

．食事摂取基準のための資料の研究報告書

9．ビタミン C

研究協力者 梅垣敬三 独立行政法人 国立健康・栄養研究所 室長

研究要旨

第 7 次改定作業において，使用した資料と数値策定において，検討した事項を整理した．

ビタミン C

(1) 基本事項

1) アスコルビン酸として策定

ビタミン C はアスコルビン酸と同じ生物学的効力を有する化合物であり，酸化型のデヒドロアスコルビン酸も該当する．ビタミン C の食事摂取基準の数値はアスコルビン酸（図 1）として策定した．

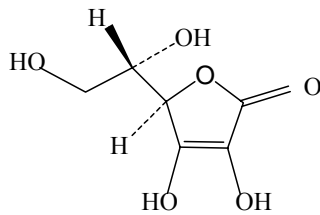


図 1．アスコルビン酸の構造式
($C_6H_8O_6$ = 176.12)

2) 消化・吸収

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，その生体内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¹⁾ 摂取量が 1g/day 以上になると，吸収率は 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．体内のビタミン C レベルは，消化管からの吸収率，体内における再利用，腎臓からの未変化体の排泄により調節されている（図 2 参照）．

(2) 策定に使用した基本的な数値

1) 母乳中の含量

ビタミン C のサプリメントを摂取していない授乳 6 ヶ月目の母乳に含まれるビタミン C 量は，34 mg/L～83 mg/L と幅がある．母

乳中のビタミン C 量は 12 ヶ月の間に約 8～12% 低下する．母乳中のビタミン C 濃度は 50mg/L を採用した²⁾．

2) RAI 算定のための科学的根拠

ビタミン C を 1 日 6～12mg 摂取していれば壊血病は発症しないことから³⁾，安全率を考慮した 50～60mg が壊血病予防の所要量として策定されてきた⁴⁾．一方，疫学の研究ならびにインビトロ研究から血漿のアスコルビン酸濃度が 50 μ M 程度であれば心臓血管系の疾病予防効果⁵⁾ならびに有効な抗酸化作用^{6,7)}が期待できると報告されている．血漿ビタミン C 濃度を 50 μ M 程度に維持する成人のビタミン C 摂取量は，約 100mg/日であることが多くの研究から示されている⁸⁻¹⁰⁾．また，摂取量が 80mg/日までは未変化体のビタミン C の尿中排泄はほとんどなく，体内消失は最小限に抑えられること¹¹⁻¹⁴⁾，摂取量が 100mg/日以上では体内ビタミン C レベルを反映する白血球ビタミン C 濃度¹⁵⁾がほぼ飽和することが示されている^{11,12)}（図 3 参照）．

以上の報告から成人のビタミン C の必要量は，抗酸化作用と疾病予防が期待できる血漿濃度の維持に必要な摂取量，尿中排泄を最小限にとどめ白血球濃度を飽和させる摂取量を総合的に評価し，推奨十分摂取量（Recommended Adequate Intake RAI）という考え方に基づき 100mg とした．また，Levine らの報告¹²⁾を踏まえて男女差はつけないこととした．

3) UL 算定のための科学的根拠

ビタミン C の過剰症はヒトでは認められていない¹⁶⁾．これはビタミン C を過剰摂取しても消化管からの吸収率が低下し，尿中排泄が増加するためである．ビタミン C の過剰摂取の影響として，3～4g/日以上摂取量で健康者に下痢が認められている^{17,18)}．ビタミ

ン C の過剰摂取により腎結石の形成が危惧されるが、1日 4g 以下のビタミン C 摂取では、その可能性は否定されている¹⁹⁾。ビタミン C の過剰摂取が鉄の吸収を高め、鉄の過剰症または酸化障害を増加する可能性も否定されてはいるが、腎障害を有する人や遺伝的なヘモクロマトーシスの患者ではその可能性は否定できない。

ビタミン C の UL を下痢の発症に基づいて設定する考え方もあるが、成人においても UL を設定する根拠が乏しいこと、幼児、子供、青年期、妊婦の過剰摂取の影響については UL を設定するためのデータがないこと、授乳婦にビタミン C を過剰摂取させても母乳中のビタミン C 量は影響を受けないという報告²⁰⁾から、現時点では UL は定めないこととした。

(3) 食事摂取基準

表 1 に食事摂取基準を示した。

1) 0～(月)

母乳含量(50mg/L)×1日の授乳量(0.78 L)から算定した。

2) 6～(月)

乳児(0～)AI 値(50mg/L)×(6～(月))の体重/0～(月)の体重)^{0.75}と成人(18～29歳)の年齢区分のデータに、{(6～(月))の体重/成人(18～29歳)の年齢区分の体重)^{0.75}×1.3}をかけた数値の二つの値を基に計算した。

3) 1歳以上

基本的には成人の RAI = 100mg から対象年齢区分の体表面積の値の比較を示す式、(対象年齢区分の体重/科学的根拠のある年齢区分の体重)^{0.75}×(1+成長因子)を用いて策定した。

4) 高齢者

高齢者では男女とも若い年代に比べて体が細くなっているが、加齢とともに酸化ストレスが増大すると考えられることから²¹⁾、ビタミン C の必要量は若い世代と同じ値にした。

5) 妊婦・授乳婦

妊婦の所要量は、おそらく乳児の壊血病を防ぐことができるというデータ^{22,23)}から 10 mg を妊娠していない女性の所要量に付加した。授乳婦には母乳として与えるビタミン C 量を付加する必要があるため、乳児の必要量 40mg を付加した。

(4) その他

喫煙者では、非喫煙者に比べてビタミン C の代謝回転が約 35 mg 高いというデータがある²⁴⁾。喫煙者が非喫煙者と同量のアスコルビ

ン酸の体内貯蔵量を保つためには、非喫煙者よりも 35mg 以上のビタミン C を摂取する必要がある。また、受動喫煙者でも血漿ビタミン C 濃度の低下が示されていることから^{25, 26)}、該当する人は同年代の必要量以上にビタミン C を摂取することが推奨される。

表 1 . 男女のビタミン C の食事摂取基準

性別	男女	
	AI	UL
年齢		
	mg / 日	mg / 日
0～(月)	40	—
6～(月)	40	—
1～2(歳)	45	—
3～5(歳)	50	—
6～7(歳)	60	—
8～9(歳)	70	—
10～11(歳)	80	—
12～14(歳)	90	—
15～17(歳)	100	—
18～29(歳)	100	—
30～49(歳)	100	—
50～69(歳)	100	—
70以上(歳)	100	—
妊婦(付加量)	10	—
授乳婦(付加量)	40	—

文献

1. Kallner, A., D. Hartmann, and D. Hornig, *Steady-state turnover and body pool of ascorbic acid in man*. Am J Clin Nutr, 1979. **32**(3): p. 530-9.
2. 科学技術庁資源調査会編(1996)五訂日本食品標準成分表・科学技術庁報告。
3. Burri, B.J. and R.A. Jacob, *Human metabolism and the requirement for vitamin C*. Vitamin C in health and disease, ed. J.F. L. Packer. 1997, New York: Marcel Dekker.
4. 五次改定日本人の栄養所要量
5. Gey, K.F., *Vitamins E plus C and interacting conutrients required for optimal health. A critical and constructive review of*

- epidemiology and supplementation data regarding cardiovascular disease and cancer*. Biofactors, 1998. **7**(1-2): p. 113-74.
6. Byun, J., D.M. Mueller, J.S. Fabjan, and J.W. Heinecke, *Nitrogen dioxide radical generated by the myeloperoxidase-hydrogen peroxide-nitrite system promotes lipid peroxidation of low density lipoprotein*. FEBS Lett, 1999. **455**(3): p. 243-6.
 7. Jialal, I., G.L. Vega, and S.M. Grundy, *Physiologic levels of ascorbate inhibit the oxidative modification of low density lipoprotein*. Atherosclerosis, 1990. **82**(3): p. 185-91.
 8. Brubacher, D., U. Moser, and P. Jordan, *Vitamin C concentrations in plasma as a function of intake: a meta-analysis*. Int J Vitam Nutr Res, 2000. **70**(5): p. 226-37.
 9. 木村 典代・関根 豊・高橋 裕子・井上 喜久子・岡 純・樋口満, 中高年女性水泳愛好者の水溶性ビタミン (B1,B2,C)の栄養状態. 栄養学雑誌2000, 58: 267-271.
 10. Kobayashi, M., S. Sasaki, and S. Tsugane, *Validity of a self-administered food frequency questionnaire used in the 5-year follow-up survey of the JPHC Study Cohort I to assess carotenoids and vitamin C intake: comparison with dietary records and blood level*. J Epidemiol, 2003. **13**(1 Suppl): p. S82-91.
 11. Levine, M., C. Conry-Cantilena, Y. Wang, R.W. Welch, P.W. Washko, K.R. Dhariwal, J.B. Park, A. Lazarev, J.F. Graumlich, J. King, and L.R. Cantilena, *Vitamin C pharmacokinetics in healthy volunteers: evidence for a recommended dietary allowance*. Proc Natl Acad Sci U S A, 1996. **93**(8): p. 3704-9.
 12. Levine, M., Y. Wang, S.J. Padayatty, and J. Morrow, *A new recommended dietary allowance of vitamin C for healthy young women*. Proc Natl Acad Sci U S A, 2001. **98**(17): p. 9842-6.
 13. Blanchard, J., T.N. Tozer, and M. Rowland, *Pharmacokinetic perspectives on megadoses of ascorbic acid*. Am J Clin Nutr, 1997. **66**(5): p. 1165-71.
 14. Melethil, S., W.D. Mason, and C.-J. Chang, *Dose-dependent absorption and excretion of vitamin C in humans*. Int J Pharmaceut, 1986. **31**: p. 83-89.
 15. Omaye, S.T., E.E. Schaus, M.A. Kutnink, and W.C. Hawkes, *Measurement of vitamin C in blood components by high-performance liquid chromatography. Implication in assessing vitamin C status*. Ann N Y Acad Sci, 1987. **498**: p. 389-401.
 16. Morton, D.J., E.L. Barrett-Connor, and D.L. Schneider, *Vitamin C supplement use and bone mineral density in postmenopausal women*. J Bone Miner Res, 2001. **16**(1): p. 135-40.
 17. Cameron, E. and A. Campbell, *The orthomolecular treatment of cancer. II. Clinical trial of high-dose ascorbic acid supplements in advanced human cancer*. Chem Biol Interact, 1974. **9**(4): p. 285-315.
 18. Wandzilak, T.R., S.D. D'Andre, P.A. Davis, and H.E. Williams, *Effect of high dose vitamin C on urinary oxalate levels*. J Urol, 1994. **151**(4): p. 834-7.
 19. 美濃 眞 他 ビタミンCの安全性 ビタミン1998. 72: 19-23.
 20. Byerley, L.O. and A. Kirksey, *Effects of different levels of vitamin C intake on the vitamin C concentration in human milk and the vitamin C intakes of breast-fed infants*. Am J Clin Nutr, 1985. **41**(4): p. 665-71.
 21. Cheng L. Cohen M, Bhagavan HN. Vitamin C and the elderly. In Watson RR, ed. CRC Handbook of Nutrition in aged. Boca Raton, FL. CRC Press. Pp 157-185.
 22. Goldsmith, G.A., *Human requirements for vitamin C and its use in clinical medicine*. Ann N Y Acad Sci, 1961. **92**: p. 230-45.
 23. Rajalakshmi, R., A.D. Deodhar, and C.V. Ramakrishnan, *Vitamin C Secretion During Lactation*. Acta Paediatr Scand, 1965. **54**: p. 375-82.
 24. Kallner, A.B., D. Hartmann, and D.H. Hornig, *On the requirements of ascorbic acid in man: steady-state turnover and body pool in smokers*. Am J Clin Nutr, 1981. **34**(7): p. 1347-55.
 25. Tribble, D.L., L.J. Giuliano, and S.P. Fortmann, *Reduced plasma ascorbic acid concentrations in nonsmokers regularly exposed to environmental tobacco smoke*. Am J Clin Nutr, 1993. **58**(6): p. 886-90.
 26. Preston, A.M., C. Rodriguez, C.E. Rivera, and H. Sahai, *Influence of environmental tobacco smoke on vitamin C status in children*. Am J Clin Nutr, 2003. **77**(1): p. 167-72.

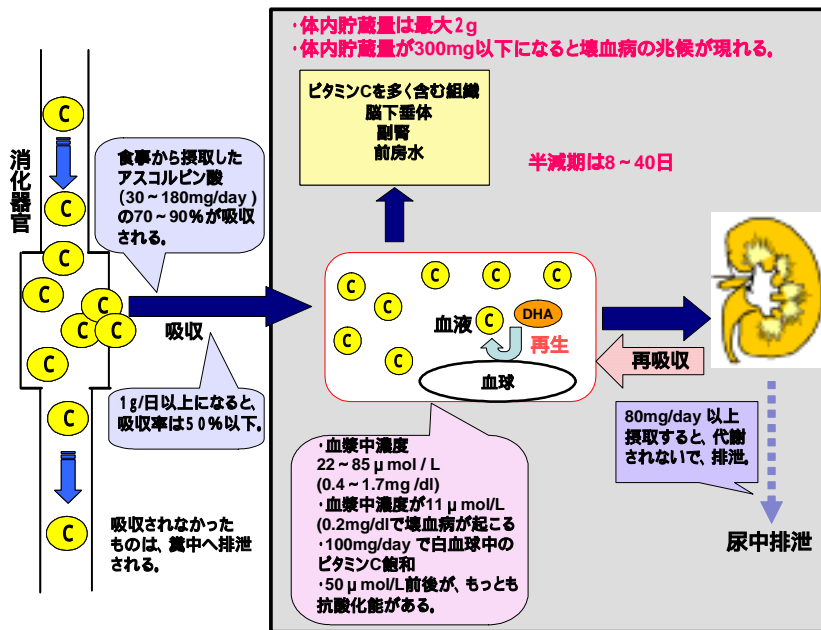


図2 ビタミンCの吸収，代謝，排泄

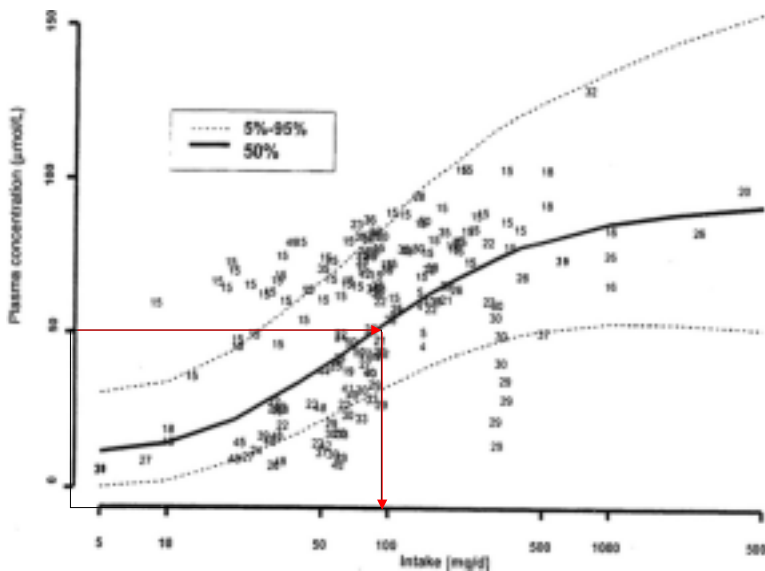


図3 . ビタミンCの摂取量と血漿ビタミンC濃度の関係

アスコルビン酸の摂取量と血漿中濃度を調べた36論文を分析した Int J Vitam Nutr Res 70(5):226-237 (2000) から引用。番号は日本人で検討した論文のデータを追加したもの。この図において血漿中のアスコルビン酸濃度が50μM以上になる摂取量は100mg/day以上である。