

三种家鼠和臭鼩气体代谢的比较研究*

吴锡谋

(厦门大学生物系,厦门市, 361005)

郑智民

(厦门市卫生防疫站)

钱周兴

(浙江省自然博物馆)

Q959.830.

摘要 在同温及安静条件下,小家鼠的耗氧率为最高,褐家鼠次之,黄胸鼠和臭鼩较低。耗氧率与它们的体重呈负相关;两性间没有差异。血红蛋白(Hb)含量以臭鼩为最高,小家鼠次之,褐家鼠和黄胸鼠较低。Hb含量与性别和体重大小不呈相关性。安静状态下Hb含量与耗氧率相关关系的回归系数 r 不显著,这些物种间Hb含量差异的生物学意义尚待探明。

耗氧量是动物能量代谢的指标。动物机体所需的能量最终都来自营养物质的氧化过程,它们必需不断摄取氧气,排出二氧化碳。因而耗氧率水平可用作衡量机体能量代谢的根本指标。

前人对褐家鼠和黄胸鼠的气体代谢曾作过报道^[2,3,5],但关于小家鼠和臭鼩的资料在国内尚未发表。本文就常见家鼠——褐家鼠(*Rattus norvegicus*)、黄胸鼠(*Rattus flavipectus*)、小家鼠(*Mus musculus*)以及与家鼠生活习性相似的食虫目臭鼩(*Suncus murinus*)的气体代谢和血红蛋白(Hb)含量进行比较研究,以探讨这四种动物的耗氧率和血红蛋白含量的特点。

材料与方 法

(一) 动物来源 本实验所用动物是1986年10月至1987年5月,在厦门市区和郊区后溪乡升厝村和珩山村的居民家中捕获的,共181只,其中褐家鼠106只,黄胸鼠30只,小家鼠17只,臭鼩28只,并都含有不同年龄和雌雄个体。

(二) 实验方法 本研究采用卡拉布霍夫(Калавухов)的密闭补氧式呼吸器测定动物的耗氧量。试前动物禁食12—14小时,然后将动物关入11×11×11厘米的笼子,称重,置于

呼吸器(φ21厘米的干燥器)内,待其安静后,按卡氏法操作,输入定量的氧气(体重在100克以上的输入氧气100毫升,100克以下的50毫升),器温为22.5℃(20.0—25.0℃)。记录消耗这些氧气所需的时间。把测定所得的耗氧量数据换算为以mlO₂/hr·g为单位的耗氧率,并按公式: $\frac{V_0 P_0}{T_0} = \frac{V_t P_t}{T_t}$,将输入的氧气换算成为标准状态下容积。

耗氧量测定后,动物用乙醚麻醉,颈静脉采血,用沙砾(Sakli)氏比色计测定血红蛋白的含量。

结果和讨论

(一) 四种动物的耗氧率及其差异 测得的耗氧率数据(见表1)。

由表1可见,小家鼠的耗氧率为最高,其次是臭鼩,而褐家鼠和黄胸鼠比较低。

对四种动物的耗氧率进行方差分析,结果表明:小家鼠的耗氧率高于褐家鼠、黄胸鼠和臭鼩,差异极显著($F = 57.57, F_{0.01} = 6.76$)。

在方差分析的基础上进一步对四种动物耗氧率作LSD法种间多重比较,结果也证明:小家鼠与其它三种动物耗氧率差异极显著,而臭

本文承阮青燕、骆明亮、苏春德、黄应修和吴维发等同志协助部分血样采集工作,谨此一并致谢。

表 1 四种动物的平均耗氧率及其种间差异的 t 检验

种类	数量(只)	体重(克)	耗氧率(毫升氧/小时·克)	耗氧率平均值之差			
				$\bar{x} - 1.53$	$\bar{x} - 1.63$	$\bar{x} - 2.06$	$\bar{x} - 7.44$
小家鼠	17	10.26±4.08	7.44±5.44	5.91**	5.81**	5.38**	
臭鼩	28	54.46±15.42	2.06±0.60	0.53	0.43		
褐家鼠	106	233.96±123.36	1.63±0.59	0.10			
黄胸鼠	30	88.18±30.43	1.53±0.59				

** 表示差异极显著。

表 2 四种动物的耗氧率与体重的相关关系

种类	褐家鼠	黄胸鼠	小家鼠	臭鼩
数量(只)	106	30	17	28
耗氧率(毫升氧/小时·克)	1.63±0.59	1.53±0.60	7.44±5.44	2.06±0.60
体重(克)	233.96±123.36	88.18±30.43	10.26±4.08	54.46±15.42
相关系数(r)	-0.7019**	-0.6240**	-0.6403*	-0.4961**
回归系数(b)	-0.003382	-0.01228	-0.8536	-0.01923
$r_{0.01}, df$	0.254, 104	0.463, 28	$r_{0.05}$ 0.482, 15	0.478, 26

** 表示相关关系极显著; * 表示相关关系显著。

鼠与褐家鼠和黄胸鼠之间无显著差异。

(二) 体重与耗氧率的关系 对四种动物的体重进行方差分析和 LSD 法多重比较, 结果表明: 各种动物间, 体重在 1% 水准上均有极显著差异。体重差异将导致耗氧率的差异。因此必须探明体重与耗氧率之间的关系并对耗氧率进行体重矫正。

在种内, 将所测的三种家鼠和臭鼩的耗氧率同它们的体重分别计算相关系数 r 和回归系数 b (见表 2)。

测定结果表明: 褐家鼠、黄胸鼠和臭鼩的耗氧率与体重之间相关关系均极显著; 小家鼠的相关关系也显著。说明四种动物均是随体重的增加, 耗氧率明显地下降, 耗氧率与体重呈直线负相关关系。以体重每增重 10 克计, 其耗氧率的下降速率为小家鼠 (81.7%) > 臭鼩 (9.5%) > 黄胸鼠 (8.4%) > 褐家鼠 (2.6%)。由此可见, 动物的体重越小, 耗氧率的下降速率越大; 反之, 动物的体重越大, 下降速率越小。

由于种间个体体重大小有极为显著差异,

有可能掩盖其耗氧率的差异, 所以必须进行耗氧率的体重矫正。我们曾采用协方差分析方法来调整不同体重鼠类间的耗氧率。经四组种间两个回归系数进行 t 检验, 其结果: 褐家鼠与黄胸鼠 ($t = 3.126, t_{0.01} = 2.576$)、臭鼩 ($t = 7.794, t_{0.01} = 2.576$)、小家鼠 ($t = 2.766, t_{0.01} = 2.576$) 及黄胸鼠与小家鼠 ($t = 4.734, t_{0.01} = 2.660$) 差异都极为显著。因为各组的回归系数不相等, 故进行协方差分析没有意义。

Hart^[6] 提出以 M/W^b 来表示耗氧率。M 为耗氧量 (mlO₂/hr·只), W 表示体重, b 为耗氧量在体重回归线上的斜率。b 值可用 $W^b = W^{0.73}$ 来代替。因此可算出 M/W^b 之值 (见表 3)。经体重矫正后, 发现四种动物的耗氧率的大小顺序为小家鼠 > 褐家鼠 > 臭鼩 > 黄胸鼠。经方差分析结果表明: 种间耗氧量差异极显著 ($F = 31.80, F_{0.01} = 6.96$)。种间的耗氧量进一步作 LSD 法多重比较, 结果 (见表 3): 小家鼠的耗氧量与其它三种动物差异极显著, 褐家鼠与黄胸鼠差异显著, 而臭鼩与褐家鼠和黄胸鼠没

表3 三种家鼠和臭鼬耗氧量的体重校正

种类	数量(只)	M/W ^{0.73}	耗氧量平均值之差			
			$\bar{x} - 4.91$	$\bar{x} - 5.96$	$\bar{x} - 6.55$	$\bar{x} - 12.80$
小家鼠	17	12.80±7.85	7.89**	6.84**	6.25**	
褐家鼠	106	6.55±1.60	1.64*	0.59		
臭鼬	28	5.96±1.54	1.05			
黄胸鼠	30	4.91±1.48				

** 表示差异极显著; * 表示差异显著。

表4 三种家鼠和臭鼬的体重与 Hb 的相关关系

种类	数量(只)	体重(克)	血红蛋白(克%)	相关系数 r $r_{0.05}$	血红蛋白平均值之差			
					$\bar{x} - 13.929$	$\bar{x} - 14.39$	$\bar{x} - 15.26$	$\bar{x} - 17.13$
臭鼬	27	53.26±14.312	17.13±2.37	0.315 0.381	3.31**	2.74**	1.87*	
小家鼠	12	10.54±3.506	15.26±2.81	-0.245 0.576	0.98	0.87		
黄胸鼠	28	88.00±27.558	14.39±2.23	0.60 0.374	0.11			
褐家鼠	102	234.00±123.354	13.92±2.27	0.036 0.195				

** 表示差异极显著; * 表示差异显著。

有显著差异。

由上述可见,在同温、禁食和安静条件下,小家鼠的代谢率显著地高于其它三种动物,其原因可能是多方面的:

1,它的体型小,单位体重上的体表面积大,散热量多,能量消耗多,相应的耗氧量也多。

2,住宅区的小家鼠是全日性活动的小型鼠种,每次摄食量少,但觅食次数频繁(据记载,小家鼠每天取食达 193 次之多,每次仅取食 10—20 毫克),机体运动强烈,消耗能量多,其耗氧率也增高;而褐家鼠和黄胸鼠的体格较大,且属于夜行性的种类,它们常有贮粮的习性,因此其活动量相对较小,故耗氧率相对较低。

3,本实验是在白天进行的,按生活习性,褐家鼠和黄胸鼠主要是昼伏夜出,小家鼠则为全日性活动型。昼夜节律的差异,可能是导致夜行性动物白昼耗氧率较低的重要因素之一。

四种动物的耗氧率经 M/W^{0.73} 体重校正后,褐家鼠显著地高于黄胸鼠和臭鼬,而后两者之间没有显著差异。这与祝龙彪等对褐家鼠与黄胸鼠测定的结果基本一致^[9]。臭鼬是食虫类的夜行性动物,其活动范围较小,动作较迟缓,

神经反应较不灵敏,故其耗氧率也较低。

(三) 四种动物血中 Hb 含量的比较 四种动物血中所测得的 Hb 含量(见表 4)。

由表 4 可见, Hb 以臭鼬为最高,其次为小家鼠,褐家鼠和黄胸鼠较低。经方差分析,结果表明:臭鼬与其它三种动物比较,差异显著($F = 13.332$, $F_{0.01} = 6.78$)。经种间 LSD 法多重比较,也进一步证明:臭鼬与小家鼠比较,差异显著,且与褐家鼠和黄胸鼠差异极显著,而三种家鼠之间差异不显著。此结果可能与它们食性不同有关。臭鼬以捕食昆虫为主,该食物中蛋白质含量较丰富,有利于 Hb 的合成;三种家鼠以植物性食物为主,因此可能是导致它们 Hb 含量较低的重要因素。但从三种家鼠所测得的实际数值看,小家鼠的耗氧率高,其 Hb 含量也高,而褐家鼠和黄胸鼠的耗氧率较低,其 Hb 含量也相对低,可见,家鼠 Hb 含量可能与气体代谢水平有关。

据四种动物所测得的体重和 Hb 数值,求出体重与 Hb 的回归相关系数(见表 4),经检验结果:四种动物的体重与 Hb 之间均无线性关系。说明血中 Hb 含量不受体重大小的影响。

表5 四种动物耗氧率与 Hb 相关关系的回归分析

	褐家鼠	黄胸鼠	小家鼠	臭鼬
数量(只)	102	28	12	27
耗氧率(毫升氧/小时·克)	1.64±0.599	1.53±0.612	7.49±5.977	2.08±0.604
血红蛋白(克%)	13.92±2.37	14.39±2.23	15.26±2.81	17.13±2.37
相关系数(r)	0.036	-0.060	-0.245	0.315
$t_{0.05}$ df	0.195	0.374	0.576	0.381

表6 四种动物雌雄间耗氧率和 Hb 的比较

种类	性别	耗氧率比较			血红蛋白含量比较		
		数量	耗氧率	t t _{0.05}	数量	血红蛋白	t t _{0.05}
褐家鼠	♀	54	6.75±1.69	1.320 1.980	52	13.58±1.94	1.502 1.980
	♂	52	6.34±1.49		50	14.28±2.72	
黄胸鼠	♀	19	4.66±1.27	1.203 2.048	18	13.89±1.96	1.30 2.056
	♂	11	5.33±1.77		10	15.12±2.60	
小家鼠	♀	6	9.86±2.57	1.151 2.060	5	14.20±3.42	1.105 2.225
	♂	11	14.40±9.34		7	16.00±2.25	
臭鼬	♀	8	5.83±1.16	0.290 2.056	8	16.85±2.26	0.390 2.060
	♂	20	6.02±1.19		19	17.25±2.47	

(四) 耗氧率与 Hb 之间的关系 以每一个体的耗氧率与 Hb 含量作回归分析(见表5)。进而对表5中相关系数r进行t检验,结果表明:耗氧率与血中Hb含量相关不显著。

(五) 不同性别耗氧率与 Hb 含量的比较 在种内,两性间的耗氧率和 Hb 含量(见表6)。经t检验,四种动物雌雄性间的耗氧率和 Hb 含量均无显著差异。

参 考 文 献

[1] 王祖望等 1979 高原鼠兔和中华鼯鼠气体代谢的研

究 动物学报 25(1): 75—85。

[2] 孙儒泳等 1973 褐家鼠和社鼠耗氧率研究中协方差分析的应用 动物学报 19(13): 283—292。

[3] ——— 1976 协方差分析和调整平均数在生物学研究中的应用 北京师范大学学报(自然科学版)(2—3): 62—76。

[4] 祝龙彪等 1981 聚群与环境温度对黄毛鼠耗氧量的影响 生态学报 1(4): 375—382。

[5] ——— 1985 两种鼠的热能调节与地理分布关系 兽类学报 5(3): 182。

[6] Hart J. S. 1971 Rodents. In Whittow G. C. (ed), Comparative Physiology of thermoregulation. Mammals. 2:1—149. Academic Press. New York and London.