

# 对鱼类的一个内分泌腺——斯丹尼小球的研究

毛 树 坚

(杭州大学生物系)

斯丹尼小球是鱼类的一个内分泌腺,自 1839 年报道以来,它的功能至今仍不十分清楚。我们在淡水鱼的生殖生理工作中发现这个小球与性腺有着极为密切的关系。现将我们应用组织学与组织化学的方法,对淡水鱼的斯丹尼小球的观察结果报告如下。

## 材 料 与 方 法

### 1. 实验用鱼

(1) 鲫鱼 (*Carassius auratus*): 共 121 尾,体重自 28 克至 231 克。其中 105 尾分别在春、秋、冬三季解剖,取小球固定作切片用。其余 16 尾在冬季注射人的绒毛膜促性腺激素 (HCG), 每尾 4 毫克,注射 20 小时

后解剖,取小球固定。

(2) 鲢鱼 (*Hypophthalmichthys molitrix*): 共 106 尾,大多数为性成熟的亲鱼,体重自 1.5 公斤至 10.5 公斤;少数未成熟的幼鱼,体重在 0.327 公斤至 2.1 公斤之间。其中 67 尾在春季解剖取小球,40 尾用 HCG 注射作人工催情,每公斤鱼重注射 4 毫克,经 4—62 小时(不等时间)后解剖,取小球固定。

### 2. 组织学与组织化学方法

(1) 小球用赫利 (Helly) 液及布音 (Bouin) 液固定,石蜡切片,5 微米,苏木精-曙红、铁矾苏木精及马洛里 (Mallory) 三色染色。

(2) 用赫利液固定,石蜡切片,经汞溴酚蓝染色,

鉴定蛋白质的存在。

(3) 用卡诺 (Carnoy) 液固定, 石蜡切片, 经靛酸菁蓝-铬矾染色显示核酸。同时分别经派若宁-甲基绿染色、甲苯胺蓝-甲基绿染色及福根 (Feulgen) 反应<sup>1)</sup>, 鉴别核糖核酸 (RNA) 与脱氧核糖核酸 (DNA)。

(4) 用赫利液固定, 石蜡切片, 经 PAS 反应<sup>2)</sup>, 鉴定多糖类物质。

(5) 用钙-甲醛液固定, 经重铬酸钾液处理后石蜡切片, 经酸性氧化苏木素及苏丹黑染色, 鉴定脂类物质。一部分小球作冰冻切片, 酸性氧化苏木素染色。

## 观察结果

### 1. 解剖学与组织学观察

鲫、鲢的斯丹尼小球在尾部两肾管之间肾组织的腹面, 有的陷入肾组织之内, 一般是二个小球。

小球外围有结缔组织的包膜, 中间是上皮性细胞。包膜的结缔组织向内伸入, 将小球分隔成小叶, 并逐级分枝, 最后将上皮性细胞围成一个个泡囊。神经、血管随结缔组织伸展到泡囊四周, 有的泡囊四周有血窦。小球的上皮性细胞呈锥形、圆柱形, 细胞核大而饱满, 我们称之为“泡囊细胞”。泡囊中间有的有空腔, 有的空腔中有一些细胞, 这些细胞的界限不清或仅能辨别出染色很深的细胞核, 我们称之为“泡心细胞”。

泡囊细胞中有颗粒聚集在细胞的底部, 这就是小球的分泌颗粒 (图 1)。有的细胞中颗粒较少, 代之出现的是一些空泡结构, 即颗粒分泌后所形成的空泡。

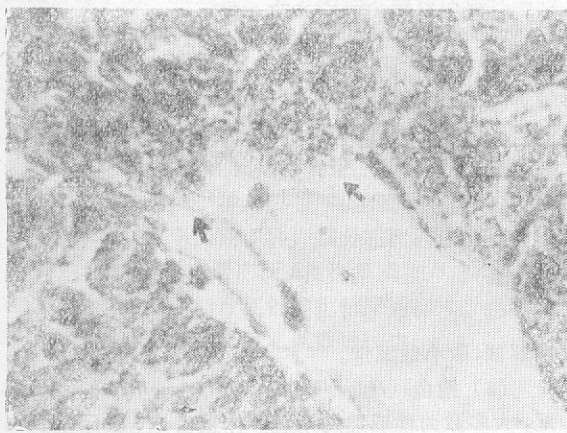


图 1 正在分泌的斯丹尼小球  
(箭头所指为泡囊细胞正在分泌)

随着机能的不同, 小球的组织学出现三种图形, 我们称之为三个时相 (图 2)。

(1) 生长时相: 泡囊小, 泡囊间结缔组织厚, 泡囊细胞数量少, 但排列整齐。细胞中颗粒不多, 泡囊中很少有泡心细胞。

(2) 分泌时相: 泡囊大而丰满, 泡囊细胞大而饱满, 多数细胞中充满分泌颗粒。在这个时期很容易看

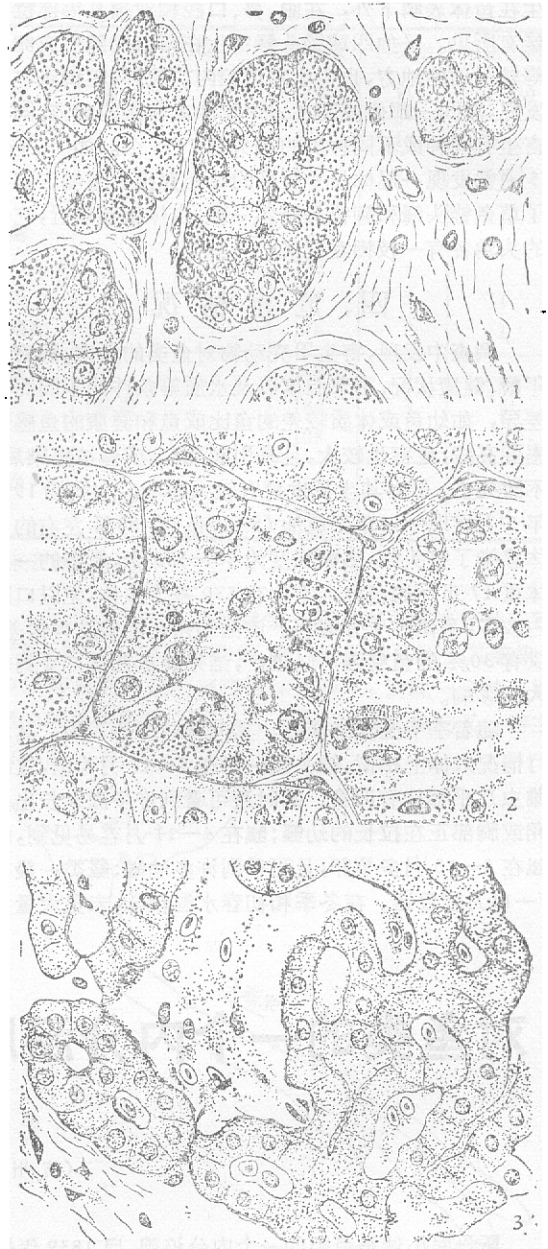


图 2 鲫鱼斯丹尼小球三种不同时相  
1. 生长时相; 2. 分泌时相; 3. 萎缩时相

- 1) 福根 (Feulgen) 反应: 可以检查组织中的 DNA。组织切片先经酸水解处理 (1N HCl, 60°C), 再移至希夫 (Schiff) 试剂 (亚硫酸-品红) 溶液中。组织经水解后, DNA 的脱氧戊糖中的醛基获得自由状态。醛基与无色的亚硫酸-品红相结合而被染成紫红色。
- 2) PAS 反应: PAS (高碘酸-希夫) 反应可以用来检查多糖、粘多糖及粘蛋白等类物质。高碘酸是一种氧化剂, 能破坏各种结构中的 C-C 键。当组织切片中粘蛋白的己糖及氨基己糖经高碘酸氧化后产生醛基, 再与希夫试剂反应而染为红色。染色的深浅与己糖的含量有关。

到颗粒的分泌过程：靠近血管或血窦的泡囊细胞及血管、血窦的壁破裂，细胞中的颗粒流入血管或血窦。剩下的细胞残骸被挤入泡囊中腔成为泡心细胞。流入血管的颗粒开始仍保持颗粒状，聚集成堆，以后逐渐成为均一的物质，随血流畅输出。

(3) 萎缩时相：经过分泌以后，细胞破裂，泡囊萎缩而融合，血窦增多，整个切面呈“虫蛀蚀”状。

2. 季节、性腺与小球的变化

结果见表 1、2。

表 1 鲫鱼斯丹尼小球的时相与性腺、季节的关系  
(表中所列数字是鱼的尾数)

小球的时相	生长时相				分泌时相				萎缩时相			
	II	III	IV	VI	II	III	IV	VI	II	III	IV	VI
性 腺												
春 季		2					22					
秋 季	7	2		6					1			7
冬 季	6	9	3	5		1*			3	1		2

\* 这尾鱼的性腺中含较多的 III 期卵，但整个性腺有退化现象。

表 2 鲢鱼斯丹尼小球的时相与性腺、季节的关系  
(表中所列数字是鱼的尾数)

小球的时相	生长时相				分泌时相				萎缩时相			
	II	III	IV	VI	II	III	IV	VI	II	III	IV	VI
性 腺												
春 季	2 (1*)	1*					18		5*	1**	3	7
秋 季	2*								4*	1*		
冬 季									4*	2*		

\* 未达性成熟年龄的幼鲢，括号内数字为其中有 1 尾未成熟。

\*\* 已达性成熟年龄，因营养条件等原因，春季解剖时性腺只有 III 期。

(1) 春季鲫、鲢的性腺发育达 IV 期的，小球几乎全部处于分泌时相；少数性腺未成熟的或退化的，小球处于生长时相或萎缩时相。

(2) 秋、冬季的未成熟鲢鱼及性腺退化或尚在发育中的鲫鱼，小球处于萎缩时相或生长时相。

3. 注射激素后小球的变化

结果见表 3。冬季鲫鱼注射 HCG 后，小球处于生长时相或萎缩时相，看不出有什么影响；鲢鱼在春季性腺达 IV 期后再注射 HCG，则小球全部成为萎缩时相。

4. 组织化学的观察

组织化学的反应结果见表 4。

表 3 鲫、鲢鱼在注射 HCG 后，斯丹尼小球的变化  
(表中所列数字是鱼的尾数)

小球的时相	生长时相				分泌时相				萎缩时相			
	II	III	IV	VI	II	III	IV	VI	II	III	IV	VI
鲫 鱼 (冬季注射)		2	1						4	1	1	1
鲢 鱼 (春季注射)												32*

\* 实验鱼在注射 HCG 前性腺达 IV 期，解剖时为 VI 期。

讨 论

1. 小球的周期性变化

小球组织学上的三个时相，可以认为是周期变化的三个时期。这个过程以生长开始，经过分泌、萎缩而周期地进行。生长期是正处在一个萎缩期以后，重新积累物质和增加细胞数量的时期，这个时期在性成熟的鱼中，一般在秋季即开始。分泌期的出现是在春季，而且与性腺的到达 IV 期密切配合。随着分泌活动的进行，小球进入萎缩期，萎缩期从春季即有出现，迟的可延续到冬季。

2. 小球的功能

在表 1 中，性腺 II、III 期的鲫鱼，小球大多处于生长期；在表 1、2 中春季性腺达 IV 期的鲫鱼与鲢鱼，小球几乎全部进入分泌期；用 HCG 催情产卵后的鲢鱼，小球全部成为萎缩期；而少数成熟的鲢鱼（表 2）因某种原因（如受伤、营养条件差等）性腺在春季停顿在退化状态的，小球也停顿在萎缩期。这种种现象充分说明小球的周期变化是与性腺发育相平行的。然而，另外有些鱼性腺在冬季发育已达 IV 期（表 1），小球却不进入分泌期。这说明小球的进入分泌期，除必须性腺达

表 4 组织化学反应结果

被测物质	蛋白质	核 酸				多 糖		脂 类	
染色方法	汞溴酚蓝	甲苯胺蓝-甲基绿	倍酸菁蓝-铬矾	派若宁-甲基绿	福 根 (Feulgen) 反 应	PAS 反 应	淀粉酶处理后 PAS 反应	酸性氧化苏木素	苏丹黑
细 胞 核	+	-	+	绿 色	+	-	-	+	+
细 胞 质	+	-	-	浅红色	-	-	-	+	-
分泌颗粒	++	-	-	微 红	-	++	++	++	-

—，阴性反应；+，阳性反应；++，强阳性反应。

IV 期外还必须在春季产卵季节。这个现象与催情产卵后小球全部进入萎缩期的现象联系起来看,就可以得出这样的结论:在性成熟的鱼中,小球在产卵季节进入分泌期,而在产卵时刻到达分泌的顶点。

有人曾观察到鳊的小球中抗坏血酸的含量在产卵徊游时高,产卵后竭尽[皮克福德(Pickford), 1957];洛彼(Lopez, 1969)观察到大西洋鳊小球中的物质在产卵徊游期有变化;海洛伊(Hiroi, 1970)也观察到鳊在性成熟和生殖以后小球有明显的改变;海尔(Heyl, 1970),卡彭特(Carpenter, 1974)等观察到刚徊游到淡水河口的大西洋鳊与已在淡水中生活 2—3 个月的小球在组织学上有区别。这些研究虽然看到了小球的变化在某种程度上与性成熟有关,然而这些研究者都把注意力放在鱼类生活环境的盐分改变上,认为鱼从海水徊游到淡水的江河中产卵,需要适应淡水生活,因此小球出现相应的变化。在近年的报道中,特别注意到小球的分泌与鱼的生活环境中的钙含量有关[科恩(Cohen)等, 1975],认为小球具有降低血浆钙水平的功能[芬威克(Fenwick), 1974;施赖布曼(Schreibman)等, 1975]。但是在我们的实验中,鲫、鲢都是淡水鱼,产卵繁殖都在江河之中,根本没有一个从海水到淡水改变盐分的过程,而这些鱼的小球同样有着明显的周期性变化。因此如果单从适应不同含量盐分的生活环境来考虑小球的功能,就难于理解淡水鱼的小球的周期变化了。许多鱼类在产卵之前都有产卵徊游。鲢鱼在产卵前进行长距离的溯江徊游;鲫鱼虽然没有长距离的产卵徊游,但在产卵前有溯流游动的习性。这两种鱼在产卵时刻都有雌雄追逐等剧烈的游动。因此我们认为小球在产卵季节进入分泌期,在产卵时刻到达分泌的顶点,其功能是在于促进大量能量的释放,保证鱼类产卵徊游及产卵时刻的能量消耗。这是一种属于应激性的内分泌生理功能。鱼类的产卵徊游有别于其它类群的动物,因此小球的功能也是其它的动物所没有。

在哺乳类动物中有实验证明,肝脏切片在高钠溶液中保温能加速糖原的分解,在高钾溶液中则有助于糖原的合成;钠离子进入肝细胞能增强磷酸化酶的活性而加速糖原的分解。切斯特·琼斯(Chester Jones)等(1965)的实验表明,鱼类的小球具有保持血液中钠离子浓度和降低钾离子浓度的作用。因此当小球进行分泌时,提高了血液钠离子的浓度,促进钠离子转移入细胞内,从而加速糖原的分解,释放大量的能量。当小球

进入萎缩期后,钾离子浓度势必上升,因此又反过来促进糖原的合成。

切斯特·琼斯等(1966)以及索卡伯(Sokabe)等(1970)的工作又表明小球能够产生一种使鱼类或哺乳类动物血压升高的物质,这种具有升压活性的物质与哺乳类的肾素——血管紧张素系统相似。在人或哺乳类中血管紧张素被认为是醛固酮分泌的促激素,而醛固酮能增加肾小管对钠的重吸收,具有显著的排钾潴钠的效应,同时醛固酮又能影响离子的出入细胞。因此,鱼类小球分泌的升压活性物质可能是促使醛固酮的分泌而增加血液中钠离子的浓度,同时又使钠离子容易转移入细胞,从而也促使糖原的迅速分解。

此外,在人或哺乳类动物中血液钙水平的降低能够引起心脏节律加速和神经、肌肉系统兴奋性亢进。因此鱼类在产卵徊游和产卵时刻小球的分泌,也可以通过血钙的降低而使鱼处于高度的兴奋状态,保证鱼的生殖活动的进行。

### 3. 小球的分泌物质

早期的工作认为小球的分泌物属于脂类物质[拉斯奎(Rasquin), 1956],这已被近年来的电镜观察所否定。我们用汞溴酚蓝染色,小球的分泌颗粒染成清晰的蓝绿色,这说明颗粒含有蛋白质成份。在派若宁—甲基绿染色后,颗粒隐约有微红色,但在用甲苯胺蓝—甲基绿染色及桔酸菁兰—铬矾染色鉴别后,发现颗粒中不含核糖核酸,派若宁染色的微红色只是由于颗粒处于细胞质中而形成的假象。用酸性氧化苏木素染色后看到颗粒被染成蓝黑色,但在苏丹黑染色后却没有看到阳性反应。酸性氧化苏木素对粘蛋白也可以染成蓝黑色,因此我们认为颗粒可能是属于粘蛋白类物质。PAS 反应使分泌颗粒显出清晰的红色,而且淀粉酶不能除去这种物质。因此 PAS 反应的结果也说明小球的分泌颗粒是一种粘蛋白类物质。

前面曾经提到小球具有与哺乳类的肾素——血管紧张素相类似的活性物质,而肾素是一种蛋白酶,这与我们组织化学的测定结果也是吻合的。

## 结 语

近年来,对鱼类斯丹尼小球的研究报道,着重于探讨小球对钙水平的调节机能。本文报道了鲫、鲢鱼小球的周期变化与性腺发育及产卵活动的关系,从而探讨了小球的功能。从实验结果看,小球参与了鱼类生殖过程中代谢的调节,保证了生殖活动的顺利进行。

## 更 正

本刊 1977 年第三期第 13—14 页的图 1—8 所标长度均为毫米,其中图 2、3 的“146 厘米”,应改为 146 毫米。《管刀鰟猪术》一文应加注:在研究过程中,曾蒙山西襄汾县郝滋茂同志亲自指导。