

VITAMIN B-6의 영양상태 및 필요량 (VITAMIN B-6 STATUS AND REQUIREMENT)

조윤옥

덕성여자대학교 자연과학대학 식품영양학과

VITAMIN B-6의 영양상태

1934년 vitamin B-6가 발견된 이래 인체 건강에 미치는 vitamin B-6의 효과에 대해서 많은 연구가 있었으며 지난 20년 사이에 이 분야의 연구가 정리 발표되면서 관심이 고조되기 시작하였다(1-5). 우리 나라에서도 1995년 한국인 영양권장량 제 6차 개정부터 vitamin B-6의 권장량이 삽입되었다. 그러나 우리 나라는 아직도 식품내의 vitamin B-6 함량에 관한 자료가 부족하여 식품분석표에 vitamin B-6가 수록되지 못하였고 이에 따라 각종 식품 섭취 조사나 국민영양조사에서도 vitamin B-6의 섭취현황이 조사되지 못하고 있는 실정이다. 또한 vitamin B-6의 영양상태에 관한 자료도 거의 없는 실정이다. vitamin B-6의 영양상태를 파악하는 것은 vitamin B-6 섭취와 건강사이의 관계를 뿐 아니라 vitamin B-6 필요량에 영향을 미치는 요인, vitamin B-6의 대사에 영향을 미치는 요인들에 대해서 이해하는데 중요하다. Vitamin B-6의 영양상태를 판정하는 방법은 직접적인 방법과 간접적인 방법으로 나눌 수 있다. 직접적인 방법으로는 혈장 pyridoxal 5'-phosphate(PLP), 혈장 pyridoxal(PL), 혈장 총 vitamin B-6, 소변 4-pyridoxic acid, 소변 총 vitamin B-6, 적혈구 vitamin B-6 농도 측정법이 있으며 간접적인 방법으로는 tryptophan 부하검사, methionin 부하검사, 적혈구 transaminase의 활성 측정법이 있다. Vitamin B-6 영양상태 판정 지표간의 장단점이 고찰되었으나(3, 6) 가장 좋은 지표에 대한 의견 일치가 되지 않았으므로 vitamin B-6의 영양상태를 바르게 판정하기 위해서는 여러 지표를 측정해야할 것이다. 성인에게 있어서의 각각의 판정방법에 따른 적정 영양상태 기준은 Table 1에 나타나 있다.

I. 직접적인 방법

1. 혈장 pyridoxal 5'-phosphate(PLP), pyridoxal(PL), 총 vitamin B-6

Vitamin B-6의 영양상태 판정을 위해 최근에 가장 많이 사용되는 지표이다. 혈장 PLP는 순환되는 vitamin B-6의 주요형으로 혈장 총 vitamin B-6의 70-90%이며(7), 동물과 사람을 대상으로한 연구(8,9)에서 vitamin B-6 영양상태 판정 지표로 제안되었다. 혈장 PLP 수준은 0.5-10mg의 vitamin B-6 섭취수준에서 7-10일 이후에나 정점을 나타낼 뿐 아니라 여러 요인들이 영향을 미쳐 PLP가 vitamin B-6 영양상태 지표로서 유용한가에 대한 의문이 제시되기도 했다. 단백질 섭취량이 많은 경우, 혈장 alkaline phosphatase 활성이 높을 때는 혈장

PLP 수준을 낮춘다. 그 밖에 정량화하기에는 자료가 충분하지 않으나 혈장량, 운동, 포도당 섭취, 연령 등이 영향을 미칠 수 있는 것으로 보고되었다(3,6,7,10-13). 현재까지의 보고된 자료에 의하면 혈장 PLP는 vitamin B-6의 영양상태 판정 지표로서 신뢰할 수 있는 지표 중의 하나이다. 적혈구 PLP를 유용한 지표로 거론(3,6)되기는 했으나 이에 대한 자료가 거의 없는 실정이다.

Pyridoxal(PL)이 혈장 총 vitamin B-6의 8-30%이며(7), vitamin B-6의 일차형이므로 vitamin B-6의 영양상태 판정 지표로 혈장 PLP에 이은 부가지표로 활용될 수 있다. PLP와 PL 측정법은 효소법(14)과 high performance liquid chromatography(HPLC)-fluometric 법(15,16)이 제안되었다.

혈장 vitamin B-6의 총량은 미생물학적인 방법(17)으로 측정할 수 있으며 PLP 측정과 더불어 PL을 추정할 수 있는 방법으로 쓰이기도 한다.

2. 소변 4-pyridoxic acid(4-PA), 총 vitamin B-6

4-PA는 vitamin B-6의 주요 대사산물로서 간에서 생산된다. 4-PA 배설량은 vitamin B-6 섭취량에 민감하게 반응하므로 vitamin B-6의 최근의 섭취 현황을 반영하는 단가지표로서 유용하다. 식이로 vitamin B-6을 1-5mg 섭취시 40-60%가 4-PA로 배설되었다(18-20). 남자의 경우 3.5 $\mu\text{mol/d}$, 여자의 경우 3.2 $\mu\text{mol/d}$ 이상을 배설하는 것이 vitamin B-6의 영양상태가 적합하다는 판정을 내릴 수 있다(20). 이 4-PA 배설량도 단백질 섭취량과 음의 상관관계가 있는 것으로 보고되었다(21). 4-PA 측정법은 ion-exchange chromatography 또는 HPLC-fluometric 법으로 측정한다(16,22).

그 밖에 vitamin B-6 영양상태 판정법으로 소변 총 vitamin B-6 배설량을 들 수 있다. 소변 총 vitamin B-6 배설량은 일일 vitamin B-6 섭취량의 8-10%를 차지하며 일일 vitamin B-6 섭취량이 1.5-2.3 mg일 때 0.8-1.1 $\mu\text{mol/d}$ 을 소변으로 배설하였다. 이 배설량을 영양상태 지표로 사용하기 위해서는 24시간 소변을 1주이상 채뇨해야한다. 현재까지 신뢰성이 있는 vitamin B-6 영양상태 판정지표로는 4-PA가 권장된다.

II. 간접적인 방법

1. 적혈구 transaminase

간접적인 방법 중에서 가장 흔히 쓰이는 방법으로 적혈구 alanin transaminase(ELAT, EGPT), aspartic acid transaminase(EAST, EGOT) 활성을 생체외에서 기본상태와 PLP를 충분히 가한 상태에서 각각 측정하여 비교하는 방법이다. 이 방법은 적혈구 수명때문에 장기적 판정에 쓰이는 방법이다. 현재까지 다양한 수준의 vitamin B-6 섭취 시킨 후의 transaminase 활성에 관한 장기적 연구(6-8주)가 없고, vitamin B-6을 0.19mg/일, 4주간 섭취한 여성의 경우 기본 ELAT와 EAST 활성은 현저하게 감소했으나 EAST활성지수는 결핍식이 4주까지 변화하지 않았고 그후 4주간의 vitamin B-6 보충식이 후에도 변하지 않은 반면 ELAT는 vitamin B-6 섭취량에 더 잘 반응하였으므로(25), ELAT활성이 EAST활성보

다 vitamin B-6 섭취량에 더욱 민감하다고 할 수 있으나 상대적ELAT활성은 EAST활성의 5%정도일 뿐아니라 적혈구를 냉동 시킬때 더욱 소실되기 쉬운 것이 transaminase 활성을 vitamin B-6 영양상태 판정지표로 사용하는것의 제한점이다.

2. Tryptophan 부하검사

간접적인 방법은 PLP가 요구되는 대사 경로의 소변 중 대사물을 이용한 것이다. Tryptophan 부하검사는 vitamin B-6 영양상태를 판정하는 방법으로 널리 쓰여왔던 방법으로 tryptophan 이화과정의 주요단계가 PLP의존형이라는 사실에 기초를 두고 있으므로 이 방법은 조직내 PLP 수준의 지표가 될 수 있다. Tryptophan 2g을 경구 투여한 후, 소변으로 배설되는 대사물, 즉 xanthurenic acid와 kynurenic acid의 배설량을 측정한다(19). Tryptophan 대사물은 ion- exchange chromatography 또는 fluometric 법으로 측정한다(19). 그러나 이 검사법은 vitamin B-6 섭취량이 매우 낮은(0.8mg/일 이하) 경우에는 vitamin B-6 영양상태 지표로 사용될 수 있으나 보통 성인의 섭취범위인 1.0mg에서 2.5mg에서는 유용하게 사용할 수 없다. 더우기 tryptophan대사가 vitamin B-6 영양상태 이외의 다른 요인 들에 의해서 영향을 받는 것으로 보고되어(23) 현재는 vitamin B-6 영양상태 판정방법으로 많이 쓰여지지 않고 있다.

3. Methionin 부하검사

Tryptophan 부하검사와 마찬가지로 PLP가 요구되는 대사 경로의 소변 중 대사물을 이용한 것이다. 특히 cystathionine이 homoserine과 cystein으로 분해되게하는 cystathionase가 vitamin B-6 결핍에 민감하므로 Methionin 3g 투여후 cystathionine 배설량을 측정한다(19). Vitamin B-6 결핍 식이를 시키고 methionin 부하후 cystathionine 배설량의 증가폭이 여성보다 남성이 더 높았으며 이 차이는 단백질 섭취량이 methionin 대사에 영향을 미치는 것으로 추정되었다(24). 더우기 vitamin B-6 영양상태 판정지표로서의 cystathionine 소변 배설량에 대한 신뢰성 있는 자료가 부족한 실정이다.

VITAMIN B-6 필요량

Vitamin B-6는 수용성 비타민임에도 불구하고 인체내 상당량 저장되어 있는 것으로 알려져 있다(26). 체내 vitamin B-6 저장 추정량은 Table 2와 같다. 이러한 체내 저장량은 vitamin B-6의 필요량의 한계선을 결정하는데 어려움으로 작용한다. Vitamin B-6의 필요량은 종래에는 vitamin B-6 영양상태를 판정하는 개개의 생화학적 지표를 분리하여 결핍된 상태에서 기본수준까지 보충시키는데 필요한 섭취량으로 정했으나, 최근에는 여러 생화학적 지표들을 함께 사용하여 생화학적 지표들간의 오차를 줄여 보다 정확한 필요량을 추정하려는 시도가 보고되었다(27). 이들 생화학적 지표들은 단백질 섭취량과 역 상관관계에 있으며 단백질 섭취량이 늘어날수록 vitamin B-6 의 필요량이 증가되므로(18,21), vitamin B-6 권장량은 단백질 섭취량을 기준으로 설정한다.

Table 1. Indices for evaluating vitamin B-6 status and suggested values for adequate status in adults

Indices	Suggested value for adequate status
Direct	
Blood	
Plasma pyridoxal 5'-phosphate	>30 nmol/L
Plasma pyridoxal	NV ²
Plasma total vitamin B-6	>40nmol/L
Erythrocyte pyridoxal 5'-phosphate	NV
Urine	
4-Pyridoxic acid	>3.0 μ mol/d
Total vitamin b-6	>0.5 μ mol/d
Indirect	
Blood	
Erythrocyte alanine transaminase index	<1.25 ³
Erythrocyte aspartic transaminase index	<1.80
Urine	
2g Tryptophan load; xanthurenic acid	<65 μ mol/d
3g Methionine load;cystathionine	<350 μ mol/d
Oxalate excretion	NV
Diet intake	
Vitamin B-6 intake, weekly average	>1.2-1.5mg/d
Vitamin B-6:protein ratio	>0.020
Other	
Electroencephalogram pattern	NV

¹These values are dependent on sex, age, and for most, protein intake

²NV=no value established; limited data are available

³The index value for each transaminase represents the ratio of the enzyme activity with added PLP to the activity without PLP added

⁴Data taken from reference (6)

1. 성인

성인에 있어 vitamin B-6의 권장량은 특정 Group의 대사연구, vitamin B-6 섭취량 및 단백질 섭취량을 토대로 설정하였다. 우리 나라는 vitamin B-6의 권장량이 한국인 영양권장량 제 6차 개정(1995)시 단백질섭취량 g당 vitamin B-6 권장량 0.02mg의 비율에 기초를 두고

Table 2. Estimated Body Pools of vitamin B-6

Pool	Amount (μ mol/pool)
Blood Plasma	0.12-1.24
Erythrocyte	0.08-0.20
Liver	18-24
Muscle	800-1000
Other tissue	15 nmol/g

¹ Data taken from reference (26)

있다. Vitamin B-6 에 대한 성인의 미국의 현 권장량수준은, 단백질섭취량 g당 vitamin B-6 권장량 0.016mg의 비율에 기초를 두고 있다(7,21,28). 그러나 최근의 미국에서는 단백질섭취량 g당 vitamin B-6 권장량 0.02mg으로 증가시켜야한다는 의견이 대두되고 있다. 이는 vitamin B-6을 0.0125~0.015mg/g 단백질 섭취시, 혈장 PLP 및 소변 4-PA 수준이 적정 수준을 유지할 수 있었으나(21), vitamin B-6 결핍식이 후에 다양한 수준의 vitamin B-6 보충식이과정에서 혈장 PLP농도가 vitamin B-6을 0.01~0.028 mg/g 단백질 섭취시 기준치까지 보충되었다는 보고(25,27,29)에 기초를 두고 있다(Table 3). 혈장 PLP수준은 남자의 경우보다 여자의 경우 더 낮은 경향이 있다. 또한 vitamin B-6 수준은 늙어감에 따라 감소되는 것으로 나타났다. 그러므로 노인의 vitamin B-6 권장량을 더 높여야 한다는 의견이 제시되어져 왔다(30, 31). 운동, 음식 같은 요인 역시 중요하다(13,32-34).

2. 임신 수유부

임신중 vitamin B-6 필요량은 임신 수유로 인한 단백질 부가량에 따른 vitamin B-6 필요량 증가이외에도 vitamin B-6 의존효소의 estrogen 유도, 아미노산 교체율의 증가, 태아의 vitamin B-6 요구, 모체의 대사 요구량 때문에 증가하며(35), 임신부의 vitamin B-6 영양상태가 출생직후 영아의 appgar지수에 영향을 미칠 수 있으므로(36) 임신시에는 원래 여성 성인 요구량에 부가된 단백질 섭취량 15g에 해당하는 0.3g/일에 0.2mg/일 을 부가하여 vitamin B-6을 0.5mg/일 을 더 부가할 것을 권장한다. 모유의 vitamin B-6 수준이나 모유 영양아의 vitamin B-6 섭취량은 모체의 vitamin B-6 섭취량에 비례하며 모유의 vitamin B-6 함량은 0.1~0.25mg/L이므로(37) 수유부의 경우는 원래 여성 성인 요구량에 부가된 단백질 섭취량 20g에 해당하는 0.4g/일에 0.2mg/일 을 부가하여 vitamin B-6을 0.6mg/일 을 더 부가할 것을 권장한다.

3. 영유아 및 아동기

모유의 vitamin B-6의 절대적 함량이나 단백질 함량에 대한 상대적인 비율은 낮은 편이며, 0.1mg/일 이하의 vitamin B-6을 함유한 모유를 섭취한 영아에게서도 vitamin B-6 결핍현상은 나타나지 않았다(37). 건강한 아기에게 Tryptophan 부하검사후 비정상적인 Tryptophan 대사가 배설이 되지 않는 vitamin B-6 섭취량은 0.3mg/일 이었다고 보고(38) 되었으나 이 양은 모유에 vitamin B-6이 0.127~0.169mg/L 함유되어 있다고 가정할 때, 모유를 1.5~2L/일 섭취해야 하는 양이다(4). 그러나 미국 소아과학회에서 권장하는 조제 분유의 vitamin

Table 3. Plasma PLP concentration in males and females

Study	No.	Age(yr)	PLP(nmol/L)	Vitamin B-6(mg/d)	B-6/Protein
Males					
Leklem et al.	8	27	34	1.5	0.024
Lindberg et al.	5	27	43	1.6	0.019
Miller et al.	8	27	43	1.6	0.046
	8	27	34	1.6	0.023
	8	27	28	1.6	0.011
Kabir et al.	8	25	65	1.5	0.013
	8	25	49	1.5	0.017
	8	25	48	1.5	0.014
Tarr et al.	6	28	27	1.1	0.011
	6	28	55	2.3	0.024
	6	28	114	2.7	0.028
Shultz et al.	35	39	52	2.0	0.024
Females					
Brown et al.	6	22	23	0.8	0.011
	3	24	61	1.8	0.024
Lee et al.	5	24	62	2.3	0.024
	5	24	202	10.3	0.112
	5	55	41	2.3	0.024
	5	55	168	10.3	0.112
Shultz et al.	41	50	37	1.6	0.025
Huang et al.	8	31	58	1.6	0.016
	8	31	32	0.45	0.005
	8	31	38	1.26	0.013
	8	31	45	1.66	0.017
	8	31	62	2.06	0.021
	8	31	67	3.60	0.046
	8	31	62	2.30	0.029

¹PLP=pyridoxal 5'-phosphate; B6/protein=ratio of the intake of vitamin B6(mg) to protein(g)

²Data taken from reference (6) and (27)

B-6 함량은 0.015mg/g 단백질 또는 0.04mg/100 Kcal이므로(39), 미국에서는 0.3 mg/일을 권장한다. 아동 및 청소년기의 vitamin B-6 영양상태에 관한 자료는 매우 드문 실정이다. 2~9세 아동들이 vitamin B-6을 1.1mg/일(0.02mg/g 단백질) 섭취했을 때 섭취량의 48%를 4-PA로 배설하여(40), 이 시기에 vitamin B-6을 0.02mg/g 단백질 섭취하면 아동의 필요량에 비해서 충분한 양이라는 것이 간접적으로 시사되었다.

1. Leklem JE, Reynold RD eds. *Methods in vitamin B-6 nutrition*. Plenum Press, New York. 1981
2. Reynold RD, Leklem JE eds. *Vitamin B-6: Its role in health and disease*. A. R. Liss, New York. 1985
3. Leklem JE, Reynold RD eds. *Clinical and physiological applications of vitamin B-6*. A. R. Liss, New York. 1988
4. Leklem JE. Vitamin B-6. In: Shils ME, Olson JA, Shike M ed. *Modern nutrition in health and disease*, pp383-401, Lea & Febiger, Philadelphia, 1994
5. Ball GFM. *Bioavailability and analysis of vitamins in foods*, pp361-407 Champman & Hall, London, 1998
6. Leklem JE. Vitamin B-6: A status report. *J Nutr* 120:1503-1507, 1990
7. Leklem JE. Vitamin B-6. In: Machlin LJ ed. *Handbook of vitamins*. pp341-392, Marcel Dekker, New York, 1991
8. Lumeng L, Ryan MP, Li TK. Validation of the diagnostic value of plasma pyridoxal 5'-phosphate measurements in vitamin B-6 nutrition of the rat. *J Nutr* 108:545-553, 1978
9. Lee CM, Leklem JE. Differences in vitamin B-6 status indicator response between young and middle aged women fed constant diets with levels of vitamin B-6. *Am J Clin Nutr* 42:226-234, 1985
10. Whyte MP, Mahuren JD, Vrabel LA, CoB-6urn SP. Markedly increased circulating pyridoxal 5'-phosphate levels in hypophosphatasia: alkaline phosphatase acts in vitamin B-6 metabolism. *J Clin Invest* 76:752-756, 1985
11. Leklem JE, Shultz TD. Increased plasma pyridoxal 5'-phosphate in male adolescents after a 4500-meter run. *Am J Clin Nutr* 48:541-548, 1983
12. Hofmann. A., Reynolds, R. D., Somoak, B-6. L., Villanueva, V. G., Deuster, P. A. Plasma pyridoxal and pyridoxal 5'-phosphate concentration in response to ingestion of water or glucose polymer during a 2-h run. *Am. J. Clin. Nutr.* 53: 84-89, 1991
13. Manore MM, Leklem JE, Walter MC. Vitamin B-6 metabolism as affected by exercise in trained and untrained women fed diets differing in carbohydrate and vitamin B-6 content. *Am J Clin Nutr* 46 : 995-1004, 1987
14. Chabner B-6, Livingston DA (1970) A simple enzymic assay for pyridoxal phosphate, *Anal Biochem* 34: 413-423

15. Mahuren JD, Coburn SP(1990) B-6 vitamers: cation exchange HPLC. *J Nutr biochem* 1:659-663
16. Kimura M, Kanehira K, Yokoi K. Highly sensitive and simple liquid chromatographic determination in plasma of B-6 vitamers, especially pyridoxal 5'-phosphate. *J Chromatography A* 722:295-391, 1996
17. Polansky M. Microbiological assay of vitamin B-6 in foods. In: Leklem JE, Reynolds R ed. *Methods in vitamin B-6 nutrition*. , pp 21-44, Plenum Press, New York, 1981
18. Shultz TD, Leklem JE. Urinary 4-pyridoxic acid , urinary vitamin B-6 and plasma pyridoxal phosphate as measures of vitamin B-6 status and dietary intake of adults , In: Leklem JE, Reynolds RD ed. *Methods in vitamin B-6 nutrition*, pp 297-320, Plenum Press, New York, 1981
19. Brown RR. The tryptophan load test as an index of vitamin B-6 nutrition. In : Leklem JE, Reynolds RD ed. *Methods in vitamin B-6 nutrition*, pp 321-340, Plenum Press, New York, 1985
20. Leklem JE. Vitamin B-6 metabolism and function in humans. In: Leklem JE, Reynolds RE ed. *Clinical and physiological application of vitamin B-6*, pp1-26, Liss, New York, 1988
21. Miller LT, Leklem JE, Shultz TD. The effects of dietary protein on the metabolism of vitamin B-6 in humans. *J Nutr* 115:1663-1672, 1985
22. Gregory JF, Kirk JR . Determination of urinary 4-pyridoxic acid using high performance liquid chromatography. *Am J Clin Nutr* 32:879-883, 1978
23. Brown RR. Possible role for vitamin B-6 metabolism in cancer prevention and treatment. In: Leklem JE, Reynolds RE ed. *Clinical and physiological application of vitamin B-6*, pp279-301, Liss, New York, 1988
24. Linkswiler HM. Methionine metabolism excretion as affected by a vitamin B-6 deficiency. In: Leklem JE, Reynolds JE ed. *Methods in vitamin B-6 nutrition*, pp 373-381. Plenum Press, New York, 1981
25. Brown RR, Rose DP, Leklem JE, Linkswiler HM, Anand R. Urinary 4-pyridoxic acid, plasma pyridoxal phosphate, and erythrocyte aminotransferase levels in oral contraceptive users receiving controlled intakes of vitamin B-6. *Am J Clin Nutr* 28:10-19, 1975
26. Leklem JE. Vitamin B-6 : reservoir, receptor, and red-cell reactions. In Saubrich HE, Lawrence JM(eds). *Beyond deficiency. Ann NY Acad Sci* 669:34-43, 1992
27. Huang YC, Chen W, Evans MC, Mitchell ME, Shultz TD. Vitamin B-6 requirement and status assessment of young women fed a high protein diet with various levels of vitamin B-6. *Am J Clin Nutr* 67:208-20, 1998
28. Canham JE, Baker EM, Harding RS. Dietary protein; its relationship to vitamin

- B-6 requirements and function, *Ann NY Acad Sci* 166:16-29, 1969
29. Kretsch MJ, Sauberlich HE, Skala JH, Johnson HL. Vitamin B-6 requirement and status assessment : young women fed a depletion diet followed by a plant or animal-protein diet with graded amounts of vitamin B-6. *Am J Clin Nutr* 61:1091-1101, 1995
 30. Rose CS, Gyorgy P, Butler M. et al Age differences in vitamin B-6 status of 617 men . *Am J Clin Nutr* 29:847-853, 1976
 31. Ribaya-Mercado JD, Russell RM, Sahyoun N. Vitamin B-6 requirements of humans, *Nutr Res* 14:293-324, 1991
 32. Cho Y. The Effect of vitamin B-6 deficiency on the utilization of fuel and blood cholesterol profile with regular exercise-training in rats. *Kor J Nutr* 29: 881-888, 1996
 33. Cho Y. The Effect of fasting and vitamin B-6 repletion on vitamin B-6 metabolism in rats. *Kor J Nutr* 28: 426-433, 1995
 34. Cho Y, Choi S. The Effects of vitamin B-6 deficiency on stored fuel utilization during 3 days fasting or 6 days underfeeding in rats. *Kor J Nutr* 27: 924-929, 1994
 35. Raiten DJ, ed Vitamin B-6 metabolism in pregnancy, lactation, and infancy . CRC Press, Boca Raton, FL, 1995
 36. Kang SA. Vitamin B-6 status of mothers : Relation to condition of newborn and the neonate. *Kor J Nutr* 26:867-886, 1993
 37. Kirksey A, Udipi SA. Vitamin B-6 in human pregnancy and lactation. In Reynold RD, Leklem JE eds. Vitamin B-6: Its role in health and disease, pp57-77. Liss, New York. 1985
 38. Bessey DA, Adam DJ, Hansen AE, Intake of vitamin B-6 and infantile convulsions: a first approximation of requirements of pyridoxine in infants. *Pediatrics* 20:33-44, 1957
 39. American Academy of Pediatrics. Recommended ranges of nutrients informulas. In :Pediatric Nutrition Handbook 2nd ed. Appendix I. pp356-367, American Academy of Pediatrics, Elk Grove Village, Ill
 40. Lewis JS, Nunn KP. Vitamin B-6 intakes and 24-hr 4-pyridoxic acid excretions of children. *Am J Clin Nutr* 30: 2023-2027, 1977