

高原鼠兔血清无机元素含量的分析*

叶润蓉 曹伊凡

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001)

摘要 测定分析了高原鼠兔血清电解质、无机元素、血清铁和总铁结合力, 并与人和其它实验动物的相应指标进行了比较。得出以下主要结论: 1. 高原鼠兔血清电解质浓度不受生活环境和食物条件的影响, 其机体能自身调节血清离子浓度, 以维持电解质在血液中的相对平衡; 2. 高原鼠兔血清铁含量与其栖息地海拔相关, 随海拔升高血清铁含量增加; 3. 高原鼠兔通过增加运铁蛋白与铁的结合力作为适应高原低氧环境的方式之一。

关键词: 高原鼠兔; 血清; 电解质; 总铁结合力

分类号: Q 592.1

高原鼠兔 (*Ochotona curzoniae*) 是新开发的兔形目实验动物^[1]。有关其生物学特性正被不断研究积累。电解质和无机元素是维持动物生命必不可少的成分, 在血液中的含量具有种属特异性。测定高原鼠兔血液中的相关指标, 有助于了解这种新开发实验动物的生物学特性。另外, 进行封闭群与野生鼠兔间各项指标的比较, 有利于指导人工饲料的合成; 以及揭示高原鼠兔在不同生活环境下的生物学特性变化。本文对封闭群和野生高原鼠兔的血清电解质、无机元素、血清铁和总铁结合力进行了测定分析, 并与人和其它实验动物的相应指标进行了比较, 现将结果总结报道如下。

1 材料和方法

1.1 实验动物 封闭群高原鼠兔是中国科学院西北高原生物研究所培育和繁殖的第 10 代鼠兔; 共计 22 例, 雄鼠 10 例, 雌鼠 12 例; 年龄为 5 月龄以上的成体; 体重为 120 ~ 160 g。野生高原鼠兔于 1995 年 10 月捕自青海省境内的青海湖地区, 并在带回西宁的隔日用于实验; 总计 20 例, 雄鼠 11 例, 雌鼠 9 例; 体重为 110 ~ 150 g。

1.2 样品制备 动物均为空腹采血, 采血时间为 09 00 ~ 10 00; 采血方法为活体眼球取血; 并迅速离心 (2 000 r/min, 20 min) 后收集血清。

1.3 测定方法 血清钾、钠、钙、氯离子的测定, 采用离子电极法。仪器和试剂均购于深圳三龙公司。血清总钙、无机磷、镁、铁和总铁的测定, 用荷兰产的 ISP 半自动生化分析仪; 血清总钙用邻甲酚酞络合法; 磷用紫外光度法 (340 nm); 镁用络合指示剂法; 铁和总铁用抗坏血酸法, 所用试剂购于上海长征医学科学有限公司, 铁试剂是澳大

* 作者简介: 叶润蓉, 女, 1957 年 10 月生, 副研究员

收稿日期: 1998 - 04 - 14, 修回日期: 1998 - 09 - 28

利亚进口试剂。

2 结果和讨论

2.1 高原鼠兔血清电解质 无机元素钾、钠、钙、氯离子是动物体液中的主要电解质，故本文将它们作为电解质进行分析讨论。封闭群高原鼠兔与野生高原鼠兔血清电解质含量的测定结果列于表 1。我们分别对雌鼠兔与雄鼠兔、封闭群与野生鼠兔之间的钾、钠、钙和氯离子含量，进行了差异显著性检验（t 检验）。结果显示，均无明显差异。封闭群与野生高原鼠兔的生活环境及所摄食物不同，而血清电解质含量无明显差异。这说明鼠兔血清电解质浓度，不受生活环境和食物条件的影响，能维持血液中的相对恒定。这与电解质起着维持细胞内外酸碱平衡和渗透压平衡的功能^[2]相吻合。

2.2 高原鼠兔血清无机元素 无机元素磷、镁和血清总钙（Ca）在封闭群和野生鼠兔血清中的含量见表 1。经差异显著性检验，血清磷和总钙含量无性别差异；但在封闭群与野生鼠兔之间差异分别为显著（ $t = 2.568, P < 0.05$ ）和极显著（ $t = 3.085, P < 0.01$ ）。血清总钙包括扩散性游离钙（离子钙）、扩散性非游离钙和非扩散性钙。非扩散性钙与离子钙之间能互相转变。封闭群和野生鼠兔的血清总钙浓度差异明显，而血清离子钙（ Ca^{2+} ）浓度差异不明显。这进一步证明，高原鼠兔机体能自身调节血清离子浓度。

表 1 封闭群和野生高原鼠兔血清电解质及无机元素含量比较

Table 1 Contents comparison of chemical components in serum between the close-colony pika and wild pika

指标 Indices	封闭群 Close-colony pika			野生鼠兔 Wild pika		
血清电解质 Electrolyte in serum						
K^+ mmol/L	5.42 ±0.55	5.24 ±0.52	5.32 ±0.53	5.68 ±0.52	5.82 ±0.66	5.75 ±0.57
Na^+ mmol/L	135.2 ±3.3	135.9 ±6.4	135.6 ±5.1	132.2 ±6.5	133.8 ±9.3	132.9 ±7.7
Ca^{2+} mmol/L	1.41 ±0.10	1.36 ±0.10	1.38 ±0.10	1.47 ±0.11	1.40 ±0.19	1.44 ±0.16
Cl^- mmol/L	98.3 ±4.2	96.4 ±3.6	97.2 ±3.9	93.4 ±5.6	95.2 ±6.1	94.2 ±5.7
血清无机元素 Inorganic elements in serum						
Ca mmol/L	2.64 ±0.18	2.50 ±0.32	2.56 ±0.27	2.77 ±0.26	2.72 ±0.12	2.75 ±0.21
P mmol/L	1.68 ±0.41	1.57 ±0.22	1.62 ±0.32	1.85 ±0.21	1.99 ±0.36	1.91 ±0.2
Mg mmol/L	1.19 ±0.11	1.43 ±0.44	1.32 ±0.35	1.16 ±0.09	1.48 ±0.35	1.30 ±0.29

野生鼠兔血清总钙含量比封闭群鼠兔高 7.4%，磷含量高 17.9%。这可能与人工合成饲料中的钙、磷偏低有关；也可能与野生鼠兔得到充分的阳光照射能合成足够的 VD 有关，其原因还待进一步研究。但根据封闭群鼠兔生长发育情况^[3]，我们认为封闭群鼠兔的血清钙、磷含量，仍属正常值范围。

镁元素在封闭群与野生鼠兔之间差异不显著。在雌、雄鼠兔之间尽管无明显性别差

异,但无论是封闭群还是野生鼠兔,雌鼠兔的血清镁元素含量均高于雄鼠兔。

2.3 高原鼠兔血清铁和总铁结合力 血清铁 (Serum iron, SI) 和总铁结合力 (Total iron-binding capacity, TIBC) 及相关指标见表 2。经 t 检验表明,血清铁含量无性别差异。但野生鼠兔血清铁含量明显高于封闭群鼠兔,且差异极显著 ($t = 4.680$, $P < 0.01$)。封闭群鼠兔生活在海拔 2 300 m,野生鼠兔的生境为 3 200 m。高原鼠兔血液中红细胞数和血红蛋白含量随海拔升高而轻度增加^[4,5]。铁是血红蛋白的基本组成部分,是生成红细胞的原料之一。因而,随红细胞数和血红蛋白含量的增加,对铁的需求也会相应增加。我们认为这就是野生鼠兔血清铁含量明显高于封闭群鼠兔的原因之一。

表 2 数据显示,封闭群鼠兔的总铁结合力与野生鼠兔相近,未饱和铁结合力 (Unsaturation iron-binding capacity, UIBC) 高于野生鼠兔;运铁蛋白饱和度 (Transferrin saturation, TS) 低于野生鼠兔。这表明,随海拔升高和对铁需求的增加,高原鼠兔运铁蛋白饱和度也相应增高。由此推论,高原鼠兔是通过增加运铁蛋白与铁的结合力 (增加运铁蛋白饱和度),达到提高运铁能力,而不是通过增加运铁蛋白含量来提高运铁能力。这种现象很可能是高原鼠兔适应高原低氧环境的方式之一。因为增加运铁蛋白含量,就会增加血液粘稠度和血液循环阻力,并加大心脏的负担。

该实验证明高原鼠兔血清运铁蛋白 (Transferrin, TF) 含量非常恒定,尽管封闭群鼠兔和野生鼠兔的生活条件和生活环境差异极大,但它们的血清运铁蛋白含量非常接近,分别为 3.01 g/L 和 3.06 g/L (见表 2)。这与人的血清运铁蛋白含量相当恒定^[7]的特性相同。

表 2 高原鼠兔血清铁和总铁结合力

Table 2 The serum iron and total iron-binding capacity for the plateau pika

血清铁 SI (mol/L)	总铁结合力 TIBC (mol/L)	运铁蛋白含量* TF (g/L)	未饱和铁结合力 UIBC (mol/L)	运铁蛋白饱和度 TS (%)
封闭群 Close-colony pika				
24.8 ±5.7	81.5 ±9.4	3.13 ±0.36	56.2 ±8.4	31.1 ±6.0
23.9 ±4.4	74.3 ±13.5	2.86 ±0.42	50.1 ±12.7	33.1 ±9.2
24.7 ±5.0	78.4 ±10.4	3.01 ±0.40	53.6 ±10.7	31.9 ±7.4
野生鼠兔 Wild pika				
34.0 ±9.6	79.0 ±12.4	3.03 ±0.48	45.0 ±18.9	44.7 ±16.5
33.4 ±6.3	80.4 ±16.5	3.09 ±0.63	46.0 ±21.2	45.5 ±16.0
34.2 ±7.7	79.8 ±14.4	3.06 ±0.55	45.5 ±19.7	45.1 ±15.8

* 运铁蛋白含量计算方法见高兰兴等的报道^[6]

2.4 封闭群高原鼠兔与人及其它实验动物血清无机元素含量比较 表 3 是人、高原鼠兔及其它几种实验动物的血清无机元素含量。图 1 是根据表 3 数据绘制而成。表 3 和图 1 显示,高原鼠兔血液生化值的特点之一是镁元素含量比人和其它几种实验动物都高。此外,高原鼠兔和家兔这两种兔形自动物的血清镁含量,雌性 (1.42, 1.32) 高于雄性 (1.19, 1.04); 与大鼠 (1.28, 1.07) 和小鼠 (1.28, 0.57)^[8]

除镁元素之外，其余元素含量，高原鼠兔与豚鼠有相同趋势，钠和氯含量都比人低；钾、钙和磷含量都比人高。

表 3 封闭群高原鼠兔与人及其它实验动物血清无机元素含量比较*

Table 3 Content comparison of inorganic substances in serum among plateau pika, human and several laboratory animals

元素 (mmol/L)	人 Human	高原鼠兔 Plateau pika	家兔 Rabbit	豚鼠 Guinea pig	大鼠 Wistar rat	小鼠 Mouse
K	3.6~5.0	5.3	6.8	4.9	6.3	5.3
Na	135~145	135.6	143.5	123.5	146.5	136.0
Cl	90~108	97.2	103.0	94.4	101.5	107.5
Ca	2.1~2.6	2.56	2.44	2.54	2.85	1.63
P	0.18~1.55	1.62	1.59	1.72	2.55	1.96
Mg	0.74~1.0	1.32	1.18	0.99	1.18	0.92

* 人的数据引自王淑娟^[2]，家兔、豚鼠、Wistar 大鼠和小鼠的数据引自 Mitruka 等^[8]

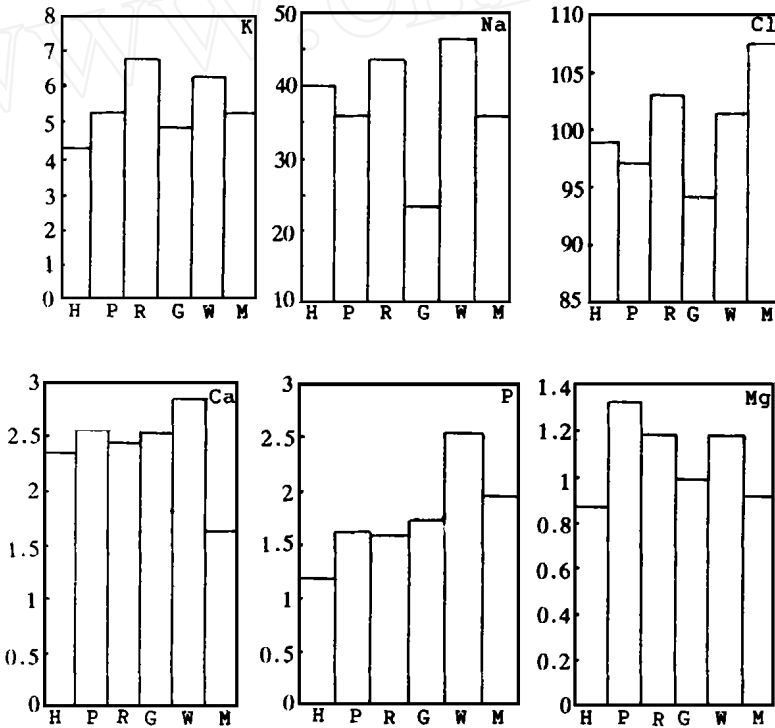


图 1 封闭群高原鼠兔血清无机元素含量与人和其他几种实验动物的比较

Fig. 1 Contents comparison of chemical components in serum between the

Close-colony pika with human and other laboratorial animals

H: 人 Human; P: 高原鼠兔 Plateau pika; R: 家兔 Rabbit;

G: 豚鼠 Guinea pig; W: 大鼠 Wistar rat; M: 小鼠 Mouse

参 考 文 献

- 1 叶润蓉, 樊乃昌, 白琴华. 新开发实验动物——高原鼠兔. 动物学杂志, 1993, 28 (5): 51~53.
- 2 王淑娟, 实验诊断学. 北京: 北京医科大学, 中国协和医科大学联合出版社. 1991.
- 3 叶润蓉, 梁俊勋. 人工饲养条件下高原鼠兔生长和发育的初步研究. 兽类学报, 1989, 9 (2): 110~118.
- 4 龙雯, 阮宗海, 陈惠新等. 青藏高原土生动物血液流变学特征以及在平原“脱适应”的改变. 高原医学杂志, 1992, 2 (3): 40~43.
- 5 杜继曾, 李庆芬. 模拟高原低氧对高原鼠兔和大鼠器官与血液若干指标的影响. 兽类学报, 1982, 2 (1): 35~42.
- 6 高兰兴, 许志勤, 林春竹等. 血清铁及运铁蛋白(总铁结合量)测定方法的改进. 中华医学检验杂志, 1982, 5 (4): 214~216.
- 7 Curtius HCh, Roth Marc. Clinical biochemistry principles and methods. Walter de Gruyter. Berlin, New York. 1974.
- 8 Mi truka Brij M, Rawnsley Howard M. Clinical biochemical and hematological reference values in normal experimental animals. Masson publishing USA, Inc, 1997.

ELECTROLYTES AND INORGANIC SUBSTANCES IN SERUM OF PLATEAU PIKA

YE Runrong CAO Yifan

(Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese
Academy of Sciences, Xining, 810001)

Abstract Plateau pika (*Ochotona curoniae*) is a new laboratory animal. The biological characteristics of this animal has been discovered and accumulated. The electrolytes and inorganic substances in the serum of plateau pika have been measured and analyzed. 22 wild pikas and 20 close-colony pikas were used in the experiment. The important results were included as follow:

(1) The concentration of electrolytes in the serum of pika does not be affected by environmental conditions that pika lives. The animal body can adjust and keep the relative constant for the concentration of serum electrolyte by themselves.

(2) The iron content of serum for the pika is relative to the distribution altitude of the pika. With the increase of the habitat altitude, the iron content of serum becomes higher.

(3) The total iron-capacity and the saturation percentage of the transferrin with iron tended to increase with the increase of the habitat altitude. This is one of the ways for plateau pika adapting to hypoxia environments.

Key words: Plateau pika; Serum; Electrolyte; Total iron-capacity