

한국재래산양 췌장의 insulin, glucagon, somatostatin 및 pancreatic polypeptide 분비세포에 관한 면역조직화학적 연구

이홍식 · 이인세 · 강태천 · 김진상* · 이성준**

서울대학교 수의과대학
대구대학교 재활과학대학*
경북대학교 수의과대학**
(1994년 12월 1일 접수)

Immunohistochemical study on the insulin-, glucagon-, somatostatin-,
and pancreatic polypeptide secreting cells in Korean native goat

Heungshik S. Lee, In-se Lee, Tae-cheon Kang, Jin-sang Kim*, Seong-joon Yi**

College of Veterinary Medicine, Seoul National University
College of Rehabilitation Science, Taegu University*
College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University**
(Received Dec 1, 1994)

Abstract : Pancreatic endocrine cells containing glucagon, insulin, somatostatin and pancreatic polypeptide were identified in the pancreas of the Korean native goat by using immunohistochemical method.

Glucagon immunoreactive cells were oval or fusiform in shape and located at the periphery of the pancreatic islets. Insulin immunoreactive cells were round or oval in shape and occupied throughout the pancreatic islets except the small area of the periphery. Somatostatin immunoreactive cells were oval and elliptical, and mainly located at the periphery of the pancreatic islets. Some of these cells had a cytoplasmic process. Pancreatic polypeptide immunoreactive cells were elliptical or polyhedral and located at the periphery of the pancreatic islets where two or more cells formed a cell cluster. The distribution rates of glucagon, insulin, somatostatin and pancreatic polypeptide immunoreactive cells were 24.4%, 44.3%, 13.2% and 18.1% respectively.

Key words : Korean native goat pancreas, glucagon cell, insulin cell, somatostatin cell, pancreatic polypeptide cell

서 론

췌장은 단백질 분해효소 등 각종 소화액을 분비하는
외분비샘과 중요한 호르몬을 분비하는 내분비샘을 겸

하고 있는 생명유지에 필수적인 기관으로서 그 형태와
위치는 동물에 따라 다소의 차이를 보인다^{1,2}. 췌장의 내
분비부는 췌장섬(pancreatic islet) 일명 랑게르한스섬
(islet of Langerhans)으로서 췌장 내에 산재하여 있으며

*This work was supported by Grant-in-Aid from Korea Science and Engineering Foundation(KOSEF 911-1511-026-2).
Address reprint requests to Dr Heungshik S. Lee, Department of Anatomy, College of Veterinary Medicine, Seoul National University, Suwon 441-744, Republic of Korea.

현재까지 glucagon, insulin, somatostatin, pancreatic polypeptide 등의 호르몬이 이들 췌장섬의 분비세포에서 분비되는 것으로 알려져 있다^{3,4}. 그 중 glucagon은 췌장섬의 glucagon 분비세포, 일명 A 세포에서 분비되며 주로 간에 작용해서 당원분해를 촉진시켜 혈당량을 높여 주고 단백질 분해작용도 있는 것으로 알려져 있으며, 최근에는 췌장섬 외에 위장관의 몇몇 세포집단에서도 분비되고 있다^{5,6}. 반면 insulin은 췌장섬의 insulin 분비세포, 일명 B 세포에서 분비되며 glucagon과 길항작용을 하여 혈당량을 감소시키며 이 호르몬의 결핍은 당뇨병의 주 임상증세인 과혈당증(hyperglycemia)를 일으킨다^{7,8}.

Somatostatin은 시상하부에서 분비되어 샘허수체에 성장호르몬의 분비를 억제하는 호르몬으로서 양과 돼지에서 처음 밝혀진 이후 췌장섬의 somatostatin 분비세포, 일명 D세포에서도 분비되는 것으로 확인되었으며 특히 췌장에서 분비되는 somatostatin은 glucagon과 insulin의 분비를 조절하는 기능이 있는 것으로 알려져 있다^{9,13}. 한편 pancreatic polypeptide는 조류의 췌장에서 그 소재가 보고된 이래 포유류 췌장에도 pancreatic polypeptide 분비세포, 일명 F 세포가 존재하는 것이 확인되었으나 아직까지 정확한 기능이 밝혀져 있지 않은 상태지만 췌장에서 glucagon 농도에 반비례하는 것으로 미루어 보아 이들 호르몬의 분비조절에 관여하는 것으로 추정되고 있다^{4,17}.

이상에서 보는 바와 같이 glucagon, insulin, somatostatin 및 pancreatic polypeptide 등의 췌장분비호르몬은 서로가 하나 또는 그 이상에 영향을 미치고 있으며 실제로 이들 호르몬간의 상호작용이 실험적으로 증명되고 있다^{18,19}. 또한 췌장에서 이들 내분비세포의 소재 부위와 분포비율은 동물에 따라 다소의 차이가 있으며 부위별 췌장섬간 또는 하나의 췌장섬 내에서의 분포차이도 보고 되고 있다^{3,6,8,20}. 근래 췌장의 호르몬분비세포

에 관한 연구는 고도의 특이성을 가진 면역조직화학기법을 이용하여 분비세포의 분포상태와 구조 및 소재가 규명되고 있다^{21,22}. 그러나 지금까지의 연구는 랫드, 개, 고양이 등의 단위동물을 중심으로 한 것이 대부분으로 새김질동물에 대한 연구는 드물게 이루어 지고 있다. 더욱이 한국재래산양은 근래 새김질동물을 대상으로 하는 각종 실험연구에 많이 사용되고 있음에도^{20,23,26} 한국재래산양의 췌장내 호르몬분비세포에 대한 연구는 드문 상태에 있다.

본 연구는 한국재래산양의 췌장에 분포하는 glucagon, insulin, somatostatin 및 pancreatic polypeptide의 분비세포를 면역조직화학기법으로 염색하여 이들 세포의 형태, 출현비율 및 분포상태 등을 밝힘으로써 각종 실험연구를 위한 기초자료를 얻고자 시행하였다.

재료 및 방법

실험동물 및 조직처리 : 체중 15kg 내외의 한국재래산양 수컷 8마리를 사용하였다. 실험동물은 Rompun (한국 Bayer 화학)으로 마취시켜 왼쪽총목동맥을 통하여 방혈시키고 계속 saline 용액으로 관류세척하였다. 방혈 및 관류세척을 끝낸 다음 즉시 복강을 열고 췌장 몸통, 오른쪽췌장염, 왼쪽췌장염의 각 부위별로 조직을 떼어 낸 다음 Bouin 액에 약 12시간 고정하였다.

면역조직화학반응 : 고정된 조직은 50% 알콜로부터 무수알콜까지 순차로 탈수시킨 다음 통상방법에 따라 투명화 과정을 거쳐 paraffin에 포매하였다. 포매된 조직은 microtome으로 7 μ m 두께의 절편을 제작하여 slide에 부착시킨 다음 면역조직화학반응을 실시하였다. Paraffin을 제거한 조직은 조직 내에 내인성 peroxidase를 제거하기 위해서 0.5% hydrogen peroxide(in methanol) 용액에서 30분간 반응시킨 다음 이어서 비

Table 1. Primary antisera and their sources

Antisera	Host	Immunogen	Source	Cat No	Dilution
Glucagon	Rabbit	Synthetic human glucagon	BioGenex	PA026-5P	1:320
Insulin	Guinea pig	Porcine pancreatic insulin	DAKO	A 564	1:200
Somatostatin	Rabbit	Synthetic somatostatin bound to KLH	BioGenex	PA042-5P	1:320
Pancreatic polypeptide	Rabbit	Synthetic human PP bound to KLH	BioGenex	PA066-5P	1:320

* KLH ; Keyhole limpet hemocyanin

특이적 반응을 방지하기 위하여 normal goat serum에서 2시간 반응시킨 후 streptavidin-biotin peroxidase 법을 이용한 면역조직화학적반응을 실시하였다. 본 실험에 사용한 insulin, glucagon, somatostatin 및 pancreatic polypeptide에 대한 1차 항체의 source는 Table 1과 같다.

1차항체는 4℃의 0.3% Triton-phosphate buffered saline(PBS, pH7.4) 용액에서 48시간 반응시켰으며 2차 항체인 biotinylated-goat anti-rabbit IgG(Zymed, U.S.A)를 1:200으로 희석하여 4℃에서 24시간 반응시켰다. 이어서 peroxidase conjugated streptavidin(Zymed, U.S.A)을 1:200으로 희석하여 상온에서 2시간 반응시켰다. 이상 각 단계의 반응 후에는 PBS액으로 4~5차례 세척하였다. 면역조직화학적반응이 끝난 조직은 0.003% H₂O₂ 및 0.05% DAB(3,3'-diaminobenzidine tetrachloride, Sigma)의 Tris buffer(pH 7.4) 용액에서 10~15분간 발색시켰다. DAB에 갈색으로 반응이 나타난 조직절편은 통상방법에 따라 탈수, 투명화시킨 후 permount로 봉입하였다. 면역반응된 조직표본은 광학현미경하에서 췌장 각 부위별로 glucagon, insulin, somatostatin 및 pancreatic polypeptide 분비세포의 형태 및 분포상태를 관찰하였으며 오른쪽췌장엽, 왼쪽췌장엽 및 췌장몸통에서 각각 100개 시야를 무작위로 택하여 각 분비세포를 계수하였다.

결 과

한국재래산양 췌장에서 glucagon, insulin, somatostatin 및 pancreatic polypeptide에 대한 항원항체반응을 면역조직화학적색법에 의하여 실시한 결과 대부분의 췌장섬에서 양성반응세포가 확인되었으며 이들

glucagon, insulin, somatostatin 및 pancreatic polypeptide 분비세포의 출현빈도 및 부위별 분포상태는 부위에 따라 차이를 보였다(Table 2).

Glucagon 분비세포는 주로 췌장섬 주변부에 몇개의 세포가 집단을 이루어 나타났다. 이 세포들은 췌장섬 주변부를 한층의 세포로 둘러싸거나 또는 한쪽 가장자리에 2~3층의 세포층을 이루어 존재하고 있었다. 그러나 췌장섬 이외의 췌장 외분비세포 사이에 독립된 세포로 존재하는 경우도 소수 관찰되었다. Glucagon분비세포의 형태는 난원형 및 방추형이었다(Figs 7, 8). Insulin 분비세포는 췌장섬 중심부를 비롯한 췌장섬 전체에 또는 췌장섬의 주변일부를 제외한 췌장섬에 균일하게 분포하였으며 그 형태는 주로 원형 내지 난원형이었다. 그러나 외분비세포 내에서도 insulin 분비세포가 한 두개씩 관찰되었다(Figs 3, 4). Somatostatin 분비세포는 대부분 하나의 췌장섬에서 드문 분포양상을 보이며 췌장섬의 주변부에 하나의 세포로, 또는 몇개의 세포가 cord상을 이루어 분포하였으며 외분비세포들 사이에서 독립된 하나의 세포로 존재하는 경우도 드물게 관찰되었다. 이들 분비세포는 췌장섬 내의 다른 분비세포에 비하여 그 크기가 약간 작고 세포의 형태는 난원형 또는 타원형이었으며 일부 세포는 작은 세포질돌기가 형성되어 있었다(Figs 5, 6). Pancreatic polypeptide 분비세포는 주변부의 몇곳에 소수의 세포가 집단으로 모여 있었으며 간혹 외분비세포 사이에서 독립된 세포로 존재하는 경우도 관찰되었다. 세포의 형태는 타원형, 방추형 및 다각형이었으며 한쪽 끝이 돌기모양으로 가늘어지는 경우도 관찰되었다(Figs 7, 8).

각 부위별 glucagon, insulin, somatostatin 및 pancreatic polypeptide 분비세포의 분포비율은 왼쪽췌장엽에서 glucagon 분비세포 27.2%, insulin 분비세포 47.6%, somatostatin 분비세포 13.5%, pancreatic po-

Table 2. Regional distribution of pancreatic endocrine cells

(unit ; %)

Region	Glucagon immunoreactive cell	Insulin immunoreactive cell	Somatostatin immunoreactive cell	Pancreatic polypeptide immunoreactive cell
Left lobe	27.2	47.6	13.5	11.6
Body	28.1	41.2	13.2	17.5
Right lobe	17.8	44.1	12.9	25.1
Average	24.4	44.3	13.2	18.1

lypeptide 분비세포 11.6%이었으며 오른쪽췌장엽에서는 glucagon 분비세포 17.8%, insulin 분비세포 44.1%, somatostatin 분비세포 12.9%, pancreatic polypeptide 분비세포 25.1%이었고, 췌장몸통의 경우에는 glucagon 분비세포 28.1%, insulin 분비세포 41.2%, somatostatin 분비세포 13.2%, pancreatic polypeptide 분비세포 17.5%이었다. 전체적으로 췌장섬에 분포하는 내분비세포 중 insulin 분비세포가 평균 44.3%로 분포비율이 가장 많았고 다음은 glucagon 분비세포로 평균 24.4%이었으며, pancreatic polypeptide와 somatostatin 분비세포가 각각 18.1% 및 13.2%로서 somatostatin 분비세포가 가장 적은 분포비율을 보였다(Table 2).

고 찰

췌장은 내분비샘과 외분비샘을 함께 지닌 장기로서 그 형태와 위치는 동물에 따라 다소의 차이가 있어서 개 및 한우를 비롯한 새김질동물류의 경우에 췌장은 왼쪽엽, 오른쪽엽 및 췌장몸통으로 나누어지며 V자의 형태를 나타내고 있다^{20,27}. 그러나 랫드 및 마우스 등 설치류의 경우 췌장은 불규칙한 상태로 장간막에 넓게 흩어져 분포하고 있으며 흔히 배쪽췌장과 등쪽췌장으로 구분되어 있다^{28,30}. 한국재래산양의 경우에도 췌장은 좁은 췌장몸통을 중심으로 분명한 왼쪽엽과 오른쪽엽의 치밀한 실질장기로 이루어져서 상기한 한우²⁰를 비롯한 기타 새김질동물²⁷과 비슷한 형태를 이루었다.

췌장에서 분비되는 호르몬은 췌장섬의 분비세포로부터 분비되는데 현재까지 glucagon, insulin, somatostatin 및 pancreatic polypeptide 분비세포가 췌장섬에 존재함이 밝혀졌으며 기타 분비세포의 존재에 대한 연구도 진행되고 있다^{3,22,31-33}. 그러나 이들 분비세포의 췌장내 분포상태 및 분포비율은 동물에 따른 췌장의 해부학적 차이로 인하여 역시 다소의 차이가 있음이 보고되고 있다^{3,15,34-36}. 근래에는 면역조직화학방법에 의하여 각 호르몬분비세포의 형태와 분포상태가 규명되고 있는데 대체적인 분포비율은 glucagon과 insulin 분비세포가 각각 20%, 60-80% 이며 somatostatin 및 pancreatic polypeptide 분비세포가 5% 정도인 것으로 알려져 있다^{3,20}. 새김질동물에 대한 최근의 연구를 보면 한우의 경우 glucagon, insulin, somatostatin 및 pancreatic polypeptide 분비세포가 각각 17.6%, 57.7%, 16.0% 및 8.7%로서 타 동물에 비하여 somatostatin 분비세포의 분포비율이 다소 높은 것으로 보고되고 있다²⁰. 한국재래산양의 경우 각 호르몬 분비세포의 출현비율은

glucagon 24.4%, insulin 44.3%, somatostatin 13.2%, pancreatic polypeptide 18.1%로서 상기한 한우에 비하여 pancreatic polypeptide의 분포비율이 높게 나타났다.

Glucagon 분비세포의 출현빈도는 사람, 개, 랫드, 마우스 및 악어에서 배쪽췌장보다는 등쪽췌장에 더 많이 분포한다고 하였고^{15,19,29,36-38} 한우에서는 췌장몸통에서 가장 많이 분포하고 다음이 왼쪽엽, 오른쪽엽의 순으로 많이 분포한다고 하였다²⁰. 이러한 부위별 분포상태는 상기 동물에서의 배쪽췌장 및 등쪽췌장은 한국재래산양의 오른쪽엽 및 왼쪽엽에 해당되는 점에 비추어 볼 때 각각 17.8% 및 27.2%로 분포한 본 실험에서의 결과는 상기한 동물에서의 결과와 유사하였다. Glucagon 분비세포의 췌장섬 내 분포상태는 Orci et al³⁷이 사람에서 췌장섬 주변부에 분비한다고 하였고, Orci et al³⁷과 Baetens et al³⁹이 랫드에서, Rhoten³⁶이 악어에서 이 분비세포가 췌장섬 주변부에서 산재성으로 소집단을 형성하여 존재한다고 보고하였다. 새김질동물류의 경우에도 이 등²⁰은 한우에서 glucagon은 췌장섬의 주변부에 1-3개군이 집단을 이루어 존재한다고 하였다. 본 실험에서도 glucagon 분비세포는 췌장섬의 주변부에 일렬로 또는 2-4층의 세포집단을 이루고 있어 이들 보고와 유사하였다. 그러나 Baskin et al³이 기니픽에서 췌장섬 전체에 군집으로 나타난다고 한 사실과 Helmstaedter와 Forsmann¹⁰이 말의 췌장에서 glucagon 분비세포가 주로 췌장섬의 중앙에 나타난다고한 보고와는 차이가 있었는데 한국재래산양 췌장의 경우 췌장섬 중심부에서는 glucagon 분비세포가 거의 관찰되지 않았다. 한편 Helmstaedter와 Forsmann¹⁰은 glucagon 분비세포가 췌장섬 이외에 외분비샘의 샘세포사이에서도 발견된다고 하였는데 한국재래산양의 경우에도 췌장샘포 사이에 독립된 세포로 존재하는 것이 관찰되었다.

Insulin 분비세포는 Orci et al³⁷, Gersell et al¹⁵ 및 Lundquist et al³⁸이 각각 사람, 개 및 마우스에서 등쪽췌장에 더 많이 출현한다고 보고하였고 이등²⁰도 한우에서 왼쪽엽에 66.2%, 췌장몸통 56.2%, 오른쪽엽에 50.6%로 왼쪽엽에 더 많이 분포한다고 하였다. 본 실험에서 insulin 분비세포는 오른쪽엽에 44.1%, 췌장몸통에 41.2%, 왼쪽엽에 47.6%로 왼쪽엽에 더 많이 분포하였으나 상기한 한우에서와 같은 오른쪽과 왼쪽엽간의 현저한 차이는 없었다. 그러나 Wofle-Coote와 DuToit³²가 원숭이에서, Baetens et al³⁹이 랫드에서 왼쪽엽에 해당하는 등쪽췌장에 비해 배쪽췌장에 다소 많이 분포한다는 결과와 Rhoten³⁶이 악어에서 등쪽췌장이나 배쪽췌장에 다같이 소수 분포한다고 한 보고와는 상이하였다. Insulin 분비세포의 췌장섬 내 분포상태는 Bas-

kin et al⁵이 기니픽에서, Dellman과 Brown⁴이 말에서 췌장섬 주변부에 주로 분포한다고 한 보고와는 달리 한국재래산양의 경우 췌장섬 중심부를 비롯하여 전체에 고른 분포양상을 보이고 오히려 주변부에서는 중심부에 비하여 다소 미약하게 분포하였다. 이는 Gersell et al¹⁵이 사람과 개에서, Lundquist et al³⁸이 마우스에서, Baetens et al²⁹과 Orci³⁰가 랫드에서 이 등²⁰이 한우에서 insulin 분비세포는 췌장섬 중심부를 비롯하여 전체에 고르게 분포하는 양상을 보였다는 결과와 일치하였다.

Somatostatin 분비세포는 한국재래산양에서 오른쪽엽에 12.9%, 췌장몸통에서 13.2%, 왼쪽엽에 13.5%로 부위에 따라 큰 차이가 없었는데 이는 같은 새김질동물류인 한우에서 오른쪽엽, 췌장몸통 및 왼쪽엽에서 각각 10.5%, 22.6%, 15.0%로 부위별 차이가 많다고 한 보고와는 상이한 결과였다²⁰. 전체적인 평균분포비율에 있어서도 한우에서 somatostatin 분비세포의 비율이 16.0%로 pancreatic polypeptide 분비세포의 8.7% 보다 훨씬 많은 분포상태를 보인다고 하였으나 본 실험에서는 이와 반대로 pancreatic polypeptide 분비세포가 평균 18.1%로서 13.2%인 somatostatin 분비세포보다는 많은 분포비율을 보였다. Somatostatin 분비세포의 췌장섬내 분포상태는 보고자에 따라 큰 차이가 있어서 Baetens et al²⁹, Lundquist et al³⁸, Rhoten³⁵ 등은 각각 마우스, 랫드, 뱀에서 췌장섬 주변부에 분포한다고 한 반면, Baskin et al³은 기니픽의 경우 췌장섬 전체에 고른 분포를 보인다고 하였다. 한국재래산양의 경우 somatostatin 분비세포는 주로 췌장섬 주변부에 분포하였으며 일부는 외분비샘포에도 존재하였는데, 이 세포가 외분비샘포에서도 관찰된다는 사실을 Alumets et al³⁴이 개, 고양이, 닭에서 보고한 바 있다. 한편 Baskin et al³은 기니픽에서 somatostatin을 분비하는 D 세포는 긴 세포돌기를 갖고 있으며 이로 인하여 다른 분비세포와 쉽게 구별된다고 하였는데, 본 실험에서도 가는 돌기를 갖는 방추형의 세포가 관찰되었다.

Pancreatic polypeptide 분비세포에 대하여 사람^{15,37}, 원숭이³², 개³⁹, 마우스³⁸, 랫드^{8,9,30} 및 악어³⁶ 등의 동물에서 대부분 배쪽췌장 또는 오른쪽엽에서 많이 분포하는 것으로 알려져 있다. 새김질동물류인 한우²⁰의 경우에도 오른쪽엽, 췌장몸통, 왼쪽엽에서 각각 24.6%, 0.4%, 1.1%로 거의 대부분이 오른쪽엽이 편중되어 출현한 반면 췌장몸통과 왼쪽엽에서는 드물게 출현한다고 하였다. 한국재래산양의 경우에도 pancreatic polypeptide 분비세포는 오른쪽엽에서 25.1%, 췌장몸통에서 17.5%, 왼쪽엽에서 11.6%로서 오른쪽엽이 가장 많은 분포상태를 보였다. 그러나 췌장몸통과 왼쪽엽에서는 아

주 드물게 관찰된 한우²⁰의 경우와는 달리 왼쪽엽과 췌장몸통에서도 상당한 양의 pancreatic polypeptide 분비세포가 분포하였고 전체적인 분포비율도 somatostatin 분비세포에 비하여 높았다. pancreatic polypeptide 분비세포는 마우스³⁸, 기니픽³ 등에서 외분비샘포에도 존재한다고 보고되었는데 본 실험에서도 pancreatic polypeptide 분비세포가 외분비샘포에서 관찰되었다. 그러나 췌장섬 내 분포상태에 있어 기니픽³에서 췌장섬 내 군집으로 분포한다고 한 보고와는 달리 하나의 세포가 단독으로 산재한 형태가 많았다.

한편 본 실험에서 면역반응을 실시한 네가지의 호르몬 분비세포는 모두가 췌장몸통에서 상당한 분포상태를 보였는데 이는 췌장몸통이 오른쪽엽과 왼쪽엽 사이에 개재된 부분으로, 포함시키는 부위의 선정에 따라 다소의 차이가 있을 것으로 생각된다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 한국재래산양의 췌장은 내분비세포의 출현빈도와 분포상태에 있어 사람, 개, 마우스, 랫드 및 같은 새김질동물류인 한우와도 다소의 차이를 보였다.

결론

한국재래산양 췌장에서 glucagon, insulin, somatostatin 및 pancreatic polypeptide 분비세포들의 형태와 출현비율 및 분포상태를 면역조직화학적 방법으로 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Glucagon 분비세포는 난원형 또는 방추형이었으며 주로 췌장섬의 주변부에 분포하였고 분포비율은 오른쪽엽에서 17.8%, 췌장몸통에서 28.1%, 왼쪽엽에서 27.2%였다.

2. Insulin 분비세포는 원형 또는 난원형의 세포로 일부 주변부를 제외한 췌장섬 전체에 고루 분포하였으며 오른쪽엽에서 44.1%, 췌장몸통에서 41.2%, 왼쪽엽에서 47.6%의 비율로 분포하였다.

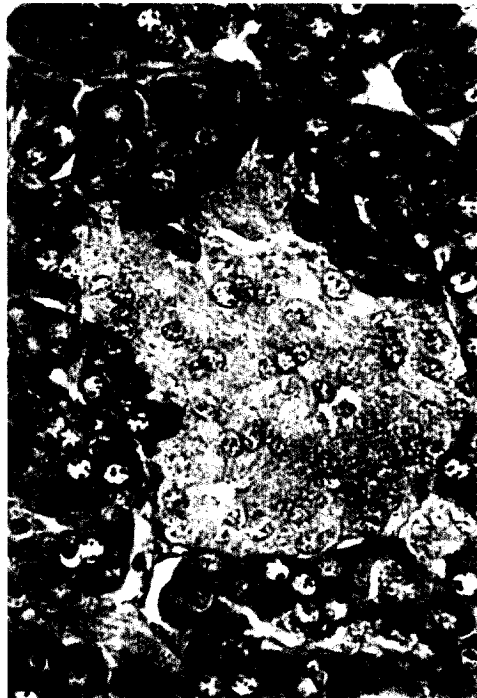
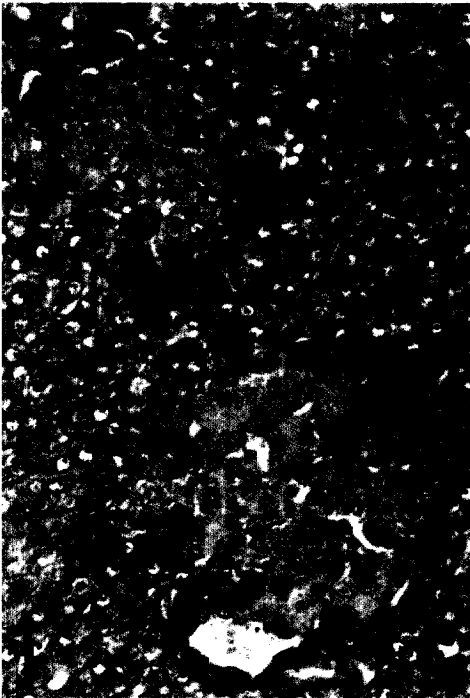
3. Somatostatin 분비세포는 세포돌기를 갖는 난원형 또는 타원형의 세포로 췌장섬의 주변부에 분포하였다. 분포비율은 오른쪽엽에서 12.9%, 췌장몸통에서 13.2%, 왼쪽엽에서 13.5%였다.

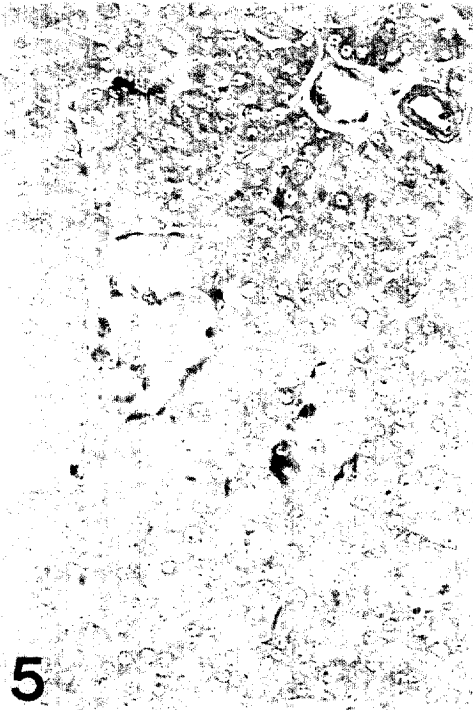
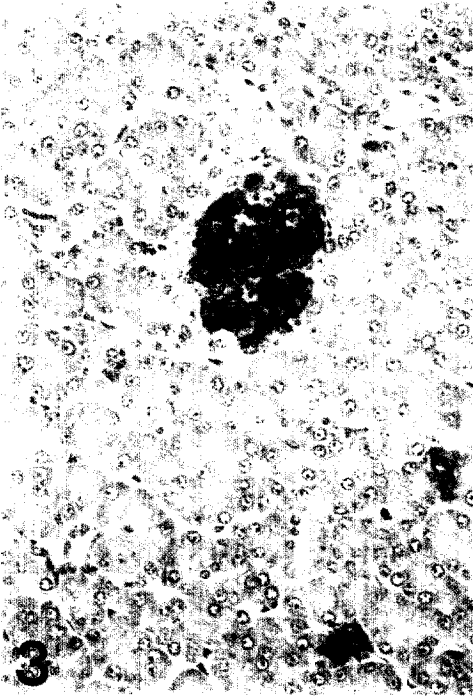
4. Pancreatic polypeptide 분포세포는 주로 췌장섬 주변부에 분포하였고 오른쪽엽에 25.1%, 췌장몸통에 17.5%, 왼쪽엽에 11.6%의 비율로 분포하였다.

5. Glucagon, insulin, somatostatin 및 pancreatic polypeptide 분비세포의 평균 분포비율은 각각 24.4%, 44.3%, 13.2% 및 18.1%였다.

Legends for figures

- Fig 1. Pancreatic islet immunostained for glucagon. Glucagon immunoreactive cells are located mainly at the periphery of the islet. $\times 100$.
- Fig 2. Glucagon immunoreactive cells are located as a single cell or as a group of 2 and 3 cell layers at the periphery of the islet. $\times 400$.
- Fig 3. Pancreatic islet immunostained for insulin. Insulin-immunoreactive cells are occupied almost all of the islet. $\times 100$.
- Fig 4. Insulin immunoreactive cells are distributed throughout the islet except parts of the periphery. $\times 400$.
- Fig 5. Pancreatic islet immunostained for somatostatin. Somatostatin immunoreactive cells are located at the periphery of the islet. $\times 100$.
- Fig 6. Oval or elliptical somatostatin immunoreactive cells are evident at the periphery of the islet. $\times 400$.
- Fig 7. Pancreatic polypeptide immunoreactive cells are grouped at the periphery of the pancreatic islet. $\times 100$.
- Fig 8. Pancreatic polypeptide immunoreactive cells with cytoplasmic processes. $\times 400$.

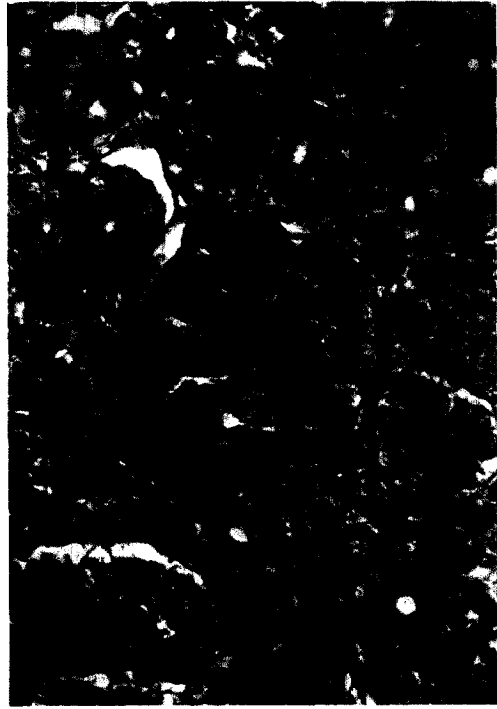
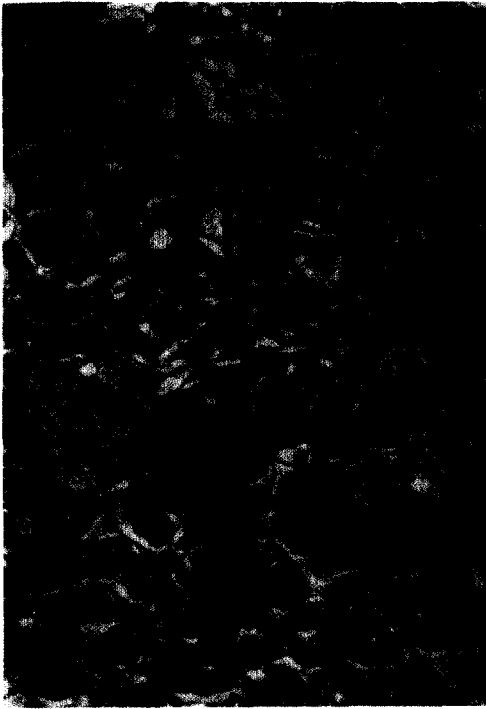




5



6



참 고 문 헌

1. Dellmann H, Brown EM. *Textbook of veterinary histology*. 3rd ed. Philadelphia; Lee & Febiger, 1987; 262-263.
2. Williams RH. *Textbook of endocrinology*. 6th ed. Philadelphia; Saunders, 1981; 738-739.
3. Baskin DG, Gorray KC, Fujimoto WY. Immunohistochemical identification of cells containing insulin, glucagon, somatostatin and pancreatic polypeptide in the islets of Langerhans of the guinea pig pancreas with light and electron microscopy. *Anat Rec* 1984; 208: 567-578.
4. Epple A, Lewis TL. Comparative histophysiology of the pancreatic islets. *Amer Zool* 1973; 13: 567-590.
5. Dobbs RE, Sakurai H, Faloona G, et al. Glucagon; Role in the hyperglycemia of diabetes mellitus. *Science* 1975; 187: 544-547.
6. Vaillant CR, Lund PK. Distribution of glucagon-like peptide I in canine and feline pancreas and gastrointestinal tract. *J Histochem* 1986; 34: 1117-1121.
7. Unger RH, Dobbs RE, Orci L. Insulin, glucagon and somatostatin secretion in the regulation of metabolism. *Annu Rev Physiol* 1978; 40: 307-342.
8. Sacchi TB, Bani D. New views on the identification of the various cell types in the pancreatic islets of rat. *Acta Anat* 1985; 122: 1-17.
9. Brazeau P, Vale W, Burgus R, et al. Hypothalamic polypeptide that inhibits the secretion of immunoreactive pituitary growth hormone. *Science* 1973; 179: 77-79.
10. Helmstaedter GEP, Forsmann WG. Insulin-, glucagon-, somatostatin-immunoreactive endocrine cells in the equine pancreas. *Cell Tiss Res* 1976; 172: 447-454.
11. Orci L, Baetens D, Ravazzola M, et al. Pancreatic polypeptide and glucagon: non-random distribution in pancreatic islets. *Life Sci* 1976; 19: 1811-1816.

12. Kadowaki S, Taminato T, Chiba T, et al. Somatostatin from isolated perfused rat pancreas. Possible role of endogenous somatostatin on insulin release. *Diabetes* 1979; 28: 600-603.
13. Nieuwenhuys R. *Chemoarchitecture of the brain*. New York: Springer-Verlag, 1985; 77-82.
14. Kimmel JR, Pollock HG, Hazelwood RL. A new pancreatic polypeptide. *Fed Proc(Abstr.)* 1971; 30: 1318.
15. Gersell DJ, Gingerrich RL, Greider MH. Regional distribution and concentration of pancreatic polypeptide in the human and canine pancreas. *Dibetes* 1979; 28: 11-15.
16. Klein C, Noorden SV. Pancreatic polypeptide(pp)- and glucagon cells in the pancreatic islet of ziphosphorous helleri H.(Teleostei). *Cell Tiss Res* 1980; 205: 187-198.
17. Johnson DE, Noe BD, Ericbauer G. Pancreatic polypeptide(pp)- like immunoreactivity in the pancreatic islets of the anglerfish(*Lophius americanus*) and the channel catfish(*Ictalurus punctatus*). *Anat Rec* 1982; 204: 61-67.
18. Sakurai H, Dobbs R, Unger RH. Somatostatin-induced changes in insulin and glucagon secretion in normal and diabetic dogs. *J Clin Invest* 1974; 54: 1395-1402.
19. Trimble ER, Renold AE. Ventral and dorsal area of rat pancreas: Islet hormone content and secretion. *Am J Physiol* 1981; 240: E442-427.
20. 이홍식, 이인세, 윤여성 등. 한우 췌장의 Glucagon, Insulin, Somatostatin 및 Pancreatic polypeptide 분비세포에 관한 면역조직화학적 연구. 서울대 수의대 논문집 1988; 13: 1-11.
21. Baetens D, De Mey J, Gepts W. Immunohistochemical and ultrastructure identification of the pancreatic polypeptide-producing cell (PP-cell) in the human pancreas. *Cell Tiss Res* 1977; 185: 239-246.
22. Nakajima S, Kitamura I, Yamada J, et al. Immunohistochemical study on the endocrine pancreas of cattle with special reference to coexistence of serotonin and glucagon or bovine pancreatic polypeptide. *Acta Anatomica* 1988; 131: 235-240.
23. 이홍식, 이인세, 강태천 등. 한국재산양 췌장의 insulin, glucagon, somatostatin 및 pancreatic polypeptide 분비세포에 관한 전자현미경적 연구. 대한수의학회지 1995; 35-89.
24. 이인세, 이홍식, 이성준. 한국재산양 중심회색질의 neurotensin 분포에 관한 면역조직화학적 연구. 대한수의학회지 1993; 33: 361-368.
25. 이홍식, 이성준. 한국재산양 하악골에 관한 해부학적 연구. 대한수의학회지 1993; 33: 351-359.
26. Lee HS, Cho SS. Morphological study on the paraventricular nucleus of the Korean naive goat. *Proceedings of 8th Congress of the Federation of Asian Veterinary Association* 1992; 766-773.
27. Nickel R, Schummer A, Seiferle E. *The viscera of the domestic mammals*. 2nd ed. Berlin: Verlag Paul Parey, 1979; 119-122.
28. Munger BL, Caramia F, Lacy PE. The ultrastructural basis for the identification of cell types in the pancreatic islets: II. Rabbit, dog and opossum. *Z Zellforsch* 1965; 67: 766-798.
29. Baetens D, Malisse-Lagae F, Perrelet A, et al. Endocrine pancreas: Three-dimensional reconstruction shows two types of islets of Langerhans. *Science* 1979; 106: 1323-1324.
30. Orci L. Marco- and micro-domains in the endocrine pancreas. *Diabetes* 1982; 31: 538-564.
31. Yamada J, Campos VJM, Kitamura N, et al. An immunohistochemical study of endocrine cells in the pancreas of Caiman Latiostris (Alligatorinae), with special reference to pancreatic motilin cells. *Biomed Res* 1986; 7: 199-208.
32. Wolfe-Cootte SA, Du Toit DF. Distribution of cell types of the islets of Langerhans throughout the pancreas of the Chacma Baboon. *Anat Rec* 1987; 217: 172-177.
33. Reddy S, Bibby NJ, Elliott RB. An immunofluorescent study of insulin-, glucagon-, pancreatic polypeptide- and somatostatin-containing cells in the early fetal pancreas. *Quarterly J of Exp physiol* 1988; 73: 225-232.
34. Alumets N, Sundler F, Hakanson R. Distribution,

- ontogeny and ultrastructure of somatostatin immunoreactive cells in the pancreas and gut. *Cell Tiss Res* 1977; 185: 465-479.
35. Rhoten WB. Immunocytochemical localization of four hormones in the garter snake, *Thamnophis sirtalis*. *Anat Rec* 1984; 208: 233-242.
36. Rhoten WB. Quantitative immunocytochemical analysis of the endocrine pancreas of the Nile crocodile. *Am J Anat* 1987; 178: 103-115.
37. Orci L, Malaisse-Lagae F, Baetens D, et al. Pancreatic polypeptide rich regions in the human pancreas. *Lancet* 1978; 2: 1200-1201.
38. Lundquist I, Sundler F, Ahren B, et al. Somatostatin, pancreatic polypeptide, substance P and neurotensin: Cellular distribution and effects on stimulated insulin secretion in the mouse. *Endocrinology* 1979; 104: 832-838.
39. Larsson LI, Sundler F, Hakanson R. Pancreatic polypeptide-a postulated new hormone: identification of its cellular storage site by light and electron microscopic immunocytochemistry. *Diabetologia* 1976; 12: 211-226.
-