

食品機能学

「基礎栄養学を思い出す」

～③ 五大栄養素～

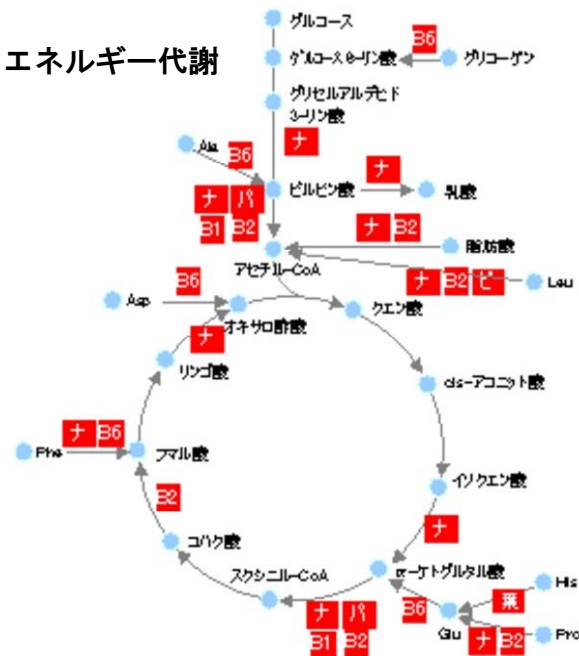
微量栄養素
ビタミン・ミネラル



城西国際大学美学部教授（博士）。研究領域は食品中の生体調節機能成分の健康維持・増進への応用。企業でスポーツ飲料を開発・商品化した経験も持つ。

名称	L-アスコルビン酸（VC）
活性体	_____
生理作用・特徴	<p>①コラーゲン（結合組織）の生成に関与 プロリン、リジンの水酸化反応</p> <p>②抗酸化作用（活性酸素の除去）</p> <p>③メラニン色素沈着抑制作用（美白？） ※ウロン酸回路により生合成される。 （ヒト、サル、モルモットは生合成できない）</p>
欠乏症	壊血病 注）血が壊れるわけではない 血管外に漏れる

B群ビタミンとエネルギー代謝



名称	チアミン（VB ₁ ）
活性体	TPP 〔チアミンピロリン酸 チアミンニリン酸〕
生理作用・特徴	<p>①糖質代謝（エネルギー産生）に関与 〔ピルビン酸 → アセチルCoA α-ケトグルタル酸の脱炭酸反応〕</p> <p>②神経機能維持</p>
欠乏症	末梢神経障害（脚気） 中枢神経障害 ※神経は多量の糖からのエネルギー供給を必要とする （ウェルニッケ・コルサコフ症候群）

名称	リボフラビン (VB ₂)
活性体	FMN FAD
生理作用・特徴	<p>①酸化還元反応に関与</p> $\text{BH} \xrightleftharpoons[\text{FAD}]{\text{FADH}_2} \text{B}$ <p>②脂肪酸からのエネルギー産生</p> <p>③脂質抗酸化作用 (グルタチオンレダクターゼ)</p>
欠乏症	舌炎、口唇炎、眼症状(眼精疲労、白内障)、脂漏性皮膚炎

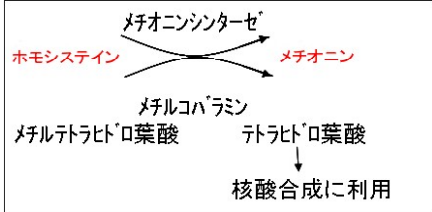
名称	ピリドキシン (VB ₆)
活性体	PAL-P、PLP (ピリドキサルリン酸)
生理作用・特徴	<p>①アミノ酸代謝(エネルギー産生)に関与</p> <p>〔アミノ酸のアミノ基転移反応 (AST,ALTの補酵素) アミノ酸の脱炭酸反応 等 (GABA生成)〕</p>
欠乏症	口唇炎、貧血

名称	ニコチン酸 ニコチン酸アミド <ナイアシン>
活性体	NAD ⁺ NADP ⁺
生理作用・特徴	<p>①酸化還元反応に関与</p> $\text{AH} \xrightleftharpoons[\text{NAD}^+]{\text{NADH}} \text{A}$ <p>※ヒト体内でアミノ酸であるトリプトファンからも一部 (1/60程度)生合成される ※アルコール代謝</p>
欠乏症	ペラグラ(皮膚炎、下痢、痴呆)

名称	パントテン酸
活性体	CoA コエンザイムA(補酵素A)の構成成分
生理作用・特徴	<p>①糖質、脂質、アミノ酸の代謝に関与</p> <p>アセチル基 } などの転移反応 アシル基 }</p>
欠乏症	代謝障害 生育障害

名称	ビオチン (VH)
活性体	_____
生理作用・特徴	①炭酸固定反応に関与 カルボキシラーゼ (-COOH) ピルビン酸→オキサロ酢酸 ※生卵白中のたんぱく質 アビジン と 強力に結合し 吸収が阻害され欠乏する。
欠乏症	皮膚炎

名称	葉酸 (プテロイルグルタミン酸)
活性体	テトラヒドロ葉酸
生理作用・特徴	①核酸塩基の生合成に関与 ホルミル基 ヒドロキシメチル基 } などの 一炭素転移(C₁単位の転移) 反応 ②ホモシステインの低下
欠乏症	貧血(巨赤芽球性貧血) 胎児神経管閉鎖障害

名称	コバラミン (VB₁₂) [シアノコバラミン、ヒドロキシコバラミン]
活性体	①メチルコバラミン ②(デオキシ)アデノシルコバラミン
生理作用・特徴	①メチル基転移反応に関与  <p>※VB₁₂や葉酸が欠乏すると核酸の生合成が抑制され、その結果影響を受けやすい赤芽球の分裂が抑制されるため貧血を起こす。</p> ②水素原子の分子内転移反応に関与 ※吸収において胃内の内因子が関与 ※細菌により生合成され、動物体内に蓄えられる(動植物は生合成できない)。
欠乏症	貧血(悪性貧血)、神経障害

●ビタミンの分類●

分類	名 称	働 き
脂溶性ビタミン	ビタミンA	[レチノール] 目、皮膚など、体のさまざまなところで働く。免疫力を高めるのにも必要。
	ビタミンD	[エルゴカルシフェロール (D ₂)、コレカルシフェロール (D ₃)] 健康な骨や歯を作る。カルシウムの吸収をよくする。骨粗しょう症の予防にも。
	ビタミンE	[トコフェロール] 抗酸化の働きで生活習慣病の予防などに役立つ。細胞の活性化にも役立つ。
	ビタミンK	[フィロキノン (K ₁)、メナキノン (K ₂)] 血液の凝固に必要なタンパク質生成に不可欠。骨のカルシウム代謝にも関係する。

名称	レチノール (VA) レチナール レチノイン酸 (VA酸)	
生合成	カロテノイド(プロVA) α-カロテン β-カロテン(作用最強) γ-カロテン クリプトキサンテン ↓ 動物体内 VA	※脂肪酸エステルとして動物肝に貯蔵 ※プロVAは必要に応じて体内でVAに変換されるため、多量摂取しても血中VAは増加することはない
生理作用	①視覚サイクルに関与 (VA) ②上皮細胞の機能維持など (VA酸)	<pre> graph TD VA -- 酸化 --> A[全トランスレチナール] A -- 異性化 --> B[11-シスレチナール] B -- "(活性体)" --> C["+オプシン"] C --> D[ロドプシン] D -- "(暗所での物の識別に関与)" --> E[転写調節] E --> F[タンパク質生成調節] VA -- 酸化 --> G[レチノイン酸] G --> H[核内レセプターを刺激] H --> E </pre>
欠乏症	<欠乏症> ・夜盲症 ・皮膚の乾燥硬化	
過剰症	<過剰症> ・催奇形性 ・脳脊髄圧上昇 ・頭蓋内圧亢進症 ・肝障害	

名称	カルシフェロール (VD)	
生合成	動物体内でプロVDへのUV照射により生成 <植物> ・エルゴステロール ↓ UV(290-310nm) エルゴカルシフェロール (VD ₂) <動物> ・7-デヒドロコレステロール ↓ UV(290-310nm) コレカルシフェロール (VD ₃)	
生理作用	①Ca及びPの吸収・代謝に関与	<pre> graph TD A[前駆体(プロビタミンD)] -- "↓ UV(290-310nm)" --> B[VD] B -- "肝 ↓ OH(25位)" --> C[腎 ↓ OH(1位)] C --> D[1α,25ジヒドロキシVD(活性体)] D -- "(カルシトリオール)" --> E[核内レセプターを刺激し転写促進] E --> F[Ca結合タンパク質の合成・分泌促進] F --> G[Ca、P吸収・代謝の促進] </pre>
欠乏症	<欠乏症> 骨軟化症(主に小児でおこりやすく、この場合、くる病と呼ぶ)	
過剰症	<過剰症> ・高Ca血症 ・異常石灰化(異所性石灰化)	

名称	トコフェロール (VE)
生合成	α-トコフェロール(作用最強)
生理作用	① 抗酸化作用 (ラジカル補足)を有し、 生体膜の変質を防ぐ * 同様の作用物質 SOD、グルタチオンペルオキシダーゼ ②抗動脈硬化作用(多量投与)
欠乏症	<欠乏症> ・ラットの不妊 ・末梢循環障害
過剰症	<過剰症> 知られていない

名称	フィロキノン (フィトナジオン)(VK ₁) メナキノン (メナテトレノン)(VK ₂)
生合成	・VK ₁ :植物の葉緑体で合成される ・VK ₂ :細菌により合成される
生理作用	① プロトロンビン(血液凝固因子)などの生合成に関与 ※プロトロンビン合成におけるグルタミン酸のγ-カルボキシル化(Gla化)反応の補酵素 <pre> graph TD A[前駆体] -- "↓ ビタミンK" --> B[トロンビン] B -- "↑ Ca2+" --> C[トロンボプラスチン] C -- "↑ Ca2+" --> D[フィブリン] D -- "(血液凝固)" --> E[フィブリン] F[フィブリノーゲン] --> E </pre> ② 骨形成に関与 (オステオカルシンの活性化の補酵素) ※ブロッコリー、納豆に多く含まれる
欠乏症	<欠乏症> ・血液凝固障害
過剰症	<過剰症> ・吐き気 ・呼吸困難 ・血圧低下 等

腸内細菌による ビタミンの生合成

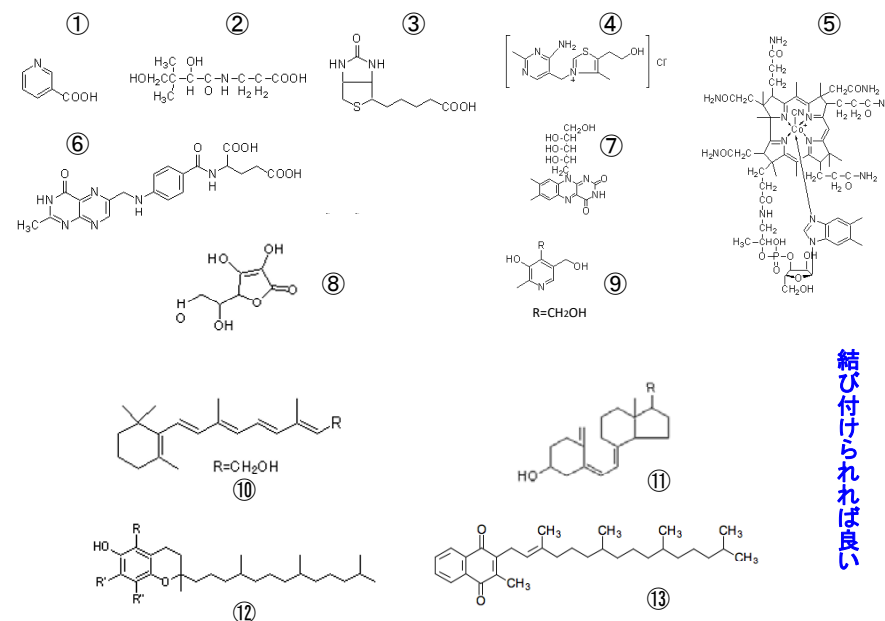
i) 腸内細菌が生合成できるビタミン…

パントテン酸、葉酸、ビオチン、VB₂、VB₆、VB₁₂、VK

ii) 腸内細菌が生合成できないビタミン・・・

VA、VB₁、VC、VD、VE、ナイアシン(ニコチン酸)

ビタミンの構造式 衛生化学詳解(上) p.353-400



結び付けられれば良い

ミネラル

無機物で生命維持に必須な元素

マクロミネラル: Na, K, Ca, P, Mg
Cl, S

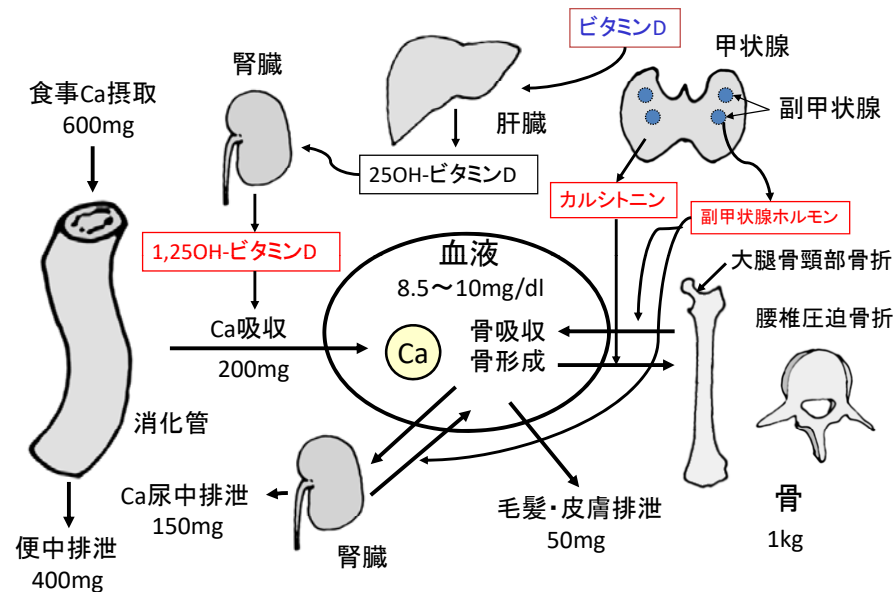
ミクロミネラル: Fe, Zn, Cu, Mn, Cr,
Se, Mo, I, Co, F

必要だが役割不明: Ni, V, Si, Sn

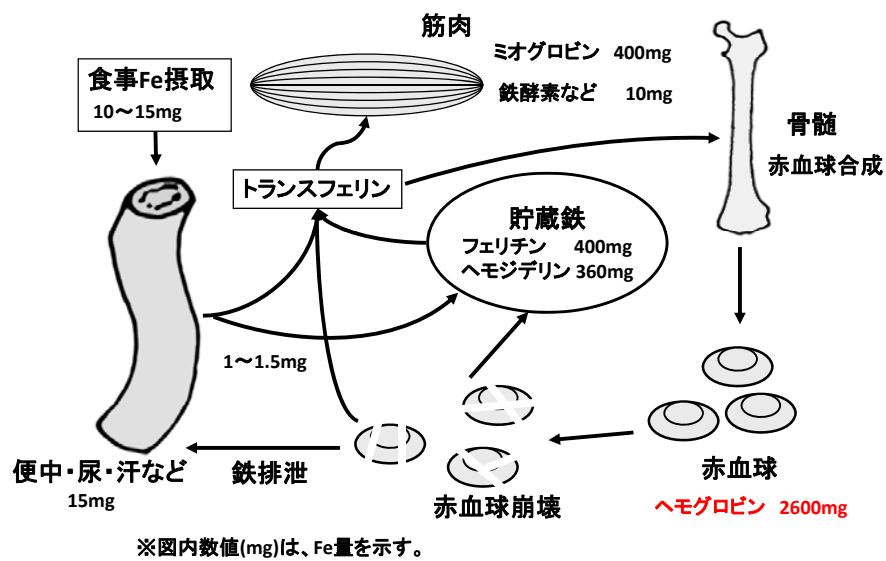
栄養機能表示が認められている ミネラル

Ca	:	骨粗鬆症
Mg	:	虚血性心疾患
Fe	:	鉄欠乏性貧血
Zn	:	味覚障害
Cu	:	貧血

カルシウムの吸収と代謝・排泄



鉄の吸収と代謝・排泄 (全身で3g)



貧血の分類

1.鉄欠乏性貧血 貧血全体の90%以上
体内の鉄が不足することによって、ヘモグロビンの産生が不十分になるために起こる貧血

2.再生不良性貧血
血液を造る骨髄の機能低下により、赤血球が十分に産生されなくなるために起こる貧血

3.悪性貧血
赤血球の材料であるビタミンB12や葉酸などが欠乏し、結果的に起こる貧血

4.溶血性貧血
何らかの原因によって産生された赤血球が通常の寿命(120日)よりも早く崩壊することにより起こる貧血

名称	Fe
特徴	<p>〔体内動態〕</p> <p>食物中のFe $\xrightarrow{\text{胃酸}}$ Fe^{2+}として十二指腸から吸収 \rightarrow Fe^{3+}</p> <p>※VCIにより吸収促進 (ヘム鉄>無機鉄)</p> <p>〔生理作用〕</p> <p>ヘムタンパク質の成分として酵素などのガス体の運搬、細胞内呼吸に関与</p> <p>ヘムタンパク質の成分</p> <ul style="list-style-type: none">ヘモグロビンミオグロビンカタラーゼペルオキシダーゼシトクロムオキシダーゼシトクロムP450 <p>〔体内総量〕 4g~5g (大部分はヘモグロビンとして存在)</p>
欠乏症	貧血
過剰症	ヘモクロマトーシス(血色素症)

名称	Zn
特徴	インスリン 炭酸脱水酵素 アルコール脱水素酵素 カルボキシペプチダーゼ DNAポリメラーゼ RNAポリメラーゼ スーパーオキシドジスムターゼ(SOD) メタロチオネイン遺伝子の発現調節に関与
欠乏症	発育不全、 味覚障害 、皮膚の異常、 創傷治癒遅延
過剰症	消化管疼痛

名称	Cu
特徴	ヘムの合成に関与 (無機鉄をヘム鉄にする際の触媒) セルロプラスミン、スーパーオキシドジスムターゼ(SOD)、チロシナーゼ等の成分
欠乏症	貧血
過剰症	肝、腎障害

名称	Co
特徴	ビタミンB₁₂ の成分 (腸内細菌によるVB ₁₂ 合成に必要)
欠乏症	悪性貧血
過剰症	

名称	I
特徴	甲状腺ホルモン(チロキシン及びトリヨードチロニン)の成分 70~80%は甲状腺に存在
欠乏症	甲状腺腫 (大人) クレチン病(小児)
過剰症	甲状腺腫

名称	Se
特徴	<p>グルタチオンペルオキシダーゼの成分として生体内過酸化物の分解に関与(H_2O_2の消去)、Hgの解毒に関与</p> <p>動物性食品ではセレノシステインとして、植物性食品ではセレノメチオニンとして存在</p>
欠乏症	心疾患（克山病）
過剰症	

名称	Mo
特徴	キサンチンオキシダーゼ(尿酸の産生)、硝酸還元酵素の成分
欠乏症	
過剰症	

名称	Cr
特徴	<p>3価・・・糖質、脂質、タンパク質の代謝に関与（耐糖因子）</p> <p>6価・・・毒性が強い</p>
欠乏症	インスリン不応性の耐糖能低下
過剰症	鼻中隔穿孔(6価)

名称	Mn
特徴	グリコシルトランスフェラーゼ、ピルビン酸カルボキシラーゼの成分
欠乏症	代謝異常
過剰症	中枢神経障害(パーキンソン病)、マンガン肺炎