

高原鼠兔红细胞免疫功能的研究^{*}

叶润蓉 曹伊凡

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001)

白琴华

(中国科学院遗传研究所)

摘 要

本文应用免疫花环试验法测定了封闭群中高原鼠兔红细胞 C₃b 受体和红细胞免疫复合物的花环率, 并比较了不同年龄高原鼠兔红细胞的免疫功能。研究表明, 高原鼠兔红细胞在自身免疫系统中具有重要的免疫功能; 随年龄增长, 其红细胞免疫功能逐渐减弱。与人、兔和大白鼠等动物相比, 高原鼠兔红细胞免疫粘附活性高, 因此适宜作红细胞免疫实验的动物模型。

关键词 高原鼠兔; 红细胞; C₃b 受体; 免疫复合物; 免疫功能

在传统的血液细胞功能划分中, 通常认为白细胞的作用与机体的免疫和防御机制相关, 而红细胞则是一种高度特化、含有丰富血红蛋白的细胞, 其主要作用是运输呼吸气体和维持血液中酸、碱的相对平衡。Siegel (1981a) 在他和前人的研究基础上, 提出了红细胞免疫系统假说, 同时推测该假说也适用于哺乳动物。高原鼠兔 (*Ochotona curzoniae*) 是新开发的兔形目实验动物 (叶润蓉等, 1993)。为检验这种动物红细胞的免疫功能, 除对一般的血液学检查外, 还对其红细胞膜上补体 3b (complement 3b, C₃b) 受体活性和红细胞膜上吸附免疫复合物的数量进行了测定, 现将结果报道如下。

材料与方 法

实验动物为中国科学院西北高原生物所培育和繁殖的封闭群高原鼠兔。用于红细胞免疫功能测定的动物分为3个年龄组, 1-2月龄为亚成体组, 共26例; 10-18月龄为成体组, 共24例; 24月龄以上为老体组, 共14例; 总计64例。各年龄组内雌雄个体各半。

红细胞 C₃b 受体 (E-C₃b receptor, E-CR1) 花环试验及红细胞免疫复合物 (E-immunocomplexes, RBC-IC) 花环试验按郭峰 (1982) 报道的方法进行。冻干补体致敏酵母菌和未致敏酵母菌购于上海第二军医大学长海医院免疫室, 批号为940404 (即1994年4月4日出厂)。用耳缘静脉血。显微镜是意大利产的 OFFICINE GALILEO DIMILANO 显微镜。

红细胞 (RBC) 和白细胞 (WBC) 计数采用常规的计数板显微镜法; 血红蛋白

* 国家自然科学基金和中国科学院基金资助项目

本文撰写中, 承蒙刘季科研究员提出宝贵意见, 谨此致谢

本文于1995年3月16日收到, 1995年6月27日收到修改稿

(Hb) 含量测定采用氰化高铁血红蛋白法。眶后静脉丛采血。所用动物40例，雌雄各半，年龄为6月龄以上的成体。

结果与讨论

实验结果表明，各年龄组鼠兔的红细胞膜上均存在有 C₃b 受体，都可通过该受体吸附 C₃b 致敏酵母菌形成花环，并都具有粘附免疫复合物的能力（表1），从而证明不同年龄鼠兔的红细胞都具有免疫功能。红细胞发挥免疫功能的基础是通过其膜上 C₃b 受体而实现的（Nizhioka, 1963）。尽管 C₃b 受体也存在于白细胞上（Fearon, 1979），但在成体鼠兔的每升血液中，平均含红细胞 8.5×10^{12} 个，白细胞 4.0×10^9 个（表2），红细胞是白细胞的2125倍。说明，在血液循环中，红细胞粘附免疫复合物的机遇比白细胞多2125倍。由于红细胞可通过其膜上的 C₃b 受体粘附免疫复合物，并将其运到肝、脾等器官，由吞噬细胞吞噬后排出体外，以达到减少免疫复合物对机体的危害（Siegel 等, 1981b; Cornacoff 等, 1983; Yoshida 等, 1986），因此，鼠兔红细胞在机体防御中起着白细胞所不能取代的重要作用，它与白细胞共同承担着机体的防御机能。

表1 各年龄组高原鼠兔红细胞免疫功能的测定结果 (M±SD%)

Table 1 The erythrocyte immune function of plateau pika in different age-groups (M±SD%)

组别 Group	性别 Sex	E-CR1 花环率 E-CR1 rosette ratio	E-IC 花环率 E-IC rosette ratio	RI 花环率* RI rosette ratio	RI 花环率差异显著比较 Difference analysis of RI rosette ratio
亚成体 Young	♀	21.44±6.08	21.77±5.96	43.65±8.78	
	♂	24.58±7.40	18.46±4.28	43.04±9.78	
成体 Adult	♂+♀	23.23±6.77	20.12±5.43	43.35±9.11	P<0.01, t=3.534 差异显著
	♀	18.88±6.33	17.04±4.38	36.75±8.07	Difference very significant
	♂	16.17±3.92	16.29±5.73	32.67±8.11	
	♂+♀	17.77±5.44	16.65±5.02	34.71±8.18	P<0.01, t=2.564 差异显著
老体 Old	♀	15.14±6.49	13.79±2.46	28.93±6.64	Difference very significant
	♂	14.07±5.33	13.50±3.30	28.86±7.88	
	♂+♀	14.61±5.73	13.64±2.80	28.25±7.06	

* 表中 RI 花环率为 C₃b 受体花环率与免疫复合物花环率之和

* RI=E-CR1 rosette ratio + E-IC rosette ratio

经统计分析，各组雌雄鼠兔间红细胞免疫粘附活性（RI 花环率）无明显差异，但组间差异显著（表1），亚成体组 RI 花环率最高，为43.35%；成体组次之，为34.71%；老年组最低，为28.25%。说明，随年龄递增，其红细胞的免疫功能逐渐衰退。

表2 高原鼠兔血液检查

Table 2 The test of the blood on Plateau pika

项目 Item	♀ (M±SD)	♂ (M±SD)	♂♀ (M±SD)	♂♀ 范围 Range
Hb g/L	128.7±18.6	173.4±21.0	133.1±19.2	105—165
RBC×10 ⁶ /μl	8.4±1.4	8.6±1.3	8.5±1.4	6.2—10.9
WBC×10 ⁹ /μl	3.9±1.2	4.1±1.1	4.0±1.2	2.4—5.8

如表3所示，鼠兔、长爪沙鼠 (*Meriones unguiculataus*) 和日本大耳兔游离状态 (CR1 花环率) 与结合状态 (IC 花环率) 的红细胞 C₃b 受体无明显差异，其比值分别为1.07、1.05 和0.87。人、恒河猴 (*Macaca mulatta*)、大灵猫 (*Viverra zibetha*)、小灵猫 (*Viverricula indica*) 游离状态的 C₃b 受体明显高于结合状态的红细胞 C₃b 受体。说明，鼠兔、长爪沙

鼠和日本大耳兔的红细胞通过免疫粘附作用，清除血液中免疫复合物对机体危害的能力均明显强于人和以上几种动物。除豚鼠外，鼠兔红细胞 C₃b 受体总数 (RI) 最高。在每升血液中，鼠兔所含红细胞个数较人和其它动物多、较豚鼠多 $3.1 \times 10^{12} / \mu\text{l}$ 个 (叶润蓉等, 1994)，因此，鼠兔红细胞在机体免疫功能中所起的作用并不低于豚鼠。上述结果表明，鼠兔红细胞粘附血液中的免疫复合物的能力强，RI 数量高。

表3 高原鼠兔与人及其它动物红细胞免疫功能的比较 (M±SD)

Table 3 Comparison of erythrocytes immune function between Plateau pika with human and other animals

动物名称 Animal	E-CR1花环率 (%) E-CR1 rosette ratio	E-IC花环率 (%) E-IC rosette ratio	E-C ₃ b E-IC	RI花环率 (%) RI rosette ratio	引用文献 Artical
高原鼠兔 Plateau pika	17.77±5.44	16.65±5.02	1.07	34.71±8.18	
人 Human	17.40±6.50	4.10±2.50	4.24	21.50	郭峰, 1982
日本大耳白兔 Japan rabbit	6.45±2.15	7.38±1.80	0.87	13.83	李素华等, 1993
豚鼠 Guine pig	23.18±5.73	20.24±19.98	1.14	43.42	王旭东等, 1993
Wrstar 大鼠 Wrstar rat	9.36±2.68	2.68±3.12	3.49	12.04	姜淑英等, 1993
长爪沙鼠 Clawed jird	6.55±0.93	6.25±0.96	1.05	12.8	聂金荣等, 1994
恒河猴 Rhesus monkey	12.83±1.95	6.37±1.25	2.01	20.20	陈思义等, 1993
大灵猫 Gem-faced civet	9.28±1.61	5.43±1.33	1.71	14.71	张德成等, 1991
小灵猫 Indian civet	9.21±1.81	5.50±1.36	1.67	14.71	张德成等, 1991

* 引自中国实验动物学1994年年会暨第二届优秀论文摘要汇编, 75页

* From the symposium of second conference of Chinese Laboratorial Amino Association in 1994, P. 75

综上所述，与人和其它几种动物比，高原鼠兔每升血液中的红细胞数量多、红细胞免疫粘附活性高、C₃b 受体粘附免疫复合物并将其清除的能力强。因此，我们认为，该种动物适宜作红细胞免疫实验的动物模型。

参 考 文 献

- 王旭东, 饶家荣, 王生奎. 1993. 九种动物红细胞免疫功能研究、分析和意义. 红细胞免疫学新探 (下卷). 南京大学出版社, 125-128.
- 叶润蓉, 樊乃昌, 白琴华. 1993. 新开发实验动物—高原鼠兔. 动物学杂志, 28 (5): 51-53.
- 叶润蓉, 曹伊凡, 白琴华. 1994. 高原鼠兔的血象及其与低氧适应的关系. 中国实验动物学报, 2 (2): 115-120.
- 李素华, 刘攸军, 谢秋勋, 朱国标. 1993. 外界高温对实验家兔红细胞免疫粘附功能的影响. 红细胞免疫学新探 (上卷). 南京大学出版社, 82-84.
- 陈思义, 张德成, 陈国强, 李进昌, 朱家新. 1993. 恒河猴红细胞免疫功能研究. 动物学报, 39 (2): 185-188.
- 张德成, 陈思义, 吴润培, 李进昌, 陈国强, 胡新波. 1991. 小灵猫和大灵猫红细胞免疫调节功能的研究. 兽类学报, 11 (3): 200-203.
- 姜淑英, 姚大为, 范顺涛, 刑凤友, 闫玉文, 奕桂荣, 李伟力, 韩风. 1993. 寒冷条件下大鼠红细胞免疫功能的研究. 红细胞免疫学新探 (上卷). 南京大学出版社, 79-82.
- 郭峰, 虞紫茜, 赵中平. 1982. 红细胞免疫功能的初步研究. 中华医学杂志, 62 (12): 715-716.
- Corncoff J B, Hebert L A, Smead W L, Vanaman M E, Birmingham D L. 1983. Primate erythrocyte-immune complex-clearing mechanism. *J Clin Invest*, 71 (2): 236-247.
- Fearon D T. 1979. Regulation of the amplification C-3 convertase of human complement by an inhibitory protein iso-

- lated from human erythrocytes membrane. *Proc Natl Acad Sci. USA*, **76** (11), 5867—5871.
- Nizhioka K. 1963. Measurements of complement by agglutination of human erythrocytes reacting in immune-adherence. *J Immunol*, **90**, 86—97.
- Siegel I, Lin T L, Gleicher N. 1981a. The red-cell immune system. *Lancet*, **2** (8246), 556—559.
- Siegel I, Lin T L, Gleicher N. 1981b. Red cell immune adherence. *Lancet*, **2** (8246), 878—897.
- Yoshida K, Yukiama Y, Miyamoto T. 1986. Interaction between immune complexes and (complement) C₃b receptors on erythrocytes. *Immunol Immunopathol*. **59** (2), 213—221.

ERYTHROCYTIC IMMUNE FUNCTION OF PLATEAU PIKA

YE Runrong CAO Yifan

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica, Xining, 810001)

BAI Qinhu

(Institute of Genetics, Academia Sinica)

Abstract

The erythrocytic immune function of plateau pika (*Chotona curzoniae*) was measured and analyzed by the immune rosette assay of erythrocytic complement 3b (RBC-C₃b) receptors and immunocomplexes (RBC-IC) in this paper. The tested animals (26 young individuals, 24 adults, and 14 old ones) are from the closed population domesticated in Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica, Xining, Qinghai. The results indicate that: (1) There are C₃b receptors on red blood membrane in every age group of the pika, and all these receptors are able to adhere immune complex. (2) The erythrocyte (mean 8.5×10^{12} per individual) is 2 125 times as more as the leucocyte (mean 4.0×10^9 per individual) of the adult pika, so there are much more possible chance for the erythrocyte to adhere immunocomplexes. These facts obviously suggest that the erythrocytes play an important role in the immunological system of the pika.

There is no statistical difference between male and female individuals in the same age group of the pika. The difference of red blood cell immune function also was compared between different age groups of the pika. The immune function of the pika gradually decrease with the increase of age. The erythrocytic immune adherence activities (RI rosette ratio) of different age groups are respectively 43.35 ± 9.11 (the young), 34.71 ± 8.18 (the adult) and 28.25 ± 7.06 (the old).

By comparing, red blood cell immune adherence activity of the pika is higher than those of human, hare and race. So Plateau pika would be an available species of laboratory animal for research on red blood cell immunology.

Key words Plateau pika (*Ochotona curzoniae*); Erythrocyte; C₃b receptor; Immuno-complex; Immune function