

生活条件对沼蛙蝌蚪后肢再生的影响

陈淑楣 吴瑞敏

(福建医学院生物学教研组)

再生现象在动物界普遍存在着,两栖类幼体的再生可说是典型的例子。Kammerer('05), Liosner('31), Borssuk('35), Polejaiev('46)和 Forsyth('46)等也都进行过蛙类后肢再生的实验,而且指出两栖类后肢再生能力是随着生长变态而逐渐失去的。Schotté and Harland('43)曾截断蛙类蝌蚪后肢的不同部位,发现其各部位的再生能力亦不同:后肢远端部再生能力较强,愈近腿基部其再生能力就愈弱。Полежаев('55)曾进行过生活条件对蛙类蝌蚪再生能力的影响。他截断草蛙(*Rana temporaria*)蝌蚪的后肢后,把其分组,用动物性饲料(牛肉酱),排泄物堆积,氧气不足及低温($5^{\circ}-6^{\circ}\text{C}$)四个条件来影响其后肢的再生;同时也观察发育前期和后期的蝌蚪。在这些条件影响下,其再生能力有何不同。本实验采用的是一种亚热带蛙类叫做沼蛙(*Rana guentheri* Boulenger)的蝌蚪,观察其在截断后肢后,用不同条件来影响其再生能力。至于所用条件除氧气不足和排泄物堆积与 Полежаев 所用者相似外,饲料和温度两个条件则加以改变,如 Полежаев 用水绵作为植物性的饲料,以牛肉酱作为动物性饲料;而我们则采用青菜(*Brassica chinensis* L. 俗名小白菜)作为植物性饲料,鱼粉作为动物性饲料,并以混合性食物作为一般的饲料。因为我们所用的是亚热带的蛙,所以低温条件是在水温 $14^{\circ}-18^{\circ}\text{C}$ 之间。另增设光线条件一项。同时也观察这些条件对不同发育阶段的蝌蚪后肢再生能力的影响。

材料及方法

实验是在 1956 年 6 月 21 日至 8 月 18 日进行的。在每次实验前两天,用解剖镜详细观察后肢发育的情况,然后根据 Taylor 和 Koll-

ros('46)的蝌蚪分期方法,把蝌蚪分为前后两期,以后肢呈五趾雏型者作为前期(即 Taylor 和 Kollros 的第 10 期)以后肢趾间开始有蹼,大腿小腿分节较明显者作为后期(即 Taylor 和 Kollros 的第 12 期)。但每次所采得的蝌蚪发育时期参差不齐,适合应用者的数量不够全部实验分组之用,因此只好分批实验。蝌蚪选好后,用冰冻麻醉,使其不动,易于截肢。根据 Marccuci('16)等的意见,肢体近端再生能力较远端为弱,故只剪断其右后肢踝部(远端部),留下左腿作为对照。

把蝌蚪分为前期和后期两类,每类蝌蚪都经六种不同生活条件的处理,总共 24 组(实验组及对照组各半)。每组包含 15 或 16 头的蝌蚪;实验组的生活条件除一个条件加以控制外,其他条件都和对照组一样。六种条件即动物性饲料、植物性饲料、低温、氧气不足、缺光及排泄物堆积。蝌蚪是饲养在直径 22cm. 的圆柱形玻璃瓶内,加水 2,400c.c.,以鱼粉及煮沸的青菜作为一般的饲料。每天换水一次。每组实验时间为两周。

兹将各实验组处理方法列下:

第一组 动物性饲料组:——单以鱼粉作为饲料。

第二组 植物性饲料组:——单以青菜叶作为饲料。

第三组 低温组:将养蝌蚪的玻璃缸放在木箱里,缸的周围围以冰块,借以降低缸内水温,使其经常保持 $14^{\circ}-18^{\circ}\text{C}$,较对照组的水温低 $11^{\circ}-12^{\circ}\text{C}$ 。

第四组 氧气不足组:——将蝌蚪养在直径 11cm. 的圆柱玻璃瓶内(其容量比对照组小一半。瓶内的水是当天已经煮沸冷却的,以减

少溶于水中的氧气量。瓶口盖以双重纱布,使空气不易流通。

第五组 缺光组: 将盛蝌蚪的玻璃缸放在双層木架中, 周圍圍以双重厚的黑布, 使光线不能射入。

第六组 排泄物堆积: 蝌蚪数目较对照组多一倍(30头), 水量减至只有对照组的三分之一(即 800c.c.), 每隔四天, 换水一次, 使排泄

物大量堆积。

实验的结果

在实验开始后两周, 再生都已完成, 只有约 1/6 的蝌蚪死亡。兹将实验结果列于表一。其后肢有再生五趾者算做典型再生; 只再生四、三或二趾者算做不典型再生。在实验期间(6月21日—8月18日)的最高、最低及平均水温见表二。

表一 沼蛙蝌蚪前后阶段在各种条件影响下的再生率

条件	组别	类型	再生率					典型非典型共計	沒有再生	死亡
			五趾	四趾	三趾	二趾	共計			
動物性飼料	前期	实验组	60.0	13.3	—	—	13.3	73.3	13.3	13.4
		对照组	53.3	20.0	—	—	20.0	73.3	6.7	20.0
	后期	实验组	20.0	33.3	20.0	13.3	66.6	86.6	—	13.4
		对照组	33.3	26.7	20.0	6.7	53.4	86.7	6.7	6.6
植物性飼料	前期	实验组	93.3	—	—	—	—	93.3	6.7	—
		对照组	86.7	—	—	—	—	86.7	13.3	—
	后期	实验组	73.3	—	—	—	—	73.3	—	26.7
		对照组	80.0	—	—	6.6	6.6	86.6	6.7	6.7
低溫	前期	实验组	—	—	—	—	—	—	100.0	—
		对照组	100.0	—	—	—	—	100.0	—	—
	后期	实验组	—	—	—	—	—	—	100.0	—
		对照组	86.7	—	—	—	—	86.7	—	13.3
氧氣不足	前期	实验组	40.0	6.7	13.3	6.7	26.7	66.7	33.3	—
		对照组	86.6	—	—	—	—	86.6	—	13.3
	后期	实验组	20.0	10.0	6.7	26.7	43.4	63.4	23.3	13.3
		对照组	66.7	13.3	6.7	—	20.0	86.7	6.7	6.7
缺·光	前期	实验组	93.7	—	—	—	—	93.7	6.3	—
		对照组	93.7	—	—	—	—	93.7	6.3	—
	后期	实验组	40.0	6.7	6.7	—	13.4	53.4	—	46.6
		对照组	53.3	26.7	—	—	26.7	80.0	—	20.0
排泄物堆积	前期	实验组	60.0	—	10.0	—	10.0	70.0	16.7	13.3
		对照组	93.3	—	6.7	—	6.7	100.0	—	—
	后期	实验组	53.3	16.7	—	6.7	23.4	76.7	10.0	13.3
		对照组	60.0	16.3	—	—	16.3	76.3	—	26.7

表二 每周平均水温

月 份	周 次	温 度	最低温度 °C	最高温度 °C	平均温度 °C
六月份	第四周		23.1	30.5	29.4
七月份	第一周		28.0	30.0	29.0
	第二周		30.5	32.0	30.7
	第三周		29.7	32.5	30.9
	第四周		29.7	30.5	30.1
八月份	第一周		28.0	30.0	29.1
	第二周		29.0	30.0	29.4
	第三周		29.0	30.0	29.6

从表一可以看出动物性饲料的前期实验组蝌蚪和对照组蝌蚪总的再生率(包括典型再生和非典型再生)都是 73.3%；后期实验组和对照组总的再生率也都在 86.6% 左右，其中非典型再生都占多数；前期实验组典型再生率是后期实验组的三倍。植物性饲料的前期实验组总的再生率较对照组多 6.6%，而后期则实验组较对照组总的再生率反低 13.3%。如果把植物性和动物性饲料实验组相比，则植物性前期蝌蚪典型再生率较同期动物性蝌蚪高 33.3%；植物性后期实验组典型再生率较动物性后期实验组的高 53.3%。低温方面，无论是前期或后期的实验组都没有再生。氧气不足前期实验组总的再生率较对照组的低 20.1%，后期实验组较对照组的低 23.3%。缺光组前期实验组与对照组的总的再生率都是一样，后期实验组总的再生率则较对照组的低 26.6%。至于排泄物堆积组，前期实验组总的再生率较对照组的低 30%，而后期实验组则与对照组的相差无几，但典型再生率则实验组较对照组的低 6.7%。总的情况是后期的蝌蚪，不论是实验组或对照组，其再生率不但较前期的低，而且非典型再生率也较高。

討 論

在各种不良条件下，蝌蚪后肢再生率都有

降低，其中以温度对再生的影响最大。在水温度降至 14°—18°C 时，无论是发育前期或后期的蝌蚪都全部不再生；这和两栖类的生理特征及生活习性有密切的关系(两栖类是变温动物，低温使新陈代谢机能降低)。氧气不足和排泄物堆积，也使再生率降低很多。用以上三个条件所进行的实验，其结果与 Полежаев 所得的结果是相符合的。至于营养方面，植物性饲料是有助于发育前期的蝌蚪再生，但对发育后期的蝌蚪，则以动物性和植物性混合饲料更适于再生，这可能是后期蝌蚪需要多样化的食物。根据 Полежаев 的报告，他认为植物性饲料无论对前期或后期的蝌蚪的再生都较佳。这是由于所用的蛙类不同，而且它们生活的地域也不同，因而所需的食饲也有异。光线对前期蝌蚪的再生没有影响；后期蝌蚪在缺光的条件下再生率稍为降低，这可能是因为前期的蝌蚪比较需要光线，也可能是因为这一阶段的蝌蚪眼睛没有发育完善，多靠嗅觉觅食，而在后期则更需要视觉补助。从上面事实可以说明蝌蚪只有在其生活所必需的条件下，截除的后肢才能很好地再生；如果生活条件改变，再生能力也改变了。

两栖类在系统发育及个体发育中，是由水中过渡到陆地生活，这其间不但它的生理，新陈代谢类型以及器官形态和机能都发生极大的改变，即再生能力也逐渐地降低；以往的学者 (Byrnes, '04; Kammerer, '05 等) 曾经指出这一点。由本实验也可很明显地看出，发育后期的蝌蚪，不论在那一种的生活条件下，其后肢再生能力一般低于前期。

在实验中也观察到同一条件(饲料和缺光组)对发育前期和后期的蝌蚪再生能力产生相反的结果，这也可以说明蝌蚪的再生，在发育的不同阶段，需要不同的生活条件。

提 要

(一)本文研究六种不同生活条件(动物性饲料、植物性饲料、低温、氧气不足、缺光及排泄物堆积)对不同发育时期的沼蛙蝌蚪后肢

再生的影响。

(二)植物性饲料比动物性饲料更有助于前期蝌蚪的后肢再生。而后期蝌蚪之再生则需要混合性的饲料。

(三)实验说明低温对蝌蚪再生能力的影响最大;在低温(14°—18°C)条件下无论是发育前期或后期的蝌蚪,其截断的后肢都全部不再生。

(四)氧气不足及排泄物堆积两个条件也可使蝌蚪再生能力降低。

(五)缺乏光线对于发育前期的蝌蚪的再生能力没有影响,但对发育后期的蝌蚪是有一些影响的。

(六)由本实验证明蛙类蝌蚪在不同发育时期要求不同的生活条件。一般说来发育时愈晚,再生能力愈低。

参 考 文 献

- [1] Borssuk, R. A. 1935 Untersuchung des Verlustes der Regenerationsfähigkeit der hinteren Extremität von *Rana temporaria*, *Arch. f. Entwmech.*, 133: 349-356.
- [2] Byrnes, E. F. 1898 On the regeneration of limbs in frogs after the extirpation of limb rudiments. *Anat. Anz.*, 15: 104-107.
- [3] Kammerer, P. 1905 Über die Abhängigkeit des Regenerationsvermögens der Amphibien larven von Alter, Entwicklungs-stadium und spezifischer Grösse. *Arch. f. Entwmech.*, 19: 148-180.
- [4] Liosner, L. D. 1931 Über den Mechanismus des Verlusts der Regenerationfähigkeit während der Entwicklung der Kaulquappen von *Rana temporaria*. *Arch. f. Entwmech.*, 124: 571-583.
- [5] Polejaiev, L. W. 1936 Sur la restauration de la capacité régénérative chez les Anoures. *Arch. d'anat. Micros.*, 32: 437-463.
- [6] Schotté, U. E. and M. Harland 1943 Amputation level and regeneration in limbs of late *Rana clamitans*- tadpoles. *Jour. Morph.*, 73: 329-362.
- [7] Taylor, A. C. and J. J. Kollros, 1946 Stage in the normal development of *Rana pipiens* larvae. *Anat. Rec.*, 94: 7.
- [8] Полежаев, Л. В. 1955 Зависимость регенерации конечностей у бесхвостых амфибий от условий их существования. *ДАН*, 101 (3):577- 580.
- [9] Полежаев, Л. В. 1956 Изменение регенеративной способности у животных. *Известия Академии Наук СССР*, 1:68-83.
- [10] А. Н. 司徒茨基 1956 “苏联对再生问题研究的新成果”, 解剖学报, 1(4):461-467.
- [11] Г. В. 洛巴沙夫(張国光譯) 1953 “从有机体发育规律来看组织与器官的再生”, 动物学报, 5:11-16.