

# 豚尾猴(*Macaca nemestrina*)等 灵长类动物反转学习的比较研究<sup>1)</sup>

刘世熠\* 林德亮\*\* 蔡景霞 李朝达  
中国科学院心理研究所 中国科学院昆明动物研究所

不同种类猿猴脑高级机能的比较生理心理研究的资料很少,并且意见不完全一致。Знаменская和Мердвин(1977)<sup>(1)</sup>曾报道黑猩猩较阿拉伯狒有较大的推断能力。Shell和Riopelle(1958)<sup>(2)</sup>报道阔鼻猴蜘蛛猴(*Ateles geoffroyi*),卷尾猴(*Cebus albifrons*)和普通松鼠猴(*Saimiri sciurea*)间可见辨别能力的差异,而且它们均较猕猴为低。但也有人表示不同看法<sup>(3)</sup>,甚至认为就解决“工具”问题来说,卷尾猴较猕猴为优越<sup>(4)</sup>等。

曾有不少学说企图解释反转学习的机制。例如“干扰学说<sup>(5)</sup>”“刺激一起伏学说<sup>(6)</sup>”和“逐渐改进学说<sup>(7)</sup>”等,但反转学习的机制直到现在尚不清楚。由于反转学习和刺激模式密切相关<sup>(8,9)</sup>,因此我们认为在刺激模式差异很大的动物间(例如猴和大白鼠间)进行特定刺激模式的反转学习的探讨,常常难于进行比较。本研究在7种不同猿猴中探讨以视觉辨别反应为基础的反转学习,一方面可能对了解不同种灵长类动物的神经过程灵活性有所帮助,另一方面也可能对了解反转学习的机制提供若干灵长类动物方面的线索。

## 实 验 方 法

共在10只狭鼻和阔鼻成年健康猴进行研究,其中包括豚尾猴(*Macaca nemestrina*)2只,红面猴(*Macaca speciosa*)2只,熊猴(*Macaca assamensis*)2只,阿拉伯狒(*Papio hamadryas*)1只,山魈(*Mandrillus sphinx*)1只,懒猴(*Nycticebus coucang*)1只和美洲卷尾猴(*cebus albifrons*)1只。上述各猴均未进行过任何其它实验研究,由于本研究中的若干种类猴的来源较稀贵,因此数量受到限制。所谓“成年”是指2—5岁而言,参考Hurme<sup>(10)</sup>等方法藉臼齿生长顺序进行推算。本研究的主要工作在云南昆明花红洞海拔2050公尺的山区进行。

全部实验用改进的WGTA装置<sup>(11)</sup>方法进行研究。实验时猴置单独铁笼中,面对能藉滑轮运动及藉吊车自由开启的WGTA装置(60×60×70cm)。装置中无食盘,而在刺激信号木块的底部挖孔放置食物,猴必须推翻刺激信号木块后才能取食。实验前先用为训练目的而采用的信号木块使猴熟悉实验环境与要求,一般1—3次实验单元猴便迅速建立“翻木块取食”的习惯,然后开始正式实验。每实验单元共进行30次阳性和阴性刺激信号的同时呈现,每次呈现的间隔1—3分不等。阳性和阴性刺激信号的左右位置则完全随机

1) 本文于1981年4月1日收到。

\* 现在中国科学院上海生理研究所工作。

\*\* 现在山西生物研究所工作。

确定。实验前猴均禁食。全部实验均在白天进行,但懒猴为晚间活动猴,因此晚上才进行实验。

转换前,“红色木块”(“红”)和“三角形木块”(“△”)为阳性(+)刺激信号,“绿色木块”(“绿”)和“正方形木块”(“□”)为阴性(-)刺激信号。阳性刺激信号用梨或葡萄干等食物巩固。先各别建立颜色(“红”+“绿”-)和形状(“△”+“□”-)的简单学习,当各别连续1—3次实验单元达到80%正确度后,再建立颜色和形状交替呈现的“动型”。当“动型”连续2—3次实验单元达到80%正确度后,再建立“动型”的转换(“红”-“绿”+、“△”-“□”+)。当连续2—3次实验单元再达到80%正确度便表示转换成功。简单学习的建立和“动型”的建立以300次巩固能否达到80%正确度为标准,“动型”转换成功以450次巩固能否达到80%正确度为标准。在“动型”的建立和转换过程中,“先+后-”的错误模式是指先对阳性刺激信号正确反应,而后对阴性刺激信号错误反应的模式。“先-后+”的错误模式是指先对阴性刺激信号错误反应,而后对阳性刺激信号正确反应的模式。

## 实 验 结 果

### 1. 豚尾猴, 红面猴和熊猴的反转学习

本实验中我国云南产豚尾猴,红面猴和熊猴均能建立简单的颜色和形状的学习,均能建立“动型”及其反转学习。简单颜色学习30—180次巩固,简单形状学习60—150次巩固,“动型”则30—180次巩固。反转则豚尾猴最快(平均165次巩固),红面猴次之(平均225次巩固),而熊猴最慢(平均270次巩固)。图1便是豚尾猴,红面猴和熊猴转换学习曲线的示例。

表1 豚尾猴、红面猴和熊猴转换学习的建立与错误情况分析表

猴基本情况		建 立 情 况				错误情况(各项目全部实验单元的平均错误次数)									
猴 分 类	编 号	单独颜色连续1—3次达到80%正确度次数(红+绿-)	单独形状连续1—3次达到80%正确度次数(△+□-)	“动型”连续2—3次达到80%正确度次数(红+绿-、△+□-)	“动型”转换连续2—3次达到80%正确度次数(红-绿+、△-□+)	单 独 颜 色 (红+绿-)	单 独 形 状 (△+□-)	“动型”建立 (红+绿-、△+□-)				“动型”转换 (红-绿+、△-□+)			
								先+后-		先-后+		先+后-		先-后+	
								颜色	形状	颜色	形状	颜色	形状	颜色	形状
豚尾猴	№1 (363)	120次	120次	30次	180次	8.40	11.40	0.43	1.71	0.29	0.71	1.43	2.86	7.71	3.57
	№2 (357)	180次	150次	180次	150次	9.60	5.80	0	0.33	0	0	4.71	3.71	3.71	2.43
红面猴	№1 (*1)	90次	90次	60次	180次	9.75	9.67	1.00	2.75	0	0.25	1.14	0.57	2.86	1.29
	№2 (*2)	30次	90次	30次	270次	6.00	8.66	0	1.00	1.00	1.00	4.00	4.55	4.00	3.11
熊猴	№1 (*1)	150次	60次	60次	330次	16.00	7.67	2.25	3.00	1.00	0.50	3.84	1.54	5.54	1.92
	№2 (*2)	60次	90次	30次	210次	8.00	9.00	0	0	1.00	2.00	2.56	2.43	5.00	2.56

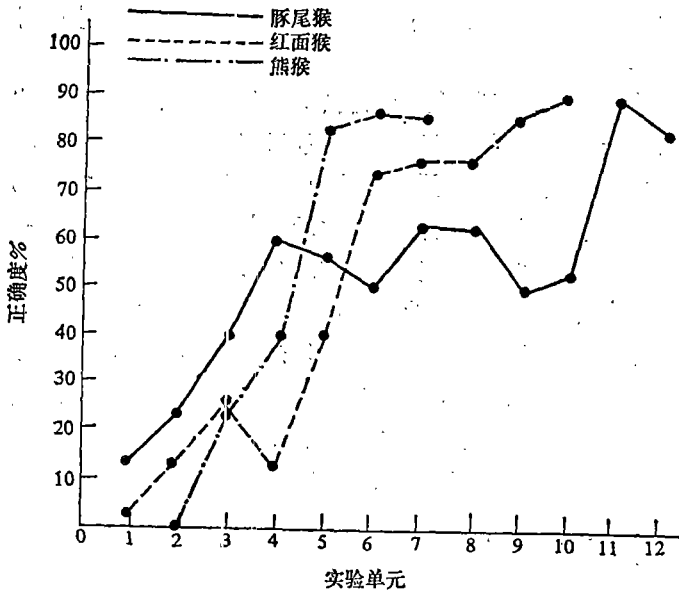


图1 豚尾猴、红面猴和熊猴转换学习曲线的示例

就错误的情况来分析,简单颜色和形状的学习中未见一致的规律性。“动型”建立过程中一般错误均很少。反转学习中则颜色的反转显然较形状的反转困难得多。就错误的分类来分析,“动型”建立中大部分猴“先+后-”的错误比较显著,反转中则大部分猴“先-后+”的错误比较显著。除熊猴 №1 较不明显外,其它5只猴在反转过程中均可见下述三个不同阶段的呈现:(1)“先-后+”为主的错误阶段。(2)“先-后+”的错误明显

减少而“先+后-”的错误稍见增加的阶段。(3)两者错误均显著减少而反转成功的阶段。此外,本实验中仅6猴中的1只猴(熊猴 №1)在反转学习初期呈现不安和鸣叫等现象。

### 2. 阿拉伯狒和山魈的反转学习

阿拉伯狒和山魈在分类上比较接近。它们均能建立简单的颜色和形状的学习与“动型”的学习,但山魈的简单颜色学习显著较慢。就动型的反转学习来说,阿拉伯狒300次反转成功,而山魈450次未见反转成功。从图2中可见阿拉伯狒的反转曲线少起伏,第10次实验单元便达到80%的正确水平;山魈的反转曲线甚不稳定,第15次实验单元仅达到56.7%的正确水平。就错误的情况来分析,无论简单学习或反转学习,颜色信号的建立和

表2 阿拉伯狒、山魈、懒猴和美洲卷尾猴转换学习的建立与错误情况分析表

猴基本情况	建立情况				错误情况(各项目全部实验单元的平均错误次数)									
	单独颜色连续1-3次达到80%正确度次数 (红+绿-)	单独形状连续1-3次达到80%正确度次数 (Δ+□-)	“动型”连续2-3次达到80%正确度次数 (红+绿-) (Δ+□-)	“动型”转换连续2-3次达到80%正确度次数 (红-绿+) (Δ-□+)	单独颜色 (红+绿-)	单独形状 (Δ+□-)	“动型”建立 (红+绿-) (Δ+□-)		“动型”转换 (红-绿+) (Δ-□+)		颜色	形状	颜色	形状
							先+后-	先-后+	先+后-	先-后+				
阿拉伯狒	90次	30次	30次	300次	8.00	3.00	0	0.33	1.67	0.67	1.41	0.67	5.41	2.67
山魈	240次	40次	30次	450次未转换成功	14.10	8.00	1.33	2.33	0	0				
懒猴	90次	90次	30次	450次未转换成功	5.33	9.33	1.00	0.66	1.33	0.66	2.80	0.73	7.13	2.20
美洲卷尾猴	510次未建立成功	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

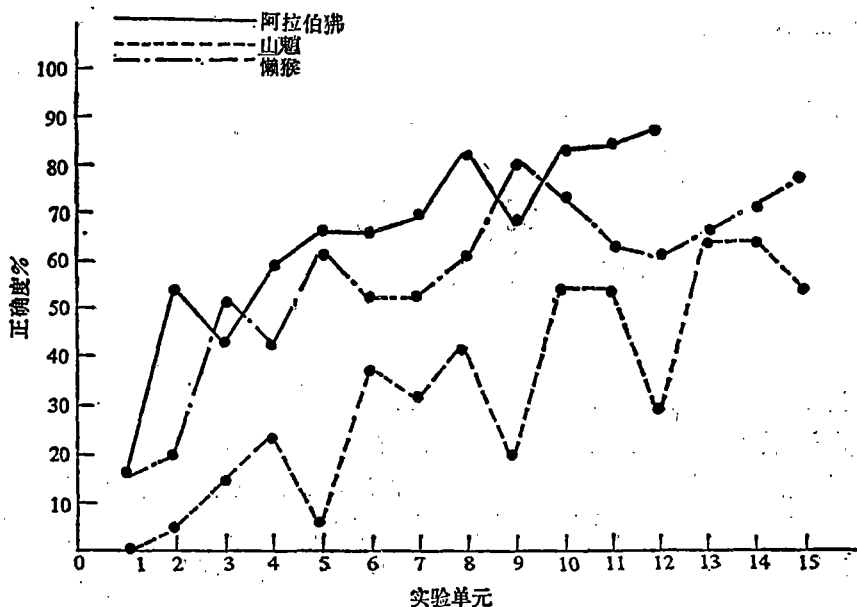


图 2 阿拉伯狒、山魈和懒猴转换学习曲线

反转均较形状信号困难。就错误的分类来说,反转学习中虽然也可见三个不同阶段的呈现,但不够显著。“先+后-”错误的难以反转,是山魈学习较差的主要原因。此外,仅阿拉伯狒在反转的初期呈现若干定向反射的加强现象。

### 3. 懒猴和美洲卷尾猴的反转学习

懒猴为我国云南产半猴,能建立简单颜色与形状学习和“动型”的学习,但反转学习450次未能巩固。从图2中可见懒猴反转学习的曲线颇不稳定。就错误的分类来说,懒猴

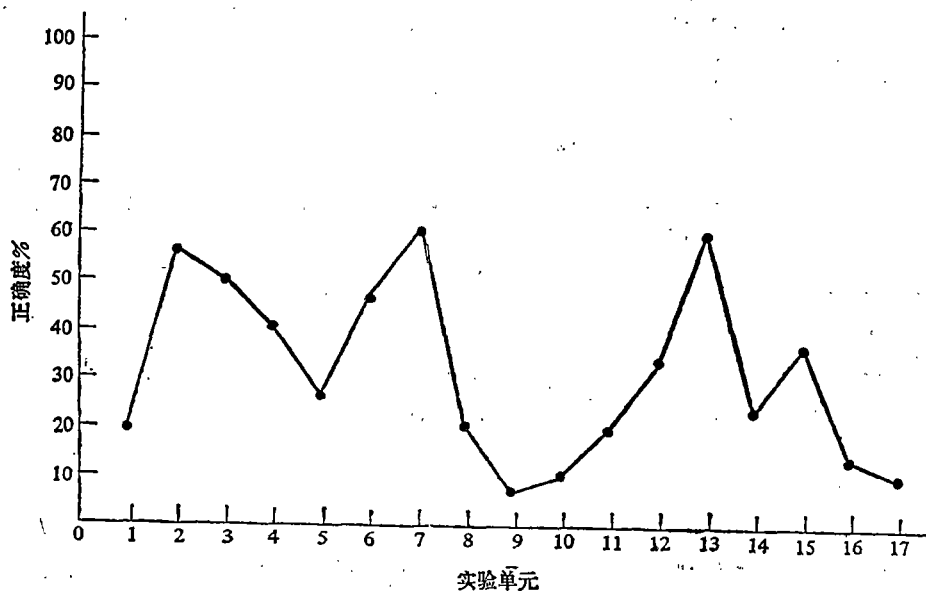


图 3 美洲卷尾猴简单颜色学习曲线

的规律性不显著,但“先-后+”错误的困难反转是懒猴反转学习较差的主要原因。此外,在反转学习的初期,未见定向反射的加强现象。

美洲卷尾猴为阔鼻猴,510次巩固甚至尚未能建立简单的颜色学习,因此便无法建立“动型”及其反转。从图3中可见美洲卷尾猴未能建立简单的颜色学习的动态过程。

## 讨 论

我们完全同意某些作者<sup>[6,12]</sup>的意见,即简单学习或条件反射的建立速度显然并不和动物脑高级机能的演化水平直接相关。就反转学习来说,它也仅反映动物脑高级机能演化水平的一个方面——兴奋和抑制过程的灵活性程度。就猿猴学习来说,King(1973)<sup>[13]</sup>曾报道黑猩猩(*Pan troglodytes*)和猩猩(*Pongo pymaen*)间未见明显的学习差异。Смирнов(1976)<sup>[14]</sup>也曾报道猕猴和阿拉伯狒的学习是相似的。本研究的结果表明我国南方产豚尾猴,红面猴和熊猴的反转学习基本上也是相似的。若和“不同年龄恒河猴(*Macaca mulatta*)转换学习的比较研究”<sup>[15]</sup>一文中的6个成年恒河猴的结果相比较,则可见同一个猕猴属的豚尾猴的反转学习速度最快,恒河猴次之,而熊猴最慢,但它们基本上是相互接近的。此外本研究的结果也表明懒猴的反转学习较差。

灵长类视觉机能特别发达是大家所公认的<sup>[3]</sup>,但颜色和形状视觉的差别问题尚缺乏一致的意见。不少作者谓猿猴的颜色视觉机能较形状视觉机能为佳<sup>[16-17]</sup>,本研究的结果表示不同种类猿猴的颜色(红、绿)反转学习均较形状( $\Delta$ 、 $\square$ )转换学习困难。本研究采用的颜色信号是红色和绿色,它们间的困难反转可能和猿猴对红色波长的视觉机能稍有缺陷有关<sup>[18]</sup>。至于美洲卷尾猴经多次巩固未能建立简单颜色(红、绿)学习,则可能和普通松鼠猴(*Saimiri sciurea*)一样是红色盲之缘故<sup>[8,19]</sup>。

有趣的是在我们的实验中观察到,阳性(+ )至阴性(-)的困难反转(即“先-后+”的错误),是绝大部分灵长类动物在反转学习中呈现的共同特征。“先-后+”的错误和反转学习中的“正迁移”现象<sup>[20]</sup>有关。该现象被认为和动物脑的演化水平有关<sup>[21]</sup>,因此本研究观察到的灵长类动物在反转学习中呈现的共同特征可能是值得注意的。

## 小 结

(1) 我国南方产豚尾猴、红面猴、熊猴的反转学习基本上是相互接近的,而懒猴的反转学习则较差。

(2) 本研究的结果表明灵长类动物的颜色(红、绿)反转学习均较形状( $\Delta$ 、 $\square$ )的反转学习困难。

(3) 阳性(+ )至阴性(-)的困难反转(即“先-后+”的错误),是本实验中大部分不同种类灵长类动物在反转学习中呈现的共同特征。

## 参 考 文 献

- (1) Знаменская А. Н. и Марджинов Е. Ф., Жур. В. Н. Д., 27, 1242—1249, 1977.
- (2) Shell W. F. & Riopelle A. J., J. Comp. Physiol. Psychol., 51, 467—470, 1958.
- (3) Devine J. V., J. Comp. Physiol. Psychol., 73, 62—67, 1970.

- (4) Kluver H., Behavior mechanisms in monkeys, Chicago, 1933.
- (5) Chiszar D. A. & Spear N. E., J. Comp. Physiol. Psychol., 69, 190—195, 1969.
- (6) Estes W. K., Psychol. Rev., 62, 145—154, 1955.
- (7) Gonzalez R. C., Behrend E. R. & Bitterman M. E., Science, 158, 3797—3803, 1967.
- (8) Medin D. L., in Schviev A. M. ed.: "Behavioral primatology—Advances in research and theory", V. 1, 33—69, 1977.
- (9) Nigrosh B. J. & Slotnick B. M.: J. Comp. Physiol. Psychol., 89, 285—294, 1975.
- (10) Hurme V. O., Ann. N. Y. Acad. Sci., 85, 3, 795—799, 1960.
- (11) Harlow H. F., Psychol. Rev. 56, 51—65, 1949.
- (12) Hunter I. M. L., Discovery, 22, 344—349, 1961.
- (13) King J. E., J. Comp. Physiol. Psychol., 84, 140—148, 1973.
- (14) Смирнов Д. И., Жур. В. Н. Д. 26, 36—42, 1976.
- (15) 李朝达、蔡景霞、刘世熠, 动物学研究 1, 1982年.
- (16) Warren J. M., J. Comp. Physiol. Psychol., 47, 290—292, 1954.
- (17) Meyer D. R. & Harlow H. F., J. Comp. Physiol. Psychol., 42, 454—462, 1949.
- (18) Grether W. F., Comp. Psychol. Monog., 15, 38, 1939.
- (19) Jacobs G. H., J. Comp. Physiol. Psychol., 56, 616—621, 1963.
- (20) Behar I. & Le Bedda J. M., J. Comp. Physiol. Psychol., 87, 277—283, 1974.
- (21) Shepp B. E. & Turrisi F. D., J. Comp. Physiol. Psychol., 69, 522—527, 1969.

## A COMPARATIVE STUDY ON REVERSAL LEARNING IN MACACA NEMESTRINA AND OTHER PRIMATES.

Liu Shi-yi (Liu Shih-yih), Lin De-liang Cai Jin-xia, Li Chao-da

(Institute of Psychology, Academia Sinica) (Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica)

### Abstract

Ten adolescent, experimentally normal primates—2 *Macaca nemestrina*, 2 *Macaca speciosa*, 2 *Macaca assamensis*, 1 *Papio hamadryas*, 1 *Mandrillus sphinx*, 1 *Nycticebus coucang* and 1 *Cebus albifrons*—were used. Reversal learning was studied by the method of simultaneous presentation of positive and negative stimuli. All testing was carried out with a modified WGTA. Training commenced with each S to reach a criterion of 80% correct in 2—3 successive trials of "stereotype". Next, the "stereotype" was reversed, until S again reached the same criterion. The major findings were:

(1) There was no fundamental distinctions in the mobility of the nervous processes of *Macaca nemestrina*, *Macaca speciosa* and *Macaca assamensis*, but their mobilities were superior to that of *Nycticebus coucang*.

(2) Our results show that the reversal of color stimuli was more difficult than the form stimuli in all of primates tested.

(3) The difficulty of reversal from positive to negative stimuli was the same traits in the majority of primates tested.