

长爪砂土鼠体温调节发育的研究*

景绍亮 孙儒泳

(北京师范大学生物系)

恒温动物体温调节发育的研究, 具有重要的理论和实践意义, 近几十年来有较多进展。但是, 国内在啮齿动物方面尚未有过研究报道。

长爪砂土鼠 (*Meriones unguiculatus*) 分布于我国北部及蒙古的荒漠草原和干草原地带, 是一种主要的草原害鼠 (夏武平等, 1966)。近二十多年来又成为广泛应用的实验动物, 在国内外都有饲养种群 (田嶋嘉雄, 1972; Mele, 1972)。关于长爪砂土鼠体温调节的发育, 迄今为止只见到 McManus (1971) 的一篇报道。一般说来, 研究恒温动物体温调节发育的主要途径有两个。一是测量动物在冷暴露后的体温, 观察总的体温调节的发育, 二是测量动物对低温的代谢反应, 观察产热能力, 即化学体温调节的发育。同时采用两种途径, 有助于对体温调节发育进行较细致的分析。McManus (1971) 的研究中只采用了第一种途径, 并且由于只观察到出生后的25日龄, 这时体温调节发育尚未完成, 因而未能指出发育完成的时间。

本项研究的目的, 是通过上述两个途径进一步研究长爪砂土鼠体温调节的发育。

一、材料和方法

1. **实验动物** 实验动物由中国医学科学院流行病学微生物学研究所提供。成鼠一部分捕自野外, 一部分为上述成鼠在实验室繁殖的第一代个体。所用乳鼠全部由这两种成鼠繁殖。

2. **耗氧量测量装置** 测量耗氧量的装置是根据 Kalabuklov-Skvortsov 密封式流体压力呼吸器 (Gorecki, 1975) 的原理制成, 在设计上力求灵敏准确, 感量为0.1毫升。

3. **体温测量** 新生乳鼠身体弱小, 不易测量直肠温度。为了选择一个先后一致的测量部位, 我们将乳鼠腋下和中腹部皮肤温度作了比较, 两处温度基本相同。例如, 7日龄时腋下为 $34.73 \pm 0.07^\circ\text{C}$ (S. E. $n=20$, 下同), 腹部为 $34.66 \pm 0.08^\circ\text{C}$ 。本实验中一律采用腋下体温。所用温度计是上海医用仪表厂生产的7151-2型半导体温度计, 测量精度为0.1℃。

4. **动物分组和测量程序** 按实验温度 10°C 、 15°C 、 20°C 、 25°C 、 30°C 和 35°C 将动物分成6组, 每组鼠数一般为15—30只。自1—11日龄和21—31日龄隔日测量一次, 11—21日龄逐日进行测量。测量时自巢中取出乳鼠、立即测量体温, 然后装入铁丝笼称重, 放入呼吸室测静止代谢率, 测量时间是30分钟, 每隔5分钟记录一次耗氧量。代谢率测量结束后, 立即取出动物测量体温。待动物恢复正常后, 仔细观察并记录动物的形态体征和行为。共测量乳鼠28窝、157只、1,655只次。

二、结果和讨论

1. 恒温能力的增长

1) 恒温能力的日龄变化 如图1所示, 随日龄增加乳鼠在 15°C 环境中暴露30分钟后的

* 本研究由中国医学科学院流行病学微生物学研究所提供实验动物, 并承蒙该所实验动物研究室马万全、赵德干主任的多方面支持, 在此一并表示感谢。

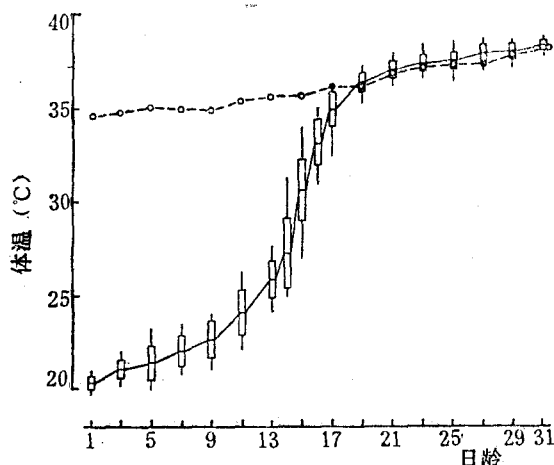


图 1 不同日龄的长爪砂土鼠在15℃环境中暴露前(虚线)后(实线)的体温, 横线示平均值, 长方形示两倍标准差, 垂直线示范围

体温也增加, 说明长爪砂土鼠出生后恒温能力逐日增长。但是, 增长速度是不均匀的, 整个增长曲线呈“S”型。根据增长速度可明显地分成三个时期: 1—11日龄增长缓慢, 冷暴露后体温平均每日上升 0.37°C 。11—19日龄增长迅速, 平均每日上升 1.55°C 。其中以14—16日龄增长最快, 平均每日上升 2.95°C 。至19日龄时动物的恒温能力足以在冷暴露中保持体温基本恒定。这时冷暴露后的体温平均为 $36.4 \pm 0.14^{\circ}\text{C}$, 比成体体温只差 1°C 多。关于长爪砂土鼠成体的体温, Robinson (1959) 报道为 $38.2\text{—}38.6^{\circ}\text{C}$, McManus 和 Mele (1969) 报道为 $38.3 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$, 我们的测量结果为 $38.0 \pm 0.09^{\circ}\text{C}$ (S. E. $n = 40$)。19—31日龄为第三时期, 冷暴露后体温平均每日上升 0.16°C 。这一时期中, 冷暴露后的体温略高于暴露前。类似现象在 Bernstein (1973) 对花鹌鹑、Rink (1969) 对金黄地鼠的研究中均有发现。

在 20°C 和 25°C 条件下, 恒温能力增长趋势与上述情况大致相同 (图 2)。根据增长速度也分成三个时期。这三个时期在时间上的划分与 15°C 条件下一致。说明这种划分是不以冷暴露温度为转移的, 可以真实地反映恒温能力的增长情况。但是, 比较图 1 和图 2 可以看出, 在暴露温度较低时更容易观察恒温能力的增长情况。

在 10°C 条件下, 10日龄以前的乳鼠因体温下降过多而处于麻痹状态: 张口, 颈项近乎强直, 躯干和四肢略呈僵硬状, 皮肤颜色变浅、皱褶增多。因怕这种低温暴露影响动物的正常发育, 未作 10°C 条件下的系统测量。在 15°C 环境中暴露30分钟后, 动物没有出现上述麻痹现象, 但皮肤变化基本同上。皮肤的这种变化显然与微血管收缩有关, 这属于简单的热胀冷缩的物理现象、抑或包括生理调节机制? 尚难以确定。但无论如何它都具有一定的物理性体温调节 (减少散热) 的意义。

从图 1 还可以看出, 在11—19日龄、即恒温能力迅速增长时期, 各组在冷暴露后的体温的变动范围和标准差增大。说明个体间体温调节的迅速发育在时间上是有先有后的。那么, 尽管从整个组来看体温调节迅速发育时间在11—19日龄、历时 8 天。而具体到每只动物、这

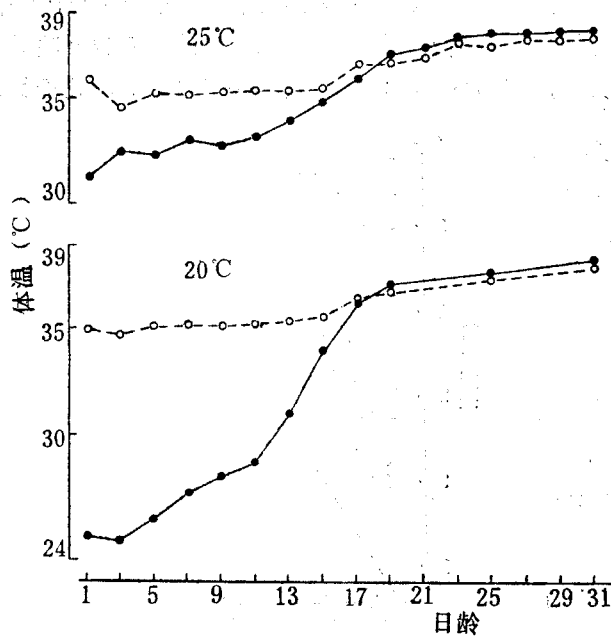


图 2 不同日龄的长爪砂土鼠在20℃和25℃环境中暴露前(虚线)后(实线)的体温

一时期是否会更短些,即在某些动物中观察到的体温调节在1—2天内基本发育完成呢(李世纯等, 1978; 李世纯等, 1979; Dawson和Evans, 1960)? 为了澄清这一问题,有必要分析单个动物体温调节的发育情况。

从乳鼠数和哺乳条件不同的三窝鼠中、各任选一只乳鼠的测量结果绘入图3。从图3可

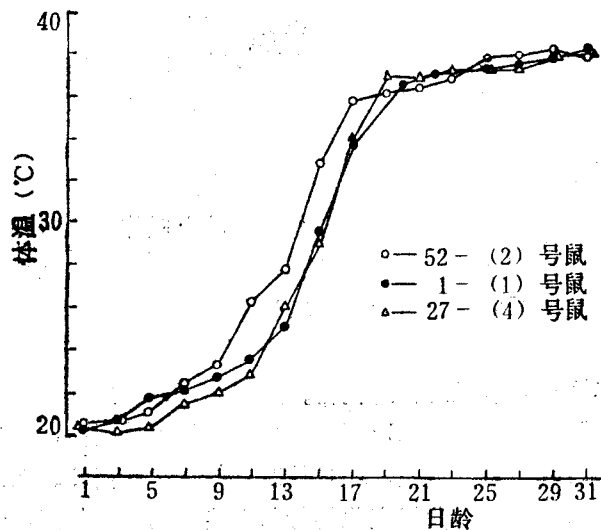


图 3 三只长爪砂土鼠恒温能力的增长、乳鼠编号中括号外数字示出生笼号、括号内数字示每窝鼠中乳鼠的编号

以看出,三只乳鼠体温调节迅速发育时期虽然有先后之别,但均需历时8天左右。52-(2)号鼠的迅速发育时期出现在9—17日龄,1-(1)和27-(4)号鼠则出现在11—19日龄。这种差

别大概是由于哺乳条件不同而造成的, 52-(2)号鼠的哺乳条件优于另外两只乳鼠。

2) 乳鼠体温与环境温度的关系 体温和环境温度的关系也反映动物的恒温能力和体温调节的发育。如图 4 所示, 在 $15^{\circ}\text{--}25^{\circ}\text{C}$ 环境中, 1—11日龄的动物冷暴露后的体温明显地随

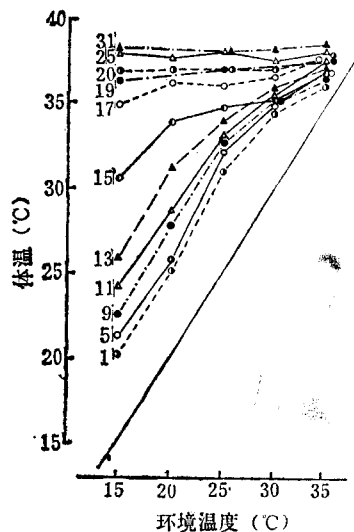


图 4 长爪砂土鼠乳鼠体温与环境温度的关系, 图中数字示日龄, 倾斜直线表示体温与环境温度相当

环境温度变化, 环境温度低时体温也低, 反之亦然。这时动物的恒温能力很弱, 基本上呈现出变温动物的特点。11—19日龄期间, 随日龄增加, 冷暴露后体温与环境温度的差距迅速增大。约在20日龄前后, 体温在各种环境温度中基本恒定, 不再明显地受环境温度制约。31日龄时已略微超过成体水平。

在研究恒温动物体温调节发育时, 人们多以冷暴露后体温达到成体水平为完成发育的依据, 这在理论上是成立的。然而, 在我们的实验中发现, 自19日龄起动物冷暴露后的体温高于其巢中的(暴露前的)体温, 并先于其巢中体温达到成体水平(图 1、2)。例如, 在 15°C 暴露后的体温大约于28日龄达到成体水平, 比其在巢中的体温达到这一水平的时间(31日龄)提前3天。鉴于这种情况, 我们认为在判断长爪砂土鼠体温调节发育完成时间时, 以动物在巢中的体温、即正常发育条件下的体温达到成体水平的时间为准更符合实际。因此, 长爪砂土鼠体温调节发育完成时间应是出生后的31日龄左右。

2. 化学体温调节的发育

图 5 示不同环境温度中耗氧量的日龄变化。从图 5 可以看出:

1) 在 15°C 环境中耗氧量曲线呈“S”型。1日龄时耗氧量较高, 此后下降, 5日龄前后开始上升, 大约在13—17日龄上升最快, 20日龄时耗氧量达到高峰。此后、随日龄增加耗氧量逐渐下降。 20° 和 25°C 时耗氧量曲线变化趋势与上述情况基本相同, 但 25°C 时的曲线相当平缓。

化学体温调节是对代谢产热的调节。动物在个体发育中产热能力的变化, 直接反映化学体温调节的发育情况。乳鼠在13—17日龄代谢率迅速上升, 说明产热能力迅速加强, 化学体温调节迅速发育。20日龄时代谢率达到高峰, 化学体温调节发育完成。对照图 1、2 和图 5 可

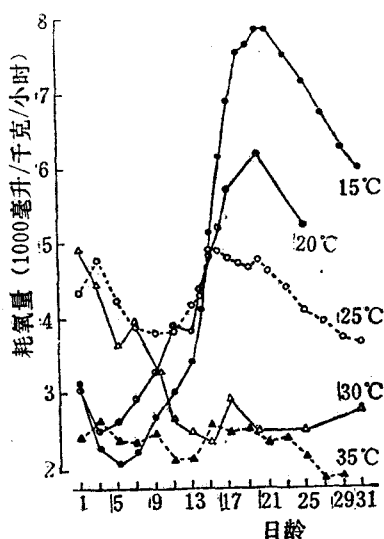


图 5 长爪砂土鼠乳鼠耗氧量的日龄变化

以看出, 恒温性的迅速发育和基本完成与化学体温调节的迅速发育和完成, 在时间上大致相符。并且化学体温调节发育快时恒温性发育也快。可见, 长爪砂土鼠化学体温调节的发育是体温调节发育的主要内容。

20日龄后, 动物个体继续增大, 在低温中相对散热量逐渐减少, 维持体温所需的产热量逐渐下降, 因而耗氧量也逐渐下降。

为什么在出生后的最初几天耗氧量连续下降呢? 原因不详。在大家鼠 (Várnai 和 Donhoffer, 1970)、小家鼠 (王祖望等, 1978)、麻雀 (李世纯等, 1979) 和新生猪 (Mount, 1959) 中均有类似发现, 但多数作者并未作出解释。只有 Várnai 和 Donhoffer 认为, 这是由于在出生后的最初几天动物的隔热能力下降了, 也就是由于体温下降而导致耗氧量下降。总之, 这个问题有待进一步探讨。

2) 在30℃环境中, 11日龄前乳鼠的耗氧量较高、并随日龄增加而下降。11日龄后进入较平稳状态。耗氧量的这种变化可能与乳鼠体温调节发育及其中性温度带相应地变化有关。对11日龄前的乳鼠, 30℃低于其中性温度, 所以耗氧量较高。而在11日龄之后, 30℃已属于乳鼠的中性温度范围。在这样的温度中动物毋需进行化学体温调节 (Wilson, 1979), 由于减少了代谢产热, 耗氧量较低。关于中性温度随动物个体发育的变迁, 在其它动物的研究中也报道 (Mount 和 Rowell, 1960; Rink, 1969)。

3) 1日龄时, 乳鼠在15℃—30℃环境中的耗氧量高于35℃环境中的耗氧量, 说明1日龄的动物就对低于中性温度的环境产生代谢反应, 增加产热量。但这时的产热能力是有限的, 不能有效地维持体温。在15℃和20℃时, 由于体温下降导致代谢率下降, 耗氧量比25℃和30℃时低。

恒温动物出生后对低温的代谢反应因种而异, 大体上可分三种类型:

a. 对低温产生明显的代谢反应, 产热能力高。例如, 绵羊 (Dawes 和 Mett, 1959; Alexander, 1961)、猪 (Mount, 1959; Mount 和 Rowell, 1960)、恒河猴 (Dawes 等, 1960) 和豚鼠 (Dawes 和 Mestyan, 1963) 等。这类动物出生后不久耗氧量即随日龄增加而下降, 出生

时化学体温调节发育已基本完成。

b. 对低温有一定的代谢反应, 产热能力低。例如、大家鼠 (Taylor, 1960)、小家鼠 (Cassin, 1963; Várnai和Donhoffer, 1970; Stanier, 1975)、挪威旅鼠 (Hissa, 1968) 和兔 (Adamsons, 1959) 等。这类动物出生后已具有初步的化学体温调节能力, 但其化学体温调节的发育主要在出生后进行。因此, 在出生后的一段时间内, 在低于中性温度的环境中耗氧量随日龄增加而增加。

c. 出生后对低温环境不产生代谢反应, 没有化学体温调节能力。例如、金黄地鼠 (Hissa, 1968; Rink, 1969) 直到10日龄以后才对低温产生代谢反应。负鼠直到出生后的第60天才出现体温调节迹象 (Morrison 和 Petajan, 1962)。

从我们的实验结果来看, 长爪砂土鼠属于上述第二种类型。

机体的产热分为颤抖性产热和非颤抖性产热 (Bartholomew, 1977)。前者是通过肌肉的颤抖而产热。后者的主要产热场所在棕色脂肪组织 (Brown adipose tissue)。关于这一点, Dawkins和Hull(1964)、Hull和Segall(1964)以新生兔作了很有说服力的实验。Hull(1973)在总结了两种产热方式后认为, 在新生哺乳动物中非颤抖性产热先于颤抖性产热。但也有例外, Hissa (1968) 发现新生金黄地鼠的产热与颤抖的发育有关。在我们的实验中发现新生长爪砂土鼠没有颤抖, 但能产热, 是非颤抖性产热。

3. 体温调节发育和其它形态生理发育的关系

1) 体重增长 以Brody(1945)的公式计算了体重瞬时增长率 (图6)。其公式为:

$$IGR = \frac{L_{t_2}m_2 - L_{t_1}m_1}{t_2 - t_1}$$

式中 m_1 和 m_2 分别为先后测量的体重值, $t_2 - t_1$ 为先后两次测量间隔时间。从图6可以看出,

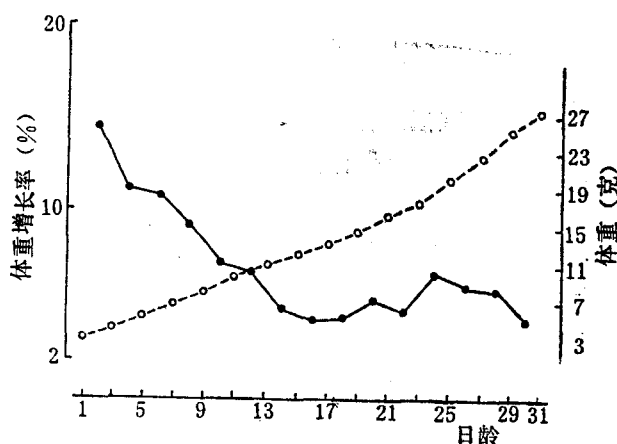


图6 长爪砂土鼠乳鼠体重增长率 (实线) 及体重增长 (虚线)

出生后乳鼠体重增长率随日龄增加逐渐下降。13—19日龄增长率最低, 此后又有上升, 25日龄后再度下降。

2) 睁眼时间 共观察23窝 126 只乳鼠。睁眼时间在15—18日龄。部分个体两只眼于同一天睁眼, 部分个体先睁一只眼、次日再睁另一只。若以两只眼全睁开计, 15日龄时睁眼鼠

数占观察鼠数的 12.7%, 16 日龄时为 55.6%, 17 日龄时达 90.5%, 18 日龄时全部睁眼。

3) 耳的发育 初生个体耳壳上半部向下折叠, 外覆一层透明薄膜。3 日龄时部分个体耳壳上部展开, 5 日龄时全部展开。17 日龄时耳道开孔, 但不明显, 20 日龄时开孔明显, 耳壳活动自如。

4) 门牙的生长 下门牙于 9—10 日龄长出, 上门牙于 11—13 日龄长出。

5) 被毛生长 2 日龄时身体背侧毛长出, 3 日龄时腹侧毛长出。此后, 身体其他部分的被毛陆续长出。17 日龄前生长较快, 至 17 日龄时被毛长度达成体的 % 左右。

6) 行为发育 15 日龄以后乳鼠活动能力明显加强, 常出巢活动, 行动迅速, 未睁眼个体亦是如此。25 日龄后, 当暴露于 35℃ 环境时动物能用唾液弄湿颈部和胸部被毛, 以加速散热。

为了探讨上述形态生理方面的发育与体温调节发育的关系, 有必要将各方面的发育一并进行分析。

乳鼠出生后体重不断增长, 个体逐渐增大 (图 6)。根据牛顿散热定律和体表面积定律, 在低温环境中个体大的乳鼠单位体重上的散热量少于个体小的乳鼠, 体重大的个体更容易抵抗低温。随体重增加, 动物的恒温能力相应地加强。被毛具有隔热作用。被毛的生长使隔热层加厚, 减少了机体和环境之间的热量辐射和传导作用。这就从另一方面加强了动物抵御低温的能力。

根据范霍夫定律, 生化反应的速度与环境温度成正比。日龄较小的乳鼠恒温能力差, 暴露于低温环境时, 由于体温下降而导致与代谢有关的生化反应速度下降, 代谢率也下降。由于体重和被毛的增长, 恒温能力加强, 在低温中的代谢率也增加。但是, 体重和被毛的发育是逐渐的, 不可能引起代谢率的迅速改变。显然, 在 11—19 日龄时乳鼠对低温的代谢反应迅速加强 (图 5), 主要是由于化学体温调节的迅速发育。

乳鼠睁眼时间在 15—18 日龄, 外耳道开孔在 17 日龄前后, 并且自 15 日龄以后, 乳鼠的活动能力明显加强, 行为也更为复杂。这些表明在 15 日龄前后乳鼠的神经感官有功能上的飞跃。神经功能的飞跃是受神经活动支配的体温调节能力飞跃的基础。因此, 在 15 日龄前后乳鼠的体温调节, 主要是化学体温调节发育最快。值得注意的是, 13—19 日龄时动物体重增长率较低 (图 6), 可能这是由于神经感官功能的迅速发育及动物活动能力的增强消耗了较多能量, 使物质积累相应减少。

Morton 和 Carey (1969) 在白冠雀生长和恒温发育的报道中, 李世纯等 (1979) 在麻雀雏鸟体温调节发育的报道中, 都把体温调节发育分成三个阶段, 即变温阶段、过渡阶段和恒温阶段。我们认为这种划分是适宜的。根据这种划分, 长爪砂土鼠出生后已处于上述第二个阶段。这一阶段一直延续到出生后的 31 日龄, 并且可以根据体温调节和有关形态生理方面的发育情况分成三个时期。具体划分如下:

1—11 日龄, 为基本变温时期。这时动物对低温有微弱的代谢反应, 已具有初步的化学体温调节能力。但从体温和环境温度的关系来看, 主要呈现出变温动物的特点, 体温与环境温度成正比, 明显地随环境温度变化 (图 4)。这时, 体温调节发育缓慢, 眼未睁开, 外耳道关闭, 活动能力差, 体重增长率高。

11—19 日龄, 是体温调节迅速发育时期。乳鼠的恒温能力迅速增长 (图 1、2), 对低温的代谢反应很快加强 (图 5)。这一时期的突出特点是化学体温调节迅速发育。神经和感官

功能也出现了飞跃, 睁眼、外耳道开孔、活动能力加强、被毛生长较快, 17日龄时长度已达成体的%左右。但体重增长率较低。

19—31日龄, 是体温调节趋于完善时期。前面已经提到, 乳鼠的化学体温调节约在20日龄发育完成。因此这一时期中主要是其他生理性及行为性体温调节能力进一步发育。如体重和被毛继续增长, 在低温中卷缩身体减少散热, 在高温中伸展身体、并用唾液弄湿被毛以加速散热等等。这些能力的发育使体温调节进一步完善。约在31日龄体温调节发育完成。此后进入恒温阶段。

将我们的实验结果与McManus(1971)的相比较, 可以看出下列不同:

(1) 如图7所示, 我们观察的动物, 体温调节迅速发育时期开始和结束较早。开始于

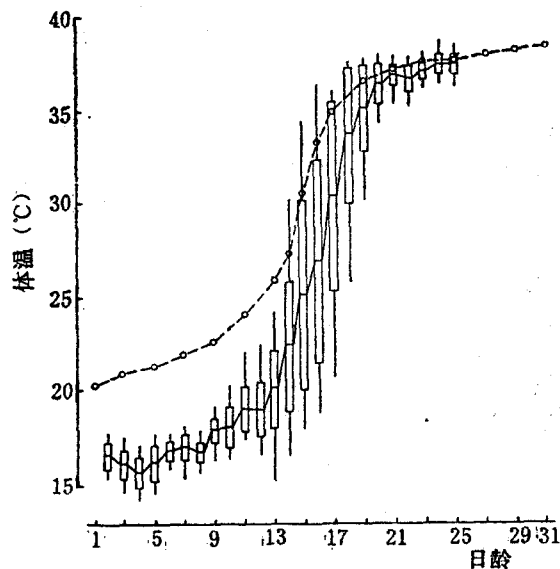


图7 长爪砂土鼠体温调节发育速度的比较

实线——McManus的结果, 虚线——本研究的结果

11日龄, 结束于19日龄, 其中以14—16日龄发育最快。而在McManus(1971)的观察中这一时期出现在13—20日龄, 其中以16—18日龄发育最快。这里应当说明, 对于体温调节发育尚未完成的动物而言, 冷暴露时间短则体温下降少。我们的实验中冷暴露时间较短, 所以冷暴露后的体温较高。但这种体温差异并非造成上述发育速度不同的原因。这一点已为McManus(1971)的实验所证实。

(2) 在我们的观察中, 乳鼠的其他形态生理方面的发育也较快。对比情况见表1。

表1 本项研究与McManus研究结果的比较

发育指标	本项研究结果	McManus的研究结果
体重(克)	7.0 11.7 16.1 22.7	5.7 9.2 12.9 18.6
睁眼时间	15—18日龄	16—21日龄
耳壳展开时间	3日龄	4日龄
门牙长出时间	上门牙11—13、下门牙9—11日龄	上门牙12—15、下门牙11—13日龄
被毛生长	3日龄躯干部长出小毛	4日龄躯干部长出小毛

总之, 我们观察的动物发育较快。之所以出现这种情况可能是由于下述原因: McManus (1971) 观察的动物来自一个经历了长期驯化饲养的实验种群。这个种群是由1947年自我国带到日本, 又于1954年由日本进口到美国的动物繁殖下来的 (McManus, 1971; 田嶋嘉雄, 1972)。长期的人工饲养, 有可能导致其生命力的减弱。

三、小 结

1. 长爪砂土鼠出生后, 恒温能力逐日增长, 但增长速度是不均匀的, 以11—19日龄增长较快。化学体温调节于1日龄时已经出现, 13—17日龄期间迅速发育, 大约于20日龄发育完成。化学体温调节的发育是体温调节发育的主要内容。总的体温调节大约于31日龄发育完善。

2. 根据体温调节的特点和发育速度, 动物自出生到31日龄体温调节发育分成三个时期: 1—11日龄为基本变温时期, 11—19日龄为迅速发育时期, 19—31日龄为体温调节发育趋于完善时期。

3. 体温调节、感官功能和行为的迅速发育时间大致相同。但体温调节迅速发育时期动物的体重增长率下降。这表明体温调节发育与其他形态生理方面的发育有一定的内在联系。

4. 与我们的实验结果相比较, McManus (1971) 观察的长爪砂土鼠生长发育较慢。这种变化是否会影响其作为实验动物的价值, 有待进一步探讨。

参 考 文 献

- 李世纯、刘炳谦 1978 大苇莺雏鸟的耐寒性及体温调节。动物学报, 24(3): 251—254.
李世纯、刘炳谦、刘喜悦 1979 麻雀雏鸟体温调节的发育。动物学报, 25(4): 359—370.
夏武平、钟文勤 1966 内蒙古查干敖包荒漠草原撩荒地内鼠类和植物群落的演替趋势及相互作用。动物学报 18(2): 199—208.
王祖望、曾缙洋、李经才、戴克华 1978 小家鼠的生长和发育。灭鼠和鼠类生物研究报告第三集: 51—68. 科学出版社。
田嶋嘉雄 1972 实验动物学各论。119—126. 研究社印刷株式会社。
Adamsons, K. 1959 Breathing and the thermal environment in young rabbits. *J. Physiol.* 149: 144—153.
Alexander, G. 1961 Body temperature control in mammalian young. *Brit. Med. Bull.* 31: 62—68.
Bartholomew, G. A. 1977 Body temperature and energy metabolism. In "Animal Physiology: Principles and Adaptations". M. S. Gorden(ed). 393—434. Macmillan Publishing Company. New York.
Bernstein, M. H. 1973 Development of thermoregulation in painted quail, *Excalfactoria chinensis*, Comp. Biochem. Physiol. 44A: 355—366.
Brody, S. 1945 Bioenergetics and growth. Reinhold Publishing Corp. New York.
Cassin, S. 1963 Critical oxygen tensions in newborn, young and adult mice. *Amer. J. Physiol.* 205: 325—330.
Dawes, G. S. and J. C. Mett 1959 The increase in oxygen consumption of the lamb after birth. *J. Physiol.* 146: 295—315.
Dawes, G. S. H. N. Jacobson, J. C. Mett and H. J. Shelley 1960 Some observations on foetal and new-born rhesus monkeys. *J. Physiol.* 152: 271—298.
Dawes, G. S. and G. Mestyan 1963 Changes in the oxygen consumption of new-born guinea-pigs and rabbits on exposure to cold. *J. Physiol.* 168: 22—42.
Dawkins, M. J. and D. Hull 1964 Brown adipose tissue and the response of new-born rabbits to cold. *J. Physiol.* 172: 216—238.
Dawson, W. R. and F. C. Evans 1960 Relation of growth and development to temperature regulation in nestling vesper sparrows. *Condor.* 62: 329—340.

- Gorecki, A. 1975 Kalabukhov-Skvortsov respirometer and resting metabolic rate measurement. In "IBP Handbook No 24". W. Grodzinski (ed.), 309—313. Blackwell Scientific, Oxford.
- Hissa, R. 1968 Postnatal development of thermoregulation in the norwegian lemming and the golden hamster. *Ann. Zool. Fenn.* 5: 345—383.
- Hull, D. and M. M. Segall 1964 The effect of removing brown adipose tissue on heat Production in the new-born rabbit. *J. Physiol.* 175: 58P.
- Hull, D. 1973 Thermoregulation in young mammals. In "Comparative Physiology of Thermoregulation" Vol. 3, G. C. Whittow(ed.), 167—200.
- McManus, J. J. and J. A. Mele 1969 Temperature regulation in the Mongolian gerbil, *Meriones unguiculatus*. *Bull. New Jersey Acad. Sci.* 14: 21—22.
- McManus, J. J. 1971 Early postnatal growth and development of temperature regulation in the Mongolian gerbil, *Meriones unguiculatus*. *J. Mammal.* 52: 782—792.
- Mele, J. A. 1972 Temperature regulation and bioenergetics of the Mongolian gerbil, *Meriones unguiculatus*. *Am. Midl. Nat.* 87: 272—282.
- Morrison, P. R. and J. H. Petajan 1962 The development of temperature regulation in the opossum, *Didelphis marsupialis virginiana*. *Physiol. Zool.* 35: 52—65.
- Mount, L. E. 1959 The metabolic rate of the new-born pig in relation to environmental temperature and to age. *J. Physiol.* 147: 333—345.
- Mount, L. E. and J. G. Rowell 1960 Body size, body temperature and age in relation to the metabolic rate of the pig in the first five weeks after birth. *J. Physiol.* 154: 408—416.
- Morton, M. J. and C. Carey 1971 Growth and the development of endothermy in the mountain white-crowned sparrow (*Zonotrichia leucophrys oriantha*). *Physiol. Zool.* 44: 177—189.
- Rink, R. D. 1969 Oxygen consumption, body temperature, and brown adipose tissue in the postnatal golden hamster (*Mesocricetus auratus*). *J. Exp. Zool.* 17(1): 117—123.
- Robinson, P. F. 1959 Metabolism of the gerbil, *Meriones unguiculatus*. *Science*. 130: 502—503.
- Stannier, M. W. 1975 Effect of body weight, ambient temperature and hudding on oxygen consumption and body temperature of young mice. *Comp. Biochem. Physiol.* 51A: 79—82.
- Taylor, P. M. 1960 The influence of environmental temperature on the O₂ consumption of new-born rats. *J. Physiol.* 151: 22P.
- Várnai, I. and Sz. Donhoffer 1970 Thermoregulatory heat production and regulation of body temperature in the new-born rat. *Acta. Physiol., Acad. Sci. Hung.* 37(1—2): 35—49.
- Wilson, J. A. 1979 Principles of Animal Physiology. 727—734. Macmillan Publishing Co., Inc. New York Collier Macmillan Publishers London.

STUDIES ON DEVELOPMENT OF THERMOREGULATION IN MONGOLIAN GERBIL, *MERIONES UGUICULATUS*

Jing Shaoliang Sun Ruyung

(*Depart. of Biol., Beijing Normal University*)

This paper deals with the development of thermoregulation of Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*). The body temperatures and oxygen consumptions of 28 litters totalled 157 young were measured at ambient temperatures of 10°-35°C.

After birth the homeothermic ability increases gradually, and reaches that of adult's at 31 days old. Even at 1 day old, the young response to cold by increasing oxygen consumption. This shows that the chemical thermoregulation is already present at this time. By about 20 days old the development of the chemical thermoregulation in the young is completed.

During the first 31 days of life, there are three periods in the development of homeothermic ability in Mongolian gerbil. The first period, from 1 to 11 days old, is essentially poikilothermic. During this period, the body temperature varies essentially with ambient temperature, although, it is usually above ambient temperature. The development of homeothermy is quite slow. The second period, from 11 to 19 days old, is a rapid developing one. The main character is that oxygen consumption increases significantly with age at experimental temperatures of 15°-20°C. It shows that the chemical thermoregulation develops very rapidly. The third period, from 19 to 31 days old, is an essentially homeothermic period, during which the homeothermic ability is getting gradual improvement.

It was found that growth of the body weight, development of eyes, ear and pelage were related with the development of homeothermy.

It was also found that the establishment of homeothermy in our experiment was earlier than that reported by McManus (1971). This difference may be due to the effect of long-term laboratory keeping.