

幼小鼠对种内几种化学信息的识别和反应

范志勤 盖寒焱

(中国科学院动物研究所, 北京)

摘 要

50年代以来, 国际上相继开展了一些关于化学信息在小家鼠繁殖中作用的研究, 并在实验室中揭示了一些反应: 如集群雌鼠气味使雌鼠性周期延长的Lee-Boot效应^[1-2], 雌鼠气味能解除集群雌鼠对性周期的抑制、并促使它们同期发情的Whitten效应^[3], 以及陌生雄鼠气味中断妊娠的Bruce效应等等^[4]。但是, 在成鼠间起作用的几种化学信息, 是否被幼鼠感受, 对幼鼠的发育和性成熟是否产生影响, 还是一个未知的问题。

影响小鼠发育的因素很多, 除环境因子外, 近来还出现了有关社群因素中外激素对小鼠性成熟影响的报道^[5-6], 发现雄鼠或给予雄激素的雌鼠有促进幼雌鼠性成熟的作用, 范志勤发现父本气味和陌生雄鼠气味对幼雌鼠性成熟均有促进作用^[7-8]。但是, 目前关于种内雌鼠气味、集群雌鼠气味、幼鼠气味影响性成熟的研究尚不多见。有关各种气味对性成熟效应的比较的报道亦少。本文的目的在于通过实验方法, 阐明种内的几种化学信息, 诸如父本、陌生雄性、雌性、集群雌性、幼雌等几种气味, 对幼雌小鼠性成熟的影响, 并据此了解幼鼠识别这几种信息的能力。

关键词: 幼小鼠, 化学信息, 反应。

一、材料和方法

实验动物为本所动物房饲养的昆明系小白鼠。计有幼雌鼠320只, 其中约有90余只作为后备鼠, 当试鼠死亡或健康不佳时作替补之用。成年雄鼠25只, 成年雌鼠119只, 幼雄鼠20只, 饲养时, 充足供应饮水及标准饲料。每周还加喂新鲜蔬菜2次。

幼雌鼠自出生后20—25日龄时断乳并与母鼠分开。选取体重相近的幼雌鼠每4只放入一罐中喂养。另自同窝仔鼠中选取体重相近的姊妹幼鼠4只共8窝, 也按上法饲喂。

幼雌鼠分别接受陌生雄鼠气味, 单只雌鼠气味, 以及6只成年雌鼠集于一群后产生的集群雌鼠气味和幼雄鼠气味刺激, 另有同窝仔鼠只接受其父本雄鼠气味刺激, 此外, 还有一组幼雄鼠不接受任何气味刺激, 作为空白对照。

气味源取自上述鼠的下垫物。令试鼠接受刺激时, 不经视觉、听觉渠道, 只经嗅觉通路感受。对照组虽不给味, 仍让试鼠经受同样的实验处理。以保持与实验组的条件一致。

各不同气味刺激的实验组及对照组实行严格地气味隔离, 饲养条件、管理制度、阳光及室温均保持一致。

每日检查幼雌鼠阴道开口情况。自阴道开口日起连续做阴道涂片, 随后进行显微镜镜检, 一俟见到第一次动情期出现, 于第2—3日将动物处死, 解剖, 剥离性腺、包皮腺、肾

本文于1987年7月9日收稿。

上腺、脾、心、肝等, 称量出鲜重。

本项实验共重复 4 次, 为避免季节性差异, 每次实验时间都相同。因各次实验结果趋势一致, 故将几次实验资料合并, 统一处理和分析。

二、结果和分析

1. 几种化学信息对雌小鼠性成熟的影响

几种化学信息影响下, 雌小鼠性成熟时间的变异: 分别给予出生后 20—25 日龄的幼雌鼠以陌生雄鼠、父本雄鼠、单只雌鼠及集群雌鼠的气味, 在上述不同气味刺激下, 幼雌鼠性成熟时间列于表 1。

表 1 几种气味刺激下幼雌小鼠性成熟日龄

Table 1 Mean age in days of female mice at first oestrus after exposure to various odour stimuli

刺激种类	例数	性成熟日龄	"t" 检验
父本雄鼠 气 味	28	36.1 ± 0.78	
陌生雄鼠 气 味	42	36.9 ± 1.14	
单 只 雌 鼠 气 味	39	39.2 ± 1.09	
对 照	34	40.9 ± 1.24	
集群雌鼠 气 味	37	41.7 ± 1.83	

由表 1 可见, 给予父本雄鼠气味刺激时, 幼雌鼠最早达到性成熟, 性成熟日龄为 36.1 ± 0.78 日; 其次为给予陌生雄鼠气味者; 给予单只雌鼠气味的幼雌鼠的性成熟时间占第三位; 不给任何气味的对照组中, 幼雌鼠性成熟日龄为 40.9 ± 1.24 日; 性成熟时间最长的为给予集群雌性鼠气味者, 幼雌鼠在该种气味刺激下, 性成熟日龄为 41.7 ± 1.83 日。它们较性成熟最早的父本气味组性成熟平均晚 5、6 日。

对各种气味刺激下性成熟日龄的差异进行统计分析, 用 t 分配进行均数显著性检验, 检验结果见表 1。父本雄鼠和陌生雄鼠气味刺激下的幼鼠的性成熟时间均较

未给气味的对照组短, 它们与对照组的幼雌鼠在性成熟日龄上相差的 t 值分别是 3.12, 2.37, 前者 $p < 0.01$, 后者的 p 值在 0.01 和 0.05 之间, 它们与对照组分别存在着非常显著和显著性的差异。表明上述二种气味刺激在促进幼雌鼠性早熟上, 存在有明显的统计意义。

若单就父本和陌生雄鼠气味的作用而论, 父本雄鼠气味刺激能使幼雌鼠最早性成熟, 陌生雄鼠气味亦有这种促进幼雌鼠性成熟提前的功能, 在促进性早熟的能力上虽然前者略高于后者但经统计分析, 彼此没有显著差异。

单只雌鼠的气味也有刺激幼雌鼠提早性成熟的能力, 它们在促性早熟的作用上不如陌生雄鼠和父本雄鼠气味刺激来得强烈, 单只雌鼠气味刺激下幼雌鼠性成熟日龄与父本雄鼠气味所相差的 t 值为 2.14, $t > t_{0.05}$, 表明两者存在着显著性差异。但它们与陌生雄鼠气味刺激组相差的 t 值为 1.45, $t < t_{0.05}$, 彼此相差不显著, 表明单只雌鼠气味促使幼雌鼠性成熟的强度不如父本气味, 而与陌生雄鼠气味接近。

成年雌鼠集群出现 7 日、11 日、14 日不等的延长的性周期。以这种性周期延长的雌鼠气味给幼雌鼠刺激, 发现它们对幼鼠性成熟的时间产生影响, 幼鼠的发育受到了不同程度的抑制。经与对照组比较, t 值为 0.36, $p > 0.05$, 差异不具统计意义。但是若与给予雄鼠气味

表 2 不同气味刺激条件下幼雌鼠性成熟时体重

Table 2 Body weights at first oestrus under various odour stimuli.

刺激种类	例数	原初体重	性成熟时体重	"t" 检验
父本雄鼠气味	28	14.2 ± 0.15	31.5 ± 0.33	
陌生雄鼠气味	42	14.3 ± 0.21	29.2 ± 0.52	
单雌鼠气味	39	14.2 ± 0.17	30.2 ± 0.60	
对 照	34	14.3 ± 0.24	29.2 ± 0.35	
集群雌鼠气味	37	14.3 ± 0.19	30.8 ± 0.87	

刺激组比较, t 值分别为 2.53 和 2.28, $0.05 > p > 0.01$, 彼此差异显著。

2. 几种化学信息对幼雌鼠体重增长的影响

(1) 性成熟时的体重 给予种内几种气味刺激条件下, 幼雌鼠性成熟时的体重列于表 2。

从表 2 可以看出, 给予父本气味的幼雌鼠不仅性成熟的时间最早, 其平均体重也最大。经显著性检验, 得出其体重与陌生雄鼠气味刺激组相差的 t 值为 3.32, 与对照组幼雌鼠体重相差的 t 值为 4.71, $p < 0.01$, 它们的体重相差存在着非常显著的差异。所以父本雄鼠气味刺激不仅促进幼鼠性成熟, 还有明显的促进其身体发育的作用。

表 2 还列出了未给予刺激前各组试鼠的平均体重, 它们基本上相同, 彼此没有显著差异。可见, 在性成熟时体重的差别, 是由于种内不同化学信息刺激的结果。

前已述及, 给予父本和陌生雄鼠气味刺激的幼雌鼠性成熟的日龄较早, 而集群雌鼠气味刺激有延缓幼雌鼠性成熟的作用, 促进和延迟性成熟日龄上彼此相差平均有 5、6 日之多, 还有的个体相差达 18 日。由于集群雌性气味组幼雌鼠性成熟时间较长, 所以, 它们在性成熟时的体重亦略大一些。但是在雄性和单雌气味刺激下, 早熟的个体幼雌鼠在性成熟时体重并不小于对照组的相应体重。而那些延迟性成熟的个体, 在性成熟时的体重亦不大于对照组和雄鼠气味组。可见, 促进幼雌鼠提早性成熟的几种气味刺激, 特别是父本气味, 不仅有促进幼雌鼠个体发育的作用, 同时还有促进幼雌鼠个体生长的作用。

(2) 幼鼠体重的增长情况 在各种不同气味刺激条件下, 以各组体重与对照组的差数并除以对照组体重为指标, 将幼鼠自出生后 20—25 日至性成熟的生长情况绘于图 1。

图 1 表明, 自第 20 日日龄幼鼠的体重随日龄的增大而增长。在不同气味刺激条件下, 幼雌鼠体重的增长速率不同, 如给予气味刺激 5 日后, 父本及陌生雄性气味和单雌气味刺激组中, 幼雌鼠体重的增长已显示出较给予其它气味刺激和对照组的幼鼠生长快的趋势。经集群雌鼠气味刺激的幼雌鼠的体重增长则缓慢一些。

应该指出, 自 25 日龄开始实验的幼鼠, 在雄或单雌气味刺激下, 体重增长速率远较 20 日龄开始实验的幼鼠为大。25 日龄的幼雌鼠虽然比 20 日龄鼠接受气味刺激晚 5 日, 但气味促进或延迟幼雌鼠性成熟的作用与 20 日龄接受气味刺激的幼雌鼠之间并无差异。也就是说, 25 日龄前, 不给气味, 并不减少对性成熟促进或抑制的刺激效果。图 1 可见, 给予气味刺激后, 各组幼鼠的生长速率差异加大, 至 30 日龄时, 群雌气味刺激组幼鼠体重显然低于其它组

别, 其体重与父本气味组相差的 t 值为 3.11, $p < 0.01$ 。说明存在着非常显著差异。它们与单雌及陌生雄性气味组体重相差的 t 值为 2.19, $p < 0.05$, 彼此有显著性差异。与对照组相差的 t 值为 0.72, $p > 0.05$, 其相差不具统计意义。至 34 日龄时, 经父本气味刺激的幼雌鼠的体重, 显著大于其它各组, 经统计分析, 它们与各组的相差都具统计意义。

3. 气味刺激对几种器官发育的影响

各种气味刺激下, 幼雌鼠几种器官的重量彼此不同, 为抵消由于体重大小造成的差别, 选取各器官与体重的比值来进行分析, 结果列于表 3。

表 3 中, 给予雄鼠气味刺激, 特别是父本气味刺激的幼雌鼠卵巢与体重的比值, 均较集群雌鼠气味组为大, 它们分别相差 0.02—0.04, 经统计分析, 卵巢的相差不具显著性, 但雄鼠气味和对照组中, 该指标的增长较快, 卵巢的生长在雌鼠气味刺激下受到一定的抑制趋势是存在的。

父本、陌生雄性气味影响下, 幼雌鼠的垂体均较集群雌性气味组为大, 它们的

比值相差为 0.036, 经统计分析, 二者的 t 值都为 2.56, $t > t_{0.05}$, 彼此差别具统计意义。

同样, 在父本及陌生雄鼠的气味影响下, 幼鼠心脏的生长亦较快, 它们较对照组分别高 0.67, 0.54, 相差的 t 值为 1.57 和 1.21, 虽然不存在显著性差异, 但这也是值得注意的一个影响。

其它如肝、脾、包皮腺重量与体重的比值表现出和卵巢、垂体回异的趋势, 即给予集群雌鼠气味组及对照组中的幼雌鼠有较大的肝、脾、包皮腺, 除脾的重量与其它各组差别不显著外, 对照及集群雌性气味刺激下, 幼雌鼠肝、包皮腺均显著高于父本及陌生雄性气味组。

4. 幼雄鼠气味的影响

实验过程中, 我们还测定了 25—32 日龄的幼雄鼠对幼雌鼠气味的影响, 结果列于表 4。

从表 4 可知, 幼雄鼠气味对幼雌鼠性成熟既无促进作用又无抑制作用, 它们与未给气味刺激的对照组在性成熟时间上几乎相同 ($t = 0.31$)。

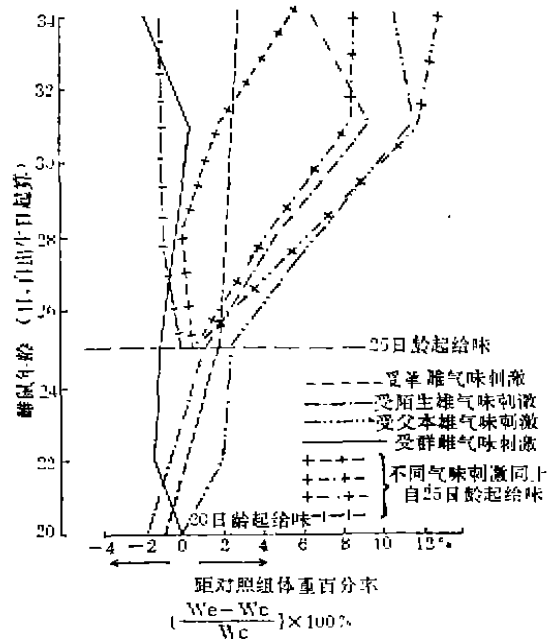


图 1 不同气味刺激对雄鼠体重增长过程的影响
Fig.1 Increase of body weight under various odour stimuli

三、讨 论

小鼠中不同性别, 甚至不同集群状况的试鼠释放的化学信息, 对幼鼠的发育及性成熟显示出不同的影响表明, 小鼠释放的外激素的种类是很丰富的。小鼠可以用它们传递细腻、多彩的信息。另一方面, 它们亦能感受、辨识这些不同的信息。这些气味刺激, 都是种内化学

表 3 不同气味刺激下幼雌鼠几项解剖指标与体重的比值

Table 3. Ratio of selected organ weights(mg) to body weight(g) from female mice under various odour stimuli.

刺激类别	例数	卵巢 $\times 10^{-3}$	垂体 $\times 10^{-3}$	肾上腺 $\times 10^{-3}$
父本雄鼠气味	28	0.20 ± 0.01	(21) 0.089 ± 0.007	0.20 ± 0.005
陌生雄鼠气味	42	0.18 ± 0.01	(22) 0.089 ± 0.008	(32) 0.22 ± 0.01
单雌鼠气味	39	0.19 ± 0.02	0.082 ± 0.006	0.21 ± 0.02
对 照	34	0.20 ± 0.01	(24) 0.097 ± 0.012	0.26 ± 0.003
集群雌鼠气味	37	0.16 ± 0.02	(25) 0.063 ± 0.011	(35) 0.19 ± 0.01
刺激类别	心脏 $\times 10^{-3}$	脾 $\times 10^{-3}$	肝 $\times 10^{-3}$	包皮腺 $\times 10^{-3}$
父本雄鼠气味	6.21 ± 0.14	4.50 ± 0.32	(61)* 64.27 ± 1.31	(71)* 0.11 ± 0.009
陌生雄鼠气味	6.08 ± 0.27	4.46 ± 0.68	(62)* 62.82 ± 1.79	(72)* 0.11 ± 0.016
单雌鼠气味	6.63 ± 0.31	4.65 ± 0.27	(63)* 63.33 ± 1.83	(73)* 0.12 ± 0.012
对 照	6.64 ± 0.37	6.07 ± 0.53	(64) 73.44 ± 2.15	(74) 0.18 ± 0.016
集群雌鼠气味	6.91 ± 0.45	4.62 ± 0.61	(65) 69.16 ± 2.02	(75) 0.14 ± 0.008

注: (21)与(25)、(22)与(25)、(25)与(24)、(32)与(35)、(62)与(65)、(63)与(65)、(71)与(75)、(75)与(74)、(72)与(75)、 $t_{0.05} > p$ (61)与(64)、(62)与(64)、(63)与(64)、(71)与(74)、(72)与(74)、(73)与(74)、 $t_{0.01} > p$, 即带*各组。

物质的作用, 经由嗅觉感受, 亦即外激素的作用。可想在自然条件下, 它们应是影响种群调节的社群因素之一。

幼雄鼠的气味对幼雌鼠的发育及性成熟未产生明显的作用, 看来促进幼雌鼠提前性成熟的物质是来自雄性动物性成熟之后分泌至体外的, 性未成熟的雌小鼠不具备分泌这种化学信息的能力。

实验结果表明, 父本雄鼠气味和陌生雄鼠气味均能促进幼雌鼠性早熟。集群雌鼠气味则对幼鼠性成熟有一定的抑制作用。而雄鼠气味在成鼠中能促进成年雌鼠性周期缩短, 集群雌鼠气味在成鼠中则有延长成年雌鼠性周期的功能。看来, 这两种气味刺激在成、幼鼠中的作用可能是一致的。

表 4 幼雄鼠气味对幼雌鼠性成熟的影响

Table 4 The influence of immature male odour on sexual maturation of female mice

刺激类别	例数	性成熟日龄	"t" 检验
幼雄鼠气味	12	40.2 ± 1.57	0.31
对 照	34	40.9 ± 1.24	相差不显著

单只雌鼠气味能促使幼雌鼠早熟, 但低于成年雄鼠气味的作用。通常, 幼鼠与母鼠在一起时, 幼鼠按期达到性成熟。所以, 此处单只雌鼠气味或许是充当母鼠气味的影响, 而表现出促进幼鼠生长发育的作用。

各种气味刺激对幼雌鼠的影响, 除表现在缩短或延缓性成熟的时间以外, 还在体重的增长速度、卵巢、垂体、心脏的大小上有所表现。实验结果表明, 性早熟的个体卵巢、垂体增长较快, 但肝、脾、包皮腺等都较小。上述几项器官生长快慢的变化可以作如下解释: 即在雄鼠气味刺激下动物体重增长较快, 性腺的增长速度更大于体重的增长, 以利于动物的生殖。在有限条件下, 为保证前者的增长, 抑制了某些器官和腺体的增长速度, 从而表现出具有相对小的肝、脾、包皮腺等。一般说来, 啮齿类的个体耐受性不强, 常用较大的生殖能力来补偿其缺陷。所以, 机体的许多功能, 都围绕着生殖、高产这一特征。在某些条件下, 常抑制一些器官的生长和发育, 以保证性腺的生长。因此, 性腺往往较其它器官优先获得生长和发育。这是许多鼠类维持物种繁衍的一种适应。

我们的实验得出, 幼鼠虽未性成熟, 仍有感受、辨识、区分各种不同气味刺激的能力。但是, 20日龄幼鼠对气味的感受不甚敏感, 辨识各种化学信息的能力亦差。所以接受不同气味刺激后, 增长速度差异不大。自25日龄后, 幼鼠感知接受气味的能力提高, 从而在不同气味刺激下, 表现不同的体重增长速率和性成熟时间。可见, 调节幼雌鼠性成熟并不需要很长时间的刺激。因为幼鼠感知气味的能力随着年龄的增长而加强, 所以在幼鼠25—30日龄前给予气味刺激, 都能产生调节控制它们性成熟早晚的效果。

父本和陌生雄鼠促进幼鼠早熟的作用彼此无显著差异, 但给予父本气味组, 其性成熟日龄及各项解剖指标的标准误差皆小, 也就是说, 它们变异较小。幼雌鼠体重增长较快, 卵巢、垂体、心脏等项指标亦较陌生雄鼠气味刺激组为大。我们分析其原因, 一是幼雌鼠能识别父本或陌生雄鼠气味, 二是由于父本气味组中幼鼠系同窝仔鼠在一起, 而陌生雄鼠气味刺激组系数个不同窝仔鼠放在一起。同窝姐妹可能能区分彼此气味或它们具有共同的气味, 在这样条件下, 幼雌鼠生长较快。总之, 无论二种分析中属那种原因, 都表明幼鼠已具备识别区分个体或不同群体气味的能力。

参 考 文 献

- [1] Lee, S. Van der and L.M. Beut, 1955, Spontaneous pseudopregnancy in mice I. *Act. Physiol. Pharmacol. Neer* 4:442.
- [2] Whitten, W.K., 1969 Occurrence of anoestrus in mice caged in groups. *J. Endocrin.* 18:102—107.
- [3] Whitten, W.K., 1958 Modification of the oestrus cycle of the mouse by external stimuli associated with the male. *J. Endocrin.* 17:307—313.
- [4] Bruce, H.M., 1959, An exteroceptive block to pregnancy in the mouse. *Nature* (London) 184:105.
- [5] Vanden bergh, J.G., 1967, Effect of the presence of a male on the sexual maturation of female mice. *Endocrin.* 81:345—348.
- [6] Drickamer, L.C., 1974, Contact stimulation androgenized females and accelerated sexual maturation in female mice. *Behav. Biol.* 12:101—110.
- [7] 中国科学院北京动物研究所动物生态室一组, 1976, 雄小鼠气味影响雌鼠性成熟的研究, *动物学报*, 22(2):207—212.
- [8] 范志勤, 1981, 《哺乳动物的化学通讯》, 科学出版社, 第1—236页。

DISCRIMINATION AND RESPONSE OF YOUNG MICE TO ODOUR STIMULI

Fan Zhiqin Gai Hanyan

(*Institute of Zoology Academia Sinica, Beijing*)

Young female mice were exposed to different odour stimuli which were strange males odour, parent males odour, solitary females odour, grouped females odour and young males odour, respectively. The purpose of this experiment was to determine the ability of discrimination and response to these odour stimuli and their effects on the rate of sexual maturation of mice. Female mice born between February 20 and March 5 were weaned at 20—25 days of age and placed into groups of four mice. The odour from an adult male, a young male, a nonlactating female and grouped adult females were introduced into four of the groups, while the remaining control group was maintained with out odours from either sex. The results from these experiments revealed that exposure to an adult male odour accelerated the first oestrus but exposure to an adult female odour advanced the first oestrus considerably less. Accelerated sexual maturation was accompanied by a more rapid increase in body weight, heart weight, pituitary and ovary weight. Exposure to the odour of grouped adult female mice inhibited sexual maturation. Inhibition was accompanied by a less marked increase in the above-described. No effects were noted in mice exposed to an immature male odour while body weight and other indices were remaining constant.

The results also show that young female mice can discriminate different odours from conspecific individuals. The more sensitivity period of perceiving the odours started from 25 days after birth. After aged 25 days, only a few days stimulation by strange male and fathers male odour made the young mice come to sexual maturation quite early. The effects of odour on sexual maturation in young female mice were similar to the effects of odours on the estrous cycle in adult female mice. The same conclusion could be made in term of the effects of grouped female mice which inhibited sexual maturation in young mice and prolonged estrous cycle in adult mice. It was found that influence on sexual maturation was stronger parent males odour than from others, including strange males odour. Single female odour also accelerate the sexual maturation of young female mice. These two effects may be play a role in natural regulation of population.

Key words: Young female mice, response, ability of discrimination, odour stimuli.