペンタエン酸 (EPA) (5) eicosapentaenoic acid
22	ベヘン酸 behenic acid		ドコサヘキサエン酸 (DHA) (6) docosahexaenoic acid

- カプリル酸は、ココナッツ油に多く含まれる。
- ミリスチン酸は、ヤシ油、パーム油に多く含まれる。
- ステアリン酸は、動物油に多く含まれる。
- オレイン酸は、オリーブ油に多く含まれる。
- リノール酸、αリノレン酸、γリノレン酸は、植物油に多く含まれる。
- EPA、DHA は、魚油に多く含まれる。

飽和脂肪酸		COOH パルミチン酸 C16:0
		COOH ステアリン酸 C18:0
n-9系		COOH オレイン酸 C18:1
n-6系		COOH リノール酸 C18:2
		COOH γ-リノレン酸 C18:3
		COOH アラキドン酸 C20:3
n-3系		COOH α-リノレン酸 C18:3
		COOH EPA C20:5
		COOH DHA C22:6

3) 二重結合の位置による脂肪酸の分類

分類	ω 位に最も近い二重結合の位置	代表例
n-3 系脂肪酸 (ω3 系脂肪酸)	<u>3 番目</u> と 4 番目の炭素の間	α-リノレン酸 EPA (エイコサペンタエン酸) DHA (ドコサヘキサエン酸)
n-6 系脂肪酸 (ω6 系脂肪酸)	<u>6 番目</u> と 7 番目の炭素の間	リノール酸 γ-リノレン酸 アラキドン酸
n-9 系脂肪酸 (ω9 系脂肪酸)	<u>9 番目</u> と 10 番目の炭素の間	オレイン酸

*n-3 系：「エヌマイナスサンケイ」と読む。

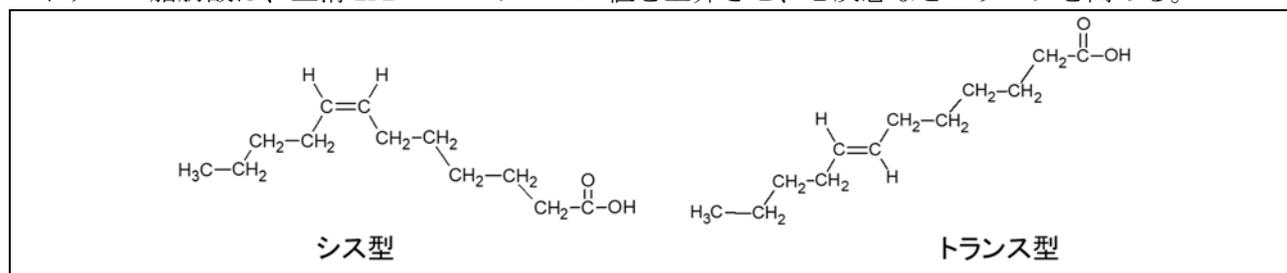
*ω3 系：「オメガサンケイ」と読む。

4) 必須脂肪酸

- ・ヒトは、脂肪酸のカルボキシル基から数えて 9 番目の炭素までは二重結合を導入することができるが、それ以上離れた場所に二重結合を導入できない。
- ・リノール酸と α-リノレン酸は、体内で合成できない（二重結合を導入できない）ので、食物として摂取しなければならない**必須脂肪酸** (essential fatty acid) である。
- ・γ-リノレン酸とアラキドン酸 (20:4) は、リノール酸から合成される。
- ・エイコサペンタエン酸 (EPA) とドコサヘキサエン酸 (DHA) は、α-リノレン酸から合成される。

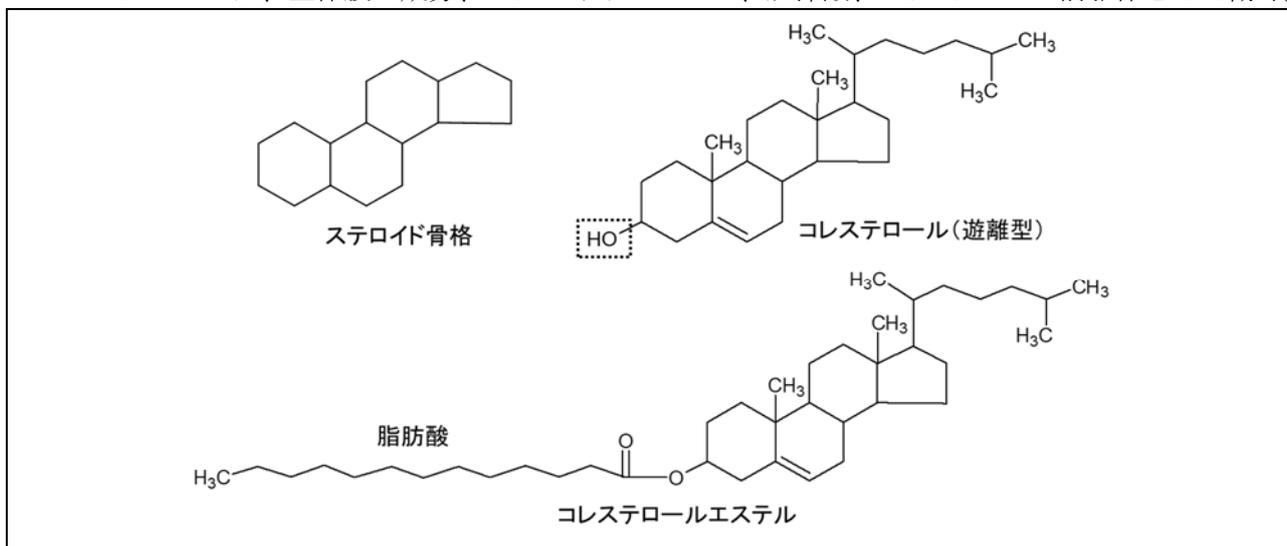
5) トランス脂肪酸

- ・脂肪酸の二重結合のところのつながり方が、トランス型の脂肪酸
- ・天然の植物油にはほとんど含まれていないが、加工の過程で生成するため、マーガリン、ショートニングなどに多く含まれている。
- ・トランス脂肪酸は、血清 LDL-コレステロール値を上昇させ、心疾患などのリスクを高める。



(6) ステロイド

- ステロイドは、ステロイド骨格を持つ脂質の総称
- ステロイドには、コレステロール、胆汁酸、ステロイドホルモン（性ホルモンや副腎皮質ホルモン）、ビタミンDなどがある。
- コレステロールは、生体膜の成分、ステロイドホルモン、胆汁酸、ビタミンDの前駆体として働く。



2. 脂質の機能

(1) エネルギー源

- 1g 当たり 9kcal (糖質、タンパク質に比べて高エネルギー)

(2) エネルギー貯蔵

- トリグリセリド (中性脂肪) として脂肪組織に貯蔵
- 体重 50 kg、体脂肪率 20%、体脂肪 1kg=7,000kcal とすると、
エネルギー貯蔵量=50×0.2×7,000=70,000kcal

(3) 機能性脂質

- 生体膜の成分：リン脂質、糖脂質、コレステロール
- 生理活性物質：アラキドン酸は、プロスタグランジン、ロイコトリエンなどの前駆体
- 胃内滞留時間の延長

確認問題

正しいものに○、誤っているものに×を付けなさい。

1. () トリグリセリド (中性脂肪) は、グリセロールに 1 本の脂肪酸が結合している。
2. () ホスファチジルコリンは、単純脂質である。
3. () スフィンゴリン脂質は、誘導脂質である。
4. () 脂肪酸は、誘導脂質である。
5. () パルミチン酸は、炭素数が 18 個の飽和脂肪酸である。
6. () ステアリン酸は、一価不飽和脂肪酸である。
7. () γ-リノレン酸は、必須脂肪酸である。
8. () トランス脂肪酸は、天然の植物油に多く含まれている。
9. () コレステロールは、ビタミンDの前駆体である。
10. () 脂質 1g は、4kcal のエネルギーを含んでいる。

3. 糖質・脂質の代謝

1. 炭素の酸化と還元

- 酸化：酸素を得る＝水素を失う＝電子を失う＝エネルギーを放出する。
- 還元：酸素を失う＝水素を得る＝電子を得る＝エネルギーを獲得する。
- 炭素を還元すると、エネルギーを獲得する。 $6H_2O + 6CO_2 + \text{エネルギー} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$
- 炭素を酸化すると、エネルギーを放出する。 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_2O + 6CO_2 + \text{エネルギー}$
- 炭素の酸化により失った電子は、 NAD^+ とFADが受け取り、電子伝達系に運搬する。

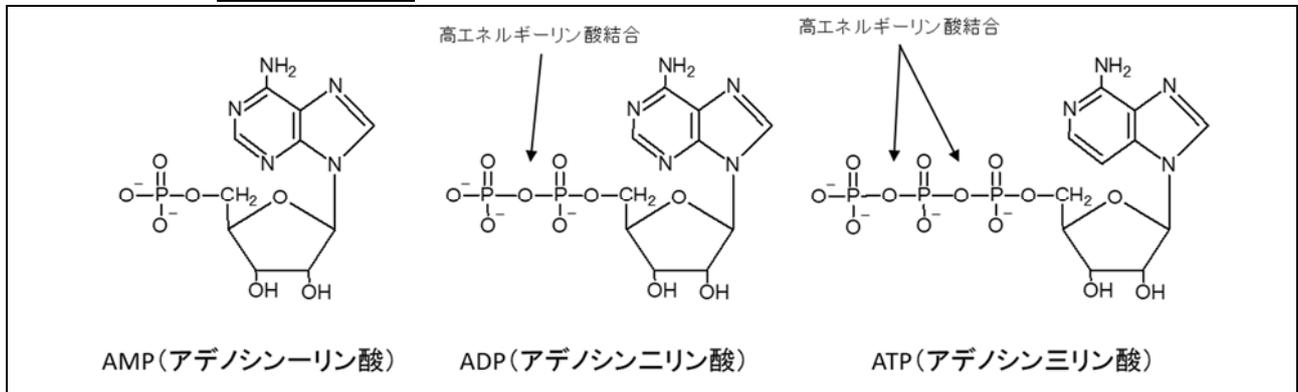
NAD^+ (nicotinamide adenine dinucleotide) : $NAD^+ \rightarrow NADH + H^+$

NAD^+ は、ビタミンであるナイアシンに由来する補酵素である。

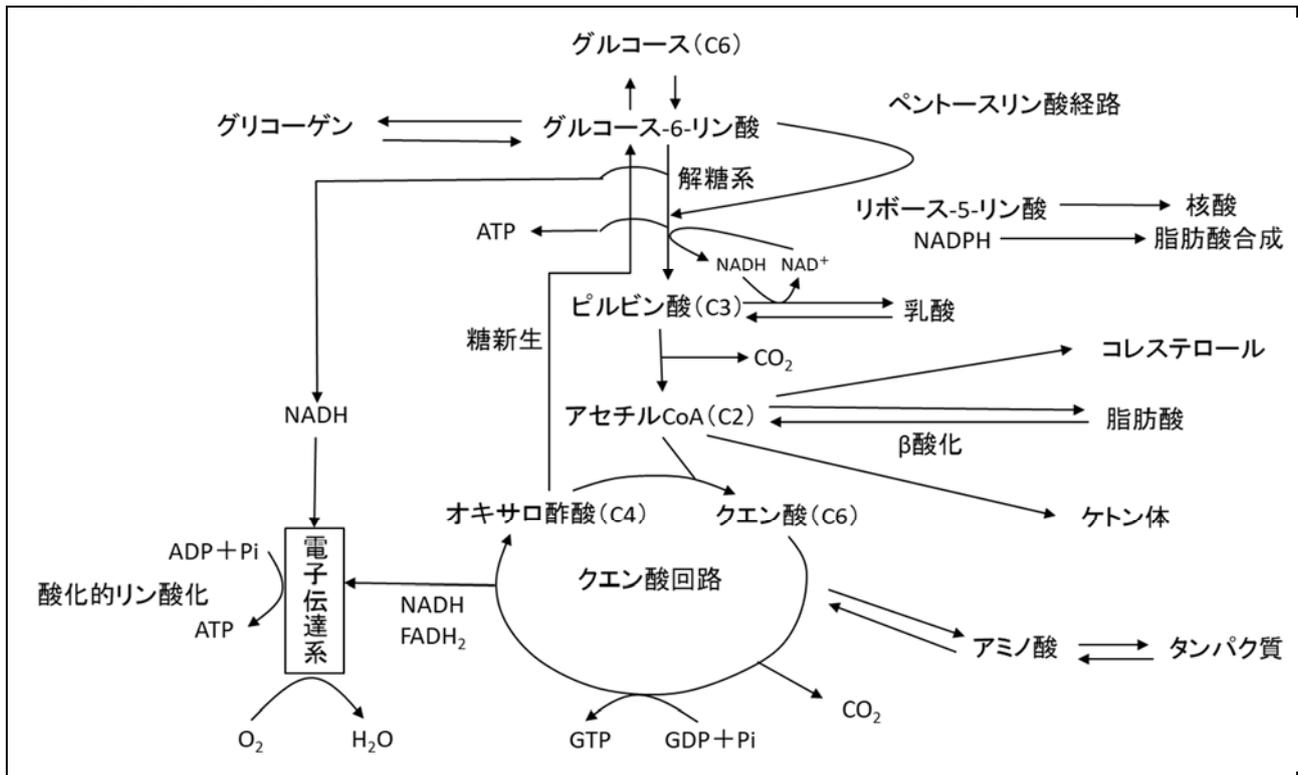
FAD (flavin adenine dinucleotide) $FAD \rightarrow FADH_2$

FADは、ビタミンB₂ (リボフラビン) に由来する補酵素である。

- 電子は、最終的にはO₂に渡され、H₂Oができる。
- この時放出されるエネルギーを使って、ADP (adenosine diphosphate アデノシン二リン酸) にPi (リン酸) を付加 (高エネルギーリン酸結合) してATP (adenosine triphosphate アデノシン三リン酸) を合成する。(酸化リン酸化)



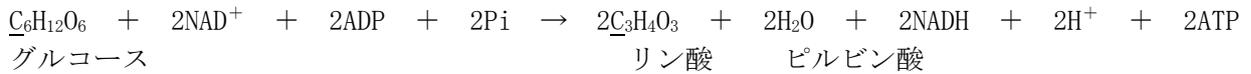
2. 糖質・脂質の代謝のまとめ



3. 糖質の代謝

(1) 解糖系

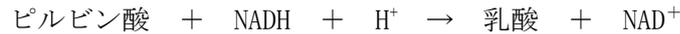
- 解糖系は、細胞質に存在する。
- 解糖系は、1分子のグルコース (C₆) から2分子のピルビン酸 (C₃) が生成するまでの10段階の化学反応で構成される。



2分子ATPが消費され、4分子のATPが生成するので、正味2分子のATPが産生される。

NAD⁺が補酵素として働き、2分子のNADHが生成する。

- 嫌氣的条件下（酸素の供給が不十分）では、ピルビン酸は乳酸脱水素酵素の作用により乳酸を生成する。



この反応によりNADHからNAD⁺を再生するので、嫌氣的条件下でも解糖系を進めてATPを産生することができる。

乳酸が細胞内に蓄積すると細胞質のpHが低下し、解糖系の酵素が働かなくなるのでATPを産生できなくなる。

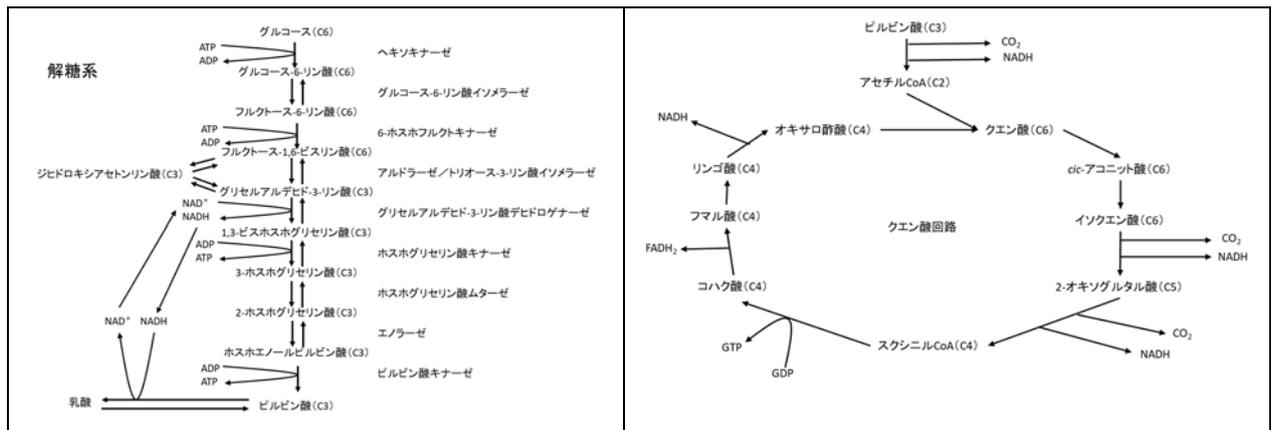
(2) クエン酸回路

- クエン酸回路は、ミトコンドリアのマトリックスに存在する。
- 好氣的条件下（酸素の供給が十分）では、ピルビン酸はミトコンドリアに入ってアセチル CoA (C₂) となる。

この時、1分子のCO₂が放出され、1分子のNADHが生成する。

この反応の補酵素は、ビタミンB₁由来のチアミンニリン酸 (thiamine pyrophosphate, TPP) である。

- アセチル CoA は、オキサロ酢酸 (C₄) と結合してクエン酸 (C₆) となって、クエン酸回路に入る。
- クエン酸回路は8つの化学反応で構成される。
- アセチル CoA に含まれる2つの炭素原子は、2分子のCO₂として放出される。
- 解糖系とクエン酸回路でグルコースの6つの炭素原子はすべてCO₂に酸化される。
- クエン酸回路の反応は、すべて酵素的に進行し、酸素分子が直接関わる反応過程はない。
- クエン酸回路では、1分子のGTP、3分子のNADH、1分子のFADH₂が生成する。

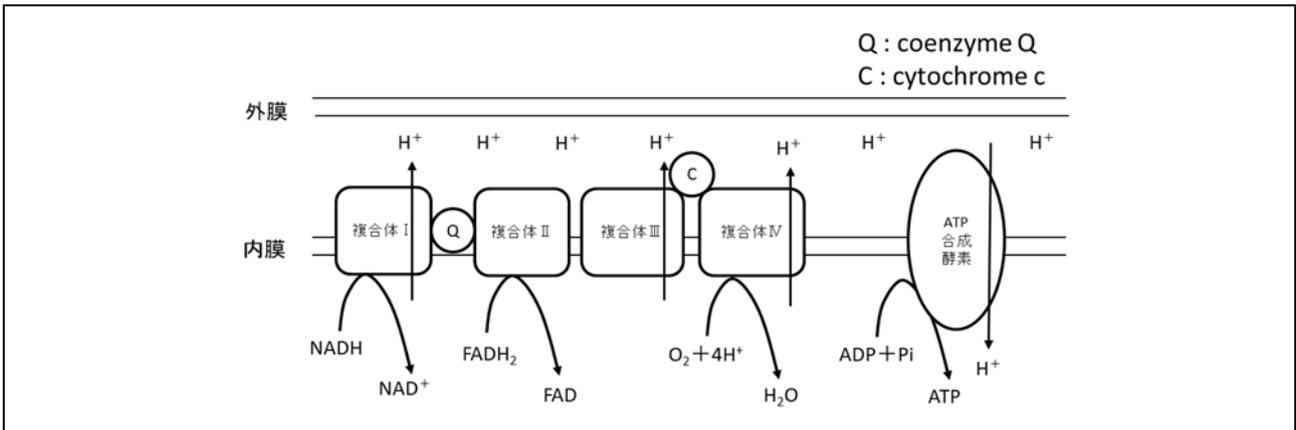


(3) 電子伝達系

- 電子伝達系は、ミトコンドリア内膜に存在する。
- 電子伝達系は、4つのたんぱく質複合体 (I~IV)、ユビキノン、シトクロム c で構成されている。
- 複合体 I は NADH から、複合体 II は FADH₂ から電子を受け取る。
- その後、電子は CoQ (コエンザイム Q またはユビキノン) → 複合体 III → シトクロム c → 複合体 IV の順番で次々に渡され、最後に酸素に渡されて水ができる。

(4) 酸化リン酸化

- 電子伝達系で、電子がリレーで渡されるときに放出されるエネルギーを利用して、ミトコンドリアのマトリクスにある水素イオン (H⁺) が内膜と外膜の間 (膜間腔) に汲み出され、内膜の内外で H⁺ の濃度勾配ができる。
- こうして作られた H⁺ の濃度勾配に従って、H⁺ がマトリクスに戻る時に、ATP 合成酵素を水車のように回して ADP (adenosine diphosphate、アデノシン二リン酸) にリン酸を付加して ATP (adenosine triphosphate、アデノシン三リン酸) が合成する。
- 電子伝達系の 基質の酸化反応 によって発生するエネルギーを利用してできた H⁺ の濃度勾配と、濃度差により発生する H⁺ の流れを利用して ADP をリン酸化して ATP を合成する反応が共役しているので、「酸化リン酸化」という。
- NADH : 1 分子につき酸化リン酸化によって 3 分子の ATP ができる。
- FADH₂ : 1 分子につき酸化リン酸化によって 2 分子の ATP ができる。

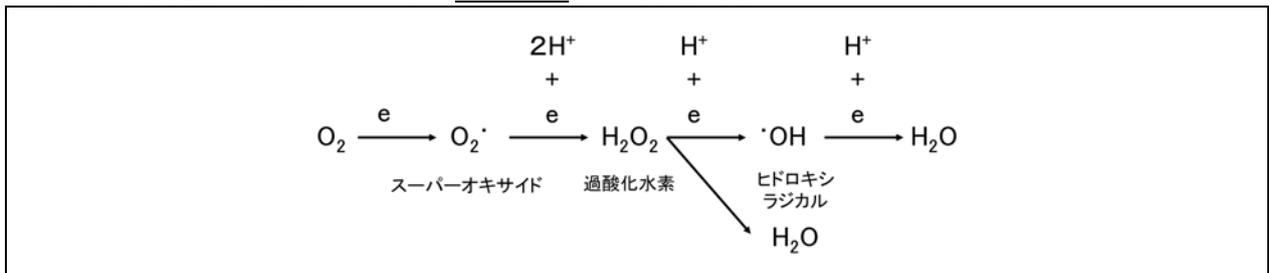


(5) 1 分子のグルコース代謝によって産生される ATP 分子の数

- 解糖では、2 分子の ATP が消費され、4 分子の ATP ができる。また、2 つの NADH ができるので、8 分子の ATP ができる。 $(4-2) + 3 \times 2 = 8$
- 次に、2 分子のピルビン酸が 2 分子のアセチル CoA になるときに 2 分子の NADH ができるので、6 分子の ATP ができる。 $3 \times 2 = 6$
- 2 分子のアセチル CoA がクエン酸回路に入ると、2 分子の GTP、6 分子の NADH、2 分子の FADH₂ ができる。GTP1 分子は ATP1 分子に相当する。 $2 + 3 \times 6 + 2 \times 2 = 24$
- 以上より、1 分子のグルコースが水と二酸化炭素に分解されると合計 $8 + 6 + 24 = 38$ 分子の ATP が産生される。

(6) 活性酸素の発生

- 電子伝達系で、最終的な電子受容体として働くのは酸素分子である。
- 電子伝達系の電子は、最終的には酸素に渡され、水ができる。
- 酸素に電子が渡されて水ができるまでの中間体 (スーパーオキシド、過酸化水素、ヒドロキシラジカル) は、反応性に富むことから「活性酸素」と呼ばれる。



(7) ペントースリン酸回路

- ・ペントースリン酸回路は、細胞質に存在する、解糖系の側路である。
- ・ペントースリン酸回路の2つの役割
 - ①脂質合成に必要な NADPH (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate の還元型) の産生
 - ②スクレオチド合成に必要な リボース-5-リン酸 の産生

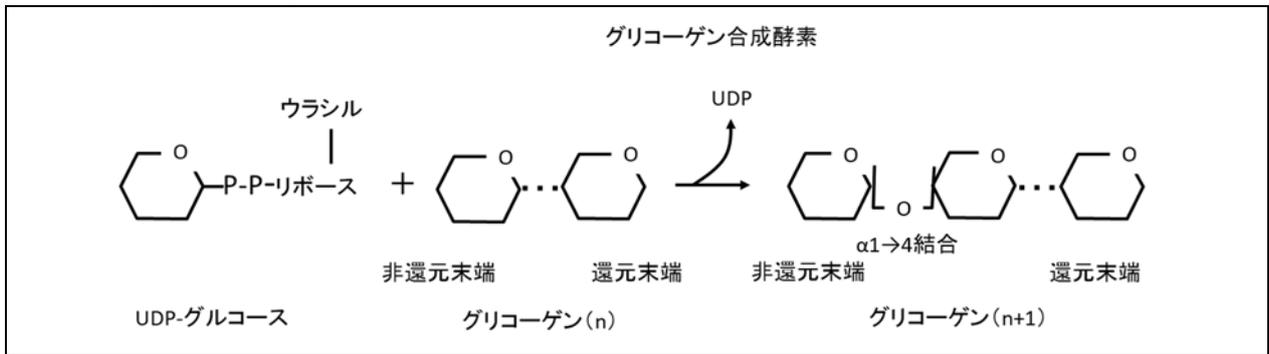
(8) 糖新生

- ・糖新生は、オキサロ酢酸からホスホエノールピルビン酸を経てグルコースを生成する代謝経路である。

(9) グリコーゲン代謝

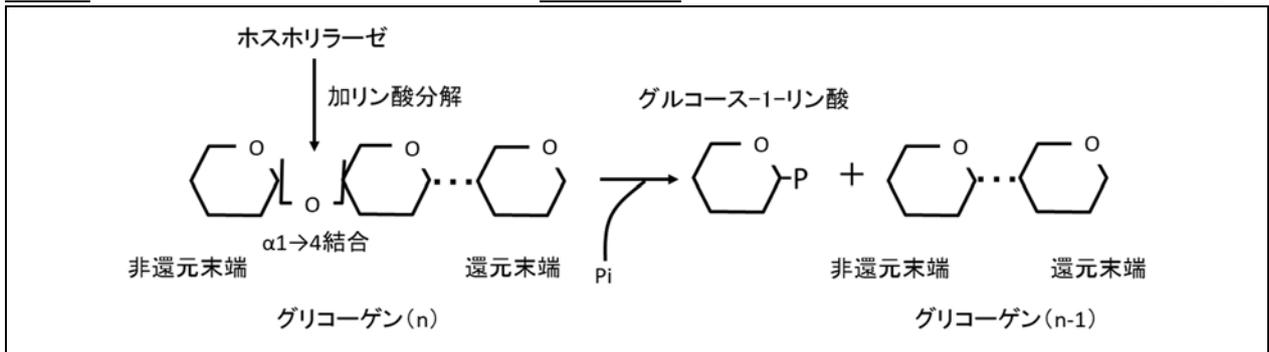
1) グリコーゲンの合成

- ・グリコーゲンは、グリコーゲン合成酵素によって合成される。
- ・インスリンは、グリコーゲン合成酵素を活性化し、ホスホリラーゼを抑制することにより、グリコーゲン合成を増加させる。



2) グリコーゲンの分解

- ・グリコーゲンは、ホスホリラーゼによって分解される。
- ・グルカゴンは、グリコーゲン合成酵素を抑制し、ホスホリラーゼを活性化することにより、グリコーゲン分解を増加させる。
- ・グルコース-6-ホスファターゼは、グルコース-6-リン酸を加水分解してグルコースを生成する。
- ・肝臓にはグルコース-6-ホスファターゼが存在するので、グルコースを血液中に放出できる。
- ・骨格筋にはグルコース-6-ホスファターゼが存在しないので、グルコースを血液中に放出できない。



(10) 血糖値の調節

血糖値を低下させるホルモン	<ul style="list-style-type: none"> ・インスリン ・作用：解糖系の促進、糖新生の抑制、グリコーゲン合成の促進
血糖値を上昇させるホルモン	<ul style="list-style-type: none"> ・グルカゴン、成長ホルモン、アドレナリン、副腎皮質ホルモン ・作用：解糖系の抑制、糖新生の促進、グリコーゲン分解の促進

2. 脂質の代謝

(1) 脂肪酸の代謝

1) 脂肪酸の合成

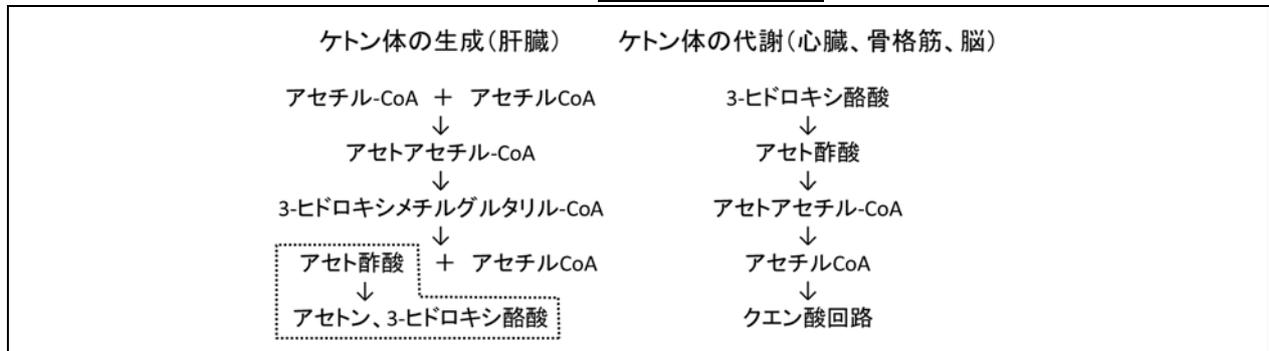
- 脂肪酸合成は細胞質で行われる。
- 脂肪酸合成の材料は、アセチル CoA である。
- 脂肪酸の合成の第 1 段階は、アセチル CoA が、アセチル CoA カルボキシラーゼによってマロニル CoA になることである。
- あとは、順次マロニル CoA の 2 つの炭素が付加されて脂肪酸が合成される。
- 脂肪酸合成は、インスリンによって促進される。

2) 脂肪酸の分解 (β酸化)

- 細胞内の脂肪酸は、ミトコンドリア外膜にあるアシル CoA 合成酵素の作用でアシル CoA となる。
- アシル CoA は、カルニチンと結合してミトコンドリアに入る。
- アシル CoA は、ミトコンドリア内でβ酸化される。
- β酸化は、脂肪酸から炭素を 2 つずつ切り出してアセチル CoA を生成する過程である。
- ステアリン酸 (C₁₈) 1 分子からは、8 回転の β酸化で 9 分子のアセチル CoA が生成する。
- アセチル CoA はクエン酸回路に入る。
- 脂肪酸の分解は、アドレナリン、グルカゴンによって促進される。

3) ケトン体の生成と代謝

- ケトン体とは、脂肪酸の β酸化により過剰なアセチル CoA が生成したときに、肝臓で作られる化合物で、アセトン、アセト酢酸、3-ヒドロキシ酪酸の 3 種類がある。
- ケトン体の生成により CoA が再利用されるので、さらに β酸化を進行することができる。
- ケトン体は、心臓、骨格筋、脳などでクエン酸回路に入って代謝され、ATP の産生に利用される。
- ケトン体の増加により血液が酸性になることをケトアシドーシス (ketoacidosis) という。



(2) トリアシルグリセロールの代謝

- トリアシルグリセロール (triacylglycerol, TG) は、リパーゼにより脂肪酸とグリセロールに加水分解される。
- リパーゼの種類と機能

膵リパーゼ	<ul style="list-style-type: none"> 膵臓から分泌されて食物中の TG を加水分解する。
リポタンパク質リパーゼ	<ul style="list-style-type: none"> 血液中に存在するキロミクロンや VLDL などリポタンパク質の TG を加水分解する
ホルモン感受性リパーゼ	<ul style="list-style-type: none"> 脂肪細胞内に蓄積されている TG を加水分解する。 アドレナリンは、脂肪細胞の <u>β₃アドレナリン受容体</u>に結合してホルモン感受性リパーゼを活性化する。 アドレナリンに反応しにくい β₃アドレナリン受容体の遺伝子多型は、<u>肥満遺伝子</u>の一つとして知られている。 <u>副腎皮質ホルモン</u>は、四肢では TG の分解を促進し、体幹では TG の合成を促進する。(中心性肥満)

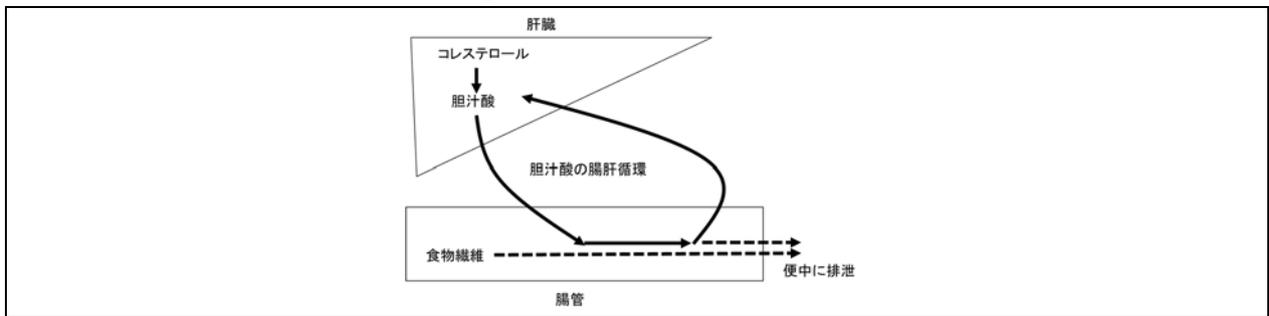
(3) コレステロールの代謝

1) コレステロール合成

- ・コレステロールは、体内でアセチル CoA を出発物質として 20 段階以上の化学反応を経て合成される。
- ・コレステロール合成の律速酵素は、ヒドロキシメチルグルタリル CoA 還元酵素 (HMG-CoA 還元酵素) である。
- ・HMG-CoA 還元酵素阻害薬 (スタチン) は、高コレステロール血症治療薬である。

2) コレステロールの排泄

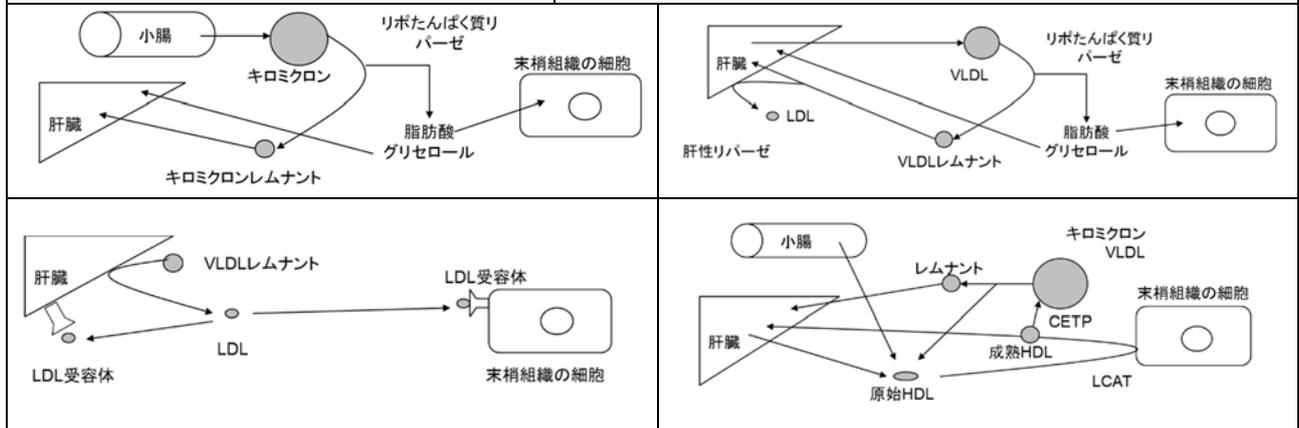
- ・体内では、コレステロールをアセチル CoA に分解することはできないので、エネルギー源として利用されない。
- ・過剰なコレステロールは、肝臓で胆汁酸に変換されて、糞便中に排泄される。
- ・胆汁酸は、食物中の脂質とミセルを形成し、脂質の消化吸收を促進する。
- ・胆汁酸は小腸で 90%以上が吸収され、肝臓に戻る。(胆汁酸の腸肝循環)
- ・食物繊維は胆汁酸と結合して便中に排泄されるので、コレステロールから胆汁酸への代謝が亢進し、血中コレステロール濃度を低下させる。



(4) リポタンパク質の代謝

- ・リポタンパク質 (lipoprotein) は、中心部に極性をもたないトリアシルグリセロールやコレステロールエステルがあり、その周辺を両親媒性のリン脂質や遊離コレステロールが取り囲んだ粒子構造をしている。
- ・リポタンパク質の種類と機能

キロミクロン chylomicron	・食事の脂質を材料に、小腸で作られ、全身にトリアシルグリセロールを運ぶ。
VLDL (超低比重リポタンパク質) very low density lipoprotein	・肝臓で合成されたトリアシルグリセロールを全身に運ぶ。
LDL (低比重リポタンパク質) low density lipoprotein	・コレステロールを肝臓から全身に運ぶ。
HDL (高比重リポタンパク質) high density lipoprotein	・全身の余分なコレステロールを肝臓に運ぶ。(逆転送系)



確認問題

正しいものに○、誤っているものに×を付けなさい。

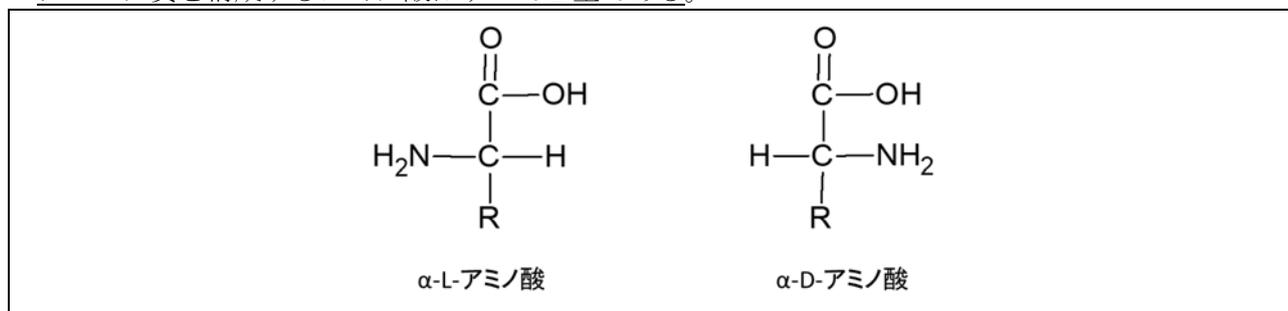
1. () 解糖系では、オキサロ酢酸が生成する。
2. () クエン酸回路は、細胞質に存在する。
3. () クエン酸回路では、酸素分子との直接反応により二酸化炭素が生成する。
4. () 電子伝達系は、ミトコンドリア外膜に存在する。
5. () 電子伝達系の電子受容体は、水素分子である。
6. () ペントースリン酸回路では、リボース-5-リン酸が産生される。
7. () インスリンは、グリコーゲンの分解を促進する。
8. () 脂肪酸は、 β 酸化により合成される。
9. () 胆汁酸は、コレステロールから産生される。
10. () HDL は、主にトリアシルグリセロールを運ぶ。

4. アミノ酸・タンパク質の種類と機能

1. アミノ酸

(1) 構造

- アミノ酸 (amino acid) は、一つの炭素原子 (α 炭素) に水素 (H)、カルボキシル基 (COOH)、アミノ基 (NH₂)、アミノ酸残基 (R) の4つが結合している。
- アミノ酸には、L型とD型の2種類の光学異性体がある。
- タンパク質を構成するアミノ酸はすべてL型である。



(2) 分類

- タンパク質を構成するアミノ酸は20種類ある。
- プロリン (Pro) は、アミノ基に結合する水素の一つが側鎖の炭素に置き代わり環状構造になっており、イミノ酸と呼ばれる。

中性アミノ酸	グリシン (glycine, Gly)、アラニン (alanine, Ala)、バリン (valine, Val)、ロイシン (leucine, Leu)、イソロイシン (isoleucine, Ile)、トリプトファン (tryptophan, Trp)、フェニルアラニン (phenylalanine, Phe)、チロシン (tyrosine, Tyr)、セリン (serine, Ser)、スレオニン (threonine, Thr)、システイン (cysteine, Cys)、メチオニン (methionine, Met)、プロリン (proline, Pro)、アスパラギン (asparagine, Asn)、グルタミン (glutamine, Gln)
酸性アミノ酸	*側鎖にカルボキシル基 (-COOH) をもつ。 アスパラギン酸 (aspartic acid, Asp)、グルタミン酸 (glutamic acid, Glu)
塩基性アミノ酸	*側鎖にアミノ基 (-NH ₂) をもつ。 アルギニン (arginine, Arg)、リシン (lysine, Lys)、ヒスチジン (histidine, His)

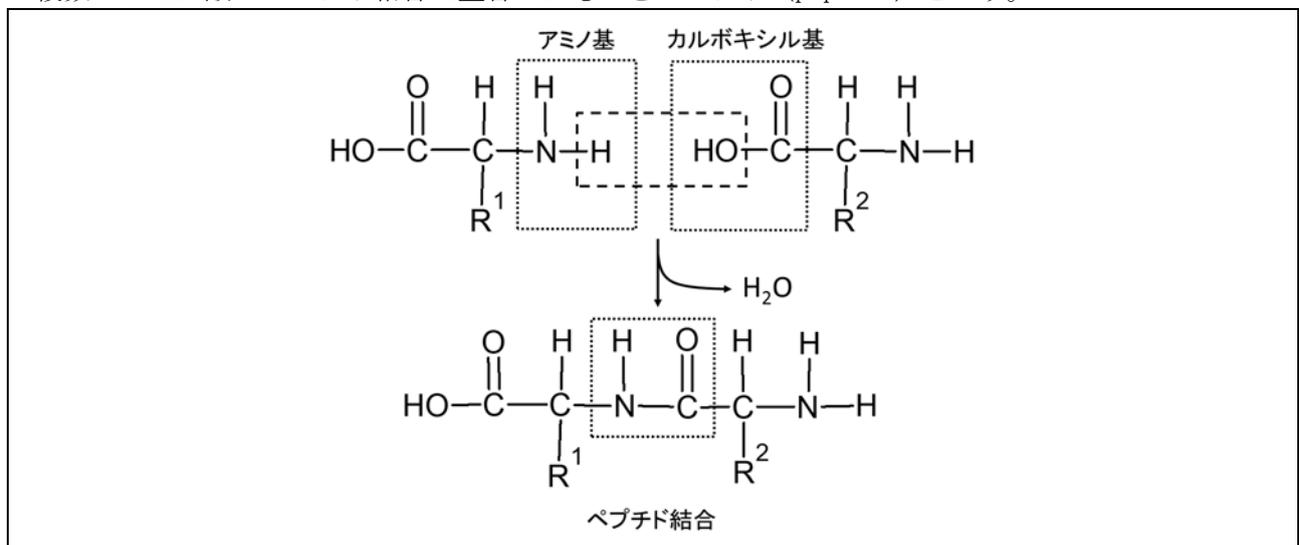
• その他の分類

分枝 (分岐鎖) アミノ酸	*側鎖に、枝分かれする炭素鎖をもつ。 バリン (Val)、ロイシン (Leu)、イソロイシン (Ile)
芳香族アミノ酸	*側鎖にベンゼン環をもつ。 トリプトファン (Trp)、フェニルアラニン (Phe)、チロシン (Tyr)
含硫アミノ酸	*側鎖にイオウ (S) をもつ。 システイン (Cys)、メチオニン (Met)
水酸基を持つアミノ酸	*側鎖に水酸基 (OH) をもつ。 セリン (Ser)、スレオニン (Thr)、チロシン (Tyr)
アミド結合をもつアミノ酸	*側鎖にアミド結合 (CO-NH ₂) アスパラギン (Asn)、グルタミン (Gln)

<p style="text-align: center;">酸性アミノ酸</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}-\text{O}^- \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ <p>アスパラギン酸</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}-\text{O}^- \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ <p>グルタミン酸</p> </div> </div>	<p style="text-align: center;">塩基性アミノ酸</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}^+-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$ <p>アルギニン</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$ <p>リシン</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{N}^+ \\ \backslash \quad / \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ <p>ヒスチジン</p> </div> </div>	<p style="text-align: center;">分枝アミノ酸</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$ <p>バリン</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$ <p>ロイシン</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>イソロイシン</p> </div> </div>
<p style="text-align: center;">芳香族アミノ酸</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}_2\text{C} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ <p>フェニルアラニン</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}_2\text{C} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ <p>チロシン</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}_2\text{C} \\ \\ \text{C}=\text{CH} \\ \quad \backslash \\ \text{C} \quad \text{NH} \\ / \quad \backslash \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ \backslash \quad / \\ \text{CH} \quad \text{CH} \end{array}$ <p>トリプトファン</p> </div> </div>	<p style="text-align: center;">含硫アミノ酸</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{SH} \end{array}$ <p>システイン</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>メチオニン</p> </div> </div>	<p style="text-align: center;">水酸基をもつアミノ酸</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ <p>セリン</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>スレオニン</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}_2\text{C} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ <p>チロシン</p> </div> </div>
<p style="text-align: center;">アミド結合をもつアミノ酸</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ <p>アスパラギン</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ <p>グルタミン</p> </div> </div>	<p style="text-align: center;">その他のアミノ酸</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ <p>グリシン</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>アラニン</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}^+-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}_2\text{C} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ <p>プロリン (イミノ酸)</p> </div> </div>	

2. ペプチド結合

- ペプチド結合は、アミノ基 (-NH₂) とカルボキシル基 (-COOH) が縮合してできる結合 (-CONH-) である
- ペプチド結合は、アミド結合の一種である。
- 複数のアミノ酸がペプチド結合で重合したものをペプチド (peptide) という。



- ・ペプチドを構成するアミノ酸の数により名称が変化する。

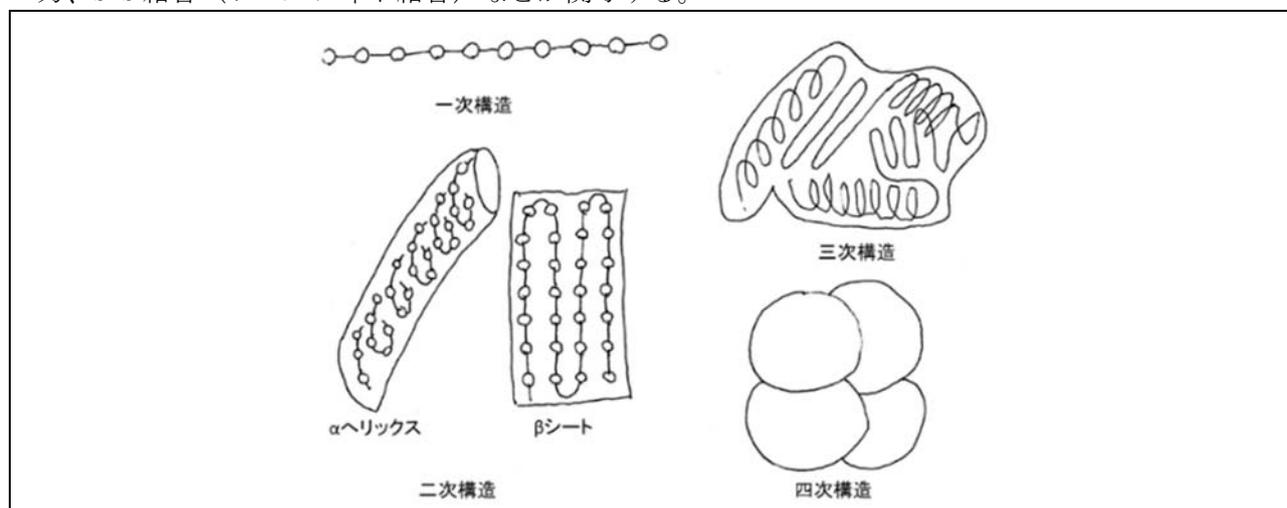
ペプチド (peptide)	アミノ酸が2個以上の結合したもの
ジペプチド (dipeptide)	アミノ酸が2個の結合したもの
トリペプチド (tripeptide)	アミノ酸が3個の結合したもの
オリゴペプチド (ligopeptide)	アミノ酸が10個程度以下のもの
ポリペプチド (polypeptide)	アミノ酸が10個程度以上のもの
タンパク質 (protein)	アミノ酸が80個程度以上のもの

3. タンパク質

- ・タンパク質 (protein) は、高次構造をもつ。

一次構造	・タンパク質を構成するポリペプチドの <u>アミノ酸配列</u>
二次構造	・ α ヘリックス：ペプチド鎖がねじれて1重らせん構造になったもの ・ β シート：ペプチド鎖がシート状に折りたたまれたもの
三次構造	・部分的に二次構造を含みつつ1本のペプチドからなるたんぱく質全体の立体構造
四次構造	・2つ以上のペプチド (<u>サブユニット</u>) からなる会合体の構造

- ・二次、三次、四次構造を安定化させる力には、水素結合、静電結合、疎水結合、ファンデルワールス力、S-S結合 (ジスルフィド結合) などが関与する。



4. タンパク質の機能

- (1) 構造的役割：筋肉、臓器などの構造を構成する。

アクチン、ミオシン、コラーゲンなど

- (2) 機能的役割：酵素、ホルモン、血漿タンパク質 (アルブミン、トランスフェリンなど)、抗体、血液凝固因子など

- (3) エネルギー源

- ・1gあたり 4kcal

- (4) 体内で糖質と脂質を合成する材料

- ・糖原性アミノ酸：糖質合成の材料となるアミノ酸

- ・ケト原性アミノ酸：脂質合成の材料となるアミノ酸

ケト原性アミノ酸	・ロイシン (Leu) とリシン (Lys) の2つ
ケト原性アミノ酸と糖原性アミノ酸の両方	・イソロイシン (Ile)、フェニルアラニン (Phe)、トリプトファン (Trp)、チロシン (Tyr)、スレオニン (Thr) の5つ
糖原性アミノ酸	・その他のアミノ酸

(5) アミノ酸スコア

アミノ酸評点パターン	・タンパク質必要量とアミノ酸必要量から求めた必須アミノ酸含有量の基準
制限アミノ酸	・評価する食品に含まれる必須アミノ酸のうち、アミノ酸評点パターンに対して最も低いもの
アミノ酸スコア	・評価する食品の第一制限アミノ酸について、アミノ酸評点パターンに対する割合で算出したもの

確認問題

正しいものに○、誤っているものに×を付けなさい。

1. () グリシンは、中性アミノ酸である。
2. () アルギニンは、酸性アミノ酸である。
3. () アスパラギン酸は、塩基性アミノ酸である。
4. () フェニルアラニンは、分枝アミノ酸である。
5. () チロシンは、必須アミノ酸である。
6. () タンパク質は、アミノ酸がグリコシド結合でつながることができる。
7. () タンパク質の二次構造は、タンパク質を構成するアミノ酸配列のことである。
8. () β シートは、タンパク質の一次構造である。
9. () タンパク質 1g は、4kcal のエネルギーを含んでいる。
10. () ケト原性アミノ酸から、グルコースを生成することができる。

5. アミノ酸・タンパク質の代謝

4. 非必須アミノ酸（11種類）の合成

(1) 解糖系の中間体から合成

- ・3-ホスホグリセリン酸 → セリン → グリシン
- ・ピルビン酸 → アラニン（アミノ転移反応）

(2) クエン酸回路の中間体から合成

- ・2-オキソグルタル酸 → グルタミン酸（アミノ基転移反応） → グルタミン
- ・オキサロ酢酸 → アスパラギン酸（アミノ基転移反応） → アスパラギン

(3) グルタミン酸から合成

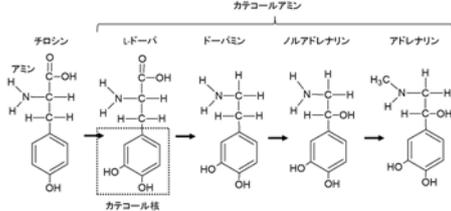
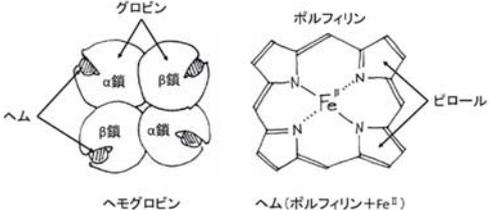
- ・グルタミン酸 → プロリン
- ・グルタミン酸 → オルニチン → アルギニン（尿素回路）

(4) 必須アミノ酸から合成されるアミノ酸

- ・フェニルアラニン → チロシン
- ・メチオニン → システイン

2. アミノ酸を材料にして合成される主な物質

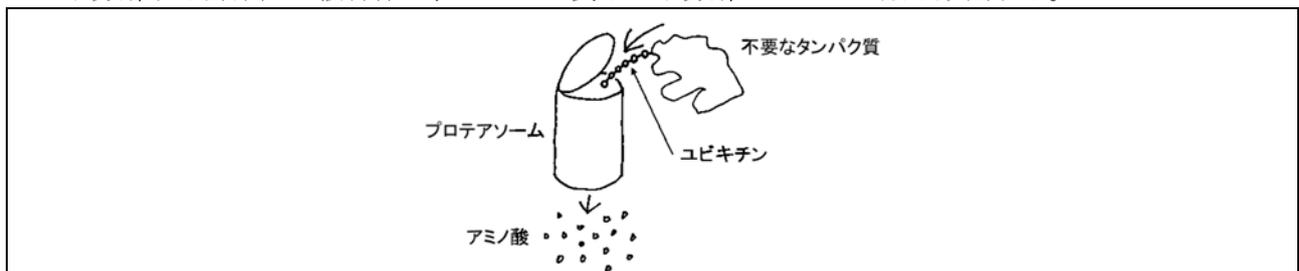
γ-アミノ酪酸 (GABA)	<ul style="list-style-type: none"> ・グルタミン酸から合成される。 グルタミン酸のカルボキシル基 (-COOH) から、二酸化炭素 (CO₂) が脱炭酸酵素の作用でとれた生成物がγ-アミノ酪酸 (GABA) である。GABA は、gamma-aminobutyric acid の頭文字であり、「ギャバ」と読む。 ・抑制性の神経伝達物質として作用する。 グルタミン酸が興奮性の神経伝達物質であるのに対し、GABA は抑制性の神経伝達物質である。
セロトニン	<ul style="list-style-type: none"> ・トリプトファンから合成される。 トリプトファンが、5-ヒドロキシトリプトファンになり、次にカルボキシル基が取り除かれてセロトニンになる。 ・消化管の調節、疼痛の伝達、神経組織の神経伝達物質として作用する。
ヒスタミン	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒスチジンから合成される。 ヒスチジンからカルボキシル基が取り除かれてヒスタミンになる。 ・アレルギーの化学伝達物質や神経組織の神経伝達物質として作用する。
コリン	<ul style="list-style-type: none"> ・セリンとメチオニンから合成される。 ・アセチルコリンとなって神経伝達物質として作用する。 ・ホスファチジルコリン（リン脂質）となって生体膜の成分となる。
メラトニン	<ul style="list-style-type: none"> ・トリプトファンから合成される。 ・松果体から分泌され、概日リズムの形成に関与する。
チロキシン	<ul style="list-style-type: none"> ・チロシンから合成される。 ・甲状腺から分泌されるホルモンとして作用する。
クレアチン	<ul style="list-style-type: none"> ・アルギニン、メチオニン、グリシンの3つのアミノ酸から合成される。 ・クレアチンリン酸として、骨格筋収縮のエネルギー源として利用される。
一酸化窒素 (NO)	<ul style="list-style-type: none"> ・アルギニンから合成される。 ・NO (nitric oxide) は、血管内皮細胞で産生され、血管平滑筋を弛緩させ、血圧を低下させる。 ・NO シンターゼ (NOS) は、アルギニンから NO とシトルリンが生成する。

<p>カテコールアミン</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・チロシンから合成される。 ・チロシンは、L-ドーパ、ドーパミンを経てノルアドレナリンになり、最後にアドレナリンになる。 ・カテコール核 (catechol) とアミン (amine) を持ものをカテコールアミン (catecholamine) と呼ぶ。 カテコール核：ベンゼン環に2つの水酸基がとなりあって結合したもの アミン：アンモニア (NH₃) の水素原子を炭化水素基で置換したもの (R-NH₂、R-NH-R₂ など) 
<p>グルタチオン</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・グルタミン酸、システイン、グリシンの3つのアミノ酸からなるトリペプチドである。 ・グルタチオン2分子が、システインのSH基でS-S結合したものを酸化型グルタチオン (GSSH) という。SH基が結合していないものを還元型グルタチオン (GSH) という。 ・細胞内の酸化還元反応に関与し、<u>活性酸素を消去する</u>。
<p>ヘム</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>グリシン</u>から合成される。 ・グリシンとスクシニル CoA が縮合して5-アミノレブリン酸ができる。5-アミノレブリン酸がさらに縮合してポルフィリンができる。ポルフィリンに、二価の鉄が配位してヘムができる。 

3. 細胞内の不要なたんぱく質の分解

(1) ユビキチン-プロテアソーム系

- ・細胞質に存在し、不要なたんぱく質を分解する系である。
- ・細胞質に存在する不要なたんぱく質や異常なたんぱく質は、ユビキチン (ubiquitin) が結合 (ユビキチン化) する。
ユビキチンは、76個のアミノ酸からなるたんぱく質である。
ユビキチン化では、ATP が消費される。
- ・ユビキチン化したたんぱく質は、プロテアソーム (proteasome) に取り込まれる。
プロテアソームは、たくさんのサブユニットからなる円筒状の巨大な酵素複合体である。
- ・プロテアソームは、ATP 依存性プロテアーゼ (エネルギーを消費して、たんぱく質のペプチド結合を加水分解する酵素) の複合体で、たんぱく質を加水分解してアミノ酸を放出する。



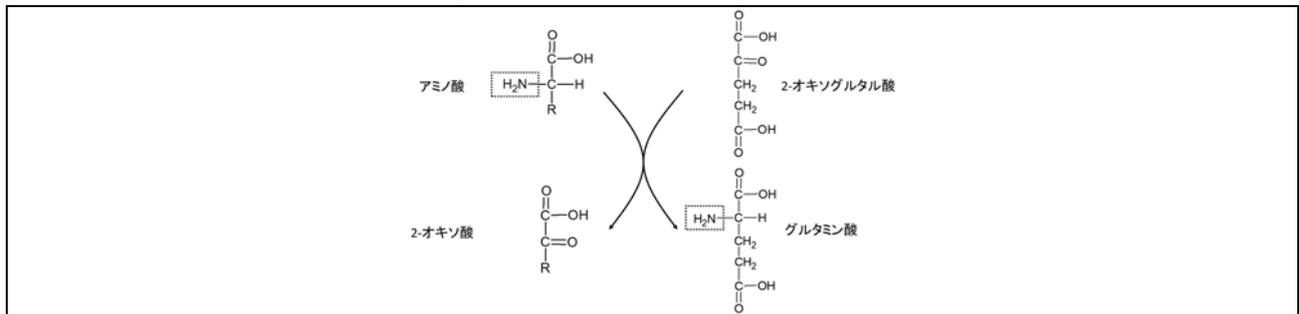
(2) リソソーム系

- 不要なタンパク質をリソソームに取り込んで加水分解する系である。
- リソソーム系は、エンドサイトーシスにより細胞外から取り込んだタンパク質を分解する場合と、細胞内の不要なタンパク質を分解する場合（オートファジー）がある。
- オートファジー (autophagy) とは、細胞内の異常なたんぱく質や過剰に合成したたんぱく質を分解することである。「auto-」は、自分自身という意味の接頭語である。「phagy」は、食べるという意味である。
- 飢餓（絶食）はオートファジーを誘導するが、その生理的意義は、自己のたんぱく質を分解して、アミノ酸を栄養源として利用することである。

4. アミノ酸の分解

(1) アミノ基転移反応

- 分解されるアミノ酸のアミノ基は、アミノ基転移反応によって2-オキソグルタル酸に転移して、2-オキソ酸とグルタミン酸を生成する。



- アミノ基転移反応の例

アラニンに対応する 2-オキソ酸 (α ケト酸) は、ピルビン酸である。

ALT (alanine transaminase)

アラニン + 2-オキソグルタル酸 → ピルビン酸 + グルタミン酸

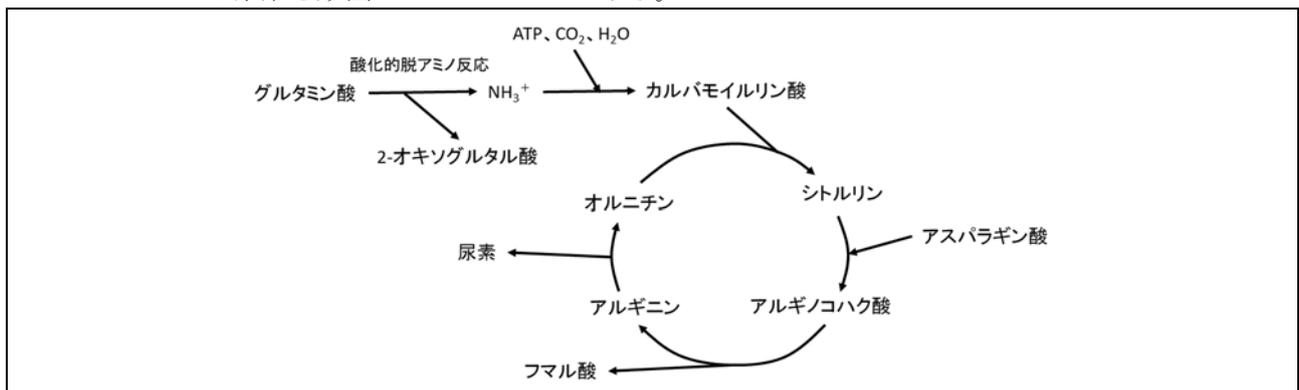
アスパラギン酸に対応する 2-オキソ酸 (α ケト酸) は、オキサロ酢酸である。

AST (aspartate transaminase)

アスパラギン酸 + 2-オキソグルタル酸 → オキサロ酸 + グルタミン酸

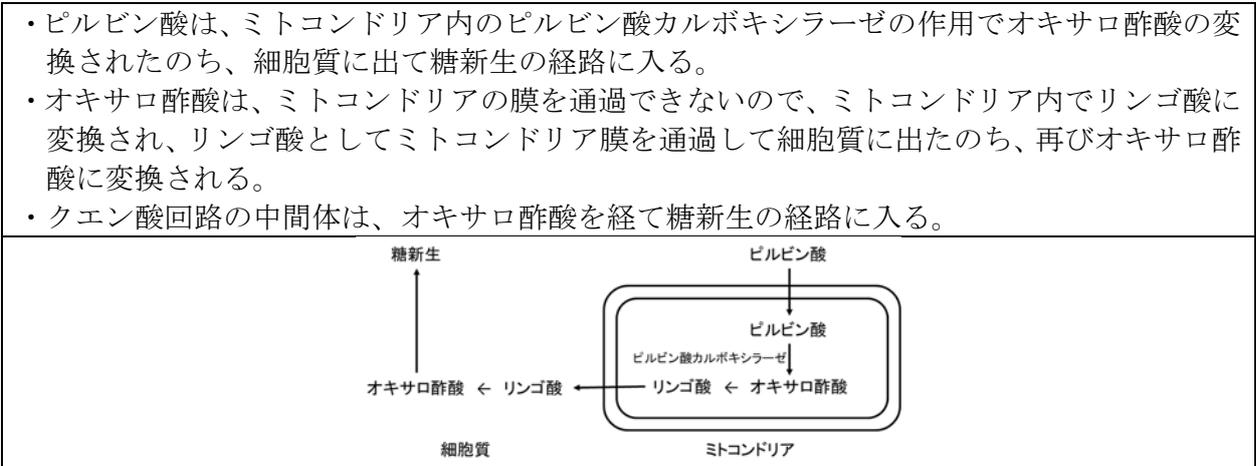
(2) 尿素回路

- アミノ基転移反応で生成したグルタミン酸は肝臓に運ばれ、グルタミン脱水素酵素の作用によりアンモニア (NH₃) を遊離する。
- 肝臓の尿素回路は、有害なアンモニアを無害な尿素に変換する。
NH₃は、CO₂、H₂O、ATP と反応してカルバモイルリン酸になる。
カルバモイルリン酸はオルニチンと反応してシトルリンになって尿素回路に入る。
シトルリンはアスパラギン酸と縮合してアルギノコハク酸になる。
アルギノコハク酸はフマル酸を放出してアルギニンになる。
アルギニンは尿素を放出してオルニチンになる。



(3) アミノ基以外の部分（炭素骨格）の代謝

- ・アミノ基の炭素骨格は、ピルビン酸、アセチル CoA、クエン酸回路の中間体（2-オキソグルタル酸、スクシニル CoA、フマル酸、オキサロ酢酸）へ代謝される。
- ・ピルビン酸またはクエン酸回路の中間体へ代謝されるものは、糖新生に利用することができる。（糖原性アミノ酸）



- ・アセチル CoA へ代謝されるものは、脂質合成またはケトン体合成に利用されるが、糖新生に利用することができない。（ケト原性アミノ酸）

・ピルビン酸→アセチル CoA の反応は不可逆反応なので、アセチル CoA からピルビン酸を合成することはできない。
 ・クエン酸回路に入ったアセチル CoA の炭素はクエン酸回路が 1 回転する間に CO₂ になるので、糖新生に利用できない。

・アミノ酸の代謝経路

	代謝経路	アミノ酸
糖原性アミノ酸	ピルビン酸	アラニン、システイン、グリシン、セリン、スレオニン、 <u>トリプトファン</u>
	2-オキソグルタル酸	グルタミン酸、アルギニン、グルタミン、ヒスチジン、プロリン
	スクシニル CoA	<u>イソロイシン</u> 、 <u>メチオニン</u> 、 <u>スレオニン</u> 、 <u>バリン</u>
	フマル酸	<u>フェニルアラニン</u> 、 <u>チロシン</u>
	オキサロ酢酸	アスパラギン、アスパラギン酸
ケト原性アミノ酸	アセチル CoA	<u>イソロイシン</u> 、 <u>ロイシン</u> 、 <u>スレオニン</u> 、 <u>トリプトファン</u>
	アセト酢酸	<u>ロイシン</u> 、 <u>リシン</u> 、 <u>フェニルアラニン</u> 、 <u>トリプトファン</u> 、 <u>チロシン</u>

確認問題

正しいものに○、誤っているものに×を付けなさい。

1. () チロシンは、セリンから合成される。
2. () チロキシンは、グリシンから合成される。
3. () アドレナリンは、チロシンから合成される。
4. () 一酸化窒素 (NO) は、メチオニンから合成される。
5. () ヘムは、アラニンから合成される。
6. () 酸化的脱アミノ基反応により、アミノ酸から 2-オキソ酸が生成する。
7. () 尿素回路は、尿素をアンモニアに変換する。
8. () リシンは、糖原性アミノ酸である。
9. () プロテアソームは、ユビキチン化されたタンパク質を分解する。
10. () オートファジーは、細胞質で起こる。

6. エネルギー代謝

1. エネルギー

- ・エネルギー (energy) とは、「物質にたくわえられた仕事をする能力」である。
- ・仕事とは、「物体に力が加わっており、その物体が加えられた力の方向に移動した場合、その力と移動距離をかけあわせた量」である。
- ・エネルギーの形には、運動エネルギー、位置エネルギー、熱エネルギー、化学エネルギー、光エネルギーなどがある。
- ・エネルギー保存の法則：エネルギーは形を変えてもなくなる。
- ・エネルギーの単位：1 カロリー (calorie) は、「1g の水を 14.5°C から 15.5°C まで上昇させるのに必要な熱量」である。≡ 「1g の水を、1°C 上昇させるのに必要な熱量」

2. 生体が利用するエネルギー

- ・植物は、光合成により太陽の光エネルギーを、糖質など高分子の化学エネルギーとして蓄える。
- ・生体は、高分子が燃焼するときに出されるエネルギーを化学エネルギー、熱エネルギー、運動エネルギーに変換して利用する。
- ・物理的燃焼値：食物を完全に酸化燃焼させたときに発生する熱量
 - 糖質 4.1 kcal
 - 脂質 9.5 kcal
 - タンパク質 5.7 kcal
- ・生理的燃焼値 (生体利用エネルギー量、アトウォーター係数 (Atwater factor))
 - 糖質 4.0 kcal
 - 脂質 9.0 kcal
 - タンパク質 4.0 kcal

3. エネルギー代謝

- ・エネルギー代謝 (energy metabolism) とは、エネルギー源となる糖質、脂質、タンパク質を生体内で燃焼させて生じるエネルギーを消費する過程のことである。
- ・エネルギーは、身体活動を行う運動エネルギー、体温を維持する熱エネルギー、化学反応を行う化学エネルギー、刺激を伝達する電気エネルギーなどとして消費される。
- ・摂取エネルギー > 消費エネルギー → 余分なエネルギーが蓄積される。
→ 体重増加 → 脂肪組織の増加 → 肥満
- ・摂取エネルギー < 消費エネルギー → 体内のエネルギー源が消費される。
→ 体重減少、脂肪組織、骨格筋の減少 → やせ
→ 重要臓器のたんぱく質消費
→ 内臓たんぱく質減少、免疫能低下、創傷治癒遅延、臓器障害、生体適応障害
→ Nitrogen Death (除脂肪体重 70% 以下)

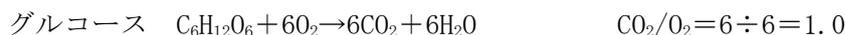
4. PFC 比 (タンパク質・脂質・糖質比、protein/fat/carbohydrate ratio)

- ・タンパク質を 125g、脂質を 120g、糖質を 250g 摂取した。摂取したエネルギー量と PFC 比を求めなさい。

- ・2200 kcal、PFC 比 = 15 : 25 : 60 の食事をするには、タンパク質、脂質、糖質をそれぞれ何 g 摂取すればよいか求めなさい。

5. 呼吸比 (respiratory quotient, RQ)

- CO₂ 排泄量と O₂ 消費量の比 (CO₂/O₂) を、呼吸比 (呼吸商ともいう) という。
- 糖質のみが燃焼した場合は 1.0 となり、脂質のみが燃焼した場合は約 0.7 となる。



- 持続可能な運動を長時間継続した場合、運動初期は主に糖質が燃焼するため呼吸比は上昇するが、その後脂肪の燃焼する割合が増加して呼吸比は低下する。
- 運動強度を強くすると組織では乳酸が産生され、重炭酸イオンの緩衝作用により CO₂ が産生されて肺から排泄されるので CO₂/O₂ は 1 以上になる。このような場合の CO₂/O₂ は筋肉での糖質・脂質の燃焼を表していないので換気交換比 (R, respiratory exchange ratio) とよび、呼吸商とは区別する。

6. エネルギー代謝の測定

(1) 測定法の種類

- 直接測定法：代謝チャンバーを使用して、24 時間以上測定する。最も正確な測定法である。
- 間接測定法：呼気分析 (O₂ 消費量、CO₂ 産生量) から計算して求める。短時間の活動の測定に有利。
- 二重標識水法：酸素安定同位体 (¹⁸O) と水素安定同位体 (²H) の減衰から計算して求める。
1~2 週間の長期間の測定に有利。
「日本人の食事摂取基準 2005 年版」の策定に活用されている。
- 時間調査法：1 日の活動記録から計算して求める。

(2) 間接的測定法による計算の例

- 早朝安静時の酸素消費量、二酸化炭素排泄量、尿中窒素排泄量を測定すると、以下の通りであった。このときのエネルギー代謝量を求めなさい。タンパク質 1g が燃焼するときの、酸素消費量を 0.94L、二酸化炭素排泄量を 0.75l とする。

酸素消費量 0.16l/分

二酸化炭素排泄量 0.13l/分

尿中尿素窒素排泄量 0.008g/分

①尿中窒素排泄量から、タンパク質燃焼によるエネルギー発生量を求める。

$0.008 \div 0.16 = 0.05g/\text{分}$ (タンパク質は、窒素を 16% 含んでいるので 0.16 で割る)

または、 $0.008 \times 6.25 = 0.05g/\text{分}$

$0.05 \times 4 = 0.2 \text{ kcal}/\text{分}$ (タンパク質が 1g 燃焼すると、4 kcal のエネルギーが発生する)

②タンパク質燃焼による酸素消費量と二酸化炭素発生量を求める。

タンパク質 1g が燃焼すると、酸素 0.94l が消費され、二酸化炭素 0.75l が排泄される。

酸素消費量 $0.05 \times 0.94 = 0.047l/\text{分}$

二酸化炭素排泄量 $0.05 \times 0.75 = 0.0375l/\text{分}$

③非タンパク呼吸商を求める。

非タンパク酸素消費量 $0.16 - 0.047 = 0.113l/\text{分}$

非タンパク二酸化炭素排泄量 $0.13 - 0.0375 = 0.0925l/\text{分}$

非タンパク呼吸商 $0.0925 \div 0.113 = 0.819$ (≒ 0.82)

④熱量表*から、非タンパク酸素消費によるエネルギー発生量を求める。

$4.825 \times 0.113 = 0.545 \text{ kcal}/\text{分}$

⑤全体のエネルギー発生量を求める。

0.2 (たんぱく質) + 0.545 (非たんぱく質) = $0.745 \text{ kcal}/\text{分}$ ($0.745 \times 60 \times 24 = 1073 \text{ kcal}/\text{日}$)

*熱量表

非タンパク呼吸商	熱量源 (%)		酸素 10 に対する熱量 (kcal)	非タンパク呼吸商	熱量源		酸素 10 に対する熱量 (kcal)
	糖質	脂質			糖質	脂質	
0.707	0	100.0	4.686	0.86	54.1	45.9	4.857
0.71	1.10	98.9	4.690	0.87	57.5	42.5	4.887
0.72	4.76	95.2	4.702	0.88	60.8	39.2	4.899
0.73	8.40	91.6	4.714	0.89	64.2	35.8	4.911
0.74	12.0	88.0	4.727	0.90	67.5	32.5	4.924
0.75	15.6	84.4	4.739	0.91	70.8	29.2	4.936
0.76	19.2	80.8	4.751	0.92	74.1	25.9	4.948
0.77	22.8	77.2	4.764	0.93	77.4	22.6	4.961
0.78	26.3	73.7	4.776	0.94	80.7	19.3	4.973
0.79	29.9	70.1	4.788	0.95	84.0	16.0	4.985
0.80	33.4	66.6	4.801	0.96	87.2	12.8	4.998
0.81	36.9	63.1	4.813	0.97	90.4	9.85	5.010
0.82	40.3	59.7	4.825	0.98	93.6	6.37	5.022
0.83	43.8	56.2	4.838	0.99	96.8	3.18	5.035
0.84	47.2	52.8	4.850	1.00	100.0	0	5.047
0.85	50.7	49.3	4.862				

7. 基礎代謝量

- 基礎代謝量 (basal metabolic rate, BMR) は、早朝空腹時に快適な室内において安静仰臥位・覚醒状態で測定される。
- 基礎代謝量に影響する生理的要因

<ul style="list-style-type: none"> • 体表面積：体表面積に比例して増加 • 年齢：若年者で多く、高齢者で少ない。 • 性別：男性で多く、女性で少ない。 • 体格：体重が増加すると、基礎代謝量は増加する。(体重当たり基礎代謝量が減少する) 筋肉量が増加すると、基礎代謝量は増加する。 肥満者は、体重当たり基礎代謝量が少ない。 • 体温：体温が 1℃上昇すると基礎代謝量は 13%増加する。 • ホルモン：甲状腺ホルモンが過剰になると増加し、欠乏すると低下する。 • 季節：夏に少なく、冬に多い。 • 月経：月経 2～3 日前に最高、月経中に最低 • 栄養状態：飢餓状態では低下し、過食で増加する。
--

8. 安静時代謝

- 安静時代謝量 (resting metabolic rate, RMR) は、仰臥位や座位で、静かに休息している状態で消費されるエネルギー量である。
- 安静時代謝量は、基礎代謝量より約 10～20%高い。
- 安静時代謝量に影響する生理的要因
 - 姿勢の維持：座位を維持するために働く骨格筋の緊張が高まり、基礎代謝量よりも約 10%高くなる。
 - 食事誘発性熱産生 (DIT, diet induced thermogenesis)：食事によりエネルギー代謝が亢進し、熱産生が増加して体温が上昇する。
 - 気温：低温環境で増加し、高温環境で低下する。

9. 活動代謝

- 日常生活の身体活動により亢進するエネルギー代謝を、活動代謝という。

エネルギー代謝率 (RMR)	<ul style="list-style-type: none"> RMR, relative metabolic rate (活動時のエネルギー消費量－安静時のエネルギー消費量) ÷ 基礎代謝量
Mets	<ul style="list-style-type: none"> 各種の身体運動時の全エネルギー消費量が安静時のエネルギー消費量の何倍にあたるかを示す単位 安静状態を維持するための酸素消費量 3.5 ml/kg/分を 1 単位とする。 $RMR = 1.2 \times (Mets - 1)$ $Mets = 1 / 1.2 \times RMR + 1$
Af (動作強度)	<ul style="list-style-type: none"> Af, active factor: 基礎代謝の倍数 生活活動強度 = $\Sigma Af \times$ 各種生活活動動作の時間 (分) / 1,440 分 エネルギー所要量 = 1 日の基礎代謝量 \times 生活活動強度
身体活動レベル (p87、表 4-9)	<ul style="list-style-type: none"> 総エネルギー消費量を、二重標識水法 (doubly labeled water method) で測定。(通常の水の分子量は 18 である。水の安定同位体 (分子量 22) を多く含む水を飲んで、その後の希釈速度を測定する。代謝が活発だと通常の水の分子の産生量が多くなり、安定同位体の濃度は早く希釈される) 身体活動レベル = 1 日の総エネルギー消費量 ÷ 1 日の基礎代謝量 推定エネルギー必要量 (kcal/日) = 基礎代謝量 (kcal/日) \times 身体活動レベル

10. 臓器別エネルギー消費量

- 重量当たりの代謝率が大きい臓器は、心臓、腎臓、脳、肝臓である。
- 代謝量が大きい臓器別は、骨格筋、肝臓、脳である。

	重量 (kg)	代謝率 (kcal/kg/日)	代謝量 (kcal/日)	代謝量の割合 (%)
骨格筋	28	13	364	21.6
肝臓	1.8	200	360	21.3
脳	1.4	240	336	19.9
心臓	0.33	440	145	8.6
腎臓	0.31	440	136	8.1
脂肪組織	15	5	75	4.0
その他	23.16	12	278	16.5
計	70	-	-	100.0

確認問題

正しいものに○、誤っているものに×を付けなさい。

- () 1 カロリーは、1g の水の温度を 1°C 上昇させるのに必要な熱量である。
- () 脂質 1g には、4kcal の熱量 (エネルギー量) が含まれている。
- () 呼吸比 (呼吸商) は、O₂ 消費量 ÷ CO₂ 排泄量で求められる。
- () 糖質のみが燃焼した場合、呼吸比 (呼吸商) は 0.7 になる。
- () 二重標識水法は、短時間の運動で消費されるエネルギー測定に適している。
- () 体温が 1°C 上昇すると、基礎代謝量は 13% 増加する。
- () 肥満になると、体重当たりの基礎代謝量が増加する。
- () 飢餓状態では、基礎代謝量が増加する。
- () 安静時代謝量は、基礎代謝量より少ない。
- () 脂肪組織は、重量当たりの代謝率が高い。

看護師国家試験過去問

<p>94PM-8 血糖上昇作用があるのはどれか。 (1) カルシトニン (2) プロラクチン (3) バソプレシン (4) アドレナリン</p>	<p>(1) × 血中カルシウム濃度低下作用 (2) × 乳汁合成・分泌促進作用 (3) × 水再吸収促進作用 (4) ○ *血糖値上昇作用があるホルモンは、アドレナリン、グルカゴン、成長ホルモン、副腎皮質ホルモンの4種類である。</p>
<p>99PM-14 低血糖によって分泌が促進されるのはどれか。 (1) アルドステロン (2) テストステロン (3) 甲状腺ホルモン (4) 副腎皮質刺激ホルモン</p>	<p>(1) × 腎血流減少によって分泌促進 (2) × 黄体刺激ホルモン (LH) によって分泌促進 (3) × 甲状腺刺激ホルモン (TSH) によって分泌促進 (4) ○</p>
<p>98PM-1 脂質 1g が体内で代謝されたときに生じるエネルギー量はどれか。 (1) 4kcal (2) 9kcal (3) 14kcal (4) 19kcal</p>	<p>(1) × (2) ○ (3) × (4) ×</p>
<p>98AM-16 脂肪の合成を促進するのはどれか。 (1) インスリン (2) グルカゴン (3) アドレナリン (4) テストステロン</p>	<p>(1) ○ (2) × 脂肪分解を促進 (3) × 脂肪分解を促進 (4) × 脂肪分解を促進</p>
<p>100PM-28 食事由来のトリグリセリドを運搬するのはどれか。 (1) HDL (2) LDL (3) VLDL (4) カイロミクロン</p>	<p>(1) × 末梢のコレステロールを肝臓へ運搬 (2) × 肝臓のコレステロールを末梢へ運搬 (3) × 肝臓のトリグリセリドを末梢へ運搬 (4) ○</p>
<p>99AM-28 脂肪分解の過剰で血中に増加するのはどれか。 (1) 尿素窒素 (2) ケトン体 (3) アルブミン (4) アンモニア</p>	<p>(1) × タンパク質分解の過剰で増加 (2) ○ (3) × 肝臓での合成の過剰で増加 (4) × タンパク質分解の過剰で増加</p>
<p>101PM-41 魚油に多く含まれる脂肪酸はどれか。 (1) カプリル酸 (2) オレイン酸 (3) ミリスチン酸 (4) ドコサヘキサエン酸</p>	<p>(1) × ココナッツ油に多く含まれる。 (2) × オリーブ油に多く含まれる。 (3) × ヤシ油、パーム油に多く含まれる。 (4) ○</p>
<p>104PM-27 蛋白質で正しいのはどれか。 (1) アミノ酸で構成される。 (2) 唾液により分解される。 (3) 摂取するとそのままの形で体内に吸収される。 (4) 生体を構成する成分で最も多くの重量を占める。</p>	<p>(1) ○ (2) × 胃液と膵液により分解される。 (3) × アミノ酸に分解されて吸収される。 (4) × 体重の 60%は水</p>

<p>97AM-71 Aさんは、朝食と昼食は食べられず、夕食に梅干し1個でご飯を茶碗1/2杯食べた。日中に5%ブドウ糖500ml点滴静脈内注射を受けた。Aさんのおおよその摂取エネルギーはどれか。</p> <p>(1) 140kcal (2) 180kcal (3) 250kcal (4) 330kcal</p>	<p>(1) × (2) ○ ごはん1/2杯(1単位) = 80kcal、点滴 $500 \times 0.05 \times 4 = 100\text{kcal}$、$80 + 100 = 180\text{kcal}$ (3) × (4) ×</p>
<p>106PM-8 基礎代謝量が最も多い時期はどれか。</p> <p>(1) 青年期 (2) 壮年期 (3) 向老期 (4) 老年期</p>	<p>(1) ○ 基礎代謝量は、加齢とともに減少する。 (2) × (3) × (4) ×</p>
<p>105AM-2 運動習慣が身体機能に与える影響で正しいのはどれか。</p> <p>(1) 筋肉量の減少 (2) 体脂肪率の増加 (3) 最大換気量の減少 (4) 基礎代謝量の増加</p>	<p>(1) × 筋肉量の増加 (2) × 体脂肪率の減少 (3) × 最大換気量の増加 (4) ○</p>

7. ビタミン・ミネラルの種類と機能

1. ビタミン

(1) ビタミンの定義

- ・生命維持のために重要なはたらきをする生体に不可欠な有機化合物のうち微量なもの
- ・体内でほとんど合成されないか、合成されても必要量を満たさず外界から摂取が必要なもの
- ・主に生理機能の調節に働き、エネルギー源や体の構成成分にならないもの

(2) ビタミンの種類

- ・脂溶性ビタミン (A, D, E, K) : 体内に蓄積し、過剰症を起こしやすい。
- ・水溶性ビタミン (B 群、ナイアシン、パントテン酸、葉酸、ビオチン、C) : 尿中に排泄されやすく、欠乏症を起こしやすい。

1) ビタミン A

特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・脂溶性ビタミン ・ビタミン A は、レチノール、レチナール、レチノイン酸、及びその誘導体の総称である。 ・動物性食品に多い。 ・植物性食品では、カロテノイド (<u>プロビタミン A</u>、ビタミン A の前駆体) として摂取される。 ・カロテノイドの一種である <u>β-カロテン</u> は、最も生理作用が強く、緑黄色野菜に多く含まれる。 ・主な機能は、<u>網膜の視細胞 (杆体) における光受容反応</u>、上皮組織の成長分化、精子形成、発癌の抑制、免疫機構の維持である。
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>夜盲症</u> (暗順応不良)、<u>角膜乾燥症</u>、皮膚乾燥、成長障害、免疫機能低下
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> ・急性：脳脊髄液圧の上昇による頭痛、嘔吐など ・慢性：頭蓋内圧亢進、皮膚の落屑、脱毛、筋肉痛など

2) ビタミン D

特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・脂溶性ビタミン ・植物由来のエルゴカルシフェロール (D₂) と動物由来のコレカルシフェロール (D₃) の 2 種類がある。 ・コレステロールを前駆体として、ヒトの体内で合成 (紫外線が必要) される。 ・肝臓で 25 位の炭素に、腎臓で 1α 位の炭素に水酸基が結合して活性型ビタミン D (1α, 25(OH)₂D) となる。 ・主な機能は、腸管からの Ca、P の吸収促進、腎臓での Ca、P の再吸収促進、副甲状腺ホルモン (parathyroid hormone, PTH) の分泌抑制、骨形成促進である。
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>くる病</u> (幼児期)、<u>骨軟化症</u> (成人)、<u>テタニー</u> (低 Ca 血症による筋肉のけいれん)
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> ・高 Ca 血症、腎障害、体重減少など ・幼児では、成長停止、食欲不振、腹痛、下痢など

3) ビタミン E

特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・脂溶性ビタミン ・植物性食品に多く含まれる。 ・生体内では α トコフェロールが 90% を占める。 ・主な機能は、<u>抗酸化作用</u>、動脈硬化の予防である。
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> ・未熟児で<u>溶血性貧血</u>が起こることがあるが、通常の食事で欠乏症になることはない。
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> ・通常の食事で過剰症になることはない。

4) ビタミンK

特徴	<ul style="list-style-type: none"> 脂溶性ビタミン 植物由来のビタミンK₁（フィロキノン）、<u>腸内細菌</u>由来のビタミンK₂（メナキノン）がある。 肝臓での<u>血液凝固因子II、VII、IX、X</u>の合成、骨でのオステオカルシン合成に関与する。 グルタミン酸残基を修飾してγ-カルボキシグルタミン酸残基にするカルボキシラーゼの補酵素として働く。 <u>ワルファリン</u>（血液凝固阻止薬、ビタミンKと構造が類似しているためビタミンKの作用を阻害する薬剤）の作用を減弱する。
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> <u>新生児メレナ</u>、骨粗鬆症など 新生児メレナは、生後数日～数週間で出現する消化管からの出血による吐血や下血のことである。（欠乏が高度の場合、生後24時間以内に発症することもある） 重症の場合は、頭蓋内出血（特発性乳児ビタミンK欠乏症）を起こすことがある。 新生児のビタミンK欠乏が起こりやすい原因として、①<u>ビタミンKは胎盤を通過しないこと</u>、②<u>母乳中のビタミンK含量が少ないこと</u>、③<u>腸内細菌叢が未熟なため腸内細菌によるビタミンK産生が少ないこと</u>がある。 予防のため、出生直後にビタミンKを経口投与する。 発症時の治療は、ビタミンKを静注する。（筋注は発癌性のため禁忌）
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> 溶血性貧血、黄疸など

5) ビタミンB₁

特徴	<ul style="list-style-type: none"> 水溶性ビタミン <u>チアミンピリン酸</u>（thiamine pyrophosphate, TPP）の形で補酵素として働く。 糖質、分枝アミノ酸の代謝に関与する。（代表例は、ピルビン酸からアセチルCoAを生成する反応に関与）
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> <u>脚気</u>（多発性神経炎、脚気心、全身浮腫） <u>ウェルニッケ脳症</u>（意識障害、眼振、眼筋麻痺、小脳失調など神経系の障害、アルコール依存症患者に多い） <u>コルサコフ症候群</u>（ウェルニッケ脳症の一部として健忘、失見当識、作話など精神障害）など
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> 通常の食事では起こらない。 頭痛、いらだち、不眠、接触性皮膚炎など

6) ビタミンB₂

特徴	<ul style="list-style-type: none"> 水溶性ビタミン 主な機能は、<u>フラビンアデニンヌクレオチド</u>（flavin adenine dinucleotide, FAD）または<u>フラビンモノヌクレオチド</u>（flavin adenine mononucleotide, FMN）の形で補酵素として働く。 解糖、電子伝達系、脂肪酸合成などの酸化還元反応に関与する。 正常発育に不可欠（成長ホルモンの合成に関与、<u>発育ビタミン</u>）。
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> 成長障害、口角炎、脂漏性皮膚炎、結膜炎など
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> なし

7) ビタミンB₆

特徴	<ul style="list-style-type: none"> 水溶性ビタミン 主な機能は、タンパク質代謝に関する酵素（<u>トランスアミナーゼ・アミノ酸脱水素酵素</u>）の補酵素として働く。
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> ペラグラ様皮膚炎、舌炎、口角炎、貧血
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> 知覚神経障害

8) ビタミン B₁₂

特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・水溶性ビタミン ・コバルト (Co) を含む。 ・動物性食品に含まれる。 ・胃の壁細胞から分泌される内因子と結合して、回腸で吸収される。 ・主な機能は、メチルコバラミンの形でメチオニン合成酵素の補酵素として働く。 ・<u>核酸合成</u>、脂質・アミノ酸代謝に関与する。
欠乏症	・ <u>悪性貧血 (巨赤芽球性貧血)</u>
過剰症	・なし。

9) ナイアシン

特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・補酵素 NAD (nicotinamide adenine dinucleotide)、NADP (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate) の前駆体となる物質 (ニコチン酸とニコチンアミド) の総称である。 ・主な機能は、NAD、NADP の形で補酵素として働く。 ・糖質代謝、脂質代謝、アミノ酸代謝における多くの酸化還元反応に関与する。 ・ニコチン酸は、トリプトファンから体内で合成される。
欠乏症	・ <u>ペラグラ</u> (皮膚炎、下痢、痴呆を三主徴とし、トリプトファン含量が少ないトウモロコシを主食とする地域で発生する)
過剰症	・皮膚の潮紅、痒み、肝機能障害、黄疸

10) パントテン酸

特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・水溶性ビタミン ・動物性食品、植物性食品に含まれるほか、腸内細菌が合成する。 ・コエンザイム A (Coenzyme A) の構成成分である。 ・主な機能は、アセチル化を行う酵素の補酵素として働く。 ・糖質代謝、脂質代謝に関与する。
欠乏症	・末梢神経障害 (四肢のしびれ)、起立性低血圧、成長停止
過剰症	・なし

11) 葉酸

特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・水溶性ビタミン ・主な機能は、<u>テトラヒドロ葉酸</u>の形で、ギ酸やホルムアルデヒド由来の C₁ 単位のキャリアとして働く。 ・核酸 (プリン) 合成、アミノ酸代謝に関与する。
欠乏症	・ <u>巨赤芽球性貧血</u> 、下痢、舌炎、 <u>胎児の神経管閉鎖障害</u>
過剰症	・なし。

12) ビオチン

特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・水溶性ビタミン ・食品及び腸内細菌から供給される。 ・主な機能は、カルボキシラーゼの補酵素として働く。 ・糖新生、脂肪酸合成、アミノ酸代謝における炭酸固定反応に関与する。
欠乏症	・ <u>卵白障害</u> (ビオチンは、卵白中の <u>アビジン</u> と結合して吸収障害を起こし、脂漏性皮膚炎、脱毛、神経障害を起こす)
過剰症	・なし。

13) ビタミン C (アスコルビン酸)

特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・水溶性ビタミン ・抗酸化作用 ・主な機能は、コラーゲン合成の補酵素（プロリンからヒドロキシプロリンを生成）として働き、コラーゲン繊維の三重らせん構造の形成に関与する。 ・その他、コレステロール代謝、ドーパミン代謝、<u>カルニチン合成</u>、非ヘム鉄の腸管吸収、cAMP、cGMP 合成、薬物の水酸化反応に関与する。 ・カルニチンは、ビタミン B₁₂とも呼ばれ、細胞質で生成したアシル CoA のミトコンドリア内への転送に関与する。
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>壊血病</u>（結合組織形成障害による出血傾向）、カルニチン欠乏による筋力低下、全身倦怠感、精神障害、関節痛、小児成長障害、骨石灰化障害による骨粗鬆症がある。
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> ・腹痛、下痢、腎結石

2. ミネラル

1) カルシウム (Ca)

特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・体内で最も多いミネラルで、体重の 1～2%を占める。 ・99%は、骨や歯の成分として存在する。 ・骨や歯の主成分、神経の伝達、筋肉の収縮、血液凝固、細胞内情報伝達に関与する。
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> ・くる病、骨粗鬆症、<u>テタニー</u>（助産婦の手）、<u>トルソー徴候</u>（上腕をマンシュエツトで圧迫することによりテタニーを誘発）
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> ・便秘、尿路結石 ・<u>ミルクアルカリ症候群</u>（消化性潰瘍の治療としてミルクと制酸剤を長期間続けたときに生じ、高 Ca 血症、アルカローシス、転移性石灰化を起こす。アルカローシスは、高 Ca 血症により副甲状腺ホルモン分泌が減少するので、腎臓からの HCO₃⁻排泄が減少して起こる）

2) リン (P)

特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・Ca について 2 番目に多いミネラルで、体重の 1%を占める。 ・85%は、Ca とともに骨や歯の成分として存在する。 ・骨の成分（ヒドロキシアパタイト）、リン脂質、核酸、ATP などの成分
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> ・くる病、筋萎縮、溶血性貧血
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>Ca 吸収障害</u>による低 Ca 血症、骨粗鬆症、老化

3) マグネシウム (Mg)

特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・体内に約 25g 存在する。 ・体内の Mg の 50～60%が骨に貯蔵されている。 ・300 以上の酵素の補助因子として働き、糖・脂質の代謝、核酸・タンパク質の合成、ビタミン D の活性化などに関与する。
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> ・低 K 血症（K 再吸収の低下による）、低 Ca 血症（副甲状腺ホルモン（PTH）分泌抑制による）、筋力低下、テタニー（低 Ca 血症の症状）、不整脈、心電図異常
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> ・なし。

4) カリウム (K)

特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・98%は細胞内に存在し、静止膜電位の発生に関与する。 ・血圧低下作用（交感神経の抑制、Na 利尿の促進、血管拡張作用、血管保護作用）
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> ・骨格筋の麻痺
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> ・心電図異常、不整脈

5) ナトリウム (Na)

特徴	<ul style="list-style-type: none"> 細胞外液に 50%、骨中に 40%、細胞内液に 10% 存在する。 細胞外液の主要成分で、血液の浸透圧、水分平衡の調節に関与する。
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> 低血圧、脱水、血液濃縮。Na 欠乏で水のみを摂取すると水中毒を起こす。
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> 浮腫、高血圧

6) 塩素 (Cl)

特徴	<ul style="list-style-type: none"> 細胞外液に 70%、細胞内液に 30% 存在する。 細胞外液の陰イオンの 60% を占める。
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> なし。
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> なし。

7) 鉄 (Fe)

特徴	<ul style="list-style-type: none"> 体内に約 3g 存在する。 機能鉄：ヘモグロビン、トランスフェリンと結合した鉄 (2 価の鉄 Fe²⁺) 貯蔵鉄：フェリチン、ヘモジデリンと結合した鉄 (3 価の鉄 Fe³⁺) 機能鉄と貯蔵鉄の比：男性は 3 : 1、女性は 9 : 1 主な機能は、酸素の運搬、酸化反応に関与する。
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> <u>鉄欠乏性貧血</u>
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> <u>ヘモクロマトーシス</u> (体内に Fe が沈着し、肝硬変や糖尿病をきたす)

8) 銅 (Cu)

特徴	<ul style="list-style-type: none"> 体内に約 80 mg 存在する。 鉄代謝、ヘモグロビン合成に関与する。 活性酸素を分解する SOD (superoxide dismutase) の酵素活性に関与する。
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> 貧血 (貯蔵鉄の動員が障害される)、白血球減少
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> <u>ウィルソン病</u> (体内に Cu が沈着し、肝硬変や神経障害をきたす)

9) 亜鉛 (Zn)

特徴	<ul style="list-style-type: none"> 体内に約 2g 存在する。 200 種類以上の酵素の構成成分であり、DNA、RNA、蛋白合成に関与する。
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> <u>味覚異常</u>、成長障害、免疫異常、脱毛、皮膚炎、精子形成異常
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> 腹痛、下痢、発熱

10) セレン (Se)

特徴	<ul style="list-style-type: none"> 体内に約 13 mg 存在する。 活性酸素を分解するグルタチオンペルオキシダーゼの構成成分である。 脂質の過酸化を抑制する。
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> <u>克山(コサノ)病</u> (心筋障害)、<u>カシン-ベック病</u> (骨の異常、骨折)
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> 毛髪・つめの異常、腹痛、下痢、心筋梗塞、腎不全

11) クロム (Cr)

特徴	<ul style="list-style-type: none"> 体内に約 2 mg 存在する。 食品に含まれるのは三価クロムである。 糖、脂質、タンパク質の代謝に関与する。 インスリン作用を増強する。
欠乏症	<ul style="list-style-type: none"> 耐糖能異常、成長障害、
過剰症	<ul style="list-style-type: none"> 六価クロムは、中毒症状 (皮膚粘膜の炎症、発癌) を起こす。

12) ヨード (I)

特徴	・体内に約 15 mg 存在する。 ・甲状腺ホルモンの構成成分である。
欠乏症	・甲状腺腫大、甲状腺機能低下症
過剰症	・甲状腺腫大、 <u>甲状腺機能低下症</u>

13) コバルト (Co)

特徴	・体内に約 2 mg 存在する。 ・ビタミン B ₁₂ の構成成分である。
欠乏症	・ <u>悪性貧血</u>
過剰症	・赤血球増多症

14) マンガン (Mn)

特徴	・体内に約 15 mg 存在する。 ・多くの酵素の補助因子として働く。
欠乏症	・成長障害、血液凝固異常、耐糖能異常
過剰症	・疲労感、不眠、精神障害、歩行障害

15) イオウ (S)

特徴	・含硫アミノ酸、コンドロイチン硫酸、CoA などの構成成分である。 ・主な機能は、肝臓での解毒酵素活性の調節、毛髪や爪の発育に関与する。
欠乏症	・なし。
過剰症	・なし。

16) モリブデン (Mo)

特徴	・体内に約 9 mg 存在する。 ・キサンチンオキシダーゼの構成成分である。 ・水酸化を触媒する酵素の構成成分
欠乏症	・成長障害、脳障害、精神障害
過剰症	・Cu の吸収阻害

17) フッ素 (F)

特徴	・体内に約 2.6g 存在する。 ・95%は、骨や歯に含まれ、石灰化に関与する。
欠乏症	・なし。
過剰症	・フッ素中毒（エナメル質形成不全による <u>斑状歯</u> 、鼻炎、気管支炎）

確認問題

正しいものに○、誤っているものに×を付けなさい。

1. () ビタミンD 欠乏は、夜盲症を起こす。
2. () ビタミンE 欠乏は、くる病を起こす。
3. () ビタミンK 欠乏は、悪性貧血を起こす。
4. () ビタミンB6 欠乏は、ウェルニッケ脳症を起こす。
5. () ビタミンC 欠乏は、壊血病を起こす。
6. () ビタミンB12 欠乏は、新生児メレナを起こす。
7. () カルシウム欠乏は、ミルクアルカリ症候群を起こす。
8. () 鉄欠乏は、ヘモクロマトーシスを起こす。
9. () セレン欠乏は、克山病を起こす。
10. () フッ素欠乏は、斑状歯を起こす。

看護師国家試験過去問

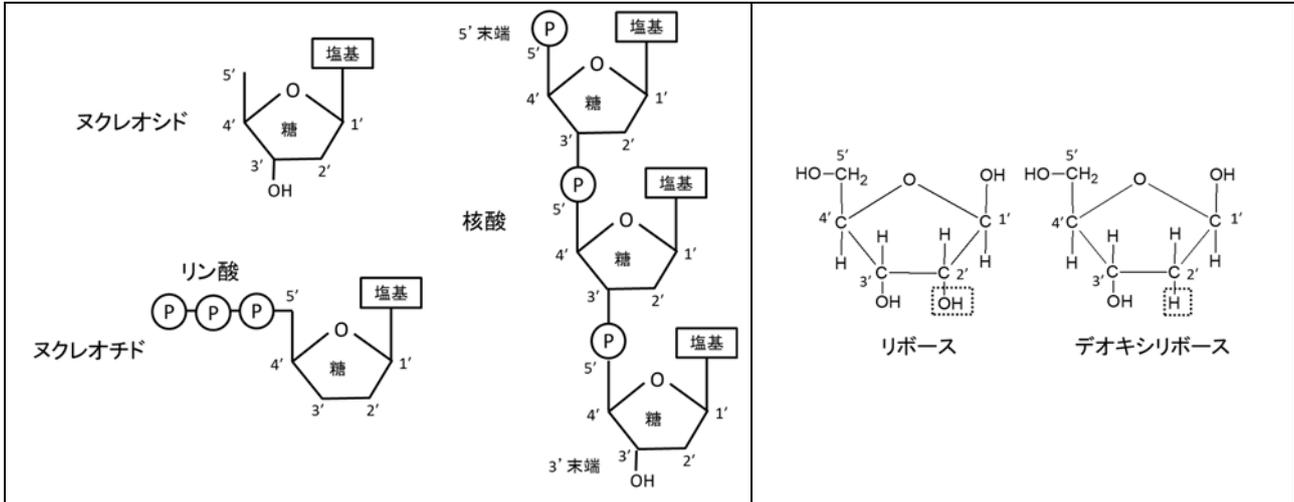
<p>102PM-72 水溶性ビタミンはどれか。 (1) ビタミンA (2) ビタミンC (3) ビタミンD (4) ビタミンE (5) ビタミンK</p>	<p>(1) × 脂溶性 (2) ○ (3) × 脂溶性 (4) × 脂溶性 (5) × 脂溶性</p>
<p>107PM-27 ビタミンと生理作用の組合せで正しいのはどれか。 (1) ビタミンA — 嗅覚閾値の低下 (2) ビタミンD — Ca²⁺吸収の抑制 (3) ビタミンE — 脂質の酸化防止 (4) ビタミンK — 血栓の溶解</p>	<p>(1) × 視覚の明暗閾値の低下 (2) × Ca²⁺吸収の促進 (3) ○ (4) × 血液凝固因子（II、VII、IX、X）の合成</p>
<p>96AM-17 不足すると貧血になるのはどれか。 (1) ビタミンA (2) ビタミンB₁₂ (3) ビタミンD (4) ビタミンE</p>	<p>(1) × 夜盲症 (2) ○ 悪性貧血 (3) × くる病、骨軟化症 (4) ○ 溶血性貧血</p>
<p>100PM-33 ビタミン B₁ の欠乏で生じるのはどれか。 (1) 夜盲症 night blindness (2) 壊血病 scurvy (3) くる病 nckets (4) 脚気 beriberi</p>	<p>(1) × ビタミンA (2) × ビタミンC (3) × ビタミンD (4) ○</p>
<p>101AM-30 ビタミンと欠乏症の組合せで正しいのはどれか。 (1) ビタミン B₁ — ウェルニッケ脳症 Wernicke's encephalopathy (2) ビタミンC — 脚気 beriberi (3) ビタミン D — 新生児メレナ melena neonatorum (4) ビタミン E — 悪性貧血 pernicious anemia</p>	<p>(1) ○ (2) × 壊血病 (3) × くる病、骨軟化症 (4) × 溶血性貧血 ・新生児メレナは、ビタミンK欠乏症</p>
<p>105PM-71 ビタミンの欠乏とその病態との組合せで正しいのはどれか。 (1) ビタミンA — 壊血病 scurvy (2) ビタミンB₁ — 代謝性アシドーシス (3) ビタミンC — 脚気 beriberi (4) ビタミン D — 悪性貧血 pernicious anemia (5) ビタミンE — 出血傾向</p>	<p>(1) × 夜盲症 (2) ○ (3) × 壊血病 (4) × くる病、骨軟化症 (5) × 溶血性貧血 ・出血傾向は、ビタミンK欠乏症</p>
<p>93PM-23 欠乏時皮膚の障害が生じないのはどれか。 (1) 葉酸 (2) ビタミンB₂ (3) ビタミンB₆ (4) 亜鉛</p>	<p>(1) ○ (2) × 口角炎、角膜炎、脂漏性皮膚炎など (3) × ペラグラ様皮膚炎、舌炎、口角炎など (4) × 味覚異常、成長障害、免疫異常、脱毛、皮膚炎、精子形成異常など</p>

<p>102AM-23 ワルファリンと拮抗作用があるのはどれか。</p> <p>(1) ビタミンA (2) ビタミンC (3) ビタミンD (4) ビタミンE (5) ビタミンK</p>	<p>(1) × (2) × (3) × (4) × (5) ○</p>
<p>103 (追加) PM-80 ワルファリンの服用時に避けた方がよい食品はどれか。</p> <p>(1) 緑茶 (2) 納豆 (3) チーズ (4) バナナ (5) グレープフルーツ</p>	<p>(1) × 鉄剤の吸収抑制 (2) ○ ビタミン K を多く含むワルファリンの作用減弱 (3) × (4) × (5) × カルシウム拮抗薬の作用増強</p>
<p>96PM-2 鉄の摂取不足によって起こるのはどれか。</p> <p>(1) 酸素運搬量が減少する。 (2) 赤血球の寿命が短縮する。 (3) 核酸の合成酵素が不足する。 (4) 白血球の分化が抑制される。</p>	<p>(1) ○ 鉄欠乏性貧血、ヘモグロビンの合成障害 (2) × 溶血性貧血 (3) × 悪性貧血 (4) × 再生不良性貧血</p>
<p>103 (追加) AM-51 テタニーと関連するのはどれか。</p> <p>(1) 低カリウム血症 (2) 低アルブミン血症 (3) 低ナトリウム血症 (4) 低カルシウム血症</p>	<p>(1) × (2) × (3) × (4) ○</p>
<p>103AM-31 味覚障害の原因となるのはどれか。</p> <p>(1) 亜鉛欠乏 (2) リン欠乏 (3) カリウム欠乏 (4) マグネシウム欠乏</p>	<p>(1) ○ (2) × (3) × (4) ×</p>
<p>103 (追加) PM-17 無尿時に原則として投与が禁忌なのはどれか。</p> <p>(1) マグネシウム (2) ナトリウム (3) カリウム (4) クロール</p>	<p>(1) × (2) × (3) ○ (4) ×</p>
<p>103 (追加) PM-57 高齢者に起こりやすい電解質異常はどれか。</p> <p>(1) 高カルシウム血症 (2) 高リン酸血症 (3) 低マグネシウム血症 (4) 低カリウム血症</p>	<p>(1) × (2) × (3) × (4) ○</p>

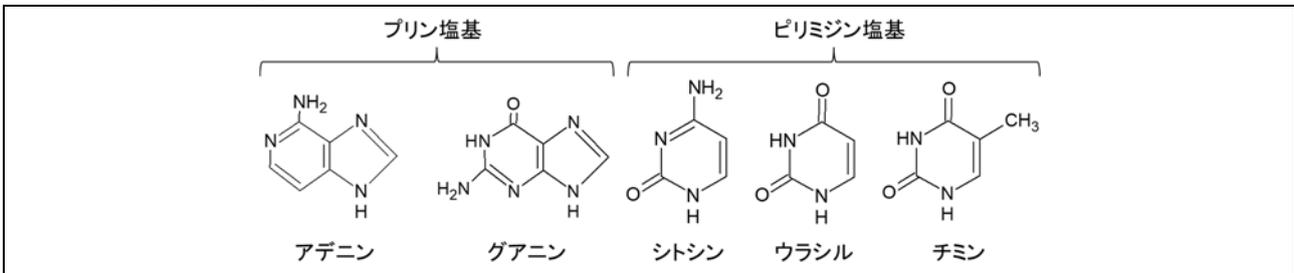
8. 核酸の代謝と遺伝子の発現

1. 核酸

- 塩基 (base) と糖が結合したものを、ヌクレオシド (nucleoside) という。
- ヌクレオシドにリン酸が結合したものを、ヌクレオチド (nucleotide) という。
- ヌクレオチドが鎖状に重合したものを、核酸 (nucleic acid) という。
- 核酸には、DNA (deoxyribonucleic acid) と RNA (ribonucleic acid) の2種類がある。
- 核酸を構成する糖は、DNA ではデオキシリボース、RNA ではリボースである。



- DNA の塩基は、アデニン (A, adenine)、グアニン (G, guanine)、シトシン (C, cytosine)、チミン (T, thymine) の4種類である。
- RNA の塩基は、アデニン (A)、グアニン (G)、シトシン (C)、ウラシル (U, uracil) の4種類である。
- 塩基は、プリン塩基 (アデニン、グアニン) とピリミジン塩基 (シトシン、ウラシル、チミン) の2種類に分類される。

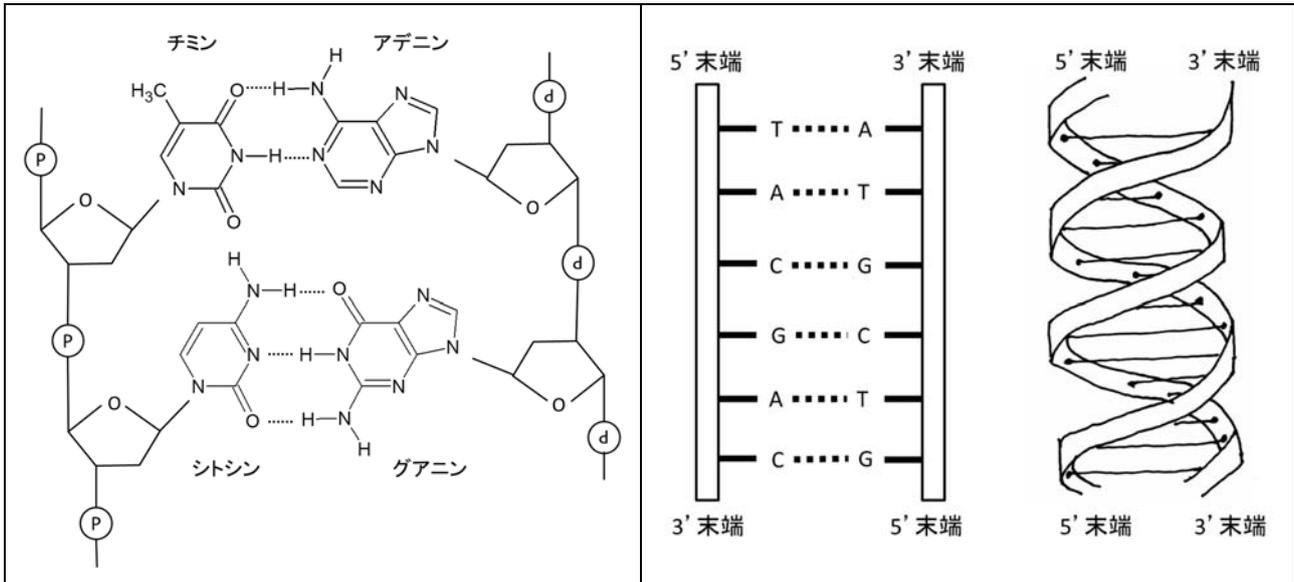


- 塩基、ヌクレオシド、ヌクレオチドの名称

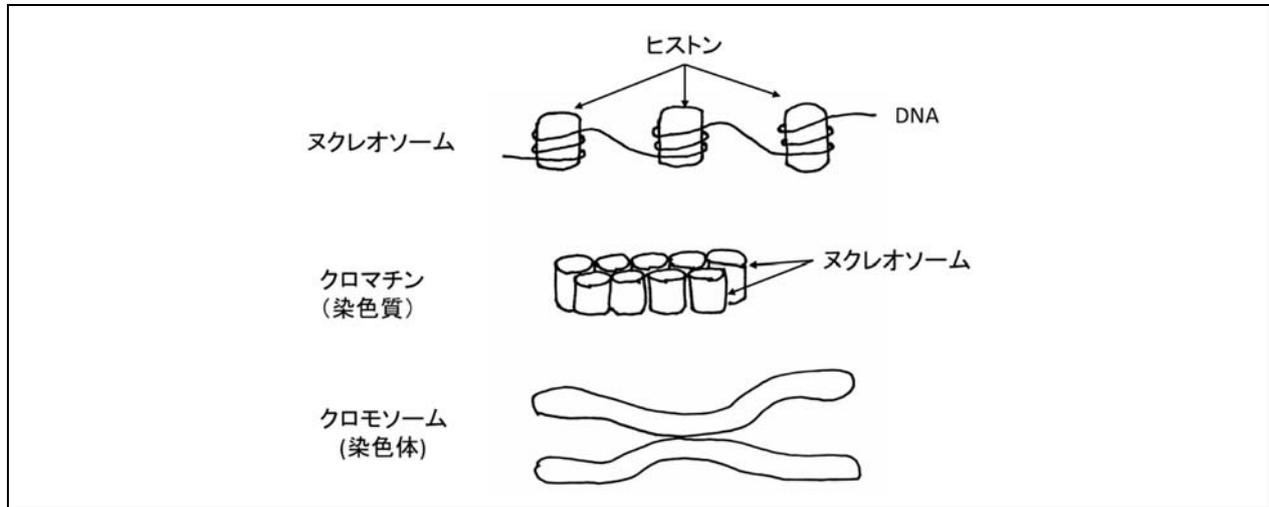
塩基	ヌクレオシド	ヌクレオチド (3つのリン酸基が結合している場合)
アデニン adenine	アデノシン adenosine	アデノシン 3 リン酸 adenosine triphosphate (ATP)
グアニン guanine	グアノシン guanosine	グアノシン 3 リン酸 guanosine triphosphate (GTP)
シトシン cytosine	シチジン cytidine	シチジン 3 リン酸 cytidine triphosphate (CTP)
ウラシル uracil	ウリジン uridine	ウリジン 3 リン酸 uridine triphosphate (UTP)
チミン thymine	チミジン thymidine	チミジン 3 リン酸 thymidine triphosphate (TTP)

2. DNA

- A と T、G と C は、それぞれ相補的な対を作る。
- DNA (デオキシリボ核酸) は、ヌクレオチドが鎖状につながり、2本のヌクレオチド鎖がらせん構造 (double helix) を作ったものである。



- ヌクレオソーム (nucleosome) は、ヒストン (塩基性たんぱく質) に DNA が巻きついたものである。
- クロマチン (chromatin、染色質) は、ヌクレオソームが折りたたまれたものである。
- クロモソーム (chromosome、染色体) は、クロマチンが高度に折りたたまれて凝縮したものである。クロモソームは、細胞が分裂するときに出現する。ヒトのクロモソームは、22対 (44本) の常染色体と1対 (2本) の性染色体 (X、Y) からなる。ヒトのDNAを1本にすると幅は2nm (100万分の2mm)、長さは約2mになる。



3. 遺伝子の発現

(1) 遺伝子

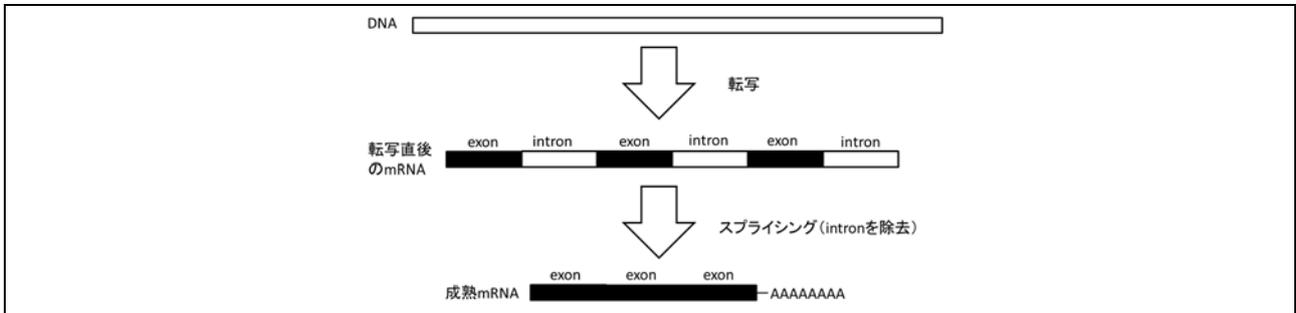
- DNAの全塩基配列を、ゲノム (genome) という。
- ヒトゲノムは、約30億塩基対からなる。ヒトゲノム計画により、ヒトの遺伝子は約20,000個 (全ゲノムの約2%) であることがわかった。
- 遺伝子 (gene) は、DNA上の塩基配列によってコードされている遺伝情報である。遺伝子は、タンパク質のアミノ酸配列をコードしている。4種類の塩基により20種類のアミノ酸をコードするために、3つの塩基配列が1つのアミノ酸に対応するようにコードされている。

(2) 転写

- 転写 (transcription) とは、DNA 上の塩基配列の情報を、RNA 上の塩基配列の情報に写し取ることである。
- 転写により生成する RNA を、mRNA (メッセンジャーRNA、messenger RNA) という。
- mRNA は、DNA 上の遺伝子 (塩基配列) を鋳型にして合成される。

DNA A-U mRNA
 T-A
 G-C
 C-G

- 遺伝子上流には、転写を調節する部位 (プロモーター領域) がある。
- 転写は、RNA ポリメラーゼがプロモーター領域に結合して始まる。
- プロモーター領域には、RNA ポリメラーゼ活性を調節する転写因子が結合する部位がある。
- mRNA の合成は、5' →3' の方向に合成される。
- 転写された mRNA は、スプライシング (splicing) によりイントロン (intron) が除かれ、エクソン (exon) からなるメッセンジャーRNA (mRNA) が生成する。
- 合成された mRNA は、核膜孔を通して細胞質に存在するリボソームに移動する。



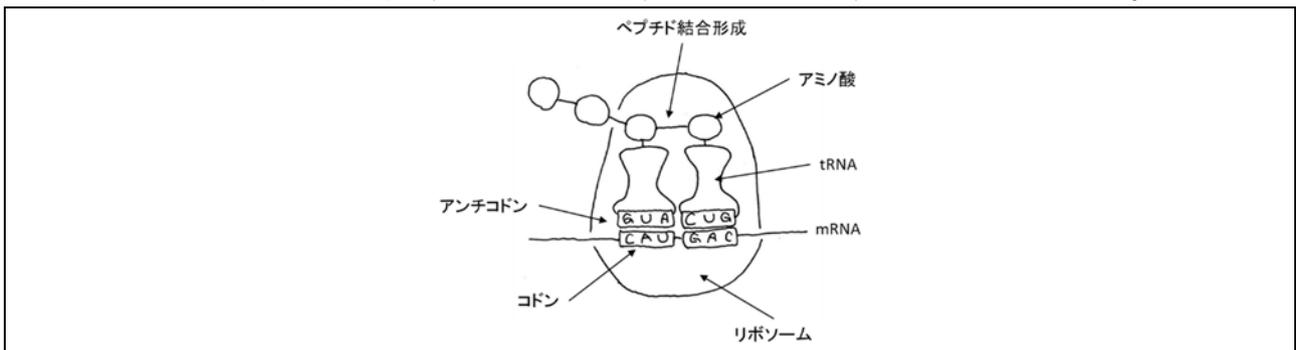
(3) 翻訳 (translation)

- 翻訳とは、RNA 上の塩基配列の情報を、アミノ酸配列の情報に書き換えることである。
- DNA 上の3つの塩基配列 (トリプレット triplet) が1つのアミノ酸に対応しており、DNA から転写された mRNA 上のトリプレットをコドン (codon) という。

4種類の塩基からなるコドンは、 $4 \times 4 \times 4 = 64$ 種類存在する。

1つのコドンは、1つのアミノ酸に対応するが、1つのアミノ酸に対応するコドンは複数ある。

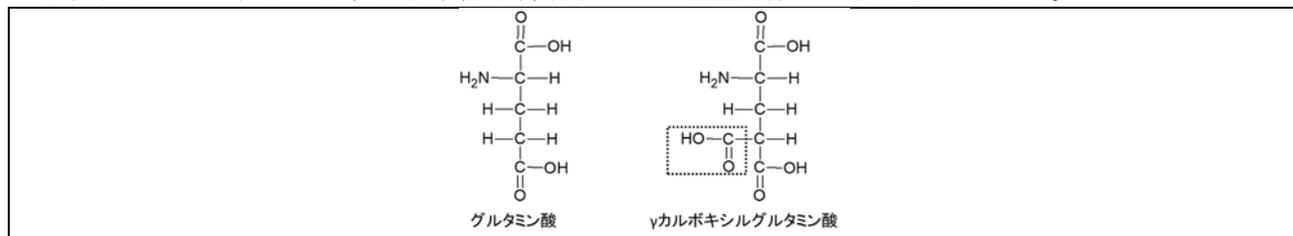
- mRNA は、すべて AUG から始まっているので、AUG を開始コドンという。
- AUG は、メチオニンに対応しているので、すべてのタンパク質合成はメチオニンから始まる。
- タンパク質合成を終了させるコドンを、終止コドンという。
- 終止コドンには、UAA、UAG、UGA の3つがあり、どのアミノ酸とも対応していない。
- アミノ酸をリボソームに運ぶ RNA を、tRNA (転移 RNA、transfer RNA) という。
- mRNA のコドンに相補的な tRNA 上のトリプレットを、アンチコドン (anticodon) という。
- リボソームでは、アミノ酸をペプチド結合により鎖状に連結してタンパク質を合成する。
- リボソームには、ペプチド結合の形成を触媒するリボソーム RNA (rRNA, ribosome RNA) がある。
- 細胞内の全 RNA に占める割合は、rRNA が約 80%、tRNA が約 15%、mRNA が約 5%である。



(4) タンパク質の翻訳後修飾

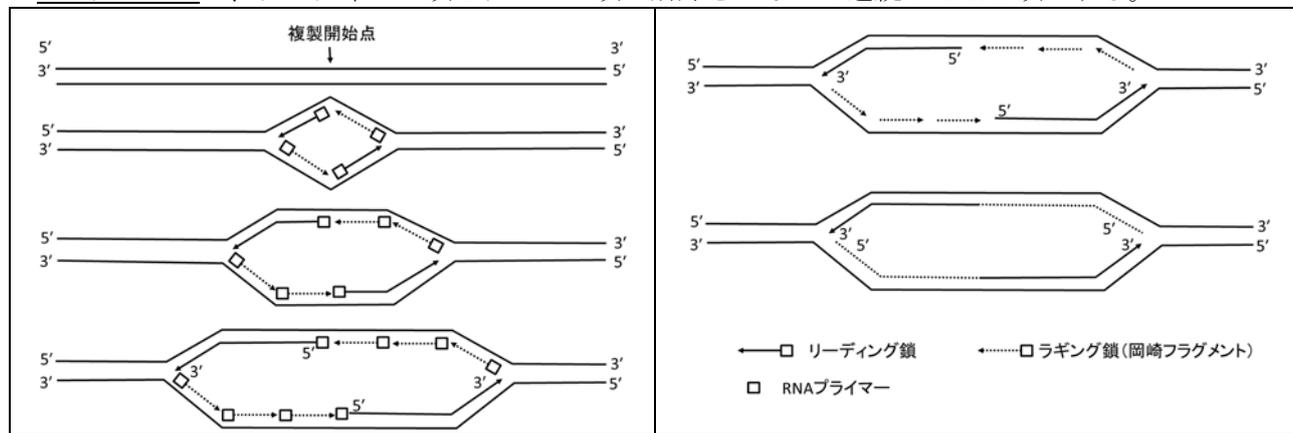
- 翻訳により合成されたタンパク質は、翻訳後修飾を受けて活性型になる。
- 翻訳後修飾の例) γ -カルボキシグルタミン酸

グルタミン酸には、側鎖の先端 (γ 位の炭素) にカルボキシル基 (COOH) が結合している。そこに もう一つカルボキシル基が結合すると γ -カルボキシルグルタミン酸 になる。 γ -カルボキシグルタミン酸は、タンパク質と Ca^{2+} との結合に関与する。この反応を触媒する酵素 カルボキシラーゼ の活性には ビタミン K が必要である。ビタミン K 依存性翻訳後修飾の代表例は、肝臓での血液凝固因子 (II、VII、IX、X) である。ビタミン K 欠乏症では、血液凝固障害が出現する。また、ビタミン K の作用に拮抗するワルファリンは、血液凝固を抑制するので血栓形成の予防に使用される。



4. DNA の複製

- DNA は、半保存的に複製される。
2 本鎖の DNA が複製される時は、二重らせんがほどけて 1 本鎖 DNA になる。それぞれの DNA の塩基配列を鋳型にして、相補的な DNA 鎖が新たに作られる。1 つの複製開始点により二重らせんがほどける複製単位を レプリコン という。
- DNA を合成する酵素を、DNA ポリメラーゼ という。
複製開始点には、プライマー (短い RNA 鎖) が合成される。
DNA ポリメラーゼは、プライマーの 3' 末端に続いて 5' → 3' の方向へ リーディング鎖 を合成する。
複製起点から逆方向へは、複数の短い ラギング鎖 (岡崎フラグメント) を 5' → 3' の方向へ合成する。
- DNA リガーゼ は、リーディング鎖とラギング鎖の断片をつないで連続した DNA 鎖にする。



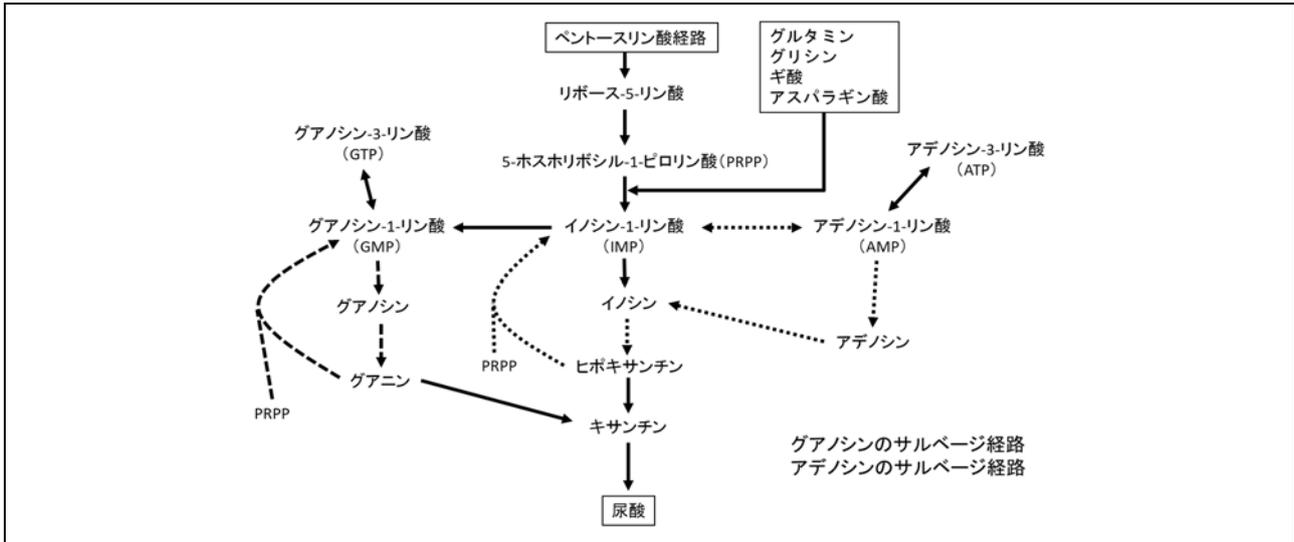
5. 主な遺伝性疾患

常染色体劣性遺伝	• フェニルケトン尿症
常染色体融資遺伝	• マルファン症候群
伴性劣性遺伝	• 血友病
染色体異常	<ul style="list-style-type: none"> • ダウン症候群 21 番染色体のトリソミー • パトー症候群 13 番染色体のトリソミー • エドワーズ症候群 18 番染色体のトリソミー • クラインフェルター症候群 XXY の男性 • ターナー症候群 X の女性

6. 核酸に含まれる塩基の分解

(1) プリン塩基の分解と排泄

- ・核酸は、ヌクレオチドに分解され、さらに塩基、リボース、リン酸に分解される。
- ・リボースとリン酸は、糖質の代謝経路に入る。
- ・プリン塩基は、尿酸に変換されて、尿中に排泄される。
- ・アデノシンは、アデニンデアミナーゼの作用でイノシンとなり、続いてプリンヌクレオシドホスホリラーゼの作用でヒポキサンチンとなり、さらにキサンチンオキシダーゼの作用でキサンチンになる。
- ・グアノシンは、プリンヌクレオシドホスホリラーゼの作用でグアニンとなり、続いてグアニンデアミナーゼの作用でキサンチンになる。
- ・キサンチンは、キサンチンオキシダーゼの作用で尿酸になる。

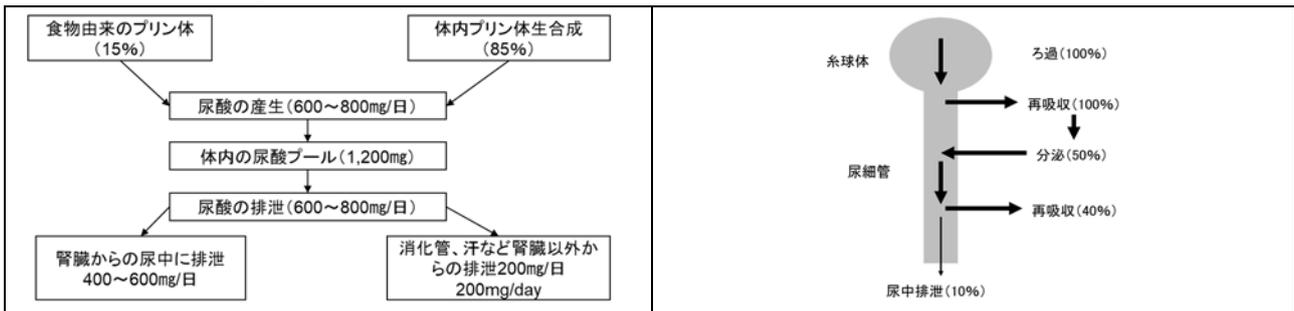


(2) ピリミジン塩基の分解と排泄

- ・アンモニア、二酸化炭素、β-アラニンなどを生成して、尿中に排泄される。

(3) 尿酸の排泄

- ・血液中の尿酸は糸球体で濾過された後、尿細管での再吸収・分泌を経て、最終的に濾過された 10% が尿中に分泌される。



- ・尿酸は、血液中では 98% が Na 塩として存在し約 7.0 mg/dℓ で飽和する。
それ以上の濃度では、過飽和となって溶けている (80 mg/dℓ まで溶解可能)。
血液中には、タンパク質など何らかの安定化因子が存在すると考えられている。
- ・血清尿酸濃度は、男性では加齢とともに上昇する。
女性は、男性より低値である。
女性ホルモンは尿酸値上昇に抑制的に働く。
- ・尿中では、尿素、タンパク質、ムコ多糖類などの作用でより溶けやすくなる。
尿中での溶解度は、酸性で低下する。
pH5.0 では 6~15 mg/dℓ で飽和するが、pH7.0 では 158~200 mg/dℓ で飽和する。

確認問題

正しいものに○、誤っているものに×を付けなさい。

1. () ヌクレオシドには、リン酸が含まれている。
2. () シトシンは、プリン塩基である。
3. () アデニンとチミンは、相補的な塩基である。
4. () 1つのアミノ酸は、2つの塩基配列でコードされている。
5. () 1つのアミノ酸に対応する塩基配列は、1つだけである。
6. () 成熟 mRNA には、イントロンが含まれている。
7. () mRNA の情報に基づいて、ペプチドを合成することを転写という。
8. () rRNA には、アンチコドンが含まれている。
9. () DNA は、半保存的に複製される。
10. () ピリミジン塩基が分解されると、尿酸が生成する。

看護師国家試験過去問

<p>95PM-1 遺伝で正しいのはどれか。</p> <p>(1) 細胞は器官によって異なる遺伝情報を持つ。</p> <p>(2) 3つの塩基で1種類のアミノ酸をコードする。</p> <p>(3) 動物と植物のDNAは異なる塩基を持つ。</p> <p>(4) 遺伝情報に基づき核内で蛋白合成が行われる。</p>	<p>(1) × 同じ遺伝情報を持つ</p> <p>(2) ○</p> <p>(3) × 同じ塩基を持つ</p> <p>(4) × 細胞質のリボソームで合成する</p>
<p>100AM-29 核酸で正しいのはどれか。</p> <p>(1) mRNA がアミノ酸をリボソームへ運ぶ。</p> <p>(2) DNA は1本のポリヌクレオチド鎖である。</p> <p>(3) DNA には遺伝子の発現を調節する部分がある。</p> <p>(4) RNA の塩基配列によってアミノ酸がつながるととを転写という。</p>	<p>(1) × 転移 RNA (tRNA)</p> <p>(2) × 2本鎖 (二重らせん構造)</p> <p>(3) ○ プロモーター領域</p> <p>(4) × 翻訳という。DNA の塩基配列をもとに mRNA を合成することを転写という</p>
<p>103PM-27 遺伝子について正しいのはどれか。</p> <p>(1) DNA は体細胞分裂の前に複製される。</p> <p>(2) DNA は1本のポリヌクレオチド鎖である。</p> <p>(3) DNA の遺伝子情報から mRNA が作られることを翻訳という。</p> <p>(4) RNA の塩基配列に基づきアミノ酸がつながることを転写という。</p>	<p>(1) ○</p> <p>(2) × 2本鎖、二重らせん構造</p> <p>(3) × 転写</p> <p>(4) × 翻訳</p>
<p>104AM-77 タンパク合成が行われる細胞内小器官はどれか。</p> <p>(1) 核</p> <p>(2) リボソーム</p> <p>(3) リソソーム</p> <p>(4) ミトコンドリア</p> <p>(5) Golgi (ゴルジ) 装置</p>	<p>(1) ×</p> <p>(2) ○</p> <p>(3) ×</p> <p>(4) ×</p> <p>(5) ×</p>
<p>100PM-73 ヒトの染色体と性分化で正しいのはどれか。</p> <p>(1) 常染色体は20対である。</p> <p>(2) 女性の性染色体はXYで構成される。</p> <p>(3) 性別は受精卵が着床する過程で決定される。</p> <p>(4) 精子は減数分裂で半減した染色体を有する。</p>	<p>(1) × 22対</p> <p>(2) × 女性はXX、男性はXY</p> <p>(3) × 受精により決定</p> <p>(4) ○</p>

<p>99AM-6 精子の性染色体はどれか。 (1) X 染色体 1 種類 (2) XY 染色体 1 種類 (3) X 染色体と Y 染色体の 2 種類 (4) XX 染色体と XY 染色体の 2 種類</p>	<p>(1) × (2) × (3) ○ (4) ×</p>
<p>102PM-27 ヒトの精子細胞における染色体の数はどれか。 (1) 22 本 (2) 23 本 (3) 44 本 (4) 46 本</p>	<p>(1) × (2) ○ 常染色体 22 本+性染色体 1 本 (3) × (4) ×</p>
<p>99AM-74 遺伝病はどれか。 (1) 川崎病 (2) 血友病 (3) B 型肝炎 (4) マラリア (5) サルコイドーシス</p>	<p>(1) × 免疫異常 (2) ○ 血液凝固因子ⅧまたはⅨ遺伝子の欠損 (3) × ウイルス感染 (4) × 原虫感染 (5) × 肉芽種性疾患、過敏性免疫反応</p>
<p>103 (追加) AM-31 遺伝性疾患において男児に発症頻度の高い遺伝形式はどれか。 (1) 伴性劣性遺伝 (2) 伴性優性遺伝 (3) 常染色体劣性遺伝 (4) 常染色体優性遺伝</p>	<p>(1) ○ (2) × (3) × (4) ×</p>
<p>100AM-5 伴性劣性遺伝病 (X 連鎖劣性遺伝病) はどれか。 (1) 血友病 hemophilia (2) ダウン症候群 Down's syndrome (3) 先天性風疹症候群 congenital rubella syndrome (4) フェニルケトン尿症 phenylketonuria</p>	<p>(1) ○ (2) × 21 番染色体のトリソミー (3) × 感染症 (4) × 常染色体劣性遺伝</p>
<p>102AM-6 Down (ダウン) 症候群 Down's syndrome を生じるのはどれか。 (1) 13 トリソミー (2) 18 トリソミー (3) 21 トリソミー (4) 性染色体異常</p>	<p>(1) × (2) × (3) ○ (4) ×</p>
<p>96AM-125 染色体異常と症状との組合せで正しいのはどれか。 (1) ダウン症候群 — 筋緊張低下 (2) ターナー症候群 — 高身長 (3) 13 トリソミー症候群 低身長 (4) クラインフェルター症候群 — 内眼角贅皮</p>	<p>(1) ○ (2) × (3) × (4) ×</p>

<p>99AM-79 先天異常と症状の組合せで正しいのはどれか。</p> <p>(1) 18トリソミー — 巨舌</p> <p>(2) クラインフェルター症候群 — 多毛</p> <p>(3) ターナー症候群 — 高身長</p> <p>(4) マルフアン症候群 — 低身長</p> <p>(5) ダウン症候群 — 筋緊張低下</p>	<p>(1) ×</p> <p>(2) ×</p> <p>(3) ×</p> <p>(4) ×</p> <p>(5) ○</p>
<p>99PM-66 先天性疾患で正しいのはどれか。</p> <p>(1) フェニルケトン尿症は遺伝病である。</p> <p>(2) 口唇口蓋裂は単一遺伝疾患である。</p> <p>(3) 近親婚はターナー症候群の発生頻度を高くする。</p> <p>(4) ダウン症候群は13番染色体のトリソミーである。</p>	<p>(1) ○</p> <p>(2) ×</p> <p>(3) ×</p> <p>(4) ×</p>
<p>105PM-78 生後1、2か月のDown(ダウン)症候群 Down's syndrome の乳児にみられる特徴はどれか。</p> <p>(1) 活気があり機嫌が良い。</p> <p>(2) 体重増加は良好である。</p> <p>(3) 筋緊張が強く抱っこしにくい。</p> <p>(4) 舌が小さく吸啜が困難である。</p> <p>(5) 哺乳の途中で眠ってしまうことが多い。</p>	<p>(1) ×</p> <p>(2) ×</p> <p>(3) ×</p> <p>(4) ×</p> <p>(5) ○</p>

9. 栄養素の消化と吸収

1. 嚥下

(1) 嚥下のしくみ

第1期 先行期 (随意運動)	<ul style="list-style-type: none"> 食物を口に入れる前の時期である。 視覚・触覚・嗅覚により食物を認知し、食べるものの選択、量の決定をする。
第2期 準備期 (随意運動)	<ul style="list-style-type: none"> 捕食と咀嚼(chewing)を行う時期である。 捕食には、口唇による取り込みと前歯による裁断が重要である。 咀嚼(臼歯の運動)により食物と唾液を混和する。 咀嚼筋群には、咬筋、側頭筋、内側翼突筋、外側翼突筋がある。
第3期 口腔期 (随意運動)	<ul style="list-style-type: none"> 飲み込みやすい食塊を形成し、咽頭へ送るまでの時期をいう。 口腔の前方から舌を口蓋に押し付けながら食塊を後方に送る。
第4期 咽頭期 (不随意運動)	<ul style="list-style-type: none"> 嚥下反射(swallowing reflex)により、咽頭の食塊を食道入口に送り込む時期である。 嚥下反射は、食塊が咽頭粘膜を刺激することによって起こる。 嚥下反射では、軟口蓋の上昇による鼻腔との連絡遮断、喉頭筋群の収縮による声門の閉鎖、呼吸の一時停止、輪状咽頭筋の弛緩による食道入口の拡大などが起こる。 輪状咽頭筋は、上部食道括約筋として働いている。 嚥下反射に関わる筋肉は、すべて横紋筋である。 嚥下中枢は、延髄にある。 嚥下に関わる脳神経は迷走神経である。
第5期 食道期 (不随意運動)	<ul style="list-style-type: none"> 食道に侵入した食塊を胃に移送する時期である。 食道壁の蠕動運動によって、食物の移送が促進される。

(2) 嚥下困難

- 嚥下困難(dysphagia)は、嚥下の5段階のうちいずれかの段階が、機能的あるいは器質的に障害されて出現する。
- 誤嚥は、食道に入るべき食物が気道に入ることである。
- 誤嚥が起きたとき、咳反射により「むせる」場合を顕性誤嚥、「むせない」場合を不顕性誤嚥という。
- 誤嚥は、誤嚥性肺炎を引き起こす。
- 嚥下困難の主な原因

静的障害	<ul style="list-style-type: none"> 嚥下の通路の器質的異常 口腔、咽頭、食道の悪性腫瘍、炎症、外傷、奇形、癒痕狭窄、プランマー・ビンソン症候群(鉄欠乏性貧血)
動的障害	<ul style="list-style-type: none"> 嚥下の通路の感覚や動きの異常 中枢神経障害：脳血管障害、筋萎縮性側索硬化症、パーキンソン病、脳腫瘍、意識障害、球麻痺(延髄の障害)、仮性球麻痺(延髄より上位の障害) 末梢神経障害：多発性神経炎、糖尿病神経障害 骨・筋疾患：重症筋無力症、筋ジストロフィー症、顎関節症 薬物：向精神薬によるジスキネジア(運動障害、運動異常)、口腔乾燥

- 評価方法 口蓋反射、咽頭反射、水分嚥下試験、反復唾液嚥下試験、嚥下造影、咽頭内視鏡検査

2. 糖質の消化と吸収

(1) 管腔内消化

α アミラーゼ	<ul style="list-style-type: none"> ・唾液腺と膵臓の腺房細胞から分泌される。 ・多糖類のα 1-4 グリコシド結合やα 1-6 グリコシド結合を加水分解する酵素 ・でんぷんを分解して、マルトース、マルトトリオース、α-限界デキストリンを生成する。 ・α-限界デキストリン：でんぷんを、αアミラーゼで分解した残りの多糖類 ・食物繊維はβ 1-4 グリコシド結合なので加水分解されない。
---------	---

(2) 膜消化

- ・小腸粘膜上皮細胞上で二糖類を分解して単糖類を生成する。

(腸内細菌に糖質を奪われないための工夫)

マルターゼ	・マルトース（麦芽糖）を分解して、グルコース（ブドウ糖）を生成する。
スクラーゼ	・スクロース（ショ糖）を分解して、グルコース（ブドウ糖）とフルクトース（果糖）を生成する。
ラクターゼ	・ラクトース（乳糖）を分解して、グルコース（ブドウ糖）とガラクトースを生成する。

(2) 吸収

- ・糖質は、単糖類まで分解されて、グルコース・トランスポーター（SGLT1 または GLUT5）によって、小腸粘膜上皮細胞内に吸収される。
- ・吸収された単糖類は、門脈を通過して全身に運ばれる。

SGLT1	<ul style="list-style-type: none"> ・sodium-dependent glucose transporter-1 ・Na⁺の濃度差を利用して、グルコースの吸収を促進する。（小腸内のグルコースを、すべて速やかに吸収できる） ・グルコースとガラクトースを吸収
GLUT5	<ul style="list-style-type: none"> ・glucose transporter-1 ・細胞内外のグルコースの濃度差に従って吸収する。（SGLT1 の吸収に比べて緩やか） ・グルコースとフルクトースを吸収

3. タンパク質の消化と吸収

(1) 管腔内消化

ペプシン	<ul style="list-style-type: none"> ・胃腺の主細胞から分泌（ペプシノーゲン）される。 ・胃酸によるペプシンとなって活性化される。 ・たんぱく質をペプチド断片に分解（ペプチド結合の加水分解）する。
膵液に含まれる不活性化たんぱく質分解酵素	<ul style="list-style-type: none"> ・トリプシン、キモトリプシン、カルボキシペプチダーゼ、エラスターゼなど ・膵臓の腺房細胞から不活性化プロ酵素として分泌される。 ・十二指腸上皮から分泌されるコレシストキニン（CCK）の作用によって、分泌が促進する。 ・小腸粘膜上皮細胞上に存在するエンテロキナーゼにより活性化する。 ・タンパク質を分解して、ポリペプチド、トリペプチド、ジペプチドを生成する。

(2) 膜消化（微絨毛膜ペプチダーゼ）

アミノペプチダーゼ	・ペプチドのアミノ末端のアミノ酸を分解してペプチドとアミノ酸を生成する。
ジペプチダーゼ	・ジペプチドを分解してアミノ酸を生成する。

(3) 吸収

- ・トリペプチド、ジペプチド、アミノ酸は、それぞれ固有のトランスポーター（アミノ酸輸送体、ペプチド輸送体 PEPT1, peptide transporter-1）の能動輸送により、小腸粘膜上皮細胞内に吸収される。
- ・吸収されたトリペプチドとジペプチドの一部は、小腸粘膜上皮細胞内のペプチダーゼによりアミノ酸に分解される。
- ・吸収されたアミノ酸とペプチドは、門脈を通過して全身に運ばれる。

4. 脂質の消化と吸収

(1) 消化

リパーゼ	<ul style="list-style-type: none"> ・十二指腸上皮から分泌されるコレシストキニンの作用により、膵臓の腺房細胞から分泌される。 ・中性脂肪を分解して、脂肪酸とモノグリセリドを生成する。 ・モノグリセリドを脂肪酸とグリセロールに分解する作用は弱いので、トリグリセリドの分解産物のほとんどは、脂肪酸とモノグリセリドである。
胆汁	<ul style="list-style-type: none"> ・脂質を乳化（ミセル化）することにより、リパーゼによる消化を促進する。 ・胆汁には、リパーゼは含まれていない。

(2) 吸収

- ・脂肪酸とモノグリセリドは、拡散または固有のトランスポーターにより小腸粘膜上皮細胞内に吸収される。
- ・小腸粘膜上皮細胞内に取り込まれた脂肪酸とモノグリセリドは、トリグリセリドに再合成される。
- ・再合成されたトリグリセリドは、集合してカイロミクロンとなり、リンパ管を経て、循環血液中に入る。

5. ビタミンの吸収

(1) 脂溶性ビタミン（A、D、E、K）

- ・脂質と一緒に吸収される。
- ・脂質の消化吸収障害があると、吸収が抑制される。

(2) ビタミン B₁₂

- ・食物中のビタミン B₁₂ は、まず唾液中の R 因子と結合する。
- ・胃の壁細胞から内因子が分泌される。
- ・十二指腸で R 因子は分解され、ビタミン B₁₂ は内因子と結合する。
- ・内因子-ビタミン B₁₂ 複合体は回腸末端の腸上皮細胞の内因子受容体を介して吸収される。
- ・吸収されたビタミン B₁₂ は トランスコバラミン と結合して肝臓に運ばれ貯蔵される。

6. ミネラルの吸収

(1) 鉄

- ・非ヘム鉄（野菜など）は胃酸によりイオン化され、Fe³⁺（不溶性）から Fe²⁺（可溶性）に還元される。
- ・Fe²⁺ は、ビタミン C、糖質、アミノ酸と結合して可溶性維持しつつ十二指腸に運ばれて吸収される。
- ・遊離の鉄イオンは、pH7.0 では不溶性となり吸収されない。
- ・ヘム鉄（肉など）は、そのままの形で吸収されるので、吸収率がよい。
- ・食事の鉄（10~20mg/day）の、約 10%（1~2mg/day）が吸収される。
- ・ビタミン C は、鉄の可溶化と Fe²⁺ への還元を促進するので、鉄吸収を促進する。
- ・タンニン（緑茶、コーヒー）は、鉄と不溶性の塩を形成するので鉄吸収を阻害する。
- ・体内の鉄（3~5g）の約 3g は Fe²⁺（ヘモグロビン鉄、組織鉄）として存在し、約 1~2g は Fe³⁺（貯蔵鉄、血清鉄）として存在する。
- ・体内の鉄のうち胆汁、糞便、汗、尿に約 0.5~1 mg/日、月経として 20~40 mg/月が失われる。

ヘモグロビン鉄 (60～70%)	赤血球、骨髄赤芽球
貯蔵鉄 (25～30%)	肝、脾、骨髄のフェリチン、ヘモジデリン
組織鉄 (3～4%)	筋肉内のミオグロビン鉄、皮膚、粘膜など
血清鉄 (0.1%)	Fe ³⁺ がトランスフェリンと結合して存在

(2) カルシウム

- ・ビタミンDは、消化管でのカルシウムの吸収を促進する。

7. 主な消化管ホルモン

ガストリン	<ul style="list-style-type: none"> ・食物、特に肉汁の刺激により、胃の前庭部にあるG細胞からガストリンが分泌される。 ・迷走神経（副交感神経）は、G細胞に働いてガストリンの分泌を促進する。 ・ガストリンは、胃の壁細胞に働いて胃酸の分泌を促進する。
セクレチン	<ul style="list-style-type: none"> ・胃酸の刺激により、十二指腸にあるS細胞からセクレチンが分泌される。 ・セクレチンは、膵臓の外分泌腺（腺房中心細胞、介在部導管細胞）に働いて重炭酸イオンの分泌を促進することにより胃酸を中和する。 ・セクレチンは、胃の壁細胞に働いて、胃酸分泌を抑制する。
コレシストキニン (CCK)	<ul style="list-style-type: none"> ・食物、特に脂肪の刺激により、十二指腸のI細胞（M細胞ともいう）からCCKが分泌される。 ・CCKは、膵臓の外分泌腺（腺房細胞）に働いて消化酵素の分泌を促進する。 ・CCKは、胆嚢に働いて胆嚢の収縮を起こし、胆汁を十二指腸に分泌させる。 ・CCKは、胃に働いて胃酸分泌を抑制する。
ソマトスタチン	<ul style="list-style-type: none"> ・視床下部、膵ランゲルハンス島、消化管などから分泌される。 ・ソマトスタチンは、インスリン、グルカゴン、ガストリン、セクレチンなど他の消化管ホルモンの分泌を抑制する。 ・ソマトスタチンは、小腸に働いて食物の消化吸收を抑制する。 ・ソマトスタチンは、胆嚢に働いて弛緩させる。
インクレチン	<ul style="list-style-type: none"> ・インクレチンは、グルコースによるインスリン分泌を増強する消化管ホルモンの総称である。 ・インクレチンには、GLP-1 (glucagon-like peptide-1) と GIP (glucose-dependent insulinotropic polypeptide) がある。 ・食物が十二指腸に入ってくることが刺激となって、十二指腸からインクレチンが分泌される。 ・インクレチンは、ランゲルハンス島に働いて、グルコース刺激によるインスリン分泌を促進する。

確認問題

正しいものに○、誤っているものに×を付けなさい。

1. () αアミラーゼは、食物繊維を加水分解する。
2. () マルターゼは、ショ糖を加水分解する。
3. () ラクターゼは、乳糖を加水分解する。
4. () SGLT1は、フルクトースの吸収に関与する。
5. () ペプシンは、膵臓から分泌される。
6. () エラスターゼは、でんぷんを加水分解する。
7. () ジペプチダーゼは、トリペプチドを加水分解する。
8. () リパーゼは、胆汁に含まれている。
9. () 内因子は、ビタミンAの吸収に関与する。
10. () 鉄は、三価のイオン (Fe³⁺) として吸収される。

看護師国家試験過去問

<p>95PM-11 嚥下で正しいのはどれか。 (1) 嚥下運動は不随意運動である。 (2) 食塊は口腔→喉頭→食道と移動する。 (3) 軟口蓋は気管と食道との交通を遮断する。 (4) 食塊は蠕動運動によって食道内を移送される。</p>	<p>(1) × 先行期、準備期、口腔期は随意運動、咽頭期、食道期は不随意運動 (2) × 口腔→咽頭→食道 (3) × 喉頭蓋 (4) ○</p>
<p>107AM-83 嚥下運動に伴って起こるのはどれか。 2つ選べ。 (1) 声門の開放 (2) 舌根の沈下 (3) 甲状線の挙上 (4) 後鼻孔の閉鎖 (5) 耳管咽頭口の開口</p>	<p>(1) × (2) × (3) × (4) ○ (5) ○</p>
<p>95PM-12 咀嚼で正しいのはどれか。 (1) 唾液にはムチンが含まれている。 (2) 咀嚼筋の不随意的収縮で行われる。 (3) 舌の運動は三叉神経によって支配される。 (4) 顎関節を形成するのは下顎骨と頬骨である。</p>	<p>(1) ○ (2) × 随意的収縮 (3) × 舌下神経 (4) × 下顎骨と側頭骨</p>
<p>107AM-10 嚥下に関わる脳神経はどれか。 (1) 嗅神経 (2) 外転神経 (3) 滑車神経 (4) 迷走神経</p>	<p>(1) × 嗅覚 (2) × 眼球の運動 (3) × 眼球の運動 (4) ○</p>
<p>106AM-56 加齢による咀嚼・嚥下障害の特徴で正しいのはどれか。 (1) 咳嗽反射が低下する。 (2) 口腔内の残渣物が減る。 (3) 唾液の粘稠度が低下する。 (4) 食道入口部の開大が円滑になる。</p>	<p>(1) ○ (2) × 残渣物が増える。 (3) × 粘稠度が上昇する。 (4) × 開大しにくくなる。</p>
<p>94AM-110 高齢者が餅を誤嚥しやすい原因で誤っているのはどれか。 (1) 歯の喪失 (2) 咳嗽反射の亢進 (3) 嚥下筋の筋力低下 (4) 唾液分泌の減少</p>	<p>(1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○</p>
<p>98AM-12 誤嚥で発症するのはどれか。 (1) 肺炎 (2) 胃炎 (3) 肝炎 (4) 膝炎</p>	<p>(1) ○ (2) × (3) × (4) ×</p>
<p>98PM-51 嚥下障害を評価する水飲みテストで正しいのはどれか。 (1) 嚥下第3期を評価する。 (2) 100 mlの白湯を飲みほすのに要する時間を測定する。 (3) むせずに飲水できた場合には誤嚥はない。 (4) 口角からの流出の有無を観察する。</p>	<p>(1) × 第4期 (2) × 3mlの冷水を口腔内に入れて嚥下してもらい、嚥下反射誘発の有無、むせ、呼吸の変化を評価する。 (3) × (4) ○</p>

103PM-9 正常な胃液の pH はどれか。 (1) pH 1~2 (2) pH 4~5 (3) pH 7~8 (4) pH 10~11	(1) ○ (2) × (3) × (4) ×
96PM-12 胃粘膜からの分泌物とその機能との組合せで正しいのはどれか。 (1) 粘液 - 蛋白質の消化 (2) 内因子 - 胃粘膜の保護 (3) ガストリン - 胃液の分泌抑制 (4) 塩酸 - ペプシノゲンの活性化	(1) × 胃粘膜の保護 (2) × ビタミン B ₁₂ 吸収 (3) × 胃液分泌促進 (4) ○
103 (追加) PM-30 胃の主細胞で分泌されるのはどれか。 (1) 塩酸 (2) 内因子 (3) ガストリン (4) ペプシノゲン	(1) × 壁細胞 (2) × 壁細胞 (3) × 幽門部粘膜上皮 G 細胞 (4) ○
105AM-28 胃酸の分泌を抑制するのはどれか。 (1) アセチルコリン (2) ガストリン (3) セクレチン (4) ヒスタミン	(1) × 促進 (2) × 促進 (3) ○ (4) × 促進
99PM-27 栄養素と消化酵素の組み合わせで正しいのはどれか。 (1) 炭水化物 - リパーゼ (2) 蛋白質 - トリプシン (3) 脂肪 - マルターゼ (4) ビタミン - アミノペプチダーゼ	(1) × アミラーゼ (2) ○ (3) × リパーゼ (4) ×
106AM-29 膵液について正しいのはどれか。 (1) 弱アルカリ性である。 (2) 糖質分解酵素を含まない。 (3) セクレチンによって分泌量が減少する。 (4) Langerhans (ランゲルハンス) 島の β 細胞から分泌される。	(1) ○ (2) × 糖質、脂質、タンパク質の分解酵素を含む。 (3) × 増加する。 (4) × 腺房 (外分泌腺) から分泌
100AM-9 膵リパーゼが分解するのはどれか。 (1) 脂肪 (2) 蛋白質 (3) 炭水化物 (4) ビタミン	(1) ○ (2) × トリプシン、キモトリプシン、エラスターゼなど (3) × アミラーゼ (4) ×
105AM-29 膵臓から分泌されるのはどれか。 (1) ガストリン (2) カルシトニン (3) アルドステロン (4) ソマトスタチン	(1) × 胃粘膜上皮、G 細胞 (2) × 甲状腺、傍濾胞細胞 (3) × 副腎皮質、球状帯細胞 (4) ○ 膵ランゲルハンス氏島、D 細胞
102AM-27 脂肪を乳化するのはどれか。 (1) 胆汁酸塩 (2) トリプシン (3) ビリルビン (4) リパーゼ	(1) ○ (2) × (3) × (4) ×

<p>102PM-82 小腸からそのまま吸収されるのはどれか。2つ選べ。</p> <p>(1) グルコース (2) スクロース (3) マルトース (4) ラクトース (5) フルクトース</p>	<p>(1) ○ 単糖類 (2) × 二糖類 (3) × 二糖類 (4) × 二糖類 (5) ○ 単糖類</p>
<p>107AM-68 小腸で消化吸収される栄養素のうち、胸管を通して輸送されるのはどれか。</p> <p>(1) 糖質 (2) 蛋白質 (3) 電解質 (4) 中性脂肪 (5) 水溶性ビタミン</p>	<p>(1) × (2) × (3) × (4) ○ (5) ×</p>

10. 食品群と栄養素、ライフステージと栄養、日本人の食事摂取基準、国民健康栄養調査

1. 食品群と栄養素

穀類	<ul style="list-style-type: none"> ・主成分はデンプン（約 70%）で、タンパク質の含有量は少ない。 ・玄米はビタミン B₁、B₂ を含み、胚芽には、ビタミン E が含まれているが、精米すると減少する。 ・うるち米のデンプンは、アミロース（30%）とアミロペクチン（70%）を含む。 ・もち米のデンプンは、アミロペクチンが 100% で粘りが強い。 ・小麦は、タンパク質の <u>グルテン</u> を含むので、水と混ぜると粘性、伸展性をもつため、製粉されてめんやパンなどが作られる。 ・小麦は、グルテンの含量により薄力粉（8% 以下）、中力粉（8～10%）、強力粉（11.5% 以上）に分類される。 ・日本人は、エネルギーの 45%、タンパク質の 25% を穀類から摂取している。 ・精製により食物繊維、ビタミン、ミネラルが減少
いも類	<ul style="list-style-type: none"> ・主成分はデンプンである。 ・穀類よりもタンパク質、食物繊維、ビタミン、ミネラルが豊富 ・ビタミン C、<u>カリウム</u> を多く含み、水洗い、加熱による減少が少ない。
砂糖	<ul style="list-style-type: none"> ・ショ糖は、グルコースとフルクトースからなる二糖類で、エネルギー源になる。
魚介類	<ul style="list-style-type: none"> ・魚類はタンパク質を約 20%、脂質を 2～20% を含み、糖質は 1% 以下である。 ・貝類はタンパク質を 5～20%、脂質を 1～2%、糖質を 1～5% 含む。 ・一般に、必須アミノ酸含量は多いが、<u>トリプトファン</u> が少ない。 ・脂質は <u>n-3 系多価不飽和脂肪酸</u>（EPA、DHA）に富んでいる。 ・脂質の含有量は、天然魚より養殖魚のほうが多い。 ・貝類はビタミン、ミネラル（鉄、亜鉛）の給源となる。 ・日本人は動物性タンパク質の約 50% を魚介類に依存している。
肉類	<ul style="list-style-type: none"> ・タンパク質を 10～15%、脂質を 10～35% 含み、糖質は 1% 以下である。 ・必須アミノ酸を豊富に含み、バランスが良い。 ・脂質の 40～50% は <u>飽和脂肪酸</u> である。 ・鉄（<u>ヘム鉄</u> であるために吸収率が良い）の給源として優れている。 ・肉の消化の過程で生じるペプチド（<u>ミートファクター</u>）は鉄の吸収を促進する。 ・豚肉は <u>ビタミン B₁</u> を豊富に含む。（他の肉類の 10 倍）
卵類	<ul style="list-style-type: none"> ・卵黄はタンパク質を 16.5%、脂質を 33.5%、糖質を 0.1% 含む。 ・卵白はタンパク質を 10.5% 含み、脂質、糖質を含まない。 ・必須アミノ酸を豊富に含み、相互のバランスが良い。 ・卵黄にはコレステロールが卵 1 個あたり 200～250mg 含まれる。 ・卵黄には <u>ビタミン A</u> が多く含まれる。
大豆	<ul style="list-style-type: none"> ・タンパク質を 35%、脂質を 19%、糖質を 28% 含む。 ・必須アミノ酸のバランスは比較的いいが、<u>含硫アミノ酸</u> が少ない。 ・脂質の約 2/3 が <u>n-6 系多価不飽和脂肪酸</u> で、必須脂肪酸（<u>リノール酸</u> と <u>α-リノレン酸</u>）を多く含む。（α-リノレン酸は n-3 系多価不飽和脂肪酸） ・カリウム、リン、マグネシウム、カルシウムなどミネラルを豊富に含む。 ・<u>イソフラボン</u> には女性ホルモン作用があり、上限量が設定されている。
豆類	<ul style="list-style-type: none"> ・タンパク質を約 20%、脂質 1～2%、糖質 50～60% を含む。 ・食物繊維、ビタミン、ミネラルを多く含む。

牛乳	<ul style="list-style-type: none"> ・五大栄養素をバランスよく含む。 ・タンパク質を 3.3%、脂質を 3.8%、糖質を 4.8%含む。 ・必須アミノ酸のバランスが良い。 ・脂質の大部分が飽和脂肪酸である。 ・牛乳 100g に 110mg のカルシウムが含まれている。 ・牛乳に含まれるカゼインホスホペプチドはカルシウムの吸収を促進する。
乳製品	<ul style="list-style-type: none"> ・ヨーグルトは牛乳の栄養的機能に加えて乳酸菌の機能（タンパク質、脂質の消化吸収促進、ビタミン B 群の給源、整腸作用など）が加わる。 ・チーズは牛乳を発酵させて固めたもので、約 20%のタンパク質と 20～30%の脂質を含む。
野菜類	<ul style="list-style-type: none"> ・ビタミン、ミネラル、食物繊維の給源であり、タンパク質と脂質の含有量は少ない。 ・可食部 100g あたりカロテン含有量が 600μg 以上のものを緑黄色野菜といい、サヤインゲン、カボチャ、春菊、シソ、ブロッコリー、ほうれん草などがある。 ・トマトとピーマンはカロテン含有量が 600μg 未満だが緑黄色野菜に含める。 ・淡色野菜には、キャベツ、レタス、白菜、ねぎ、セロリ、タマネギ、タケノコ、大根、キュウリなどがある。 ・カロテンはプロビタミン A である。 ・野菜は抗酸化作用を有するフラボノイドを多く含む。 ・野菜の水溶性ビタミンは保存、調理中に失われやすい。
海藻類	<ul style="list-style-type: none"> ・食物繊維とミネラルが主成分で、ほとんどエネルギー源にはならない。 ・ヨウ素など微量元素の給源である。
きのこ類	<ul style="list-style-type: none"> ・ビタミン D の給源となる。 ・エネルギー源にはならない。
果実類	<ul style="list-style-type: none"> ・食物繊維、ビタミン、ミネラルの給源となる。 ・糖質（特に果糖）の含有量が多い。 ・生食することが多いためのビタミン C とカリウムの給源として有利である。
種実類	<ul style="list-style-type: none"> ・植物の種実のうち穀類と豆類を除いた種実の総称 ・堅果類と種子類に大別 <ul style="list-style-type: none"> 堅果類（ナッツ）：一般に硬い皮や殻に包まれた木の実（アーモンド、カシューナッツ、ココナッツ、クリ、クルミなど） 種子類：堅果類以外の種子（ゴマ、アサの実、エゴマ、カボチャの種、ケシの実など） ・脂質、ビタミン、ミネラルが豊富
油脂類	<ul style="list-style-type: none"> ・動物性油脂は、飽和脂肪酸、ビタミン A が豊富 ・植物性油脂は、不飽和脂肪酸、ビタミン E が豊富 ・魚油は、高度多価不飽和脂肪酸（EPA、DHA）が豊富 ・サフラワー油、大豆油などはリノール酸を多く含む。 大豆油は飽和脂肪酸 14%、一価不飽和脂肪酸 23.2%、多価不飽和脂肪酸 57.4% ・オリーブ油は飽和脂肪酸 14%、一価不飽和脂肪酸（オレイン酸）70.7%、多価不飽和脂肪酸 9.5% ・バター、マーガリン、ショートニングオイルを食用加工油脂という。

(2) 6つの基礎食品群

第1群	・たんぱく質が多く含まれ、筋肉や血液をつくる	肉・魚・卵・大豆・大豆製品
第2群	・カルシウムが多く含まれ、骨や歯をつくる	牛乳・乳製品・海藻・小魚
第3群	・ビタミン・ミネラルが豊富で、皮膚や粘膜の保護し、体の各機能を調節する	緑黄色野菜
第4群	・ビタミン、ミネラル、食物繊維が多く含まれ、体の各機能を調節し、免疫力をアップする	淡色野菜・果物
第5群	・炭水化物が多く、体内ですばやくエネルギーに変わり、体の各機能を調節する	穀類・イモ類・砂糖類
第6群	・脂肪が多く、脂肪性エネルギー源になる	油脂類・脂肪の多い食品

(3) 三色食品群

赤色群	・体をつくるもとになる、主菜になる食品	肉、魚、チーズ、ヨーグルト、牛乳、豆、豆腐、豆乳、卵
黄色群	・エネルギーのもとになる、主食になる食品	米、パン、パスタ、麺類、芋、油、マヨネーズ、ごま
緑色群	・体の調子を整えるもとになる、副菜になる食品	野菜、果物、海藻、キノコ類

(4) 保健機能食品と特別用途食品

保健機能食品	栄養機能性食品	・栄養成分の補充・補完 ・ビタミン、ミネラル、n-3系脂肪酸
	機能性表示食品	・表示には、消費者庁への <u>届け出</u> が必要（公表されている論文等の臨床研究やシステマティックレビューにより効果や安全性を届け出ることによって表示する。製品ごとの国の審査は行わない）
	特定保健用食品	・表示には、消費者庁長官の <u>承認</u> が必要（事業者が独自に実施した臨床試験などのデータに基づいて、製品ごとに効果や安全性について国の審査が必要）
特別用途食品	病者用食品（許可基準型）、病者用食品（個別評価型）、妊産婦・授乳婦用粉乳、乳児用調整粉乳、嚥下困難者用食品（表示には、国の審査と許可が必要）	

2. ライフステージと栄養

乳児期	<ul style="list-style-type: none"> ・母乳栄養 有利な点：抗体やラクトフェリンを含み、感染防御に有利 不利な点：<u>ビタミンK</u>欠乏起こしやすい。 出生時にビタミンK₂製剤を予防的に<u>経口投与</u> 発症時には、治療のため<u>静注投与</u>（筋注は禁忌、発癌性） ・人工栄養 有利な点：ビタミンなど栄養素のバランスが良い。アレルギー対策など特定の成分の調整が可能 不利な点：抗体を含まない。 ・腸内細菌叢の形成：最優勢菌はビフィズス菌 人工栄養では、大腸菌、腸球菌が多くなる。 ・離乳食の開始 ・体格の評価：カウプ指数（=体重g÷（身長cm）²×10）（基準値15～19）
幼児期	<ul style="list-style-type: none"> ・急激な成長に必要なエネルギーと栄養素の確保 ・体格の評価：カウプ指数（=体重g÷（身長cm）²×10）（基準値15～19） ・基本的な食習慣の確立
学童期	<ul style="list-style-type: none"> ・急激な成長に必要なエネルギーと栄養素の確保 ・体格の評価：ローレル指数（=体重kg÷（身長cm）³×10⁷）（基準値115～145） ・食育による栄養教育（食品を適切に選択する能力）

思春期・ 青年期	<ul style="list-style-type: none"> ・身体活動量に見合ったエネルギーと栄養素の確保 ・体格の評価：BMI (body mass index) (=体重kg ÷ (身長 m)²) ・摂食障害への対応
成人期	<ul style="list-style-type: none"> ・特定検診、特定保健指導による生活習慣病予防 ・体格の評価：BMI (body mass index) (=体重kg ÷ (身長 m)²) ・健康づくりにための身体活動基準 2013
妊娠期	<ul style="list-style-type: none"> ・胎児の発育に必要なエネルギーと栄養素の確保 (各種ガイドの活用) ・「小さく生んで、大きく育てる」という誤った信念の是正 ・食事摂取基準による付加量 エネルギー：妊娠初期+50kcal、中期+250kcal、後期+450kcal 葉酸：妊娠期+240 μg 鉄：妊娠初期+2.5mg、中・後期+15.0mg
授乳期	<ul style="list-style-type: none"> ・乳汁分泌のためのエネルギーと栄養素の確保 (各種ガイドの活用) ・食事摂取基準 エネルギー：+350kcal 葉酸：+100 μg 鉄：+2.5mg
更年期	<ul style="list-style-type: none"> ・エストロゲン減少に伴う体重増加、脂質代謝異常、骨代謝異常への対応
高齢期	<ul style="list-style-type: none"> ・低栄養の予防と改善

3. 日本人の食事摂取基準

(1) 概要

- ・健康な個人または集団を対象として、国民の健康の保持・増進、エネルギー・栄養素欠乏症の予防、生活習慣病予防、過剰摂取による健康障害の予防を目的とし、エネルギーおよび各栄養素の摂取量の基準を示す。
- ・当初は集団を対象に栄養素欠乏症の解消を指標として策定されていたが、第五次改訂(1994年)から、個人を対象として欠乏症、過剰症から遠ざかり、より良い栄養状態、健康維持、健康増進を指標に策定されている。
- ・基準はおおむね5年毎に改定されている。

2015年版 の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・生活習慣病の「発症予防」に加えて、「重症化予防」の視点が加わった。 背景：生活習慣病に基づく障害者(寝たきりなど要介護者)の増加、人工透析の増加(2011年に30万人を超え、毎年約5,000人増加)など 対象者の拡大：生活習慣病の予防に加えて治療が必要なものに対する保健指導 栄養素の指標：生活習慣病の重症化予防の視点から「目標量」を設定 ・エネルギーバランスの指標としてBMI (body mass index)を採用 エネルギーの過不足を体重の変化でアセスメント
---------------	---

(2) 食事摂取基準 (Dietary Reference Intake, DRI) の考え方

推定平均 必要量	<ul style="list-style-type: none"> ・必要量とは人が生活していく上で摂取しなければならない栄養素の最小量である。 ・推定平均必要量とはある集団の50%の人が必要量を満たすと推定される1日の摂取量である。
推奨量	<ul style="list-style-type: none"> ・ある集団の推定平均必要量に標準偏差の2倍を加算したもので、その集団のほとんどの人(97~98%)の1日の必要量を満たすのに十分な摂取量を表す。
目安量	<ul style="list-style-type: none"> ・平均必要量の実測が困難な場合、血中濃度、尿中排泄濃度、生活習慣病の罹患リスクなどから、ある一定の栄養状態を維持するのに十分な量として表す。
目標量	<ul style="list-style-type: none"> ・生活習慣病の一次予防のために、疾患のリスクや指標を改善すると考えられる栄養状態を達成する量として設定される。
耐容 上限量	<ul style="list-style-type: none"> ・ある集団においてほとんどすべての人に健康上悪影響を及ぼす危険のない栄養素摂取量の最大限の量を表す。

(3) 推定エネルギー必要量

- ・基礎代謝量 (kcal/日) = 基礎代謝基準値 (kcal/kg 体重/日) × 参照体重 (kg)
- ・成人 (18 歳以上) : 推定エネルギー必要量 (kcal/日) = 基礎代謝量 (kcal/日) × 身体活動レベル
- ・小児 (1~17 歳) : 推定エネルギー必要量 (kcal/日) = 基礎代謝量 (kcal/日) × 身体活動レベル + エネルギー蓄積量 (kcal/日)

(4) タンパク質の食事摂取基準

- ・食物中のタンパク質に含まれる窒素摂取量と尿中に排泄される窒素排泄量とが平衡を維持するために最低限必要なタンパク質の摂取量をタンパク質維持必要量という。
- ・推定平均必要量算定の参照値 (g/kg 体重/日) = $\text{タンパク質維持必要量} \div \text{消化率} = 0.65 \div 0.90 = 0.72$
(食物として摂取するタンパク質の相対的利用効率は約 90%なので 0.9 で割る)
- ・推定平均必要量 (g/日) = 推定平均必要量算定の参照値 (g/kg 体重/日) × 参照体重 (kg)
- ・推奨量 (g/日) = 推定平均必要量 (g/日) × 1.25 (推奨量算定係数)

(5) 脂質の食事摂取基準

1) 脂肪エネルギー比

- ・脂肪エネルギー比 15%以下では、必須脂肪酸やタンパク質が欠乏し、脳出血や感染症が増加する。
- ・脂肪エネルギー比 20%以下では、相対的な糖質摂取増加のより血中のトリグリセリド値の上昇や HDL コレステロール値の低下、Na 摂取量の増加など動脈硬化性疾患の危険因子が増加する。
- ・脂肪エネルギー比 30%以上では、飽和脂肪酸摂取量増加による血中 LDL コレステロール値の上昇など動脈硬化性疾患の危険因子が増加する。
- ・目標量を「脂肪エネルギー20~30%」とする。
(0~5 か月では 50%、6~11 ヶ月では 40%)

2) 各脂肪酸

- ・飽和脂肪酸：血中 LDL コレステロール値は正の相関 → 目標量「7%以下」
- ・n-6 系脂肪酸：国民健康栄養調査 (H22・23) の年齢性別ごとに中央値を目安量に設定
- ・n-3 系脂肪酸：国民健康栄養調査 (H22・23) の年齢性別ごとに中央値を目安量に設定
- ・ α リノレン酸：科学的根拠が乏しいため、目標量を設定せず。
- ・一価不飽和脂肪酸：科学的根拠が乏しいため、目標量を設定せず。
- ・コレステロール：科学的根拠が乏しいため、目標量を設定せず。

(6) 糖質の食事摂取基準

- ・脳のエネルギー源：基礎代謝量の 20% = $1,500 \times 0.2 = 300\text{kcal}$ (糖質 75g に相当)
- ・他の臓器の糖質消費量を考慮すると、糖質の最低必要量は 100g/日
- ・推定平均必要量と耐容上限量、目安量を設定する科学的根拠はない。
- ・適切なエネルギー摂取量と他の栄養とのバランスが重要
→ 目標量を「糖質エネルギー比 50~65%」とする。
(タンパク質 13~20%、脂質 20~30%、糖質 50~65%)

(7) 食物繊維

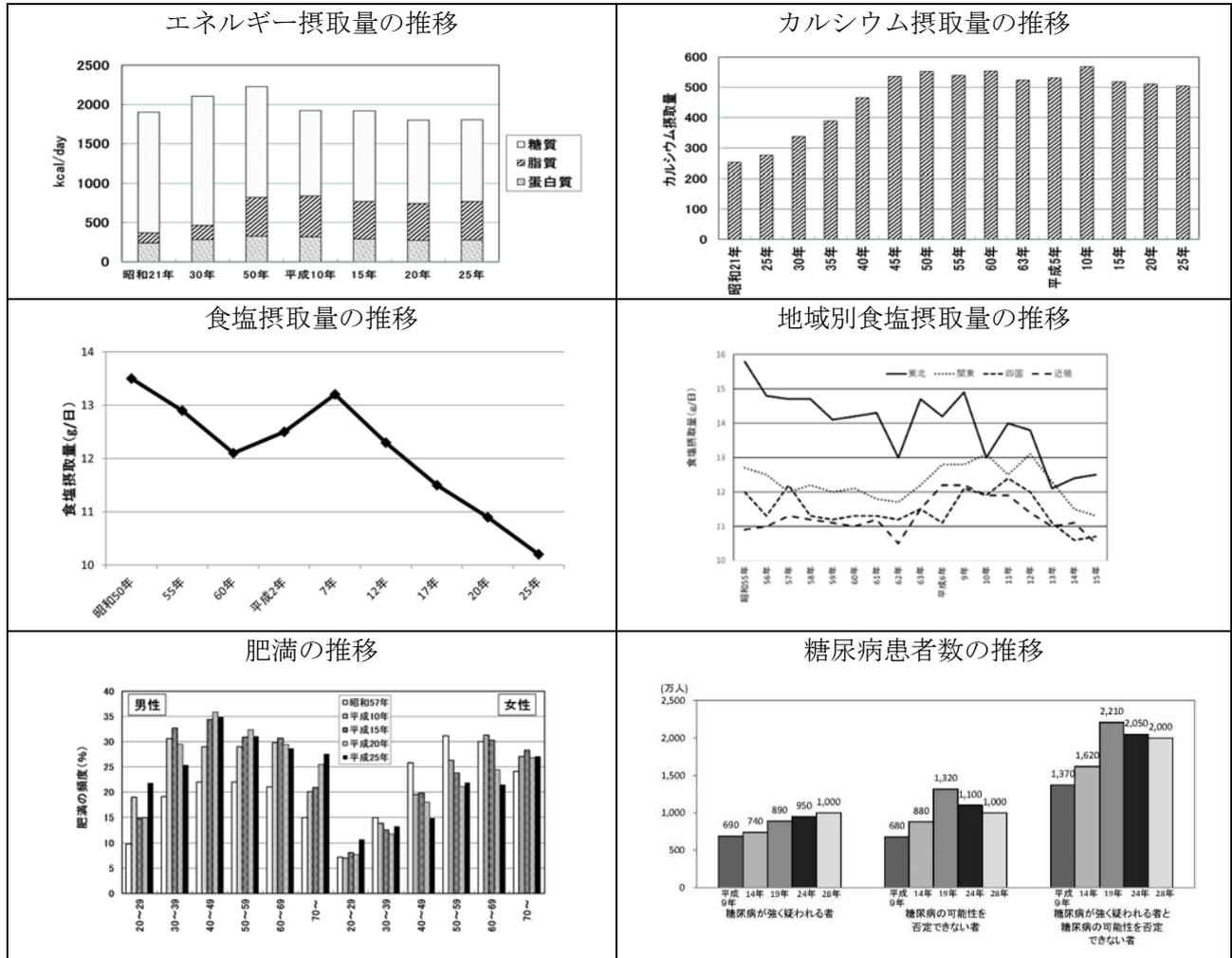
- ・各種疫学データに基づいて理想的には 24g/日とすべきだが、国民健康栄養調査 (H22・23) の年齢性別ごとの中央値 (平均 13.7g/日) との差が大きいため、その中間値を目標値に設定

(8) ビタミン

- ・耐容上限量を設定しているビタミンは、脂溶性では A、D、E の 3 種類、水溶性ではナイアシン、B₆、葉酸の 3 種類) である。

4. 国民健康栄養調査

- ・国民の健康状態、生活習慣や栄養素摂取量を把握するための調査である。
- ・毎年、食生活状況、各種身体・血液検査や飲酒、喫煙、運動習慣などを調べて、国における健康増進対策や生活習慣病対策に活用する。



確認問題

- 正しいものに○、誤っているものに×を付けなさい。
- () 「日本人の食事摂取基準 2015年版」では、生活習慣病の重症化予防を想定していない。
 - () 推定平均必要量は、集団の90%以上の必要量を満たす基準である。
 - () 脂肪エネルギー比は、20%以下が望ましい。
 - () 糖質エネルギー比は、50%以下が望ましい。
 - () 肉類は、「三食食品群」で黄色群に分類される。
 - () 「機能性表示食品」は、消費者庁長官の承認が必要である。
 - () 人工栄養に比べて、母乳栄養は、ビタミンK欠乏を起こしやすい。
 - () 乳児期の腸内細菌叢の最優勢菌は、大腸菌である。
 - () 高齢期では、過剰な栄養素の摂取が課題になる。
 - () 国民健康栄養調査は、国民の健康状態、生活習慣や栄養素摂取量を把握するための調査である。

看護師国家試験過去問

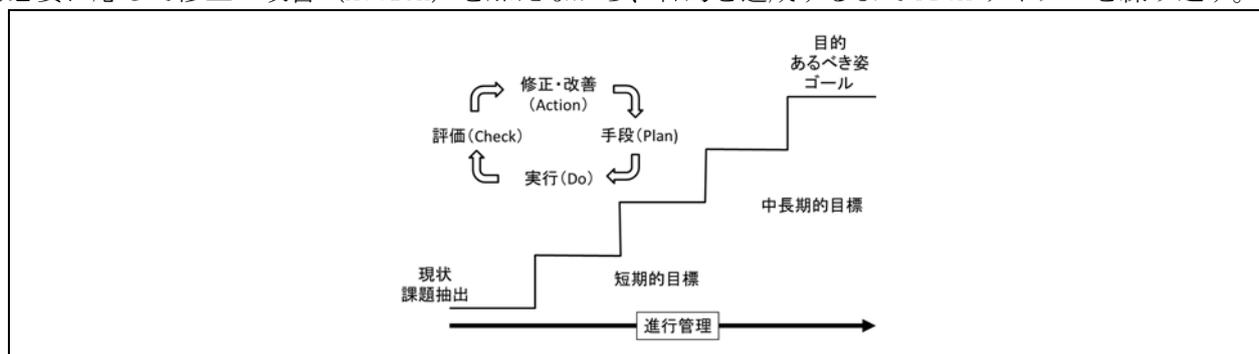
<p>101PM-83 人工乳と比べた母乳栄養の利点で誤っているのはどれか。</p> <p>(1) 消化吸収しやすい。</p> <p>(2) 感染防御作用がある。</p> <p>(3) 母子相互作用を高める。</p> <p>(4) ビタミンK含有量が多い。</p> <p>(5) アレルギーを生じる可能性が低い。</p>	<p>(1) ○</p> <p>(2) ○</p> <p>(3) ○</p> <p>(4) × 少ない</p> <p>(5) ○</p>
<p>103 (追加) AM-66 新生児出血性疾患で正しいのはどれか。</p> <p>(1) 人工栄養児はリスクが高い。</p> <p>(2) 生後 24 時間以内には発症しない。</p> <p>(3) 早期発見の所見に心雑音がある。</p> <p>(4) 予防としてビタミンKを内服する。</p>	<p>(1) × 母乳栄養児の方がリスク高い。</p> <p>(2) × 通常、生後数日～数週間で出現するが、重症の場合 24 時間以内に発症することもある。</p> <p>(3) × 下血 (新生児メレナ)</p> <p>(4) ○</p>
<p>93AM-138 新生児のビタミンK欠乏で正しいのはどれか。</p> <p>(1) 生後 24 時間以内の発症が多い。</p> <p>(2) 吐血や下血を生じる。</p> <p>(3) 人工栄養児に多い。</p> <p>(4) 発症時はビタミン K₂ を内服する。</p>	<p>(1) × 数日後が多い。</p> <p>(2) ○</p> <p>(3) × 母乳栄養児に多い。</p> <p>(4) × 発症時の治療は静注、内服は予防、筋注は発癌性のため禁忌</p>
<p>95AM-52 1日のエネルギー所要量が2,300kcalの標準体型の成人男性。1日の脂肪摂取量で適切なのはどれか。</p> <p>(1) 35g</p> <p>(2) 55g</p> <p>(3) 80g</p> <p>(4) 100g</p>	<p>(1) ×</p> <p>(2) ○ 脂質の%エネルギー比は 20～30%とすると、$2300 \times 0.2 \sim 0.3 = 460 \sim 690 \text{kcal}$、$460 \sim 690 \div 9 = 51 \sim 77 \text{g}$</p> <p>(3) ×</p> <p>(4) ×</p>
<p>98AM-75 日本人の食事摂取基準 (2005 年版) で学童期の脂質エネルギー比率 (%エネルギー) の目安量はどれか。</p> <p>(1) 15</p> <p>(2) 25</p> <p>(3) 35</p> <p>(4) 45</p>	<p>(1) ×</p> <p>(2) ○ 2015 年版では、1 歳以上全世代で 20～30%</p> <p>(3) ×</p> <p>(4) ×</p>
<p>99AM-43 1日のエネルギー所要量が2,300kcalの標準体型の40歳の男性。1日の脂肪摂取量で適切なのはどれか。</p> <p>(1) 35g</p> <p>(2) 55g</p> <p>(3) 80g</p> <p>(4) 100g</p>	<p>(1) ×</p> <p>(2) ○ $2,300 \times 20 \sim 30 \div 9 = 51 \sim 77$</p> <p>(3) ×</p> <p>(4) ×</p>
<p>101AM-2 日本人の食事摂取基準 (2010 年版) において、摂取量の減少を目指しているのはどれか。</p> <p>(1) カリウム</p> <p>(2) 食物繊維</p> <p>(3) ナトリウム</p> <p>(4) カルシウム</p>	<p>(1) ×</p> <p>(2) ×</p> <p>(3) ○</p> <p>(4) ×</p>

<p>105PM-72 日本人の食事摂取基準(2015年版)で、身体活動レベルⅠ、70歳以上の男性の1日の推定エネルギー必要量はどれか。</p> <p>(1) 1,450kcal (2) 1,850kcal (3) 2,000kcal (4) 2,200kcal (5) 2,500kcal</p>	<p>(1) × (2) × (3) ○ (4) × (5) ×</p>
<p>105PM-81 食事摂取基準に耐容上限量が示されているビタミンはどれか。2つ選べ。</p> <p>(1) ビタミンA (2) ビタミンB₁ (3) ビタミンB₂ (4) ビタミンC (5) ビタミンD</p>	<p>(1) ○ (2) × (3) × (4) × (5) ○</p> <p>2015年版で耐容上限量を設定しているビタミンは、脂溶性ではA、D、Eの3種類、水溶性ではナイアシン、B₆、葉酸の3種類</p>
<p>95AM-76 健康増進のための食習慣で適切なのはどれか。</p> <p>(1) 食塩の摂取量は1日15gを白安にする。 (2) 蛋白質の摂取は動物性を主体にする。 (3) 食事は1日3回摂取する。 (4) 間食は1日500kcalを目安にする。</p>	<p>(1) × 男性8g、女性7g (2) × 動物性、魚、植物性などいろいろな食材から摂取 (3) ○ (4) × 1日のエネルギーの10%の200kcal程度</p>
<p>101PM-84 妊娠中の食事について適切なのはどれか。</p> <p>(1) 鉄の付加量は授乳期よりも少ない。 (2) 塩分摂取量は10g/日を目標とする。 (3) 葉酸は妊娠初期の摂取が重要である。 (4) エネルギーは妊娠中期の付加量が最も多い。 (5) カルシウムは20歳代女性の平均摂取量の約3倍の摂取が望ましい。</p>	<p>(1) × 妊娠初期+2.5mg、中・後期+15.0mg、授乳期+2.5mg (2) × 高血圧がなければ、成人女性と同じ <u>7g未滿</u> (3) ○ <u>妊娠期+240μg</u>、授乳期+100μg (4) × 妊娠初期+50kcal、中期+250kcal、後期+450kcal、<u>授乳期+350kcal</u> (5) × 20歳代女性と同じ</p>
<p>104PM-78 Aさん(28歳、初産婦)は、妊娠11週である。身長160cm、体重52kg(非妊時体重50kg)である。現在は身体活動レベルⅠ(非妊時は身体活動レベルⅡ)で妊娠経過は順調である。現時点で非妊時と比べて食事に付加することが望ましいのはどれか。</p> <p>(1) 糖質 (2) 葉酸 (3) 蛋白質 (4) カリウム (5) カルシウム</p>	<p>(1) × (2) ○ (3) × (4) × (5) ×</p>

11. 栄養ケア・マネジメントと栄養アセスメント

1. マネジメント（PDCA サイクル）を構成する要素

- ①現状を把握する。(Check)
- ②現状の課題を抽出し、優先順位を決める。
- ③優先順位の高い課題について、目的（あるべき姿、ゴール）を想定する。(例) 自立して生活する。
- ④目的を達成したかどうかを評価するための目標（客観的に評価するための指標）を設定する。
短期的目標（1か月以内）、中長期的目標（6か月以内）(例) 一人でトイレに行く。
- ⑤想定した期間内にゴールを達成するための手段を選択する。
- ⑥現在からゴール達成までのスケジュール（ロードマップ）を決める。(Plan)
- ⑦スケジュールに従って、手段を実行する。(Do)
- ⑧スケジュールの進行状況を管理し、目標の達成状況を把握する。(Check)
- ⑨必要に応じて修正・改善（Action）を加えながら、目的を達成するまでPDCAサイクルを繰り返す。



2. 栄養ケア・マネジメント

- ・栄養サポートチーム (NST, nutrition support team) は、医師、看護師、栄養士、薬剤師、言語聴覚士、検査技師、歯科衛生士など多職種で構成され、入院患者の栄養状態を改善するための栄養サポートを実施するチームである。
- ・栄養サポートは、栄養ケア・マネジメント (NCM, nutrition care-management) の考え方によって実施する。

栄養スクリーニング	・すべての入院患者に実施し、NSTによる栄養サポートが必要かどうか判定する。
栄養アセスメント	・栄養サポートが必要と判定された患者について、現状の栄養状態を詳しく評価し、 <u>栄養診断</u> を行う。
栄養ケア計画	・栄養診断に基づいて、栄養補給と栄養教育を行う。 ・栄養補給（エネルギー補給量の算出、三大栄養素の配分、その他の栄養素の補給） ・栄養教育（行動変容の促進）
実施	・PDCAサイクルによるケアの質保証 ・モニタリングによる進行状況を管理し、目標の達成状況を把握
評価	・構造評価（structure）：組織体制に問題はないか？ ・経過評価（process）：ケアの実施内容・手順に問題はないか？ ・成果評価（outcomes）：患者の栄養状態は改善したか？

3. 栄養診断の手順

(1) 異常所見の抽出と病態の把握

- ・医療面接、身体診察、症候（自覚症状、他覚症状）、臨床検査から問題となる所見（異常データなど）を抽出する。
- ・抽出した所見を整理して、体内で起こっている病的変化（病態）を把握する。

(2) 栄養診断の候補になる用語の選択

- ・栄養診断には、3つの項目がある。

NI (nitrition intake) (摂取量)	<ul style="list-style-type: none"> ・食物あるいは栄養素の摂取量が真の必要量や推定必要量と比較し、過剰かあるいは不足かについて記述したもの(〇〇摂取不足、××過剰摂取など) ・エネルギー摂取不足、脂質摂取過剰、たんぱく質摂取不足、炭水化物摂取過剰など
NC (nutrition clinical) (臨床栄養)	<ul style="list-style-type: none"> ・疾病や身体状況に関わる栄養の問題点について記述したもの ・嚥下困難、低体重、意図しない体重減少、体重過多、病的肥満など
NB (nutrition behavioral/Environmental) (行動と生活環境)	<ul style="list-style-type: none"> ・知識、態度、信念、物理的環境、食物の入手、食の安全などについて記述したもの ・食物、栄養に関連した知識不足、セルフモニタリングの欠如、身体活動不足など

(3) 栄養診断を PES で記述する。

- ・P (problem or nutrition diagnosis label) : 患者の栄養状態を改善する上で、もっとも重要性が高い項目を記述する。
- ・E (etiology) : P の原因または要因を記述する。
- ・S (sign/Symptom) : P の根拠になる症状、症候、検査データなどを記述する。

(4) 栄養診断の例

- ・事例 : 45歳、男性、身長 175 cm、体重 91 kg、BMI 29.7 kg/m²、体脂肪率 34%、仕事上のストレスを飲食により解消している。
- ・栄養診断の候補を「栄養診断の用語」を使用して記述する。

NI-1.5 : エネルギーの過剰摂取
NC-3.3 : 体重過多
NB-1.2 : 食物・栄養に関連した話題に対する誤った信念や態度 (ストレスを飲食で解消)

- ・病態を考える : ストレス→過食→エネルギーの過剰摂取→肥満
- ・現在の栄養状態を改善する上で、もっとも重要なことは「エネルギーの過剰摂取」を解消することであると考えた場合の栄養診断

P : エネルギーの過剰摂取
E : ストレスを飲食で解消
S : BMI 高値、体脂肪率高値

(参考)「国際標準化のための栄養ケアプロセス用語マニュアル」(抜粋)(日本栄養士会翻訳、2012)

NI (摂取量) 経口摂取や栄養補給法を通して摂取するエネルギー・栄養素・水分・生物活性物質に関わる事項	NI-1 (エネルギー出納) 実測または推定エネルギー出納の変動 (NI-1.1、NI-1.3 はなし)	NI-1.2 エネルギー消費の亢進 NI-1.4 エネルギー摂取量不足 NI-1.5 エネルギー摂取量過剰
	NI-2 (経口・経静脈栄養素補給) 患者の摂取目標量と比較した、実測または推定経口・非経口栄養素補給量	NI-2.1 経口摂取量不足、NI-2.2 経口摂取量過剰 NI-2.3 経腸栄養投与不足、NI-2.4 経腸栄養投与過剰
	NI-5 (栄養素) 適切量と比較した、ある栄養素群または単一栄養素の実測または推定摂取量	NI-5.1 栄養素必要量の増大 NI-5.2 栄養失調 NI-5.3 たんぱく質・エネルギー摂取不足

NC (臨床栄養) 医学的または身体的状況に関連する栄養の所見・問題	NC-1 (機能的項目) 栄養要求を阻害・妨害したりする身体的または機械的機能の変化)	NC-1.1 嚥下障害 NC-1.2 噛み砕き・咀嚼障害 NC-1.3 授乳困難
	NC-3 (体重) 通常または理想体重と比較した、長期間にわたる体重あるいは体重変化	NC-3.1 低体重、NC-3.2 意図しない体重減少 NC-3.3 体重過多・病的肥満、 NC-3.4 意図しない体重増加
NB (行動と生活環境) 知識、態度、信念、物理的環境、食物の入手や食の安全に関連して認識される栄養所見・問題	NB-1 (知識と信念) 関連して観察・記録された実際の知識と信念	NB-1.1 食物・栄養に関連した知識不足 NB-1.2 食物・栄養に関連した話題に対する誤った信念や態度 (使用上の注意)
	NB-2 (身体の活動と機能) 報告・観察・記録された身体活動・セルフケア・食生活の質などの実際の問題点	NB-2.1 身体活動不足 NB-2.2 身体活動過多 NB-2.3 セルフケアの管理不能や熱意の不足

4. 栄養アセスメント

(1) 主観的包括的評価 (SGA, subjective global assessment)

- ・栄養スクリーニングに適している。
- ・(参考) Nutrition Screening Initiative (NSI)

(あなたの健康・栄養状態の評価・判定リスト)

以下に述べられていることで、あなたやあなたの親しい高齢者にあてはまる内容に○印をつけ、最後の合計の欄にその点数の合計を書き入れて下さい。その合計があなたやあなたの親しい高齢者の栄養スコアです。

	はい
病期、または症状のために食べ物の種類や量が変わった	2
1日に食べるのは2食以下である。	3
果物、野菜、乳製品をあまり食べない。	2
3杯以上のビール、日本酒などの酒類をほとんど毎日飲む。	2
食べるのが困難になるような歯や口腔の問題がある。	2
経済的な理由により、食事を制限せざるを得ない。	4
毎日1人で食事をしている。	1
1日に3種類以上の薬を飲んでる。	1
過去6ヶ月間に約5kgの体重が減少した。(あるいは増大した)	2
自分で、買い物や料理をして食べることができないことがある。	2
合計	

あなたの栄養スコアを合計してみましょう。その結果が・・・

0～2 良好な状態です。6ヶ月以内に、もう一度あなたの栄養スコアをチェックしましょう。

3～5 あなたの栄養状態は低下傾向にあります。あなたの食生活やライフスタイルを向上させるために何が出来るかを考えてみましょう。あなたのために、高齢者向けの栄養プログラムや高齢市民センターの健康部門が相談に応じてくれます。3ヶ月以内にもう一度あなたの栄養スコアをチェックしてみましょう。

5個またはそれ以上

あなたの栄養状態は危険な状況にあります。次回、医師や栄養士、または有資格者の保健やソーシャルサービスの専門家に会う機会には、このチェックリストを持っていき、あなたの問題点について話し合い、あなたの栄養状態を向上させるための支援をしてもらいましょう。

* この栄養スコアはリスクを示唆するもので、症状の診断を示すものではありません。

(2) 栄養パラメーター

問診 (p133)	・主訴、現病歴、既往歴、家族歴、生活歴、食生活歴、職業歴などを聞く。
食事調査 (p145)	・聞き取り法、秤量記録法などにより食事の摂取状況を聞く。
身体所見 (p133)	・体格、毛髪、皮膚、粘膜の所見、胸腹部の所見、腱反射など神経学的所見など
身長・体重 (p135)	<ul style="list-style-type: none"> ・%標準体重：筋肉量、体脂肪量のおよその評価を行う。 ・%平常時体重：平常時体重の記録が正確ならば%標準体重よりも有意義である。 ・体重減少率（最近6ヶ月で10%以上低下または1日0.2%以上低下→栄養障害） ・Body Mass Index (BMI)：低体重<18.5、普通体重18.5~25、肥満≥25 ・ローレル指数：小児の体格指数
体脂肪量 (p136)	・上腕三頭筋部皮下脂肪厚 (TSF)：体脂肪率とよく相関する。
筋肉量 (p137)	<ul style="list-style-type: none"> ・上腕筋囲 (AMC) = 上腕周囲長 (AC) - 3.14 × 上腕三頭筋部皮下脂肪厚 (TSF) ・上腕筋面積 = 上腕筋囲 × 上腕筋囲 ÷ 4π
クレアチン 身長係数 (p144)	<ul style="list-style-type: none"> ・筋肉量を反映する。 $CHI = \frac{24\text{時間尿中クレアチニン排泄量(mg)}}{\text{基準値 (男23 mg/kg, 女18 mg/kg)} \times \text{標準体重}} \times 100(\%)$
尿中 3-メチル ヒスチジン (p144)	<ul style="list-style-type: none"> ・筋肉量を反映する。 ・3-メチルヒスチジンは、アクチンやミオシンの構成アミノ酸で、90%が骨格筋に存在し、筋肉の異化により尿中に排泄される。
血漿 タンパク質 濃度 (p140)	<ul style="list-style-type: none"> ・臓器タンパク量を反映する。 ・長期間の指標：アルブミン（半減期21日） ・短期間の指標：半減期の短いタンパク質 (RTP: rapid turnover proteins) トランスフェリン（半減期7日） トランスサイレチン（プレアルブミン）（半減期1.9日） レチノール結合タンパク質（半減期0.5日）
窒素平衡 (p138)	<ul style="list-style-type: none"> ・尿中尿素窒素排泄量から体内のタンパク質の燃焼量を推定する。 ・Maroniの式（タンパク質摂取量g/日） = (尿中尿素窒素排泄量g/日 + 0.031 × 体重kg) × 6.25
免疫学的 検査 (p139)	<ul style="list-style-type: none"> ・末梢血リンパ球数：1,200/mm³以下になると免疫能低下 ・遅延型皮膚反応：PPD（精製ツベルクリン、purified protein derivatives of tuberculin）皮内反応。皮内注射後48時間の発赤9mm以下は陰性、100mm以上は陽性。

確認問題

正しいものに○、誤っているものに×を付けなさい。	
1. ()	栄養サポートチーム (NST) には、言語聴覚士は含まれない。
2. ()	栄養サポートの結果、患者の栄養状態が改善したかどうかを評価することを経過評価 (process) という。
3. ()	栄養診断は、栄養アセスメントの前に行う。
4. ()	栄養診断には、患者の行動や生活習慣が含まれてない。
5. ()	主観的包括的評価 (SGA) は、栄養スクリーニングに用いられる。
6. ()	BMI (body mass index) は、骨格筋量を反映している。
7. ()	上腕三頭筋皮下脂肪厚 (TSF) は、体脂肪量を反映している。
8. ()	クレアチニン身長係数は、体脂肪量を反映している。
9. ()	トランスサイレチンは、免疫能を反映している。
10. ()	Maroni の式は、炭水化物の燃焼量を推定する式である。

看護師国家試験過去問

99PM-37 身体の計測値とその評価目的の組合せで正しいのはどれか。 (1) 身長 - 脳の発育 (2) 体重 - 栄養状態 (3) 腹囲 - 内臓の発育 (4) 座高 - 筋肉の機能	(1) × 体格 (2) ○ (3) × 内臓脂肪+腹部皮下脂肪 (4) × 体格
94AM-51 栄養状態と最も関係する血清生化学検査項目はどれか。 (1) AST (GOT) (2) アミラーゼ (3) アルブミン (4) HDL コレステロール	(1) × 肝機能検査 (2) × 膵炎 (3) ○ (4) × 脂質異常症
100PM-41 低栄養状態はどれか。 (1) BMI 23.0、アルブミン 3.8g/dℓ (2) BMI 21.5、アルブミン 3.6g/dℓ (3) BMI 18.0、アルブミン 2.8g/dℓ (4) BMI 16.5、アルブミン 3.5g/dℓ	(1) × (2) × (3) ○ (4) ×
102AM-45 術前の検査値で創傷治癒の遅延因子となるのはどれか。 (1) 血清アルブミン低値 (2) 血清総ビリルビン低値 (3) 糸球体濾過値 (GFR) 高値 (4) 動脈血酸素分圧 (PaO ₂) 高値	(1) ○ 栄養状態 (2) × 肝機能 (3) × 腎機能 (4) × 呼吸機能
103PM-54 高齢者の蛋白質・エネルギー低栄養状態 (protein-energy malnutrition: PEM) について正しいのはどれか。 (1) 体脂肪の消耗はみられない。 (2) 要介護度が高いほど PEM の発症率が高い。 (3) PEM の発症率は心疾患によるものが最も高い。 (4) 栄養指標は血清アルブミン 3.7g/dℓ以下である。	(1) × マラスムスでは、体脂肪が著明に減少する。 (2) ○ (3) × 摂食量の低下によるものが多い。 (4) × 3.5g/dℓ以下

12. 栄養補給法

1. 投与エネルギー量の算出方法

- 投与エネルギー量 = 基礎代謝量 × 活動係数 × ストレス係数
- 基礎代謝量は、Harris-Benedict の式で算出する。

男性 BEE = 66 + 13.7 × 体重 (kg) + 5 × 身長 (cm) - 6.75 × 年齢
女性 BEE = 655 + 9.6 × 体重 (kg) + 1.85 × 身長 (cm) - 4.7 × 年齢

- 活動係数 (Active factor)

安静	1.0~1.2	軽労作可能	1.3
自力歩行可能	1.2	中労作可能	1.4~1.5
		重労作可能	1.5~2.0

- ストレス係数 (Stress factor)

手術後 大手術	1.2	熱傷 20%以下	1.0~1.5
小手術	1.1	20~40%	1.5~1.85
褥瘡	1.2~1.6	40%以上	1.85~2.05
外傷	1.1~1.7	感染症 軽症	1.2~1.5
ステロイド使用	1.6~1.7	重症	1.5~1.8

2. タンパク質・脂質・糖質・ビタミン・ミネラル投与量の算出方法

- タンパク質合成は、NPC/N 比 (非たんぱくエネルギー/窒素比 non-protein calorie/nitrogen) が 150~200 のときにもっとも効率が良い。
- タンパク質必要量 = 投与エネルギー ÷ NPC/N × 6.25 (g/日)

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 投与エネルギーを 2000kcal、NPC/N 比を 175 とすると、$2000 \div 175 \times 6.25 = 71.4g$ 腎不全でたんぱく質制限が必要な場合は、NPC/N 比を <u>300~500</u> とする。 外科領域では、たんぱく質必要量が増加するので、NPC/N 比を <u>100~150</u> とする。 |
|--|

- 脂質は、投与エネルギー量の 20~30% とする。
- 糖質は、投与エネルギー量から、タンパク質と脂質のエネルギーを除いた残りとする。
- ビタミン・ミネラルは「日本人の食事摂取基準」を参考にして投与量を決める。

3. 栄養法の選択

経口栄養法	・摂食、咀嚼、嚥下、消化、吸収機能が保たれている時
経腸栄養法	・摂食、咀嚼、嚥下に障害がある場合や、部分的に消化、吸収機能が低下して時
静脈栄養法	・消化、吸収機能が著しく低下している時

4. 経口栄養法

(1) 一般食

- 常食 (米飯食)、軟食 (全粥、七分粥、五分粥、三分粥)、流動食に分類される。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 全粥は、米を 5 倍量の水で炊いたもの 七分粥は、全粥が 7 割、重湯が 3 割 五分粥は、全粥が 5 割、重湯が 5 割 三分粥食は、全粥が 3 割、重湯が 7 割 重湯は、米を 10 倍量の水で炊いた粥の上澄み液 軟食では副食も繊維が少なく、消化吸収されやすいものを用いる。 |
|--|

- 治療食：食事により病態を是正していくための食事 (p193~196)

疾患名による分類	糖尿病食、腎臓病食、肝臓病食、胃潰瘍食、貧血食など
栄養成分による分類	エネルギーコントロール食、たんぱく質コントロール食、脂質コントロール食、易消化食など

・検査食

注腸食	<ul style="list-style-type: none"> ・大腸 X 線検査や内視鏡検査の前に、腸内内容物を取り除くことが目的 ・以前は、1 日前から低残渣・低脂肪食を処方 ・現在は、当日早朝から下剤服用で可能
乾燥食	<ul style="list-style-type: none"> ・尿の濃縮能を判定する検査（フィッシュバーグ濃縮試験） ・水分の少ない夕食の後は絶飲食とし、よく早朝第 1 尿の比重を測定
潜血食	<ul style="list-style-type: none"> ・化学的検査法の偽陽性を減少させるための食事 ・免疫学的検査法では必要ない。
ヨード制限食	<ul style="list-style-type: none"> ・甲状腺組織の放射性ヨウ素 ¹³¹I 取り込みを検査

5. 経腸栄養法

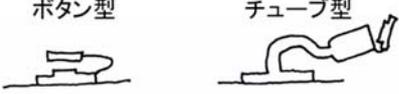
(1) 定義

- ・経腸栄養法（enteral nutrition）は、何らかの理由で経口摂取できない患者に、チューブを介して直接胃や腸に栄養を投与する方法である。

(2) 特徴

- ・生理的な投与方法である。（腸管粘膜の機能と生態防御機構の維持に重要）
- ・重篤な副作用・合併症が比較的少ない。
- ・維持管理が容易（厳重な無菌管理を必要としない）
- ・静脈栄養法に比べてコストが安い。
- ・治療効果は、静脈栄養法と同等である。
- ・組成変更は困難である。しかし、さまざまな組成の経腸栄養剤が商品化されている。

(3) 投与経路

経鼻チューブ	<ul style="list-style-type: none"> ・自然食品、半消化態剤では、チューブの先端を胃内に留置する。 ・チューブは、半坐位（ファーラー位）で挿入する。 ・チューブが咽頭部に達するまでは頸部を後屈し、咽頭部を通過した後は頸部を前屈する。
食道瘻チューブ	<ul style="list-style-type: none"> ・経皮経食道胃管挿入術（PTEGP, percutaneous trans-esophageal gastro-tubing） ・PEG の実施が困難な胃手術後や腹水貯留がある時に用いる。
胃瘻チューブ	<ul style="list-style-type: none"> ・経皮内視鏡的胃瘻造設術（PEG, percutaneous endoscopic gastrostomy） ・胃内に内視鏡を挿入→空気で胃を膨らませる→経皮的に穿刺→カテーテル留置 ・種類 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>外部の形</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>内部の形</p>  </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・交換時期：バンパー型 6 か月、バルーン型 1～2 か月
空腸瘻チューブ	<ul style="list-style-type: none"> ・経皮内視鏡的区空腸増設術（PEJ, percutaneous endoscopic jejunostomy） ・胃癌，胃切除などで胃瘻が造設できない時に用いる。

(4) 経腸栄養剤の種類と特徴

	成分栄養剤	消化態栄養剤	半消化態栄養剤	天然濃厚流動食
糖質	デキストリン	デキストリン	デキストリン等	粉飴, はちみつ等
たんぱく質	結晶アミノ酸	ジペプチド トリペプチド	ペプチド たんぱく質水解物	大豆たんぱく質 乳たんぱく質等
脂肪	少ない	少ない	多い	多い
特徴	すべての構成成分が化学的に明らか	化学的に同定できない成分を含む	化学的に同定できない成分を含む	天然の食材を使用
消化機能	不要	一部要	一部要	要
吸収機能	要	要	要	要
残渣	なし	少量	中等量	多量
チューブサイズ	1mm	2~3mm	2~3mm	3~4mm
製剤	粉末製剤	粉末・液状製剤	粉末・液状製剤	液状製剤のみ
味	まずい	まずい	良いものが多い	良い
医薬品/食品	医薬品	医薬品	医薬品・食品	食品

(5) 特殊な組成の経腸栄養剤

肝不全用アミノ酸製剤	・分枝アミノ酸（バリン、ロイシン、イソロイシン）を増量
腎不全用アミノ酸製剤	・必須アミノ酸を増量
免疫増強製剤	・グルタミン、アルギニンを増量 ・非必須アミノ酸であるが、病気、外傷、手術時には需要が増加 ・腸管粘膜のエネルギー源で、腸管バリア機能を維持
その他	・亜鉛、食物繊維、 ω 3脂肪酸、核酸、などを増量

(6) 適応

<ul style="list-style-type: none"> ・経口摂取が不可能または不十分なとき 消化吸収能が十分な場合は、天然濃厚流動食を使用する。 消化吸収能が不十分な場合は、半消化態栄養剤、消化態栄養剤、成分栄養剤を使用する。 ・消化管の安静、消化液分泌抑制が必要なとき（上部消化管術後、急性膵炎など） ・上部消化管通過障害があるとき（食道癌、胃癌、意識障害、食欲不振など） ・炎症性腸疾患の寛解期（クローン病、潰瘍性大腸炎） ・吸収不良症候群（短腸症候群、慢性膵炎など） 短腸症候群の診断基準：小児 75 cm以下、成人 150 cm以下 ・代謝亢進状態（重症外傷、熱傷など） ・肝硬変（分枝鎖アミノ酸／芳香族アミノ酸比（フィッシャー比）の比率を大きくする） ・腎不全（必須アミノ酸増量）

(7) 禁忌

<ul style="list-style-type: none"> ・著しく消化吸収機能が低下しているとき 腸閉塞（イレウス）、腸管麻痺、難治性下痢、激しい下痢、短腸症候群（30 cm以下）など ・大量の消化管出血があるとき ・消化管の穿孔があるとき ・重症急性膵炎を合併しているとき ・炎症性腸疾患の活動期 ・ショック、多臓器不全などがあるとき
--

(8) 管理

調製	<ul style="list-style-type: none"> ・液状タイプはそのまま使える。 ・粉末状タイプは、40～50℃に加温した水に溶解して使用する。 ・厳密な無菌的処理は、必要としない。 ・1kcal/ml濃度の経腸栄養剤 100 mlの水分含有量は、80～85 mlである。
保存	<ul style="list-style-type: none"> ・調整後 5～10℃に保存し、24 時間以内に使い切る。
投与	<ul style="list-style-type: none"> ・投与直前に 37～40℃に加温する。(流動性の向上、下痢の防止) 一度加温したものは再保存しない。 ・投与速度：1 日目は、0.5kcal/ml、1 時間 40～60 ml、1 日 300～600 mlで開始する。 副作用なければ、翌日から 1kcal/mlで目標カロリーを投与する。 投与速度は 1 時間 100 mlが標準 濃度は最大 2kcal/mlまで可能

(9) 主な合併症と対策

合併症	対策
嘔気、嘔吐、下痢、腹部膨満などの消化器症状	<ul style="list-style-type: none"> ・急に濃度を上げない、いきなり大量に投与しない、冷たいまま投与しない、別の栄養剤を混ぜない
高血糖・高浸透圧利尿	<ul style="list-style-type: none"> ・水分バランス、尿糖、血糖、尿比重をチェック
嚥下性肺炎	<ul style="list-style-type: none"> ・セミファーラー位（上体を 15～30 度起こした姿勢） ・ファーラー位（半座位、上体を 40 度起こした状態）
感染	<ul style="list-style-type: none"> ・経腸栄養剤は冷所に保存する。 ・清潔な操作。 ・一度暖めた栄養剤は、3 時間以内に使用し、再保存はしない。

6. 静脈栄養法

(1) 定義

- ・静脈栄養法 (parenteral nutrition) は、何らかの理由で消化管に栄養剤を投与できない患者に、静脈内に直接栄養を投与する方法である。
- ・1968 年、高濃度ブドウ糖・アミノ酸混合液の上大静脈投与、脂肪乳剤が開発される。

(2) 特徴

- ・非生理的投与方法である。(腸管粘膜の萎縮をきたす可能性がある)
- ・重篤な合併症が多い。
- ・維持・管理が煩雑である。(近年は使い捨ての製品が市販されており管理は容易になった)
- ・経腸栄養法に比べてコストが高い。
- ・治療効果は、経腸栄養法と同等である。
- ・組成変更が自由である。

(3) 投与経路

- ・末梢静脈
- ・上大静脈 (中心静脈) にカテーテルを留置して 24 時間持続点滴
カテーテルを挿入する静脈は、鎖骨下静脈、内頸静脈、外頸静脈、大腿静脈が利用できる。

(4) 静脈栄養剤の種類と特徴

1) 末梢静脈栄養法 (PPN, peripheral parenteral nutrition)

- 5～10%ブドウ糖／電解質 (Zn など微量元素も適量含む)
- 10～12%アミノ酸製剤
- 10～20%脂肪乳剤

大豆油を原料とし、卵黄レシチンで乳化、グリセリンで等張化したもの

脂肪乳剤は、血中で HDL からアポリポタンパク質を受け取り、キロミクロンと同様に代謝される。現在の製剤は、n-6 系長鎖脂肪酸の含有量が多いが、近年、n-3 系中鎖脂肪酸の含有量の多い製剤の開発が進められている。

- 末梢静脈栄養では、一日に必要なエネルギー量を確保できない。
末梢静脈では、グルコース濃度を 10%以上にすると高浸透圧により血管痛、血栓性静脈炎が出現 (2～3 日) する。
投与エネルギー量を 2,000kcal、糖質投与量を 60%とし、糖質をすべてグルコースで投与するには、グルコースを $2,000 \times 0.6 \div 4 = 300g$ 投与することになる。これを 10%溶液にすると、水分は 3,000 ml になる。これに、アミノ酸製剤 500 ml と脂肪乳剤 500 ml を加えると、投与する水分は 4,000 ml になり、水分の過剰投与になる。

2) 中心静脈栄養法 (CPN, central parenteral nutrition)

- 完全静脈栄養法 (total parenteral nutrition, TPN)、中心静脈高カロリー輸液 (intravenous hyperalimentation, IVH) ともいう。
- TPN 基本液：糖質 (15～30%) と電解質からなる。
中心静脈栄養では、心臓に近い大きな静脈にカテーテルと留置し、24 時間持続点滴を行うので、高濃度のグルコースを投与できる。(例えば、300g のグルコースを投与するのに、グルコース濃度を 30%にすると、水分を 1,000 ml に抑えることができる)
糖質はグルコースが中心であるが、フルクトースやキシリトールを配合することがある。(高血糖の予防)
電解質には、Na、K、Ca、Mg、Cl、Zn、P などが含まれている。(製剤により組成は異なる)
- 10～12%アミノ酸製剤：使用時 TPN 基本液に適量混合する。(アミノ酸を混合して長期間保存すると、メイラード反応が起こり褐色色素を生じる)

一般用総合アミノ酸製剤	<ul style="list-style-type: none"> • 必須アミノ酸／非必須アミノ酸比は、1 前後に調整されている。 • 1963 年 FAO (Food and Agriculture Organization) /WHO 基準に基づいて作られている。 人乳、鶏卵、アルブミンなどのアミノ酸組成をもとに作成された。
汎用型アミノ酸製剤	<ul style="list-style-type: none"> • 分岐鎖アミノ酸 (BSAA, branched chain amino acid) の比率 () を高くしている。 • 1980 年 TEO (田辺、エーザイ、大塚) 基準に基づいて作られている。 術後の病態改善のために作成された。 BCAA には、筋たんぱく質の分解抑制・合成促進を促す効果がある。 BCAA の比率を 30%前後に設定している。(FAO/WHO 基準では 20～24%)
腎不全用アミノ酸製剤	<ul style="list-style-type: none"> • 必須アミノ酸療法は、腎不全時にタンパク質の摂取を制限しつつ、体内のタンパク質合成を可能な限り高くする目的で、必須アミノ酸を経口的あるいは静脈的に投与し、高アンモニア血症を改善させる治療法である。 • 必須アミノ酸療法を静脈的に用いた場合、アルギニンの相対的不足により高アンモニア血症が発生することがわかり、現在の製剤には、アルギニンが含まれている。
肝不全用アミノ酸製剤	<ul style="list-style-type: none"> • フィッシャー比の低下を補正するために、BCAA を多く含んだ製剤 • 肝不全では、血中フィッシャー比 (BCAA/AAA) が低下している。 • フィッシャー比が低下すると、脳内へ移行するアミノ酸のバランスが崩れ、肝性脳症の原因になる。(アミノ酸インバランス)

- ・10～20%脂肪乳剤（総カロリーの20～30%を投与）：末梢静脈栄養剤と同じ。
- ・総合ビタミン製剤
- ・補正用電解質製剤（Na、K、Ca、Mg、Pなど）
- ・微量元素製剤（わが国で市販されている製剤には、Cu、Zn、Mn、I、Feの5元素が含まれている）

(5) 適応

<ul style="list-style-type: none"> ・経口、経腸栄養が不十分なとき（消耗性疾患、神経性食欲不振症など） ・腸閉塞（イレウス）、腸管麻痺、大量の消化管出血 ・消化管穿孔、消化管手術後の吻合不全 ・重症急性膵炎、炎症性腸疾患の活動期 ・ショック、多臓器不全など ・肝性脳症、腎不全などで投与するアミノ酸組成を調節したいとき
--

(6) 禁忌

<ul style="list-style-type: none"> ・経口栄養法、経腸栄養法が可能なとき ・経腸栄養法は可能であるが、投与量が不十分なときは静脈栄養法を併用することがある。

(7) 合併症

カテーテル挿入時	・気胸、動脈穿刺、血胸、皮下血腫、空気塞栓など
カテーテル留置期間中	・血栓、空気塞栓、カテーテル敗血症など
高血糖	・尿糖排泄増加による高浸透圧利尿が起こり、脱水になる。
ビタミンB ₁ 欠乏による乳酸アシドーシス	・ビタミンB ₁ 不足では、嫌氣的解糖が進行して乳酸産生が増加 ・血液中の乳酸濃度が5mEq/l以上に上昇し、pHが低下
バクテリアルトランスロケーション	・腸粘膜萎縮があるときに、腸管内細菌が粘膜バリアを通過して、体内に移行すること ・敗血症、多臓器不全の原因となる。
その他	・食欲減退 ・必須脂肪酸、微量元素、ビタミンの欠乏 ・電解質異常

(8) リフィーディング症候群

- ・慢性的な飢餓状態の患者に大量のブドウ糖を投与した際に発生する一連の代謝性合併症の総称である。
飢餓状態では、体脂肪を分解して遊離脂肪酸とケトン体をエネルギー源とする代謝経路に、生体が適応している。
飢餓状態の患者に再栄養を行なうと、エネルギー源が脂肪やタンパク質から糖質へ、急速に転換される。
- ・電解質異常では、低K血症、低Mg血症、低P血症が起こる。
血糖値の上昇によりインスリン分泌が刺激され、細胞のK取り込みが増加して低K血症となる。
低K血症は、不整脈の原因となる。
細胞の代謝増加に伴い、細胞のMgとPの取り込みが増加し、低Mg血症、低P血症になる。
低P血症では、ヘモグロビンと酸素結合が増強し、末梢組織で低酸素が出現する。
組織の低酸素は、乳酸アシドーシスを起こす。
- ・予防のため、必要エネルギー量の半量から投与を始め、モニタリングしながら徐々に必要エネルギー量まで増量する。

(9) 管理

- ・刺入部は、透明ドレッシングで固定し、発赤や腫脹の観察ができるようにする。
- ・刺入部の消毒は、週1回程度ドレッシングの交換に合わせて実施する。
- ・輸液セットは、週1回交換する。

7. 在宅栄養療法 (home nutrition support)

- ・在宅栄養療法は、患者の家庭・社会復帰、Quality of Life の向上・医療費の軽減に貢献する。
- ・経腸栄養法、静脈栄養法いずれも、在宅での利用が可能である。
在宅中心静脈栄養法は 1985 年、在宅経腸栄養法 1988 年より医療保険の適応になった。
- ・経静脈栄養法には、持続投与方法と間欠投与方法がある。
- ・経静脈栄養法では、感染予防のためのカテーテル管理法を患者及び家族を十分に教育しておく必要がある。
- ・自己管理できることが原則であるが、必要に応じて訪問看護などの支援が必要になる。

確認問題

正しいものに○、誤っているものに×を付けなさい。	
1. () 投与エネルギー量は、基礎代謝量×ストレス係数で求める。	
2. () 七分粥とは、重湯が 7 割、全粥が 3 割のことである。	
3. () 潜血食は、潜血の免疫学的検査では必要ない。	
4. () 胃瘻チューブは、鼻から挿入する。	
5. () 天然濃厚流動食は、窒素源として結晶アミノ酸を用いる。	
6. () 成分栄養剤は、脂質の含有量が少ない。	
7. () 末梢静脈からの点滴だけで、必要エネルギー量を投与できる。	
8. () TPN 基本液には、アミノ酸が含まれている。	
9. () リフィーディング症候群では、高 P 血症になる。	
10. () 経静脈栄養法は、在宅では実施できない。	

看護師国家試験過去問

101AM-18 甲状腺機能検査を受ける患者の検査食はどれか。 (1) ヨード制限食 (2) 蛋白制限食 (3) 脂肪制限食 (4) 低残渣食	(1) ○ (2) × (3) × (4) ×
104PM-22 成人の鼻孔から噴門までの長さで適切なものはどれか。 (1) 5～15cm (2) 25～35cm (3) 45～55cm (4) 65～75cm	(1) × (2) × (3) ○ (4) ×
103 (追加) PM-23 経鼻胃管の先端が胃内に留置されていることを確認する方法はどれか。 (1) 挿入した経鼻胃管の長さの確認 (2) 口腔内の観察 (3) 胃液の吸引 (4) 水の注入	(1) × (2) × (3) ○ (4) ×
107AM-36 成人に経鼻経管栄養法を行う際の胃管を挿入する方法で適切なものはどれか。 (1) 体位は仰臥位とする。 (2) 管が咽頭に達したら頭部を後屈する。 (3) 咳嗽が生じた場合は直ちに抜去する。 (4) 嚥下運動よりも速い速度で挿入する。	(1) × 半坐位 (2) × 前屈 (3) ○ (4) × 嚥下運動に合わせて挿入

<p>107AM-21 経腸栄養剤の副作用（有害事象）はどれか。</p> <p>(1) 咳嗽 (2) 脱毛 (3) 下痢 (4) 血尿</p>	<p>(1) × (2) × (3) ○ (4) ×</p>
<p>101AM-48 胃瘻からの経管経腸栄養法を開始した在宅患者の家族に対する説明で正しいのはどれか。</p> <p>(1) 液状の栄養剤は開封後数日間使用してよい。 (2) 栄養剤の注入は無菌操作で行う必要はない。 (3) 胃瘻を造設したので経口摂取は禁止となる。 (4) 胃瘻カテーテルは週に1回交換する。</p>	<p>(1) × 保存せず、直ちに使用し、使い切る。 (2) ○ (3) × 禁止しない (4) × バンパー型6か月、バルーン型1~2か月</p>
<p>95AM-27 鎖骨下静脈へ中心静脈カテーテルを挿入する際に起こりやすい合併症はどれか。</p> <p>(1) 肺炎 (2) 気胸 (3) 嘔吐 (4) 無気肺</p>	<p>(1) × (2) ○ (3) × (4) ×</p>
<p>93PM-36 退院後1か月の中心静脈栄養法（IVH）の合併症と観察項目との組合せで適切なのはどれか。</p> <p>(1) 静脈血栓症 — 輸液注入速度 (2) 栄養障害 — 上腕中央周囲径 (3) 気胸 — 咳嗽 (4) 必須脂肪酸欠乏症 — 体重</p>	<p>(1) × (2) ○ (3) × (4) ×</p>
<p>102AM-40 入院中の患者における中心静脈栄養法（IVH）の管理で適切なのはどれか。</p> <p>(1) 刺入部は毎日消毒する。 (2) 定期的に血糖値を確認する。 (3) カテーテルの刺入部は見えないように覆う。 (4) 輸液セットはカテーテルを抜去するまで交換しない。</p>	<p>(1) × 週1回程度 (2) ○ (3) × 発赤や腫脹が見えるように透明ドレッシングで固定する。 (4) × 週1回程度で交換</p>
<p>96AM-70 在宅中心静脈栄養を行っている療養者。介護者への指導で適切なのはどれか。</p> <p>(1) 輸液中は体動を制限する。 (2) 療養者の入浴は行わない。 (3) 滴下しているのを確認する。 (4) カテーテル刺入部の消毒は月1回行う。</p>	<p>(1) × 制限しない。 (2) × 入浴は可能 (3) ○ (4) × 週1回</p>
<p>97AM-86 在宅中心静脈栄養法（HPN）が必要な療養者とその家族。看護師の退院指導で適切なのはどれか。</p> <p>(1) 刺入部周囲の皮膚の観察は訪問看護師に限定する。 (2) 使用済の針は市町村の分別ゴミに出す。 (3) 輸液バッグ交換時は手洗いをする。 (4) 体温測定は隔日に行う。</p>	<p>(1) × 家族も観察する。 (2) × 医療廃棄物なので医療機関に返す。 (3) ○ (4) × 感染の早期発見のため毎日測定する。</p>

<p>104AM-72 在宅中心静脈栄養法 (HPN) について適切なのはどれか。</p> <p>(1) 輸液ポンプは外出時には使えない。</p> <p>(2) 24 時間持続する注入には適さない。</p> <p>(3) 輸液の調剤は薬局の薬剤師に依頼できる。</p> <p>(4) 家族が管理できることが適用の必須条件である。</p>	<p>(1) × 外出時にも使える。</p> <p>(2) × 適している。</p> <p>(3) ○</p> <p>(4) × 必須ではない。</p>
--	--

13. 食事療法 (1) 肥満・メタボリックシンドローム

1. 病態

(1) 肥満の成因

- ・肥満 (obesity) とは、体に占める脂肪組織が過剰に蓄積した状態をいう。
- ・消費エネルギーに対して摂取エネルギーが大きいとき、体内に過剰エネルギーが生じる。
- ・過剰エネルギーは、脂肪組織にトリグリセリドとして蓄積される。(エネルギー保存の法則)
- ・過剰エネルギーと体重の関係

- ・体脂肪 1 kg には 7,000 kcal のエネルギーが蓄えられている。
- ・1 年間で 5 kg の体重増加 (脂肪組織の増加) があったとすると、1 年間で $5 \times 7,000 = 35,000$ kcal のエネルギーの過剰摂取があったことになる。
- ・1 日あたりに過剰エネルギーは、 $35,000 \div 365 = 96$ kcal (ごはん茶碗 1/2 杯程度) である。

(2) 肥満による健康障害 (肥満症) (日本肥満学会、肥満診断基準 2011)

- ・肥満に起因する健康障害 (11 種類) を合併しているか、あるいは将来合併が予測される場合で、脂肪組織の減量を必要とする病態を肥満症という。
- ・肥満者では、生活習慣病罹患の相対危険度は非肥満者に対し約 2 倍である。

脂肪細胞の質的異常による健康障害 (9 種類)	耐糖能異常/2 型糖尿病、脂質異常症、高血圧、高尿酸血症/痛風、冠動脈疾患 (心筋梗塞、狭心症)、脳梗塞 (脳血栓症、一過性脳虚血発作) 脂肪肝 (非アルコール性脂肪性肝疾患 NAFLD, non-alcoholic fatty liver disease、非アルコール性脂肪肝炎 NASH, non-alcoholic steatohepatitis)、月経異常/妊娠合併症 (妊娠高血圧症候群、妊娠糖尿病、難産)、肥満関連腎臓病
脂肪細胞の量的異常により健康障害 (2 種類)	睡眠時無呼吸症候群/肥満低換気症候群 (睡眠時の無呼吸発作による睡眠障害で、日中傾眠、チアノーゼ、痙攣、多血症、右室肥大、肥満を認める) 整形外科的疾患 (変形性関節症 (膝、股関節)、変形性脊椎症、腰痛症)
肥満に関連する悪性腫瘍 (4 種類)	胆道癌、大腸癌、乳癌、子宮内膜癌

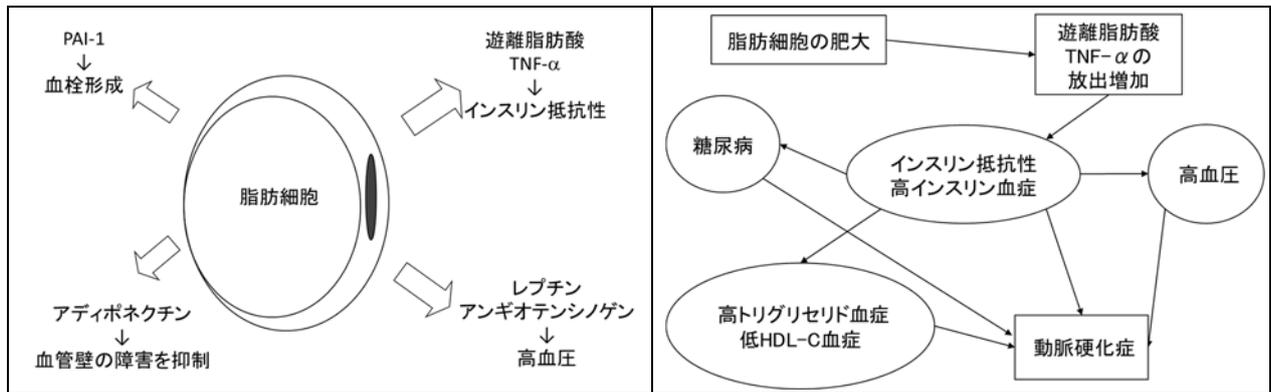
(3) アディポサイトカイン

- ・脂肪組織から分泌されるさまざまな因子をアディポサイトカイン (adipocytokines) という。

肥満で分泌が増加	TNF- α (腫瘍壊死因子) (tumor necrosis factor- α)	・インスリン抵抗性を起こす。
	レプチン	・交感神経緊張させ、高血圧を起こす。
	アンジオテンシノーゲン	・高血圧を起こす。
	PAI-1 (plasminogen activator inhibitor-1)	・血栓形成を促進する。
肥満で分泌が減少	レジスチン	・インスリン抵抗性を起こす。
	アディポネクチン	・動脈硬化抑制作用 ・インスリン抵抗性改善作用

(4) インスリン抵抗性 (insulin resistance) と死の四重奏 (deadly quartet)

- ・動脈硬化症の危険因子である肥満、糖尿病、脂質異常症、高血圧が重積して出現し、心筋梗塞や脳卒中による死亡の危険が相乗的に高くなることを死の四重奏という。
- ・肥満がこれらの生活習慣病を引き起こす病態の中心には、インスリン抵抗性がある。
- ・インスリン抵抗性とは、「インスリンの各種の作用得るのに、通常量以上のインスリンを必要とする状態」であり、代償的に高インスリン血症を伴うことが多い。



- ・インスリン抵抗性は、糖尿病を引き起こす。
- ・インスリン抵抗性に伴う高インスリン血症により、腎臓のNa再吸収増加、NO（一酸化窒素）産生低下、交感神経緊張、血管平滑筋増殖などの作用を介して高血圧を引き起こす。
- ・インスリン抵抗性はリポタンパク質リパーゼの発現減少をきたし、高トリグリセリド血症、低HDL-C血症などの脂質異常症を引き起こす。

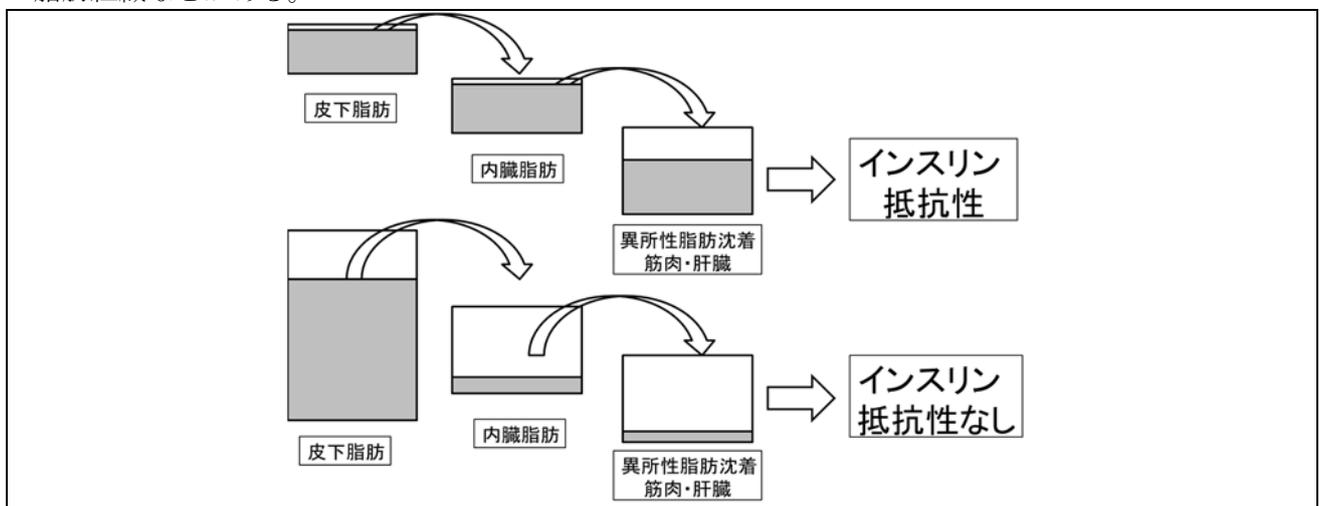
(5) メタボリックシンドローム (metabolic syndrome, WHO1998)

- ・メタボリックシンドロームとは、高血糖、脂質異常症、血圧高値など複数の動脈硬化症危険因子が重積し、心血管病を発症するリスクが高い状態をいう。
- ・これまでX症候群、死の四重奏、インスリン抵抗性症候群、内臓脂肪症候群などが提唱されてきたが、1998年WHOは、これらは同じ病態であるとしてメタボリックシンドロームという名称を提唱した。

X症候群 (Reaven, 1988)	死の四重奏 (Kaplan, 1989)	インスリン抵抗性症候群 (DeFronzo, 1991)	内臓脂肪症候群 (松沢, 徳永, 1987)
インスリン抵抗性 高インスリン血症 耐糖能異常 高VLDL-TG血症 低HDL-C血症 高血圧	耐糖能異常 高TG血症 高血圧 上半身肥満	高インスリン血症 NIDDM 異常脂質血症 高血圧 肥満 動脈硬化性心疾患	耐糖能異常 高TG血症 低HDL-C血症 高血圧 内臓脂肪蓄積

(6) 異所性脂肪沈着

- ・肝臓、筋肉など、脂肪の貯蔵臓器である皮下脂肪組織以外の部位に脂肪が沈着することが、インスリン抵抗性を引き起こす。
- ・沈着部位には、肝細胞内、筋肉細胞内、筋肉細胞間脂肪組織、腸間膜脂肪組織（内臓脂肪）、心外膜脂肪組織などがある。



2. 診断

(1) 肥満の診断基準（日本肥満学会、肥満症診断基準 2011 年）

・BMI (Body Mass Index) = 体重 (kg) ÷ (身長 m)²

判定	日本肥満学会 (2011)	WHO*基準 (1997)	WPRO**基準 (2000)	
低体重	~18.4	Underweight	Underweight	~18.4
普通体重	18.5~24.9	Normal range	Normal range	18.5~22.9
			Overweight at risk	23.0~24.9
肥満 (1 度)	25~29.9	Preobese	Obese I	25.0~29.9
肥満 (2 度)	30~34.9	Obese class I	Obese II	30~
肥満 (3 度)	35~39.9	Obese class II		
肥満 (4 度)	40~	Obese class III		

(2) メタボリックシンドロームの診断基準（メタボリックシンドローム診断基準検討委員会、2005）

腹腔内脂肪蓄積（必須事項）	
ウエスト周囲径	男性 ≥ 85cm 女性 ≥ 90cm (内臓脂肪面積 男女とも ≥ 100cm ² に相当)
上記に加え以下のうち 2 項目以上	
高トリグリセリド血症	≥ 150mg/dℓ かつ/または
低 HDL コレステロール血症	< 40mg/dℓ
収縮期血圧	≥ 130mmHg かつ/または
拡張期血圧	≥ 85mmHg
空腹時高血糖	≥ 110mg/dℓ

3. 治療

(1) 治療の原則

- ・減量することより、肥満による健康障害（肥満症）を予防する。
- ・肥満者では、現体重の 5% を減量するだけでも、血液検査などで望ましい効果が得られる。
- ・除脂肪体重 (lean body mass) を維持しつつ、体脂肪を減少させるようにする。
- ・体重コントロールの原則（エネルギー保存の法則）

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ・ 摂取エネルギー > 消費エネルギー → 体重増加 ・ 摂取エネルギー = 消費エネルギー → 体重維持 ・ 摂取エネルギー < 消費エネルギー → 体重減少 |
|--|

(2) 食事療法

1) 適切な摂取エネルギーを決める。

- ・ 摂取エネルギーが消費エネルギーを下回る負のエネルギーバランスにする。
1 ヶ月で 1 kg 減量するためには、一日に 200~300kcal マイナスにする必要がある。
脂肪組織 1 kg は 7,000 kcal を含む。7,000 ÷ 30 = 233kcal
- ・ 実際には、標準体重 × 25 kcal/日 を基準に、1,200~1,600kcal/日 とする場合が多い。
- ・ 1 ヶ月 1~2 kg のペースで、3~6 ヶ月かけて目標値まで減量する。
- ・ 消費エネルギーは個人差が大きいので、食事療法の実施状況と体重の変化をモニターして適宜修正する必要がある。

2) 適切な栄養素の配分を決める。

- ・タンパク質は、1.0～1.2g/kg（標準体重）/日を維持する（除脂肪体重の維持のため）。
- ・糖質：50～65%（血糖値の維持とケトン体産生抑制のため、1日最低150gは確保する）
- ・脂質：20～30%（必須脂肪酸、脂溶性ビタミンを確保するため、1日最低20gは確保する）
- ・ビタミン、ミネラル、食物繊維、水分は、十分に摂取する。
- ・減量中の全身倦怠感は、ビタミン・ミネラルの不足による場合が多い。

3) 食習慣を改善する。

- ・偏食、夜食、間食、2回食など肥満をまねく要因を是正する。
- ・よく噛むことは、歯や舌の感覚を刺激して食欲中枢を抑制し、また交感神経を刺激して脂質の燃焼を促す作用がある。

(3) 入院を必要とする食事療法

低エネルギー食療法 (Low Calorie Diet、LCD)	<ul style="list-style-type: none"> ・入院して600～1,000kcalで治療する。 ・栄養素の配分は通常の減食療法に準じる。 								
超低エネルギー食療法 (Very Low Calorie Diet、VLCD) (半飢餓療法)	<ul style="list-style-type: none"> ・入院して200～600kcalで治療する。約4週間、医師の監視下で実施すれば安全に実施できる。 ・BMI 30以上の肥満者（小児、妊婦を除く）が適応となる。 ・糖尿病を合併した高度肥満者にも適応される。 ・粉末、液体などの規格食品（フォーミュラ食）を用いる。 ・栄養素の配分 <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>タンパク質</td> <td>30～70g/日</td> </tr> <tr> <td>糖質</td> <td>20～50g/日</td> </tr> <tr> <td>脂質</td> <td>1～2g/日</td> </tr> <tr> <td>ビタミン・ミネラル</td> <td>1日所要量</td> </tr> </table> ・水分は十分に取る（起立性低血圧の予防） ・副作用としてケトアシドーシス、起立性低血圧、嘔気、嘔吐、便秘などがある。 	タンパク質	30～70g/日	糖質	20～50g/日	脂質	1～2g/日	ビタミン・ミネラル	1日所要量
タンパク質	30～70g/日								
糖質	20～50g/日								
脂質	1～2g/日								
ビタミン・ミネラル	1日所要量								

(4) 行動変化のステージと援助（エンパワーメント）

- ・個々の患者のステージ、心理過程に合わせた目標設定をすることが重要である。

ステージ	状態	援助
前熟考期	・問題を認識していない、否認あるいは逃避、燃え尽き	・考えや感情を聞く、情報提供
熟考期	・行動開始を考えているが、それに対する阻害要因もあり迷っている	・利益と障害を知り、利益を高め、障害を減らす
準備期	・すぐに始めるつもりである、または、自分なりに行動を開始している	・具体的な行動目標を設定、行動強化
行動期	・望ましい行動が始まって6ヶ月以内、再発がもっとも多い	・問題解決技術、再発予防対策
維持期	・望ましい行動が6ヶ月を超えて継続されている	・QOL配慮、ライフイベント対策

確認問題

正しいものに○、誤っているものに×を付けなさい。

1. () 過剰エネルギーは、脂肪組織にコレステロールとして蓄積される。
2. () 肥満者では、睡眠時無呼吸症候群の発症はまれである。
3. () アディポネクチンは、インスリン抵抗性を引き起こす。
4. () 肥満診断は、体脂肪率を測定して行う。
5. () 日本肥満学会（2011年）の診断基準では、BMI30以上が肥満とされている。

6. () メタボリックシンドロームの診断基準には、血圧は含まれていない。
 7. () メタボリックシンドロームの診断基準では、女性の腹囲は 90 cm 以上である。
 8. () 摂取エネルギーが消費エネルギーを超えると、体重は減少する。
 9. () 肥満の食事療法では、脂質エネルギー比を 20% 以下にする。
 10. () 超低エネルギー食療法 (VLDL) では、摂取カロリーを 200~600kcal に制限する。

看護師国家試験過去問

<p>94AM-76 肥満症で適切なのはどれか。 (1) 内臓脂肪型は高脂血症の発症の危険性が高い。 (2) BMI が 20 以上は肥満である。 (3) 診断初期から薬物療法と食事療法とを組み合わせる。 (4) インスリン抵抗性が高まると血糖値が低下する。</p>	<p>(1) ○ (2) × 25 以上 (3) × 食事療法と運動療法の併用 (4) × 上昇</p>
<p>106AM-31 腹部 CT を示す。矢印で示す部位について正しいのはどれか。 (1) 肥満細胞で構成される。 (2) 厚さは BMI の算出に用いられる。 (3) 厚い場合は洋梨型の体型の肥満が特徴的である。 (4) 厚い場合はメタボリックシンドロームと診断される</p> 	<p>(1) × 脂肪細胞 (2) × $BMI = \text{体重kg} \div (\text{身長m})^2$ (3) ○ 腹部の皮下脂肪 (4) × 内臓脂肪</p>
<p>96AM-120 9 歳の男児。体重 36.0kg。標準体重を 30.0kg とした場合の肥満度はどれか。 (1) 6% (2) 12% (3) 20% (4) 36%</p>	<p>(1) × (2) × (3) ○ $(36 - 30) \div 30 \times 100 = 20\%$ (4) ×</p>
<p>97AM-122 身長 100cm、体重 28kg の幼児。身体発育の評価はどれか。 (1) 肥満 (2) 肥満傾向 (3) 標準 (4) やせすぎ</p>	<p>(1) ○ $\text{カウプ指数} = \text{体重g} \div \text{身長cm} \div \text{身長cm} \times 10 = 28000g \div 100 \text{cm} \div 100 \text{cm} \times 10 = 28$、18 以上が肥満 (2) × (3) × (4) ×</p>
<p>96AM-73 メタボリックシンドローム (内臓脂肪症候群) の判定項目に含まれるのはどれか。 (1) 体重 (2) 胸囲 (3) 腹囲 (4) 皮下脂肪厚</p>	<p>(1) × (2) × (3) ○ (4) ×</p>

<p>99AM-15 メタボリックシンドロームと診断する際の必須条件はどれか。</p> <p>(1) 高血圧 (2) 空腹時高血糖 (3) 内臓脂肪型肥満 (4) 高脂血症 (脂質異常症)</p>	<p>(1) × (2) × (3) ○ 腹囲で判定 (4) ×</p>
<p>103 (追加) AM-8 メタボリックシンドロームの診断に必須の診断基準項目はどれか。</p> <p>(1) 腹囲 (2) 脂質 (3) 血圧 (4) 血糖</p>	<p>(1) ○ 男性 85 cm以上、女性 90 cm以上 (2) × (3) × (4) ×</p>
<p>99AM-49 営業職の男性。「このごろ運転中に居眠りをしそうになる。妻からはいびきがひどいと言われている」と受診した。寝つきは悪くないがいつも寝足りない感じがあり、毎朝頭痛がする。服薬歴と既往歴とはなく、半年前の定期健康診断で異常はなかった。身長 160cm、体重 76.8kg。脈拍 78/分。血圧 140/78mmHg。最も考えられるのはどれか。</p> <p>(1) 睡眠時無呼吸症候群 (2) 低血糖症状 (3) もやもや病 (4) うつ病</p>	<p>(1) ○ (2) × (3) × (4) ×</p>
<p>103AM-80 Aさん(42歳、男性、事務職)は、仕事中に居眠りをすることが多いと上司に注意されていた。Aさんの睡眠時間は7時間であり、寝つきはよいが、毎朝寝不足と頭痛を感じていた。最近、いびきがひどいと家族から指摘されて受診した。Aさんは、身長 165cm、体重 81kgである。最も考えられるのはどれか。</p> <p>(1) うつ病 depression (2) 低血糖症 hypoglycemia (3) もやもや病 moyamoya disease (4) ナルコレプシー narcolepsy (5) 睡眠時無呼吸症候群 sleep apnea syndrome</p>	<p>(1) × (2) × (3) × (4) × (5) ○</p>

14. 食事療法 (2) 糖尿病、脂質異常症、高血圧

1. 糖尿病

(1) 定義・分類

- ・糖尿病 (diabetes mellitus) とは、インスリン作用の不足による慢性高血糖を主徴とし、種々の特徴的な代謝異常を伴う疾患群である。
- ・1型糖尿病と2型糖尿病の比較

	1型糖尿病	2型糖尿病
年齢	若年 (25歳以下)	成人 (40歳以上)
発症	急激 (日~週)	緩徐 (年)
インスリン不足	絶対的不足	相対的不足
インスリン抵抗性	少ない	多い
ケトアシドーシス	起こしやすい	起こしにくい
肥満	少ない	多い
経口血糖降下薬	無効	有効
インスリン注射	必須	時に必須
遺伝傾向	約50%	90%以上
発症機構	自己免疫によるβ細胞破壊	インスリン分泌不全+インスリン抵抗性
特定のHLAとの関連	強い	少ない

(2) 診断 (「糖尿病の分類と診断基準に関する委員会報告」日本糖尿病学会 (2010))

- ・初回検査で、①早朝空腹時血糖値 ≥ 126 mg/dℓ、②75gOGTT2時間値 ≥ 200 mg/dℓ、③随時血糖値 ≥ 200 mg/dℓ、④HbA1c (国際基準値) $\geq 6.5\%$ (HbA1c (JDS値) $\geq 6.1\%$) のうちいずれかを認めた場合は「糖尿病型」と判定する。別の日に再検査を行い、再び「糖尿病型」が確認されれば糖尿病と診断する。

- ・75g 経口糖負荷試験 (OGTT, oral glucose tolerance test) の判定基準 (日本糖尿病学会 2010)

	正常域	糖尿病域
空腹時値	< 110 mg/dℓ	≥ 126 mg/dℓ
75gOGTT2時間値	< 140 mg/dℓ	≥ 200 mg/dℓ
75gOGTTの判定	両者をみたまものを正常型とする。	いずれかをみたまものを糖尿病型とする。
	正常型にも糖尿病型にも属さないものを境界型とする。	

(3) 治療方針

代謝異常の正常化	<ul style="list-style-type: none"> ・高血糖による自覚症状 (口渇、多飲、多尿、体重減少) をなくす。 ・ケトアシドーシス、糖尿病性昏睡などの急性合併症を予防する。
慢性合併症の予防	<ul style="list-style-type: none"> ・三大慢性合併症 (腎症、網膜症、神経症) の予防 ・動脈硬化症の予防
生活の質 (Quality of Life) の維持・向上	<ul style="list-style-type: none"> ・健常人と変わらない社会生活を維持し、寿命を全うする。

(4) 食事療法

1) 食事療法の原則

- ・成人では、適正な体重を維持し、小児では、健常児とかわらない成長と発育をするために必要な栄養を供給する。
- ・妊娠中、授乳中、あるいは消耗性疾患から回復に必要なエネルギーを供給する。
- ・エネルギー制限のため、健康に必要な栄養素の不足をすることがないように注意する。
- ・適正な体重とは、短期的にも長期的にも達成可能で維持可能な体重をいう。
- ・食事療法の優先順位は、①エネルギー>②栄養素配分>③食品選択 (glycemic index など) である。

2) 適正なエネルギー量の決め方

- ・軽労作（デスクワーク、主婦など）の場合 標準体重×25～30 kcal/kg/日
- ・普通の労作（立ち仕事が多い職業）の場合 標準体重×30～35 kcal/kg/日
- ・重い労作（力仕事の多い職業）の場合 標準体重×35～40 kcal/kg/日

3) 適正な栄養素の配分

糖質 (50～60%)	<ul style="list-style-type: none"> ・種類や形態よりも総量を厳格に管理することが重要である。 ・ショ糖の摂取が血糖値に悪影響を与える証拠はないが、ショ糖を多く含む食品は、総量の増加につながりやすいので注意を要する。
たんぱく質 (15～20%)	<ul style="list-style-type: none"> ・1.0～1.2g/kgを確保するようにする。 ・糖質と一緒に摂取することにより、インスリン分泌促進作用、血糖値上昇抑制作用がある。 ・肥満のためにエネルギー制限をしている場合は、体内タンパク質の異化が促進するので除脂肪体重を維持するためにタンパク質不足にならないように注意する。 ・過剰摂取は糖尿病性腎症の発症と進展に関与する。 ・動物性タンパク質に多く含まれるアミノ酸は腎機能に悪影響を及ぼす可能性がある。 ・糖尿病腎症ではタンパク質制限（0.8g/kg/日）を行う。 ・妊娠、授乳中のタンパク質必要量：妊娠中は+10g、授乳中+20g 付加する。
脂質 (25%以下)	<ul style="list-style-type: none"> ・飽和脂肪酸と多価不飽和脂肪酸をそれぞれ 10%以内に制限する。 ・n-3 系多価不飽和脂肪酸と一価不飽和脂肪酸は、脂質全体の脂質エネルギー比が 25%以内であれば制限しない。 ・動脈硬化性疾患予防ため、コレステロール摂取は 200 mg/日未満とする。
食塩	<ul style="list-style-type: none"> ・高血圧や腎症を合併している場合は、6g/日未満とする。 ・高血圧症の合併がない場合には、高血圧発症を予防するため、男性で 8g/日未満、女性で 7g/日未満とする。
食物繊維 (20～25g)	<ul style="list-style-type: none"> ・糖質の吸収速度を遅くし、脂質、コレステロールの吸収を抑制するので糖尿病の治療には有効。 ・食物繊維単独で血糖値を低下させるには 1 日 50g 以上が必要である。 ・野菜を 1 日 300g（健康日本 21 では 350g）摂取することを目標とする。

4) ビタミン・ミネラルのサプリメント

- ・適正なカロリーと栄養素の配分に従った食事であれば、ビタミン、ミネラルの補充は必要ない。
- ・厳重なカロリー制限、極端な菜食主義者、高齢者、妊婦、授乳中の婦人では補充が必要になる場合がある。

5) 糖尿病食事療法のための食品交換表

- ・1 単位=80kcal を含む食品重量を示している。

表 1	穀物、いも、炭水化物の多い野草と種実、豆（大豆は除く）
表 2	果物
表 3	魚介、大豆とその製品、卵、チーズ、肉
表 4	牛乳と乳製品（チーズを除く）
表 5	油脂、脂質の多い種実、多脂性食品
表 6	野菜（炭水化物が多い一部の野菜を除く）、海藻、きのこ、こんにゃく
調味料	みそ、みりん、砂糖など

- ・1 日 1,600kcal の場合の配分例

1,600÷80=20 単位

表 1	表 2	表 3	表 4	表 5	表 6	表 7
9 単位	1 単位	5 単位	1.5 単位	1.5 単位	1.2 単位	0.8 単位

2. 脂質異常症

(1) 脂質異常症の表現型分類 (WHO 分類)

	増加するリポタンパク質	コレステロール	トリグリセリド
I 型	キロミクロン	正常またはやや増加	増加
II a 型	LDL	増加	正常
II b 型	LDL+VLDL	増加	増加
III型	IDL	増加	増加
IV型	VLDL	正常またはやや低下	増加
V型	キロミクロン+VLDL	正常またはやや増加	増加

* 高中性脂肪血症では、HDL コレステロールは低下していることが多い。

(2) スクリーニングのための診断基準 (動脈硬化性疾患ガイドライン 2017 年版)

LDL コレステロール	140 mg/dℓ 以上	高 LDL コレステロール血症
	120～139 mg/dℓ	境界域高 LDL コレステロール血症
HDL コレステロール	40 mg/dℓ 未満	低 HDL コレステロール血症
トリグリセリド	150 mg/dℓ 以上	高トリグリセリド血症
Non-HDL コレステロール	170 mg/dℓ 以上	高 non-HDL コレステロール血症
	150～169 mg/dℓ	境界域 non-HDL コレステロール血症

(3) リスク区分別脂質管理目標

治療方針の原則	管理区分	脂質管理目標値 (mg/dℓ)			
		LDL-C	non HDL-C	TG	HDL-C
一次予防：まず生活習慣の改善を行った後、薬物治療の適応を考慮する	低リスク	<160	<190	<150	≥40
	中リスク	<140	<170		
	高リスク	<120	<150		
二次予防：生活習慣の改善とともに薬物療法を考慮する	冠動脈疾患の既往	<100 (<70) *	<130 (<100) *		

* 年齢、性別、喫煙、血圧、HDL-C、LDL-C、耐糖能異常、早発性冠動脈疾患の家族歴の状況を得点化し、予想される 10 年間の冠動脈疾患発症リスクを、低リスク (2%未満)、中リスク (2～9%未満)、高リスク (9%以上) の区分。

(4) 生活習慣の改善 (動脈硬化性疾患診療ガイドライン 2017 年版)

- ・ 禁煙し、受動喫煙を回避する。
- ・ 過食と身体活動不足に注意し、適正な体重を維持する。
- ・ 肉の脂身、動物脂、鶏卵、果糖を含む加工食品の大量摂取を控える。
- ・ 魚、緑黄色野菜を含めた野菜、海藻、大豆製品、未精製穀類の摂取量を増やす。
- ・ 糖質含有量の少ない果物を適度に摂取する。
- ・ アルコールの過剰摂取を控える。
- ・ 中等度以上の有酸素運動を、毎日合計 30 分以上を目標に実施する。

(5) 食事療法

1) 血清脂質に影響する栄養素

・脂肪酸

脂肪酸の種類	VLDL	LDL	HDL
飽和脂肪酸	→	↑↑	↑
一価不飽和脂肪酸	→	↓	↑
n-6系多価不飽和脂肪酸	→	↓↓	↑ (過剰になると↓)
n-3系多価不飽和脂肪酸	↓↓	↑	↑ (過剰になると↓)
トランス型不飽和脂肪酸	→	↑↑	→

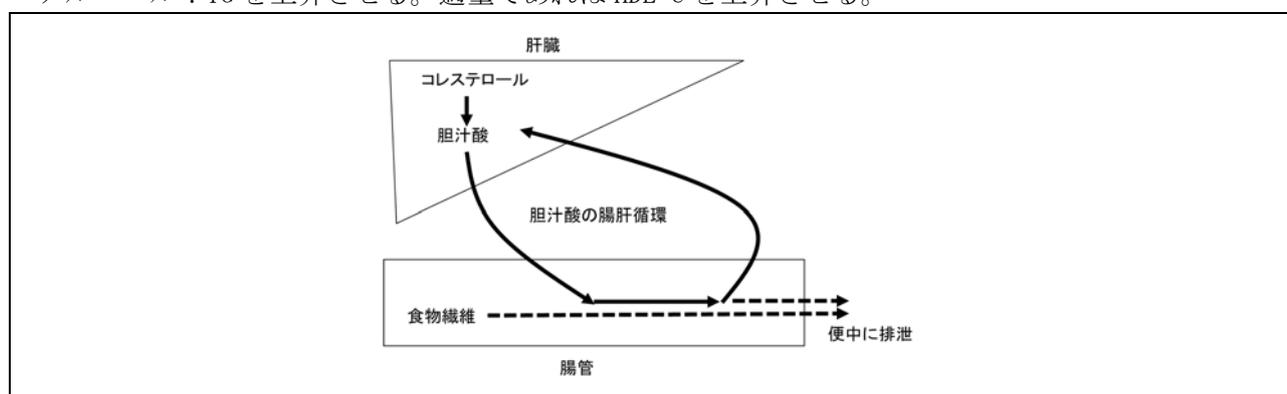
・過剰な糖質：TGを上昇させ、HDL-Cを低下させる。

過剰なショ糖・果物（フルクトース）は脂肪酸合成を促進する。

・大豆タンパク（レジスタント・タンパク質）：血清コレステロールを低下させる。

・水溶性食物繊維（ペクチン、グルコマンナンなど）：小腸での胆汁酸、コレステロールの吸収を抑制してコレステロールの異化を促進する。

・アルコール：TGを上昇させる。適量であればHDL-Cを上昇させる。



2) 動脈硬化性疾患予防のための食事（動脈硬化性疾患診療ガイドライン 2017年版）

- ・総エネルギー摂取量 (kcal/日) は、一般に標準体重 (kg、(身長 (m))²×22) ×身体活動量 (軽い労作で 25～30、普通の労作で 30～35、重い労作で 35～) とする。
- ・脂肪エネルギー比率を 20～25%、飽和脂肪酸を 4.5%以上 7%未満、コレステロール摂取量を 200 mg/日未満に抑える。
- ・n-3系多価不飽和脂肪酸の摂取を増やす。
- ・工業由来のトランス脂肪酸の摂取を控える。
- ・炭水化物エネルギー比率を 50～60%とし、食物繊維の摂取を増やす。
- ・食塩の摂取は 6g/日未満を目標にする。
- ・アルコールの摂取を 25g/日以下に抑える。

3. 高血圧症

(1) 定義

- ・恒常的な血圧上昇があり、脳、心臓、腎臓などに臓器障害を起こす疾患である。
- ・高血圧症の90%以上は、原因不明で本態性高血圧（essential hypertension）と呼ばれる。
- ・本態性高血圧症は、遺伝因子に環境因子（生活習慣）が加わって発症すると考えられている。

(2) 診断

1) 診断基準（高血圧治療ガイドライン 2014）

		収縮期血圧 (mmHg)		拡張期血圧 (mmHg)
正常域血圧	至適血圧	<120	かつ	<80
	正常血圧	120~129	かつ/または	80~84
	正常高値血圧	130~139	かつ/または	85~89
高血圧	I度高血圧	140~159	かつ/または	90~99
	II度高血圧	160~179	かつ/または	100~109
	III度高血圧	≥180	かつ/または	≥110
	(孤立性) 収縮期高血圧	≥140	かつ	<90

2) 高血圧患者の脳心血管リスク層別化（高血圧治療ガイドライン 2014）

	I度高血圧	II度高血圧	III度高血圧
危険因子なし	低リスク	中等リスク	高リスク
リスク第1層：予後影響因子がない	低リスク	中等リスク	高リスク
リスク第2層：糖尿病以外の1~2個の危険因子、3項目を満たすメタボリックシンドロームがある。	中等リスク	高リスク	高リスク
リスク第3層：糖尿病、慢性腎臓病、臓器障害/心血管病、4項目を満たすメタボリックシンドローム、3個以上の危険因子のいずれかがある。	高リスク	高リスク	高リスク

(3) 治療

1) 高血圧症初診時の治療計画（高血圧治療ガイドライン 2014）

正常高値	・生活習慣の修正を指導する。 ・糖尿病、慢性腎臓病があれば、降圧治療の適応になる。
低リスク群	・生活習慣の修正を指導する。 ・3ヵ月後でも140/90mmHg以上なら降圧薬を開始する。
中等リスク群	・生活習慣の修正を指導する。 ・1ヵ月後でも140/90mmHg以上なら降圧薬を開始する。
高リスク群	・生活習慣の修正を指導すると同時に、直ちに降圧薬を開始する。

2) 降圧目標（高血圧治療ガイドライン 2014）

	診察室血圧	家庭血圧
若年者・中年者・前期高齢者患者	140/90mmHg 未満	135/85mmHg 未満
後期高齢者患者	150/90mmHg 未満 忍容性があれば	145/85mmHg 未満 忍容性があれば
	140/90mmHg 未満	135/85mmHg 未満
糖尿病患者	130/80mmHg 未満	125/75mmHg 未満
慢性腎臓病患者（尿たんぱく陽性）	130/80mmHg 未満	125/75mmHg 未満（目安）
脳血管障害患者・冠動脈疾患患者	140/90mmHg 未満	135/85mmHg 未満（目安）

3) 生活習慣の修正 (高血圧治療ガイドライン 2014)

減塩	<ul style="list-style-type: none"> ・6g/day 未満とする。 ・急激な厳しい減塩 (3g/day 未満) は、循環血液量の減少、交感神経、レニン・アンギオテンシン系の亢進、血清脂質の上昇、インスリン抵抗性の悪化、心血管病の発症増加させる可能性がある。
野菜・果物の積極的摂取	<ul style="list-style-type: none"> ・DASH Diet (dietary approach to stop hypertension diet) ・減塩食と組み合わせると相加的な効果がある。 ・降圧利尿剤使用時の低K血症の予防にもなる。 ・腎不全患者では高K血症をきたす可能性があるので勧められない。 ・Kの目標量は、3,500 mg/日 ・食物繊維の目標量は、24g/日以上または 14g/1,000kcal
脂質	<ul style="list-style-type: none"> ・コレステロール、飽和脂肪酸の取りすぎを控える。 ・低脂肪食自体に降圧作用はないが、動脈硬化症の危険因子の重積を避けることになる。 ・魚 (魚油) の積極的摂取 (n-3 系多価不飽和脂肪酸の補充は血圧を下げる作用がある)
減量	<ul style="list-style-type: none"> ・BMI 25 未満
運動	<ul style="list-style-type: none"> ・心血管病のない高血圧患者が対象で、中等度の強度の有酸素運動を中心に定期的に (毎日 30 分以上を目標に) 行う。
節酒	<ul style="list-style-type: none"> ・エタノールで男性 20~30ml/day (日本酒約 1 合)、女性 10~20ml/day とする。 ・節酒効果は 1~2 週後に現れる。
禁煙	<ul style="list-style-type: none"> ・喫煙は、ニコチンによる交感神経刺激作用、末梢血管収縮作用により、一過性に血圧を上昇させる。 ・動脈硬化症の重要な危険因子なので禁煙することが望ましい。 ・受動喫煙の防止も含む。

4) 生活習慣改善の相加作用 (健康日本 21)

生活習慣の修正	収縮期血圧の低下効果
食塩摂取を 5.8g 減少	3mmHg
K の摂取を 585mg 増加	1mmHg
アルコール摂取を 30ml 減少	5mmHg
BMI を 1 低下	2mmHg
早歩き 1 日 30 分	5mmHg
複合的効果	16mmHg

確認問題

正しいものに○、誤っているものに×を付けなさい。
1. () 糖尿病の食事療法では、糖質エネルギー比を 50%以下にする。
2. () 高血圧を合併している糖尿病では、食塩を 9g/日以下とする。
3. () 糖尿病食事療法のための食品交換表では、80kcal を 1 単位としている。
4. () 糖尿病食事療法のための食品交換表では、野菜は表 2 に含まれる。
5. () n-6 系多価不飽和脂肪酸は、血中 LDL-コレステロール値を上昇させる。
6. () 食物繊維は、胆汁酸の便中排泄を抑制する。
7. () 脂質異常症では、トランス型脂肪酸の摂取を勧める。
8. () 高血圧症では、果物の摂取量を制限する。
9. () 高血圧では、食塩摂取量を 3g/日未満に制限する。
10. () 生活習慣の改善は、血圧降下に対して相乗的に作用する。

看護師国家試験過去問

<p>94PM-19 血糖の簡易迅速測定で誤っているのはどれか。</p> <p>(1) 血糖の自己測定検査に適している。 (2) 検体は静脈血または毛細管血を用いる。 (3) 検体量が少ないと血糖値は高くなる。 (4) 血液をしぼり出すと血糖値は低くなる。</p>	<p>(1) ○ 適している (2) ○ (3) × 低くなる。 (4) ○</p>
<p>103 (追) AM-2 平成 19 年(2007 年)の国民健康・栄養調査において糖尿病 diabetes mellitus が強く疑われる者の数に最も近いのはどれか。</p> <p>(1) 90 万人 (2) 190 万人 (3) 900 万人 (4) 1,900 万人</p>	<p>(1) × (2) × (3) ○ 平成 28 年調査、1,000 万人 (4) ×</p>
<p>98PM-52 1 型糖尿病で正しいのはどれか。</p> <p>(1) 経口血糖降下薬で治療する。 (2) やせ型よりも肥満型に多い。 (3) 2 型糖尿病よりも有病率が高い。 (4) 高度のインスリン分泌障害がある。</p>	<p>(1) × インスリンが不可欠 (2) × やせ型が多い (3) × 10~20% (4) ○</p>
<p>95PM-24 2 型糖尿病で正しいのはどれか。</p> <p>(1) インスリンの作用不足に基づく。 (2) 体重減少と血糖値改善は比例する。 (3) 若年者ではインスリン注射が不可欠である。 (4) ケトosisを生じることはない。</p>	<p>(1) ○ インスリン抵抗性 (2) × 比例するとは限らない (3) × 1 型が不可欠 (4) × 重症の場合、ケトosisを起こす</p>
<p>93PM-26 糖尿病で抑制されるのはどれか。</p> <p>(1) 末梢組織でのブドウ糖利用 (2) 尿中への水分喪失 (3) 肝臓でのグリコーゲン分解 (4) 脂肪組織での脂肪分解</p>	<p>(1) ○ (2) × 尿糖の浸透圧利尿により増加 (3) × 促進 (4) × 促進</p>
<p>100AM-50 成人期で、加齢に伴い糖尿病 diabetes mellitus を発症しやすくなる原因はどれか。</p> <p>(1) 腎機能の低下 (2) 免疫機能の低下 (3) 動脈硬化の悪化 (4) インスリン感受性の低下</p>	<p>(1) × (2) × (3) × (4) ○</p>
<p>101PM-14 糖尿病 diabetes mellitus の診断指標となるのはどれか。</p> <p>(1) 尿酸値 (2) HbA1c (3) 赤血球沈降速度 (4) プロトロンビン時間</p>	<p>(1) × (2) ○ 過去 1~2 か月の平均的血糖値を反映 6.5%以上が糖尿病型 (3) × (4) ×</p>
<p>105AM-15 糖尿病 diabetes mellitus の血糖コントロールの指標となる検査値はどれか。</p> <p>(1) 総ビリルビン (2) 総コレステロール (3) グリコヘモグロビン (4) クレアチニンクリアランス</p>	<p>(1) × 肝機能 (2) × 脂質代謝 (3) ○ 過去 1~2 か月の平均的血糖値を反映 (4) × 腎機能</p>

<p>103AM-14 2型糖尿病 type 2 diabetes mellitus の食事療法における1日のエネルギー摂取量の算出に必要なのはどれか。</p> <p>(1) 体温 (2) 腹囲 (3) 標準体重 (4) 体表面積</p>	<p>(1) × (2) × (3) ○ (4) ×</p>
<p>95AM-89 2型糖尿病患者への食事指導で正しいのはどれか。</p> <p>(1) 摂取カロリーは標準体重から算出する。 (2) インスリン治療中はカロリー制限をしない。 (3) 糖質による摂取カロリーは全体の30%以下にする。 (4) 肥満がある場合には1,200kcal/日以下とする。</p>	<p>(1) ○ (2) × 適正カロリーに制限 (3) × 50~60% (4) × 標準体重当たり25~30kcal</p>
<p>99PM-54 2型糖尿病の患者に食事療法について指導した。2か月後の外来受診日に食事療法の長期的な評価指標として最も適しているのはどれか。</p> <p>(1) 尿糖 (2) 体重 (3) HbA1c (4) 空腹時血糖</p>	<p>(1) × (2) × (3) ○ 過去1~2か月の平均的血糖値を反映 (4) ×</p>
<p>97AM-41 血清総コレステロール値が低下するのはどれか。</p> <p>(1) 閉経 (2) クッシング病 (3) 甲状腺機能亢進症 (4) ネフローゼ症候群</p>	<p>(1) × 上昇 (2) × 上昇 (3) ○ 低下 (4) × 上昇</p>
<p>102PM-28 低値によって脂質異常症 dyslipidemia と診断される検査項目はどれか。</p> <p>(1) トリグリセリド (2) 総コレステロール (3) 低比重リポ蛋白コレステロール (LDL-C) (4) 高比重リポ蛋白コレステロール (HDL-C)</p>	<p>(1) × (2) × (3) × 悪玉コレステロール (4) ○ 善玉コレステロール</p>
<p>95AM-90 53歳の男性。身長175cm、体重85kg。検査値は総コレステロール280mg/dℓ、トリグリセライド160mg/dℓ、空腹時血糖110mg/dℓであった。食事指導で正しいのはどれか。</p> <p>(1) 多価不飽和脂肪酸よりも飽和脂肪酸の摂取を多くする。 (2) 水溶性食物繊維よりも不溶性食物繊維の摂取を多くする。 (3) 糖質では単糖類の摂取を多くする。 (4) 抗酸化ビタミンを含む食品の摂取を多くする。</p>	<p>(1) × 多価不飽和脂肪酸を多くする (2) × 水溶性を多くする (3) × 多糖類を多くする (4) ○</p>

15. 食事療法 (3) 腎疾患、肝疾患、その他の疾患

1. 腎疾患

(1) 腎臓病の病態と症状

原因	病態	症状
糸球体基底膜の炎症	持続的透過性亢進	たんぱく尿、血尿
糸球体濾過機能の低下	Na, 水の排泄障害による体液増加	浮腫、高血圧
	老廃物（窒素代謝産物）の排泄低下	尿毒症
	K, P 排泄障害	高 K 血症、高 P 血症
尿細管機能の低下	尿濃縮能低下	等張尿
	酸の排泄低下	代謝性アシドーシス
内分泌機能異常	エリスロポイエチン分泌低下	貧血
	ビタミン D 活性化不足 (Ca 吸収低下) 二次性副甲状腺機能亢進症 骨から Ca と P 放出 (骨吸収亢進)	低 Ca 血症 骨粗鬆症、骨軟化症
	レニン分泌亢進	高血圧

(2) 慢性腎臓病 (CKD、chronic kidney disease)

1) CKD の定義 (CKD 診療ガイド 2012)

①尿異常、画像診断、血液、病理で腎障害の存在が明らか、特に 0.15g/g クレアチニン以上のたんぱく尿 (30mg/g クレアチニンのアルブミン尿) の存在が重要
②糸球体濾過値 (GFR) < 60 ml/分/1.73 m ²
①、②のいずれか、または両方が 3 ヶ月以上持続する。

2) CKD の重症度分類 (CKD 診療ガイド 2012、日本腎臓学会)

原疾患	蛋白尿区分		A1	A2	A3	
糖尿病	尿アルブミン定量 (mg/日)	尿アルブミン/Cr 比 (g/gCr)	正常	微量アルブミン尿	顕性アルブミン尿	
	30 未満		30~299	300 以上		
高血圧、腎炎 多発性嚢胞腎 移植腎 不明、その他	尿蛋白定量 (g/日)	尿蛋白/Cr 比 (g/gCr)	正常	軽度蛋白尿	高度蛋白尿	
	0.15 未満		0.15~0.49	0.50 以上		
GFR 区分 (mL/分 /1.73m ²)	G1	正常または高値	≥90	緑	黄	オレンジ
	G2	正常または軽度低下	60~89	緑	黄	オレンジ
	G3a	軽度~中等度低下	45~59	黄	オレンジ	赤
	G3b	中等度~高度低下	30~44	オレンジ	赤	赤
	G4	高度低下	15~29	赤	赤	赤
	G5	末期腎不全 (ESKD)	<15	赤	赤	赤

*心血管死発症のリスク：低 緑<黄<オレンジ<赤 高

3) CKD の意義

- ・CKD は、末期腎不全の危険因子である。
- ・CKD は、心血管疾患（冠動脈疾患、心筋梗塞、心不全、脳血管疾患など）の危険因子である。

(3) 食事療法の原則

低タンパク質食	<ul style="list-style-type: none"> 窒素代謝産物産生を抑制するため、低タンパク質食とする。 高タンパク質食は腎機能低下を助長する可能性がある。 糸球体の輸入動脈を拡張し、糸球体内圧が上昇する。 糸球体内圧の上昇は、糸球体を荒廃させ、濾過機能を障害する。 腎機能が低下した患者では、低タンパク質食にすることにより、糸球体内圧の上昇を抑制して、残存糸球体の機能低下を遅らせることができる。
高エネルギー食	<ul style="list-style-type: none"> たんぱく質の利用効率を上げて、異化を抑制するため（エネルギーによるたんぱく質節約効果）、高エネルギー食とする。 以前は 35kcal/kg/日 を推奨していたが、現在は日本人の食事摂取基準に準じる。
食塩制限	<ul style="list-style-type: none"> Na、水分の貯留を抑制するため、食塩摂取を制限する。 過剰な Na は体液量を増加させ、糸球体内圧を上昇させて腎機能低下を助長する。
水分制限	<ul style="list-style-type: none"> 浮腫を予防するため、水分摂取を制限する。 軽症の場合、Na 制限のみで水分制限はしない。 重症で浮腫が著しい場合：前日の尿量 + 500 ml に制限する。
K 制限	<ul style="list-style-type: none"> 高 K 血症（不整脈、心停止の危険）を予防するため、K 摂取を制限する。

(4) 慢性腎臓病に対する食事療法基準 2014 年版（日本腎臓学会）

ステージ (GFR)	エネルギー (kcal/kgBW/日)	たんぱく質 (g/kgBW/日)	食塩 (g/日)	カリウム (mg/日)
ステージ 1 (GFR ≥ 90)	25~35	過剰な摂取をしない	3 ≤ < 6	制限なし
ステージ 2 (GFR 60~89)		過剰な摂取をしない		制限なし
ステージ 3a (GFR 45~59)		0.8~1.0		制限なし
ステージ 3b (GFR 30~44)		0.6~0.8		≤ 1,500
ステージ 4 (GFR 15~29)		0.6~0.8		≤ 1,500
ステージ 5 (GFR < 15)		0.6~0.8		≤ 1,500
5D (透析療法中)	別表			

注) エネルギーや栄養素は、適正な量を設定するために、合併する疾患（糖尿病、肥満など）のガイドラインなどを参照して病態に応じて調整する。性別、年齢、身体活動度などにより異なる。

注) 体重は基本的に標準体重 (BMI = 22) を用いる。

(5) 透析患者の食事療法

1) 慢性腎臓病に対する食事療法基準 2014 年版 (日本腎臓学会)

	エネルギー (kcal/kgBW/日)	たんぱく質 (g/kgBM/日)	食塩 (g/日)	水分	カリウム (mg/日)	リン
血液透析 (週 3 回)	30~35 注1, 2)	0.9~1.2 注1)	<6 注3)	できるだけ 少なく	≤2000	≤たんぱく質 (g)×15
腹膜透析	30~35 注1, 2, 4)	0.9~1.2 注1)	PD 除水量 (L)×7.5 + 尿量 (L)×5	PD 除水量 + 尿量	制限なし 注5)	≤たんぱく質 (g)×15

- 注 1) 体重は基本的に標準体重 (BMI=22) を用いる。
- 注 2) 性別、年齢、合併症、身体活動度により異なる。
- 注 3) 尿量、身体活動度、体格、栄養状態、透析間体重増加を考慮して適宜調整する。
- 注 4) 腹膜吸収ブドウ糖からのエネルギー分を差し引く。
- 注 5) 高カリウム血症を認める場合には血液透析同様に制限する。

2) 腹膜からのブドウ糖の吸収

- ・腹膜からのブドウ糖吸収エネルギー量は、使用透析液濃度、総使用液量、貯留時間、腹膜機能などの影響を受ける。
- ・1.5%ブドウ糖濃度液 20、4 時間貯留では約 70 kcalが、2.5%ブドウ糖濃度液 20、4 時間貯留では約 120 kcalが、4.25%ブドウ糖濃度液 20、4 時間貯留では約 220 kcalが吸収される。

3) 腹膜透析患者のたんぱく質摂取量 (2009 年版日本透析医学会腹膜透析ガイドライン)

- ・わが国では栄養状態が良好に維持されている腹膜透析患者のたんぱく質摂取量は 0.9g/kg/日であること、1.2g/kg/日以上症例はほとんどいないこと、1.5g/kg/日以上たんぱく質摂取による栄養指標の改善は報告されておらず、むしろ高リン血症のリスクが問題となることを挙げ、たんぱく質摂取量は、適正なエネルギー摂取を前提とした場合、0.9~1.2g/kg/日を目標とすることを推奨している。

2. 肝疾患

(1) 肝硬変症の病態と症状

病態		症状
肝実質組織の炎症, 壊死, 線維化		肝の硬化, 縮小
タンパク質・脂質の 合成能低下	血清アルブミン合成の低下	浮腫, 腹水
	凝固因子合成の低下	プロトロンビン時間延長, 出血傾向
	血清コレステロール合成の低下	低コレステロール血症
門脈圧の上昇	側副血行路増加, 脾腫	食道静脈瘤, 腹壁静脈怒張, 脾腫, 痔疾, 汎血球減少症
代謝障害	ビリルビン代謝の低下	黄疸
	尿素合成の低下	高アンモニア血症, 肝性脳症
	高エストロゲン血症	クモ状血管種, 手掌紅斑, 女性化乳房
	高アルドステロン血症 Na, 水再吸収増加	浮腫・腹水
肝臓での芳香族アミノ酸取り込み低下と高インスリン血症による筋肉での分岐鎖アミノ酸取り込み増加 →血中フィッシャー比低下→脳内アミンの代謝異常		肝性脳症

(2) 非代償期肝硬変患者の代謝の特徴

- ・糖質の利用障害、脂質の利用増加が見られる。(マラスミック・クワシオルコル)
- ・肝臓のグリコーゲン貯蔵量が減少するために、空腹時に血糖値が低下する。
- ・糖新生により、空腹時の血糖値を維持するために、タンパク質の異化が亢進する。
- ・分岐鎖アミノ酸 (BCAA、branched chain amino acids、バリン、ロイシン、イソロイシン) が減少し、芳香族アミノ酸 (AAA、aromatic amino acids、チロシン、フェニルアラニン) が増加してフィッシャー比 (BCAA/AAA モル比) が低下する。

AAA は主に肝臓で代謝されるが、肝臓の代謝機能低下により、血中濃度が増加する。

BCAA は主に骨格筋で代謝されるが、エネルギー消費増大に伴う異化の亢進により、血中濃度が低下する。また、高インスリン血症により筋肉への取り込みが増加する。

- ・脳内のアミノ酸バランスの異常 (アミノ酸インバランス) は、脳内アミンの代謝障害を引き起こし肝性脳症の一因となる。

(3) 食事療法の原則

- ・摂取エネルギーは、25~30 kcal/kg (標準体重) /日とする。(「日本人の食事摂取基準」に準じる)
- ・脂質エネルギー比は、20~25%とする。
- ・タンパク質は、1.2~1.3g/kg (標準体重) /日とする。
- ・非代償期で、タンパク質不耐症 (高アンモニア血症) がある場合は、0.5~0.7g/kg (標準体重) /日とし、窒素源の不足は分岐鎖アミノ酸製剤 (BCAA) で補う。
- ・BCAA が代謝されるときのアミノ基転移反応により生成するグルタミン酸がグルタミンに変換されるときにアンモニアを取り込むので、高アンモニア血症が改善される。
- ・浮腫、腹水がある場合は、減塩食 (6g/日) とする。
- ・就寝前に、200kcal 程度の夜食 (Late evening snack, LES) をとる。
- ・食物繊維は、便秘を予防し、腸内細菌によるアンモニア発生を予防する。
- ・血清フェリチン値が基準値以上の場合、鉄を 7 mg/日以下に制限する。

- ・C型慢性肝炎では、肝臓組織に鉄が蓄積している。
- ・組織鉄の増加は、活性酸素を発生させ、肝細胞の壊死、線維化を促進する。
- ・組織鉄の上昇は、血清フェリチン値の上昇でモニターする。
- ・血清フェリチン値が基準値以上の場合、鉄制限食または瀉血を行う。

3. 高尿酸血症・痛風

(1) 定義

- ・痛風とは、核酸に含まれるプリン体の代謝異常による高尿酸血症を基礎病態とし、尿酸塩結晶に起因する急性関節周囲炎 (痛風発作) と腎障害 (痛風腎、尿酸結石) を主症状とする疾患である。
- ・高尿酸血症には、肥満、高脂血症、糖尿病、高血圧など生活習慣病が高率に合併する。
- ・男性の高尿酸血症の頻度は、約 25% である。30 歳台でもっとも多く、約 30% に達する。
- ・男性の痛風の頻度は、1~2% である。
- ・閉経前の女性では、痛風はまれである。(女性ホルモンは、尿酸排泄能を高める)
- ・死因は、以前は腎不全による尿毒症が多かったが、現在は、動脈硬化症の合併率高く、虚血性心疾患、脳血管障害による死亡が増加している。

(2) 分類

1) 血液中の尿酸が増加するメカニズムによる分類

- ・尿酸産生亢進型 (11%)
- ・尿酸排泄低下型 (56%)
- ・混合型 (29%)

2) 原因による分類

- ・ 一次性高尿酸血症：尿酸代謝の異常によるが、ほとんどは原因不明
- ・ 遺伝性高尿酸血症：Lesch-Nyhan 病（サルベージ経路の酵素欠損によるもので、伴性劣性遺伝（X 染色体）する）
- ・ 二次性高尿酸血症：腎不全（尿酸排泄の減少）、白血病（腫瘍細胞の崩壊による核酸分解の増加）

(3) 治療指針（日本痛風・核酸代謝学会、高尿酸血症・痛風の治療ガイドライン第2版、2010）

- ・ 血清尿酸値 7.0 mg/dl 以上で、痛風の症状があれば薬物療法を考慮する。
- ・ 血清尿酸値 8.0 mg/dl 未満であれば、生活指導のみで経過を見る。
- ・ 血清尿酸値 8.0 mg/dl 以上で、合併症があれば薬物療法を考慮する。
- ・ 血清尿酸値 9.0 mg/dl 未満で、合併症がなければ、生活指導のみで経過を見る。
- ・ 合併症がなくても、血清尿酸値 9.0 mg/dl 以上であれば薬物療法を考慮する。
- ・ 血清尿酸値の治療目標は、6.0 mg/dl 以下である。

(4) 食事療法

適正体重の維持	総エネルギーの適正化、バランスのよい食事
プリン体制限	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高プリン食品（100gあたりプリン体 200 mg以上含むもの）を避ける。 ・ プリン体の1日の摂取量は、<u>400 mg以下</u>とし、極端なプリン体制限はしない。
アルコール制限	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日本酒なら1合未満、ビールなら500 ml未満、ウイスキーならダブル60 ml未満 ・ 禁酒日を週に2日以上もうける。
ショ糖・果糖の過剰摂取の制限	<ul style="list-style-type: none"> ・ ショ糖・果糖の摂取量に比例して、血清尿酸値は上昇する。 ・ 果糖の過剰摂取は、尿路結石の形成を促進する。

(3) 尿路管理

- ・ 1日 2,000 mlの尿量を保つように指導し、就寝前の飲水も勧めて尿が濃縮するのを避ける。
- ・ 発汗時、運動時には飲水を促す。
- ・ 海藻、野菜など、尿のアルカリ化に効果がある食品（アルカリ性食品）を勧める。
- ・ 尿アルカリ化薬（重曹、クエン酸 K・クエン酸 Na 配合製剤）を必要に応じて使用する。

確認問題

正しいものに○、誤っているものに×を付けなさい。

1. () 腎疾患では、高タンパク質食にする。
2. () 腎疾患では、低エネルギー食にする。
3. () 腎疾患では、カリウム (K) 摂取を制限する。
4. () 腎疾患では、カルシウム (Ca) 摂取を制限する。
5. () 肝硬変症では、低エネルギー食とする。
6. () 肝硬変症では、分岐鎖アミノ酸 (BCAA) を投与する。
7. () 非代償期肝硬変症では、高タンパク質食とする。
8. () 肝硬変症では、夕食後は絶食とする。
9. () 蒸留酒の飲酒であれば、血中尿酸値を上昇させない。
10. () 高尿酸血症では、酸性食品の摂取を勧める。

看護師国家試験過去問

<p>98PM-54 腎臓疾患患者の食事療法で正しいのはどれか。</p> <p>(1) 浮腫、乏尿および高血圧がある場合は脂質を制限する。</p> <p>(2) 慢性腎不全の代償性多尿期ではナトリウム制限はない。</p> <p>(3) 血中の尿素窒素値が上昇している場合はカルシウムを制限する。</p> <p>(4) 急性腎不全の乏尿期の水分摂取量は前日の尿量+500ml 以内とする。</p>	<p>(1) × 塩分を制限する</p> <p>(2) × 水分の制限はない</p> <p>(3) × カリウムを制限する</p> <p>(4) ○</p>
<p>93AM-95 維持期の持続的携帯型腹膜透析 (CAPD) で正しいのはどれか。</p> <p>(1) 透析回数は週に 2、3 回である。</p> <p>(2) 血液透析よりも食事制限は少ない。</p> <p>(3) 心血管系への負担が血液透析より大きい。</p> <p>(4) 終了後はカテーテルを抜去する。</p>	<p>(1) × 毎日</p> <p>(2) ○ カリウム制限は行わない</p> <p>(3) × 小さい</p> <p>(4) × 腹腔内カテーテルを留置する</p>
<p>96AM-93 血液透析と比較した連続携行式腹膜灌流法 (CAPD) の特徴はどれか。</p> <p>(1) カリウム制限が厳しい。</p> <p>(2) シェント造設が必要ない。</p> <p>(3) 週あたりの透析回数が少ない。</p> <p>(4) 不均衡症候群が出現しやすい。</p>	<p>(1) × カリウム制限は行わない</p> <p>(2) ○ 腹腔内カテーテルを留置する</p> <p>(3) × 毎日</p> <p>(4) × 出現しにくい</p>
<p>97AM-106 連続携行式腹膜透析法 (CAPD) で最も適切なのはどれか。</p> <p>(1) 入浴はできない。</p> <p>(2) スポーツは制限なく行える。</p> <p>(3) 低エネルギー食にする必要がある。</p> <p>(4) バッグ交換は通気の良い場所で行う。</p>	<p>(1) × できる</p> <p>(2) × 一定の制限は必要</p> <p>(3) ○ 腹膜からの吸収は 100～200kcal 程度</p> <p>(4) × 清潔な場所</p>
<p>100AM-41 血液透析を受けている患者への食事指導で適切なのはどれか。</p> <p>(1) 乳製品の摂取を勧める。</p> <p>(2) レバーの摂取を勧める。</p> <p>(3) 穀物の摂取を制限する。</p> <p>(4) 生野菜の摂取を制限する。</p>	<p>(1) × タンパク質制限</p> <p>(2) × タンパク質制限</p> <p>(3) × タンパク質の利用効率向上</p> <p>(4) ○ カリウム制限</p>
<p>103AM-87 Aさん(43歳、女性)は、吐血のため救急搬送され、食道静脈瘤破裂 rupture of esophageal varices に対して緊急止血術が行われた。腹水は少量認められるが、経過は良好で近日中に退院を予定している。Aさんは5年前に肝硬変 cirrhosis と診断されている。Aさんへの食事指導で正しいのはどれか。2つ選べ。</p> <p>(1) 高蛋白食とする。</p> <p>(2) 塩分は制限しない。</p> <p>(3) 食物繊維を控える。</p> <p>(4) 固い食品を控える。</p> <p>(5) 辛い香辛料を控える。</p>	<p>(1) × 非代償期肝硬変症は、タンパク質制限</p> <p>(2) × 腹水に対して塩分制限</p> <p>(3) × 便秘による高アンモニア血症の予防</p> <p>(4) ○ 食道静脈瘤の保護</p> <p>(5) ○ 食道粘膜の保護</p>

<p>102AM-50 肝硬変 cirrhosis で皮下出血、腹水貯留および手指の振戦がある患者に対する食事で適切なのはどれか。</p> <p>(1) 高蛋白食 (2) 高脂肪食 (3) 低残渣食 (4) 塩分制限食</p>	<p>(1) × 低タンパク食 (2) × 低脂肪食 (3) × 食物繊維による便秘予防 (4) ○ 腹水に対して塩分制限</p>
<p>94AM-89 肝性脳症の看護で誤っているのはどれか。</p> <p>(1) 高蛋白食にする。 (2) 粘膜保護薬を与薬する。 (3) 尿量の管理を行う。 (4) 便通を整える。</p>	<p>(1) × 低蛋白食にする。 (2) ○ 消化管出血の予防 (3) ○ 浮腫・腹水の管理 (4) ○ 腸内細菌におけるアンモニア発生の抑制</p>
<p>103AM-51 A さん(56 歳)は、膵癌 pancreatic cancer で幽門輪温存膵頭十二指腸切除術を受け、膵臓は約 1/3 になった。経過は良好である。A さんの消化吸收機能で正しいのはどれか。</p> <p>(1) 脂肪吸収が低下する。 (2) ビタミンの吸収障害が起こる。 (3) 蛋白質が小腸粘膜から漏出する。 (4) 炭水化物を消化する能力は低下しない。</p>	<p>(1) ○ 消化酵素の欠乏 (2) × ビタミンは消化を必要としない (3) × 小腸粘膜は正常 (4) × 消化酵素の欠乏</p>
<p>104AM-41 慢性膵炎 chronic pancreatitis の患者の食事療法で制限が必要なのはどれか。</p> <p>(1) 糖質 (2) 脂質 (3) 蛋白質 (4) 脂溶性ビタミン</p>	<p>(1) × 制限しない (2) ○ 膵液分泌刺激を抑制するため (3) × 制限しない (4) × 制限しない</p>
<p>93AM-41 食習慣と起こりやすい疾病との組合せで正しいのはどれか。</p> <p>(1) 脂質が多い - 痛風 (2) 糖質が多い - 胆石症 (3) 蛋白質が多い - 肝硬変 (4) 摂取エネルギー量が多い - 脂肪肝</p>	<p>(1) × プリン体が多い - 痛風 (2) × 脂質が多い - 胆石症 (3) × アルコールが多い - 肝硬変 (4) ○</p>
<p>94AM-90 痛風で正しいのはどれか。</p> <p>(1) 血清尿酸値が 3mg/dl 以上をいう。 (2) 疼痛部位は手関節が最も多い。 (3) 食事の摂取エネルギー制限を行う。 (4) 若年女性に多い。</p>	<p>(1) × 7mg/dl 以上 (2) × 足関節 (3) ○ 肥満は痛風の危険因子 (4) × 男性に多い</p>
<p>96AM-92 45 歳の男性。身長 165cm、体重 70kg。ビールを毎晩 20 程度飲んでいる。ある夜、左足の第一趾に激痛が起こり、赤く腫れていた。ビール以外に控える食品はどれか。</p> <p>(1) 緑茶 (2) レバー (3) バナナ (4) もずく</p>	<p>(1) × (2) ○ プリン体多く含む (3) × (4) ×</p>

<p>97AM-35 痛風で正しいのはどれか。</p> <p>(1) 中年女性に多い。</p> <p>(2) 痛風結節は痛みを伴う。</p> <p>(3) 発作は飲酒で誘発される。</p> <p>(4) 高カルシウム血症が要因である。</p>	<p>(1) × 中年男性</p> <p>(2) × 無痛 痛風発作（急性関節炎）は痛い</p> <p>(3) ○</p> <p>(4) × 高尿酸血症</p>
<p>98PM-53 55歳の男性。痛風で加療中である。仕事上の付き合いで飲酒を伴う外食の機会が多い。指導で適切なのはどれか。</p> <p>(1) アルコールの摂取制限をする。</p> <p>(2) 短時間の激しい運動を推奨する。</p> <p>(3) 尿量の目標は10/日以下とする。</p> <p>(4) 発作時は尿酸生成抑制薬の服用を促す。</p>	<p>(1) ○</p> <p>(2) × 有酸素運動を推奨</p> <p>(3) × 1.5l以上を確保</p> <p>(4) × 発作中に尿酸値を低下させると悪化することがある</p>
<p>104PM-53 Aさん（42歳、男性、会社員）は、1人で暮らしている。毎日、たばこを20本吸い、缶ビールを3本飲んでた。Aさんは週末にラグビーをした後、帰りに焼肉を食べるのを楽しみにしている。高尿酸血症 hyperuricemia で治療を受けることになり、尿酸排泄促進薬が処方された。缶ビールを1本に減らしたが、尿酸値が高い状態が続いている。身長172cm、体重67kg。その他の血液検査データに異常はない。Aさんへの生活指導で最も適切なのはどれか。</p> <p>(1) 禁煙</p> <p>(2) 体重の減量</p> <p>(3) 過度な運動の回避</p> <p>(4) 蛋白質摂取の禁止</p>	<p>(1) × 喫煙と尿酸値は関連しない</p> <p>(2) × 肥満ではない</p> <p>(3) ○ 過度な運動は発作を誘発</p> <p>(4) × タンパク質制限はしない</p>
<p>103（追加）PM-52 高尿酸血症 hyperuricemia で正しいのはどれか。</p> <p>(1) 尿はアルカリ性になる。</p> <p>(2) 初期症状は痛風結節である。</p> <p>(3) 尿酸はプリン体の代謝産物である。</p> <p>(4) リンの摂取を控えることで症状が軽減する。</p>	<p>(1) × 酸性</p> <p>(2) × 無症状</p> <p>(3) ○</p> <p>(4) × プリン体制限</p>