

자라 위장관 내분비세포에 관한 면역조직화학적 연구

김종범 · 이재현 · 이형식* · 이남수

경북대학교 수의과대학 · 대구한의과대학 생물학과*

(1990. 8. 2 접수)

An immunohistochemical study on the gastro-entero-endocrine cells of the pond tortoise (*Amyda sinensis*)

Jong-beom Kim, Jae-hyun Lee, Hyeung-sik Lee*, Nam-soo Lee

College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University,

Department of Biology, Daegu Oriental Medical College*

(Received Aug 2, 1990)

Abstract: The gastrointestinal endocrine cells of the Pond tortoise, *Amyda sinensis* were studied immunohistochemically, and somatostatin-, gastrin/cholecystokinin(GAS/CCK)-, glucagon-, 5-hydroxytryptamine(5-HT)-, insulin- and chromogranin-immunoreactive cells were revealed. The characteristic findings of the regional distribution and relative frequency of these immunoreactive cells in the gastrointestinal tract of the Pond tortoise were as follows;

A few somatostatin-immunoreactive cells were distributed from the segment I to the segment V. GAS/CCK-immunoreactive cells were found from the segment III to the segment VII. These cells were numerous in the segment III and a few in the other segments. A few glucagon-immunoreactive cells were found in the segment I and rare in the segment II. 5-HT-immunoreactive cells were found throughout the gastrointestinal tract. Numerous numbers of them were found in the segment I, while moderate or a few in the other segments. Insulin-immunoreactive cells were distributed from the segment II to the segment IX. Moderate numbers of them were found in the segment VIII and IX, while a few in the other segments. Chromogranin-immunoreactive cells were found from the segment III to the segment VI. Moderate numbers of these cells were found in the segment IV and V, while a few in the other segments. BPP-immunoreactive cells were not observed throughout the gastrointestinal tract of the Pond tortoise, *Amyda sinensis*.

Key words: gastrointestinal tract, *Amyda sinensis*, endocrine cells, immunoreactive cell.

서 론

사람을 비롯한 척추동물의 소화관 점막에는 15종 이상의 활성 peptides와 amine류를 분비하는 위장관 내분비세포들이 각기 독특한 패턴으로 위에서 직장에 이르기까지 널리 분포하고 있음이 알려져 있다.^{1,2} 이들 내분비세포는 분비과립이 크롬염에 의해 황색으로 염

색되기 때문에 장크롬친화성세포 또는 황색세포, 도은성에 따라 은친화성세포 또는 은호성세포 등으로 명명되었으며³⁻⁵, 전자현미경에 의한 세포 및 과립의 형태에 따라 최근에는 위장관 점막상피에 약 15종의 위장관내분비세포가 분포한다고 하였다.^{3,6-18}

한편 항원항체반응을 이용한 면역형광염색법 또는 면역조직화학적 방법에 의해 이들 위장관 내분비세포

들이 동물의 종에 따라 그 분포 및 세포종의 차이가 있음이 밝혀졌다.^{1,2,13,14,18-22} 특히 면역조직화학적 방법을 이용한 각종 위장관 내분비세포들에 대해서는 포유류^{13,19-31}를 비롯하여 조류^{9,10,32}, 파충류^{6,33,34,46,48}, 양서류³⁵ 및 어류³⁶⁻³⁸에 이르기까지 광범위한 연구가 진행되었으나, 파충류중 특히 귀벌목의 위장관 내분비세포에 대한 면역조직화학적 연구는 최소한 편이다.^{33,34,48}

본 연구는 파충류인 자라의 위장관에 출현하는 내분비세포의 분포와 출현빈도를 알아보기 위하여 7가지 항혈청을 사용하여 면역조직화학적으로 관찰하였다.

재료 및 방법

본 실험에 사용된 실험동물은 대구근교에서 구입한 5마리의 자라(*Amyda sinensis*)로서, 단두에 의해 도살

한 후 Fig 1에서 보는 바와 같이 segment I에서 segment K까지 일정한 부위에서 각각 소편의 위장관 조직을 절취하였다. 절취한 조직은 Bouin액에 24시간 고정한 후, 통상적인 방법에 의거하여 수세, 탈수 및 파라핀 포매하고, 4~6 μ m 두께의 연속절편을 만들었다.

면역조직화학적 방법을 위하여 조직절편을 100% methanol과 0.1% H₂O₂/PBS(0.01M, pH 7.3)에 각각 30분씩 침적하여 조직내에 내재해 있을 peroxidase를 산화시킨 후, PBS로 세척하였다. 조직내의 비단백질에 의한 비특이적 반응을 차단하기 위해 Normal Goat Serum으로 실온에서 1시간 처리한 후, peroxidase-antiperoxidase(PAP; Sternberger, 1979)법³⁹을 시행하여 광학현미경하에서 자라의 위장관에 출현하는 내분

Table 1. Antisera used

Antisera raised ^{a)}	code	source	dilution
Somatostatin	CA325	Cambridge Research Biochemicals (CRB), Billerica	1 : 1,000
Gastrin/Cholecystokinin	i600/004	Union Chimiqu Belge(UCB)-bioproducts	1 : 100
Bovine pancreatic polypeptide	i607	UCB-bioproducts	1 : 5,000
Glucagon	8635013	Immuno Nuclear Corp.(INC), Stillwater	1 : 800
5-Hydroxytryptamine	8535028	INC	1 : 10,000
Insulin	8622014	INC	1 : 2,000
Chromogranin	8541012	INC	1 : 2,000

a) All antisera were raised in the rabbits, except that against insulin, which was raised in a guinea pig.

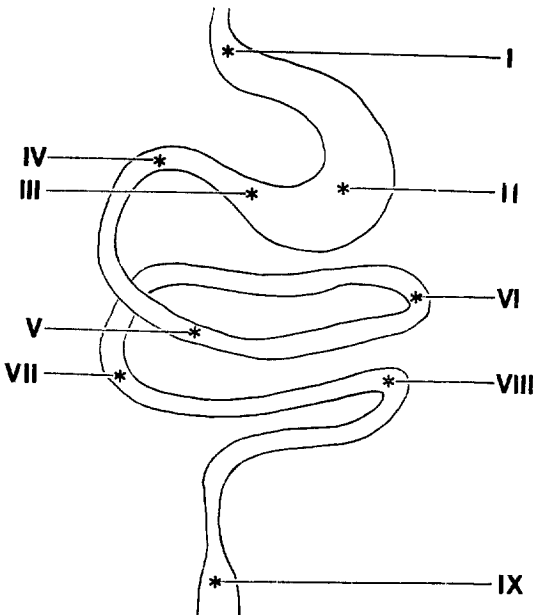


Fig 1. Sampling regions in the gastrointestinal tract of the Pond tortoise, *Amyda sinensis*.

비세포들의 분포 및 출현빈도를 각 부위에 따라 비교 관찰하였다. 이때 사용한 7종의 1차 항혈청은 Table 1에서 보는 바와 같다.

결 과

자라의 위장관 각 부위에서 6종의 항혈청(somatostatin, GAS/CCK, glucagon, 5-HT, insulin, chromogranin)에 대해 면역반응을 나타내는 각종 위장관 내분비세포들의 분포 및 출현빈도는 Table 2에서 보는 바와 같다. 한편 BPP 면역반응세포는 자라의 전 위장관에서 관찰되지 않았다.

Segment I: 포유류의 분문부에 해당하는 segment I에서는 somatostatin, glucagon, 5-HT에 양성반응을 나타내는 3종의 내분비세포가 관찰되었으며, 5-HT 면역반응세포는 선상피에 주로 분포하였고, 난원형 내지 타원형의 세포형태로서 세포질돌기를 가지며, 다수의 출현빈도를 나타내었으나(Fig 2c), somatostatin과 glucagon 면역반응세포들은 절막상피와 선상피에 주로 분포하였고, 난원형 내지 타원형의 세포형태로서 각각 소수의 출현빈도를 보였다(Figs 2a, b).

Table 2. Relative frequency and distribution of the gastrointestinal endocrine cells in the Pond tortoise, *Amyda sinensis*

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Somatostatin	+	+	+	+	+	-	-	-	-
GAS/CCK	-	-	卄	+	+	+	+	-	-
BPP	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glucagon	+	±	-	-	-	-	-	-	-
5-HT	卄	卄	卄	+	+	+	+	卄	卄
Insulin	-	+	+	+	+	+	+	卄	卄
Chromogranin	-	-	+	卄	卄	+	-	-	-

—; absent, ±; rare, +; a few, 卄; moderate, 卄卄; numerous. GAS/CCK; Gastrin/Cholecystokinin, BPP; Bovine Pancreatic Polypeptide, 5-HT; 5-Hydroxytryptamine.

Segment II: 포유류의 위체부에 해당하는 segment II에서는 somatostatin, glucagon, 5-HT, insulin에 양성반응을 나타내는 4종의 내분비세포가 관찰되었다. 이 중 5-HT면역반응세포는 선상피에 주로 분포하였으며, 난원형 내지 방추형의 세포형태를 취하였고, 중등도의 출현빈도를 나타내었다(Fig 3c). 그러나 somatostatin과 insulin면역반응세포들은 선상피에 주로 분포하였고 긴 세포질돌기를 가지며, 난원형 내지 타원형의 형태를 취하고, 소수의 출현빈도를 나타내었다(Figs 3a, d). Glucagon면역반응세포는 주로 점막과 선부에 출현하였으며, 세포의 형태는 구형 내지 난원형으로서 극소수의 출현빈도를 보였다(Fig 3b).

Segment III: 포유류의 유문부에 해당하는 segment III에서는 somatostatin, GAS/CCK, 5-HT, insulin, chromogranin에 양성반응을 나타내는 5종의 내분비세포가 관찰되었다. GAS/CCK면역반응세포는 주로 점막상피와 선상피에서 집단으로 출현하였으며, 대체로 세포질돌기를 가지고, 세포의 형태는 난원형, 타원형, 방추형을 취하였고, 다수의 출현빈도를 나타내었다(Fig 4b). 한편 5-HT면역반응세포는 주로 점막상피와 선상피에 분포하였으며, 세포의 형태는 다형태성으로 중등도의 출현을 보였으나(Fig 4c), 기타 somatostatin, insulin, chromogranin 면역반응세포들은 난원형 내지 타원형의 세포형태를 취하였으며, 주로 점막 및 선상피에 분포하였고, 소수의 출현빈도를 보였다(Figs 4a, d, e).

Segment IV: 포유류의 소장 기서부에 해당하는 segment IV에서는 somatostatin, GAS/CCK, 5-HT, insulin, chromogranin에 양성반응을 나타내는 5종의 내분비세포가 관찰되었다. chromogranin 면역반응세포

는 주로 점막상피에 분포하였으며, 돌기를 가진 타원형의 세포형태를 취하였고, 중등도로 출현하였으나(Fig 5d), 기타 somatostatin, GAS/CCK, 5-HT, insulin 면역반응세포들은 난원형내지 타원형의 세포형태를 나타내었으며, 각각 소수의 출현빈도를 보였는데(Figs 5a-c), 특히 GAS/CCK와 5-HT면역반응세포들은 세포질돌기를 가진 세포들이 다수 관찰되었다(Figs 5b, c). 이들 세포들은 대체로 장선상피에 분포하였다.

Segment V: 포유류의 소장 근위부에 해당하는 segment V에서는 somatostatin, GAS/CCK, 5-HT, insulin, chromogranin에 양성반응을 나타내는 5종의 내분비세포가 관찰되었다. chromogranin 면역반응세포는 구형과 돌기를 가진 난원형의 세포형태로서 주로 점막상피에 분포하였으며, 중등도의 출현빈도를 보였다(Fig 6e). 한편 somatostatin, GAS/CCK, insulin면역반응세포들은 다형태성의 세포형태로서 주로 점막상피에 분포하였으며, 각각 소수의 출현빈도를 나타내었으나(Figs 6a, b, d), 5-HT면역반응세포는 구형 또는 난원형의 세포형태로서 주로 장선상피에 분포하였으며 소수의 출현빈도를 보였다(Fig 6c).

Segment VI: 포유류의 소장 원위부에 해당하는 segment VI에서는 GAS/CCK, 5-HT, insulin, chromogranin에 양성반응을 나타내는 4종의 내분비세포가 관찰되었다. 이 중 GAS/CCK, insulin, chromogranin 면역반응세포들은 난원형, 타원형, 방추형등의 세포형태를 나타내었고, 주로 점막상피에 분포하였으며(Figs 7a, c, d), 5-HT면역반응세포는 작은 세포질돌기를 가진 난원형, 타원형의 세포형태를 취하였고, 주로 장선상피에 분포하였다(Fig 7b). 이들 4종의 내분비세포는 모두 소수의 출현빈도를 보였다.

Segment VII: 포유류의 소장 말단부에 해당하는 segment VII에서는 GAS/CCK, 5-HT, insulin에 양성반응을 나타내는 3종의 내분비세포가 관찰되었다. GAS/CCK와 5-HT면역반응세포들은 난원형 내지 타원형의 세포형태를 보였으며, 주로 장선상피에 분포하였고(Figs 8a, b), insulin 면역반응세포는 난원형 또는 방추형의 세포형태로서 주로 점막상피에 분포하였다(Fig 8c). 이들 4종의 내분비세포는 모두 소수의 출현빈도를 보였다.

Segment VIII: 포유류의 대장 근위부에 해당하는 segment VIII에서는 5-HT와 insulin에 양성반응을 나타내는 2종의 내분비세포가 관찰되었다. 이들 면역반응세포들은 주로 점막상피와 장선상피에서 관찰되었으며, 다형태성의 세포형태를 나타내었고, 각각 중등도

의 출현빈도를 보였다(Figs 9a, b).

Segment IX: 포유류의 대장 원위부에 해당하는 segment IX에서는 5-HT와 insulin에 양성반응을 나타내는 2종의 내분비세포가 관찰되었으며, 5-HT면역반응세포는 주로 장선상피에 분포하였고, 세포의 형태는 구형, 방추형 또는 세포질돌기를 가진 난원형이었다(Fig 10a). 또 insulin면역반응세포는 장선상피에 분포하였으며 구형, 난원형의 세포형태를 나타내었다(Fig 10b). 이들 2종의 내분비세포는 각각 중등도의 출현빈도를 보였다.

고 찰

각종 동물의 위장관에 분포하는 내분비세포에 관해서는 광학현미경적^{3-6,17,18,27,30,40}, 전자현미경적^{6-11,13-17,35,40}, 면역조직화학적^{9,10,13,19-29,31-38,41,46-48}으로 많은 업적이 보고되었으나, 파충류인 자라에 대한 연구는 극히 희소한 편으로서 도넬법과 전자현미경에 의한 보고뿐이다.^{4,7}

본 연구에서는 자라의 위장관 내분비세포에 대해 somatostatin, GAS/CCK, BPP, glucagon, 5-HT, insulin 및 chromogranin 등 7종의 항혈청에 대한 내분비세포의 분포 및 출현빈도를 면역조직화학적으로 관찰한 결과 BPP를 제외한 6종의 면역반응세포들이 위장관 점막상피 및 선상피에 다양하게 분포하고 있음을 알 수 있었다.

Somatostatin은 성장호르몬 분비를 억제하고, peptide hormones (insulin, glucagon, secretin, gastrin, CCK) 및 위산 분비를 직·간접으로 억제하는 기능을 가지며, 위·장·췌장계(gastroenteropancreatic system)의 특징세포인 somatostatin(D) cell 내에 존재한다.^{41,42} 포유류에서는 somatostatin면역반응세포가 위에서 소장 에 걸쳐 다수 분포하나 대장으로 갈수록 감소하며^{8,13,19,20,30}, 조류에서도 이와 유사한 분포를 보인다.⁹ 또한 양서류에서는 위장관 전 부위에 걸쳐 고루 분포하며³⁵, 어류에서는 종에 따라 다양한 분포 및 출현빈도를 보이나 대체로 위와 장기시부 및 근위부에 분포하고 있다.^{36,37} 본 실험에서는 segment I에서 segment V에 걸쳐 소수의 somatostatin 면역반응세포가 출현하였으며, 이상의 다른 동물에서와 대체로 유사한 분포를 볼 수 있었다. 그러나, 같은 파충류에서도 somatostatin 면역반응세포의 출현빈도와 분포가 상이하며^{33,34}, 본 연구에서 보는 바와 같이 같은 강에서도 종에 따라 분포의 차이가 있음을 알 수 있었다.

Gastrin은 유문부의 G cell에서 분비되며, 위산 분비 촉진과 산 분비에 관련하는 점막상피의 성장조절 및

pepsinogen, pancreatic enzymes, insulin 등의 분비를 자극하는 기능을 가지며⁴³, CCK는 소장점막의 I cell에서 분비되어 pancreatic enzymes의 분비, 담낭의 수축 자극, 포식감과 체온강하 등에 작용한다고 한다.^{43,44} Gastrin세포는 포유류와 파충류에서 주로 유문부로부터 소장에 이르기까지 분포하며^{8,19-21,30,33,34}, 양서류에서는 유문부에 국한되어 분포하고³⁵, 어류에서는 장점막에서만 분포한다.^{37,38} 본 실험에서는 GAS/CCK면역반응세포가 segment III에서 segment VII에 걸쳐 분포하고 특히 segment III에서 가장 다수의 출현을 볼 수 있었으며, 이같은 분포는 포유류^{8,19-21,30}, 조류¹⁰, 파충류^{33,34}에서와 거의 유사하였으나, 양서류³⁵와 어류^{37,38}와는 상이하였다.

Pancreatic polypeptide(PP)는 avian pancreatic polypeptide(APP), bovine pancreatic polypeptide(BPP), human pancreatic polypeptide(HPP) 등이 있으며, 이들 PP들이 위장관에서 어떤 작용을 하는지에 대한 명확한 생리학적 기전은 아직까지 불명확하나, APP는 위산 분비를 촉진하며 당원분해능(glycogenolysis)을 자극한다고 한다.⁴⁵ PP면역반응세포는 포유류에서는 대장에서 직장으로 갈수록 다수 출현하며^{13,19,20,23,30,31}, 파충류에서는 장 절반부에만 출현하고³⁴, 어류에서도 종간에 분포의 차이를 나타낸다고 한다.^{36,37} 본 실험에서는 위장관 전 부위에서 이들 세포의 출현은 볼 수 없는 바, 이는 본 실험에 사용된 항혈청의 protein molecule의 차이 때문인지 아니면 이들 세포가 자라의 위장관에는 분포하지 않는지에 대해서는 확실히 알 수 없다.

Glucagon은 췌장의 Langerhan's islet의 A(α) cell 내에서 합성되고, B(β) cell을 표적으로 하여 insulin 분비를 조절하는 기능을 가지며, 위장관에는 L cell에서 분비된다.^{40,42,43,46} 포유류에서는 종에 따라 분포상태에 많은 차이가 있고^{8,13,19-21,30}, 파충류에서는 위체부와 장 절반부³⁴ 또는 위체부와 총배설장을 제외한 위장관 전 부위³³에 걸쳐 출현하며, 양서류에서는 대체로 위장관 전 부위에 걸쳐³⁵, 어류에서는 종에 따라 다소의 차이는 인정되나 대체로 위를 제외한 장관 전 부위에 걸쳐 출현한다.^{36,37} 본 실험에서는 segment I, II에 한정되어 출현하였으며, 이는 다른 동물들과 현저한 분포의 차이를 인정할 수 있었다.

5-HT(Serotonin)는 monoamine으로 구성되며 신경계, 위장관 및 기타 내장기관의 내분비세포에 광범위하게 분포하고, 특히 위장관계에서는 위산 분비억제와 소화관 연동운동에 관여한다.^{1,2,42,43} 본 실험에서는 위장관 전 부위에 걸쳐 고루 분포하고 있었으며, 이같은

소견은 포유류^{13,20,23,31}와 유사한 소견을 보였다. 한편 파충류에서는 유분부와 총배설관을 제외한 부위에서³⁴, 어류에서는 위장관 전 부위에 걸쳐 출현하거나 출현하지 않는 등 종에 따라 상이한 분포를 나타내고 있다.³⁶⁻³⁸

Insulin은 췌장의 Langerhan's islet의 B(β) cell 내에서 합성되고 somatostatin(D) cell에 의해 분비가 억제되며, 체내 저장물질의 합성촉진과 분해를 억제하는 기능을 가진다.^{41,42,46} 포유류에서는 위에만 출현하는 경우와 위장관 전 부위에 걸쳐 출현하지 않는 등 종에 따라 심한 분포의 차이가 있음이 보고되었다.⁴⁷ 또한 파충류에서는 위를 제외한 부위에서 고루 분포함이 보고되었고⁴⁸, 어류에서는 종에 따라 심한 분포의 차이가 있음이 보고되었으나^{36,37}, 양서류에 대한 보고는 아직 접하지 못했다. 본 실험에서는 segment I을 제외한 위장관 전 부위에 걸쳐 분포하고 장 말단부로 갈수록 다수 출현하였다.

Chromogranin은 peptide와 amine류를 동시에 함유하는 내분비물질로서 adrenal medulla cell의 secretory vesicles에서 catecholamines과 공존하고 있음이 보고된 이후²⁹, 위장관의 점막세포에도 다수 분포되어 있음이 밝혀졌으며⁴⁹, chromaffin granules인 chromogranin은 A, B 그리고 secretogranin II(C)로 분류되어지고 있다.^{24,25} 본 실험에서는 segment III에서 segment VI에 걸쳐 이들 세포의 분포를 볼 수 있었다. 한편 포유류에서는 대체로 위장관 전 부위에 걸쳐 출현하나^{20,29}, 조류, 파충류, 양서류 및 어류에 대한 보고는 아직 접하지 못하였다.

이상과 같이 7종의 항혈청에 대한 면역반응세포들의 분포 및 출현빈도가 동물의 종이나 부위에 따라 다른 것은 종간의 차이 또는 동물간의 식이성 차이라고 하나^{12,40}, 각 동물의 위장관내의 내분비물질에 대한 생리

학적 또는 장내용물의 생화학적 차이에 의한 것도 전혀 배제할 수 없음을 생각할 때 앞으로 이 분야에 더욱 연구가 수행되어져야 할 것으로 생각된다.

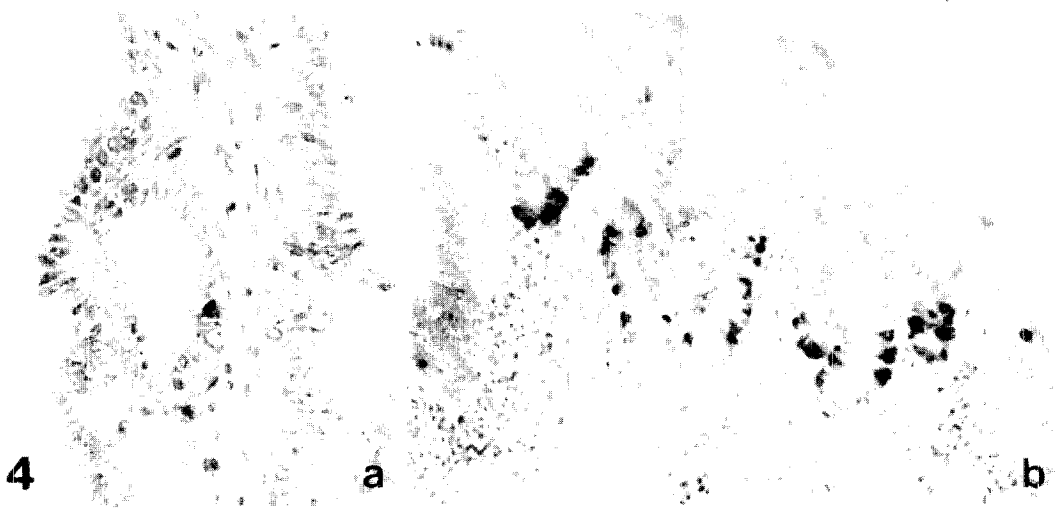
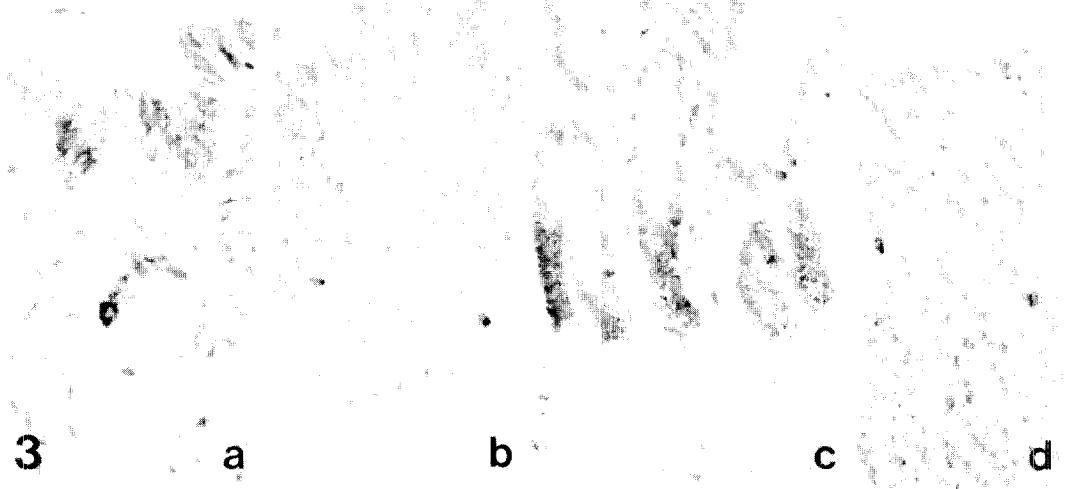
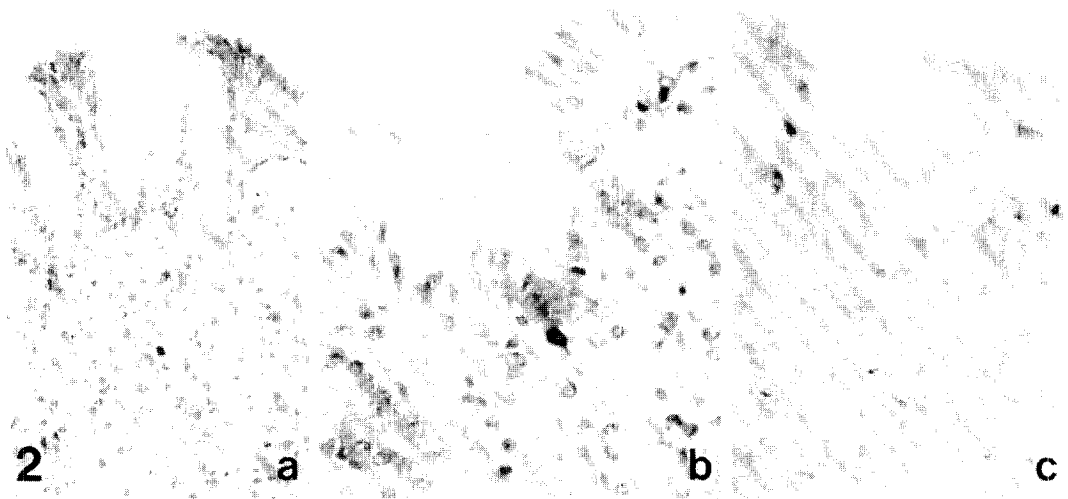
결 론

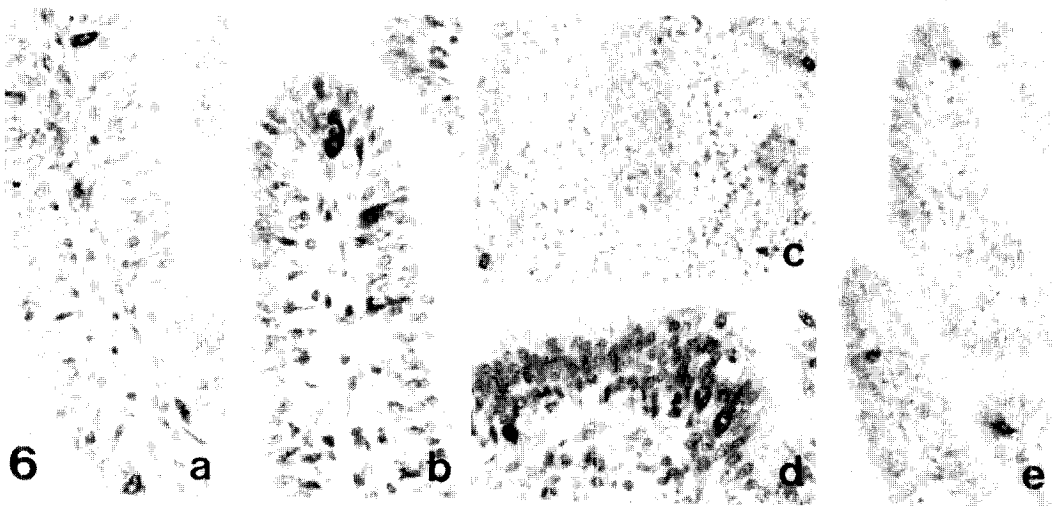
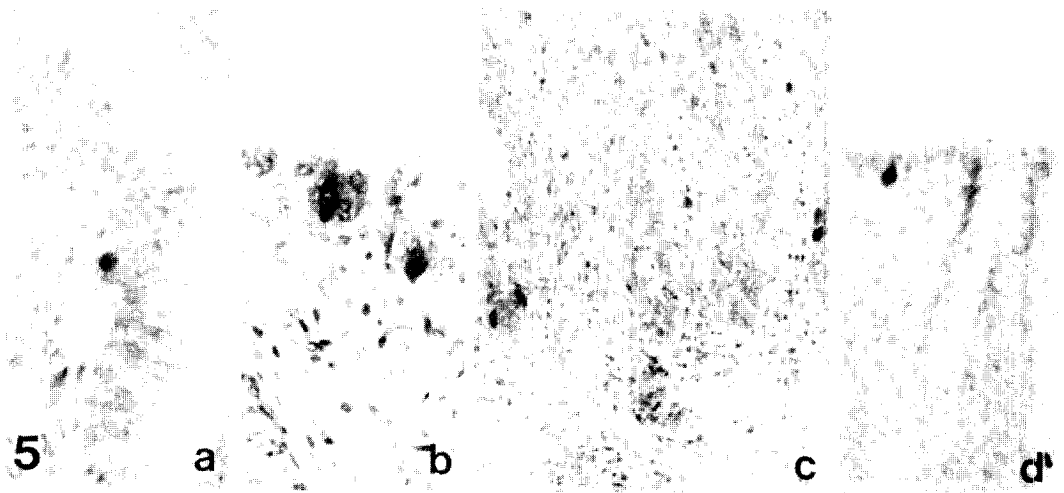
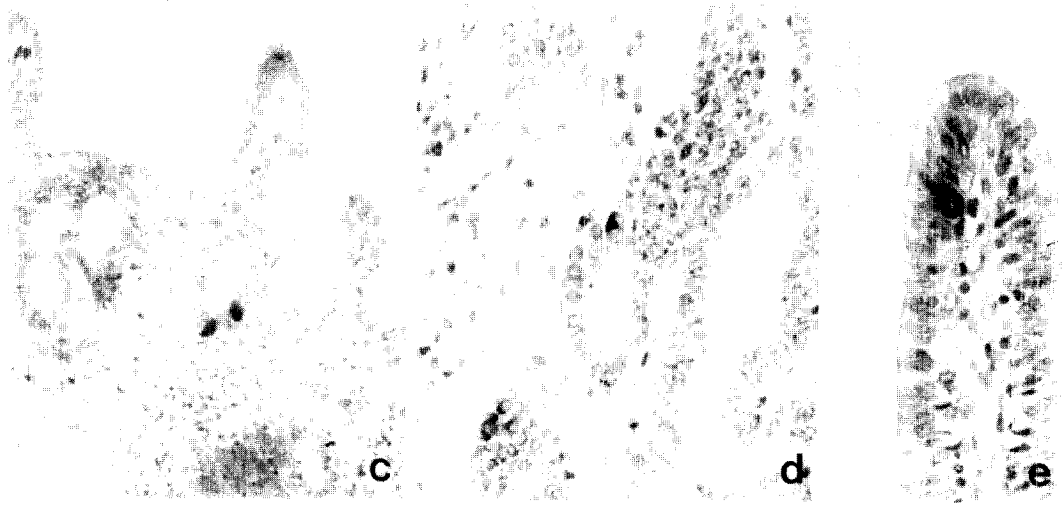
자라(*Amyda sinensis*)의 위장관 점막에 분포하는 내분비세포의 분포와 출현빈도 및 형태를 알아보기 위하여 segment I에서 segment IX까지 일정한 부위에서 절취한 위장관 각 조직에 대해 somatostatin, GAS/CCK, BPP, glucagon, 5-HT, insulin, chromogranin 등 7종의 항혈청을 사용하여 면역조직화학적 방법으로 내분비세포의 출현빈도, 분포 및 형태를 광학현미경적으로 관찰하였던 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

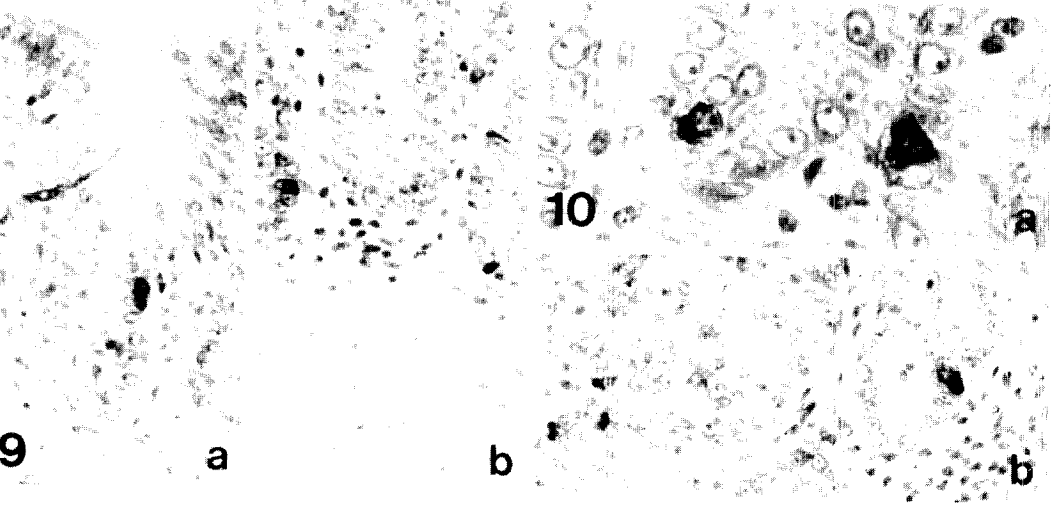
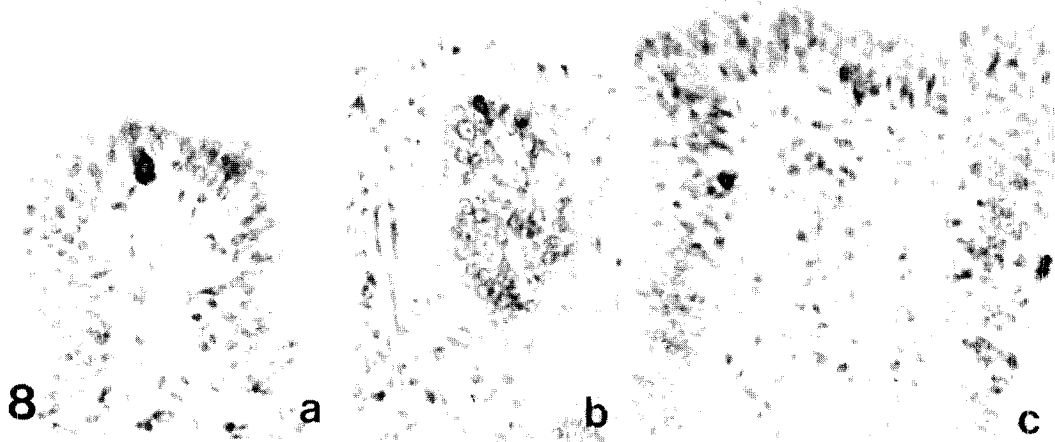
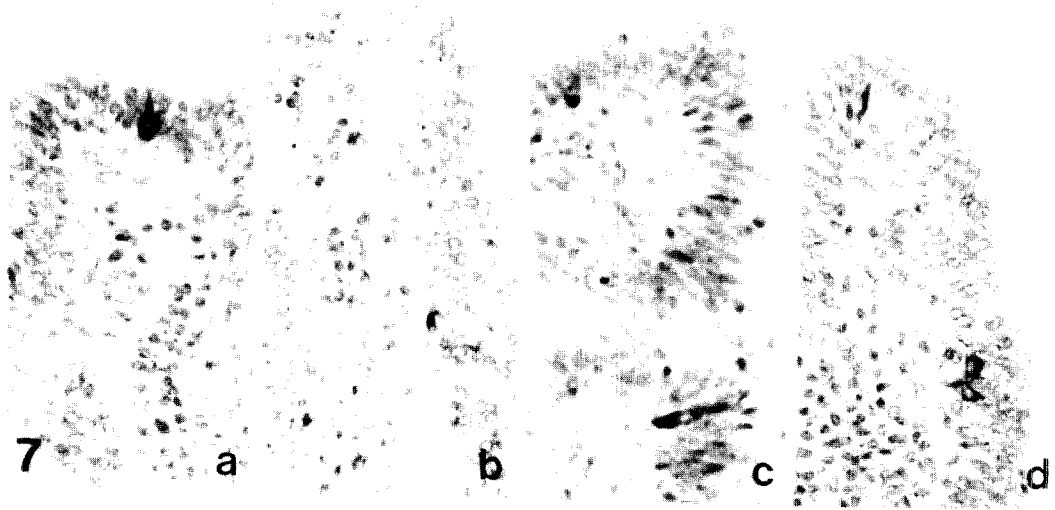
Somatostatin면역반응세포는 segment I에서 segment V까지 분포하였고, 소수의 출현빈도를 보였으며, Gas/CCK면역반응세포는 segment III에서 segment VII까지 분포하였으며, segment III에서 다수, 기타 부위에서는 소수의 출현빈도를 보였다. 또 glucagon면역반응세포는 segment I, II에 분포하였으며, segment I에서는 소수, segment II에서는 극소수의 출현빈도를 보였고, 5-HT면역반응세포는 위장관 전 부위에 걸쳐 분포하였으며, 특히 segment I에서 다수, segment II, III와 segment VIII, IX에서 각각 중등도 그리고 나머지 부위에서 소수의 출현빈도를 보였다. Insulin면역반응세포는 segment I을 제외한 나머지 부위에 분포하였으며, segment VIII, IX에서 중등도로, 기타 부위에서는 소수의 출현빈도를 보였고, chromogranin면역반응세포는 segment III에서 segment VI까지 분포하였으며 segment IV, V에서 중등도로, segment III, VI에서는 소수의 출현빈도를 보였다. 한편 BPP면역반응세포는 위장관 전 부위에 걸쳐 전혀 관찰되지 않았다.

Legends for figures

- Figs 2a-c.** (a) Somatostatin-, (b) glucagon- and (c) 5-HT-immunoreactive cells in the segment I. a, c: $\times 150$, b: $\times 300$
- Figs 3a-d.** (a) Somatostatin-, (b) glucagon-, (c) 5-HT- and (d) insulin-immunoreactive cells in the segment II. a: $\times 300$, b, c, d: $\times 150$
- Figs 4a-e.** (a) Somatostatin-, (b) GAS/CCK-, (c) 5-HT-, (d) insulin- and (e) chromogranin-immunoreactive cells in the segment III. a, d, e: $\times 300$, b, c: $\times 150$
- Figs 5a-d.** (a) Somatostatin-, (b) GAS/CCK-, (c) 5-HT- and (d) chromogranin-immunoreactive cells in the segment IV. a, b: $\times 300$, c, d: $\times 150$
- Figs 6a-e.** (a) Somatostatin-, (b) GAS/CCK-, (c) 5-HT-, (d) insulin- and (e) chromogranin-immunoreactive cells in the segment V. a, b, d: $\times 300$, c, e: $\times 150$
- Figs 7a-d.** (a) GAS/CCK-, (b) 5-HT-, (c) insulin- and (d) chromogranin-immunoreactive cells in the segment VI. $\times 300$
- Figs 8a-c.** (a) GAS/CCK-, (b) 5-HT- and (c) insulin-immunoreactive cells in the segment VII. $\times 300$
- Figs 9a, b.** (a) 5-HT- and (b) insulin-immunoreactive cells in the segment VIII. $\times 300$
- Figs 10a, b.** (a) 5-HT- and (b) insulin-immunoreactive cells in the segment IX. a: $\times 600$, b: $\times 300$







참 고 문 헌

1. Pearse AGE, Polak JM, Bloom SR. The newer gut hormones. Cellular sources, physiology, pathology and clinical aspects. *Gastroenterol* 1977;72:746~761.
2. Walsh JH. Gastrointestinal hormones and peptides. In: Johnson LR ed. *Physiology of the gastrointestinal tract*. Vol. 1. New York: Raven Press, 1981;59~144.
3. Capella C, Solcia E. The endocrine cells of the pig gastrointestinal mucosa and pancreas. *Arch histol jap* 1972;35:1~29.
4. Jeon C-J, Lee J-H, Lee C-E. Light microscopic study on the endocrine cells in the gastrointestinal tract of the Pond tortoise, *Amyda sinensis*. *Nature & Life* 1986;16:7~18.
5. Singh I. Argyrophile and argentaffin reactions in individual granules of enterochromaffin cells of the guinea pig. *Z Zellforsch* 1966;73:549~552.
6. Giraud AS, Yeomans ND, John St DJB. Ultrastructure and cytochemistry of the gastric mucosa of a reptile, *Tiliqua scincoides*. *Cell Tissue Res* 1979;197:281~284.
7. Jeon C-J, Lee J-H, Lee C-E. Electron microscopic study on the endocrine cells in the stomach and duodenum of the Pond tortoise, *Amyda sinensis*. *Korean J Electron Microscopy* 1986;16:25~34.
8. 최월봉, 원무호, 서지은. 고슴도치 십이지장 점막의 장내분비세포의 미세구조. *한국전자현미경학회지* 1987;17:83-97.
9. 정진웅, 박인선, 전명훈 등. 청둥오리(*Anas platyrhynchos platyrhynchos* Linné) 위장관의 somatostatin cell에 대한 면역세포화학적 및 미세구조적 연구. *대한해부학회지* 1985;18:251~263.
10. 정진웅, 박인선, 권홍식. 청둥오리(*Anas platyrhynchos platyrhynchos* Linné) 위장관의 gastrin cell에 대한 면역세포화학적 및 미세구조적 연구. *대한해부학회지* 1984;17:55~68.
11. Forssmann WG, Orci L, Pictet R, et al. The endocrine cells in the epithelium of the gastrointestinal mucosa of the rat. An electron microscope study. *J Cell Biol* 1969;40:692~715.
12. Yamada J, Iwanaga T, Okamoto T, et al. Ultrastructure of avian gastrin cell granules. *Arch histol jap* 1980;43:57~63.
13. 이재현. 한국산 고슴도치의 장관 내분비세포에 관한 면역조직화학적 및 전자현미경적 연구. *한국전자현미경학회지* 1988;18:59~76.
14. 이재현. 한국산 고슴도치 유문부에 있어서 내분비세포의 전자현미경적 연구. *한국전자현미경학회지* 1987;18:177~184.
15. Perez-Tomas R, Ballesta J, Pastor LM, et al. Ultrastructural study of the endocrine cells of the gut of *Testudo graeca* (Chelonia). *Anat Embryol* 1989;180:103~108.
16. Kobayashi S. An electron microscopy study of the intestinal mucosa of the snake, *Elaphe quadrivirgata* (BOIE). *Arch histol jap* 1967;28:525~536.
17. Vassallo G, Solcia E, Capella C. Light and electron microscopic identification of several types of endocrine cells in the gastrointestinal mucosa of the cat. *Z Zellforsch* 1969;98:333~356.
18. Grube D, Forssmann WG. Morphology and function of the enteroendocrine cells. *Horm Metab Res* 1979;11:603~620.
19. Calingasan NY, Kitamura N, Yamada J, et al. Immunocytochemical study of the gastroenteropancreatic endocrine cells of the sheep. *Acta Anat* 1984;118:171~181.
20. 조성환, 北村延夫. 한우의 위장관에 존재하는 내분비세포의 면역세포화학적 연구. *대한수의학회지* 1988;28:251~259.
21. 최월봉, 원무호, 서지은 등. 붉은털원숭이 위장관 점막의 gastrin, glucagon, somatostatin 및 cholecystokinin-8 분비세포에 대한 면역세포화학적 연구. *대한해부학회지* 1986;19:181-198.
22. Weyrauch KD, Blähsler S, Perschbacher J. Somatostatin cells in the gastric mucosa of small ruminants. *Acta Anat* 1987;128:188~193.
23. 최월봉, 최창도, 원무호 등. 붉은털원숭이 위장관 점막의 motilin, pancreatic polypeptide 및 serotonin 분비세포에 대한 면역세포화학적 연구. *한림대학교 논문집(자연과학, 의학편)* 1987;5:127~140.
24. Grube D, Yoshie S. Immunohistochemistry of chromogranin A and B, and secretogranin II in the canine endocrine pancreas. *Arch Histol Cytol*

- 1989;52:287~298.
25. Rindi G, Buffa R, Sessa F, et al. Chromogranin A, B, and C immunoreactivities of mammalian endocrine cells. *Histochem* 1986;85:19~28.
 26. Ito H, Hashimoto Y, Kitagawa H, et al. Distribution of chromogranin containing cells in the porcine gastroenteropancreatic endocrine system. *Jan J Vet Sci* 1988;50:395~404.
 27. Kitamura N, Yamada J, Calingasan NY, et al. Histologic and immunocytochemical study of the endocrine cells in the gastrointestinal tract of the cow and calf. *Am J Vet Res* 1985;46:1381~1386.
 28. Kitamura N, Yamada J, Yamashita T, et al. Endocrine cells in the gastrointestinal tract of the cat. *Biomed Res* 1982;3:612~622.
 29. Facer P, Bishop AE, Lloyd RV, et al. Chromogranin: A newly recognized marker for endocrine cells of the human gastrointestinal tract. *Gastroenterol* 1985;89:1366~1373.
 30. 박인선, 정진용, 두더지 위장관의 enterochromaffin cell, gastrin cell, somatostatin cell, secretin cell, glucagon cell 및 pancreatic polypeptide cell의 분포상태. 대한해부학회지 1986;19:91~104.
 31. Sjölund K, Sanden G, Hakanson R, et al. Endocrine cells in human intestine: An immunocytochemical study. *Gastroenterol* 1983;85:1120~1130.
 32. Yamada J, Kitamura N, Yamashita T, et al. Immunohistochemical studies on the endocrine cells in avian gizzard. *Biochem* 1986;7:39~45.
 33. Buchan AMJ, Lance V, Polak JM. Regulatory peptides in the gastrointestinal tract of *Alligator mississippiensis*. *Cell Tissue Res* 1983;231:439~449.
 34. Yamada J, Compos VJM, Kitamura N, et al. An immunohistochemical study of the endocrine cells in the gastrointestinal mucosa of the *Caiman latirostris*. *Arch histol jap* 1987;50:229~241.
 35. Buchan AMJ, Polak JM, Pearse AGE. Gut hormones in *Salamandra salamandra*. An immunocytochemical and electron microscopic investigation. *Cell Tissue Res* 1980;211:331~343.
 36. 최월봉, 최창도, 원무호 등. 잉어, 향어, 무지개 송어 위장관 내분비세포에 대한 면역조직화학적 연구. 대한해부학회지 1988;21:1~13.
 37. El-Salhy M. Immunocytochemical investigation of the gastroenteropancreatic(GEP) neurohormonal peptides in the pancreas and gastrointestinal tract of the dogfish, *Squalus acanthias*. *Histochem* 1984;80:193~205.
 38. Holmgren S, Nilsson S. Bombesin-, gastrin/CCK-, 5-hydroxytryptamine-, neurotensin-, somatostatin-, and VIP-like immunoreactivity and catecholamine fluorescent in the gut of the elasmobranch, *Squalus acanthias*. *Cell Tissue Res* 1983;234:595~618.
 39. Sternberger LA. In: *Immunocytochemistry*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1979.
 40. Solcia E, Capella C, Vassallo G, et al. Endocrine cells of the gastric mucosa. *Int Rev Cytol* 1975;42:223~286.
 41. Arnold R, Lankish PG. Somatostatin and gastrointestinal tract. *Clin Gastroenterol* 1980;9:733~753.
 42. Brazeau P, Val W, Burgus R, et al. Hypothalamic polypeptide that inhibits the secretion of immunoreactive pituitary growth hormones. *Science* 1973;179:77~79.
 43. Guyton AC. Secretory functions of the alimentary tract. In: *Textbook of medical physiology*. 7th ed. Philadelphia: W.B. Saunder Co, 1986; 770~786.
 44. Dockray GJ. Cholecystokinin. In: Krieger DT, Brownstein MJ, Martin JB ed. *Brain peptides*. New York: John Wiley & Sons, 1983;851~870.
 45. Polak JM, Adrian TE, Bryant MG, et al. Pancreatic polypeptide in insulinomas, gastrinomas, vipomas, and glucagonomas. *Lancet* 1976;1:328~338.
 46. Lance V, Hamilton JW, Rouse JB, et al. Isolation and characterization of reptilian insulin, glucagon, and pancreatic polypeptide: complete amino acid sequence of Alligator(*Alligator mississippiensis*) insulin and pancreatic polypeptide. *Gen Comp Endocrinol* 1984;55:112~124.
 47. Ohara N, Kitamura N, Yamada J, et al. Immunohistochemical study of gastroenteropancreatic endocrine cells of the herbivorous Japanese field

- vole, *Microtus montebelli*. *Res Vet Sci* 1986;41: 21~27.
48. Perez-Tomas R, Ballesta J, Pastor LM, et al. Comparative immunohistochemical study of the gastroenteropancreatic endocrine system of three reptiles. *Gen Comp Endocrinol* 1989;76:171~191.
49. Schober M, Fischer-Colbrie R, Winkler H. Ontogenesis of chromogranin A and B and Catecholamines in rat adrenal medulla. *Brain Res* 1989;478:41~46.