

不同温度对中华蟾蜍早期胚胎发育的影响

张耀光

(西南师范大学生物系)

摘要 本文探讨了温度与中华蟾蜍早期胚胎的发育速度、器官分化、畸形率、死亡率、增长速度之间的相互关系,并同相近温度下几种蛙卵的发育速度进行了比较。证实:中华蟾蜍早期胚胎在6—29℃范围内均能发育,最适发育温度为17—23℃,最高限温32℃,1℃时不能发育,完成早期发育的蝌蚪也不能持续耐受34℃的高温和1℃的低温;变温对胚胎发育有益;原肠胚期和神经胚期是胚胎发育中对温度最敏感的时期。

中华蟾蜍 (*Bufo gargarizans*) 广布于我国南北地区,既能取食多种农业害虫,对农业生产有益,其耳后腺、皮肤腺的白色分泌物制成的“蟾酥”又是多种药物的组成成分,医治多种疾病,还是教学、科研的重要实验动物。不少学者对其生理、生化、生态、形态、繁殖等作过系统研究,有关温度与其早期胚胎发育的关系尚未见系统报道。本文对中华蟾蜍受精卵在不同水温中的发育状况及温度与早期发育关系进行探讨,以期为该种动物的人工繁殖、驯养提供依据。

材料和方法

中华蟾蜍在重庆地区的繁殖始于12月底。把野外抱对开始产卵的亲蛙捉回实验室,养在大磁盆、塑料桶和水族箱中。为其能不受干扰继续产卵,水深以头部能露出水面为宜。

试验共设置1℃、14℃、17℃、20℃、23℃、26℃、29℃、32℃八个恒温组和一个常温组。1℃在冰箱中进行,其它在电动恒温水浴锅中进行,水温变幅控制在±0.5℃范围内。常温组放在室内,整个试验期室内水温变化在6—12℃之间。实验用水为充分暴气后的自来水。选取刚受精卵分别置入盛水一致的1000ml大烧杯

中,再放入各温度内发育。每6小时换一次同温度新水。观察在有人射光和透射光光源的双筒解剖镜下进行,细胞期每10分钟镜检一次,囊胚期以后2—3小时观测一次。胚胎发育时期的划分标准以王昌等^[1]人的报告为依据,个别外观特征不明显的胚期未列入。还观察了刚完成早期发育蝌蚪对温度的耐受力。

实验结果

(一) 温度对早期发育全过程的影响 在一定温度范围内,水温升高,发育速度加快,胚胎发育时程缩短。14℃条件下从受精卵到鳃盖完成期,历时374小时35分,17℃历时224小时19分,20℃仅需208小时17分,23℃缩短为149小时30分,26℃和29℃分别用了124小时52分和121小时25分;水温越低,胚胎发育所历时间越长,水温在6—12℃之间变化的常温组,历时911小时20分完成早期发育,是14℃的2.43倍,17℃的4倍,23℃的6.1倍,26℃的7.2倍;超越发育的适温范围,胚胎发育停滞甚至死亡,1℃水温下的受精卵未能发育,32℃下也只发育至16细胞期就全部死亡(见表1)。早期发育中的胚胎对温度的耐受力是有限度的,水温过高或过低,对发育中的胚胎影

起着抑制作用,致使畸形率、死亡率增加。在适温范围内,水温升高,能使每一个体发育加速,但不能使同一批受精卵的所有个体在同一温度下同时完成发育,如17℃中最早和最晚完成发育者相差18小时,20℃中相差24小时,这种发育不同步现象始于16细胞期以后。

(二) 温度对各发育阶段的影响 在一定温度范围内,水温升高,同样使各胚期发育时程缩短。如完成囊胚期的发育,14℃需22小时35分,17℃历时14小时21分,20℃缩短为12小时,23℃用了11小时,26℃为9小时25分,29℃只需8小时36分。又如完成原肠晚期的发育,14℃、17℃、20℃、23℃、26℃、29℃分别历时18小时5分、13小时2分、10小时、7小时50分、6小时25分和6小时10分。这两个时期中常温组分别为41小时和28小时35分,均较恒温组为长。但时程缩短的比率越来越小,如完成囊胚期发育17℃比14℃快37%,20℃较17℃快16%,23℃较20℃仅快8%,同样,完成原肠晚期发育,17℃比14℃快28%,

26℃比23℃快17%,29℃较26℃快3%,这可能是因温度越高,越接近其极限温度所致。从大的发育阶段看,发育初期与中、后期时程缩短的比率也不同(见图1)。自卵裂至原肠期结束,17℃比14℃的发育快约26%,20℃比17℃快18%,23℃比20℃快20%,26℃比23℃快11%,29℃比26℃快8%,因而17℃与14℃这一段时程曲线相隔较远,与以后几个温度的曲线较接近,再往后,除14℃外,几个定温发育速度差约相近似,各曲线均近乎等距排列。17℃与14℃相隔较远,可视为14℃已不是最适发育温度;29℃在最后几个发育时期出现发育延滞现象,曲线发生扭曲,显然是因水温过高造成的。从图1还可看出,在稳定的温度条件下,只要温度适宜,发育速度几乎呈直线上升,如17℃、20℃、23℃、26℃的发育曲线;当温度骤降,发育速度迅即减慢,曲线变得平缓,如常温组,从卵裂至肌肉效应期温度变化在10—12℃之间,这段曲线较直,肌肉效应期后水温6—8℃,曲线则平缓上升。从表1可以看出,水温

表1 中华螭卵在不同温度下自受精起发育至鳃盖完成期经历的时间*(单位:小时·分)

发育阶段		6—12℃	14±0.5℃	17±0.5℃	20±0.5℃	23±0.5℃	26±0.5℃	29±0.5℃	32±0.5℃
序号	胚 期								
2	二细胞期	5.20	2.58	2.07	2.03	1.20	1.42	1.35	1.35
3	四细胞期	8.55	4.50	2.55	2.50	1.42	2.19	2.17	2.17
4	八细胞期	11.00	6.15	3.52	3.45	2.26	2.50	2.44	2.47
5	十六细胞期	13.40	7.41	4.51	4.41	3.18	3.55	3.29	3.53
6	三十二细胞期	16.05	9.50	5.46	5.25	3.54	4.13	3.54	
7	囊胚期	19.20	12.30	6.48	6.20	5.09	4.55	4.49	
8	原肠早期	59.20	35.05	21.09	18.20	15.13	14.20	13.25	
9	原肠中期	71.34	43.07	25.42	21.50	18.00	16.10	15.05	
10	原肠晚期	83.50	46.45	25.42	24.20	19.39	16.00	16.35	
11	神经板期	112.25	64.50	41.44	34.20	27.29	24.25	22.45	
12	神经褶期	127.00	71.20	45.59	37.45	29.44	26.12	24.27	
13	神经管期	151.00	89.10	56.59	47.55	35.09	30.55	27.50	
14	尾芽期	170.25	104.05	66.29	56.45	42.49	37.20	32.05	
15	肌肉效应期	239.35	135.35	85.29	71.33	53.44	46.55	40.20	
16	心鳃循环期	408.50	206.44	112.44	98.20	73.54	61.00	64.05	
17	开口期	479.20	240.20	127.59	112.51	82.44	72.10	70.20	
18	鳃盖褶期	760.50	317.50	163.29	145.52	100.49	88.13	95.40	
19	鳃盖右侧闭合期	832.50	350.48	193.54	172.32	126.59	105.26	115.20	
20	鳃盖完成期	911.20	374.35	224.19	208.17	149.30	124.52	121.25	

* 各温度组中卵的受精时间作为零,故受精卵期未列入表中。

提高,发育加速,时程缩短,但从受精至心跳鳃循环期和心跳鳃循环期至鳃盖完成期,这两个大阶段时间比接近 1:1,这可能是胚胎正常发育的标志^[5]。

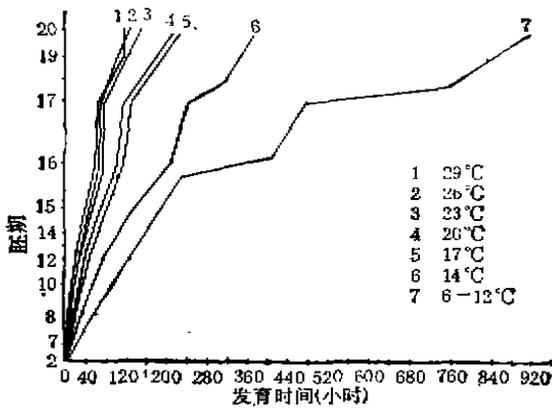


图1 中华蟾蜍胚胎发育速度与温度之间的关系

(三) 温度对器官分化的影响 温度升高,有使同一器官提早出现的现象。如 26°C 和 29°C 中的胚胎尚处于小卵黄栓阶段时,神经褶开始形成,而在 23°C 以下恒温及常温组中,胚孔已经封闭,原条已经出现时,神经褶外观尚不明显;然而,在发育晚期,过高的水温反而会使同一器官完成分化的时间延长,如完成开口期及鳃盖褶期 29°C 比 26°C 延长 9 小时和 2 小时 30 分。

(四) 温度与胚胎畸形率、死亡率的关系 中华蟾蜍早期胚胎发育有一适宜的温度范围,水温高出或低于这一适温时,畸形率和死亡率急剧增加,在适温范围内,畸形率、死亡率均低(见表 2)。

从表 2 可以看出,26°C 以上 14°C 以下恒温中发育胚胎的畸形率和死亡率增加显著,高于 32°C、低于 1°C 死亡率 100%,17—23°C 死亡率、畸形率为 1.4—6.9%,显著低于其它恒温中发育的胚胎。

温度导致胚胎畸形、死亡主要发生在细胞期、原肠胚期、神经胚期及心跳鳃循环阶段。而原肠胚期和神经胚期是胚胎从细胞数目的增长进入器官分化的主要阶段,对温度具有更高的敏感性,在这一敏感期中,具有更大的畸形率

和死亡率。14°C 下死亡的 14 粒、畸形的 13 粒中有 11 粒发生在神经胚期;23°C 中畸形的 7 粒、死亡的 7 粒,26°C 中畸形的 29 粒中有 17 粒、死亡 18 粒中有 16 粒均发生在原肠胚期和神经胚期;29°C 中畸形的 61 粒中有 26 粒发生在上述二期中,发生在心跳鳃血循环期的 26 粒,死亡的 69 粒中有 20 粒发生在原肠胚期和神经胚期,40 粒在心跳鳃血循环期;32°C 中发育的 56 粒受精卵均在细胞期夭折。从表 2 还可看出,常温中发育的胚胎的畸形率、死亡率均为零,这说明,变温对胚胎发育有益。

温度过高或过低,导致胚胎畸形主要表现在尾部弯曲;外鳃发育不良,多呈豆芽状,长度为正常者的一半;同时也有脊柱裂、脑裂、腹胸裂、体表肉瘤等。还发现一尾完成早期发育、生长正常的两个口孔的畸形个体。

(五) 温度与胚长增长速度的关系 在一定温度范围内,胚长增长速度随水温升高,完成发育时程缩短而加快(见图 2)。完成发育时,14°C 中胚胎历时 374 小时 35 分,胚长 12—12.5 mm,17°C 比 14°C 减少 150 小时 16 分,胚长达到 13—13.5 mm,20°C 比 17°C 减少 16 小时 2

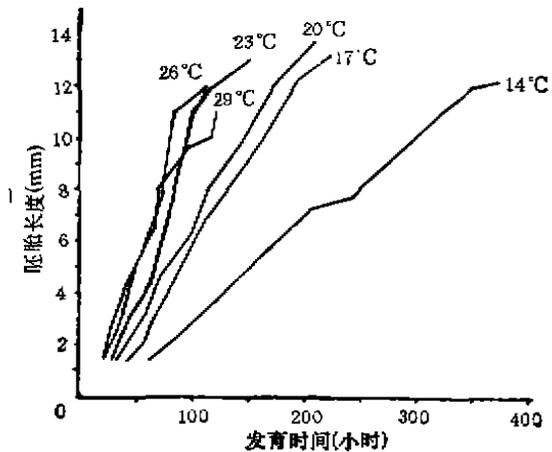


图2 不同温度下胚长增长速度与发育时间的关系

分,胚体增长 0.3—0.8 mm,达 13.8 mm。随温度进一步升高,畸形率、死亡率增加,胚长增长减慢,鳃盖完成期结束时,26°C 中胚胎历时 124 小时 52 分,胚长 11.5—12.5 mm,29°C 中所历时几乎与 26°C 相等,但胚长才 9.8—11.5 mm。

表2 中华蟾蜍胚胎在不同温度下的畸形率、死亡率

温度	1℃	6—12℃	14℃	17℃	20℃	23℃	26℃	29℃	32℃
受精卵总数(枚)	0	56	81	73	60	101	56	71	56
畸形%	0	0	16	1.4	1.7	6.9	59.7	85.9	0
死亡%	100	0	17.3	0	1.7	6.9	32.1	97.1	100

尾芽期至鳃盖褶期胚体增长速度最快,该段时间内胚体增长的长度为完成发育时胚全长的2/3。从图2的曲线可知,在适宜温度范围内,胚体增长速度与温度和发育速度的增加成正相关。

(六) 发育的水温限度 中华蟾蜍早期胚胎在6—29℃范围内均能发育。恒温条件下,14℃以下,26℃以上胚胎畸形率、死亡增高,29℃时畸形率达85.9%,死亡率达97.1%,水温从26℃升至29℃,发育总时程只缩短了3小时27分,这说明中华蟾蜍胚胎对29℃水温已失去适应力,接近临界温度;32℃只发育至16细胞期即全部死亡,1℃中不能发育,曾将在常温下发育至64细胞的胚胎置于1℃水温中,其停止发育至死亡;最适发育水温为17—23℃。

刚完成早期发育的蝌蚪在34℃水温中能活18—39小时;36℃中5分钟出现晕厥,头朝下,尾朝上或腹面向上,2小时后相继死去;38℃中10分钟停止活动,马上入低温刺激能复苏,持续25分钟则不再复苏;1℃水温中能存活5天。高温或低温中死去的蝌蚪有严重脱皮现象,显然是被冻、烫伤所致。

(七) 与相近温度下几种蛙卵发育速度的比较 比较相近温度下(17—18℃)中华蟾蜍与黑斑蛙 (*Rana nigromaculata*)^[2]、黑眶蟾蜍 (*Bufo melanostictus*)^[3]、中国林蛙 (*Rana temporaria chensinensis*)^[4] 和豹蛙 (*Rana pipiens*)^[6] 的发育速度(见图3)。

从图3中可以看出,种间曲线有一定差异,中国林蛙发育速度最快,中华蟾蜍次之(中华蟾蜍与中国林蛙卵的发育速度可能相近,因前者水温较后者低1度),但均较黑眶蟾蜍、豹蛙、黑

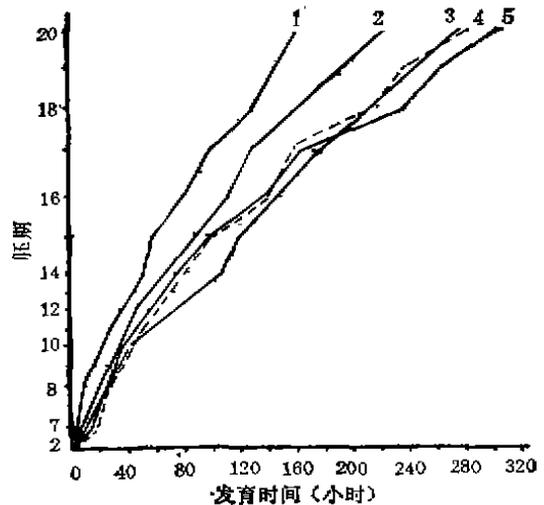


图3 相近温度下几种蛙发育速度的比较

1. 中国林蛙, 18℃, 繁殖期3月下旬—4月中旬;
2. 中华蟾蜍, 17±0.5℃, 繁殖期1—2月;
3. 黑眶蟾蜍, 18±0.5℃, 繁殖期3—4月和5—8月;
4. 豹蛙, 18℃, 繁殖期4月初;
5. 黑斑蛙, 18±0.1℃, 繁殖期5—6月。

斑蛙为快,黑斑蛙最慢。在心跳鳃血循环期以前,中华蟾蜍与豹蛙、黑斑蛙的发育速度甚为相近,三条曲线近乎平行,相距不远,以后阶段差拉大。把各种蛙的繁殖期与发育速度联系起来比较,可以得出这样的结论:繁殖期越早的蛙,卵的发育速度越快,18℃左右的水温正是它们的最适发育温度;繁殖期越晚,发育速度越慢,18℃则又正是其低于胚胎发育的最适温度,致使发育速度减慢。这也进一步证明,中华蟾蜍胚胎的最适发育温度为17—23℃。

小 结

(一) 测定不同水温条件下中华蟾蜍早期

胚胎的发育速度,从受精卵开始发育至鳃盖完成期,14℃、17℃、20℃、23℃、26℃、29℃中分别历时374小时35分、224小时19分、208小时17分、149小时30分、124小时52分、121小时25分。1℃下不能发育,32℃中只发育至16细胞期。

(二)在一定温度范围内,水温升高,胚胎发育全程和各发育阶段速度加快;不同温度下同一发育阶段随水温升高,阶段时间缩短的比例越来越小;在大的发育阶段上,不同温度下发育初期的胚胎发育时程缩短的比率较大,中后期发育时程缩短的比率相近;超越这一温度范围,胚胎发育停滞直至死亡。

(三)胚胎在6—29℃范围内均能发育,但14℃以下,26℃以上恒温中胚胎的畸形率、死亡率逐步增大;最高限温32℃,1℃下不能发育,17—23℃是胚胎的最适发育温度。原肠胚期和神经胚期是胚胎发育中对温度最敏感的时期。

(四)26℃、29℃中有使同一器官较23℃以下温度中提早出现的现象发生。

(五)在适宜的发育温度范围内,胚体增长速度和温度与发育速度的增加成正比。

(六)从常温与恒温的比较中可以看出,变温对胚胎发育有益。

参 考 文 献

- [1] 王昌等 1984 中华大蟾蜍 (*Bufo bufo gargarizans Cantor*) 的胚胎发育的初步观察 两栖爬行动物学报 3(2): 39—45。
- [2] 王应天 1959 青蛙 *Rana nigromaculata* 早期胚胎发育 北京大学学报(自然科学版) 4(1): 95—106。
- [3] 叶瑞琼等 1986 黑眶蟾蜍早期胚胎发育的分期 两栖爬行动物学报 5(3): 185—188。
- [4] 沈其璋等 1984 中国林蛙 (*Rana temporaria chensinensis* David) 卵的发育速度及其对温度的耐力 两栖爬行动物学报 3(3): 61—64。
- [5] 张健等 1987 泽蛙胚胎发育的研究 I. 早期发育及分期 两栖爬行动物学报 6(3): 26—33。
- [6] Shumway W. 1940 Stages in the normal development of *Rana pipiens*. I. External form. *Anat. Rec.* 78: 139—149。

蓝尾蝶螈的食性和食量及耐饥时间的观察*

费 梁 叶昌媛 夏 颐

(中国科学院成都生物研究所)

摘要 本文观察了蓝尾蝶螈在水下的摄食行为和食性;在室内饲喂畜禽肌肉年总食量雄性为6.37克,雌性为13.29克,其食量随季节而变化,最低与最高月食量之比雄性1:7.4,雌性1:13.1;雄雌年平均食量为1:2.09。蝶螈的耐饥时间雄性为102—282(197)天,死亡时体重为原体重46.6%;雌性为282—621(395)天,死亡时体重为原体重36.0%;雌螈在饥饿情况下,产卵期为35—102天,可产卵9—61粒。

蓝尾蝶螈 (*Cynops cyanurus chuxiongensis*)¹⁾ 分布于云南中部,是我国的特有两栖动物之一。一般生活在海拔2100—2400米的静水塘、水稻田、沼泽地水坑及其附近。11月至翌年4月中旬在陆地上的土洞、石缝、树根下冬眠;4—10月在静水内繁殖和觅食。该螈以水

生小动物为食,如水生昆虫、蚊、蝇幼虫以及其他虫子等都是它们捕食的对象,是一类有益动

* 参加室内工作的还有王朝芳、刘志君等同志,特此致谢。

1) 费梁、叶昌媛 1983 蓝尾蝶螈一新亚种。两栖爬行动物学报 2(4): 55—59。