DOI: 10.16016/j.1000-5404.1999.04.022

久居高原战士核黄素需要量的研究*

蒋宝泉** 杨家驹 黄国荣 石元刚 韦 娜 曹帧吾*** 陈云苗*** 张 旭*** (第三军医大学预防医学系营养卫生学教研室) 重庆,400038

提 要 目的: 进行久居高原战士核黄素需要量实验研究,旨在为制定高原部队核黄素供给量标准提供参考依据。方法: 在海拔 3 700 m高原居住 1~4年的 50名战士随机分 5组,每人每日核黄素摄入量分别为 0.65 1.15 1.65 2.15 3.15 mg,于实验第 20天测定 1 h空腹尿中核黄素排出量、尿中核黄素/肌酐比值和 4 h负荷尿中核黄素排出量,用两回归交点法求出久居高原战士核黄素需要量。结果: 久居高原战士核黄素需要量为 1.56 mg,并以此求得的供给量为 1.87 mg 结论: 久居高原战士核黄素需要量高于平原人群,因此,增加高原战士核黄素摄入量对维持机体正常生理功能和提高机体对高原的适应能力可能是有益的。

关键词 高原;核黄素需要量

中图法分类号 R977.22

核黄素以辅酶 FMN或 FAD的形式参与体内的氧化还原反应,在能量代谢中起重要作用。高原人群处于低氧环境,其核黄素需要量过去虽有报道,但实验对象在高原居住时间差异较大。本实验以内地入藏 1~4年的青年战士为受试对象,进行了为期 20 d的核黄素需要量研究,为制定高原部队核黄素供给标准提供了参考依据。

1 对象与方法

1.1 实验对象

选择来自平原的驻藏某工兵团 50名男性战士,年龄 19~24岁,平均 20.4岁。高原居住时间 1~4年,平均 2.3年。该部所在地区海拔 3 700 m 实验期间受试者参加正常军事训练,劳动强度中度。

1.2 实验分组及观察指标

实验分 5组,每组 10人。第Ⅰ组核黄素摄入量维持基础膳食水平,第Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ组除基础膳食核黄素摄入量外,分别补充核黄素粉 0.5 1.0 1.5 2.5 mg(水冲服),使每人每日核黄素摄入量Ⅰ~Ⅴ组分别为 0.65 1.15 1.65 2.15 3.15 mg

分别于实验前 1 d和实验末(第 20天)清晨起床后排空尿液,然后收集 1 h空腹尿,测定尿中核黄素含量和核黄素/肌酐比值。实验第 20天收完清晨 1 h空腹尿后,每个受试者口服核黄素 5.0 mg,测定 4 h负荷尿中核黄素排出量。尿中核黄素测定用荧光法[1],肌酐测定用光电比色法[1]。

1.3 膳食调查与控制

实验前用称量法对受试单位进行了为期 3 d的膳食调查,查食物成分表计算出每人每日热能和各种营养素的平均摄取量,其中热能 3 110 Kcal 蛋白质 93 g 核黄素 1.0 mg 根据我们过去的实验结果[2],混合膳食中核黄素的烹调损失率为 35%,因此,受试者膳食核黄素实际摄入量为 0.65 mg

实验期间对食品的采购、烹调和食谱都进行了严格的控制,禁止零食,以便使核黄素及其它营养素的摄取量保持在与膳食调查期间相一致的水平。

2 结果

2.1 实验前空腹 1 h尿中核黄素排出量和尿中核黄素/肌酐比值测定结果,见表 1

表 1 实验前尿中核黄素排出量和尿中核黄素/肌酐比值测定

Tab 1 Riboflavin excretion and riboflavin/creatinine in urine before the trial ($\bar{x}\pm s$)

Group	n	Riboflavin excretion in 1 h urine (μg)	Riboflavin/creatinine in urine (μg/g)
Ⅰ	8	2.73± 1.85	39.6± 19.5
Ⅱ	9	1.81± 1.03	35.1± 11.9
Ⅲ	7	2.86± 1.57	38.5± 11.1
Ⅳ	7	3.10± 1.02	40.2± 18.9
Ⅴ	10	1.58± 0.92	26.8± 20.4

* 全军"八五"攻关项目

** 蒋宝泉,男,45岁,副教授,现在附属大坪医院营养科 重庆,400042 *** 西藏军区总医院 拉萨,850000

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

结果表明,实验前空腹 1 h尿中核黄素排出量和尿中核黄素/肌酐比值 5组间均差异不显著($P > 0.05$)。根据核黄素/肌酐比值测定结果,各组核黄素营养水平均处于不足状态。

2.2　实验第 20天各项指标测定结果,见表 2

表 2　实验第 20天尿中核黄素排出量和尿中核黄素/肌酐比值测定($\bar{x} \pm s$)

Tab 2　Riboflavin excretion and riboflavin/creatinine in urine at the 20th day of the trial ($\bar{x} \pm s$)

Group	n	Riboflavm excretion in 1 h urine (μg)	Riboflavin/creatinine in urine (μg/g)	Riboflavin excretion in 4 h load urine (μg)
Ⅰ	8	2.02± 1.25	37.1± 12.8	560.5± 140.9
Ⅱ	9	7.83± 1.75	64.9± 20.3	609.4± 388.6
Ⅲ	7	13.2± 8.4#	92.6± 38	936.2± 500.4
Ⅳ	7	36.8± 17.1**	204.9± 118.5**	1441.9± 716.2*
Ⅴ	10	76.8± 28.4△△	400.4± 166.8△△	2422± 681.4△△

#: $P < 0.05$ vs Ⅱ; *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$ vs Ⅲ; △△: $P < 0.01$ vs Ⅳ

由表 2可知,清晨空腹 1 h尿中核黄素排出量、尿核黄素/肌酐比值和 4 h负荷尿中核黄素排出量在Ⅲ、Ⅳ组间差异显著或非常显著,说明实验末 3项指标测定结果的变化在Ⅲ、Ⅳ组间存在突然增高的转折点。据此,如以核黄素摄入量为 X,清晨空腹 1 h尿核黄素排出量、尿中核黄素/肌酐比值和 4 h负荷尿中核黄素排出量为 $\hat{Y}$,可分别求出 3项指标中Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组回归方程 $\hat{Y}_1$和Ⅳ、Ⅴ组回归方程 $\hat{Y}_2$,当 $\hat{Y}_1$ 和 $\hat{Y}_2$两线相交,交点处即为转折点,其对应的核黄素摄入量即可作为受试者的核黄素生理需要量。上述 3项指标求得的核黄素生理需要量分别为 1.53、1.55、1.60 mg,见图 1、2、3。

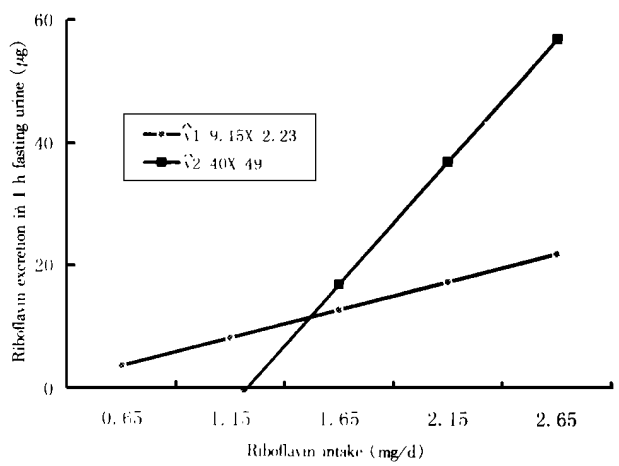


图 1　以 1 h空腹尿核黄素排出量为指标求得的核黄素需要量

Fig 1　The riboflavin requirement calculated on the basis of the riboflavin excretion in 1 h fasting urine

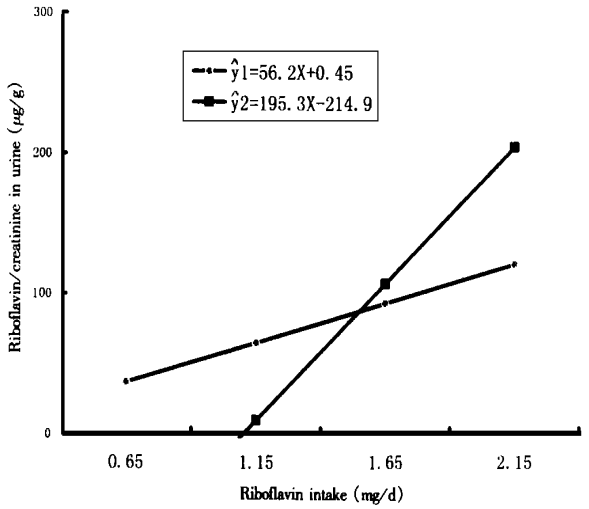


图 2　以尿中核黄素/肌酐比值求得的核黄素需要量

Fig 2　The riboflavin requirement calculated on the basis of the riboflavin/creatinine in urine

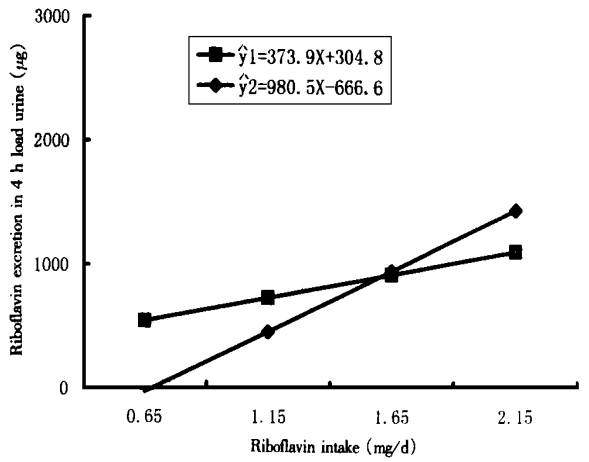


图 3　以 4 h负荷尿中核黄素排出量为指标求得的核黄素需要量

Fig 3　The riboflavin requirement calculated on the basis of the riboflavin excretion in 4 h load urine

3　讨论

因尿中核黄素排出量与核黄素摄入量和体内贮存量相关,故尿中核黄素排出量的测定为评价机体核黄素营养状态和研究核黄素需要量的常规实验方法。我们以往的研究和本实验结果都表明,实验所采用的 3项指标都能很好反映机体核黄素水平,所求得的需要量也比较接近[2]。

根据实验前膳食调查和尿中核黄素排出量测定,表明该连队战士核黄素处于营养不良状态,主要是由

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

于膳食核黄素摄入不足所致。为期 20 d的实验研究表明,3项指标用两回归方程交点法求得的久居高原战士核黄素需要量平均为 1.56 mg,我们对受试对象实验前后核黄素缺乏病体征检查结果也表明每天摄入核黄素 1.65 mg以上,可有效的预防核黄素缺乏病的发生(如III、IV、V组)。

为满足 97.5%人群的需要,一般将需要量加 2倍标准差的上限作为该营养素的供给量,而许多营养素分布曲线的 2倍标准差就等于均值的 20%[3],因此,本实验求得的久居高原战士核黄素供给量为 1.87 mg,确实高于平原战士供给量标准。为此我们认为,增加高原战士核黄素摄入量对维持机体正常生理功能和提高机体对高原的适应能力是有益的。有报道指出,模拟高原缺氧可使动物体内活性氧自由基产生增多,脂质过氧化增强[4],而 Christopher等[5]的实验结果表明,补充核黄素可明显降低活性氧及过氧化产物对组织的损伤,因此,增加高原战士核黄素摄入量也有助于减轻高原缺氧可能产生的组织损伤作用。

参考文献

1 王喜生,殷太安,刘继鹏.人体营养状况的评价方法.天津:天津科学技术出版社,1987. 150~152, 203~205

2 蒋宝泉,杨家驹,陈东升,等.雷达操纵人员核黄素需要量实验研究.解放军预防医学杂志,1991, 9(5): 323

3 Bender A E, Bender D A. Nutrition for medical students. New York: John Wiley and Sons Let, 1982. 10~14

4 陈东升,杨家驹,朱俊东,等.急性缺氧对大鼠脂质过氧化的影响及补充维生素 E的效应.营养学报,1997, 19(1): 28

5 Christopher P M, Donald E H, Marshal S. Myocardial flavin reductase and riboflavin: a potential role in decreasing reoxygenation injury. Biochem and Biophys Res Commun, 1995, 212(1): 35

(收稿: 1997-12-23;修回: 1998-10-16)

(编辑 汪勤俭)

Riboflavin requirement of the long-staying soldiers at high altitude*

Jiang Baoquan, Yang Jiaju, Huang Guorong, Shi Yuangang, Wei Na, Cao Zhenwu, Chen Yunmiao, Zhang Xu

(Department of Nutrition and Food Hygiene, Faculty of Preventive Medicine, Third Military Medical University, Chongqing, 400038)

Abstract Objective: To determine the riboflavin requirement of the long-staying soldiers at high altitude to provide a reference data for recommended dietary allowance (RDA) for the soldiers. Methods: Fifty soldiers living at 3 700 m altitude for 1~4 years were randomized into 5 groups. Riboflavin at doses of 0.65 mg, 1.15 mg, 1.65 mg, 2.15 mg and 3.15 mg per capita per day was given to the soldiers in the 5 groups respectively. The riboflavin excretion of 1h fasting urine, the ratio of riboflavin to creatinine in urine and the riboflavin excretion in 4h load urine were determined on the 20th day. The riboflavin requirement was calculated using intersection point of two lines of regression equation. Results: The riboflavin requirement was 1.56 mg and RDA was 1.87 mg for the soldiers living at high altitude. Conclusion: Long-staying soldiers need larger riboflavin requirement than people at the plain, which suggests that it is necessary to increase riboflavin intake for the long-staying soldiers at the high altitude in order to keep their normal physiological function and improve their fitting capacity to the high altitude.

Key words high altitude; riboflavin requirement

* This project was supported by the "Eight five" obligatory budget of PLA

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net