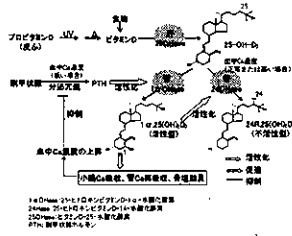
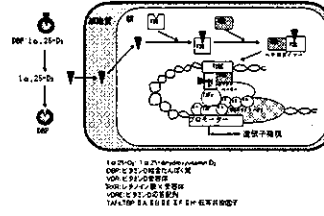


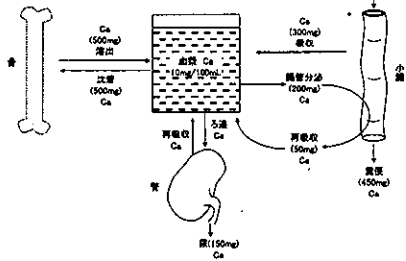
ビタミンD代謝と主な生理作用



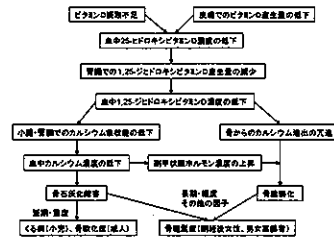
活性型ビタミンD(1α,25-D₃)による遺伝子発現調節機構



生体内でのカルシウム(Ca)の動き

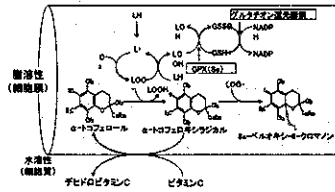


ビタミンD欠乏症の発症機構

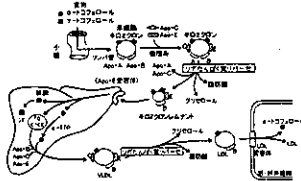


ビタミンE

α-トコフェロールによるラジカル捕獲作用

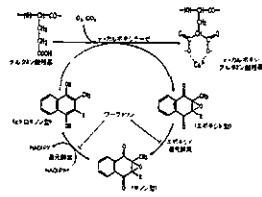


リポたんぱく質を介するトコフェロールの体内輸送

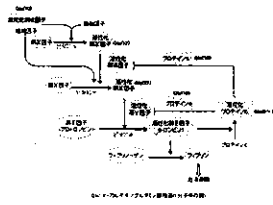


ビタミンK

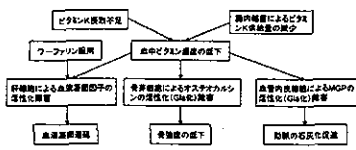
ビタミンKサイクルとグルタミン酸残基の
γ-カルボキシ化反応



血液凝固系におけるビタミンKの働き



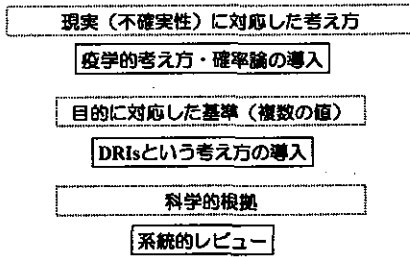
ビタミンK欠乏症の発症機序



日本人の食事摂取基準（2005年版）

総論

独立行政法人国立健康・栄養研究所
 栄養所長兼常任企画・運営担当リーダー
 佐々木 敏（ささき さとし）



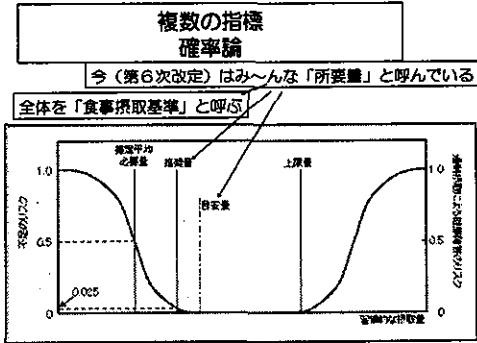
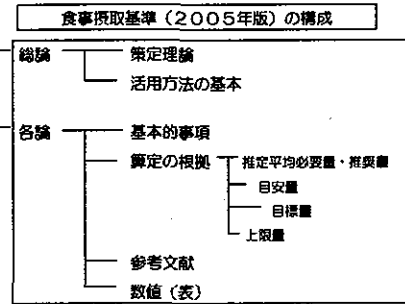
基本 ...方向性は第6次改定とほとんど変わらず。

国民の健康の維持・増進、生活習慣病の予防を目的として、エネルギー及び各栄養素の摂取量の基準を示すもの。

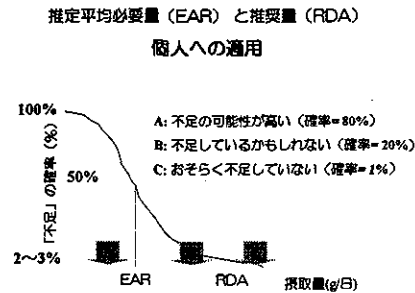
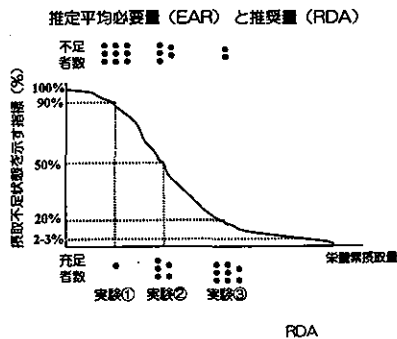
対象者：健康な個人または集団。何らかの軽度な疾患（例えば、高血圧、高脂血症、高血糖）を有していても自由な日常生活を営み、当該疾患に特有の食事指導、食事療法、食事制限が適用されたり、推奨されたりしていない者を含む。

摂取源：食事として経口摂取されるものに含まれるエネルギーと栄養素。

摂取期間：習慣的。



- 食事摂取基準（Dietary Reference Intakes）
- ①「複数の摂取基準の総称」である。
 - ・ EAR (estimated average requirement) 推定平均必要量
 - ・ RDA (recommended dietary allowance) 推奨量
 - ・ AI (adequate intake) 目安量
 - ・ DG (tentative dietary goal for preventing life-style related diseases) 目標量
 - ・ UL (tolerable upper intake level) 上限量
 - ②「確率的アプローチ」である。
 ... 個人によって異なる。測定困難である。



目安量 (AI)

「特定の集団におけるある一定の栄養状態を維持するのに十分な量」

AIは疫学的な観察研究によって決まる。

個人への適用

不足者がほとんどいないレベルだから
RDAよりも大きい値のはず

「不足」の確率 (%)

厳密にいえば...

A: 不足の可能性あり (確率= ?%)

B: 何もいえない (確率= ?%)

C: おそらく不足していない (確率= ?%)



目標量

DG (tentative dietary goal for preventing life-style related diseases)

生活習慣病予防のために当面の目標とすべき量

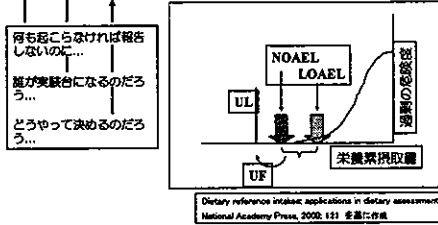
たんばく質	上限	血中尿酸値の上昇など。
脂肪酸	範囲	n-6、n-3脂肪酸が摂取可能な量～循環器疾患のリスクを上げさせない量。
飽和脂肪酸	範囲	循環器疾患のリスクを上げさせない範囲。
n-6系脂肪酸	上限	動脈硬化や炎症発症の可能性が低い量。
n-3系脂肪酸	下限	主として循環器疾患のリスクを上げさせない量。
コレステロール	上限	循環器疾患のリスクを上げさせない量。
炭水化物	範囲	総エネルギー (たんばく質+脂質)。
食物繊維	下限	目安量と摂取量中央値の中間値。
カルシウム	下限	目安量と摂取量中央値の中間値。
ナトリウム	上限	総外国の量と摂取量を参考に求めた。
カリウム	下限	高血圧予防のために望ましい量と摂取量の中間値。

UL (tolerable upper intake level)

健康障害非発現量 (NOAEL: no observed adverse effect level)

最低健康障害発現量 (LOAEL: lowest observed adverse effect level)

不確実因子 (UF: uncertainty factor) を加味して決定する。



ビタミンB-2の食事摂取基準

岐阜大学
 応用生物科学部
 食品生命科学課程
 食品科学コース
 (食品栄養学研究分野)
 早川 享志

成人・小児の推定平均必要量・推奨量

ビタミンB-2の推定平均必要量(EAR) = 0.50 mg/1000kcal
 ビタミンB-2の推奨量(RDA) = EAR × 1.2 = 0.60 mg/1000kcal
 1日当たりの推奨量
 = RDA × 対象年齢区分のエネルギー必要量

男性18~29歳(生活強度Ⅱ)の1日当たりの推奨量
 $0.60(\text{mg}/1000\text{kcal}) \times 2650(\text{kcal}/\text{日}) = 1.6(\text{mg}/\text{日})$

ビタミンB-6の食事摂取基準

岐阜大学
 応用生物科学部
 食品生命科学課程
 食品科学コース
 (食品栄養学研究分野)
 早川 享志

成人・小児の推定平均必要量・推奨量

血漿PLP濃度30(nmol/L)を維持するビタミンB-6摂取量
 0.014(mg/g たんぱく質)
 ↓ 混合食の生体利用率 75%
 ビタミンB-6の推定平均必要量(EAR) = 0.019(mg/g たんぱく質)
 ↓ × 1.2
 ビタミンB-6の推奨量(RDA) = 0.023(mg/g たんぱく質)
 一日当たりの推奨量
 = RDA × たんぱく質の食事摂取基準の推奨量

男性18~29歳の場合の1日当たりの推奨量
 $0.023(\text{mg}/\text{g たんぱく質}) \times 60(\text{g}/\text{日}) = 1.4(\text{mg}/\text{日})$

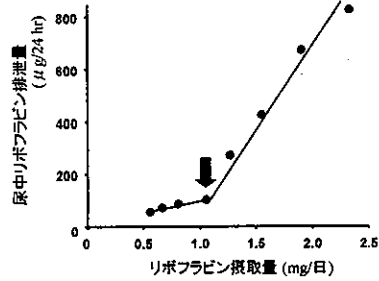
ビタミンB-2の機能と食事摂取基準

・水溶性ビタミン9種のうちのひとつ(ビタミンB群)
 ・酸化還元補酵素(FMNとFAD)
 ・エネルギー代謝に関わっている
 電子伝達系におけるATPの産生
 脂質代謝
 脂肪酸のβ-酸化系酵素の補酵素

ビタミンB-2の食事摂取基準は、摂取エネルギーあたりで定められている。

注: 乳児では母乳から得られるビタミンB-2量が目安となる。

リボフラビン摂取量とリボフラビン排泄量との関係



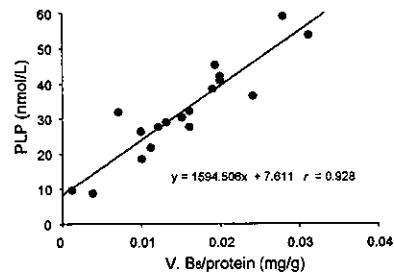
ビタミンB-6の機能と食事摂取基準

・水溶性ビタミン9種のうちのひとつ(ビタミンB群)
 ・各種の栄養素の代謝に関わる(補酵素: PLP)
 ・たんぱく質の代謝
 アミノ基転移反応, 脱炭酸反応
 ・炭水化物の代謝
 グリコーゲンホスホリラーゼ
 ・脂質
 Δ6-不飽和化反応(脂質の代謝)

ビタミンB-6の食事摂取基準は、摂取たんぱく質あたりで定められている。

注: 乳児では母乳から得られるビタミンB-6量が目安となる。

ビタミンB-6摂取量と血漿PLP濃度



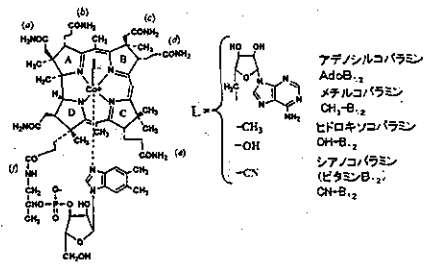
Institute of Medicine. Dietary reference intake: 7. Vitamin B-6. National Academy Press, p130-93 (1998)

ビタミンB₁₂ (シアノコバラミン)

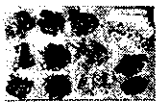


高知女子大学
生活科学部健康栄養学科
渡辺文雄

ビタミンB₁₂の構造



ビタミンB₁₂を豊富に含む食品

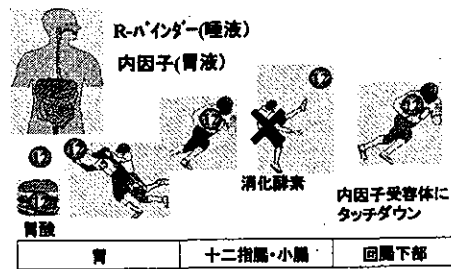


- 食品群
 獣鳥魚肉類(肉、レバーなど)
 魚介類(魚肉、貝など)
 藻類(ノリなど)
 卵類(鶏卵など)
 乳類(牛乳など)
 豆類(納豆)
 調理加工食品類(マヨネーズ)



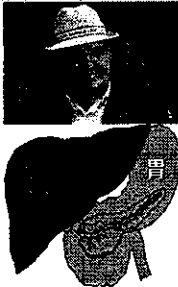
注 一般的に植物性食品には含まれていない。

ビタミンB₁₂の腸管吸収機構



トピックス

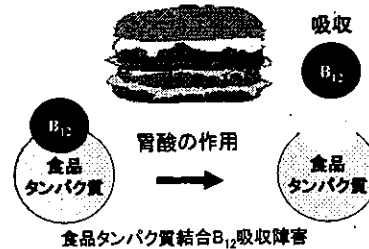
熟年(50歳)からのビタミンB₁₂吸収障害



胃の機能が低下
萎縮性胃炎

胃酸の分泌が減少

食品タンパク質からビタミンB₁₂の遊離



米国の調査

60歳以上の成人の10-15%がビタミンB₁₂欠乏症(顕著な欠乏症状を示さない場合もある)

- 75-90% 神経障害
- 33% 感覚障害
(知覚障害、しびれ、歩行困難)

熟年(50歳)からビタミンB₁₂吸収障害(食品タンパク質結合B₁₂吸収障害)の危険性が増加

体内貯蔵量	健康を維持できる最低の体内B ₁₂ 貯蔵量(300 μg)に到達する時間
1mg	2.0年
3mg	4.2年
9mg	6.2年

体内B₁₂貯蔵量がB₁₂欠乏症発症を遅らせる重要な因子

結晶のビタミンB₁₂

(食品タンパク質結合B₁₂吸収障害でも吸収することができる)

ビタミンB₁₂ 強化食品 ビタミン
サブプリメント



米国の食事摂取基準では50歳以上の成人1日の所要量2.4 μ g/日すべてをビタミンB₁₂強化食品あるいはビタミンB₁₂を含むビタミンサブプリメントで摂取することを推奨

厚生労働科学研究推進事業費：
研究事業による発表会
平成16年12月5日

ビタミン

- Health and Beauty -

兵庫県立大学環境人間学部
渡邊 敏明

栄養機能食品の栄養機能表示

- ・ビタミンA：
夜間の視力維持と
皮膚や粘膜の健康維持
- ・ビタミンB1：
炭水化物からのエネル
ギー産生と、
皮膚や粘膜の健康維持
- ・ビタミンB2：
皮膚や粘膜の健康維持
- ・ビタミンB6：
たんぱく質からエネルギ
ー産生
皮膚や粘膜の健康維持
- ・ナイアシン：
皮膚や粘膜の健康維持
- ・パントテン酸：
皮膚や粘膜の健康維持
- ・ビオチン：
皮膚や粘膜の健康維持
- ・ビタミンC：
皮膚や粘膜の健康維持
抗酸化作用をもつ
- ・ビタミンE：
抗酸化作用
細胞の健康維持

ビタミン欠乏と皮膚炎

- ・ビタミンA:皮膚乾燥症、毛包性皮膚炎
- ・ビタミンE:色素沈着(シミ)
- ・ビタミンB2:
皮膚炎(脂漏性)、口角炎、口唇炎
- ・ナイアシン:
ペラグラ(皮膚炎、下痢、痴呆)
露光部に色素沈着、落屑
- ・ビタミンB6:皮膚炎、口角炎、口唇炎
- ・ビオチン:
皮膚炎、脱毛、卵白障害、結膜炎
- ・ビタミンC:
皮膚乾燥症、創傷治癒の遅延

ビオチンとは

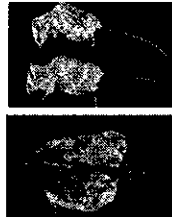
ビタミン
水溶性ビタミン
ビタミンH
卵黄に多量に存在
卵白障害
皮膚疾患の治療薬
第六次改定栄養所要量
食品添加物ではない
栄養機能食品

ロイヤルゼリー
レバー
卵黄
豆類
穀類
牛乳



ビオチン欠乏症状(動物)

- ・哺乳動物
成長抑制、紅斑、痲皮形成、
脱毛(眼瞼縁脱毛)、体毛
の脱色素(灰色化)、遊離
性歩行、カンガル一様姿勢、
精巢の変性、臓器の組織
学的変化
- ・鳥類
成長抑制、皮膚炎、腫麻痺
(飛鳥症)、羽の異常



ビオチン欠乏症状(ヒト)

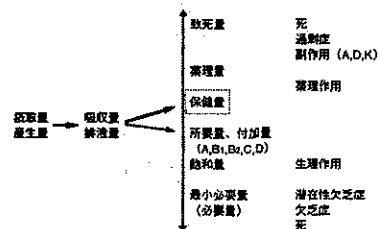
- ・皮疹、皮膚炎(口鼻腔、
陰部、臀部など)
- ・脱毛、褐色変色(頭髮、
陰毛など)
- ・眼瞼炎
- ・精神症状
(抑鬱、無気力、煩眠、妄
想、易怒)
- ・神経症状(知覚異常)



調製粉乳(粉ミルク)に含まれるビオチン量

標品(n)	標量 (μg/100g)	有効 (%)	ビオチン	
			調製粉乳 (μg/100kcal)	調製粉乳 (μg/100ml)
			1.5μg	
日本 一般調製粉乳(11)	5.08	67.7	1.04	0.64
乳児用(5)	4.48	71.9	0.87(0.46-1.13)	0.69
離乳用(5)	5.59	64.1	1.18(0.59-1.66)	0.77
米国 一般調製粉乳(2)	12.76	77.2	2.56	1.71
日本 特殊調製粉乳(2)	1.95	29.6	0.40(0.05-1.47)	0.27
米価 特殊調製粉乳(3)	9.18	71.2	1.82	1.21
日本 原料(12)	10.45	67.6	2.72	-

ビタミンレベルと生体影響との関連





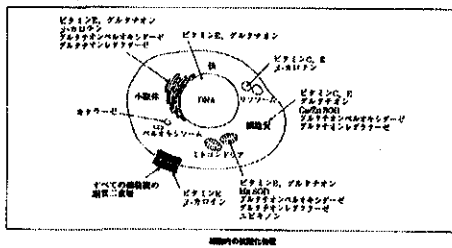
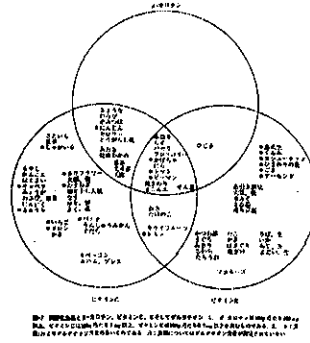
ビオチンの安全性

ビオチン過剰投与による副作用および有害作用は、健康者のデータはないが、認められていない。

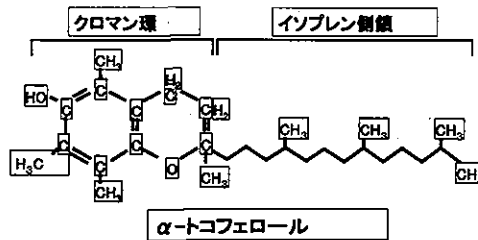
- 栄養所要量を下回っているヒトが多い。体内から速やかに排泄される。
- 安全性が高い水溶性ビタミンである。皮膚の健康などの関わるが検討されている。

Health and Beauty
 -ビタミンEに関する最近の話題-

山口県立大学健康福祉学研究科
 森口 寛

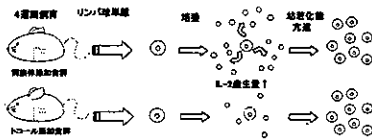


構造式



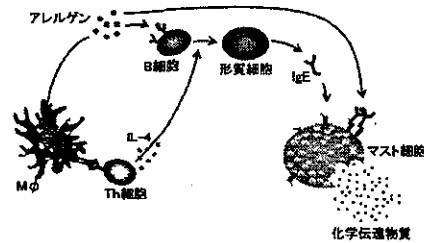
まとめ

- *In vivo*では同族体及びトコール添加食により脾臓リンパ球幼若化能が亢進した。そのメカニズムとしては、同族体ではIL-2産生量の増加、トコールではIL-2感受性の増大の関与が示唆される。



- *In vitro*では同族体及びトコールの種類や濃度により幼若化能に差が見られ、クロマン環のメチル基の数と関連性があることが示唆される。

食物アレルギーの発症機序



骨の栄養と骨粗鬆症

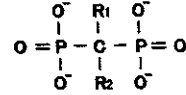
平成16年12月5日(日)

京都女子大学
家政学部 食物栄養学科
田中 清

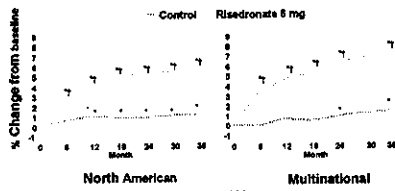
Bisphosphonate

最近世界的にBisphosphonate
に関して大規模臨床試験に基
づくエビデンスが得られている。

Bisphosphonateだけあれば十
分という極端な意見もあるが本
当だろうか？



Risedronate による腰椎BMD増加 (VERT Studies)



Harris ST et al. JAMA 282:1344-1351, 1999
Reginster J-Y et al. Osteoporosis Int 11:83-91, 2000

VERT Study

- 試験デザイン
Risedronate 2.5mg or 5mg または Placebo
全例に Ca 1,000mg 投与
全例血清 25(OH)D 濃度測定
25(OH)D < 16ng/mL (40nmol/L) の場合
ビタミンD投与(最大1日500 IU)

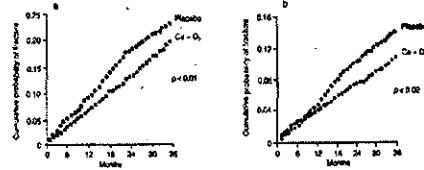
Reginster J-Y et al. Osteoporosis Int 11:83-91, 2000

Bisphosphonate 大規模臨床試験 vs. 日常臨床

- Alendronate、Risedronateなどの大規模臨床試験は、ビタミンD・カルシウム欠乏症を補正した上で行われている。
- 日常臨床ではBisphosphonate単独投与が少なくない
- ビタミン欠乏症があった場合でも臨床試験の場合ほど効くのか？

ビタミンD投与による骨折予防効果

大腿骨頸部骨折 全骨折



Meunier PJ. Osteoporosis Int 4:suppl 1: S71-76, 1994

骨粗鬆症の定義

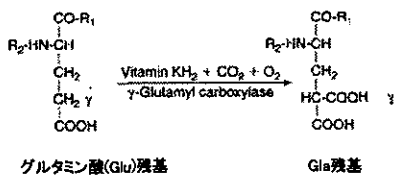
- Osteoporosis is defined as a skeletal disorder characterized by compromised bone strength predisposing a person to an increased risk of fracture. Bone strength primarily reflects the integration of bone density and bone quality.
- 骨粗鬆症は骨強度が低下して、骨折の危険が増した状態である。骨強度は骨密度と骨質によって主に規定される。

NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis.
JAMA 285:785-795, 2001

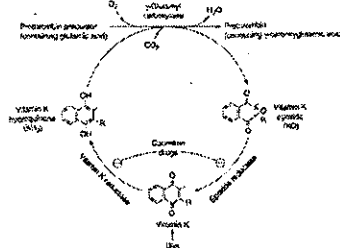
ビタミンKの発見

- 1929 脂肪を含まない食事でニワトリを飼育すると、皮下に出血が見られ、採血した血液が凝固しにくい。ビタミンA,D,E,C等を与えても回復しない。(ダム;デンマーク)
- 1935 新しい抗凝固因子の発見
ビタミンK
(K: Koagulation)

ビタミンKの作用機構



ビタミンKサイクル



各組織におけるK依存性蛋白

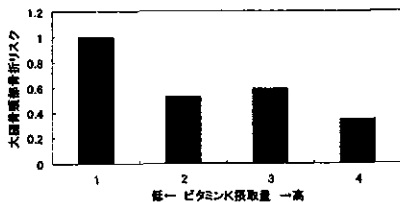
組織	K依存性蛋白
肝臓	凝固因子 (II, VII, IX, X)
骨	Osteocalcin (BGP) Matrix Gla Protein (MGP)
血管	MGP

各組織におけるK依存性蛋白とその欠乏症

組織	K依存性蛋白	各組織のK欠乏症
肝臓	凝固因子	血液凝固異常
骨	Osteocalcin MGP	骨形成異常
血管	MGP	血管石灰化 MGP欠損マウスは全身の動脈石灰化で死亡

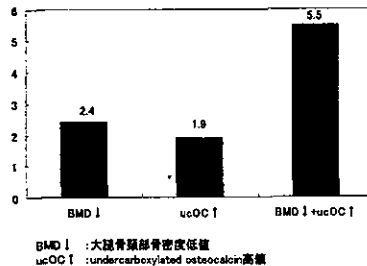
ビタミンK摂取量と大腿骨頸部骨折リスク

(Booth SL Am J Clin Nutr 71:1201-8, 2000)

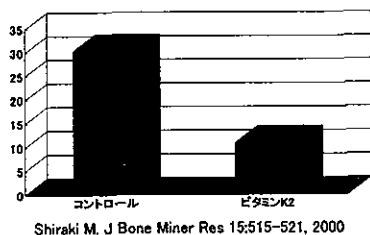


大腿骨頸部骨折のリスク

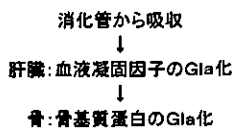
(J Clin Endocrinol Metab 82:719-724, 1997)



ビタミンK投与による椎体骨折抑制



ビタミンKの肝臓と骨における役割



First Pass Effect

血液凝固に対する作用は肝臓で発揮されるのに対し、肝臓を通過した薬剤のみが骨に働く。一肝臓では充足しても骨では不足がありうる。

Warfarin + 少量ビタミンK投与ラットの動脈壁

出血傾向は示さないが、
動脈は石灰化する。
このラットにとって、肝臓
ではビタミンKが充足し
ているが、血管では不
足している。



各組織におけるK欠乏症の指標

組織	K依存性蛋白	各組織のK欠乏症
肝臓	凝固因子	血液凝固異常 PIVKA
骨	Osteocalcin (BGP) MGP	undercarboxylated osteocalcin
血管	MGP	

ビタミンKの役割
肝臓: 血液凝固因子の活性化
肝臓以外:
骨 —— 骨形成の調節
血管 —— 石灰化の調節

ビタミンK欠乏症

(第六次改定 日本人の栄養所要量)

ビタミンK-基本的な考え方

ビタミンKは、プロトロンビンやその他の血液凝固因子を活性化することにより、血液の凝固を促進する。また、骨に存在するたんぱく質オステオカルシンを活性化し、骨の形成を促すことも知られている。しかし、ビタミンK欠乏症が明確に認められているのは、血液凝固に関してのみである。

骨粗鬆症治療薬の特徴

- ビスフォスフォネート
 - 骨吸収抑制
 - 骨密度増加、高代謝回転は正により骨折抑制
- ビタミンD-K
 - 骨密度はそれほど増加しないが骨折抑制
 - 骨質改善?
 - おそらく潜在性欠乏症は非常に多い

VI. 研究成果の刊行に関する一覧表

発表者氏名	論文タイトル	発表誌名	巻	頁	出版年
柴田克己	水溶性ビタミン	臨床栄養	105	856-860	2004
渡邊敏明, 谷口歩美, 福井徹, 太田万理, 福渡努, 米久保明得, 西牟田守, 柴田克己	日本人女性の母乳中ピオチン, パントテン酸およびナイアシンの含量	ビタミン	78	399-407	2004
柴田克己	水溶性ビタミン	静脈経腸栄養	19	29-33	2004
Fukuwatari T, Ohsaki S, Fukuoka S, Sasaki R, & Shibata K	Phthalate esters enhance quinolinic acid production by inhibiting α -amino- β -carboxymuconate- ϵ -semialdehyde decarboxylase (ACMSD), a key enzyme of the tryptophan pathway.	Toxicol. Sci.	81	302-308	2004
福渡努, 真藤こず恵, 太田万理, 佐々木隆造, 柴田克己	魚類における3-ヒドロキシアンスラニル酸オキシゲナーゼ/アミノカルボキシムコン酸セミアルデヒド脱炭酸酵素活性比からのトリプトファン-ニコチンアミド変換率の推定	ビタミン	78	409-411	2004
Fukuwatari T, Ohta M, Sugimoto E, Sasaki R, & Shibata K	Effects of dietary di(2-ethylhexyl)phthalate, a putative endocrine disrupter, on enzyme activities involved in the metabolism of tryptophan to niacin in rats.	Biochim. Biophys. Acta	1672	67-75	2004
Fukuwatari T, Honda N, Sasaki R, & Shibata K	Establishment of niacin-deficient mice.	J. Creative Approach for Health	3	19-25	2004
伊藤康宏, 米倉麗子, 斉藤邦明, 柴田克己, 内藤純子, 中上寧, 長村洋一	運動とトリプトファン代謝-血中動態からの推測-	健康創造研究会誌	3	13-18	2004
Takahashi Y, Tanaka A, Nakamura T, Fukuwatari T, Shibata K, Shimada N, Ebihara I, & Koide H	Nicotinamide suppresses hyperphosphatemia in hemodialysis patients.	Kidney International	65	1099-1104	2004

福渡努, 鈴浦千絵, 佐々木隆造, 柴田克己	代謝攪乱物質ビスフェノールAのトリプトファン-ニコチンアミド転換経路の攪乱部位	食品衛生学会誌	45	231-238	2004
Kimura N, Fukuwatari T, Sasaki R, & Shibata K	The necessity of niacin in rats fed on a high protein diet.	Biosci. Biotechnol. Biochem.	69	273-279	2005
Ihara H, Shino Y, & Hashizume N	Recommended dietary allowance for vitamin C in the United State is also applicable to a population of young Japanese women.	J. Clin. Lab. Anal.	18	305-308	2004
鈴木久美子, 佐々木晶子, 新澤佳世, 戸谷誠之	離乳前乳児の哺乳量に関する研究	栄養学雑誌	62	369-372	2004
Okubo H, & Sasaki S	Underreporting of energy intake among Japanese women aged 18-20 years and its association with reported nutrient and food group intakes.	Pub. Health Nutr.	7	911-917	2004
渡邊敏明	外挿法-エビデンスの乏しい性・年齢階級への対応-	臨床栄養	105	718-724	2004
渡邊敏明, 大口憲一, 榎原周平, 福井徹	ビオチン欠乏状態の指標としての尿中3-ヒドロキシイソ吉草酸の高速液体クロマトグラフィによる測定法の検討	生物試料分析	27	309-312	2004
奥田涼子, 谷口歩美, 榎原周平, 福井徹, 渡邊敏明	ATPを指標としたビオチンの微生物学的定量法の検討	Trace Nutrients Research	21	141-147	2004
渡邊敏明, 大串美沙, 福井徹	わが国の実年者におけるビオチンの体内動態についての検討	生物試料分析	27	403-408	2004
Watanabe T, Oguchi K, Ebara S, & Fukui T	Measurement of 3-hydroxyisovaleric acid in urine of biotin-deficient infants and mice by HPLC.	J. Nutr.	135	615-618	2005
Suhara Y, Kamao M, Tsugawa N, & Okano T	Method for the determination of vitamin K homologues in human plasma using high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry	Anal. Chem.	77	757-763	2005
Kamao M, Suhara Y, Tsugawa N, & Okano T	Determination of plasma vitamin K by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection using vitamin K analogs as internal standards.	J. Chromatogr. B	816	41-48	2005

Tsugawa N, Suhara Y, Kamao M, & Okano T	Method for the determination of 25-hydroxyvitamin D in human plasma using high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry	Anal. Chem.		In press	2005
Yamada H, Waki M, Yamada K, & Umegaki K	Lymphocyte and plasma vitamin C levels in type 2 diabetic patients with and without diabetes complications.	Diabetes Care	27	2491-2492	2004
兼安真弓, 吉 村寛幸, 森口 覚	オポアルブミン誘発食物アレルギー発症に対する高ビタミンE食投与の影響	ビタミンE 研究の進歩 XI, ビタミンE 研究会編		201-206	2004
Moriguchi S, Yamashita S, & Shimizu E	Nitrients to stimulate cellular immunity: Role in cancer prevention and therapy.	Functional & Nutraceuticals in Cancer Prevention. Ronals R. Watson		87-104	2004
森口覚, 兼安 真弓, 山崎あ かね	ビタミンと免疫	J・JSMUFF	No.6	331-335	2004
Kittaka-Katsura H, Ebara S, Watanabe F, & Nakano Y	Characterization of corrinoid compounds from a Japanese black tea (Batabata-cha) fermented by bacteria.	J. Agric. Food Chem.	52	909-911	2004
谷岡由梨, 宮 本恵美, 渡辺 文雄	Euglena gracilis Zの生育に伴うビタミンB ₁₂ 依存性メチオニン合成酵素活性の変動	高知女子大 学紀要	54	17-21	2005
Miyamoto E, Watanabe F, Yamaguchi Y, Takenaka H, & Nakano Y	Purification and characterization of methylmalonyl-CoA mutase from a photosynthetic coccolithophorid alga, <i>Pleurochrysis carterae</i> .	Comp. Biochem. Biophys.	138	163-167	2004
Watanabe F, Michihara T, Takenaka S, Kittaka-Katsura H, Enomoto T, Miyamoto E, & Adachi S	Purification and characterization of corrinoid compounds from a Japanese fish sauce.	J. Liq. Chromatogr. Related Technol.	27	2113-2119	2004
伊佐保香, 垣 内明子, 早川 享志, 佐々木 晶子, 新澤佳 代, 鈴木久美 子, 戸谷誠之, 柘植治人	日本人の母乳中ビタミンB ₆ 含量	ビタミン	78	437-440	2004

VII. 研究成果の刊行物・別刷



水溶性ビタミン

柴田克己 滋賀県立大学人間文化学部生活文化学科食生活専攻
Shibata Katsumi

Key word

水溶性ビタミン, B群ビタミン,
ビタミンC, 食事摂取基準, 策定基準

水溶性ビタミンとは

ある病気は食物中に含まれる微量の有機物の欠乏が原因であることが、19世紀末から20世紀初頭にかけて見出された。これらの有機物は、のちにビタミンと呼ばれるようになった。

ビタミンは大きく脂溶性ビタミンと水溶性ビタミンに分類されている。その名のとおり、脂溶性ビタミンは油脂に溶けやすく体内に蓄積されやすいため、昔から脂溶性ビタミン含量の高い食品(たとえば肝臓)摂取による健康障害が報告されている。一方、水溶性ビタミンは水に溶けやすく、水溶性ビタミン含量の高い食品を過剰摂取しても健康障害が現われることはなかった。しかしながら、近年ではサプリメントとして水溶性ビタミンが売り出されており、食事摂取基準で示されている量の十倍以上もの量を摂取することが可能となった。このために、水溶性ビタミンにおいても超過剰摂取による健康障害の危惧が出てきた。これが水溶性ビタミンにおいても上限量の策定が必要な理由である。

水溶性ビタミンには8種類のB群ビタミンと1種類のビタミンCがある(表1)。

われわれは、栄養素から、すべての生体成分を合成することができる代謝経路を有している。この複雑多岐にわたる代謝経路が混乱せずに、一定の調節のもとに適正に動いていることが健康の維

持ともいえる。これは、酵素と呼ばれる生体触媒のおかげである。すべてではないが、多くの酵素はたんぱく質からだけではなく、機能を果たす活性を中心に反応を円滑に進めるために、低分子物質を包含している。この低分子物質の多くは、水溶性ビタミンから体内で合成された補酵素というものである。つまり、水溶性ビタミンは、代謝に必要な補酵素のもととなる有機化合物であり、体内で合成できないものである。

水溶性ビタミンの摂取基準算定に関する基本的な考え方

■水溶性ビタミンの食事摂取基準の数値

表1に示した化学名相当量として、策定した。これは、同じビタミン活性を有する化合物が複数存在するためである。すべて、「五訂 日本食品標準成分表」の記載に合わせた。

■乳児(0~5カ月)


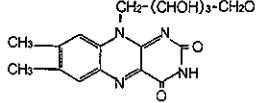
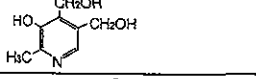
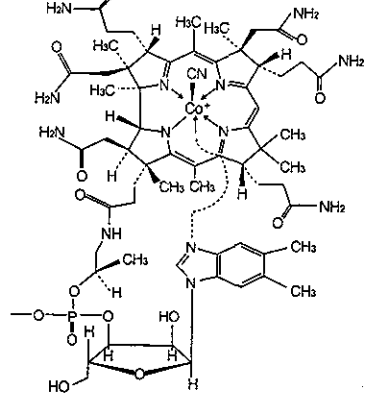
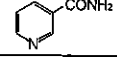
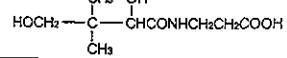
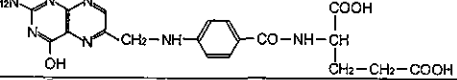
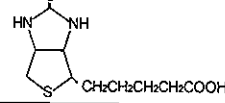
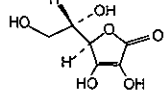
乳児を被験者として必要量を求める実験を行うことはできない。そこで、「乳児(0~5カ月)は、母乳を適当量摂取している限り、健常に発育する」という考え方で必要量を策定した。したがって、目安量という設定とした。目安量は母乳中のビタミン含量と哺乳量から策定した。男女で、哺乳量に差異があるというデータは見当たらないので、男女差は考慮しなかった。

■乳児(6~11カ月)

乳児(6~11カ月)は目安量設定とした。

1) ビタミンB₁, ビタミンB₂, ビタミンB₆, ビタ

表1 水溶性ビタミンの数値の策定に用いた化合物

水溶性ビタミン名	化学名	構造式	組成式(分子量)
ビタミンB ₁	チアミン塩酸塩		C ₁₂ H ₁₇ ClN ₄ OS·HCl (337.3)
ビタミンB ₂	リボフラビン		C ₁₇ H ₂₀ N ₄ O ₆ (376.4)
ビタミンB ₆	ピリドキシン		C ₈ H ₁₁ NO ₃ (169.2)
ビタミンB ₁₂	シアノコバラミン		C ₆₃ H ₈₈ CoN ₁₄ O ₁₄ P (1355.37)
ナイアシン	ニコチンアミド		C ₆ H ₆ N ₂ O ₂ (122.13)
パントテン酸	パントテン酸		C ₉ H ₁₂ NO ₅ (219.24)
葉酸	プテロイルモノグルタミン酸		C ₁₉ H ₁₉ N ₇ O ₆ (441.40)
ビオチン	D(+)-ビオチン		C ₁₀ H ₁₆ N ₂ O ₃ S (244.3)
ビタミンC	L-アスコルビン酸		C ₆ H ₈ O ₆ (176.12)

ミン B₁₂, ナイアシン, 葉酸, ビタミン C の数値

男女ごとに、乳児（0～5カ月）の目安量に体表面積比、{(6～11カ月の基準体重)/(0～5カ月の基準体重)}^{0.75} をかけた数値（0～5カ月の値から外挿した値という）と、18～29歳の推奨量（ビタミン B₁, ビタミン B₂, ナイアシンは生活活動強度ふつう（II）の推奨量を採用）に{(6～11カ月

の基準体重)/(18～29歳の基準体重)}^{0.75} × (1 + 成長因子) をかけた数値（成人の推奨量から外挿した値という）の二つの値の平均値をまず計算した。

つぎに、男女ごとに得られた数値の平均値を計算し、平滑化したものを乳児（6～11カ月）の目安量とした。成長因子には、WHO/UNA が採用し、アメリカ/カナダの食事摂取基準も踏襲してい

る値を年齢階級区分に合うように改変して採用した。つまり、6カ月から2歳=0.30, 3~14歳=0.15, 15~17歳の男子=0.15, 15~17歳の女子=0.00, とした。

2) パントテン酸とビオチンの数値

乳児(0~5カ月)の目安量に体表面積比, $\{(6\sim11\text{カ月の男女の基準体重の平均値}) / (0\sim5\text{カ月の男女の基準体重の平均値})\}^{0.75}$ をかけた数値から計算した。

■ビタミンB₁, ビタミンB₂, ビタミンB₆, ビタミンB₁₂, ナイアシン, 葉酸, ビタミンC

「1歳以上」は推定平均必要量を設定した。すなわち、欠乏症を予防するという観点から得られた科学的根拠のある年齢区分のデータをもとにして、データのない対象年齢区分の推定平均必要量を算出した。その算出方法は、それぞれのビタミンの代謝的特徴を考慮して決定した。

(1) ビタミンB₁, ビタミンB₂, ナイアシンは推定エネルギー必要量の比較から数値を策定した。

(2) ビタミンB₆は、たんぱく質の推奨量との比較から策定した。

(3) ビタミンB₁₂, 葉酸, ビタミンCは、体表面積値の比較を示す式, $\{(対象年齢区分の基準体重 / 18\sim29\text{歳の基準体重})^{0.75} \times (1 + \text{成長因子})\}$ から策定した。

これら三つのビタミンの必要量に男女差があるというデータは見当たらないので、男女差はつけず、男女ごとに計算した値の平均値を計算し、平滑化した。なお、15~17歳の年齢区分は、成人の値と比較して、計算上わずかに高くなるが、成人と同じ値とした。

■推奨量

必要量の個人間変動に関する変動係数を10%とみなし、推定平均必要量 $\times 1.2$ として推奨量を求めた。

■パントテン酸とビオチン

「1歳以上」も目安量として設定した。「1歳以

上」の推定平均必要量を設定できるに足る十分なデータがまだ得られないためである。通常の食生活をしている人では、欠乏症は認められていない。

パントテン酸の値は食事調査結果をもとにして策定した。ビオチンは報告のない年齢区分があるので、体表面積値の比較を示す式, $\{(対象年齢区分の基準体重 / 18\sim29\text{歳の基準体重})^{0.75} \times (1 + \text{成長因子})\}$ から策定した。ビオチンの必要量に男女差があるというデータは見当たらないので、男女差はつけず、男女ごとに計算した値の平均値を計算し、平滑化した。

■B群ビタミン

9種類の水溶性ビタミンのなかでビタミンCを除く8種類のB群ビタミンは、食品中ではほとんどが結合型ビタミン、すなわち、たんぱく質と結合した状態で存在している。また、植物性食品では、糖質などと結合した状態でも存在する。したがって、食品中のB群ビタミンは吸収される前に遊離型の状態にまで消化されるという過程が必要である。したがって、遊離型のビタミン(サプリメントもしくはビタミン剤)を摂取したときと結合型のビタミンがほとんどである食事由来のときとは、生体利用率が異なる。推定平均必要量を設定するための実験は、遊離型のB群ビタミンを負荷して求めたものと食事由来のビタミンだけから求めた実験が混在している。遊離型のビタミンを投与して求めた推定平均必要量には、この点を考慮して通常の食事をとっているときの推定平均必要量に換算する設定が必要である。今回の改定では、ビタミンB₆は75%、ビタミンB₁₂は50%、葉酸は50%という生体利用率を適用した。ビタミンB₁, ビタミンB₂, ナイアシンは生体利用率が明らかでないので適用しなかった。パントテン酸とビオチンは目安量として設定したので、生体利用率の考慮は対象外である。

■妊婦の付加量

一つの考え方は策定できなかったため、各ビ