

平成 15 年度厚生労働科学研究費（効果的医療技術の確立推進臨床研究事業）
日本人の水溶性ビタミン必要量に関する基礎的研究
主任研究者 柴田克己 滋賀県立大学 教授

・ 分担研究者・研究協力者の報告書

17．日本人の水溶性ビタミン必要量に関する基礎的研究
・第 5 回講演会・
食品中のビタミンはどれくらい吸収・利用されるの

主任研究者 柴田克己 滋賀県立大学 教授

平成 15 年度厚生労働科学研究費補助金
「日本人の水溶性ビタミン必要量に関する基礎的研究」第 5 回講演会

「食品中のビタミンはどれくらい吸収・利用されるのか」

日時：平成 16 年 2 月 21 日（土） 午後 1 時～5 時

会場：財団法人総合交流事業団 京都テルサ
（京都市南区東九条下殿町 70 番地）

開催責任者：柴田 克己（滋賀県立大学人間文化学部）連絡先：0749-28-8454

プログラム

13:00-13:05

1. ご挨拶 柴田 克己（滋賀県立大学人間文化学部教授）

13:05-14:05

2. 食品中のビタミンの形と吸収・利用率との関係・その 1（ビタミン B₁, B₂, B₆, ナイアシン, パントテン酸）
柴田 克己（滋賀県立大学人間文化学部教授）

14:05-14:10

休憩

14:10-15:10

3. 食品中のビタミンの形と吸収・利用率との関係・その 2（ビタミン B₁₂, 葉酸, ビオチン, ビタミン C）
渡邊 敏明（姫路工業大学環境人間学部教授）

15:10-15:25

休憩

15:25-16:55

4. パネルディスカッション 「食品中のビタミンはどれくらい吸収・
利用されるのか」

コーディネーター：

柴田 克己, 渡邊 敏明

パネリスト：

大阪府栄養士会

重岡 成（近畿大学教授）

京都府栄養士会

幣 憲一郎（京都大学附属病院病態栄養部室長）

滋賀県栄養士会

吉田 龍平（滋賀県立大学講師）

奈良県栄養士会

中川 昌代（奈良市立左京小学校栄養職員）

16:55-17:00

5. 閉会

入場無料

主催：平成 15 年度厚生労働科学研究費補助金「日本人の水溶性ビタミン必要
量に関する基礎的研究」班

共催：（社）滋賀県栄養士会, 滋賀県立大学人間文化学部生活文化学科食生活専攻

後援：（財）長寿科学振興財団,（社）大阪府栄養士会,（社）京都府栄養士会,（社）奈良県栄養士会

1. ご挨拶 柴田 克己（滋賀県立大学人間文化学部教授）

ビタミンは健康を維持・増進するために、毎日適正に摂取しなければならない。その主な作用は、補酵素作用、代謝調節作用、抗酸化作用、細胞間情報伝達作用である。したがって、日本人の適正ビタミン必要量を明らかにすれば、内因性疾患、すなわち代謝性疾患（生活習慣病）の罹患リスクを軽減することができる。ことにより、国民が、寿命が尽きるまで、健康に生きることが可能となることが期待される。

「ビタミンはどれだけ摂ればよいか？」この間に関する研究は精力的に行われている。我々は、何を食べたのかは視覚的に知ることができるが、ビタミンをどれくらい摂ったかを知ることにはできない。知るためには、「食品成分表」というものを利用しなければならない。正確に言えば、「五訂 日本食品標準成分表」である。これは、科学技術庁資源調査会の報告書である。あくまでも、「栄養資源」としての報告書であり、公衆栄養学的な見地からの報告書ではない。この本に記載されているビタミン量は、生体が利用できる量ではない。たとえば、ビタミンB₁量ならば、食品により異なる形態で存在しているビタミンB₁を、食品の特殊性を考慮せずに、共通の操作方法により、抽出・定量した時の化学的な値である。あえて例えれば、原油の埋蔵量のようなものである。したがって、公衆栄養学的にこの食品成分表を利用する場合には、「生体利用率」を加味した生物学的な値に変換する必要がある。

以下に使用した図を示した。

食品中のビタミンはどれくらい吸収・利用されるのか

ビタミンB₁
ビタミンB₂
ビタミンB₆
ナイアシン
パントテン酸

ビタミンB₁₂
葉酸
ビオチン
ビタミンC

平成16年2月21日(土)
京都テルサ

主催：「日本人の水溶性ビタミン必要量に関する基礎的研究」班
共催：滋賀県栄養士会
滋賀県立大学人間文化学部生活文化学科食生活専攻

後援：長寿振興財団 京都府栄養士会
大阪府栄養士会 奈良県栄養士会

「日本人の水溶性ビタミン必要量に関する基礎的研究」班

主任研究者 柴田克己（滋賀県立大学）
分担研究者 橋詰直孝（東邦大学）
戸谷誠之（昭和女子大学）
西牟田守（国立健康・栄養研）
渡辺敬明（姫路工業大学）

共同研究者 重岡成（近畿大学） はじめ多数の研究者

目的：食事摂取基準(DRI)の精度を高めること

平成13年度～15年：厚生労働科学研究費補助金
(効果的医療技術の確立推進臨床研究事業 生活習慣病分野)



栄養所要量の沿革（厚生労働省所管以来）

- 昭和45年5月（1970）
- 昭和50年3月（1975）：第一次改定
- 昭和54年9月（1979）：第二次改定
- 昭和59年8月（1984）：第三次改定
- 平成元年9月（1989）：第四次改定
- 平成6年3月（1994）：第五次改定
- 平成11年6月（1999）：第六次改定
- 平成16年（2004）：第七次改定（進行中）

最新の科学的知見、国際的動向への対応を図るとともに、人口構造の変化、生活環境の変化、食生活の変化、疾病構造の変化等に対応し得るよう、5年ごとに改定。

食事摂取基準の目的

- よりよい栄養状態を維持し、健康増進するための指標とする
- 慢性の非感染性疾患の危険因子を軽減するための指標（生活習慣病の一次予防）とする

食事摂取基準の用途

- 国および地域における栄養計画の策定
- 栄養指導
- 給食基準
- 食品の栄養表示基準

第七次改定 日本人の食事摂取基準 - 栄養所要量 -

策定委員会： 田中平三 江崎治 江指隆年 岡野登志夫
奥恒行 岸恭一 佐々木敏 柴田克己 高木洋治 田畑泉
福岡秀興 山本茂 吉池信男

<水溶性ビタミン>ワーキンググループ：
柴田克己 梅垣敏三 渡辺敏明 早川享志

生体利用率 生物有効性
食品中のビタミンはどれくらい吸収・利用されるのか



第七次改定 日本人の食事摂取基準 - 栄養所要量 -

生体利用率に関する箇所(案)

水溶性ビタミンは、ビタミンCを除く8種類のB群ビタミンは食品中では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、吸収される前に消化が必要である。この点を考慮して質の高いDRIを策定することが必要である。しかしながら、食品中のビタミンの生体利用率を網羅的に検討した報告はない。そこで、DRIには基本的に生体利用率は考慮しなかった。ただし、ビタミンB₆とビタミンB₁₂は各々、75%と50%という生体利用率が一般的に使用されているので、この二つの水溶性ビタミンに限って、暫定的にこれらの数値を使用してDRIを策定した。

2. 食品中のビタミンの形と吸収・利用率との関係・その1(ビタミン B₁, B₂, B₆, ナイアシン, パントテン酸) 柴田 克己 (滋賀県立大学人間文化学部教授)

それでは、ビタミンは、一般的に、食品中ではどのような形態で存在しているのでしょうか？そして、どのように消化され、どのようにして吸収されるのでしょうか？

図1に示したように、ビタミンは細胞中では、補酵素型でしかも酵素タンパク質の活性中心にくっついている。タンパク質と補酵素との結合は、一般的には胃内の酸性条件下で、タンパク質が変性することで遊離してくる。補酵素のままでは、吸収することはできないので、消化を受けて、遊離型のビタミンとなる。この消化過程は必ずしも、完全ではなく、摂取したビタミンの生体利用率は100%ではない。表1に、代表的な日本食中のビタミンの生体利用率を示した。

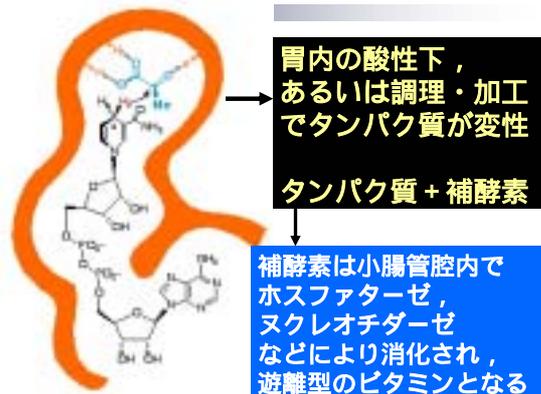


図1. ビタミンの消化過程の概略

生体利用率	
ビタミン名	生物有効性
ビタミンB ₁	66%
ビタミンB ₂	64%
ビタミンB ₆	75%
ナイアシン	70%
パントテン酸	70%

表1. 代表的な日本食のビタミンの生体利用率

ビタミン B₁

生食品中のビタミン B₁ のほとんどは補酵素型のチアミン二リン酸 (Thiamin diphosphate = TDP) として存在し、酵素タンパク質と結合した状態で存在している。酵素タンパク質に結合している TDP は、胃酸環境下で遊離する。遊離した TDP は、小腸粘膜に存在するホスファターゼによりリン酸がはずれ、チアミンとなる。遊離の形となったチアミンは空腸と回腸において能動輸送で吸収される

ビタミン B₂

生食品中のビタミン B₂ は、フラビンアデニンジヌクレオチド (FAD) あるいはフラビンモノヌクレオチド (FMN) として酵素タンパク質に結合しているが、胃酸環境下で遊離する。一部の FAD はピロリン酸結合が切れて FMN となるが、小腸粘膜の非特異的ピロホスファターゼやホスファターゼにより小腸腔内で FMN を経由し加水分解され、全て遊離のリボフラビンとなり吸収される。

ビタミン B₆

動物性食品中に含まれるビタミン B₆ の多くは、リン酸化体であるピリドキサルリン酸 (PLP) やピリドキサミンリン酸 (PMP) であり、酵素タンパク質と結合しているが、胃酸環境

下で遊離してくる。これらは、小腸粘膜のホスファターゼにより遊離のピリドキサル(PL)、ピリドキサミン(PM)となる。一方、植物に含まれるピリドキシン5'-グルコシド(PNG)は、消化管内で一部が加水分解を受け、ピリドキシン(PN)を遊離する。遊離されたB₆ピタマ-は小腸上部で受動拡散で吸収される。植物性食品のビタミンB₆の5~50%は生体で利用できないPNGとして存在している。PNGの生体利用率は、50%と見積もられている。

ナイアシン

ナイアシンは生食品内では主に補酵素型のNAD(P)として存在するが、食品として摂取するときにはNAD(P)が分解され、動物性食品ではニコチンアミド、植物性食品ではニコチン酸として存在する。たとえ、食品中にNAD(P)が残っていたとしても消化時にニコチンアミドにまで消化される。ニコチンアミド、ニコチン酸は小腸で受動拡散によって吸収される。遊離のニコチンアミド、ニコチン酸の生物有効性はほぼ100%である。穀物中のナイアシンの多くは難消化性の結合型ナイアシン(ナイアシチンという)として存在するが、日本人が一般的な食事をしていれば摂取ナイアシン当量に占める結合型ナイアシンの量は10%以下である。

パントテン酸

動物、植物性食品中のパントテン酸の存在形態は遊離型のパントテン酸より補酵素A(CoA)やホスホパンテテインのような補酵素型が多い。これらの補酵素型パントテン酸は小腸内の種々のホスファターゼによりパンテテインにまで消化される。パンテテインは小腸粘膜内でパンテテイナーゼにより加水分解を受けて、パントテン酸として能動輸送される。

以下に発表に使用した図を示した。

**食品中のビタミンはどれくらい
吸収・利用されるのか**

ビタミンB1
ビタミンB2
ビタミンB6
ナイアシン
パントテン酸

ビタミンB12
葉酸
ビオチン
ビタミンC

平成16年2月21日(土)
京都テルサ

主催:「日本人の水溶性ビタミン必要量に関する基礎的研究」班
共催:滋賀県栄養士会
滋賀県立大学人間化学部生活文化学科食生活専攻

後援:長寿振興財団 京都府栄養士会
大阪府栄養士会 奈良県栄養士会

「日本人の水溶性ビタミン必要量に関する基礎的研究」班

主任研究者 柴田克己(滋賀県立大学)
分担研究者 橋詰直孝(東邦大学)
戸谷誠之(昭和女子大学)
西牟田守(国立健康・栄養研)
渡辺敏明(姫路工業大学)

共同研究者 重岡成(近畿大学) はじめ多数の研究者

**目的:食事摂取基準(DRI)の精度
を高めること**

平成13年度~15年:厚生労働科学研究費補助金
(効果的医療技術の確立推進臨床研究事業 生活習慣病分野)



栄養所要量の沿革 (厚生労働省所管以来)

- 昭和45年5月(1970)
- 昭和50年3月(1975): 第一次改定
- 昭和54年9月(1979): 第二次改定
- 昭和59年8月(1984): 第三次改定
- 平成元年9月(1989): 第四次改定
- 平成6年3月(1994): 第五次改定
- 平成11年6月(1999): 第六次改定
- 平成16年(2004): 第七次改定(進行中)

最新の科学的知見、国際的動向への対応を図るとともに、人口構造の変化、生活環境の変化、食生活の変化、疾病構造の変化等に対応し得るよう、5年ごとに改定。

食事摂取基準の目的

- よりよい栄養状態を維持し、健康増進するための指標とする
- 慢性の非感染性疾患の危険因子を軽減するための指標（生活習慣病の一次予防）とする

第七次改定 日本人の食事摂取基準 - 栄養所要量 -

策定委員会： 田中平三 江崎治 江指隆年 岡野登志夫
奥恒行 岸恭一 佐々木敏 柴田克己 高木洋治 田畑泉
福岡秀興 山本茂 吉池信男

<水溶性ビタミン>ワーキンググループ：
柴田克己 梅垣敬三 渡辺敏明 早川享志

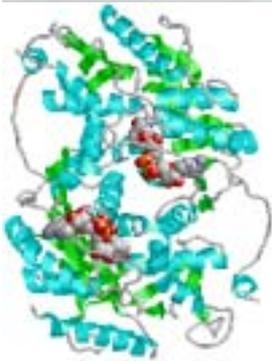
生体利用率 生物有効性
食品中のビタミンはどれくらい吸収・利用されるのか

食品中のビタミンの形と吸収・利用率との関係-その1

ビタミンB1
ビタミンB2
ビタミンB6
ナイアシン
パントテン酸

平成16年2月21日(土)
京都テルサ

滋賀県立大学・人間文化学部
生活文化学科・食生活専攻
柴田克己



乳酸脱水素酵素
の活性中心に
存在するNAD+

食事摂取基準の用途

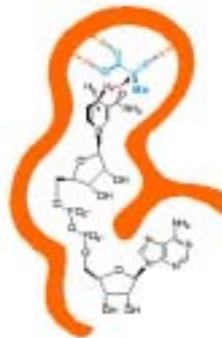
- 国および地域における栄養計画の策定
- 栄養指導
- 給食基準
- 食品の栄養表示基準

第七次改定 日本人の食事摂取基準 - 栄養所要量 -

生体利用率に関する箇所(案)

水溶性ビタミンは、ビタミンCを除く8種類のB群ビタミンは食品中では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、吸収される前に消化が必要である。この点を考慮して質の高いDRIを策定することが必要である。しかしながら、食品中のビタミンの生体利用率を網羅的に検討した報告はない。そこで、DRIには基本的に生体利用率は考慮しなかった。ただし、ビタミンB6とビタミンB12は各々、75%と50%という生体利用率が一般的に使用されているので、この二つの水溶性ビタミンに限って、暫定的にこれらの数値を使用してDRIを策定した。

1. 水溶性ビタミンの生細胞中の存在形態（タンパク質 - 補酵素）
2. 調理・加工による変化、胃酸による変化、（タンパク質 - 補酵素 タンパク質 + 補酵素）遊離した補酵素は小腸管腔内で消化され、遊離型のビタミンとなり、吸収・利用
3. 各ビタミンの消化・吸収機構の各論
4. 本年度の成果
どのようにして生物有効性を求めるか？
4-1. ビタミン要求微生物を利用
4-2. ビタミン欠乏動物を利用
4-3. ヒトを利用

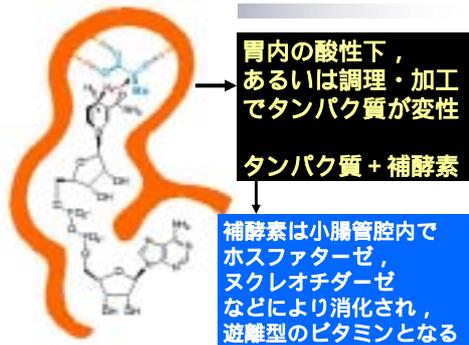


乳酸脱水素酵素
の活性中心に
存在するNAD+

B群ビタミンは
補酵素型となり
酵素タンパク質の
活性中心に存在

水溶性ビタミンの補酵素名

ビタミンの化学名	補酵素名
チアミン	TDP
リボフラビン	FAD
ピリドキサル	PLP
ニコチンアミド	NAD ⁺
パントテン酸	CoA P-PaSH



補酵素の構造

TDP：チアミン-リン酸-リン酸

PLP：ピリドキサル-リン酸

FAD：リボフラビン-ADP

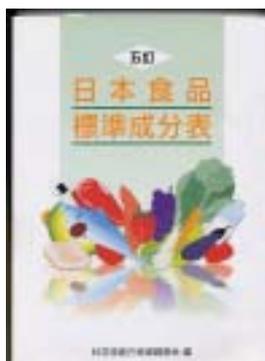
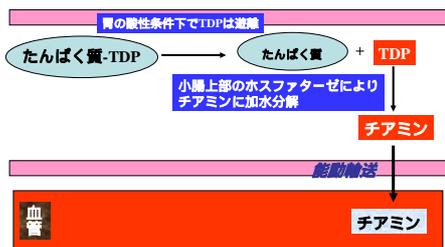
NAD：ニコチンアミド-リボース-ADP

CoA：パンテテイン-ADP-リン酸

パンテテイン：パントテン酸-システアミン

ADP：アデノシン-リン酸-リン酸

TDPの消化と吸収



水溶性ビタミンは補酵素型で酵素タンパク質の活性中心に存在

タンパク質と補酵素との結合は多くはイオン結合、疎水結合

各論

- ビタミンB₁ (チアミン)
Thiamin Diphosphate (TDP)
- ビタミンB₂ (リボフラビン)
Flavin Adenine Dinucleotide (FAD)
- ビタミンB₃ (ニコチンアミド)
Nicotinamide Adenine Dinucleotide (NAD)
- ビタミンB₅ (パントテン酸)
Coenzyme A (CoA) Pantetheine Adenine Dinucleotide Phosphate
Phospho-Pantetheine (P-PaSH)
- ビタミンB₆ (ピリドキサル)
Pyridoxal Phosphate (PLP)

チアミンの溶液はpH 2~4で安定。
10 mg/100 mlの水溶性を
100 で1時間処理：7%が分解、
110 で1時間処理：13%が分解、
120 で1時間処理：39%が分解。

アルカリ性(30 mg/100 g)では不安定で、
pH 9.0, 30 ,24時間放置：20%が分解
pH 11, 30 ,24時間放置：60%が分解。

ビタミンB₁の安定性

小腸灌流実験



日本食品標準成分表

食品を0.1 M HCl中で均一化
酸分解（沸騰水中で、15分間）
酵素とTDPの結合を切断
冷却後、4 M 酢酸NaでpH 4.5に調製。
タカジアスターゼB溶液を添加（37 ,16時間）
TDP チアミン
遊離のビタミンB₁が生成。
HPLC定量

pH 1~6では100~120 で1時間加熱しても安定。

光に対して不安定。200Wの電球を10cmの距離からリボフラビン溶液に照射すると、pH 3では120分間で82%が分解、pH 9.4では60分間で100%が分解。

ビタミンB2の安定性

日本食品標準成分表

食品を0.1 M HCl中で均一化

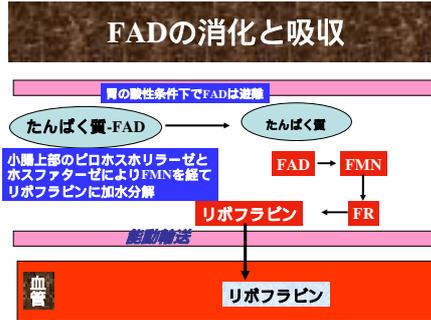
酸分解（沸騰水中で15分間）

酵素とFADの結合を切断

中和後、タカジアスターゼB溶液処理（37℃, 16時間）

FAD リボフラビン

遊離のリボフラビンが生成。HPLC定量。



ピリドキサルは、5 Nの塩酸、硫酸中で160 で1時間加熱しても安定

紫外線に対しては不安定であるが、pH 1以下では比較的安定。

ビタミンB6の安定性

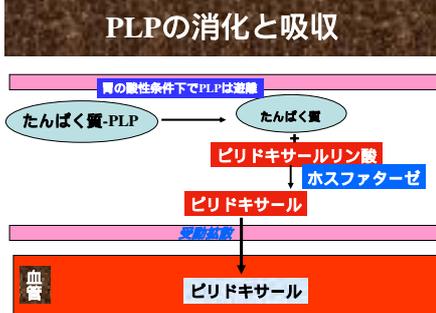
日本食品標準成分表

食品を0.055~0.88 M HCl中で均一化

オートクレーブ（3~4時間）

酵素とPLPとの結合の切断、B₆-P B₆

遊離のビタミンB₆が生成。中和後、微生物定量。



pH 4~5で最も安定。
20分間程度熱水浴中に放置しても分解しない。

パントテン酸の安定性

日本食品標準成分表

食品をTris-HCl (pH 8.3) 中で均一化

オートクレーブ（15分間）

酵素とP-PaSHとの結合を切断

アルカリホスファターゼ処理

CoA or CoA-X パンテテイン or パンテテイン-X

+ パンテテイナーゼ処理（37℃, 15時間）

パンテテイン or パンテテイン-X パントテン酸

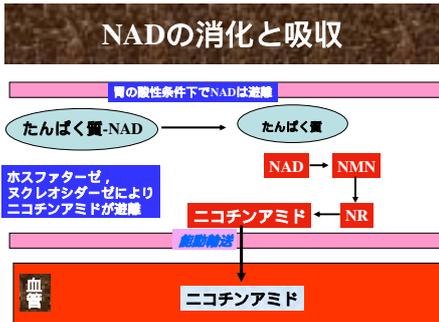
遊離のパントテン酸が生成
微生物定量



ニコチン酸・ニコチンアミドは通常の条件下では安定。

但し、ニコチンアミドは酸性条件下で熱をかけるとニコチン酸となる。

ナイアシンの安定性

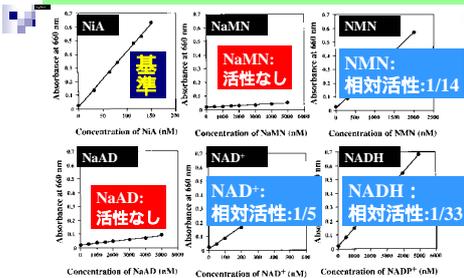


日本食品標準成分表

食品を0.5 M H₂SO₄中で均一化
オートクレーブ (30分間)
遊離のニコチン酸が生成。
中和後、微生物定量

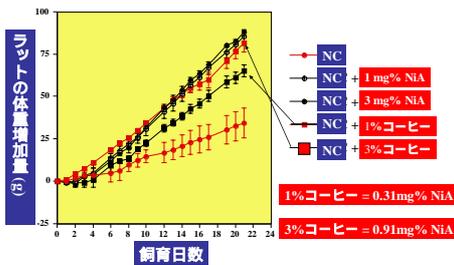
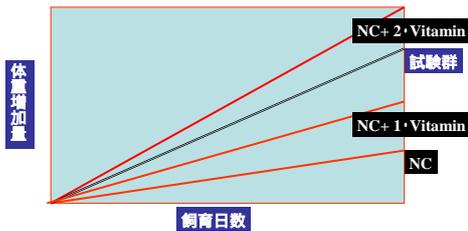
食品中のビタミンは遊離型の化学合成品（生物有効性は100%と考える）と比べて、生物有効性が低い。
では、どの程度の生物有効性？
どのような実験をすれば、精度高く生物有効性を推定？

ビタミンを要求する微生物の増殖を利用する方法

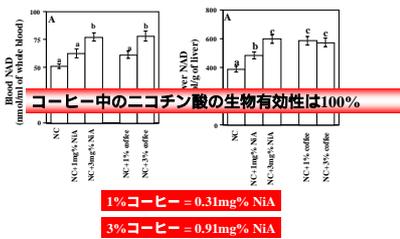


ナイアシン定量微生物の成育に対するナイアシン関連化合物活性の比較

目的のビタミン欠乏動物を作成し、生物有効性を調べたい食品あるいは調べたいビタミン誘導体を投与して、成長の促進効果などを調べる。

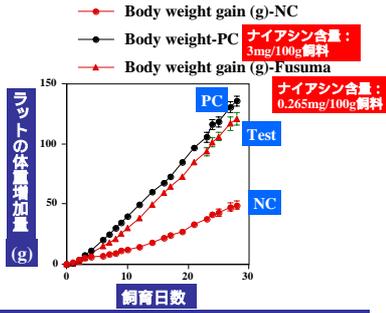


コーヒー中のナイアシンの生物有効性



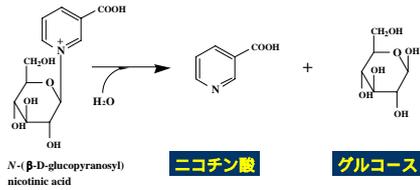
インスタントコーヒー粉を投与した時の血液・肝臓中のNAD含量の増加

小麦ふすま中には多糖と結合したナイアシチンという結合型ニコチン酸が存在する。
生物有効性は0といわれていた。
しかし、科学的な根拠は見あたらぬ。



小麦ふすま中のナイアシンの生物有効性

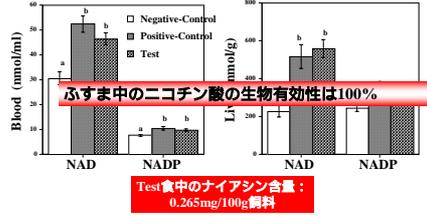
植物性食品中に存在



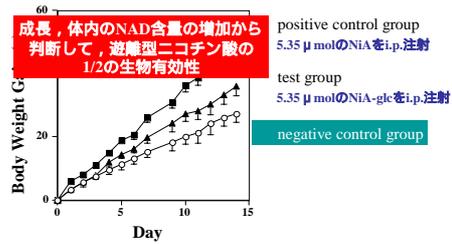
消化酵素によりこのような反応が起これば、利用される

ヒトを被検者とした場合には、どのような実験が可能か？

- 平成13年度～14年度の成果
食事摂取基準通りの栄養素を含む合成食を投与した時に、尿中に排泄される水溶性ビタミン量を、あらかじめ求めておく（対照値）
- 生物有効性を調べたい水溶性ビタミンを食事摂取基準通り含む食事を与え、尿中排泄量を求める（Data）
- 生物有効性(%) = (Data/対照値) × 100

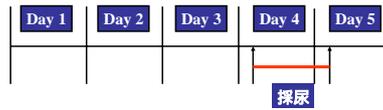


小麦ふすまを投与した時の血液・肝臓中のNAD含量の増加



植物性食品に含まれるニコチン酸グルコシドのナイアシンとしての生物有効性

実験計画

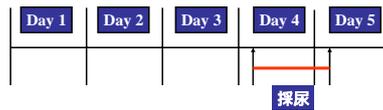


調査したい食事を4日間投与

水溶性ビタミンといえども、目的の食事でのビタミンの有効性を調べるためには、少なくとも、4日間は同じ食事を摂る必要がある。

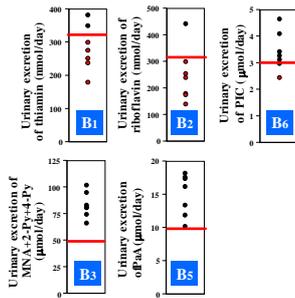


実験計画

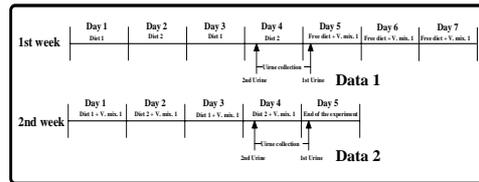


調査したい食事を4日間投与

水溶性ビタミンといえども、目的の食事でのビタミンの有効性を調べるためには、少なくとも、4日間は同じ食事を摂る必要がある。



栄養所更量通りのビタミンを含む食事を摂取させた時の尿中の水溶性ビタミン排泄量



生物有効性 (%) の計算方法

$$A = \frac{\text{Data 2の尿中B}_1\text{排泄量} - \text{Data 1の尿中B}_1\text{排泄量}}{\text{添加した合成B}_1\text{量}}$$

$$B = \frac{\text{Data 1の尿中B}_1\text{排泄量}}{\text{食事の中のB}_1\text{量}}$$

生物有効性(%) = (B/A) × 100

食品中のビタミンはどれくらい吸収・利用？

- 生物有効性 -
- 生体利用率 -

ビタミン名	生物有効性
ビタミンB1	66%
ビタミンB2	64%
ビタミンB6	75%
ナイアシン	70%
パントテン酸	70%

食品中のビタミンの生物有効性
(生体利用率あるいは消化・吸収)
に関する研究は、
今、はじまったばかりである。

3. 食品中のビタミンの形と吸収・利用率との関係-その2 (ビタミン B₁₂, 葉酸, ビオチン, ビタミン C) 渡邊 敏明 (姫路工業大学環境人間学部教授)

ビタミン B₁₂

ビタミン B₁₂ は動物性食品に含まれ、タンパク質と結合している。摂取後、胃酸や消化酵素の作用で遊離し、胃から分泌される内因子と結合して消化管から吸収される。高齢者などの胃酸分泌の低い者、消化管切除者では食品からの生体利用率が減少する。食事中のビタミン B₁₂ の吸収率は健康な人では約 50% と評価されている。

葉酸

食品に含まれる葉酸は、大部分が補酵素型のメチルポリグルタミン酸型の形態で存在している。葉酸の吸収率は存在形態によって異なっているが、食事での葉酸の吸収率は約 50% という報告もあるが、まだ科学的根拠は十分ではない。

ビオチン

食品中のビオチンはほとんどがタンパク質中のリジンと結合した形で存在する。腸内消化において、タンパク結合型ビオチンはまずタンパク質分解を受け、ビオチンやビオチニルペプチドとなり、これらが最終的に膵臓由来のビオチニダーゼによって加水分解され、ビオチンが遊離し、吸収される。

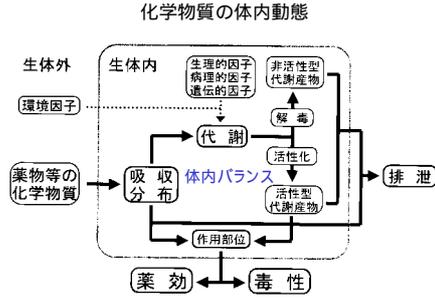
ビタミン C

ビタミン C は、消化管から吸収されて速やかに血中に送られる。食事から摂取したビタミン C もサプリメントから摂取したビタミン C も、その生体利用率に差異はなく、その吸収率は、30~180mg/日程度までは 70~90% と高く、摂取量が 1g/day 以上になると 50% 以下になる。酸化型のデヒドロアスコルビン酸も速やかに還元酵素によりアスコルビン酸に変換されるため生物学的な効力をもつ。

以下に発表に使用した図を示した。

平成15年度厚生労働科学研究補助金
「日本人の水溶性ビタミン必要量に関する基礎的研究」
第5回講演会 平成16年2月21日(土) 京都市
食品中のビタミンはどれくらい吸収・利用されるのか

ビタミンB12
葉酸
ビオチン
ビタミンC
姫路工業大学(兵庫県立大学)
環境人間学部
渡邊 敏明



薬理学における生体利用率とは

バイオアベイラビリティ: Bioavailability (BA)

(経口的)投与された薬剤から活性成分や有効成分が体内に吸収され、作用部位で有効になる率

$$BA = \text{吸収量} / \text{投与量} \times 100$$

生物有効性: Bioavailability (BA)

BA = Absorption + Utilization / Storage + Retention
(吸収+利用/貯蔵+保持)

Absorption (狭義的)
(吸収)

栄養学における生物有効性(生体利用率)とは

栄養素および生体機能物質の生体内での利用、すなわち吸収、排泄および貯蔵などについて全体total的に捉えたものである。

栄養素および生体機能物質の代謝、平衡、最適性、必要性などを理解するために重要である。

栄養学的生物有効性に影響する因子

- (1) 食事性因子:
 - 含有量と摂取量
 - 化学形態
 - 調理損失
 - 食品マトリックス
 - サプリメントマトリックス
 - 他の食品、嗜好品
- (2) 宿主因子:
 - 年齢
 - 性(季節)
 - 生理学的状態
 - 病理学的状態
 - 腸内細菌叢

1. 含有量

群別番号	食品群	食品名	μg/100g	食品中Biotin: μg/100g	文型種: μg/100g	備考
1	穀類	こめ(精白米(米類))	2.0	8		
2	穀類	あじ(精白米(米類))	0.9	1.3		
3	小麦及びその粉類	小麦(小麦)	3.1	4.3		
4	小麦類及び粉類	はちみつ	2.2	8		
5	豆類	大豆(食品)	100.0	21		
6	豆類	大豆(食品)	21.9	61	60	加工済
7	野菜類	にんじん(根)	5.1	2.5	3.4	
8	野菜類	ほうれん草(葉)	6.2	6.9	1.6	
9	野菜類	レタス(葉)	2.3	3.1		
10	野菜類	白菜(葉)	2.2	4	1.1	冷凍
11	野菜類	ほうれん草(葉)	0.6	0.4		
12	野菜類	ほうれん草(葉)	1.3	3.4		
13	野菜類	ほうれん草(葉)	0.9	3.3	2	
14	野菜類	ほうれん草(葉)	54.5	100	44	100
15	野菜類	ほうれん草(葉)	24.1	22.5	27.2	25
16	野菜類	ほうれん草(葉)	79.7	52	54.8	60
17	野菜類	ほうれん草(葉)	3.8	3.4	3.5	3
18	野菜類	ほうれん草(葉)	0.1	3.4		
19	菓子類	ビスケット	5.3	32	3	

ビタミン含有量は食品の種類によって、著しく異なる。
ビオチンは、肉類、豆類で多く、果実類、野菜類で少ない。

3. 調理損失

物理的操作:
洗う、切る、混ぜる、こす、圧搾する、凍結する
加熱操作
加熱調理: ゆでる、蒸す、煮る
乾熱調理: 焼く、揚げる、いる

2. 化学形態: 食品中の遊離型と結合型ビオチンの比較

遊離型が活性型ビオチンとなる。
サピロメント:
シアノコバラミン
ビオチン
葉酸PteGlu
デヒドロアスコルビン酸

	総量 (μg/100g)	遊離型 (μg/100g)	結合型 (μg/100g)	遊離率 (%)
こめ	27.2	0.6	26.6	2.2
さつまいも	5.6	2.4	3.2	42.9
ニンジン	7.9	3.2	4.7	40.5
リンゴ	4.7	2.0	2.7	42.6
鶏肉	6.4	1.5	4.9	23.4
豚もも肉	4.9	0.9	4.0	18.4
鶏レバー	291.8	164.0	127.8	56.2
卵黄(ニワトリ)	90.4	64.3	26.1	71.1
卵黄(ダチョウ)	75.3	55.7	19.6	74.0

食品成分表から算出した葉酸の調理損失	葉酸含有量		残存率(%)	備考
	生	炒で		
うぐい	5	2	40.0	
中華めい	9	3	37.5	
そば	19	8	42.1	
さつまいも	49	47	95.9	焼き
さといも	30	28	93.3	炊煮
ながいも	8	6	75.0	炊煮
きんぎょ	130	25	19.2	炒
えんどう	24	5	20.8	炒
さきば	300	48	16.0	炒
だいず	230	39	17.0	炒
アスパラガス	190	180	94.7	
きゅうり	73	56	76.7	
オクラ	110	110	100.0	
かぼちゃ	80	75	93.8	
キャベツ	78	48	61.5	
こまつな	110	86	78.2	
なす	16	11	68.8	炒で、煮る
たけのこ	63	63	100.0	
スイートコーン	95	86	90.5	
えび	32	22	68.8	
にんじん	28	22	78.6	
ほうろく	61	42	68.9	
ほうろくそう	210	110	52.4	
もやし	85	39	45.9	
めかぶ	240	210	87.5	
生しいたげ	48	24	50.0	

	葉酸含有量		残存率(%)	備考
	生	ゆで		
まあじ	12	11	91.7	水煮
あまだい	6	5	83.3	水煮
まいわし	11	10	90.9	水煮
しろさけ	20	21	105.0	水煮
どじょう	16	11	68.8	水煮
かき	40	26	65.0	水煮
くまえび	23	17	73.9	
毛がに	0.41	0.4	97.6	
ずるめいか	5	5	100.0	水煮
ほたるいか	34	29	85.3	
うしりブコース	6	7	116.7	
うしちち	9	11	122.2	
ぶたロース	1	1	100.0	
ぶたもも	2	2	100.0	
若鶏もも	11	7	63.6	
鶏全卵	43	36	83.7	
鶏卵黄	140	110	78.6	
μg/100g				

調理損失

	葉酸残存率(%)	
いも類	88.1	水煮
マメ類	18.3	乾物をゆでる
野菜類	76.5	ゆでる
魚類	86.2	水煮
肉類	94.9	ゆでる



ビタミンB12残存率

	ビタミンB12含有量		残存率(%)	備考
	生	ゆで		
まあじ	0.7	0.6	85.7	水煮
あまだい	2.1	2.1	100.0	水煮
まいわし	9.5	9.1	95.8	水煮
しろさけ	5.9	5.3	89.8	水煮
どじょう	8.5	6.3	74.1	水煮
かき	28.1	20.3	72.2	水煮
くまえび	1.9	2	105.3	
毛がに	13	10	76.9	
ずるめいか	6.5	6.7	103.1	水煮
ほたるいか	14	14	100.0	
うしりブコース	1	1	100.0	
うしちち	1.2	1.5	125.0	
ぶたロース	0.3	0.6	200.0	
ぶたもも	0.3	0.4	133.3	
若鶏もも	0.4	0.3	75.0	
鶏全卵	0.9	0.9	100.0	
鶏卵黄	3	2.9	96.7	
μg/100g				

魚類90%

肉類100%

4. 食品マトリックス(組成)の影響

葉酸強化食品の影響(赤血球中葉酸の変化)
 トウモロコシ + 300 μg = サプリメント300 μgの57%
 パン + 900 μg = サプリメント300 μgと同じ

食物繊維の影響:

回収率は100% =
 食物繊維による葉酸の結合はない
 食物繊維による葉酸のbioavailabilityの低下はない

5. その他: 飲酒と喫煙

McMartin, 1986

アルコール依存症患者

アルコール1g/kg体重を摂取

血清葉酸 16時間以内に著しい減少

アルコール摂取による尿中への葉酸排泄量の増加

Witter et al., 1998

非喫煙者

血清葉酸 7.05

赤血球葉酸 160.0

喫煙者

血清葉酸 4.69 ng/ml

赤血球葉酸 110.3 ng/ml

6. 年齢

消化吸収に関する生理機能の変化

消化酵素, 消化因子の分泌
 消化管粘膜の変化

高齢者における消化生理機能の変化 (Atrophic gastritisの有病率)

Boston(pepsinogen II)	
60-69歳	24%
70-79歳	32%
80歳以上	40%以上

米国中西部(pepsinogen test)	
高齢者	10%以上

有病率: 高齢者の20%以上と推定

老化について

1. コンジュガーゼ活性が低下すると葉酸吸収の減少

2. 酵母(ポリ葉酸)の摂取による血清葉酸の上昇

若年者 > 高齢者

合成葉酸の吸収

若年者 = 高齢者

葉酸吸収および尿中排泄

若年者 = 高齢者

高齢者ではコンジュガーゼ活性の低下により葉酸吸収が減少

実年者における血清葉酸の季節変動

人数	性別	平均値	濃谷町		三本木町		男性		女性		校正	校正後
			男性	女性	男性	女性	男性	女性				
118			58	60	58	60	40	40	78			
年齢			61.7	64.2	59.2	62.3	61.1	61.3	61.7			
バイオチン	11	2.51±1.84a	2.44	2.59	2.67	2.36	2.37	2.58				
	2	2.02±0.49a	2.02	2.14	2.10	1.94	2.13	1.96				
	5	2.26±0.43a	2.38	2.38	2.21	2.30	2.25	2.26				
	8	2.38±0.30a	2.45	2.31	2.32	2.44*	2.41	2.36				
B12	11	706±392a	685	731	673	742	676	724				
	2	816±653a	780	851	706	922	747	852				
	5	756±725a	693	817	678	832	686	791				
	8	746±512a	736	757	678	810	713	765				
葉酸	11	6.75±2.62a	7.10	6.40	5.82	7.64**	6.20	7.04				
	2	5.20±1.89a	5.04	5.38	4.55	5.83**	5.13	5.24				
	5	7.48±2.74a	7.18	7.77	6.54	8.33**	7.11	7.67				
	8	9.44±4.40a	10.19	8.70	7.90	10.91**	8.55	9.93				

*p<0.05, **p<0.01, ap<0.01.
 基準値: バイオチン, 1.5-3.7ng/ml; B12, 240-938ng/ml; 葉酸, 2.4-9.8ng/ml

7. 性差と季節変動

東北地区の実年者(中高齢者)の

ビタミン摂取量と血清ビタミン量の変化

季節変動と性差

ビタミンB12	1.2倍	秋<冬
ビオチン	1.2倍	冬<秋
葉酸	2倍	冬<夏
男女	1.3-1.4倍	男性<女性

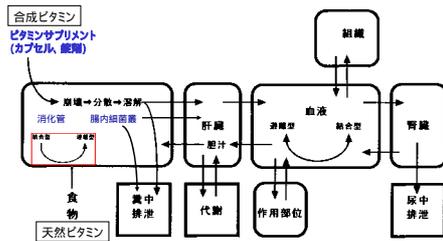
血清中のビタミン濃度に変化が見られることから、摂取量についても考慮する必要がある。

同じ量を摂取していても生物有効性が異なっているのかもしれない。

8. 生理学的・病理学的変化

1. 消化
生理作用
2. 吸収
相互作用

摂取したビタミンの体内動態の相違



栄養素吸収のpH依存性

葉酸、B12、カルシウム、鉄、カロテン

小腸における能動的吸収
pH6.2-6.3

pH	葉酸吸収率 (%)	葉酸吸収速度 (μg/min)
1	49 (pH6.0)	38 (pH7.5)
2	50 (pH6.5)	36 (pH7.5)
3	60 (pH6.5)	38 (pH6.9)
4	52 (pH6.5)	70 (pH7.1)
5	64 (pH7.1)	42 (pH7.4)
6	54 (pH6.2)	33 (pH6.0)
平均	77 (pH6.3)	34 (pH7.4)

消化管の生理機能が吸収に重要である。

相互作用

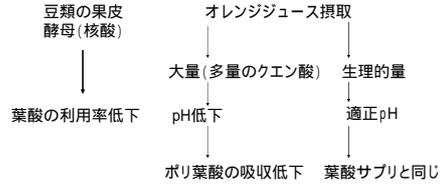
亜鉛: コンジュガーゼ活性の維持に不可欠
亜鉛欠乏状態になると
小腸でのPteGlnの加水分解の減少

食物繊維の種類	葉酸濃度 (μg/ml)	非結合葉酸 (%)
対照 (リン酸緩衝液のみ)	35	100
セルロース	35	100
リグニン	34	97
小麦ブラン	34	99
ペクチン	34	98
sodium alginate	35	101
平均	34	99

食物繊維は影響しない

その他の食品の影響

コンジュガーゼ阻害剤 (Conjugase inhibitor)



ビタミンB12(コバラミン)とは

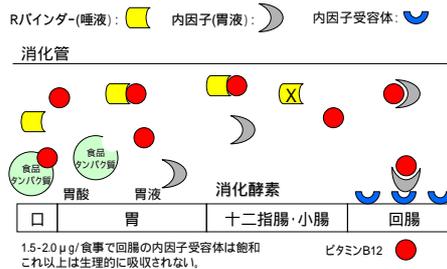
巨赤芽球性貧血(欠乏状態)
アミノ酸、核酸代謝
精子形成

牛レバー	52.8
鶏レバー	44.4
カキ	28.1
さんま	17.7
あさり	52.4
卵	0.9
牛乳	0.3
まぐろ(びんなが)	2.8

加熱調理によるB12の残存率

牛肉	各部位: 61~88%
	内臓肉: 54~98%
豚肉	各部位: 76~90%
	内臓肉: 68~100%
牛乳	電子レンジ3分および直火30分加熱: 50%

ビタミンB12の消化吸収



食品中のビタミンB12の吸収率

食品	被検者数	B ₁₂ 摂取量(μg)	吸収率(%)
羊肉	7	1	56-77
	7	3	76-89
	7	5	40-63
羊レバー	10	38	2.4-19.5
	3	0.42-0.64	57.6-74.2
鶏肉	3	0.84-1.28	48.2-75.9
	3	1.26-1.92	48.5-74.5
	3		24-47
鶏卵	3	2	38.1-46.4
魚肉(マス)	3	4	32.9-47.2
	3	10-16	25.3-41.4
	3		48-88
ミルク	5	0.25	50-65
B ₁₂ 強化パン	5	0.25	

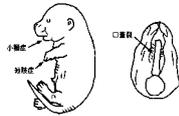
おおよそ50%
渡邊(高知女子大)

食品によるサプリメントビタミンB₁₂の吸収率

ビタミンB ₁₂ 濃度	胃の機能が正常 (%)	悪性貧血症 (%)
低濃度 (<50 μg)	60	0
高濃度 (>500 μg)		
水で摂取	1	1
高濃度 (>500 μg) 食品と摂取	0.5	<0.5

ビオチンbiotin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

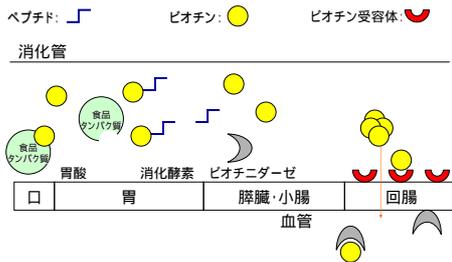


食品中のビオチン遊離率

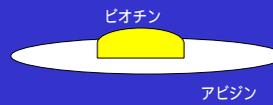
	総量 (μg/100g)	遊離型 (μg/100g)	結合型 (μg/100g)	遊離率 (%)
こめ	27.2	0.6	26.6	2.2
さつまいも	5.6	2.4	3.2	42.9
ニンジン	7.9	3.2	4.7	40.5
リンゴ	4.7	2.0	2.7	42.6
鶏肉	6.4	1.5	4.9	23.4
豚もも肉	4.9	0.9	4.0	18.4
鶏レバー	291.8	164.0	127.8	56.2
卵黄(ニワトリ)	90.4	64.3	26.1	71.1
卵黄(ダチョウ)	75.3	55.7	19.6	74.0

平均50%

ビオチンの消化吸収



腸管吸収の低下



ビオチン・アビジン: 腸管からの吸収阻害
卵白障害: ビオチン欠乏症

葉酸とは

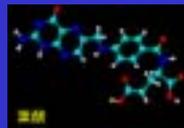
特徴

野菜に多く含まれている水溶性ビタミン
核酸の合成、アミノ酸代謝
ヘモグロビンの生合成
腸粘膜の機能を正常に維持
細胞の増殖、成長

欠乏症:

巨赤芽球性貧血、心悸亢進、息切れ、易勞、眩暈、舌炎、
口角炎、鬱病など

葉酸の化学構造



モノグルタミン酸型
PteGlu



ポリグルタミン酸型
PteGlu_n (n=2-11)

生体内における葉酸化合物

自然界	ジヒドロ葉酸H ₂ PteGlu、	テトラヒドロ葉酸H ₄ PteGlu
食品中	ポリグルタミン酸型 (モノグルタミン酸型 肝臓貯蔵 胆汁排泄)	
血漿、尿中、胆汁	モノグルタミン酸型	H ₄ PteGlu (FABPと結合)
小腸粘膜	テトラヒドロ葉酸(モノ)、メチルテトラヒドロ葉酸(モノ)	
血液	メチルテトラヒドロ葉酸(モノ)	
組織	ポリ-グルタミン酸型葉酸H ₄ PteGlu _n (FABPと結合)	

ポリ葉酸: モノ葉酸の70-80%の有効性

葉酸を多く含む食品

生うに	360	
えだまめ(ゆで)	260	
モロヘイヤ	250	
和種なば(ゆで)	190	
アスパラガス(ゆで)	180	
そらまめ(ゆで)	120	
ブロッコリー(ゆで)	120	
ほうれん草(ゆで)	110	
ライチ	100	鶏レバー 1300
いちご	90	牛レバー 1000
		豚レバー 810

吸収率約50% μg/可食部100g

参考	
精白米	12
生かつお	6
豚ロース	1

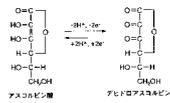
食事性葉酸当量
Dietary Folate Equivalents
(摂取量に消化管での吸収率を加味したもの)

	吸収率
食品中	50%
サプリメント	85%

食事性葉酸 1 μg = 1 μg DFEs
合成葉酸 1 μg = 1.7 μg DFEs
つまり
1 μg DFEs = 1 μg 食事性葉酸
0.6 μg 合成葉酸 (満腹時)
0.5 μg 合成葉酸 (空腹時)

ビタミンC(アスコルビン酸)とは

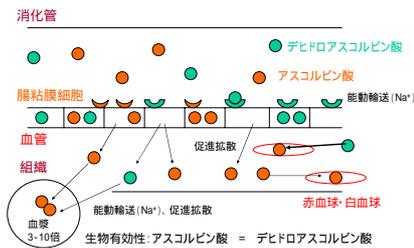
コラーゲン合成 (欠乏すると壊血病)
抗酸化作用
抗ストレス
食品にはアスコルビン酸、デヒドロアスコルビン酸として存在



ビタミンCを多く含む食品(mg/100g):

アセロラ	1700
グアバ	220
赤ピーマン	170
菜の花	130
イチゴ	62
レモン	50
みかん	32
トマト	32

ビタミンC(アスコルビン酸)の吸収



ビタミンC調理損失および吸収

大根のビタミンC

おろす	5%
(2時間後)	50%
いためる(7分)	13%
煮る(3-30分)	34-48%
ふるふき(23分)	38%

食品	30-180mg/日 1g/日以上	吸収率
食品		70-90%
サプリメント		50%
		生体利用率 食品と同じ

まとめ(これからの問題点)

生物利用率(生物有効性)

食品(化学形態、サプリメント、調理など)
吸収(酵素、因子(促進、阻害)、濃度、pHなど)
活性(運搬、転換、吸収など)

	化学形態	残存	吸収	サプリメント
ビタミンB12	結合	75%	50%	60%(=1)
ビオチン	0.5結合	(75)	50	90
葉酸	0.7ポリ	75	50	85(1.7)
ビタミンC	1酸化	70	70-90	100(1)

4. パネルディスカッション 「食品中のビタミンはどれくらい吸収・利用されるのか」
コーディネーター: 柴田 克己, 渡邊 敏明
パネリスト:

- 大阪府栄養士会
重岡 成 (近畿大学教授)
- 京都府栄養士会
幣 憲一郎 (京都大学付属病院病態栄養部室長)
- 滋賀県栄養士会
吉田 龍平 (滋賀県立大学講師)
- 奈良県栄養士会
中川 昌代 (奈良市立左京小学校栄養職員)

ビタミン C (VC) は抗酸化性を有する水溶性ビタミンであり、我々が日常摂取する食品に普遍的に存在する最も代表的な水溶性化合物である。VC の生理作用は抗酸化機能だけにとどまらず多岐にわたっていることから、古くから VC は必須の栄養素と位置づけられてきた。

ビタミン C をどれだけ摂ればよいか？

歴史的にビタミン C (VC) の推奨栄養所要量 (RDA) は、VC を食事から摂れなくなっても、数週間は壊血病の症状が出ないレベルに設定されていた。近年、アメリカ医学研究所の食品栄養審議会食事性抗酸化物質および関連物質に関するパネル (Panel on Dietary Antioxidants and Related Compounds) は、新しい VC の食事摂取基準 (DRIs) を次のように発表した。成人男子の VC の推定平均必要量 (ERA: 特定の年齢層や特定の性別集団等の半数の人たちの必要量を満たす摂取量) は組織 VC 濃度を最大値に近く維持し、かつ、抗酸化防御作用を確保するために 75mg/日と設定された。成人女子の ERA は男女間の体重差を考慮して、男性の ERA から 60mg/日と求められた。成人の RDA は EAR の 120% (男子: 90mg/日, 女子: 75mg/日) とし、この値は集団の 97~98% の人の必要量を満たすと考えられている。高齢者 (>50 歳) や喫煙者では酸化ストレスの増加が考えられるので、VC 推奨摂取量は増やすべきとされている。また、妊婦や授乳婦は母体からの損失を補うために VC を多く摂取する事が推奨されている。

日本での VC の所要量についてみると、血漿中の VC 濃度の基準値 (0.7mg/100ml) を保つ程度の摂取量が考慮され、これまでの 1 日 50mg から 1 日 100mg と策定された (第六次改定 日本人の栄養所要量 2000)。今回の日本の改定は、アメリカの食事摂取基準という考え方にならったものであるが、今後、日本人の真の VC 必要量を明らかにするには、VC の吸収、排泄、プールサイズおよび生体内利用効率を詳細にし、さらに、妊娠、授乳、加齢・老化、喫煙およびストレスなどの生活環境や、感染、癌などの種々の疾病が VC 必要量補助に及ぼす影響などについて検討する必要がある。

ビタミン C の吸収

食事やサプリメントで摂取した VC がどれだけ体内に吸収されるか？ 経口的に摂取した VC の腸管吸収は満腹・空腹状態により影響される。成人男子に食後速やかに 100mg の VC を経口投与すると、80~90% は吸収された。投与量が増加するに従い、吸収率は低下するが、吸収量は 3,000mg 投与まで増大した。また、食後速やかに 1,000mg の VC を経口投与した時の吸収率は 52% であったのに対して、食間時では 34% まで低下した。VC 吸収の観点から、効率的な VC 摂取は一日の摂取量を三回に分けて、食後速やかに摂る事である。腸管から吸収された VC は血漿を介して様々な組織に到り蓄積される。1 日 50mg の VC を食事から摂取している成人男子の各組織の VC 濃度から考えて、体全体の VC 貯蔵量は約 1,500mg と見積もられている。また、VC 代謝が正常に行われると仮定すると、貯蔵量の 3~6% が 1 日で消費されると考えられる。

ビタミン C 摂取の 3 ケ条

- 1) 空腹時 (食間) ではなく、食後が望ましい
満腹時の方が、VC は継続して吸収される
- 2) 朝食後はさらによい
尿中 VC の排泄量は、午前中が午後に比べて高いという日内変動がある
- 3) 一度に摂取するのではなく、食後毎に摂取がよい
血中の VC 濃度が高い水準を維持する

ビタミン C をどのように摂るか？

VC を多く含む食品は、いも類、野菜類、および果実類である。日本食品成分表では、可食部

100gあたりの成分値が示されており、それらの食品にVCが多く含まれていることを確認できる。果実類はほとんどの場合、生で食することから良いVC供給源となる。

VCは非常に不安定な物質であり、調理・加工の過程における損失には注意を払わなければならない。一般的に調理によるVCの損失は、平均50%と見積もられている。実際ゆでた場合、その損失率は40~60%となっている。しかしながら、ゆで汁へ流出したVCがゆで汁中に残存しているという報告もある。また、油いための場合、ほぼ100%近くのVCが残存していることから、必ずしも調理により損失するとは限らない。さらに、食品は様々な成分の複合系であり、他の成分により保護されている可能性も考えられる。

食事以外からのVC摂取方法として、栄養食品(サプリメント)がある。

平成13年度国民栄養調査結果において、ビタミン・ミネラルの中で、摂ることを目的とする意識的に摂取する栄養素として選んだ調査によると、VCは男性でVB1(35.0%)、VB2(29.8%)について3位(29.5%)、女性では36.6%で1位(2位:VE=32.9%、3位:VB1=29.6%)である。このことは、日常の食生活でVCを摂取することに、年齢、性別を問わず日本人の関心が高いことを示している。

これまでの様々な調査結果より、VCを主成分とする栄養補助食品(サプリメント)の利用者は他の栄養補助食品の利用者に比べ、多いことが報告されている。現在、VCを含む栄養補助食品(サプリメント)は様々なものが市販されているが、ある一定の規格で製造されている栄養機能食品には決められた表示があるため、購入の際の参考にされたい。

食事からのVC摂取で過剰摂取は考えにくいですが、栄養補助食品(サプリメント)に頼りすぎると、過剰摂取の可能性は高くなる。しかし、過剰摂取による副作用についてはVCの場合、殆ど考慮しなくても良い。VC代謝産物のシュウ酸が結石に関与するという報告もあったが、生化学的根拠は示されていない。すなわち、VCの高投与(5,000~10,000mg/日)では尿中へのシュウ酸排泄量は32~37mg/日にまで上昇するが、この値は正常の範囲内(20~60mg/日)であり、VC高投与による尿中シュウ酸排泄量の変化に生理的意義はないと考えられている。また、VCを過剰に摂取しても腸管吸収に限界があり、一定量(飽和量:約4,500mg)以上は組織中に蓄積されず尿中に排泄される。このことは、1,000mgのVCを非経口投与した時に、24時間以内に投与量の100%が尿中に排泄された報告からも明らかである。しかしながら、栄養補助食品(サプリメント)はあくまでも補助的に使用するものであり、栄養補助食品を摂取していれば栄養素が充足されているわけではないことを十分理解するべきである。栄養摂取の基本は食事であることを忘れないでほしい。

糖尿病患者におけるビタミン必要量とは？

京都府栄養士会
京都大学医学部附属病院
疾患栄養治療部 栄養管理室
幣 憲一郎

近年、生活習慣の変化（食事の欧米化、運動不足など）に伴い、糖尿病や高血圧、高脂血症、高尿酸血症（通風）などの「生活習慣病」が増加しています。糖尿病や高尿酸血症（通風）などは贅沢病とも言われ、食事の過剰エネルギー摂取が大きな問題とされていますが、食事形態は不規則であり、摂取栄養成分バランスの悪さが目立ち、疾患特異性を示すことをしばしば臨床経験します。

我々は、これまで糖尿病患者を対象として食事摂取量調査に基づき摂取栄養素分析を行って来ましたが、ビタミン・ミネラルの摂取量が異常に不足している患者も多く見られ、これは摂取食品数に起因した影響があるということを経験してきました。今回は、水溶性ビタミン類であり、糖代謝、抗酸化機能に影響があると考えられるビタミン B1、ビタミン B2、ビタミン C 等について血液生化学検査値を指標として、食事からのビタミン摂取量や血糖管理状況に血中ビタミン濃度はどのように影響されるのかを調査したところ、エネルギー摂取については過剰摂取状態にあるにも関わらず、血中ビタミン濃度は低下しており、潜在的なビタミン欠乏状態にあることが判明しました。また、これらの結果からは、年齢別に不足するビタミン類に違いがあるとの結果も得られました。

潜在的なビタミン欠乏状態に置かれている患者では「不定愁訴」を訴える者が多く、疲れやすい、肩こり、頭痛などの症状が頻繁におこるようになり、これらは、糖尿病患者が訴える症状にも重複し、食生活に加え、ストレス、喫煙など様々な因子が影響していると考えられています。

これまでの糖尿病患者の栄養管理は、エネルギー管理がメインとなり、微量栄養素にまで配慮した管理が充分に行われていないのが現状であります。ビタミンは健康的な生活を営むために欠くことのできない栄養素の一つであり、その補酵素作用、あるいは代謝調節作用以外に抗酸化作用、細胞間情報伝達作用の旧来の栄養素以外の作用があることが判明してきたため、ビタミンを適量に摂取することは、単にビタミン欠乏症を予防するばかりでなく、健康を保持・増進させ、疾病の予防・改善に寄与すると考えています。

すなわち、年齢ごとに、また、糖尿病管理状態により必要量が異なることは明らかであり、ビタミン C を例にとると、適性摂取量は運動、労作、感染や各種ストレスのほか、多量のアルコール、経口避妊薬、生体異物等の摂取により影響を受け、喫煙者は非喫煙者の 2 倍程度のビタミン C を摂取する必要があるとされ、加齢に伴う血中ビタミン C 濃度の低下や疾患を併じた場合、適正な付加量を検討する必要があると思われます。

すなわち、一日の所要量程度を摂取しているのでは、期待できるのは「生理作用」であり、「薬理作用」を期待するには、所要量の 2 倍～100 倍といった量が必要とも言われており、慢性的な欠乏状態が推測できる人にはサプリメント等を使用して積極的な対応を行う必要があるのかなど今回のテーマとして考えてみたいと思っております。

葉酸
滋賀県栄養士会
滋賀県立大学講師
吉田 龍平

葉酸について質問します。

乳児の神経管閉鎖障害の発症リスク低減のためという理由から、今回の第6次改定「日本人の栄養所要量」では、葉酸の所要量を妊婦では「400 μ g」としています。

最近の国民栄養調査の結果では、野菜の摂取量は292gであり、「健康日本21」では350gにすることを目標としています。

しかしながら、個別に見ると、野菜を多くとる60～70歳代の女性に比べ、野菜の食べ方の少ない20～30歳代の女性では、一日約300 μ gの葉酸しか摂取できていません。

さらに、葉酸は熱に弱く、調理に際し50%近くが分解され、ゆで野菜の場合はかなりゆで汁の中へ溶出されていくと思われまます。

そこで、サプリメントの登場となりましょうが、現在市販されていますのは、一粒(0.3g)で葉酸200 μ g含有しており、「1日2粒」目安で、嚙まずに水などで飲むようにと、書いてあります。

食事で1日400 μ g摂取すれば大丈夫と、妊婦に指導してよろしいでしょうか。それとも、調理による損失分をサプリメントで補充した方がよろしいでしょうか。ちなみに、葉酸のサプリメントは一瓶150粒(45g)で500円程度です。

一方、お茶からの葉酸の吸収率は如何なものでしょうか。

また、レバー類は50gで鶏なら650 μ g、牛なら500 μ g、豚なら405 μ g含有しておるようですが、葉酸の多い緑黄色野菜とともに多く摂取しますと、ビタミンAの過剰摂取も心配です。

葉酸を多く含む食品を使った、葉酸をたくさん食べることができる料理集を含め、若い女性をターゲットに、「女性必携：葉酸摂取法」なるものを来年度に向け、他の看護部門と共著で、企画中です。

ビタミン B₁・ビタミン B₂・ビタミン C
奈良県栄養士会
奈良市立左京小学校 学校栄養職員
中川 昌代

私は、学校給食の栄養士として、子供たちが喜ぶおいしい、栄養のバランスのとれた給食をめざして日々献立作成をしています。

先生方のご講演をお聞きし、ビタミンが健康に生きるためにいかに大切な栄養素であるか再確認しました。その一方で、吸収・利用となると、消化によりどれだけ吸収利用されるか未解明な部分もあることを知りました。

研究により、いろんなことが解明され、栄養については改訂があるごとに、いろいろ見直しがされています。

今回も学校給食では、五訂食品成分表の改訂に伴い、また、日本人の栄養所要量を元に、5月に「児童・生徒一人一回当たりの平均栄養所要量の基準」が改訂になりました。学校給食では、栄養計算は五訂食品成分表を使用し、吸収利用されるとして計算しています。

学校給食では、水溶性ビタミン類は、ビタミン B₁・ビタミン B₂・ビタミン C が基準値に示されています。

今回の改訂で、特に変わったのはビタミンの計算です。今まで加熱調理するものは、すべて加熱による損耗率をかけ、基準値を満たすように献立作成をしてきました。0.157の発生より、学校給食では加熱調理するメニューがほとんどです。特にビタミン C は、流水に長く浸けるだけでもこわれ、また、調理による加熱では50%損失があると言われてきました。これは所要量の中で、安全率として加味されているのでしょうか。このことについてお聞きしたいです。

文部科学省では、今回、調理損失は科学的にどのくらい根拠があるかということが問題になったようです。また、国民栄養調査においてもビタミン類の損耗を見ていないということもふまえて、調査の結果、今までビタミン C は、50%というように各々のビタミンについての損耗をみていましたが、生の食品そのままの成分値でいいということになりました。しかし、今までの計算が何だったのかについて、とまどいがあります。

今までどおり食品を使用し、献立作成するとビタミン C が基準値より多くとれるようになりました。ビタミン B₁・B₂でも同じです。

水溶性ビタミンは、摂取しすぎても、尿中に排泄されると聞いているので、摂取率は100%をこえているのが現状です。

栄養所要量では、適正なビタミン必要量が示されています。それをもとに、学校給食では必要量が示されていると理解しています。成分表より計算した値が吸収利用されていけば、児童の健康を維持・増進に必要な学校給食での役割が果たせると思っていますが、お二人の先生方のお話を聞くと数値をおいかけている栄養士は不安になります。水溶性ビタミンの正しい計算の仕方を教えていただきたいと思います。

また、最近、サプリメントを利用する児童・生徒も増えつつあります。利用するとき、とりすぎなど注意点等があれば教えていただければ子どもたちに指導するとき、参考にしたいと思います。