

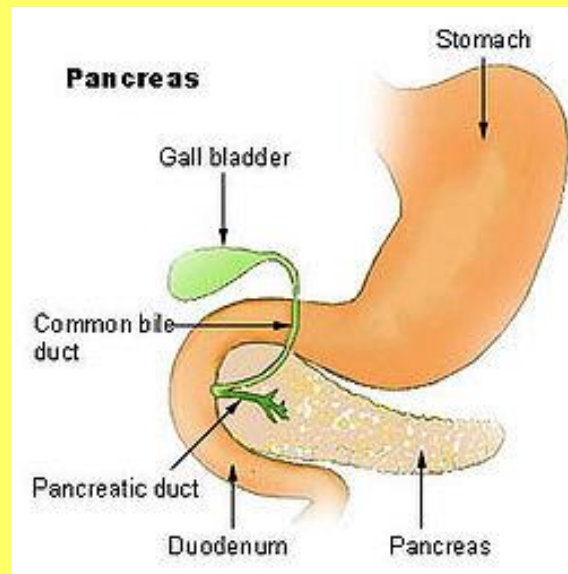
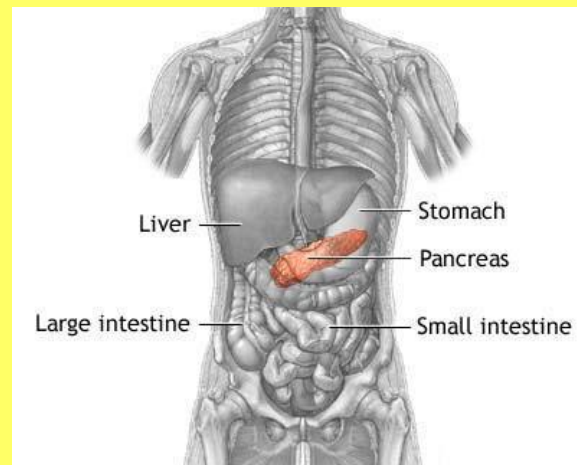
PANCREAS PHYSIOLOGY

D. H. VYNIOS

PATRAS, 2025

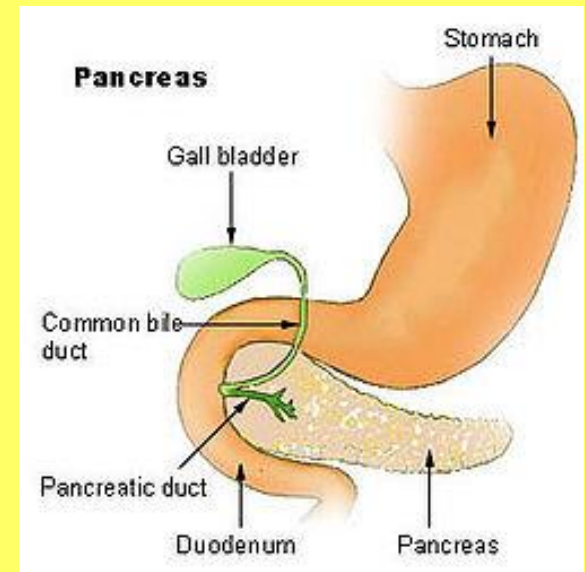
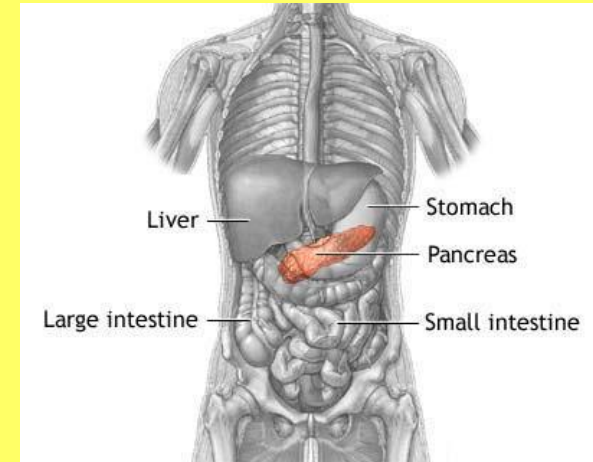
ΠΑΓΚΡΕΑΣ

- Το πάγκρεας είναι ένας αδένας που εκκρίνει πεπτικά ένζυμα (εξωκρινής) και ορμόνες (ενδοκρινής)
- Στον άνθρωπο, το πάγκρεας είναι ένα κιτρινωπό όργανο μήκους 17,8 cm και πλάτους 3,8 cm
- Βρίσκεται κάτω από το στομάχο και συνδέεται με το λεπτό έντερο στο δωδεκαδάκτυλο
- Ανακαλύφθηκε από τον Ηρόφιλο (ανατόμος και χειρουργός, 335-280 πΧ), και μερικούς αιώνες αργότερα, ο Ρούφος (ανατόμος και χειρουργός) του έδωσε το όνομα

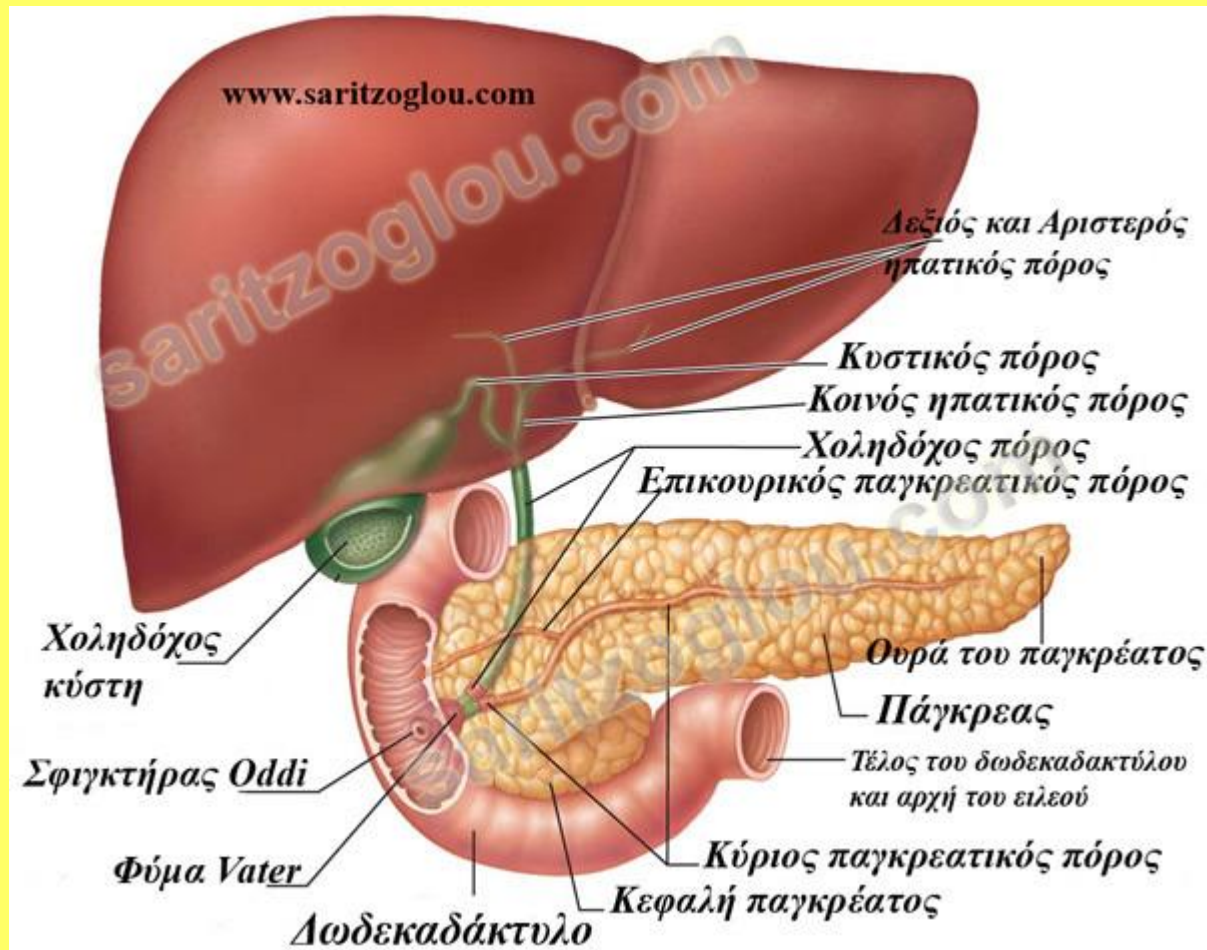


PANCREAS

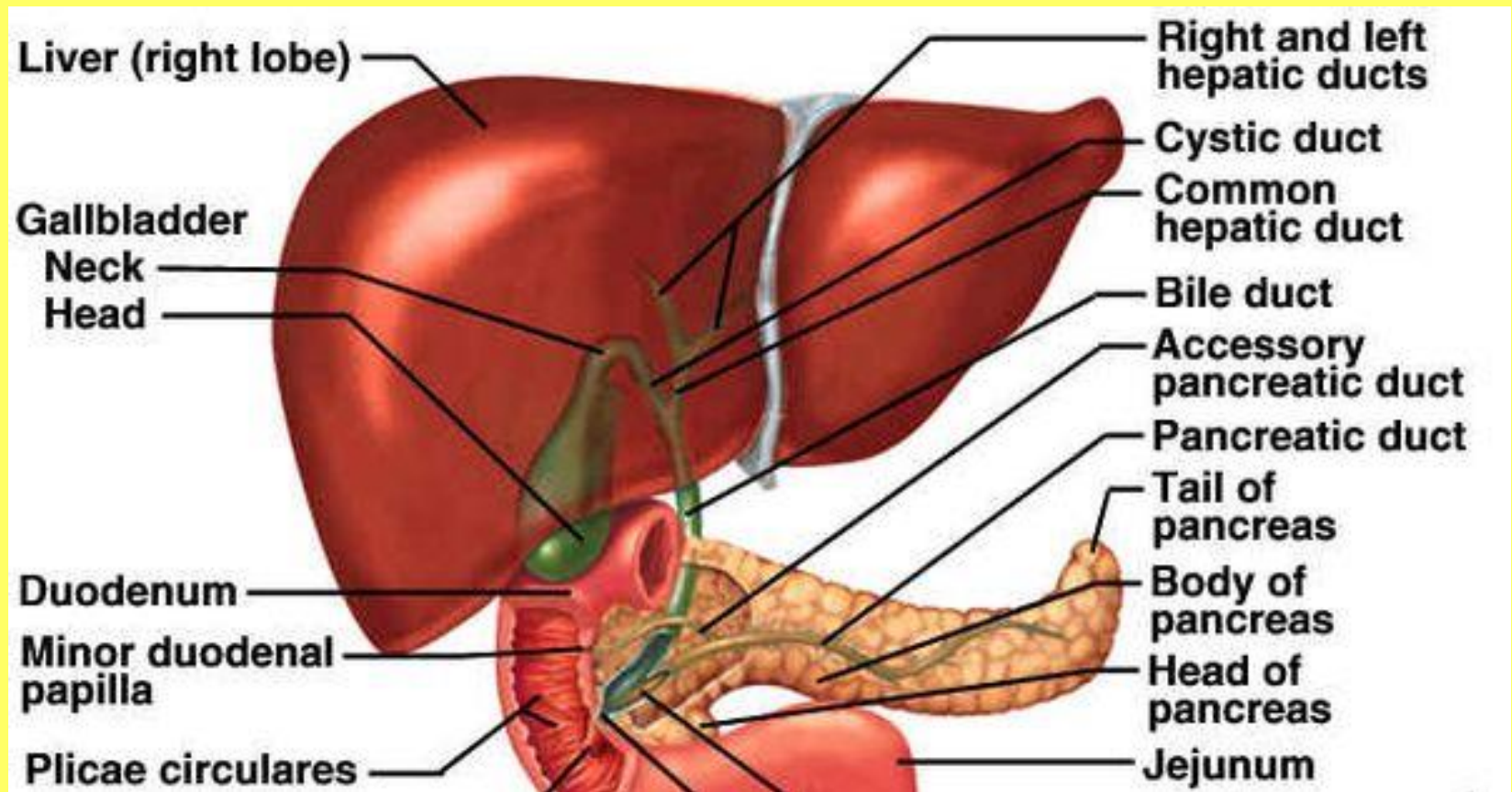
- The pancreas is a gland that secretes digestive enzymes (exocrine) and hormones (endocrine)
- In humans, the pancreas is a yellowish organ 17.8 cm long and 3.8 cm wide
- It is located below the stomach and connects to the small intestine at the duodenum
 - It is discovered by Herophilus (anatomist and surgeon, 335-280 BC), and a few centuries later, Rufus (anatomist and surgeon) named it



ΠΑΓΚΡΕΑΣ

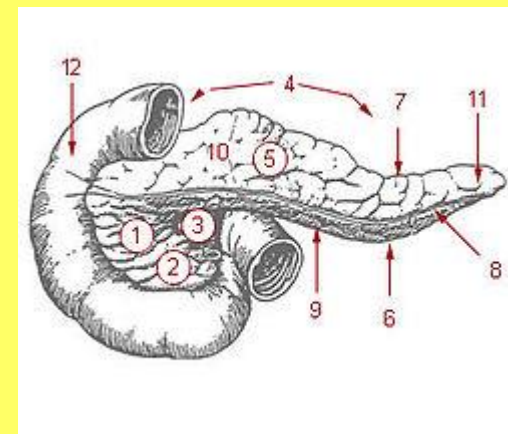


PANCREAS



ΠΑΓΚΡΕΑΣ

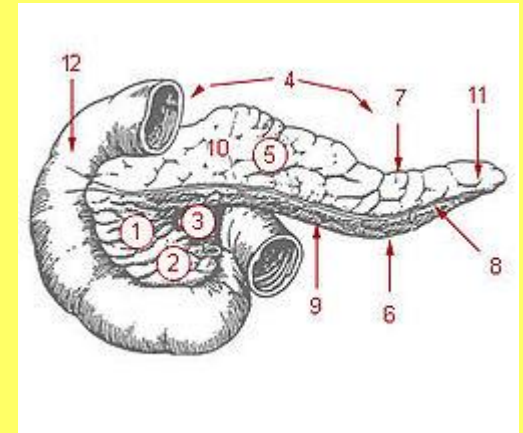
- Πρόκειται για ενδοκρινή αδένά που παράγει πολλές σημαντικές ορμόνες, όπως
 - Ινσουλίνη, γλυκαγόνη και σωματοστατίνη
- Αλλά και εξωκρινή αδένά που εκκρίνει
 - Το παγκρεατικό υγρό που οδηγείται στο λεπτό έντερο και περιέχει τα πεπτικά ένζυμα
 - Τα ένζυμα βοηθούν στον επί πλέον καταβολισμό των υδατανθράκων, πρωτεϊνών και λιπιδίων του πολτού της τροφής
- Αν το πάγκρεας δεν λειτουργεί σωστά ώστε να εξουδετερώνει τον πολτό της τροφής και να καταβολίζει τις πρωτεΐνες, τα λίπη και το άμυλο, μπορεί να επέλθει ασιτία



- 1: Head of pancreas
- 2: Uncinate process of pancreas
- 3: Pancreatic notch
- 4: Body of pancreas
- 5: Anterior surface of pancreas
- 6: Inferior surface of pancreas
- 7: Superior margin of pancreas
- 8: Anterior margin of pancreas
- 9: Inferior margin of pancreas
- 10: Omental tubercle
- 11: Tail of pancreas
- 12: Duodenum

PANCREAS

- It is an **endocrine** gland that produces many important hormones, such as
 - Insulin, glucagon and somatostatin
- It is also an **exocrine** gland that secretes
 - Pancreatic fluid that leads to the small intestine and contains digestive enzymes
 - Enzymes help further catabolism of the carbohydrates, proteins and lipids of the food pulp
- If the pancreas does not work properly to break down food pulp and digest protein, fat and starch, starvation can occur



- 1: Head of pancreas
- 2: Uncinate process of pancreas
- 3: Pancreatic notch
- 4: Body of pancreas
- 5: Anterior surface of pancreas
- 6: Inferior surface of pancreas
- 7: Superior margin of pancreas
- 8: Anterior margin of pancreas
- 9: Inferior margin of pancreas
- 10: Omental tubercle
- 11: Tail of pancreas
- 12: Duodenum

ΠΑΓΚΡΕΑΣ

- Η ινσουλίνη και η γλυκαγόνη εκκρίνονται κατ' ευθείαν στην κυκλοφορία του αίματος και δρώντας μαζί ρυθμίζουν τα επίπεδα της γλυκόζης στο αίμα
 - Η ινσουλίνη χαμηλώνει τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα και αυξάνει το ποσό του γλυκογόνου που αποθηκεύεται στο ήπαρ
 - Η γλυκαγόνη αυξάνει με ήπιο ρυθμό τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, όταν αυτά είναι πολύ χαμηλά
- Αν τα κύτταρα που παράγουν και εκκρίνουν την ινσουλίνη δεν λειτουργούν σωστά, εμφανίζεται διαβήτης

PANCREAS

- Insulin and glucagon are secreted directly into the bloodstream and work together to regulate blood glucose levels
 - Insulin lowers blood glucose levels and increases the amount of glycogen stored in the liver
 - Glucagon gently raises blood glucose levels when they are too low
- If the cells that produce and secrete insulin do not work properly, diabetes occurs

HISTOLOGY OF THE PANCREAS



ΙΣΤΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΠΑΓΚΡΕΑΤΟΣ

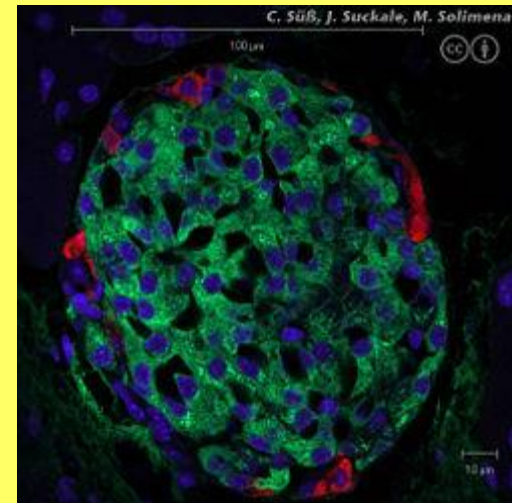
- Κάτω από το μικροσκόπιο, οι χρωματισμένες τομές παγκρεατικού ιστού αποκαλύπτουν δύο διαφορετικούς τύπους παρεγχύματος
- Οι κυτταρικές ομάδες που χρωματίζονται **ασθενώς** ονομάζονται νήσοι του Langerhans, και παράγουν τις ορμόνες που καθορίζουν τις ενδοκρινείς λειτουργίες
- Τα κύτταρα που χρωματίζονται **σκούρα** σχηματίζουν κυψέλες που συνδέονται με τους πόρους
 - Τα κύτταρα αυτά ανήκουν στο εξωκρινές πάγκρεας και εκκρίνουν τα πεπτικά ένζυμα στο έντερο μέσω ενός εκτεταμένου συστήματος πόρων

HISTOLOGY OF THE PANCREAS

- Under the microscope, stained sections of pancreatic tissue reveal two different types of parenchyma
- The **weakly stained** cell groups are called islets of Langerhans, and they produce the hormones that determine endocrine functions
- Cells that **stain darkly** form follicles that are connected to pores
 - These cells belong to the exocrine pancreas and secrete digestive enzymes into the intestine through an extensive duct system

Νήσοι του Langerhans

- Οι νήσοι του Langerhans είναι οι περιοχές εκείνες που περιέχουν τα ενδοκρινή ορμονοπαραγωγικά κύτταρα
- Ανακαλύφθηκαν το 1869 από τον Γερμανό παθολογοανατόμο Paul Langerhans και αποτελούν περίπου 1 με 2% της ολικής μάζας του παγκρέατος
- Υπάρχουν περίπου 1.000.000 νήσοι σε υγιές πάγκρεας κατανεμημένες στο όργανο, με συνολική μάζα 1 έως 1,5 gr

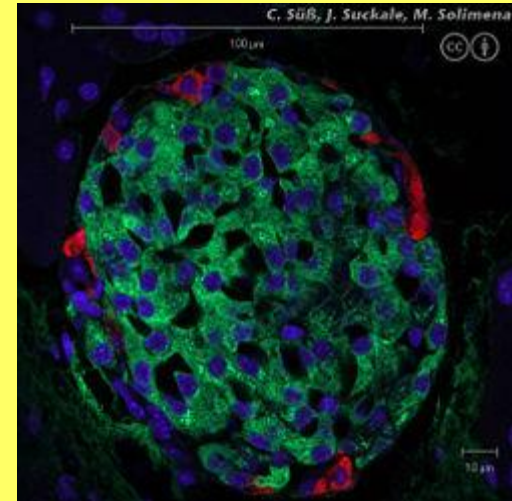


A mouse pancreatic islet, an often spherical group of hormone-producing cells.

Insulin is labelled here in green, glucagon in red, and the nuclei in blue.

Islets of Langerhans

- The islets of Langerhans are areas that contain the endocrine hormone-producing cells
- They were discovered in 1869 by the German pathologist Paul Langerhans and make up about 1 to 2% of the total mass of the pancreas
- There are approximately 1,000,000 islets in a healthy pancreas distributed throughout the organ, with a total mass of 1 to 1.5 g

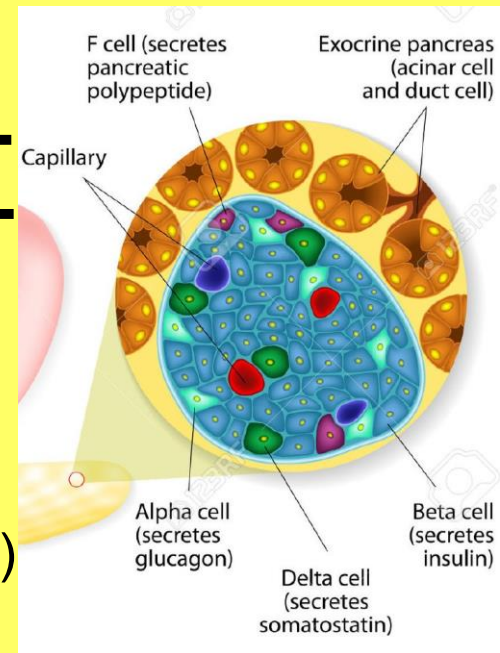


A mouse pancreatic islet, an often spherical group of hormone-producing cells.

Insulin is labelled here in green, glucagon in red, and the nuclei in blue.

ΕΝΔΟΚΡΙΝΕΣ ΠΑΓΚΡΕΑΣ

- Υπάρχουν 4 κύριοι κυτταρικοί τύποι στις νήσους
- τα α κύτταρα εκκρίνουν γλυκαγόνη (15-20%)
- τα β κύτταρα εκκρίνουν ινσουλίνη και αμυλίνη* (65-80%)
- τα δ κύτταρα εκκρίνουν σωματοστατίνη (3-10%)
- τα F/PP κύτταρα εκκρίνουν παγκρεατικό πολυπεπτίδιο (3-5%)
- τα ε κύτταρα παράγουν ghrelin** (<1%)
- Δεν είναι εύκολη η αναγνώρισή τους με τις καθορισμένες τεχνικές χρώσης, αλλά ταξινομούνται λόγω των διαφορετικών προϊόντων που εκκρίνουν



*Η αμυλίνη επιβραδύνει το ρυθμό με τον οποίο ο στόμαχος αδειάζει το φαγητό στο λεπτό έντερο και βοηθά στην διαχείριση του σακχάρου μετά από το φαγητό, καταστέλλοντας την παραγωγή γλυκαγόνης από το πάγκρεας

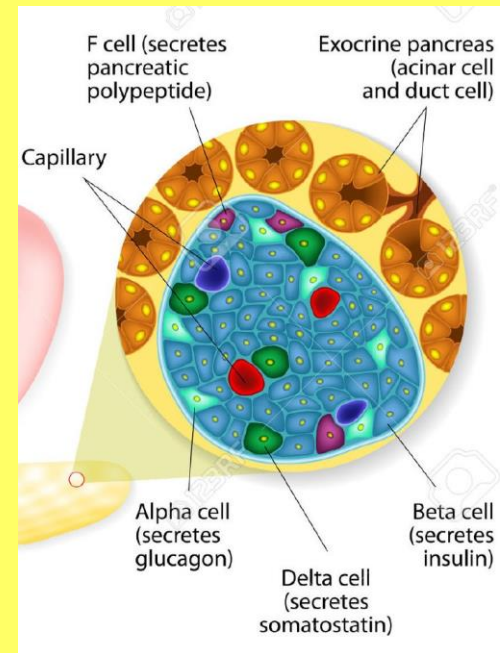
**Η ghrelin αυξάνει την πρόσληψη τροφής

ENDOCRINE PANCREAS

- There are 4 main cell types in islets
- α cells secrete glucagon (15-20%)
- β cells secrete insulin and amylin* (65-80%)
- δ cells secrete somatostatin (3-10%)
- F/PP cells secrete pancreatic polypeptide (3-5%)
- e cells produce ghrelin** (<1%)
- The cells are not easily identified by defined staining techniques, but are classified because of the different products they secrete

*Amylin slows the rate at which the stomach empties food into the small intestine and helps manage blood sugar after eating by suppressing the production of glucagon by the pancreas

**Ghrelin increases food intake



ΕΝΔΟΚΡΙΝΕΣ ΠΑΓΚΡΕΑΣ

- Οι νήσοι είναι πυκνές ομάδες ενδοκρινών κυττάρων που διασχίζονται από εξ ίσου πυκνό δίκτυο τριχοειδών
- Τα τριχοειδή, όντας σε άμεση επαφή με τα αγγεία, καλύπτονται από στρώματα ενδοκρινών κυττάρων, οπότε και πολλά από τα κύτταρα βρίσκονται σε άμεση επαφή με τα αιμοφόρα αγγεία είτε με άμεση σύμφυση είτε μέσω κυτταροπλασματικών διεργασιών

ENDOCRINE PANCREAS

- Islets are dense groups of endocrine cells crossed by an equally dense network of capillaries
- Capillaries, being in direct contact with blood vessels, are covered by layers of endocrine cells, so many of the cells are in direct contact with blood vessels either by direct adhesion or through cytoplasmic processes

ΕΞΩΚΡΙΝΕΣ ΠΑΓΚΡΕΑΣ

- Το εξωκρινές πάγκρεας παράγει τα πεπτικά ένζυμα και ένα αλκαλικό υγρό (παγκρεατικό υγρό), και τα απεκκρίνει στο λεπτό έντερο μέσα από ένα σύστημα εξωκρινών πόρων ως απόκριση στις ορμόνες (του λεπτού εντέρου) σεκρετίνη και χολοκυστοκινίνη
- Τα πεπτικά ένζυμα είναι: θρυψίνη, χυμοθρυψίνη, παγκρεατική λιπάση και παγκρεατική αμυλάση
- Παράγονται από τα κυψελοειδή εξωκρινή κύτταρα
- Το διάλυμα του διττανθρακικού (και πλούσιο σε άλας) απεκκρίνεται από εξειδικευμένα κύτταρα συνδεδεμένα με τους παγκρεατικούς πόρους (κεντροκυψελοειδή κύτταρα)

EXOCRINE PANCREAS

- The exocrine pancreas produces digestive enzymes and an alkaline solution (pancreatic juice)
- It secretes them into the small intestine through an exocrine duct system in response to the (small intestinal) hormones secretin and cholecystokinin
 - Hormones are produced by the wall of duodenum
- Digestive enzymes are: trypsin, chymotrypsin, pancreatic lipase and pancreatic amylase
- They are produced by alveolar exocrine cells
- The bicarbonate (and salt-rich) solution is secreted by specialized cells connected to the pancreatic ducts (centroacinar and ductal cells)

ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΠΑΓΚΡΕΑΤΟΣ

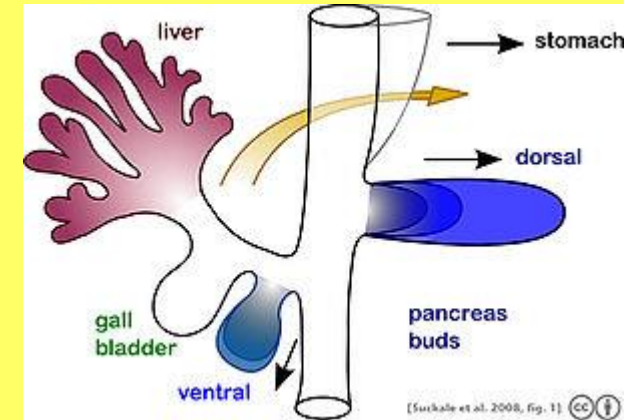
- Το πάγκρεας προσλαμβάνει ρυθμιστικές νευροδιαβιβάσεις μέσω των ορμονών (δια της κυκλοφορίας του αίματος) και μέσω του αυτόνομου νευρικού συστήματος
- Αυτές οι δύο πληροφορίες ρυθμίζουν την απεκκριτική δραστηριότητα
- **Συμπαθητικό** (αδρενεργικοί υποδοχείς-αδρεναλίνη)
 - α_2 υπότυπος υποδοχέων: μειώνουν την απέκκριση από τα β κύτταρα και αυξάνουν την απέκκριση από τα α κύτταρα
- **Παρασυμπαθητικό** (μουςκαρινικοί υποδοχείς-ακετυλοχολίνη)
 - M3 υπότυπος υποδοχέων: αυξάνουν τη διέγερση των α και β κυττάρων

REGULATION OF PANCREAS FUNCTION

- The pancreas receives regulatory neurotransmissions
 - via hormones (via the bloodstream)
 - via the autonomic nervous system
- These two pieces of information regulate secretory activity
- **Sympathetic** (adrenergic receptors-adrenaline)
 - α_2 receptor subtype: decrease secretion by β cells and increase secretion by α cells
- **Parasympathetic** (muscarinic receptors-acetylcholine)
 - M3 receptor subtype: increase stimulation of α and β cells

ΕΜΒΡΥΪΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΠΑΓΚΡΕΑΤΟΣ

- Το πάγκρεας σχηματίζεται από το πρόσθιο εμβρυϊκό έντερο, συνεπώς προέρχεται από το ενδόδερμα
- Η ανάπτυξη ξεκινά με το σχηματισμό εξογκωμάτων προς την κοιλία και την πλάτη
- Η επικοινωνία τους με το έντερο γίνεται μέσω ειδικού πόρου
- Με στροφή και ενσωμάτωση των εξογκωμάτων ολοκληρώνεται η μορφή του παγκρέατος
- Καθώς ο δωδεκαδάκτυλος στρέφεται προς τα δεξιά, φέρει μαζί του το κοιλιακό εξόγκωμα και τον κοινό χοληφόρο πόρο

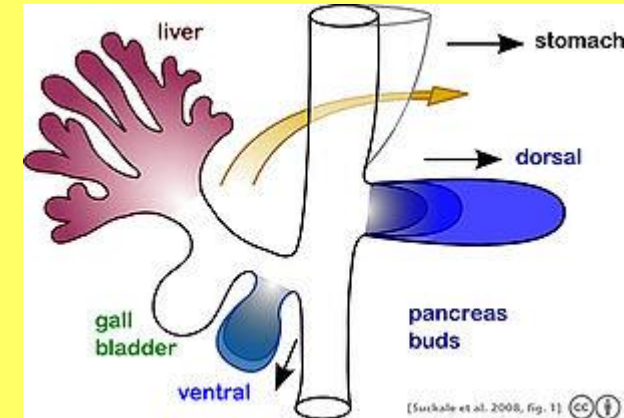


The development of the **pancreas** from a dorsal and a ventral bud.

During maturation the ventral bud flips to the other side of the gut tube (arrow) where it typically fuses with the dorsal lobe

DEVELOPMENT OF PANCREAS

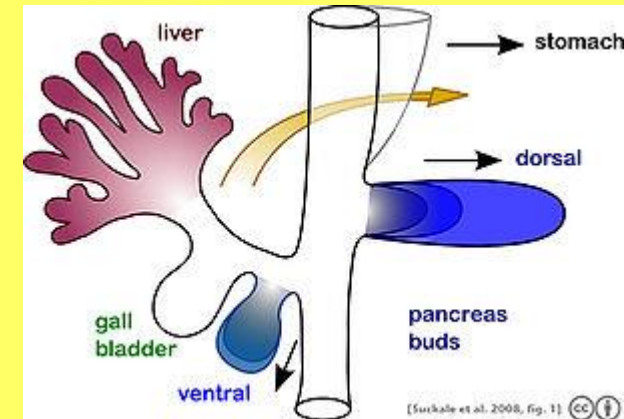
- The pancreas forms during development from two buds that arise from the duodenal part of the foregut, an embryonic tube that is a precursor to the gastrointestinal tract
- Pancreatic development begins with the formation of a dorsal and ventral pancreatic bud
- Each joins with the foregut through a duct
- The dorsal pancreatic bud forms the neck, body, and tail of the developed pancreas, and the ventral pancreatic bud forms the head and uncinate process
- The definitive pancreas results from rotation of the ventral bud and the fusion of the two buds



The development of the **pancreas** from a dorsal and a ventral bud. During maturation the ventral bud flips to the other side of the gut tube (arrow) where it typically fuses with the dorsal lobe

DEVELOPMENT OF PANCREAS

- During development, the duodenum rotates to the right, and the ventral bud rotates with it, moving to a position that becomes more dorsal
- Upon reaching its final destination, the ventral pancreatic bud is below the larger dorsal bud, and eventually fuses with it
- At this point of fusion, the main ducts of the ventral and dorsal pancreatic buds fuse, forming the main pancreatic duct
- Usually, the duct of the dorsal bud regresses, leaving the main pancreatic duct
- By turning and incorporating the buds, the shape of the pancreas is completed
- As the duodenum turns to the right, it carries the abdominal cavity and common bile duct with it



The development of the **pancreas** from a dorsal and a ventral bud. During maturation the ventral bud flips to the other side of the gut tube (arrow) where it typically fuses with the dorsal lobe

ΕΜΒΡΥΪΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΠΑΓΚΡΕΑΤΟΣ

- Η κυτταρική διαφοροποίηση στο πάγκρεας ακολουθεί δύο διαφορετικές οδούς, που αντιστοιχούν στις ενδοκρινείς και εξωκρινείς λειτουργίες
- Τα σημαντικότερα μόρια που επάγουν τη διαφοροποίηση είναι η φολλιστατίνη, ο FGF και η ενεργοποίηση του συστήματος των ειδικών υποδοχέων
- Η ανάπτυξη των εξωκρινών κυψέλων ακολουθεί τρία στάδια
 - Προδιαφοροποίηση
 - Μη ανιχνεύσιμα ποσά πεπτικών ενζύμων
 - Πρωτοδιαφοροποίηση
 - Χαμηλά ποσά πεπτικών ενζύμων
 - Διαφοροποίηση
 - Υψηλά ποσά πεπτικών ενζύμων

DEVELOPMENT OF PANCREAS

- Cell differentiation in the pancreas follows two different pathways, corresponding to endocrine and exocrine functions
- The most important molecules that induce differentiation are follistatin, FGF and activation of the specific receptor system
- The development of exocrine cells follows three stages
 - Predifferentiation
 - Undetectable amounts of digestive enzymes
 - Primary differentiation
 - Low amounts of digestive enzymes
 - Differentiation
 - High amounts of digestive enzymes

ΕΜΒΡΥΪΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΠΑΓΚΡΕΑΤΟΣ

- Τα προγονικά κύτταρα του ενδοκρινούς παγκρέατος προέρχονται από κύτταρα της πρωτοδιαφοροποίησης του εξωκρινούς παγκρέατος
- Κάτω από την επίδραση της neurogenin-3 και της Isl-1, αλλά απουσία της σηματοδότησης από τους ειδικούς υποδοχείς, αυτά τα κύτταρα διαφοροποιούνται για να σχηματίσουν τις δύο σειρές των πρόδρομων ενδοκρινών κυττάρων
- Η πρώτη σειρά κάτω από την επίδραση της Pax-0, σχηματίζουν τα α- και γ- κύτταρα, τα οποία παράγουν τη γλυκαγόνη και το παγκρεατικό πολυπεπτίδιο, αντίστοιχα
- Η δεύτερη σειρά κάτω από την επίδραση της Pax-6, παράγει β- και δ-cells, τα οποία εκκρίνουν ινσουλίνη και σωματοστατίνη, αντίστοιχα
- Η ινσουλίνη και η γλυκαγόνη ανιχνεύονται στην κυκλοφορία του εμβρύου από τον τέταρτο ή πέμπτο μήνα

DEVELOPMENT OF PANCREAS

- Endocrine pancreatic progenitor cells are derived from protodifferentiated cells of the exocrine pancreas
- Under the influence of neurogenin-3 and Isl-1, but in the absence of signaling by specific receptors, these cells differentiate to form the two lineages of endocrine precursor cells
- The first line under the influence of Pax-0, form the α - and γ -cells, which produce glucagon and pancreatic polypeptide, respectively
- The second line under the influence of Pax-6, produces β - and δ -cells, which secrete insulin and somatostatin, respectively
- Insulin and glucagon are detected in fetal circulation from the fourth or fifth month

ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΟΥ ΠΑΓΚΡΕΑΤΟΣ

Παγκρεατίτιδα

- Πρόκειται για φλεγμονή του παγκρέατος
- Εμφανίζεται σε δύο μορφές, οι οποίες έχουν διαφορετική αιτιολογία και συμπτώματα και απαιτούν διαφορετική θεραπεία
 - Οξεία παγκρεατίτιδα, που είναι μια ταχύτατα εκδηλούμενη φλεγμονή του παγκρέατος, που πιο συχνά οφείλεται σε αλκοολισμό ή χολολιθίαση
 - Χρόνια παγκρεατίτιδα, που είναι μια σταθερή με το χρόνο φλεγμονή του παγκρέατος

DISEASES OF PANCREAS

Pancreatitis

- Inflammation of the pancreas
- It occurs in **two forms**, which have different etiology and symptoms and require different treatment
- **Acute pancreatitis**, which is a rapidly developing inflammation of the pancreas, most often due to alcoholism or gallstones
- **Chronic pancreatitis**, which is a persistent inflammation of the pancreas over time

ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΟΥ ΠΑΓΚΡΕΑΤΟΣ

Σακχαρώδης Διαβήτης

- Το πάγκρεας είναι ο κεντρικός άξονας της παθοφυσιολογίας και των δύο κύριων μορφών σακχαρώδη διαβήτη
- Στον τύπο 1 υπάρχει άμεση φθορά του ενδοκρινούς παγκρέατος με αποτέλεσμα την ανεπαρκή σύνθεση και έκκριση ινσουλίνης
- Στον τύπο 2, ο οποίος ξεκινά με αντοχή στην ινσουλίνη, είναι χαρακτηριστική η αδυναμία των β κυττάρων να συσχετίσουν την παραγωγή ινσουλίνης με τις απαιτήσεις του οργανισμού

DISEASES OF PANCREAS



DISEASES OF PANCREAS

Diabetes Mellitus

- The pancreas is central to the pathophysiology of both major forms of diabetes mellitus
- In type 1 there is **immediate damage to the endocrine pancreas** resulting in insufficient insulin synthesis and secretion
- Type 2, which **begins with insulin resistance**, is characterized by the inability of β cells to correlate insulin production with the body's demands

ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΟΥ ΠΑΓΚΡΕΑΤΟΣ

Ανεπάρκεια του εξωκρινούς παγκρέατος

- Πρόκειται για την αδυναμία σωστής πέψης λόγω έλλειψης των σχετικών ενζύμων
- Παρουσιάζεται σε άτομα με κυστική ίνωση ή με σύνδρομο Shwachman-Diamond
- Οφείλεται σε συνεχή απώλεια των σχετικών παγκρεατικών κυττάρων
- Η χρόνια παγκρεατίτιδα είναι η πιο κοινή αιτιολογία της νόσου
- Η απώλεια των πεπτικών ενζύμων καταλήγει σε κακή χώνευση και ανεπαρκή απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών

DISEASES OF PANCREAS

Exocrine pancreatic insufficiency

- It is the inability to digest properly due to a lack of the relevant enzymes
- It occurs in people with cystic fibrosis or Shwachman-Diamond syndrome
- It is due to continuous loss of related pancreatic cells
- Chronic pancreatitis is the most common etiology of the disease
- Loss of digestive enzymes results in poor digestion and inadequate absorption of nutrients

ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΟΥ ΠΑΓΚΡΕΑΤΟΣ

Κυστική ίνωση

- Πρόκειται για κληρονομική νόσο που επιδρά σ' όλο τον οργανισμό, προκαλώντας προοδευτική αδυναμία και πρόωρο θάνατο
- Δεν υπάρχει θεραπεία και οι ασθενείς πεθαίνουν σε νεαρή ηλικία λόγω ανεπάρκειας του πνεύμονα
 - Η νόσος οφείλεται σε μετάλλαξη στο γονίδιο *cystic fibrosis transmembrane conductance regulator* (CFTR) και ασθενεί ο ομοζυγώτης
 - Το προϊόν του γονιδίου βοηθά στην παραγωγή ιδρώτα, παγκρεατικού υγρού και βλέννας
 - Το όνομα της νόσου (*cystic fibrosis*) αναφέρεται στη δημιουργία χαρακτηριστικών ουλών (fibrosis) και κύστεων εντός του παγκρέατος
- Η κυστική ίνωση προξενεί μη αντιστρεπτή καταστροφή στο πάγκρεας, που συχνά καταλήγει σε παγκρεατίτιδα

DISEASES OF PANCREAS

Cystic fibrosis

- It is an inherited disease that **affects the whole body**, causing progressive weakness and early death
- There is no cure, and patients die at a young age due to lung failure
- The disease is caused by a mutation in the cystic fibrosis transmembrane conductance regulator (CFTR) gene and the homozygote is affected
- The gene product helps produce sweat, pancreatic juice and mucus
- The name of the disease (cystic fibrosis) refers to the formation of characteristic scars (fibrosis) and cysts within the pancreas
- Cystic fibrosis causes irreversible damage to the pancreas, often resulting in pancreatitis

ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΤΟΥ ΠΑΓΚΡΕΑΤΟΣ

Συγγενείς ανωμαλίες στη διάπλαση

- **Pancreas divisum**
 - Τα δύο μέρη του εμβρυϊκού παγκρέατος δεν συνενώνονται (είναι σπάνια)
- **Annular pancreas**
 - Το πάγκρεας κλείνει κυκλικά το δωδεκαδάκτυλο, λόγω κακής στροφής κατά την ανάπτυξη
- **Zollinger-Ellison syndrome**
 - Σχετίζεται με το γαστρίνωμα, μια μορφή καρκίνου των παγκρεατικών κυττάρων που παράγουν γαστρίνη, με αποτέλεσμα την υπερπαραγωγή HCl στον στόμαχο και τη δημιουργία σταθερού έλκους σ' αυτόν
- **Neoplasms**
- **Hemosuccus pancreaticus**
 - Σπάνια αιτία αιμορραγίας στο γαστρεντερικό σωλήνα που σχετίζεται με παγκρεατίτιδα, καρκίνο του παγκρέατος ή ανεύρυσμα της σπληνικής αρτηρίας

DISEASES OF PANCREAS

Congenital malformations in constitution

- **Pancreas divisum**
 - The two parts of the fetal pancreas do not fuse (they are rare)
- **Annular pancreas**
 - The pancreas circularly closes the duodenum due to malrotation during development
- **Zollinger-Ellison syndrome**
 - Associated with gastrinoma, a form of cancer of the pancreatic cells that produce gastrin, resulting in overproduction of HCl in the stomach and the formation of a permanent ulcer
- **Neoplasms**
- **Hemosuccus pancreaticus**
 - Rare cause of gastrointestinal bleeding associated with pancreatitis, pancreatic cancer, or splenic artery aneurysm