

灰仓鼠重要内脏器官生长指数及其变化

廖力夫 黎 唯 王 诚 聂时诚

(新疆地方病防治研究所, 乌鲁木齐, 830002)

摘要: 对室内培育的灰仓鼠进行同一季节不同年龄段和同一年龄段不同季节某些器官的测量。结果显示, 在初生至 25 d 的高速生长期, 体重与肝脏、心脏、肺、脾脏和肾的生长非常接近 Huxley 的相对生长公式 $Y = bx^k$, 其回归方程分别为: 肝脏 $Y = 0.01347x^{1.5159}$; 心脏 $Y = 0.00018x^{2.163}$; 肺 $Y = 0.02848x^{0.7982}$; 脾脏 $Y = 0.00024x^{1.5836}$; 肾脏 $Y = 0.0002418x^{2.3104}$, 并高度相关。睾丸的回归方程在 60 日内与 $Y = bx^k$ 公式非常拟合, $Y = 0.0000108x^{3.0494}$, $r = 0.9899$ 。除性腺外, 肝脏、心脏、肺、脾脏和肾脏的比值最高值均在 25 d 之前。在性成熟期不同年龄段, 性腺比值较稳定, 其它器官比值在性别和年龄段有显著性差异, 雌性普遍高于雄性。在 10 月龄不同季节, 只有体重和睾丸比值有显著性差异 (7 月最高), 表示在不同季节利用相近体重比较器官指数差异应将年龄因素作为重要参考依据。

关键词: 灰仓鼠; 体重; 器官指数; 季节

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 1000-1050(2002)04-0299-06

动物内脏器官的重量及其指数能反映出动物所处的生长发育阶段和生理生态状况, 可作为动物对环境适应的近似指标^[1,2]。作为新开发的实验动物——灰仓鼠 (*Cricetulus migratorius*)^[3~6], 探明年龄, 性别和季节对脏器器官的影响, 为掌握灰仓鼠生长发育, 繁殖和实验应用等, 提供重要的生理生态学基础资料。

关于小型兽类脏器器官重量及其指数的研究有常用实验动物的测定, 即人工饲养条件下不同年龄段的测定, 但缺乏季节性比较研究^[7]。而在野外条件下, 主要是不同季节脏器重量及其系数的研究^[8], 尚缺乏年龄段的划分。本文以灰仓鼠为实验材料, 探讨在实验室条件下性成熟前期和后期器官与体重的关系及季节变化对同一年龄段器官指数的影响。

1 材料和方法

1.1 实验动物

灰仓鼠为新疆地方病防治研究所繁育的 F₁₃ 和 F₁₇ 封闭群动物, 饲养条件见文献^[3], 饲养室温度 12 月至次年 3 月为 19 ~ 23 ; 4 月至 5 月 17 ~ 21 ; 6 月至 8 月 21 ~ 30 ; 9 月至 11 月 20 日 18 ~ 24 ; 湿度为 30 % ~ 60 %。光照均为自然光照。食物为小鼠全价饲料 (简称饲料), 水瓶给水。

基金项目: 国家“九五”攻关资助项目 (96A-23-06-04)

作者简介: 廖力夫, (1957-), 男, 研究员, 主要从事鼠类控制与驯化的研究。

收稿日期: 2001-09-17; 修回日期: 2002-07-25

1.2 性成熟前期资料收集

1999 年 3~6 月对初生至 64 d 不同年龄段的灰仓鼠处死剖腹浸泡于 75 % 的乙醇液中, 每年龄段 10 只, 雌雄各半, 之后统一解剖分离脏器器官, 用分析天平称量 (0.000 1 g), 器官比值以器官重量/体重 $\times 100\%$ 表示, 数据按年龄段统计。相对生长公式引用 Huxley 公式, 以体重为自变量 (X), 器官重量为因变量 (Y), 求回归方程 $Y = bX^{k[9]}$ 。生长率按 Brody (1954) 的瞬时生长率 $IGR (\%) = \ln m_2 - \ln m_1 / t_2 - t_1$ 计算^[10]。

1.3 性成熟期不同年龄段资料收集

1999 年 5 月对饥饿 12 h 的不同年龄段动物摘右眼球采血后处死, 解剖分离脏器器官, 电子天平称量 (0.001 g)。数据按年龄、性别分别统计, 孕鼠除外, 以平均值 \pm 标准差 (mean \pm SD) 表示, 并进行差异显著性分析。

1.4 不同季节资料收集

分别于 2000 年 1、4、7 和 11 月按上述方法各处理 10 月龄灰仓鼠 10 只 (孕鼠除外, 雌雄各半), 数据按季节统计, 差异显著性用单因素方差分析检验。

2 结果

2.1 性成熟前体重与脏器器官重量的生长率变化

由灰仓鼠体重和器官生长率结果 (表 1) 显示, 40 d 前该鼠有两个生长高峰。在出生至 20 d 的第一高峰, 几乎所有器官的生长率都大于体重生长率 (肺脏除外), 在 24~35 d 的第二高峰性腺器官生长率明显高于体重和其它器官生长率。

表 1 性成熟前期灰仓鼠的体重和器官生长率 (%)

Table 1 Growth rates of organs and weights of *Cricetulus migratorius* before sexual maturing

年龄段 (d)	体重	肝脏	心脏	肺	脾脏	肾	睾丸	子宫
Age period	Weight	Liver	Heart	Lung	Spleen	Kidney	Testis	Womb
Newborn ~ 4	19.41	40.23	17.30	15.99	30.09	28.82	7.19	44.79
4 ~ 10	11.53	15.71	43.98	9.50	61.48	9.36	61.48	35.33
10 ~ 13	17.37	24.25	43.74	13.44	59.02	92.41	41.75	64.86
13 ~ 15	5.62	13.54	- 4.81	9.59	- 17.65	30.76	20.27	19.15
15 ~ 18	9.04	15.76	13.01	1.67	0.00	0.00	7.43	0.00
18 ~ 20	10.20	5.97	6.67	8.90	0.00	21.46	20.43	0.00
20 ~ 24	- 2.17	- 1.01	- 2.22	0.00	0.00	4.19	- 3.38	4.55
24 ~ 30	4.38	- 2.03	5.35	- 1.30	0.00	4.52	16.07	7.94
30 ~ 35	4.14	3.73	2.53	3.60	0.00	4.43	12.52	20.29
35 ~ 40	- 0.26	1.53	- 0.27	- 2.22	4.46	- 1.73	1.88	- 2.67
40 ~ 64	0.17	- 0.32	1.19	0.09	0.47	0.46	0.35	0.00

2.2 性成熟前体重与脏器器官重量的线性关系

根据灰仓鼠的生长发育^[11]及测量结果, 在初生至 25 d 的乳鼠期和幼鼠期, 体重与肝脏、心脏、肺、脾脏和肾的生长非常接近 Huxley 的相对生长公式 $Y = bX^{k[9]}$, 其回归

方程分别为: 肝脏 $Y=0.01347x^{1.5159}$; 心脏 $Y=0.00018x^{2.163}$; 肺 $Y=0.02848x^{0.7982}$; 脾脏 $Y=0.00024x^{1.5836}$; 肾脏 $Y=0.0002418x^{2.3104}$ 。相关系数分别为: 肝脏 $r=0.9891$; 心脏 $r=0.9777$; 肺 $r=0.994$; 脾脏 $r=0.9505$; 肾脏 $r=0.9626$ 。只有睾丸的回归方程在 60 日内与 $Y=bx^k$ 公式非常拟合, $Y=0.0000108x^{3.0494}$, 相关系数 $r=0.9899$ 。

从各脏器比值变化 (表 2) 看, 除性腺外, 其它 5 个脏器比值的最高值均在性成熟前期的 25 d 以内, 如肺脏比值的最高值在初生, 心脏和脾脏在 13 d, 肾脏在 15 d, 肝脏在 18 d。

表 2 性成熟前期灰仓鼠器官与体重比值 (Mean) (%) *

Table 2 Ratio of organs with body weight of *Cricetulus migratorius* before sexual maturing

日龄 Day	肝脏 Liver	心脏 Heart	肺 Lung	脾脏 Spleen	肾脏 Kidney	睾丸 Testis	子宫 Womb
Newborn	1.51	0.05	2.41	0.005	0.09	0.003	0.015
4	3.46	0.05	2.1	0.009	0.13	0.009	0.008
10	4.46	0.32	1.86	0.12	0.12	0.180	0.035
13	5.47	0.71	1.65	0.32	1.10	0.38	0.14
15	6.42	0.55	1.80	0.23	1.82	0.51	0.19
18	7.85	0.62	1.44	0.15	1.36	0.49	0.14
20	7.22	0.58	1.53	0.12	1.71	0.60	0.11
24	7.56	0.58	1.67	0.18	1.57	0.58	0.15
30	5.14	0.62	1.22	0.1	1.59	1.15	0.18
35	5.04	0.57	1.18	0.1	1.61	1.76	0.42
40	5.51	0.57	1.07	0.12	1.49	1.96	0.37
64	4.96	0.73	1.06	0.14	1.6	2.05	0.33

* 器官比值 = 器官重量 / 体重 × 100%。Organ ratio = organ weight / body weight × 100%

表 3 性成熟期灰仓鼠的器官比值 (%) (Mean ±SD)

Table 3 Organ ratios of *Cricetulus migratorius* in sexual maturing

项目 Items	2 月龄 Two months		7 月龄 Seven months		10 月龄 Ten months	
n	28	34	21	24	22	21
体重 (g) Weight	33.66 ±4.14 (26) *	37.58 ±5.41 # # *	45.65 ±6.56	50.14 ±6.51 #	43.20 ±8.48	49.88 ±8.36 #
肝脏 Liver	4.09 ±0.844	4.11 ±0.47	5.56 ±0.85 *	5.28 ±0.80	4.56 ±0.66	4.05 ±0.49 # #
心脏 Heart	0.762 ±0.109	0.73 ±0.08	0.74 ±0.16	0.67 ±0.15	0.83 ±0.13	0.68 ±0.085 # #
肺 Lung	0.815 ±0.128	0.77 ±0.13	1.09 ±0.22 *	1.01 ±0.19 *	0.84 ±0.16	0.76 ±0.14
脾脏 Spleen	0.153 ±0.116	0.10 ±0.035 #	0.12 ±0.06	0.092 ±0.031	0.14 ±0.081	0.086 ±0.031 # #
左肾 Left kidney	0.68 ±0.08	0.65 ±0.05 *	0.63 ±0.11	0.57 ±0.064 #	0.66 ±0.11	0.56 ±0.086 # #
右肾 Right kidney	0.695 ±0.038	0.64 ±0.056 # # *	0.64 ±0.10	0.58 ±0.056 #	0.67 ±0.082	0.58 ±0.077 # #
子宫 Womb	0.56 ±0.23 (26)		0.51 ±0.14		0.55 ±0.15	
左睾丸 Left testis		0.99 ±0.36		0.96 ±0.25		0.87 ±0.26
右睾丸 Right testis		0.86 ±0.44		0.89 ±0.29		0.87 ±0.24

: 两性之间有显著性差异 ($P < 0.05$) Significant difference between male and female at 0.05 level ;

: 两性之间有极显著性差异 ($P < 0.01$) Significant difference between male and female at 0.01 or less 0.01 level ;

* : 与同性别其它年龄段相比有极显著性差异 ($P < 0.01$) Significant difference in different age groups of the same sex at 0.01 or less 0.01 level

2.3 性成熟期年龄与脏器比值的关系

表3结果显示, 体重在年龄段和性别上差异明显, 多数器官比值在2月龄和7月龄以上年龄段有显著差异, 如肾脏、脾脏、肝脏和心脏。脾脏和肾脏比值在性别间差异显著, 尤其在10月龄, 肝脏, 心脏, 脾脏和肾脏在性别上有极显著差异。7月龄的肝脏和肺脏比值在3个年龄段中最高。

2.4 器官比值的季节变化

表4数据显示, 同一年龄段灰仓鼠体重呈一定的季节变化, 冬春季节体重明显高于夏秋季节 ($F = 100$, $P < 0.01$), 有极显著差异, 但器官比值结果显示, 仅有睾丸的季节性差异显著, 最高比值在7月。心脏、肺、脾脏和肾脏的最高比值在11月。

表4 10月龄灰仓鼠器官指数的季节变化 (%) (Mean \pm SD)

Table 4 Seasonal variations of organ indexes in *Cricetulus migratorius* at 10 months

项 目 Items	1月 January	4月 April	7月 July	11月 November	显著性检验 Significant
n	10	10	10	10	
体重 Weight (g)	51.38 \pm 12.77	56.87 \pm 17.58	44.57 \pm 8.86	39.95 \pm 6.93	*
肝脏 Liver	3.60 \pm 0.85	3.93 \pm 0.89	3.72 \pm 0.67	3.51 \pm 0.86	ns
心脏 Heart	0.66 \pm 0.21	0.74 \pm 0.21	0.68 \pm 0.07	0.81 \pm 0.15	ns
肺 Lung	0.83 \pm 0.15	0.74 \pm 0.16	0.77 \pm 0.15	0.84 \pm 0.12	ns
脾脏 Spleen	0.11 \pm 0.06	0.15 \pm 0.10	0.11 \pm 0.03	0.18 \pm 0.16	ns
肾 Kidney	1.19 \pm 0.15	1.23 \pm 0.21	1.25 \pm 0.08	1.32 \pm 0.15	ns
睾丸 Testis	1.62 \pm 0.23	1.68 \pm 0.73	2.14 \pm 0.27	1.83 \pm 0.90	*
子宫 Womb	0.55 \pm 0.11	0.56 \pm 0.13	0.68 \pm 0.21	0.59 \pm 0.22	ns

* : $P < 0.05$ Significant difference at 0.05 level; ns: No significant

3 讨论

3.1 器官指数与生长发育行为的适应

为适应生长发育、繁殖及环境变化等需要, 器官重量与体重总是保持一定的比例关系, 即器官指数, 以满足生理变化的需要。从初生至老龄的不同年龄段, 器官指数总是随年龄的变化而改变, 并且与发育过程中的每一个重要行为改变有着密切的联系, 在乳鼠期和幼鼠期这一变化更为突出。初生时, 肺脏是与大气接触的第一重要器官, 担负着氧气的输入和二氧化碳的输出。因此, 肺脏比值在初生时已达到一生中最高值 (表2)。在完全以乳汁为食的前10d, 虽然各器官保持高速增长, 但器官比值仍未达到成体比值。随着灰仓鼠摄食饲料的增加和睁眼后活动突然加剧, 肝脏、心脏、脾脏和肾脏比值在短期内迅速达到该鼠一生中的最高值, 以满足生理需求, 这与王祖望等研究小家鼠心脏系数的变化结果很相似^[9]。30日龄之前, 除子宫外, 其它脏器器官与体重的生长非常拟合相对生长公式 $Y = bx^k$, 其相关系数高度相关。30日龄后, 随着个体生长发育速度的减缓, 各脏器器官比值开始随摄食量的逐渐稳定而维持在一定的范围。在成年期, 进入繁殖旺季成体 (7月龄) 的肝脏、肺脏和睾丸指数进入成体的高峰值, 以满足繁殖的需要。在性别上, 几乎所有成体年龄段的雌性脏器器官比值都高于雄性比值, 某些指

标具极显著差异, 这可能与雌性个体直接参与繁殖和哺乳有关, Speakman 在研究小白鼠时也得到相同的结果^[11]。

3.2 性成熟期年龄与脏器器官重量的关系

杜卫国研究社鼠发现, 在野外条件下, 社鼠性成熟个体体重与器官之间存在一定的相关性^[8]。如社鼠的脾脏系数与体重呈正相关, 而心脏, 肝脏和肾脏系数与体重呈负相关。在现实条件下, 因年龄划分和捕捉数量的限制, 常将体重相近的一组汇总统计, 年龄因素忽略不计, 但实际结果并非如此, 尤其在在不同季节, 野外捕获的小型兽类数量各年龄段的比例相差非常大, 如早春几乎全是性成熟个体, 而秋季亚成体和幼体占很大比例, 虽然有时亚成体和成体体重相差不大, 但得出的器官系数却有极显著性差异。以本实验为例, 灰仓鼠在性成熟的 7 月龄和 10 月龄体重无显著性差异, 而两年龄段器官比值之间却有极显著性差异。由此可见, 仅利用不同季节获得的数据, 而不考虑年龄因素进行统计计算势必造成分析上的错误判断, 对此笔者认为在进行季节变化比较时, 应慎重考虑仅以体重为依据分析器官重量与体重的关系。

3.3 器官指数与日照的关系

在光照为自然光照的实验室条件下, 实验室一年内温度变化不大 (17 ~ 30), 无法同野外的温度变化 (- 20 ~ 40) 相比, 温度 (尤其是低温) 作用不明显, 因此本次实验室条件下得出的实验结果主要由自然光照变化所决定, 本实验结果表明, 在实验观察的各器官中, 只有睾丸比值有显著性差异, 表明在一定温度范围内自然光照对繁殖有一定影响, 对其它器官比值影响不大, 这与实验室实际得到的繁殖结果基本一致^[3]。

参考文献:

- [1] Konarzewski M, Diamond J M. Evolution of basal metabolic rates and organ masses in laboratory mice [J]. *Evolution*, 1995, 49: 1239 - 1248.
- [2] Pucck Z. Seasonal and age changes in the weight of internal organs of shrews [J]. *Acta Theriol*, 1965, 10: 369 - 438.
- [3] 廖力夫, 黎唯. 灰仓鼠的室内繁殖研究 [J]. *中国实验动物学报*, 1998, 6 (2): 33 - 35.
- [4] 伊斯拉音·乌斯曼, 焦伟, 廖力夫, 蒋卫, 柴君杰, 王宏斌, 浦拉提, 塔吉古丽. 灰仓鼠和草原兔尾鼠感染细粒棘球蚴和多房棘球蚴的实验研究 [J]. *地方病通报*, 2000, 15 (3): 71 - 74.
- [5] 热娜·吐尔地, 徐秉臣, 雷刚, 于国林, 阿扎提·热合木, 廖力夫. 灰仓鼠对鼠疫菌的易感性和耐受性试验观察 [J]. *地方病通报*, 2001, 16 (1): 92 - 93.
- [6] 江莉, 廖力夫, 伊斯拉音, 焦伟. 灰仓鼠作为多房棘球蚴感染实验动物模型的研究. *中国媒介生物学及控制杂志* [J]. 1999, 10 (6): 448 - 450.
- [7] 田岛嘉雄. 实验动物の生物学的特性 データ [M]. ソフトサインス出版社, 1989, 52 - 55.
- [8] 杜卫国, 鲍毅新, 施利强, 俞华英. 社鼠内脏器官重量和水分含量的季节变化 [J]. *动物学杂志*, 1999, 34 (1): 23 - 25.
- [9] 王祖望, 曾缙祥, 李经才, 韩永才. 小家鼠的生长和发育 [A]. *灭鼠和鼠类生物学研究报告*, 1978, 3: 51 - 68.
- [10] Brody S. Bioenergetics and growth [J]. New York: *Reinhold Pall Crop*, 1954, 7: 1023
- [11] Speakman J, McQueenie J. Limits to sustained metabolic rate: The link between food intake, basal metabolic, and morphology in reproducing mice, *Mus musculus* [J]. *Physiol Zool*, 1996, 69: 746 - 769.

THE GROWTH INDEX AND ITS CHANGES OF MAIN INTERNAL ORGANS IN CRICETULUS MIGRATORIUS

LIAO Lifu LI Wei WANG Chen NIE Shicheng

(Xinjiang Institute for Endemic Disease Control and Research, Urumqi, 830002)

Abstract : The internal organs were measured in *Cricetulus migratorius* in the same age group of different seasons or in different age groups of one season under laboratory conditions. Results indicated that the growth of liver, heart, lung, spleen and kidney with body weight was conformed to relative growth formula (RGF) of Huxley $Y = bx^k$ (aged from newborn to 25 days of fast growth period), liver $Y = 0.01347x^{1.5159}$; heart $Y = 0.00018x^{2.163}$; lung $Y = 0.02848x^{0.7982}$; spleen $Y = 0.00024x^{1.5836}$ and kidney $Y = 0.0002418x^{2.3104}$, which were all highly correlated. After the age of 25 d, the growth did not conform to the Huxleys RGF formula. The testis was similar to the formula before the age of 60 d, $Y = 0.00000108x^{3.0494}$, $r = 0.9899$. The organ indexes were highest before the age of 25 d except sex organs. The sex organ indexes were relatively stable in the different ages of sexual maturing, and the other organs varied significantly in the different sex and age groups in the sexual maturing (the female index were higher than the males). The body weight and testis indexes varied significantly in different seasons in the age of 10 months while the other organs did not. It is suggested that the age factor is an important reference index for body weight to compare organ index whether it is significant or not.

Key words : *Cricetulus migratorius*; Body weight; Organ index; Season

《中国鲸类》一书出版

由辽宁省海洋水产研究所王丕烈研究员撰写的《中国鲸类》一书已由香港海洋企业有限公司于 1999 年出版, 曾呈奎院士作序。全书约 5 万字, 325 页, 附有彩色图版 16 页、参考文献和世界鲸类名录。

我国尚缺乏鲸类志书, 本书按中国动物志的编写要求, 分两大部分(篇), 第一篇概论, 简要介绍中国鲸类研究概况、中国近海捕鲸简史、中国鲸类的分类及检索、中国鲸类区系、经济意义及资源保护; 第二篇共 36 章, 分别记述中国水域的 36 种鲸类, 其中须鲸亚目 3 科 4 属 8 种, 齿鲸亚目 7 科 21 属 28 种, 对每种形态、地理分布、洄游、生态特性、生物学特性、种群数量变动以及资源利用现状作了论述。每个种均配有外形图、形态和部分生态照片、头骨图和骨骼照片及分布图, 以 48 幅彩色图版附于书后。

本书有精装与平装两种, 售价分别为 230 元和 200 元人民币(含邮资), 欲购者可与辽宁省大连市沙河口区海洲街 15 号 301 室王子卓先生联系, 邮编: 116023, 电话: 041-4680939。

卢浩泉 (山东大学生命科学学院)