心 理 学 报
第3期 ACTA PSYCHOLOGICA SINICA 1991年

利用小鸡建立学习和记忆模型的方法介绍[1)*]

管林初 陈双双
中国科学院心理研究所，北京

摘 要

Gibbs和Ng利用一日龄小鸡作为学习和记忆的模型进行了一系列的实验研究，提出了记忆形成有短时记忆、中间记忆和长时记忆三个阶段的新假设。近年来，Patterson等人的工作不但证实了而且扩展了Gibbs和Ng的某些重要的发现。然而，Roberts则不同意Ng等关于记忆形成的三个阶段的论述。现在，双方正继续进行着有益的讨论。最近，我们对正常状态下一日龄小鸡的记忆形成进行了实验研究。结果表明，我们和Gibbs等人的结果大致上是相同的。

利用小鸡作为学习和记忆模型很有价值，并有许多优点。这个方法值得重视。

为了评价小鸡在研究学习和记忆中的价值，必须追朔到上一世纪一些科学家的有关实验研究。Spalding以年幼的小鸡和小鸭作为实验观察对象，观察了它们的行为活动，并于1873年出版了一本专著。这是迄今国际上最早描述幼小动物行为活动的重要文献。Morgan(1896)首先报道了小鸡的啄食行为。他观察到，刚刚孵化出来的小鸡一开始常常是毫无鉴别地啄许多细小的东西。但是，不久它们很快就能识别哪些是可以吃的食物。Morgan还观察到，小鸡只要通过一次痛苦性地啄到有伤害的或有毒的食物，此后，它们就不愿意再去啄这类食物。1937年澳大利亚动物学家Lorenz把幼小动物在生活早期所具有的这种先天性的、本能的和迅速的学习行为称为印记(imprinting)。本世纪三十年代，人们对小鸡印记的研究已较为普遍。但是，只是到了本世纪六十年代，特别是七十年代和八十年代，由于深入开展了对学习和记忆形成的脑机制的研究，才较详细地研究了小鸡的行为活动。

Cherkin等[1-3]根据小鸡在自然环境中有先天性的自发的啄食行为，首先建立了小鸡的一次性味觉—回避学习行为(one-trial-avoidance task)的实验模型。他们的研究方法和研究结果引起了世界各国的心理学家、动物学家和神经药理学家的兴趣和重视。目

1）本文于1990年7月10日收到。

*本文曾应邀分别在中国药理学会第四届全国神经药理学学术会议（武汉，1989，11）上和中国心理学会第五届生理心理学学术会议（南京，1989，11）工作专题报告。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

前，这方面的有关研究方法、已被美国、澳大利亚、英国和捷克斯洛伐克等国所应用。近几年来，这些国家已先后建立了专门研究小鸡行为活动的实验室，并开展了国际性的协作研究。1988年九月，就有关一日龄小鸡的学习和记忆问题在英国召开了国际性的学术会议。现在，这方面的研究报道颇多，英国剑桥大学动物系的动物学家Horn[4]还发表了专著——"记忆、印记和脑"("Memory, Imprinting and the Brain")。最近，这本专著已全文译成俄文，在苏联出版发行。但是，迄今为止，在我国还未见这方面的研究报道。不久前，我们有幸赴澳大利亚La Trobe大学心理系和脑—行为研究所进修学习。现在，我们已建立了自己的研究小鸡行为的实验室。

实验方法和程序

实验的一般条件：选择雄性一日龄小鸡作为实验对象。实验当天早晨，小鸡从孵鸡房送来。每20只小鸡为一组，为减轻小鸡的紧张感，将它们成对地放置于20×20×25厘米的木盒中。小鸡在行为上显示紧张的指标为，它们试图从木盒中跳出来，并且不断地发出惊叫声。实验前，先在木盒底部撒上少量的麦麸或米糠。木盒内的温度由悬挂在木盒上方的60瓦白炽灯泡控制，一般保持在25-30℃。将小鸡放置在木盒中适应半小时后，便开始实验。其实验程序如下：

1.**预备试验**(pre-pre-training)：训练小鸡啄蘸水的直径为2.5毫米由金属铬制成的小圆珠。这种训练的作用是为了使所有的小鸡在正式实验时能增加啄小圆珠的概率，并减轻在正式实验时它们的紧张感。实验者在每次将小圆珠伸进木盒以前，用手指轻轻地敲弹木盒前壁，以引起小鸡注意。这时，在大多数情况下，当小圆珠伸进去以前，小鸡都走向木盒前壁。由于木盒前壁有两排5×0.5厘米(直径)的小孔，孔的高度为离木盒底部8-10厘米。因此，轻轻地敲弹木盒前壁，就能既有听觉刺激，又有视觉刺激。

预备试验共进行两次，目的使小鸡习惯和适应这种实验情景，并且鼓励小鸡去啄从外面伸进来的物体。

2.**训练前试验**(pre-training)：分别将蘸有水的直径为4毫米的红色和蓝色小圆珠在小鸡面前呈现10秒钟，各呈现1次，继续训练小鸡的啄食行为。与此同时，用微机控制并分别记录第1次啄红色和蓝色小圆珠的潜伏期和啄的次数。

3.**训练试验**(training)：用直径为4毫米的红色玻璃小圆珠，蘸以闻有芳香味而尝则有苦味的化学物质——氨基苯甲酸甲酯(methyl anthranilate, MeA)在小鸡面前呈现10秒钟。当小鸡啄了这种小圆珠以后，便立即出现有特征性的厌恶反应——摇头、张嘴或在实验盒底部猛烈地作蹭嘴等动作。如果在这10秒钟之内小鸡不啄涂有MeA的红色小圆珠的话，那么，在以后分析实验结果时，便排除该小鸡的实验资料。

4.**记忆保持测验**(testing)：用同样大小的看上去类似的但实际上没有蘸任何化学物质的干燥的红色小圆珠，进行记忆保持测验，同样呈现10秒钟。此时，小鸡的正确反应便是拒绝啄红色小圆珠。与此同时，小鸡伴有摇头、惊叫或在木盒的底板上作蹭嘴等动作。或者，小鸡见红色小圆珠后立即后退或躲开，甚至，它们试图逃跑。这些情景正好像在训练时小鸡啄了MeA后的反应一样。有时，小鸡见了红色小圆珠后毫无反应，甚至闭上眼睛。实验者则把小鸡回避红色小圆珠作为记忆保持的指标。小鸡对红色小圆珠的回避率愈高，

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

说明小鸡的记忆能力愈好。

用同样的方法测定小鸡对未蘸任何化学物质的干燥的蓝色小圆珠的行为反应。在一般情况下小鸡不但不拒绝，而且会连继不断地去啄蓝色小圆珠。如对蓝色小圆珠的回避率愈低，说明小鸡对颜色的分辨能力愈高。

实验结果的分析

1.计算小鸡的回避率：

(1)计算对红色小圆珠的回避率：

$$\text{回避率}(\%)=\frac{\text{在保持测验时回避红色小圆珠的小鸡数}}{\text{在训练试验时啄红色小圆珠(MeA)的小鸡数}}\times 100\%$$

(2)计算对蓝色小圆珠的回避率：

$$\text{回避率}(\%)=\frac{\text{在保持测验时回避蓝色小圆珠的小鸡数}}{\text{在训练试验时啄红色小圆珠(MeA)的小鸡数}}\times 100\%$$

2.测定小鸡的分辨系数：

$$\text{每只小鸡的分辨系数}(d)=\frac{\text{啄蓝色小圆珠的次数}}{\text{啄蓝色小圆珠的次数}+\text{啄红色小圆珠的次数}}$$

$$\text{每组小鸡的平均分辨系数}(D)=\frac{d_1+d_2+d_3+\ldots\ldots d_n}{n}$$

n为小鸡数，如分辨系数为1，这表示小鸡对红色和蓝色小圆珠的分辨能力最高。换句话说，小鸡对蓝色小圆珠的回避率愈低，这说明小鸡对颜色的分辨能力愈高。因此，分辨系数则是评价小鸡记忆力的另一个重要指标。

记忆形成的三个阶段的讨论

过去，一般认为，记忆形成主要包括短时记忆(short-term memory, STM)和长时记忆(long-term memory, LTM)两个阶段。但是，目前关于这两个既有联系又有区别的不同阶段的见解，在研究学习和记忆专题的研究者之间还没有一致的意见。在认知心理学领域中，这两个阶段的区别是建立在实验心理学和生理心理学的实验基础上的。

直到目前为止，在生理心理学和神经药理学等领域有关记忆形成的动物模型的制备，已进行了许多探索。其中，有使用电休克或惊厥剂的方法，有用电损毁或神经毒素破坏大脑的某些特定部位和特殊通路的结构和功能的方法，以及使用影响RNA和蛋白质合成的药物等方法来制备各种记忆障碍的动物模型。不过，以往的多数实验都是以啮齿类动物为实验对象。近年来，Gibbs, Rogers和Andrew等[5-8]利用小鸡的学习和记忆模型来测定某些神经药物或生化制剂对小鸡的记忆保持的影响。Gibbs和Ng自七十年代以来，利用这个方法进行了大量的实验研究。他们发现，在没有使用任何药物的情况下，一日龄小鸡在用MeA训练后的保持测验中，出现两次短暂的记忆障碍。第一次记忆障碍大约是在训练后15分钟，第二次记忆障碍大约在训练后55分钟(图1)。

Gibbs等[5,6]曾多次重复出上述的实验结果。因此，他们认为，这是一个稳定的现象。为此，他们便提出了记忆形成的三个阶段的新假设(图3)。他们认为，记忆形成有如下三个阶段：

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

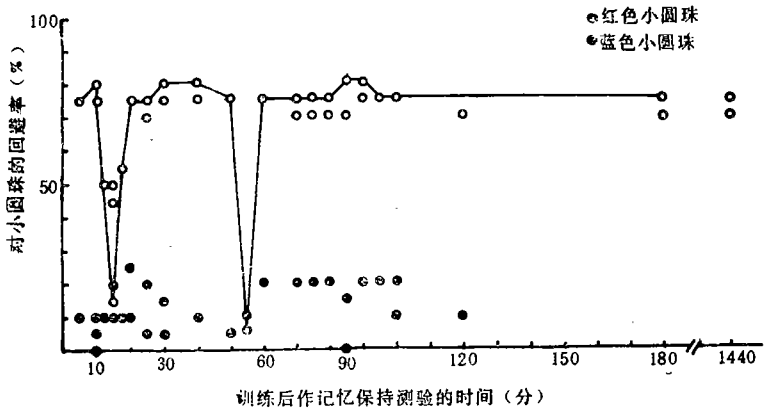

图1 一日龄小鸡经单次回避学习后的记忆保持曲线（图中某些点的实验资料曾被多次重复）

第一阶段：短时记忆阶段，这个阶段从训练后很快就开始，大约持续10分钟；

第二阶段：中间记忆阶段(intermediate-term memory, ITM)，这个阶段从训练后10—15分钟开始，这是一个不稳定的阶段，大约持续30分钟；

第三阶段：长时记忆阶段，大约自训练后30分钟开始，这个阶段较为稳定，持续时间较长。

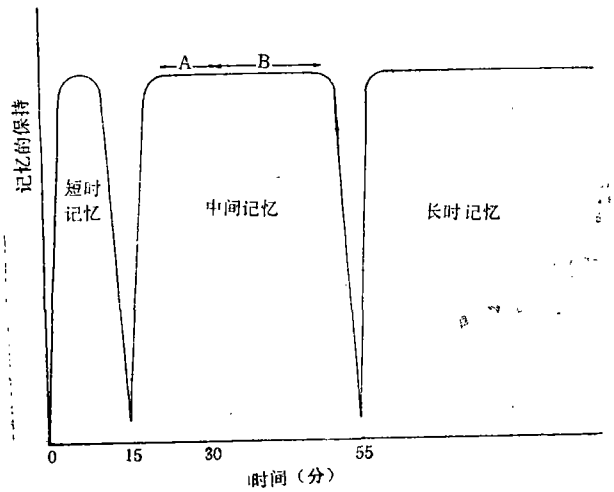

图2 Gibbs和Ng所提出的关于记忆形成的三个连续的、互相依赖的阶段的模式图

此外，他们的实验还证明，给小鸡注射不同的神经药物或生化制剂以后，可引起如下不同特征的记忆障碍：

1.短时记忆能被氯化锂(lanthanum chloride, Licl)、氯化钾(potassium chloride, KCl)和谷氨酸-钠(monosodium glutamate, GLUT)等去极化制剂所破坏。因而，他们进一步认为，短时记忆的形成是由于钾离子通过神经细胞膜时其传导性增加的缘故。

2.中间记忆能被毒毛旋花子甙(ouabain, OUBA)和利尿酸(ethacrynic acid)等钠-钾泵三磷酸腺苷酶抑制剂(Na^+/K^+ ATPase inhibiter)所破坏。因此，他们认为，这个阶段的记忆是和钠-钾泵的活动有关。

3.长时记忆能被蛋白质合成抑制剂，如茴香霉素(anisomycin, ANI)和环己酰亚胺(cyclohexi-mide, CXM)所破坏。

目前，已有实验证实Gibbs和Ng提出的记忆形成的三个阶段论，并同意这三个阶段有连续性。这就是说，破坏了早期阶段的记忆，也就破坏了后来阶段的记忆。近年来Patterson等[9]和Rosenzweig[10]的实验证实了Gibbs和Ng的某些重要发现。他们用一些生化

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

制剂测定对小鸡行为的影响。所得的结果类似于Gibbs和Ng的实验结果，即谷氨酸盐影响短时记忆；毒毛旋花子甙影响中间记忆；茴香霉素、环己酰亚胺和吐根碱(emetine，EME)影响长时记忆。他们的研究表明，在长时记忆的形成中蛋白质的合成是必须的。并且，他们的实验结果还表明，阻断了短时记忆和中间记忆的形成，便妨碍了长时记忆的出现。因此，他们便支持记忆形成有三个阶段的连续模式。此外，关于记忆形成所涉及的脑区方面的研究，Patterson等人[9,11]还发展了Gibbs和Ng的工作。他们通过一系列的实验证明，在记忆形成的过程中左腹内侧上纹状体(left medial hyperstriatum ventrate, MHV)和右侧新纹状体(right lateral neostriatum, LNS)是关键的神经结构。

最近，我们在澳大利亚La Trobe大学行为学院心理系和脑-行为研究所，对近千只小鸡进行了实验研究。其结果也表明，在学习后15分钟和50分钟有两个"低谷"("dip")。后来，通过多次验证，特别是应用双盲法验证。在正常情况下小鸡学习后15分钟的短暂的记忆障碍较为肯定。学习后所出现的第二次"低谷"在时间上有波动。我们的实验结果在一定程度上支持了Gibbs和Ng关于记忆形成的三个阶段的论述。

不过，Roberts(1987)[12]认为，Gibbs等根据记忆保持的两次短暂的障碍和某些药物效应，便得出记忆形成的三个阶段的解释，那是不能完全令人信服的。为此，他便提出了异议。Ng和Gibbs(1987)[13]针对Roberts的观点又立即提出解释和反驳。目前，他们之间的争论仍在继续进行。事实上，Gibbs和Ng对记忆形成的三个连续阶段的解释，这是按McGaugh所认为的记忆是连续的、多阶段的设想而发展起来的。Frieder[14,15]通过对啮齿类动物的实验，也曾提出过记忆过程有三个阶段或四个阶段的说法。

现在，这一研究领域的多数学者认为，利用小鸡来研究学习和记忆有如下优点：

1.建立学习模型块，一次性试验就能学会，而且记忆保持好；

2.容易做记忆保持的测定，如可以在学习后几分钟、几小时和几天测定小鸡的记忆保持；

3.小鸡的颅骨薄，脑内注射容易，一个实验员在一个实验日可以完成100—200只小鸡的脑内注射，并完成当天的学习和记忆的实验研究；

4.在同一天孵化出来的小鸡中，可以直接比较8-10种不同的实验条件；

5.每次实验的重复性较好；

6.鸡源丰富，价格便宜；

7.容易管理，一般可在实验当天或第二天即可将小鸡处死，可减少饲养和管理的开支；

8.鸡的大脑发达，便于作一些特定的研究，如将鸡脑和鸡的体重作比较，相对来说，鸡脑比其它动物的脑要重。因此，有人估计，其实验价值和某些哺乳动物的结果相似。

现在，一些科学技术先进的国家已广泛应用各种药物以及神经递质和神经肽等制剂来研究它们对小鸡的学习和记忆行为的影响(Patterson等，1989)。并且，有关小鸡的学习和记忆等高级心理功能的神经生物学机制的研究，已出版了专著(Horn, 1985)。因此，将小鸡作为医学和神经生物学的实验对象，值得我国心理学界、动物学界和神经科学界的同行们注意和重视。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

参 考 文 献

[1] Cherkin, A., Kineitics of memory consolidation: Role of amnesic treatment parameters, Proceedings of the National Academy of Science (USA), 1969, 63, 1094—1101.
[2] Cherkin, A., Retrograde amnesia: Impaired memory consolidation or impaired retrieval? Communications in Behavioral Biology, 1970, 5, 183—190.
[3] Lee-Teng, E., Retrograde amnesia gradients by subconvulsive and high convulsive transcranial currents in chicks, Proc. natn. Acad. Sci. U. S. A., 1970, 65, 857—865.
[4] Horn, G., Memory, Imprinting, and the Brain, Oxford: Clarendon Press, 1985.
[5] Gibbs, M. E. & Ng. K. T., Psychology of memory: Towards a model of memory formation, Biobehavioral Reviews, 1977, 1, 113—136.
[6] Gibbs, M. E. and Ng. K. T., Memory formation: A new three-phase model, Neurosci, Letters, 1976, 2, 165—169.
[7] Rogers, L. J. & Anson, J. M., Lateralisation of function in the chicken fore-brain, Pharmacology, Biochemistry and Behavior, 1979, 10, 679—686.
[8] Andrew, R. J. & Brennan, A., Sharply timed and lateralised events at time of establishment of long-term memory, Physiology and Behavior, 1985, 34, 547—556.
[9] Patterson, T, A.et al., Memory stages and brain asymmetry in chick learning, Behavioral Neurosci., 1986, 100, 856—865.
[10] Rosenzweig, M. R. Lecture at the Fifth National Congress in the Chinese Psychological Society, (Hangzhou), 1987.
[11] Patterson, T. A., et al., Influence of opioid peptides on learning and memory, Processes in the chick, Behavioral Neuroci., 1989, 103, 429—437.
[12] Robers, S. Less-than-expected variability in evidence for three stages in memory formation, Behavioral Neurosci., 1987, 101, 120—125.
[13] Ng. K. T. and Gibbs, M. E., Less-than-expected variability in evidence for three stages in memory formation: A response, Behavioral Neurosci., 1987, 101, 126—130.
[14] Frider, B. & Allweis, C., Transient hypoxic-amnesia: Evidence for a triphasic memory-consolidating mechanism with parallel processing, Behavioral Biology, 1978, 22, 178—189.
[15] Frieder, B. & Allweis, C., Memory consolidation: Further evidence for the four-phase model from the time-course of diethyl-dithiocarbamate and theacrynic acid amnesias, Physiology and Behavior, 1982, 29, 1071—1075.

INTRODUCTION OF A METHOD IN ESTABLISHING A NEW LEARNING AND MEMORY MODEL WITH CHICKS

Guan Linchu Chen Shuangshuang
Institute of Psychology, Academia Sinica

ABSTRACT

Gibbs and Ng conducted a series of experimental studies using one-trial taste-avoidance task in one day-old chicks and proposed a new hypothesis of three-stage model of memory formation, which is short-term memory (STM), intermediate-term memory (ITM) and long-term memory (LTM). Since 1986 Patterson et al., have replicated and extended some of the key findings of Gibbs and Ng, But Roberts expressed doubts toward this model. Now debate on both sides is still continuing. Recently, we undertook an experiment to study the stages of memory formation in normal one-day-old chicks. Our results were similar to those of Gibbs and Ng.

Using chicks as a model for the study of learning and memory is of great value and it has many advantages. This method is worthy of note.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net