DOI:10.16016/j.1000-5404.1992.01.016

BGR－AC值评价低照度作业人员核黄素状态指导线的研究

蒋宝泉 杨家驹 陈东升 夏文彬 黄国荣 石元刚（第三军医大学卫防系 营养学教研室）630038

提 要 本文结合尿中核黄素排出量的测定，对BGR-AC值评价低照度作业人员核黄素状态的指导线进行了探讨。结果表明，BGR-AC值与尿核黄素排出量呈非常显著的负相关（$P<0.001$），并且随着核黄素摄入量的增加，BGR-AC值在Ⅰ-Ⅱ组间下降明显和Ⅱ-Ⅳ组间下降不明显。根据拟合的指数方程及雷达操纵员的核黄素需要量，我们认为低照度作业人员的BGR-AC值≤1.24为核黄素状态正常，>1.24为核黄素状态不正常。

关键词 核黄素/尿；谷胱甘肽还原酶类/血液；低照度作业人员

用红细胞谷胱甘肽还原酶活性系数（erythrocyte glutathion reductase activity coefficient，EGR-AC）评价机体核黄素状态已被公认是一项先进的生化指标，它可以精确地反映机体核黄素营养水平。后来 Glatzle 报道用测全血谷胱甘肽还原酶活性系数（blood glutathion reductase activity coefficient，BGR-AC）同样能很好地反映机体核黄素状态，并且使操作步骤简单化[1]。但 BGR-AC 值对机体核黄素状态的评价标准，目前仅有动物实验资料[2]及对人体评价标准的估计值[3]，而对不同人群的人体实验研究国内外还未见报道，为此，我们以雷达操纵员为实验对象，对BGR-AC值评价低照度作业人员核黄素状态的指导线进行了探讨。

1 方 法

1.1 对象

28名雷达操纵员，均为男性青年。实验分4组，每组7人。第Ⅰ组核黄素摄入量维持基础膳食水平，第Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ组除基础膳食核黄素摄入量外，分别补充不同量的核黄素水溶液，使每人每日核黄素总摄入量Ⅰ-Ⅳ组分别为0.53mg、1.0mg、2.0mg、3.0mg。

实验期间雷达室内、外温度分别为23.3±4.1℃、21.9±4.7℃。雷达室内照度为1.0～2.5 Lux。受试对象每天上机操作3～4 h，为中等劳动强度。

1.2 指标

1.2.1 BGR-AC值：取清晨空腹静脉血，用NADPH（还原型辅酶Ⅰ）法测定谷胱甘肽还原酶（GR）活性[3]，结果以“活性系数”（BGR-AC）表示，即溶血液在体外加FAD后GR与试剂反应所产生的光密度与不加FAD时GR与试剂反应所产生的光密度的比值。光密度测定所用仪器为721型分光光度计，波长420nm。

1.2.2 清晨1 h禁食尿中核黄素排出量、尿核黄素/肌酐比值和口服核黄素5.0mg后4 h负荷尿中核黄素排出量。核黄素含量测定用荧光法[4]，肌酐含量测定用光电比色法[5]。

上述指标分别于实验前1 d和实验末（第28天）对受试者进行了两次测定。

1.3 膳食控制

于实验前及实验中期用称量法进行了每次为期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，并对调查期间所摄取的各种主、副食熟食物进行了核黄素含量测定。结果表明，实验期间每人每日热能、蛋白质和核黄素的平均摄取量分别为2749Kcal、66.2g、0.53mg。考虑到负氮平衡影响尿中核黄素排出量，故实验期每人每日补充牛肉干25g（含蛋白质18g），使蛋白质日摄入量保持在80g以上。为使基础膳食中摄取的各种营养素在整个实验期保持一致，对食品的采购、烹调和食谱的制定都进行了严格的控制。

2 结 果

2.1 实验前各项指标测定结果

实验前1 d清晨1 h禁食尿核黄素排出量（μg）为3.05±1.69，尿核黄素/肌酐比值（μg/g）为45.3±26.4，BGR-AC值为1.49±0.21。分组后，各项指标组间均无显著差异（$P>0.05$）。

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

2.2 实验第28天各项指标测定结结(附表)

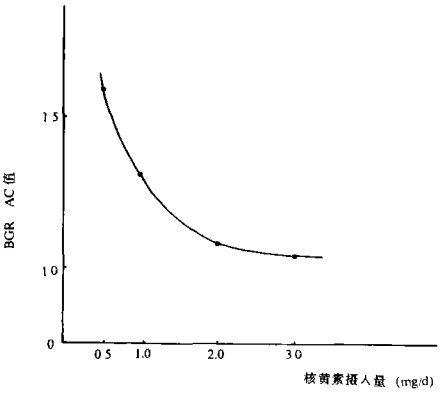
对 BGR-AC 值与清晨1h禁食尿核黄素排出量、尿核黄素/肌酐比值和4h负荷尿核黄素排出量分别进行了相关分析，相关系数r分别为－0.632、－0.657、－0.689，P均小于0.001，呈非常显著的负相关。实验还发现，随着核黄素摄入量的增加，

附表 实验第28d各项指标测定结果

组别	n	清晨1h禁食尿核黄素排出量(μg) $\bar{x}\pm s$	尿核黄素/肌酐比值 (μg/g) $\bar{x}\pm s$	4h负荷尿核黄素排出量 (μg) $\bar{x}\pm s$	$\bar{x}\pm s$
Ⅰ	7	1.40±0.79[a]	23.2± 12.5[a]	597.5±226.3[a]	1.60±0.26[a]
Ⅱ	7	3.50±1.22[a]	62.5± 21.5[b]	702.9±242.1[a]	1.31±0.08[b]
Ⅲ	7	19.2±7.60[b]	338.0±126.4[c]	1398.3±449.8[b]	1.08±0.11[c]
Ⅳ	7	41.2±15.2[c]	657.2±200.0[d]	1714.9±357.3[b]	1.04±0.03[c]

注：同列中字母a、b、c不同者表示存在显著差异（$P<0.05$）

BGR—AC值逐渐下降，但Ⅰ—Ⅱ组间下降迅速而Ⅱ—Ⅳ组间下降缓慢（见附图）。



附图 BGR-AC 值与核黄素摄入量关系

$\hat{y}=10^{-0.017868-0.48290X}+1$

此外，我们于实验前后进行了核黄素缺乏病检查。结果表明，无论是核黄素缺乏的特异性症状如阴囊皮炎，或非特异性的舌部及眼部症状，实验前各组都存在较多，实验结束时Ⅱ、Ⅳ组核黄素缺乏病症状全部消失，而Ⅰ、Ⅱ组改善不大。

3 讨 论

GR是以核黄素的衍生物黄素腺嘌呤二核苷酸（FAD）为辅基的一种黄酶，它的作用是促进氧化型谷胱甘肽的还原，在氧化还原体系中保持疏基处于还原状态，以维持细胞的正常生理功能。该酶存在于许多组织中，它的活性受机体核黄素状态的影响，而红细胞内的GR活性受其影响最早[6]。当膳食核黄素缺乏时，血浆和红细胞内核黄素减少，FAD也相应减少，GR活性随之下降。由于GR的活性在反映膳食核黄素摄入和组织核黄素水平方面是有一定敏感度范围的[7]，因此，我们认为，当BGR-AC值对核黄素摄入量的反应由敏感变为不敏感时，即表明机体核黄素已达到饱和状态。我们的实验结果证实了这一推断。从附表可知，BGR-AC值随着核黄素摄入量的增加而逐渐下降，Ⅰ-Ⅲ组组间差异非常显著（$P<0.01$），而Ⅲ、Ⅳ组BGR-AC值分别为1.08、1.04，差异不显著，说明BGR-AC值在1.08时已表明组织核黄素为充裕状态。如以Sauberlich[8]对24h时尿中核黄素排出量评价标准换算成1h尿核黄素排出量，并根据尿核黄素/肌酐比值评价标准[9]及4h负荷尿核黄素排出量评价标准[10]，则实验第28天测定结果也表明第Ⅰ组核黄素状态为缺乏，第Ⅱ组为不足，第Ⅲ、Ⅳ组为充裕，与BGR-AC值的评价结果是一致的。并且BGR-AC值与尿中核黄素排出量各项指标的测定值都具有高度相关性，同样说明BGR-AC值是反映机体核黄素状态的一项良好指标。

根据BGR-AC值随着核黄素摄入量的增加在Ⅰ-Ⅲ组间下降迅速和Ⅲ、Ⅳ组间下降缓慢的现象(见附图)，我们以核黄素摄入量

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

为x，BGR-AC值为$\hat{y}$，拟合一指数方程，则$\hat{y}=10^{-0.0_{17888}-0.48200x}+1$。作者以往研究表明[11]，雷达操纵员核黄素需要量为1.25～1.38mg，如将该需要量代入上述指数方程所求得的BGR-AC值作为正常核黄素状态的BGR-AC值，则$\hat{y}$=1.24～1.21。因此，核黄素状态正常的雷达操纵员BGR-AC值应≤1.24，而BGR-AC值>1.24则为不正常。

因雷达操纵员为低照度视力集中作业，据此，我们认为上述评价标准也适用于其他低照度作业的人群，如井下工人、夜间车辆驾驶员等。

（参加本实验研究还有糜漫天、张丽等同志）。

参考文献

1. Glatzle D, Weiser H, Weber F, et al. Correlations between riboflavin supply, glutathion reductase activities and flavin levels in the rats. Int J Vit Nutr Res 1973;43:187
2. 顾景范 陈玉珍 王宗印，等。全血谷胱甘肽还原酶活性系数评定动物核黄素营养状况的评价标准。营养学报 1982;4(1):59
3. 顾景范 陈玉珍 王宗印，等。全血谷胱甘肽还原酶活性系数在营养调查中的应用。营养学报 1982;4(4):349
4. 陈学存 赵法伋。营养调查手册。第2版。北京：人民卫生出版社，1987:191
5. 王喜生 殷太安 刘继鹏，等。人体营养状况的评价方法。天津：天津科学技术出版社，1987:150
6. Thurnham DI. Red cell enzyme tests of vitamin status: Do marginal differences have any physiological significance? Proc Nutr Soc 1981;40:155
7. Philip J, James S, Goodwin MD, et al. Nutritional status in a healthy elderly population: riboflavin. Am J Clin Nutr 1982;36:902
8. Sauberlich HE, Dowdy RP, Skala JH. Laboratory test for the assessment of nutritional status. CRC Press InC 1974;30
9. Pearson WN. Biochemical appraisal of nutritional status in man. Am J Clin Nutr 1962;11:462
10. 王喜生 殷太安 刘继鹏，等。人体营养状况的评价方法。天津：天津科学技术出版社，1987:254
11. 蒋宝泉 杨家驹 陈东升，等。雷达操纵员核黄素生理需要量实验研究。解放军预防医学杂志 1991,9(5):323

Study of BGR-AC value as guide line to assess riboflavin status in low-illumination workers

Jiang Baoquan, Yang Jiaju, Chen Dongsheng, et al. (Department of Nutrition and Food Hygiene, Third Military Medical College, Chongqing, 630038)

Abstract The significance of the blood glutathion reductase activity coefficient (BGR-AC) as the guide line to assess riboflavin status in 28 radar operators was studied by comparing with the amount of their urinary excreted riboflavin. The 28 subjects were randomized into 4 groups and the riboflavin intake was 0.53 mg, 1.0 mg, 2.0 mg, and 3.0 mg respectively. It was found that there was a significant negative correlation between BGR-AC and urinary excretion of riboflavin, and with the incrase of riboflavin intake, there was a significant decrease of BGR-AC in Groups I, II, and III though the difference between Group III and Group IV was insigificant. On the basis of the BGR-AC values of the 4 groups, an exponential equation was established which tells the riboflavin requirement of radar operators. It is defined that when BGR-AC is smaller than equal to 1.24, it is normal and when it is larger than 1.24, it means abnormal riboflavin status of the individual.

Key words riboflavin/UR; gluathion reductase/BL; low-illumination worker

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