

# 几种脊椎动物消化道黏液细胞的类型与分布

楚德昌 邓振旭 杨恩昌

(菏泽学院生命科学系 山东 菏泽 274015)

**摘要** 利用阿利新蓝和过碘酸雪夫试剂染色方法对鲫鱼(*Carassius auratus*)、鲢鱼(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鲇鱼(*Silurus asotus*)、中华蟾蜍(*Bufo bufo gargarizans*)、黑斑蛙(*Rana nigromaculata*)、中华鳖(*Trionyx sinensis*)和巴西彩龟(*Trachemys scripta elegans*)消化道黏液细胞进行了观察与分类,结果显示,AB-PAS染色后动物消化管黏液细胞表现为4个类型:I型玫瑰红色;II型蓝绿色;III型紫红色;IV型蓝紫色。除鲫鱼和鲢鱼外,这些动物食管始部黏液细胞形态多样,表现为多种类型,食管中部杯状细胞密集排列,主要是II型和IV型。除鲫鱼外各种动物胃体黏膜上皮细胞与胃腺颈部细胞主要为I型和III型,黏液颗粒集中在细胞的核上区。胃腺黏液细胞着色淡,鲇鱼、黑斑蛙、中华鲢与巴西彩龟为I型和III型,中华蟾蜍为III型和IV型。中华鳖、巴西彩龟、鲇鱼、黑斑蛙、中华蟾蜍小肠和鲢鱼肠各部的杯状细胞主要为III型和IV型,鲫鱼肠各部和中华鳖、巴西彩龟、鲇鱼、黑斑蛙、中华蟾蜍大肠的杯状细胞主要为II型和IV型。

**关键词**: 黏液细胞; 消化道; 脊椎动物

中图分类号: Q954 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2006)06-109-06

## Distribution and Type of Mucous Cells in Digestive Tract of Several Vertebrates Species

CHU De-Chang DENG Zhen-Xu YANG En-Chang

(Department of Life Sciences, Heze University, Heze Shandong 274015, China)

**Abstract**: The type and distribution of mucous cells in digestive tract of *Carassius auratus*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Silurus asotus*, *Bufo bufo gargarizans*, *Rana nigromaculata*, *Trachemys scripta elegans* and *Trionyx sinensis* are studied by using the AB-PAS staining. There are four types of mucous cells observed, type I in rose-red colour, type II in green, type III in purplish-red, and type IV in purplish-blue. These four types of cells are located in the forepart of oesophagus except in *C. auratus* and *H. molitrix*. Whereas, the goblet cells, which mainly belong to type II and IV are arranged closely in the middle and last part of oesophagus. The mucosal epithelium and mucous neck cells of fundic gland in stomach mainly contain type III and type I cells, in which the mucous granules are concentrated in their shallow part, except in *C. auratus*. The mucous cells of stomach gland of *H. molitrix*, *R. nigromaculata*, *T. scripta elegans* and *Trionyx sinensis* mainly belong to types III and I, but the cells of *B. b. gargarizans* mainly belong to types III and IV, with slightly staining. The goblet cells of intestinum tenue of *S. asotus*, *B. b. gargarizans*, *R. nigromaculata*, *Trachemys scripta elegans*, *Trionyx sinensis* and cells in all parts of intestinum of *H. molitrix* mainly belong to types III and IV, and the goblet cells in all parts intestinum of *C. auratus* and in intestinum crassum of *S. asotus*, *B. b. gargarizans*, *R. nigromaculata*, *Trachemys scripta elegans*, *Trionyx sinensis* mainly belong to types II and IV.

**Key words**: Mucous cell; Digestive tract; Vertebrate

脊椎动物消化道黏液细胞分泌的黏液,有润滑、保护、屏障、消化、调节 pH<sup>[1-3]</sup>等多方面功能。其主要成分是中性的黏多糖与酸性的黏多糖,不同成分的黏液作用有所不同,因此依据细胞分泌的黏液成分研究黏液细胞的类型有重要意义。但依据黏液细胞内含有的黏液成分对低等脊椎动物消化道黏液细胞相关类型的基础研究还较少<sup>[4-10]</sup>,并未见对不同类脊椎动物消化道黏液细胞类型比较的报道。本文以阿利新蓝(alcian blue, AB)过碘酸 schiff 反应(periodic acid schiff's reaction, PAS)阿利新蓝与过碘酸 schiff 反应对染(AB-PAS)方法对鲫鱼(*Carassius auratus*)、鲢鱼(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鲇鱼(*Silurus asotus*)、中华蟾蜍(*Bufo bufo gargarizans*)、黑斑蛙(*Rana nigromaculata*)、中华鳖(*Trionyx sinensis*)和巴西彩龟(*Trachemys scripta elegans*)等几种脊椎动物消化道黏液细胞进行了观察与分类。

## 1 材料与方法

**1.1 材料来源** 2005年5~8月于市场购买自然生长的鲫鱼、鲇鱼、鲢鱼各4尾,中华鳖、巴西彩龟各4只,鲫鱼重300~460g,鲢鱼重650~1000g,鲇鱼重280~400g,中华鳖重530~570g,巴西彩龟重450~500g。2005年8月于野外捕捉黑斑蛙和中华蟾蜍各4只,黑斑蛙重40~60g,中华蟾蜍重100~140g。

**1.2 方法** 各种动物断头处死,取完整消化道,用任氏液冲洗消化道内容物,按自然长度固定于支持物上并分段结扎,用注射器向消化管各段内注入 Bouin's 液至中等充盈程度后入 Bouin's 液固定48h以上。有胃动物(本文指鲫鱼、鲢鱼以外有食管、胃、小肠、大肠分化的5种动物,下同)取食管始部、中部、后部、胃贲门、胃体、胃幽门、小肠始部、小肠中部、小肠末部、大肠等部位,鲫鱼取肠始部、肠中部和肠末部等部位(因无食管、胃、小肠、大肠分化),鲢鱼取胃始部、胃中部、肠始部、肠中部与肠末部等部位

(因胃分化不完善,并无食管、小肠、大肠的分化)进行石蜡包埋切片。切片厚6 $\mu$ m。将各部位切片分4组,1组进行AB染色(pH 2.6),2组进行PAS染色,3组进行AB-PAS染色(AB染色pH 2.6)<sup>[11,12]</sup>,4组AB-PAS(AB染色pH 2.6)染色后,Harris 苏木精液复染。Olympus 显微镜观察黏液细胞着色情况与分布情况,FR-988生物显微图像分析系统采像,参考AB、PAS染色结果,对AB-PAS组织染色后细胞显色进行分析和细胞内黏液成分分析,并依据AB-PAS组织染色后细胞显色结果对黏液细胞进行分类<sup>[4]</sup>。

## 2 结果

**2.1 黏液细胞的类型** 1组材料染色后,AB染色阳性的细胞呈蓝绿色。2组材料染色后,PAS染色阳性的细胞呈玫瑰红色。3组材料染色后黏液细胞表现为4种类型:I型玫瑰红色,II型蓝绿色,III型紫红色,IV型蓝紫色,见图版I:1~6。与1组AB染色、2组PAS染色结果综合分析,可见I型细胞PAS反应阳性,AB染色阴性;II型细胞PAS反应阴性,AB染色阳性;III型细胞PAS反应相对强阳性,AB染色相对弱阳性;IV型细胞PAS反应相对弱阳性,AB染色相对强阳性。4组材料染色后,可见黏液颗粒着色稍有加深,黏液细胞的非黏液物质和非黏液细胞的细胞质一般紫红色,细胞核蓝黑色,能更好地辅助观察黏液细胞的形态与结构。

**2.2 各型黏液细胞的分布** 黏液细胞存在于有胃动物的食管黏膜上皮组织,有胃动物和鲢鱼的胃黏膜上皮与各种胃腺,各种动物肠黏膜上皮和有胃动物肠腺中的杯状细胞。各组材料染色后,对各种动物不同个体之间进行了消化道各部位黏液细胞类型分布情况的比较,未见差异。消化道各部位各型黏液细胞的分布情况见表1。

表 1 几种脊椎动物消化道不同类型黏液细胞的分布情况表

动物	消化管部位	I 型	II 型	III 型	IV 型	备注
鲫鱼	肠始部		+		+	均为杯状细胞
	肠中部				+	均为杯状细胞
	肠末部		+		+	均为杯状细胞
鲢鱼	胃前部	+				为柱状黏膜上皮、胃腺颈细胞、胃腺浅部黏液细胞
	胃中部	+		+		为柱状黏膜上皮、胃腺颈细胞、胃腺浅部黏液细胞
	肠始部	+		+	+	为杯状细胞, I 型稀少
	肠中部	+		+	+	为杯状细胞, I 型稀少
	肠末部			+	+	为杯状细胞
鲇鱼	食管	+	+	+	+	均为黏膜上皮中球形细胞
	胃贲门	+		+		为黏膜上皮
	胃体	+		+		为黏膜上皮细胞和胃腺颈黏液细胞
	胃幽门	+		+	+	均为黏膜上皮细胞, I 型、III 型稀少
	小肠始部	+		+	+	均为杯状细胞, I 型稀少
	小肠中部			+	+	均为杯状细胞
	小肠末部			+	+	均为杯状细胞
	大肠			+	+	均为杯状细胞
中华蟾蜍	食管前部		+	+	+	为大而圆形细胞
	食管中部		+	+	+	杯状细胞, III 型稀少
	胃贲门			+	+	III 型为柱状黏膜上皮或胃腺颈细胞, IV 型为胃腺浅部细胞
	胃体	+		+	+	柱状黏膜上皮和胃腺颈细胞为 I 型、III 型, 胃腺黏液细胞为 III 型和 IV 型
	胃幽门			+	+	III 型为柱状黏膜上皮, IV 型为胃腺细胞
	小肠始部			+	+	均为杯状细胞
	小肠中部			+	+	均为杯状细胞
	小肠末部			+	+	均为杯状细胞
	大肠		+	+	+	均为杯状细胞, III 型稀少
	黑斑蛙	食管前部	+		+	+
食管中部				+	+	杯状细胞
贲门				+	+	为黏膜上皮细胞
胃体		+		+		为黏膜上皮与胃腺颈细胞 和部分胃腺黏液细胞
幽门		+		+		为部分柱状黏膜上皮和胃腺黏液细胞
小肠始部				+	+	均为杯状细胞
小肠中部				+	+	均为杯状细胞
小肠末部				+	+	细胞细而长, III 型稀少
大肠			+	+	+	II 型、IV 型均为杯状细胞, III 型为近基底膜少量大型黏液细胞
中华鳖	食管前部		+	+	+	均为黏膜上皮中椭圆形、圆形细胞
	食管中部		+	+	+	为杯状细胞, III 型稀少
	贲门			+	+	均为黏膜上皮
	胃体	+		+		均为黏膜上皮和胃腺颈细胞, 胃腺内有少量黏液细胞
	幽门	+		+		均为黏膜上皮和胃腺细胞
	小肠始部	+	+	+	+	均为杯状细胞
	小肠中部			+	+	均为杯状细胞, III 型主要集中在绒毛基部
	小肠末部			+	+	均为杯状细胞, III 型主要集中在绒毛基部
	大肠		+		+	均为杯状细胞
巴西彩龟	泄殖腔		+		+	均为黏膜上皮细胞
	食管前部	+	+	+	+	均为黏膜上皮中立方状细胞、椭圆形细胞
	食管中部		+	+	+	为杯状细胞, III 型稀少
	贲门	+	+		+	为黏膜上皮细胞和贲门腺细胞, II 型稀少
	胃体			+	+	为黏膜上皮细胞、颈黏液细胞
	幽门	+		+		为黏膜上皮细胞、颈黏液细胞
	小肠始部	+	+	+	+	均为黏膜上皮中杯状细胞
	小肠中部			+	+	均为杯状细胞
	小肠末部			+	+	均为杯状细胞
	大肠		+		+	均为柱状黏膜上皮细胞和大肠腺细胞
泄殖腔		+			为黏膜上皮	

**2.3 消化道各部位黏液细胞的形态特点** 有胃动物食管的前部黏液细胞形态多样,细胞 AB-PAS 染色后表现多样性,并且细胞着色浓淡差别较大(图版 I:1);食管中部黏膜上皮为柱状上皮,其内分布着高密度的杯状细胞,多以 II 型和 IV 型细胞为主,细胞内颗粒多大小均匀,着色较浓,食管后部黏膜上皮与食管中部相似,但 AB 强阳性细胞与 PAS 强阳性细胞多呈区域性分布,细胞内 AB 强阳性黏原颗粒与 PAS 强阳性黏原颗粒在细胞内也多呈区域性分布(图版 I:2)。有胃动物的胃贲门、胃体、胃幽门染色结果相似,柱状黏膜上皮都是黏液细胞,黏原颗粒分布于核上区,着色较浓,PAS 染色强阳性,AB 染色极弱阳性或阴性;胃腺颈细胞在胃体部明显,细胞形态特征与染色特性同柱状黏膜上皮细胞(图版 I:3,4);固有膜内有胃腺、贲门腺、幽门腺的细胞全为黏液细胞,胃底腺的浅部多有成团分布的黏液细胞,所有胃腺黏液细胞均着色较淡,这些细胞内也常有较大的空泡样结构和淡染的大型黏原颗粒,中华蟾蜍胃腺黏液细胞主要为 III 型和 IV 型,见图版 I:3,其他动物主要为 I 型和 III 型。各种动物小肠和大肠(或肠始部、肠中部、肠后部)杯状细胞多表现为 PAS 染色与 AB 染色双阳性,着色表现型和浓淡不同,部分杯状细胞也有较大的空泡样结构和淡染的大型黏原颗粒,鲢鱼肠各部和鲇鱼、黑斑蛙、中华蟾蜍、中华鳖、巴西彩龟小肠杯状细胞主要为 III 型和 IV 型,鲫鱼肠各部杯状细胞主要为 II 型和 IV 型(图版 I:5)。有胃动物大肠的杯状细胞多细长,主要为 II 型和 IV 型(图版 I:6)。

### 3 讨论

黏液的主要成分是黏多糖与黏蛋白,黏多糖分中性黏多糖和酸性黏多糖,在酸性黏多糖中含有羧基(-COOH)、硫酸基(-SO<sub>3</sub>H)和磷酸基(-OPO<sub>3</sub>H<sub>2</sub>)。PAS 染色能使中性黏多糖着红色,AB 染色(pH 为 2.6)能使酸性黏多糖着蓝绿色<sup>[13,14]</sup>。本文对细胞形态和 AB-PAS 染色后着色表现的观察结果与前人的研究结果相

似<sup>[4~10,15]</sup>。依据 AB-PAS 染色的结果将消化道黏液细胞分为 4 个类型,结合 AB 染色、PAS 染色结果分析可知,I 型细胞 AB 染色阴性,PAS 染色阳性,提示这类细胞内黏液中不含酸性黏多糖,而含有中性黏多糖;II 型细胞 AB 染色阳性,PAS 染色阴性,提示这类细胞内黏液中含有酸性黏多糖,而不含中性黏多糖;III 型细胞 AB 染色相对弱阳性,PAS 染色强阳性,提示这类细胞内黏液中含相对少量的酸性黏多糖和多量的中性黏多糖;IV 型细胞 AB 染色相对强阳性,PAS 染色弱阳性,提示这类细胞内黏液中含相对多的酸性黏多糖和少量的中性黏多糖。

在有胃动物的胃黏膜上皮、胃底腺颈细胞和食管始部的一些黏液细胞为 AB 染色极弱阳性黏液细胞,在有胃动物食管始部有一些细胞和各种动物肠部有一些杯状细胞为 PAS 染色极弱阳性细胞,因此仅根据 AB-PAS 染色结果有时难以对 II 型和 IV 型细胞、I 型和 III 型细胞进行判断,若参考 AB、PAS 单独染色结果,这个问题就解决了。在实验中我们试用了以下 2 种染色方法取得了良好的效果,染色步骤分别是: PAS 染色-观察、采像-AB 染色-观察、采像;AB 染色-观察、采像-PAS 染色-AB 染色-观察、采像。

有胃动物食管始部黏膜上皮形态与 AB-PAS 染色表现的多样性可能是咽部黏膜上皮变为食管黏膜上皮的过渡状态。食管中部黏液细胞多以 II 型和 IV 型为主,这与银鲫、中华蟾蜍和 Gargiulo 等和 Scocco 等对几种鱼的研究结果一致<sup>[8,9,16,17]</sup>,这可能代表着食管黏液细胞主要染色特性。近贲门处 III 型增多,并且 III 型、IV 型细胞呈区域性混合分布,这可能是食管黏膜上皮变为胃黏膜上皮的过渡状态。有胃动物胃黏膜上皮细胞和胃腺颈细胞均显 PAS 强阳性,黏液颗粒主要集中在细胞的核上区,与许氏平鲉、银鲫、胡子鲇、中华蟾蜍和中华鳖<sup>[6~10]</sup>的研究结果一致,但本文的结果还显示胃黏膜上皮细胞和胃腺颈细胞 AB 染色均弱阳性。胃腺还多有成团分布的黏液细胞,鲢鱼、黑斑蛙、中华鳖与巴西彩龟胃腺黏液细胞为 I 型或 III 型,中华蟾蜍

胃腺黏液细胞为Ⅲ型和Ⅳ型,不论哪种类型都着色较淡,细胞内有大型黏原颗粒,从细胞形态上和H.E-PAS染色上看,这些细胞可能是一类与一般黏液细胞含不同黏液成分的黏液细胞。鲢鱼、鲇鱼肠各部与中华蟾蜍、黑斑蛙、中华鳖、巴西彩龟小肠的杯状细胞主要为Ⅲ型和Ⅳ型,这与胡子鲇的杯状细胞相似<sup>[6]</sup>,而鲫鱼小肠杯状细胞主要有Ⅱ型和Ⅳ型。有胃动物大肠杯状细胞多表现为Ⅱ型和Ⅳ型,这与胡子鲇、南方鲇<sup>[5,6]</sup>研究结果相一致。本文对几种动物的观察结果与多位作者的研究结果<sup>[5-10,13-17]</sup>结合起来分析,显示了不同动物消化道黏液细胞分布有基本相同的规律,即食管黏膜上皮、胃黏膜上皮、部分胃腺细胞和肠杯状细胞属于黏液细胞。消化道各部位黏液细胞的类型也表现出基本相似的规律,即胃黏膜上皮和胃腺颈细胞为PAS染色强阳性反应,AB染色弱阳性反应或阴性的细胞,食管黏膜上皮,胃腺黏液细胞,肠杯状细胞为PAS、AB双阳性,且表现着色多样型的细胞

从黏原颗粒的位置看,杯状细胞和胃柱状黏液细胞内的黏原颗粒都位于细胞的核上方。从细胞的形态看,大肠与食管的杯状细胞因密集排列,在形态上近似胃柱状黏液细胞。从黏液的成分看,杯状细胞与胃黏膜上皮细胞内都有中性黏多糖与酸性黏多糖,只是两种黏多糖的相对含量有所不同。这提示各型黏液细胞均有酸性黏多糖与中性黏多糖的合成机制,只不过是功能有所偏向。一些细胞染色类型不同,一方面可能是细胞本质的差别;另一方面可能是黏液细胞处在不同的发育阶段<sup>[1]</sup>,或处在不同的环境而功能表现不同。也同样提示黏液细胞的形态决定于黏液细胞的位置和黏液细胞的排列密度,若黏液细胞并列紧密排列,则自然呈柱状,若黏液细胞位于一般柱状上皮细胞之间,则由于核上区黏原颗粒的扩张而表现为杯形。

## 参 考 文 献

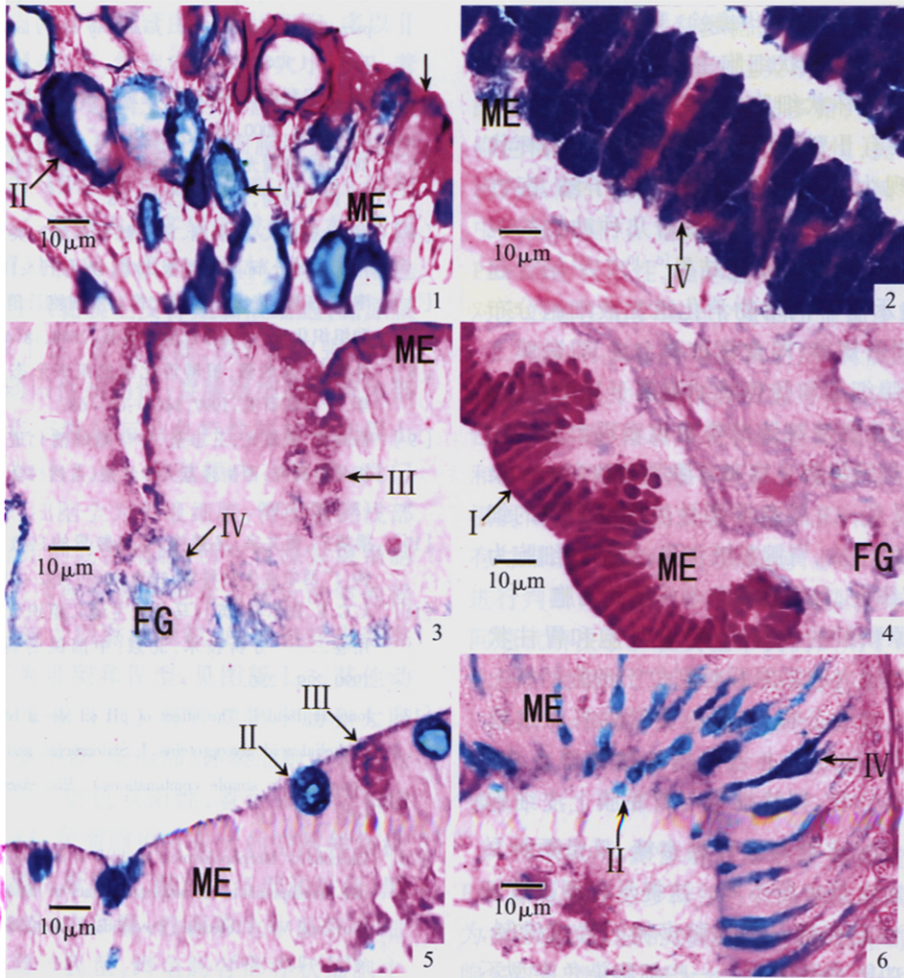
- [ 1 ] 杨桂文,安利国.鱼类黏液细胞研究进展.水产学报,1999,23(4):403~408.
- [ 2 ] Reifei C W, Travill A A. Structure and carbohydrate histochemistry of the intestine of ten teleostean species. *J Morphol*, 1979, 162: 343~360.
- [ 3 ] Videler H, Geertjes G, Videler J J. Biochemical characteristics and antibiotic properties of the mucous envelope of the queen parrotfish (*Scarus vetula*). *Journal of Fish Biology*, 1999, 54: 1123~1126.
- [ 4 ] 尹苗,安利国,杨桂文等.鲤鱼黏液细胞类型的研究.动物学杂志,2000,35(1):8~10.
- [ 5 ] 刘怀如,张耀光.南方鲇消化道杯状细胞分布及类型探讨.四川动物,2002,21(1):6~8.
- [ 6 ] 尹苗,杨桂文,安利国.胡子鲇黏液细胞类型及其在消化道中的分布.动物学报,2001,47(专刊):116~119.
- [ 7 ] 李霞,王霞,许氏平鲈消化管上皮细胞及消化腺组织学和组织化学.大连水产学院学报,2003,18(4):241~245.
- [ 8 ] 孙素荣,张俞颖.银鲫消化道的组织形态学和组织化学.干旱区研究,1997,14(4):65~68.
- [ 9 ] 岳兴建,张耀光,王志坚.中华蟾蜍消化道组织学及组织化学研究.西南师范大学学报(自然科学版),2002,27(3):383~389.
- [ 10 ] 梁福广,曾文宗,房慧伶.中华鳖胃的显微和亚显微结构.广西农业生物科学,2000,19(3):192~197.
- [ 11 ] A. G. E. 皮尔斯 英 [ 马仲魁译 ]. 组织化学理论与应用卷二——分析技术.北京:中国医药科技出版社,1990:229~230.
- [ 12 ] Jones R, Reid L. The effect of pH on alcian blue staining of epithelial acid glycoproteins. I. Sialomucins and sulphomucins (singly or in simple combinations). *Histochemical Journal*, 1973, 5: 9~18.
- [ 13 ] Zaccane G. Morphochemical analysis of the mucous cells during the development of the respiratory tract in *Mollinisia sphenops* Cuv. and Val. (Teleostei: Poeciliidae). *Acta Histochem*, 1973, 47(2):233~243.
- [ 14 ] Cinar K, Senol N. Histological and histochemical characterization of the mucosa of the digestive tract in flower fish (*Pseudophoxinus antalyae*). *Anat Histol Embryol*, 2006, 35(3):147~151.
- [ 15 ] Arellano J, Dinis M T, Sarasquete C. Histomorphological and histochemical characteristics of the intestine of the Senegal sole, *Solea senegalensis*. *Eur J Histochem*, 1999, 43(2):121~133.
- [ 16 ] Scocco P, Accili D, Menghi G, et al. Unusual glycoconjugates in the oesophagus of tilapia polyhybrid. *J Fish Biol*, 1998, 53: 39~48.
- [ 17 ] Gargiulo M, Dall'Aglio C, Tsoku Z, et al. Morphology and histology of the oesophagus in a warm water tilapia fish (Teleostei). *J Applied Ichthyol*, 1996, 12: 121~124.

楚德昌等:几种脊椎动物消化道黏液细胞的类型与分布

图版 I

CHU De-Chang *et al.*: Distribution and Type of Mucous Cells in Digestive Tract of Several Vertebrates Species

Plate I



1. 鲇鱼食管; 2. 巴西彩龟食管; 3. 中华蟾蜍胃体; 4. 巴西彩龟胃体; 5. 鲫鱼肠始部; 6. 黑斑蛙大肠前部。(AB-PAS 染色 × 500)

ME: 示黏膜上皮; FG: 示胃底腺; I: 示 I 型黏液细胞; II: 示 II 型黏液细胞; III: 示 III 型黏液细胞; IV: 示 IV 型黏液细胞。