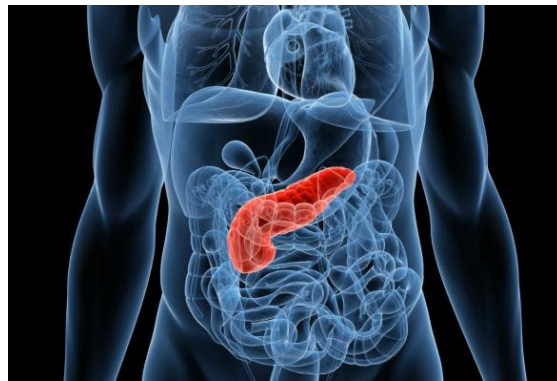




**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΠΑΓΚΡΕΑΤΟΣ»**



ΠΕΤΡΟΒΑ ΜΑΡΚΕΛΛΑ ΜΑΡΙΑ

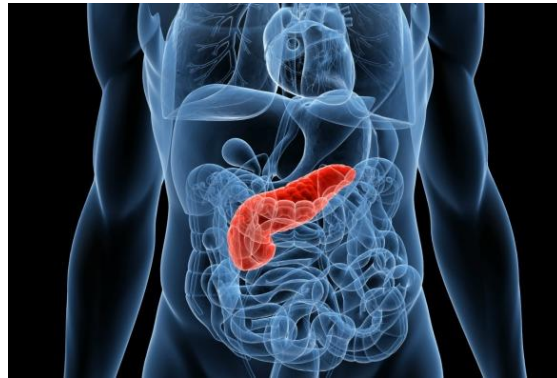
**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:
ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ
ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

ΑΘΗΝΑ 2023



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF HEALTH AND CARE SCIENCES
DEPARTMENT OF BIOMEDICAL SCIENCES
DIVISION OF RADIOLOGY RADIOTHERAPY**

**THESIS
“IMAGING OF PANCREAS”**



PETROVA MARKELLA MARIA

**SUPERVISOR NAME AND SURNAME:
OIKONOMOU GEORGIA
ASSOCIATE PROFESSOR FOR UNIVERSITY OF WEST ATTICA**

ATHENS 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική
Επιτροπή:

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ	ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
ΜΠΑΛΑΦΟΥΤΑ ΜΥΡΣΙΝΗ	ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΠΕΡΙΚΛΗΣ	ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ανακάλυψη των ακτίνων Χ από τον Roentgen το 1895, της ραδιενέργειας τον επόμενο χρόνο από τον Becquerel και η επινόηση του όρου “ραδιενέργεια” από τη Marie Curie λίγο αργότερα, έθεσε τα θεμέλια για τις μετέπειτα ραγδαίες επεκτεινόμενες χρήσεις της ακτινοβολίας και της ραδιενέργειας στην ιατρική.

Η Ακτινολογία σαν κλάδος της Ιατρικής Επιστήμης, περιλαμβάνει ένα σύνολο Απεικονιστικών τεχνικών όπως η Κλασική Ακτινογραφία, Ακτινοσκόπηση, Υπερηχοτομογραφία, Αξονική Τομογραφία, Μαγνητική Τομογραφία-MRCP, Ενδοσκοπική Ανάστροφη Χολαγγειοπαγκρεατομογραφία-ERCP, Αγγειογραφία και Ποζιτρονική Τομογραφία. Η πλειοψηφία αυτών επικεντρώνεται στην απεικόνιση της ανατομίας του ανθρώπινου οργανισμού και σε μικρότερο βαθμό λειτουργικές πληροφορίες. Εξάιρεση αποτελεί η Πυρηνική Ιατρική η οποία προσφέρει πληροφορίες κυρίως για τη μεταβολική δραστηριότητα της εκάστοτε περιοχής ενδιαφέροντος.

Ειδικά, το πάγκρεας που ως οπισθοπεριτοναϊκό όργανο, παρέμεινε επί αιώνες ένα όργανο που δεν ήταν προσβάσιμο στην έρευνα και μελέτη, οι παραπάνω ανακαλύψεις συνέβαλλαν καθοριστικά στην αλματώδη εξέλιξη των μεθόδων απεικόνισης των τμημάτων του.

Ένα όργανο με πληθώρα παραλλαγών και συγγενών ανωμαλιών, αλλά και με φλεγμονώδεις και νεοπλασματικές παθήσεις, πλέον αναδεικνύονται προκειμένου να προβούμε σε περαιτέρω έλεγχο και αντιμετώπιση τους, όπου κρίνεται επιτακτική ανάγκη.

Στην παρούσα εργασία μετά από ανασκόπηση της βιβλιογραφίας το 1^ο κεφάλαιο αναφέρεται στην ανατομία του παγκρέατος, στον λειτουργικό ρόλο που έχει ως ένας μεικτός αδένας, καθώς και στην εμβρυολογία του.

Στο 2^ο κεφάλαιο αναγράφονται οι βασικότεροι απεικονιστικοί μέθοδοι και γίνεται συνοπτική περιγραφή των αρχών λειτουργίας του κάθε συστήματος και η τεχνική απεικόνισης.

Στο 3^ο κεφάλαιο συγκεντρώθηκαν όσο το δυνατόν πιο αναλυτικά οι σημαντικότερες από τις παθήσεις του παγκρέατος και καταγράφονται τα παθολογοανατομικά και κλινικά στοιχεία αυτών. Τέλος, περιγράφονται τα απεικονιστικά ευρήματα των νοσημάτων με όλες τις μεθόδους που σήμερα διαθέτουμε.

ABSTRACT

Roentgen's discovery of X-rays in 1895, of radioactivity by Becquerel the following year, and Marie Curie's coining of the term "radioactivity" shortly thereafter, laid the foundation for the subsequent rapidly expanding uses of radiation and radioactivity in medicine.

Radiology, as a branch of Medical Science, includes a set of imaging techniques, such as Classical X-ray, X-ray, Ultrasound, Computed Tomography, Magnetic Resonance Imaging-MRCP, Endoscopic Reverse Cholangiopancreatography-ERCP, Angiography and Positron Tomography. The majority of them focus on depicting the anatomical nature of the human body. The exception is Nuclear Medicine which offers metabolic activity of each area of interest.

In particular, the pancreas, which, as a retroperitoneal organ, remained for centuries an organ that was not accessible to research and study, the above discoveries contributed decisively to the rapid development of imaging methods of its parts.

An organ with a multitude of variations and congenital abnormalities, but also with inflammatory and neoplastic diseases, which are now perceived, in order to proceed to further control and treatment, whenever it is considered imperative.

In this paper, after reviewing the literature chapter 1 refers to the anatomy of the pancreas, in its functional role as a mixed gland, as well as its embryology.

Chapter 2 lists the most basic imaging methods and presents a brief description of the operating principles of each system and the imaging technique.

Chapter 3 collected, in as much detail as possible, the most important of the diseases of the pancreas and their pathological anatomical and clinical elements are recorded. Finally, the imaging findings of diseases with all the methods we have today are described.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα ήταν αδύνατη χωρίς την πολύτιμη καθοδήγηση της επιβλέπουσας, Αναπληρώτριας Καθηγήτριας του τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και Ιατρό Ακτινολόγο, κα Οικονόμου Γεωργία. Θα ήθελα να της εκφράσω την αμέριστη ευγνωμοσύνη μου για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και τη βοήθεια που μου πρόσφερε όλο αυτό το διάστημα.

Στο ίδιο πλαίσιο, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του Τομέα Ακτινολογίας Ακτινοθεραπείας και τους υπεύθυνους ακαδημαϊκούς υποτρόφους που μας δίδασκαν στα νοσοκομεία, κατά τη διάρκεια των κλινικών ασκήσεων που παρακολουθούσαμε. Οι γνώσεις που μου προσέφεραν ήταν πολύτιμες για τη μετέπειτα ακαδημαϊκή και επαγγελματική μου πορεία.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω, την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την υπομονή, την ενθάρρυνση και τη συνεχή υποστήριξη τους καθ' όλη τη διάρκεια των τεσσάρων χρόνων σπουδών μου.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

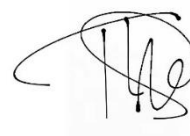
Η κάτωθι υπογεγραμμένη Πέτροβα Μαρκέλλα Μαρία του Όθωνα, με αριθμό μητρώου 19678257 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας του Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολο τους με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και τους Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου»

Η Δηλούσα

Πέτροβα Μαρκέλλα Μαρία



Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1 ^ο Κεφάλαιο	10
1.1. Ανατομία παγκρέατος	10
1.1.1 Μέρη παγκρέατος.....	10
1.1.2. Πόροι παγκρέατος	12
1.1.3. Αιμάτωση παγκρέατος.....	13
1.1.4. Λεμφική παροχέτευση	14
1.1.5. Νεύρωση παγκρέατος.....	14
1.2. Φυσιολογία παγκρέατος.....	15
1.2.1. Ενδοκρινής μοίρα	15
1.2.2. Εξωκρινής μοίρα.....	17
1.3. Εμβρυολογία	19
2 ^ο Κεφάλαιο	21
Μέθοδοι απεικόνισης παγκρέατος.....	21
2.1 Απλή Ακτινογραφία (X-ray)	21
2.2 Υπερηχοτομογραφία (Ultrasound)	23
2.3 Ενδοσκοπικό υπερηχογράφημα (Endoscopic Ultrasound-EUS).....	26
2.4 Αξονική Τομογραφία (Computer Tomography-CT).....	28
2.5 Μαγνητική τομογραφία (Magnetic Resonance Imaging – MRI)	31
2.6 Μαγνητική Χολαγγειογραφία (Magnetic resonance cholangiopancreatography-MRCP)	34
2.7 Ενδοσκοπική ανάστροφη χολαγγειοπαγκρεατογραφία (ERCP)	36
2.8 Αγγειογραφία	38
2.9 Πυρηνική Ιατρική, Ποζιτρονική Υπολογιστική Τομογραφία (Positronic Tomography-PET/CT)	39
3 ^ο Κεφάλαιο	42
Παθήσεις παγκρέατος.....	42
3.1. Συγγενείς παθήσεις	42
3.2. Φλεγμονώδεις παθήσεις	50
3.3. Τραυματικές παθήσεις	56
3.4. Νεοπλασματικές παθήσεις	57
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	67
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	69

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ήταν μόλις το 336 π.Χ όταν ο Ηρόφιλος, γνωστοποίησε το πάγκρεας ως ένα όργανο που βρίσκεται στους ανθρώπους. Η ονομασία όμως του ενδοκοιλιακού οργάνου ως πάγκρεας, που ετυμολογικά προέρχεται από [πᾶν ("όλα", "ολόκληρο") και κρέας ("σάρκα")], προήλθε από τον Ρούφο της Εφέσου. Η μελέτη του παγκρέατος εκείνη την εποχή, δεν περιοριζόταν μόνο στην ανατομία του, αλλά επεκτεινόταν επίσης, στην κατανόηση της λειτουργίας του.

Ύστερα από μια σειρά παθολογικών καταστάσεων, που αφορούν αυτόν τον μεικτό αδένιο, αλλά και η ακτινολογική απεικόνιση του παγκρέατος επρόκειτο να λύσουν τα άλυτα ερωτήματα των ερευνητών. (Piotr Ceranowicz et.al., 2015)

Συγκεκριμένα, η ανακάλυψη των ακτίνων Χ από τον Wilhelm Conrad Roentgen το 1895, της ραδιενέργειας τον επόμενο χρόνο από τον Becquerel και η επινόηση του όρου "ραδιενέργεια" από τη Marie Curie λίγο αργότερα, έθεσε τα θεμέλια για τις μετέπειτα ραγδαίες επεκτεινόμενες χρήσεις της ακτινοβολίας και της ραδιενέργειας στην ιατρική.

Από τότε, η απεικόνιση του παγκρέατος έχει διέλθει μέσα από μια ευρεία ποικιλία τεχνολογικών προόδων.

Απώτερος σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η απεικονιστική προσέγγιση του παγκρέατος με τις σύγχρονες τεχνικές της διαγνωστικής Ακτινολογίας.

Αρχικά, γίνεται ανάλυση της ανατομίας και περιγραφή της λειτουργίας του παγκρέατος.

Ανατρέχοντας τη βιβλιογραφία αναλύονται τα πρωτόκολλα, οι βασικές και εξειδικευμένες ακολουθίες και τεχνικές απεικόνισης κάθε εξέτασης, που θα συντελέσουν στην εμφάνιση υψηλής ποιότητας εικόνες ώστε να μπορεί να αναδειχθεί ακόμα και η μικρότερη ανατομική λεπτομέρεια και παθολογία.

Επίσης, θα δοθεί έμφαση στην απεικόνιση συχνών παθολογιών του παγκρέατος. Προκειμένου να γίνει αυτό, περιγράφεται η φυσιολογική απεικόνιση του, που θα οδηγήσει στην αναγνώριση της παθολογίας. Όσον αφορά τις συγγενείς ανωμαλίες και παθήσεις του, πραγματοποιείται αρχικά ανάλυση της προέλευσης και της φύσης τους και εν συνεχεία, καταγράφονται τα κλινικά στοιχεία αυτών και τα απεικονιστικά σημεία που υποδηλώνουν παθολογία.

Για τη συγγραφή της παρούσας εργασίας διενεργήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση, τόσο σε ελληνικά όσο και σε ξενόγλωσσα ακαδημαϊκά βιβλία και επιστημονικά άρθρα. Τέλος, η εργασία εμπλουτίζεται με διευκρινιστικά σχεδιαγράμματα, εικόνες ανατομίας και διαγνωστικές απεικονίσεις.

1^ο Κεφάλαιο

1.1.Ανατομία παγκρέατος

1.1.1 Μέρη παγκρέατος

Το πάγκρεας, μετά το ήπαρ είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος αδένας στο ανθρώπινο σώμα (Parviz M. Pour M.D., et.al.). Φυσιολογικά, είναι ένας επιμηκυσμένος επικουρικός πεπτικός αδένας μήκους 12-15cm και βάρους 70-90 γραμμάρια, το μέγεθος και το σχήμα του οποίου ποικίλλουν και εξαρτώνται από το φύλο, την ηλικία, το σωματότυπο και τη λιπώδη διήθηση του οργάνου. Η πρόσθια επιφάνεια του παγκρέατος καλύπτεται από το περιτόναιο, ενώ η οπίσθια επιφάνεια στερείται επικάλυψης. Το μοναδικό πλήρως καλυπτόμενο τμήμα είναι η ουρά. (Parviz M. Pour M.D., et.al.).

Το μεγαλύτερο τμήμα του βρίσκεται στον οπισθοπεριτοναϊκό χώρο, με εξαίρεση της ουράς, η οποία εντοπίζεται εντός του σπληνονεφρικού συνδέσμου. Τοπογραφικά βρίσκεται σε πολύπλοκη θέση καθώς εντοπίζεται πίσω από το στομάχο μεταξύ του δωδεκαδακτύλου προς τα δεξιά και του σπληνός αριστερά. Στις περισσότερες περιπτώσεις κείται μπροστά πάνω και χιαζόμενο εγκαρσίως με τα σώματα O1 και O2 σπονδύλων πάνω στο οπίσθιο κοιλιακό τοίχωμα (Keith L. Moore et.al.).

Ανατομικά, το πάγκρεας διαιρείται σε τρία κύρια μέρη: την κεφαλή, το σώμα και την ουρά.

Η κεφαλή του παγκρέατος έχει μέγιστη διάμετρο 3 cm., το σώμα 2,5 cm., και η ουρά 2 cm. Ο αδένας κυμαίνεται από 12 έως 15 cm σε μήκος, ο οποίος με το πέρας των χρόνων μπορεί να υποστεί λιπώδη διήθηση, προσδίδοντας του χαρακτηριστική 'νεφελώδη όψη' (William Herring, 2018).

Η κεφαλή του παγκρέατος αποτελεί τη διευρυμένη μοίρα του αδένα που αγκαλιάζεται από τη σχήματος C αγκύλη του δωδεκαδακτύλου προς τα δεξιά των άνω μεσεντερίων αγγείων ακριβώς κάτω από το διαφυλικό επίπεδο. Το πάγκρεας προσφύεται στερεά στην έσω επιφάνεια της κατιούσας και της οριζόντιας μοίρας του δωδεκαδακτύλου. Το πρόσθιο μέρος της κεφαλής του παγκρέατος καλύπτεται από περιτόναιο, ενώ το οπίσθιο βρίσκεται εκτός κάλυψης και βρίσκεται σε επαφή με κάτω κοίλη φλέβα, την δεξιά νεφρική αρτηρία και την αριστερή νεφρική φλέβα (Keith L. Moore et.al.).

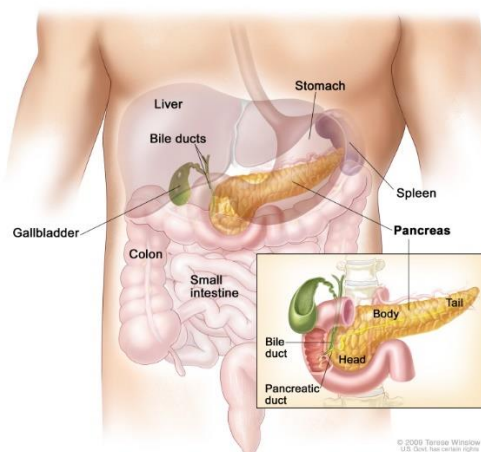
Η αγκιστροειδής απόφυση, αποτελεί προέκταση της κάτω μοίρας της κεφαλής του παγκρέατος, η οποία εκτείνεται προς τα έσω και αριστερά πίσω από την άνω μεσεντέρια αρτηρία. (Keith L. Moore et.al.).

Ο ουχένος του παγκρέατος είναι τμήμα διαμέτρου 1,5-2 cm, που ενώνει την κεφαλή και το σώμα του παγκρέατος. Τοπογραφικά εντοπίζεται πάνω από τα άνω μεσεντέρια

αγγεία, τα οποία σχηματίζουν μια αύλακα στην οπίσθια επιφάνειά του. Η πρόσθια επιφάνεια του αυχένα βρίσκεται δίπλα στο πυλωρό του στομάχου και καλύπτεται από περιτόναιο. (Keith L. Moore et.al.).

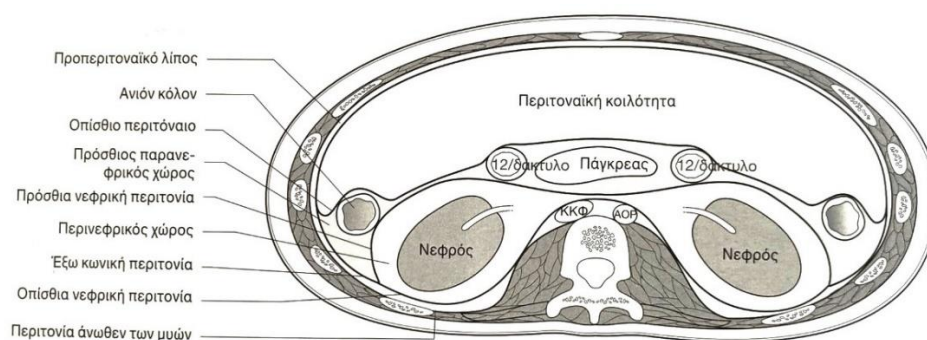
Το σώμα του παγκρέατος συνεχίζεται από τον αυχένα και βρίσκεται προς τα μπροστά και αριστερά των άνω μεσεντέριων αγγείων περνώντας πάνω από την αορτή και τον Ο2 σπόνδυλο, συνεχίζοντας ακριβώς πάνω από το διαπυλωρικό επίπεδο πίσω από τον επιπλοϊκό θύλακο. Η πρόσθια επιφάνεια του σώματος καλύπτεται και αυτή από περιτόναιο και βρίσκεται μέσα στο έδαφος του επιπλοϊκού θύλακου σχηματίζοντας έτσι μέρος του υποστρώματος του στομάχου. Η οπίσθια επιφάνεια η οποία στερείται περιτοναίου βρίσκεται σε επαφή με την αορτή, την άνω μεσεντέρια αρτηρία, το αριστερό επινεφρίδιο, τον αριστερό νεφρό και τα νεφρικά αγγεία (Keith L. Moore et.al.).

Η ουρά του παγκρέατος αποτελεί το μικρότερο και τελευταίο μέρος του παγκρέατος. Έχει συνήθως μήκος μεταξύ 1,3–3,5 cm και βρίσκεται εντός του σπληνονεφρικού συνδέσμου μαζί με τα σπληνικά αγγεία, μπροστά από τον αριστερό νεφρό (Keith L. Moore et.al.).



Ανατομία παγκρέατος (Pancreatic Cancer Treatment)

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK65959/figure/CDR0000062957_250/



Σχηματική απεικόνιση χώροι οπισθοπεριτοναίου (Stephanie Ryan et.al.)

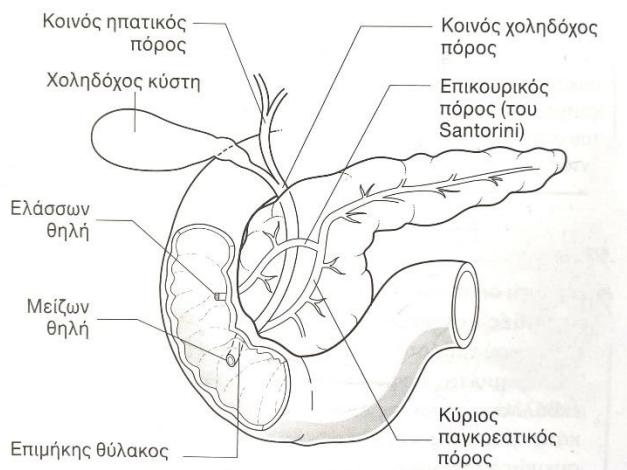
1.1.2. Πόροι παγκρέατος

Στην ανατομία του παγκρέατος βασικά στοιχεία αποτελούν οι εκφορητικοί του πόροι. Διακρίνουμε δύο παγκρεατικούς πόρους: τον κύριο παγκρεατικό πόρο ή πόρο του Wirsung και τον επικουρικό παγκρεατικό πόρο, γνωστό και ως πόρο του Santorini.

Ο κύριος παγκρεατικός πόρος αρχίζει στην ουρά του αδένου και πορεύεται διαμέσου του παρεγχύματος προς την κεφαλή του παγκρέατος: στην κεφαλή στρέφεται προς τα κάτω και συνδέεται στενά με τον χοληδόχο πόρο. Μέσω του παγκρεατικού πόρου το υγρό εκκρίνεται στο έντερο. Το υγρό αυτό αποτελείται από ένζυμα τα οποία συμβάλουν στην απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών από το λεπτό έντερο. Ο κύριος παγκρεατικός και ο χοληδόχος πόρος ενώνονται και σχηματίζουν μια βραχεία, διευρυμένη ηπατοπαγκρεατική λήκυθο (φύμα του Vater), η οποία εκβάλλει μέσα στην κατιούσα μοίρα του δωδεκαδακτύλου.

Ο σφιγκτήρας του παγκρεατικού πόρου (γύρω από την τελική μοίρα του παγκρεατικού πόρου), ο σφιγκτήρας του χοληδόχου πόρου (γύρω από την απόληξη του χοληδόχου πόρου) και ο ηπατοπαγκρεατικός σφιγκτήρας (γύρω από την ηπατοπαγκρεατική λήκυθο), είναι σφιγκτήρες από λείες μυϊκές ίνες που ελέγχουν την ροή της χολής και του παγκρεατικού υγρού μέσα στην λήκυθο και παρεμποδίζουν την παλινδρόμηση των περιεχομένων του δωδεκαδακτύλου μέσα στην λήκυθο.

Ο επικουρικός παγκρεατικός πόρος εκβάλλει μέσα στον δωδεκαδάκτυλο στην κορυφή της ελάσσονος δωδεκαδακτυλικής θηλής. Συνήθως, αυτός επικοινωνεί με τον κύριο παγκρεατικό πόρο. Σε περίπτωση όμως που ο επικουρικός είναι μεγαλύτερος από τον κύριο αυτοί οι δύο στερούνται επικοινωνίας (Keith L. Moore et.al.).



Σχηματική απεικόνιση πόροι παγκρέατος (Stephanie Ryan et.al.)

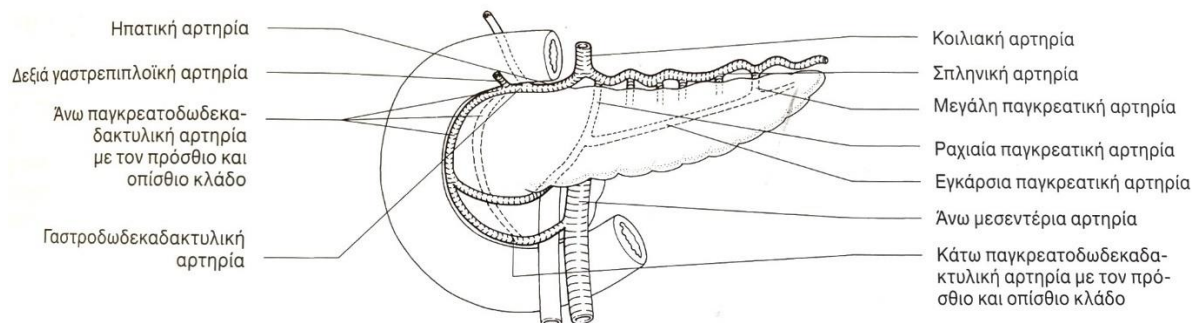
1.1.3. Αιμάτωση παγκρέατος

Το πάγκρεας διαθέτει δική του αιμάτωση μέσω της παγκρεατικής αρτηρίας και φλέβας. Η αιμάτωση του παγκρέατος πραγματοποιείται από τους κλάδους της κοιλιακής και άνω μεσεντέριας αρτηρίας.

Η αρτηριακή άρδευση του παγκρέατος προέρχεται κυρίως από τους κλάδους της εκσησημασμένα ελικοειδούς σπληνικής αρτηρίας. Πολλαπλές παγκρεατικές αρτηρίες σχηματίζουν αρκετά τόξα με παγκρεατικούς κλάδους των γαστροδωδεκακτυλικών και άνω μεσεντέριων αρτηριών. Μέχρι και 10 κλάδοι μπορούν να φέρονται από την σπληνική αρτηρία στο σώμα και στην ουρά του παγκρέατος. Ένας από αυτούς είναι μερικές φορές μεγαλύτερος από τους άλλους και ονομάζεται μεγάλη παγκρεατική αρτηρία. Οι πρόσθιες και οι οπίσθιες άνω παγκρεατοδωδεκαδακτυλικές αρτηρίες, κλάδοι της γαστροδωδεκαδακτυλικής αρτηρίας, καθώς και οι πρόσθιες και οι οπίσθιες κάτω παγκρεατοδωδεκαδακτυλικές αρτηρίες, κλάδοι της άνω μεσεντέριας αρτηρίας, σχηματίζουν μπροστά και πίσω αρτηριακά τόξα τα οποία αρδεύουν την κεφαλή. (Sarahb S. Tailath et.al., 2023), (Luise Thompson et.al.,2022)

Η φλεβική παροχέτευση από το πάγκρεας γίνεται μέσω των αντίστοιχων φλεβών, οι οποίες πορεύονται παράλληλα με τις αρτηρίες και είναι υπεύθυνες για την αποστράγγιση του αποξυγονωμένου αίματος του παγκρέατος. (Adrian Rad BSc (Hons)).

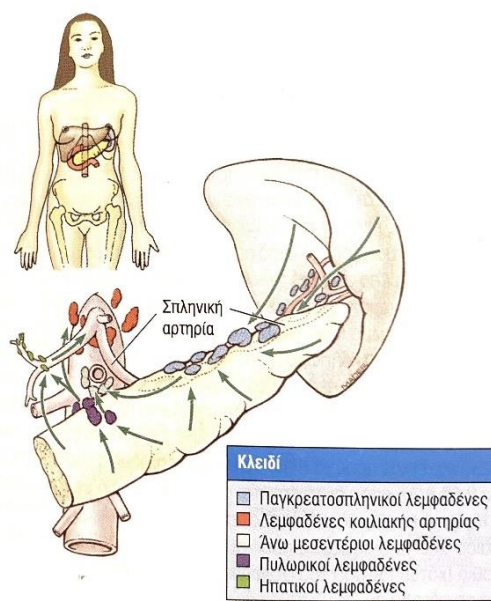
Συγκεκριμένα, το πυλαίο φλεβικό σύστημα παροχετεύει αίμα στο ήπαρ από το κοιλιακό τμήμα του πεπτικού σωλήνα (εκτός από το ορθό), τον σπλήνα, το πάγκρεας, την χοληδόχο κύστη και τους πόρους τους. Οι φλέβες του αυχένα, του σώματος και της ουράς του παγκρέατος εκβάλλουν στην σπληνική φλέβα, της κεφαλής προς την άνω μεσεντέρια και πυλαία φλέβα. Η πυλαία φλέβα αποτελεί συνένωση της άνω και κάτω μεσεντερίου φλέβας και στις σπληνικής φλέβας. Συγκεκριμένα, η κάτω μεσεντέρια φλέβα χύνεται στη σπληνική φλέβα πίσω από το σώμα του παγκρέατος (Λάμπρος Βλάχος, 2000), (Carolina Carneiro, et.al., 2019).



Σχηματική απεικόνιση αρτηριακής παροχής του παγκρέατος (Stephanie Ryan et.al.)

1.1.4. Λεμφική παροχέτευση

Το πάγκρεας παροχετεύεται από λεμφικά αγγεία που ακολουθούν τις αρτηρίες του και έχει πλούσια λεμφική παροχή. Τα περισσότερα αγγεία απολήγουν στους παγκρεατικοσπληνικούς λεμφαδένες, οι οποίοι βρίσκονται κατά μήκος της σπληνικής αρτηρίας, ενώ άλλα, όπως αυτά που παροχετεύουν το κεφάλι, απολήγουν στους πυλωρικούς λεμφαδένες. Απαγωγά αγγεία από αυτούς τους λεμφαδένες, παροχετεύονται στους άνω μεσεντέριους λεμφαδένες ή στους λεμφαδένες της κοιλιακής αρτηρίας μέσω των ηπατικών λεμφαδένων (Stepanie Ryan et.al.), (Louisa Thompson, 2022).



Σχηματική απεικόνιση λεμφαδένων (Keith L. Moore et.al.)

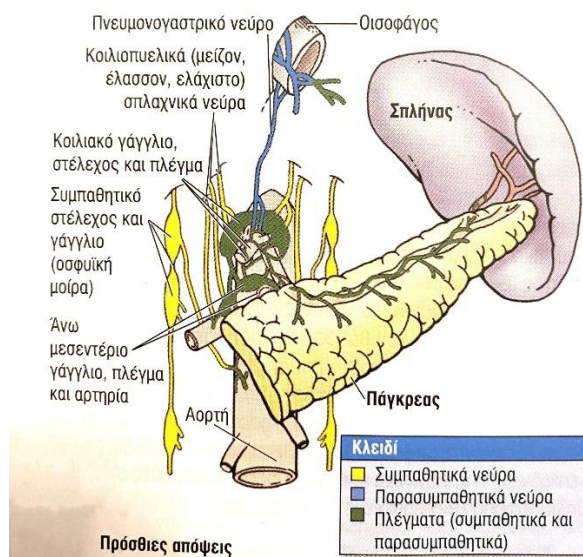
1.1.5. Νεύρωση παγκρέατος

Η νεύρωση του παγκρέατος αναφέρεται στο σύνολο των νευρικών παραμέτρων που ελέγχουν την λειτουργία του παγκρέατος. Το πάγκρεας δέχεται ακούσια ερεθίσματα από το αυτόνομο νευρικό σύστημα, το οποίο διακρίνεται σε συμπαθητικό και παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα, δύο συστήματα που έχουν ανταγωνιστική δράση μεταξύ τους.

Οι νευρικές ίνες του συμπαθητικού νευρικού συστήματος αποτελούνται από τα κοιλιοπυελικά σπλαχνικά νεύρα, τα οποία περιλαμβάνουν τα κυτταρικά σώματα των κατώτερων δύο τριτημορίων των ενδιάμεσων πλαγίων στηλών, δηλαδή από Θ5-Θ6 μέχρι τα Ο2-Ο3 επίπεδα του νωτιαίου μυελού. Οι άξονες από αυτούς τους νευρώνες εξέρχονται από το νωτιαίο μυελό μέσω των κοιλιακών ριζών. Αυτές οι συμπαθητικές ίνες προκαλούν αγγειοσυστολή και αναστολή της εξωκρινούς έκκρισης, δηλαδή αναστολή της ροής του αίματος και συνάμα του παγκρεατικού χυμού.

Αντίθετα της συμπαθητικής νεύρωσης, η παρασυμπαθητική νεύρωση παίζει καθοριστικό ρόλο στην εξωκρινή λειτουργία του παγκρέατος, καθώς οι ίνες επάγουν έκκριση από τα κυψελοειδή κύτταρα, με αποτέλεσμα την απελευθέρωση παγκρεατικού χυμού, ινσουλίνης και γλυκαγόνης.

Οι προσαγωγές ίνες του παρασυμπαθητικού προέρχονται από το πνευμονογαστρικό νεύρο. Το πνευμονογαστρικό νεύρο, αναδύεται από το μέσο τριτημόριο της οπίσθιας παρελαϊκής αύλακας και είναι το δέκατο κρανιακό μικτό νεύρο το οποίο περιλαμβάνει αισθητήριες και κινητικές ίνες. Οι αισθητήριες ίνες προέρχονται από νευρώνες του οζώδους γαγγλίου, ενώ οι κινητικές ίνες προέρχονται από νευρώνες του ραχιαίου κινητικού πυρήνα του πνευμονογαστρικού και του ασαφούς πυρήνα. Οι αισθητήριες πνευμονογαστρικές προσαγωγές αντανακλαστικές ίνες ύστερα από επεξεργασία στο εσωτερικό των NTS, προβάλλουν στους προγαγγλιακούς κινητικούς νευρώνες του DMV όπου και ασκούν την δράση τους (Adrian Rad BSc (Hons) et.al.), (Fred S. Gorelick et.al.) and (Keith L. Moore et.al.)



Σχηματική απεικόνιση νεύρων (Keith L. Moore et.al.)

1.2. Φυσιολογία παγκρέατος

Το πάγκρεας είναι ένας μεικτός ενδοκρινής και εξωκρινής αδέννας.

1.2.1. Ενδοκρινής μοίρα

Οι ενδοκρινείς εκκρίσεις προέρχονται από ομάδες εκκριτικών κυττάρων που καλούνται νησίδες του Langerhans, οι οποίες υποστηρίζονται από ένα λεπτό δίκτυο κολλαγόνου που περιέχει πολυάριθμα θυριδωτά τριχοειδή. Τα νησίδια είναι διάσπαρτα μεταξύ των κυψελίδων και χαρακτηρίζονται από πλούσια αιμάτωση σε σχέση με την εξωκρινή μοίρα. Τα νησίδια αυτά αν και αποτελούν 2% μόνο όλου το βάρους του παγκρέατος και ένας φυσιολογικός ανθρώπινος οργανισμός περιέχει 1

έως 2 εκατομύρια νησίδια που ζυγίζουν περίπου 1 gr, έχουν τεράστια βιολογική σημασία. (George Kekos).

Το πάγκρεας παράγει μια σειρά από ορμόνες οι οποίες παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ομοιόσταση του οργανισμού.

Αυτό γιατί, από τα νησίδια του Langerhans, εκκρίνονται τέσσερα πολυπεπίδια, καθένα από τα οποία παίζει διαφορετικό ρόλο και επιδρά σε διαφορετικές λειτουργίες του οργανισμού. Οι κυριότερες ορμόνες που εκκρίνονται είναι η ινσουλίνη, η γλυκαγόνη, η σωματοστατίνη και το παγκρεατικό πολυπεπίδιο (PP). Η έκκριση αυτών, φαίνεται να ρυθμίζεται από αυτόνομους ενδοπαγκρεατικούς μηχανισμούς.

Η **ινσουλίνη** αποτελεί κύρια αναβολική ορμόνη του οργανισμού η οποία αποτελείται από 51 αμινοξέα και παράγεται από τα β-κύτταρα του παγκρέατος. Η ορμόνη αυτή αποτελείται από δύο μικρά πεπτίδια Α και Β με 21 και 30 αμινοξέα αντίστοιχα, που συγκρατούνται μεταξύ τους με δισουλφιδικούς δεσμούς. Το γονίδιο της ινσουλίνης παράγει ένα πρόδρομο μόριο, την προϊνσουλίνη, το οποίο τελικά μετατρέπεται σε ινσουλίνη και ένα πεπτίδιο C. Η ορμόνη αυτή παίζει καθοριστικό ρόλο στην ρύθμιση του μεταβολισμού των υδατανθράκων και ειδικότερα στο ποσοστό της γλυκόζης στο αίμα. Συγκεκριμένα, ο ρόλος της είναι η αποθήκευση ενέργειας που προσλαμβάνει από κύτταρα του ήπατος, των σκελετικών μυών και του λιπώδους ιστού, διεγείροντας έτσι την πρωτεϊνοσύνθεση με ταυτόχρονη μείωση της γλυκογονόλυσης και της λιπόλυσης και αυξάνοντας την ενδοκυττάρια μεταφορά γλυκόζης. Η μειωμένη πρόσληψη ή έλλειψη της ινσουλίνης οδηγεί σε διαβήτη (George Kekos, Oregon State University)

Η **γλυκαγόνη** είναι μια ορμόνη αποτελούμενη από 29 αμινοξέα και εκκρίνεται από τα α-κύτταρα του παγκρέατος. Η γλυκαγόνη προέρχεται από μια πρόδρομη ουσία, την προγλυκαγόνη.

Το πρόδρομο αυτό γονίδιο εντοπίζεται τόσο στα παγκρεατικά κύτταρα, όπου η επεξεργασία του γίνεται μέσω του ενζύμου κονβερτάση PC2 όσο και στα εντερικά εντεροενδοκρινικά κύτταρα L, στους νευρώνες του εγκεφαλικού στελέχους και στον υποθάλαμο, όπου η επεξεργασία πραγματοποιείται από το PC1, η οποία οδηγεί στο σχηματισμό των πεπτιδίων. Από την διάσπαση αυτών προκύπτουν τα πεπτίδια GLP-1 και GLP-2.

Η γλυκαγόνη έχει καταβολική δράση, διότι διεγείρει την έκκριση της γλυκόζης του αίματος, επιδρώντας στην ηπατική παραγωγή της. Συγκεκριμένα, προάγει την ηπατική μετατροπή του γλυκογόνου σε γλυκόζη, με μια διαδικασία που ονομάζεται γλυκογένεση.

Οι υψηλές συγκεντρώσεις γλυκόζης στο πλάσμα, διεγείρουν την έκκριση της ινσουλίνης, ενώ αναστέλλουν την έκκριση του γλυκαγόνου. Αυτό συμβαίνει κατά την διάρκεια νηστείας, της άσκησης ή σε συνθήκες υπογλυκαιμίας. (Iben Rix, et. Al., 2019)

Η **σωματοστατίνη** προέρχεται κι αυτή από ένα πρόδρομο μόριο, την προ-προσωματοστατίνη η οποία ύστερα από μια σειρά επεξεργασιών μετατρέπεται σε δύο μόρια σωματοστατίνης αποτελούμενα από 14 και 28 αμινοξέα. Το πολυπεπτίδιο αυτό, παράγεται από νευρώνες του πρόσθιου περικοιλιακού και τοξοειδούς πυρήνα του υποθαλάμου. Έχει βρεθεί όμως, ότι μπορεί να συντίθεται από ποικίλες θέσεις του πεπτικού συστήματος, όπως τα δ-κύτταρα του παγκρέατος και το δωδεκαδάκτυλο. Η σωματοστατίνη δρα ανασταλτικά τόσο στην εξωκρινή, όσο και στην ενδοκρινή έκκριση του παγκρέατος και της υπόφυσης. Συγκεκριμένα, αναστέλλει στην έκκριση των παγκρεατικών ορμονών, για παράδειγμα την ινσουλίνη, την γλυκαγόνη και την χολοκυστοκινίνη. Καταστέλλει την έκκριση της χολής, του γαστρεντερικού οξέος, των γαστρεντερικών ορμονών, συμπεριλαμβανομένων της γαστρίνης, προλακτίνης και της σεκρετίνης. Όσον αφορά τις επιδράσεις της στον υποθάλαμο αφορούν την έκκριση ορμονών από την υπόφυση. Εκεί, αναστέλλει την αυξητική ορμόνη, την θυρεοειδοτρόπο ορμόνη (TSH) και την προλακτίνη (PRL). Επίσης, δρα ως νευροδιαβιβαστής στο ΚΝΣ και αποτρέπει την αγγειογένεση και ανάπτυξη καρκινικών κυττάρων (Timothy J. O'Toole et.al., 2023).

Η έκκριση του **παγκρεατικού πολυπεπτιδίου** πραγματοποιείται από τα κύτταρα PP των παγκρεατικών νησίδων του Langerhans ή αλλιώς F κύτταρα. Είναι ένα πολυπεπτίδιο αποτελούμενο από 36 αμινοξέα, ο ρόλος του οποίου είναι η ρύθμιση της εκκένωσης παγκρεατικών και γαστρεντερικών ενζύμων, νερού και ηλεκτρολυτών. Η έκκριση του αυξάνεται σε περιόδους νηστείας, υπογλυκαιμίας, κατά την διάρκεια γεύματος και άσκησης, αλλά ακόμα και σε περιπτώσεις ασθενών με νευροενδοκρινείς όγκους (John A. Williams, 2014).

1.2.2. Εξωκρινής μοίρα

Η εξωκρινής μοίρα αποτελείται από παγκρεατικά ακίνια (πυραμιδοειδή ακίνια με την κορυφή στραμμένη προς τον αυλό). Αυτά περιέχουν πυκνούς κόκκους ζυμογόνου στην κορυφή, ενώ στην βάση εμφανίζεται ο πυρήνας και το ενδοπλασματικό δίκτυο (το οποίο βοηθά στη σύνθεση των πεπτικών ενζύμων). Αυτά τα ένζυμα αποθηκεύονται σε εκκριτικά κυστίδια που ονομάζονται σύμπλεγμα Golgi. Η βασεοπλευρική μεμβράνη των κυψελοειδών κυττάρων περιέχει αρκετούς υποδοχείς για νευροδιαβιβαστές, συμπεριλαμβανομένης της εκκριτίνης, της χολοκυστοκινίνης και της ακετυλοχολίνης, οι οποίοι ρυθμίζουν την εξωκυττάρωση των πεπτικών ενζύμων (Saurabh S. Talathi, 2023).

Το εξωκρινές τμήμα του παγκρέατος, καλύπτει το 80% μέρος του παγκρέατος, από το οποίο εκκρίνεται προς τον αυλό του δωδεκαδακτύλου το παγκρεατικό υγρό. Το

εξωκρινές τμήμα, αποτελείται από λόβια που ονομάζονται κυψελίδες, παρόμοια με εκείνα των σιελογόνων αδένων και κύτταρα του πόρου. Τα κύτταρα του πόρου εκκρίνουν το διάλυμα όξινου ανθρακικού νατρίου NaHCO_3 που εισέρχεται στον πεπτικό σωλήνα, ενώ τα κυψελιδικά κύτταρα εκκρίνουν ένζυμα που είναι απαραίτητα για την πέψη και την απορρόφηση των τροφών. (Dee Unglaud Sliverthorn, 2018).

Τα ανενεργά αυτά πεπτικά ένζυμα, ονομάζονται ζυμογόνα τα οποία συντίθενται στα ριβοσώματα του αδρού ενδοπλασματικού δικτύου που περικλείονται από μεμβράνη. Μετά την σύνθεση μεταφέρονται συσκευή Golgi όπου και υφίσταται επεξεργασία. Η βασεοπλευρική μεμβράνη των κυψελοειδών κυττάρων περιέχει αρκετούς υποδοχείς για νευροδιαβιβαστές, συμπεριλαμβανομένης της εκκριτίνης, της χολοκυστοκίνης και της ακετυλοχολίνης, οι οποίοι ρυθμίζουν την εξωκυττάρωση των πεπτικών ενζύμων (Saurabh S. Talathi, 2023).

Η διαδικασία ενεργοποίησης ξεκινάει όταν το ανενεργό θρυψιγόνο μετατραπεί σε ενεργό θρυψίνη με την βοήθεια του ενός πρωτεολυτικού ενζύμου, την εντεροπεπτιδάση. Η θρυψίνη με την σειρά της, καταλύει και ενεργοποιεί τα υπόλοιπα πρόδρομα ένζυμα του παγκρέατος στις ενεργές μορφές τους, δηλαδή γίνονται ενεργές πεπτιδάσες, αμυλάσες, λιπάσες και νουκλεάσες, οι οποίες θα εισέλθουν από το στομάχι στο λεπτό έντερο, σε ένα υδαρές υγρό που περιέχει επίσης διττανθρακικά. Προϋπόθεση για την απελευθέρωση των ενζύμων αποτελούν η διάταση του λεπτού εντέρου και η παρουσία τροφής μέσα σε αυτό, νευρικά σήματα και η παρουσία ορμόνης του ΓΕΣ, CCK (Dee Unglaud Sliverthorn, 2018 και Adrian Rad BSc (Hons)).

Τα διττανθρακικά με την σειρά τους, εξουδετερώνουν την είσοδο οξέος από τον στόμαχο. Απαραίτητη προϋπόθεση απαιτούν οι παρακάτω παράγοντες:

- η επαρκής παροχή CO_2
- τα υψηλά επίπεδα του ενζύμου καρβονική ανυδράση, που δρα ως καταλύτης στο σχηματισμό διττανθρακικών από CO_2 και H_2O
- η φυσιολογική συμπεριφορά των μεταφορέων NKCC και η ανταπόκριση του διαύλου CFTR. Ο ρόλος του μεταφορέα NKCC είναι η έμμεση μεταφορά του Cl στα κύτταρα. Ο δίαυλος συντελεί στη διατήρηση της ισορροπίας χλωριούχου νατρίου και νερού σε πολλές επιφάνειες του σώματος, ενώ δυσλειτουργία αυτού προκαλεί αναστολή των παγκρεατικών εκκρίσεων, ορόσημο για την κυστική ίνωση. (Dee Unglaud Sliverthorn, 2018)

1.3. Εμβρυολογία

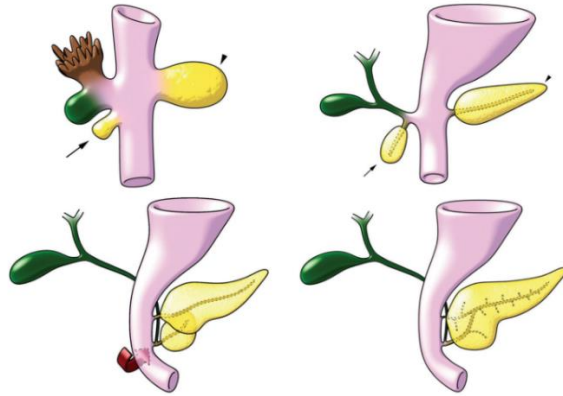
Το πάγκρεας προέχεται από την ένωση του πρόσθιου και του μέσου εντέρου του εμβρύου ως μεγάλο ραχιαίο τμήμα και δύο μικρότερα κοιλιακά και το οποίο άρχεται από κοινού με το χοληφόρο σύστημα.

Η ανάπτυξη του ξεκινάει την 4^η εμβρυική εβδομάδα από δύο καταβολές, την κοιλιακή και την ραχιαία. Το μεγαλύτερο μέρος της κεφαλής του παγκρέατος σχηματίζεται από την κοιλιακή καταβολή, η οποία βρίσκεται προς τα δεξιά, ενώ το υπόλοιπο πάγκρεας από τη ραχιαία, η οποία εντοπίζεται προς τα αριστερά. Η ανάπτυξη του κοιλιακού παγκρέατος καθορίζεται από τον παράγοντα μεταγραφής Ptf-1a, ενώ η ραχιαία καταβολή επάγεται από το ενδόδερμα του ραχιαίου εντέρου από σήματα ακτιβίνης και FGF τα οποία προέρχονται από την νωτιαία χορδή, δηλαδή μια δομή παρόμοια με αυτή του χόνδρου. Αυτά, εκφράζουν τους παράγοντες μεταγραφής Pdx-1 και Hoxb-9. Σε περίπτωση μεταλλαξιγένεσης προκύπτει εξάλειψη Pdx-1 με αποτέλεσμα την διαφοροποίηση δύο γενεαλογικών κυττάρων: των παγκρεατικών εξωκρινών και ενδοκρινών κυττάρων. (Bruce M. Carlson, MD, PhD)

Στην 6^η εβδομάδα παρατηρείται, περιστροφή του δωδεκαδακτύλου και ταυτόχρονη οπίσθια στροφή του δεξιού κοιλιακού τμήματος για να συγχωνευτεί με την κάτω όψη του ραχιαίου τμήματος, εγκλωβίζοντας τα άνω μεσεντέρια αγγεία μεταξύ των τμημάτων.

Στην 7^η εβδομάδα της κύησης, ο κοιλιακός και ο ραχιαίος πόρος συνενώνονται σχηματίζοντας έτσι έναν σωλήνα που εκτείνεται από την ουρά έως την κεφαλή του οργάνου ο οποίος λέγεται κύριος παγκρεατικός πόρος (πόρο του Wirsung). Το ανώτερο τμήμα της ραχιαίας καταβολής συνήθως αποφράσσεται και εξαφανίζεται, αφήνοντας στην θέση του έναν επικουρικό παγκρεατικό πόρο ή πόρο του Santorini. Συγκεκριμένα, πρόκειται για διακλάδωση του κύριου παγκρεατικού πόρου, ο οποίος εκβάλλει σε επικουρική θηλή σε διπλανή θέση του φύματος του Vater του δωδεκαδακτύλου. Ο πόρος του Santorini, εντοπίζεται μπροστά από τον κύριο παγκρεατικό πόρο, ο οποίος διαπερνά την κεφαλή σε πιο οριζόντιο επίπεδο. Το συντηγμένο πάγκρεας περικλείει την ΑΦΜ και την ΑΜΑ (άνω μεσεντέρια αρτηρία), οι οποίες είναι σε σχέση με αυτές τις εμβρυικές αναπτυχθείσες καταβολές. (John T. Hansen and Stephanie Ryan et.al.).

Η τελική διαμόρφωση του παγκρέατος, εξαρτάται από την δράση των μορίων σηματοδότησης, της φολλιστατίνης και των FGF σε συνδυασμό με την δράση του υποδοχέα Notch. Το ενδόδερμα του παγκρέατος δίνει γένεση στα εξωκρινή και ενδοκρινή κύτταρα του οργάνου, ενώ το στρώμα του συνδετικού ιστού και τα αγγεία σχηματίζονται από το μεσόδερμα (Stephanie Ryan et.al.).



Ανάπτυξη παγκρέατος (Lazaridou Aliko et. Al., Embryological Development and Congenital Anomalies of the Pancreas [file:///C:/Users/user/Downloads/511-6295-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/511-6295-1-PB%20(1).pdf))

2^ο Κεφάλαιο

Μέθοδοι απεικόνισης παγκρέατος

2.1 Απλή Ακτινογραφία (X-ray)

Η απλή ακτινογραφία αποτέλεσε τη βάση για την απεικόνιση των οργάνων του ανθρώπινου σώματος. Οι συμβατικές (απλές ακτινογραφίες παράγονται χρησιμοποιώντας ιονίζουσα ακτινοβολία που παράγεται από ακτινογραφικά μηχανήματα.

Αρχή λειτουργίας

Η συσκευή που χρησιμοποιήθηκε από τον Roentgen για την παραγωγή ακτίνων X αποτελείται από ένα γυάλινο σωλήνα, που ονομάζεται λυχνία, η οποία είναι εφοδιασμένη με δύο ηλεκτρόδια, την άνοδο και την κάθοδο. Η παραγωγή των ακτίνων X πραγματοποιείται όταν επιταχυνόμενα ηλεκτρόνια προσκρούσουν στην ύλη.

Η κάθοδος αποτελείται από νήμα βολφραμίου τοποθετημένο σε κατάλληλη κοιλότητα εστίασης και μέσω θερμιονικής εκπομπής εκπέμπει ηλεκτρόνια.

Σε απόσταση μερικών εκατοστών από την κάθοδο βρίσκεται η περιστρεφόμενη θετικά φορτισμένη άνοδος μία ημικλινής περιοχή που επιβραδύνει ή σταματά τα ηλεκτρόνια και το στέλεχος στήριξης/απαγωγής θερμότητας. Τα αποδιειγνόμενα ηλεκτρόνια, εκπέμπουν ορατά φωτόνια και η κατανομή τους στην επιφάνεια της οθόνης εξόδου δημιουργεί την τελική ακτινοσκοπική εικόνα.

Για να παραχθεί η ακτινολογική εικόνα θα πρέπει να υπάρξει συνδυασμός απορρόφησης και διέλευσης των φωτονίων της ακτινολογικής δέσμης. Η απορρόφηση γίνεται πρακτικά από το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο που είναι επιθυμητό, ενώ η διέλευση όταν φωτόνια διέρχονται από την ύλη χωρίς αλληλεπίδραση. Ταυτόχρονα όμως φτάνουν και σκεδαζόμενα φωτόνια, τα οποία συνεισφέρουν μόνο στην αμαύρωση χωρίς όμως να μεταφέρουν ανατομική πληροφορία.

Τεχνική απεικόνισης

Για τη μελέτη του παγκρέατος χρησιμοποιείται η ακτινογραφία θώρακος ή κοιλιάς.

Συγκεκριμένα, η ακτινογραφία θώρακος σε όρθια θέση χρησιμεύει στην ανίχνευση πλευριτικών υπεζωκοτικών συλλογών οι οποίες μπορεί να εμφανιστούν δευτεροπαθώς σε παθολογικές καταστάσεις της κοιλιάς οι οποίες θα αναλυθούν παρακάτω. (William Herring, 2018)

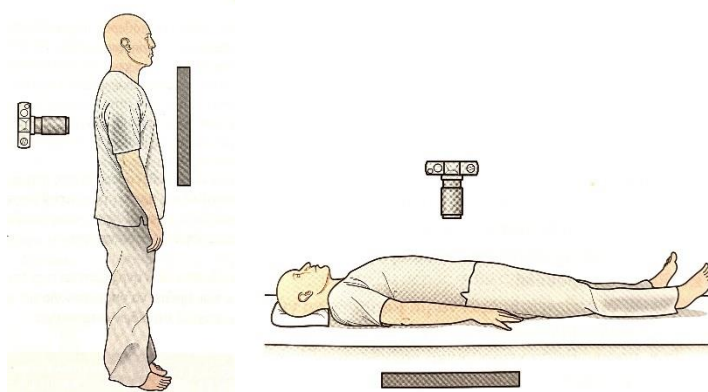
Η απλή ακτινογραφία κοιλιάς σε ύπτια προβολή όπου το στεφανιαίο επίπεδο είναι παράλληλο με την ανιχνευτική επιφάνεια και η ραχιαία επιφάνεια να βρίσκεται σε επαφή με το τραπέζι, πραγματοποιείται στα πλαίσια εκτίμησης συνολικής κατανομής

του αέρα στο έντερο. Επίσης, αποδεικνύεται πολύτιμη για την απεικόνιση αποτιτανώσεων στο παρέγχυμα του παγκρέατος, χαρακτηριστικά ευρήματα σε περιπτώσεις χρόνιας παγκρεατίτιδας. Συγκεκριμένα, πρόκειται για αποτιτανώσεις με μορφολογία νεφελοειδή, άμορφη ή σαν pop corn. (William Herring, 2018)

Σε περίπτωση κατανομής των αποτιτανώσεων καθ' όλο το μήκος του αδένα τότε αυτός παρουσιάζει μια εγκάρσια διάταξη στο επίπεδο του πρώτου σπονδύλου της οσφυϊκής μοίρας της ΣΣ, με τη μεγαλύτερη κεφαλή στη δεξιά πλευρά και το σώμα και την ουρά να εκτείνεται αριστερά και προς τα πάνω. Και οι δύο προβολές λαμβάνονται συνήθως σε θέση εκπνοής (Stephanie Ryan et.al.).

Άλλες διαγνωστικές πληροφορίες που μας δίνει η παραπάνω εξέταση είναι η παρουσία ασβεστωμένων χολόλιθων που συνηγορεί για λιθιασική παγκρεατίτιδα.

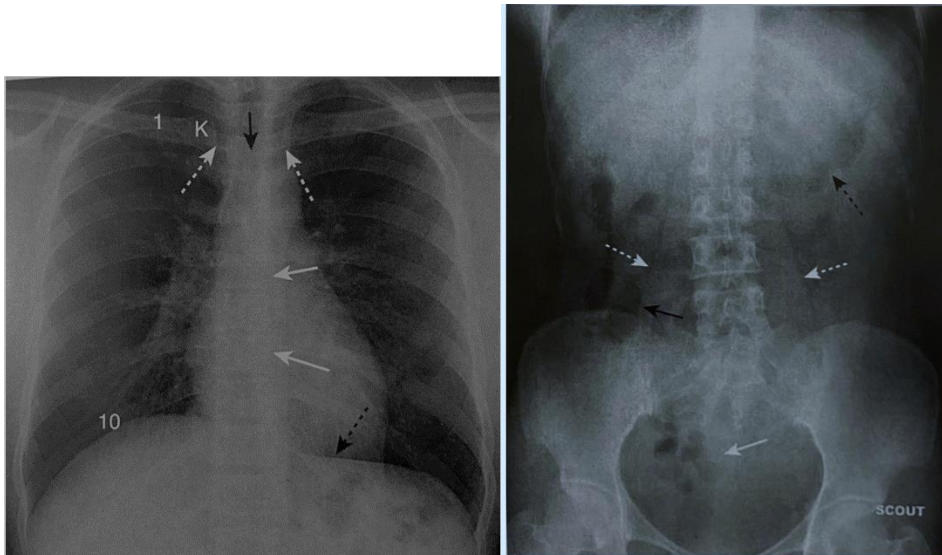
Το μεγαλύτερο μειονέκτημα της συμβατικής ακτινογραφίας είναι το περιορισμένο εύρος πυκνοτήτων που μπορεί να αναδείξει και η ιονίζουσα ακτινοβολία που χρησιμοποιεί. (William Herring, 2018)



Απεικόνιση ακτινογραφίας θώρακος σε όρθια θέση και κοιλιάς σε ύπτια θέση αντίστοιχα (William Herring)

Φυσιολογική απεικόνιση

Η κλασική ακτινολογία, μπορεί να μην αποτελεί την κατεξοχήν μέθοδο απεικόνισης, αλλά αρκετές φορές αποτελεί το πρώτο βήμα για την εκτίμηση του οργάνου του ασθενούς, πριν τη διενέργεια άλλων απεικονιστικών εξετάσεων. Η περιορισμένη διαγνωστική αξία της έγκειται στη δυσχερή ανατομική θέση του παγκρέατος και της ελλείψεως σκιαγραφικής αντιθέσεως με τους γειτονικούς ιστούς. Το πάγκρεας φυσιολογικά δεν απεικονίζεται, με εξαίρεση ορισμένων παθολογικών περιπτώσεων που οδηγούν στην αποτιτανώση του. (Λάμπρος Βλάχος, 2000)



Φυσιολογική ακτινογραφία θώρακος και κοιλιάς αντίστοιχα

1. ΣΣ (λευκά βέλη), ακανθώδης απόφυση (μαύρο βέλος), έσω τμήμα κλειδών (διακεκομμένο άσπρο βέλος), αριστερό ημιδιάφραγμα (διακεκομμένο μαύρο βέλος)
2. Αέρας στο στομάχι (διακεκομμένο μαύρο βέλος), ψοΐτες μύες (διακεκομμένα άσπρα βέλη), διατεταμένες έλικες εντέρου (μαύρο βέλος), ορθοσιγμοειδές (άσπρο βέλος) (William Herring)

2.2 Υπερηχοτομογραφία (Ultrasound)

Η υπερηχοτομογραφία είναι μία απεικονιστική μέθοδος, που χρησιμοποιείται για την απεικόνιση μυών, τενόντων και πολλών εσωτερικών οργάνων. Προσφέρει σε πραγματικό χρόνο να γίνει καταγραφή του μεγέθους, της δομής και τυχόν παθολογικών βλαβών.

Αρχή λειτουργίας

Η αρχή λειτουργίας του δεν βασίζεται στη χρήση ιονίζουσας ακτινοβολίας, αλλά στη χρήση ηχητικών κυμάτων (υπερήχων) υψηλής συχνότητας, τα οποία ταξιδεύουν με διαφορετική ταχύτητα μέσα στους ιστούς. Οι συχνότητες αυτές, είναι της τάξεως των 1 έως 20 MHz, οι οποίες έχουν την δυνατότητα μεταφοράς ενέργειας σε επιλεγμένα σημεία. Η μηχανική αυτή ενέργεια προκαλεί μεταβαλλόμενη συμπίεση και αραιώση του άγοντος μέσου. Η φάση υψηλής πίεσης ενός ηχητικού κύματος προκαλεί την συμπίεση, ενώ η φάση χαμηλής πίεσης προκαλεί την αραιώση (Scott P. Grogan, 2023 et.al.), (William D. Middleton et.al.)

Στο κλινικό υπερηχογράφημα, τα μέσα που εμπλέκονται είναι ο αέρας, το νερό, το σωματικό υγρό, οι μαλακοί ιστοί, το αίμα και τα οστά. Όσο μικρότερη είναι η απόσταση μεταξύ των μορίων, τόσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του ήχου. Η ταχύτητα του ήχου είναι χαμηλότερη στα αέρια, υψηλότερη στα υγρά, ακόμα υψηλότερη στους μαλακούς ιστούς και υψηλότερη όλων στα οστά. Αν ο παλμός συναντήσει υγρό, το μεγαλύτερο μέρος της ακουστικής ενέργειας μεταδίδεται, ενώ αν συναντήσει αέρα ή οστό, ανακλάται. Η ταχύτητα διάδοσης για τους μαλακούς ιστούς είναι 1540 m/sec (William D. Middleton et.al.).

Διάδοση υπερήχων μέσα στους ιστούς

Ο κάθε βιολογικός ιστός έχει διαφορετική συμπεριφορά όταν δεχτεί ένα ηχητικό παλμό. Συγκεκριμένα, μπορεί να προκληθεί ανάκλαση, σκέδαση, διάθλαση, ή απορρόφηση των παλμών.

Η ανάκλαση ή οπίσθια σκέδαση, είναι το φαινόμενο στο οποίο βασίζεται η κατασκευή εικόνας. Συμβαίνει όταν ένα ξένο σώμα διαφορετικής ύλης από αυτή του μέσου παρεμβάλλεται στην κατεύθυνση των ηχητικών κυμάτων. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, συμβαίνει όταν ο ήχος συναντήσει τη διεπιφάνεια ιστών με διαφορετική ακουστική αντίσταση, δηλαδή με διαφορετική πυκνότητα. Η επιφάνεια που προκαλεί το φαινόμενο της ανάκλασης ονομάζεται κατοπτρικός ανακλαστήρας. Η ακουστική αντίσταση είναι το αποτέλεσμα της ταχύτητας του ήχου και της πυκνότητας του ιστού. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά της ακουστικής αντίστασης, τόσο μεγαλύτερη είναι η οπίσθια σκέδαση ή ανάκλαση. Προκειμένου να παραχθεί σήμα θα πρέπει η προσπίπτουσα ανακλώμενη ακτίνα και η επιφάνεια να βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, δηλαδή κάθετα μεταξύ τους. Όταν επιστρέψει πίσω ο ήχος στον ηχοβολέα, το ηχητικό κύμα μετατρέπεται σε ηλεκτρικούς παλμούς, οι οποίοι στέλνονται στο μηχάνημα σάρωσης (scanner) (William Herring, 2018).

Το υπόλοιπο ποσοστό της ενέργειας που δεν ανακλάται, αλλά διαπερνά τα διάφορα στρώματα βιολογικών ιστών του ανθρωπίνου σώματος ή απορροφάται από αυτά, δεν χρησιμεύει άμεσα στην κατασκευή του υπερηχοτομογραφήματος (Στέλιος Ορφανουδάκης, 2003-2004).

Η διάχυση αναφέρεται στην αλλαγή κατεύθυνσης του ήχου προς ποικίλες κατευθύνσεις.

Η σκέδαση προσφέρει χρήσιμη διαγνωστική πληροφορία, καθώς χρησιμεύει τόσο στην απεικόνιση μεγάλων διαχωριστικών επιφανειών των ανατομικών ιστών που επιτρέπουν κατοπτρικές ανακλάσεις, όσο και στην απεικόνιση του παρεγχύματος των ιστών. Στην σκέδαση παρατηρείται ασθενές σήμα, όταν ο ήχος προσπίπτει σε μικρή ακουστική ή μεγάλη ανώμαλη διεπιφάνεια. Τα ηχητικά κύματα κατά την ανάκλασή τους, αλλάζουν προσανατολισμό ακολουθώντας τυχαίες διευθύνσεις. (William D. Middleton et.al.), (Σταύρος Τσαντής).

Η διάθλαση παρατηρείται όταν ο ήχος που διαπερνά τους ιστούς διαδίδεται με διαφορετική ταχύτητα και η γωνία πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερη των ($\theta_i > \theta_0$) μοιρών, με αποτέλεσμα να αλλάζει και η διεύθυνση διάδοσης του δια μέσου μιας διεπιφάνειας μεταξύ δύο στοιχείων. Η διάθλαση της δέσμης υπερήχων αποτελεί την κύρια πηγή τεχνικών σφαλμάτων γεωμετρικής φύσης, καθώς προκαλεί τροποποίηση σχήματος και μετατόπισης των ανατομικών οργάνων. Συγκεκριμένα είναι υπεύθυνη για το τεχνικό σφάλμα διπλασιασμού, δηλαδή παρατηρείται διπλασιασμός των εν τω βάθει κοιλιακών και πυελικών δομών κατά την εξέταση της κοιλιακής περιοχής (William D. Middleton et.al.), (Σταύρος Τσαντής).

Ακόμη ένα φαινόμενο που συμβάλλει στη σταδιακή εξασθένηση της δέσμης υπερήχων είναι η απορρόφηση ενέργειας στους ιστούς. Η απορρόφηση είναι μεγαλύτερη στα οστά, λιγότερη στους μαλακούς ιστούς και ακόμα πιο περιορισμένη στα υγρά. Η απορρόφηση αποτελεί τη μετατροπή ακουστικής (μηχανικής) ενέργειας σε θερμότητα και αποτελεί την κυρίαρχη αιτία του φαινομένου της ακουστικής σκιάς.

Ένας ιστός που αντανακλά πολλές ηχώ καλείται ηχογενής (υπερηχογενής), και συνήθως απεικονίζεται λαμπερός ή άσπρος.

Ο ιστός που δέχεται λίγες ή καθόλου ηχώ καλείται υποηχογενής ή άνηχος και συνήθως απεικονίζεται γκριζός ή μαύρος (William D. Middleton et.al.).

Τεχνική απεικόνισης

Υπάρχουν περιορισμοί λόγω της θέσης του παγκρέατος και της αεροπληθείας του στομάχου και των υπερκείμενων ελίκων του παχέος εντέρου. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται ότι μόνο 60% των εξετάσεων παρουσιάζουν ολόκληρη απεικόνιση του αδένου. (Stephanie Ryan et.al.). Γι' αυτόν τον λόγο, συνίσταται η εξέταση να πραγματοποιείται σε κατάσταση νηστείας τουλάχιστον για 6 ώρες για να ελαχιστοποιηθεί η παρεμπόδιση που προκαλεί ο αέρας στις εντερικές έλικες.

Το καλύτερο παράθυρο υπερήχων λαμβάνεται χρησιμοποιώντας υψηλές επιγαστρικές τομές (που αποφεύγουν το κόλον), ή τομές με πρόσθια υποξιφοειδική προσέγγιση χρησιμοποιώντας τον αριστερό λοβό του ήπατος ως ακουστικό παράθυρο. Η πρόσθια υποξιφοειδική προσέγγιση, βρίσκει χρησιμότητα στη μελέτη κεφαλής ή σώματος, με τον εξεταζόμενο να σπρώχνει τα κοιλιακά τοιχώματα προς τα έξω. Συμπλήρωμα αυτής, αποτελεί και μια δεξιά υποπλεύρια προβολή, δηλαδή με τον εξεταζόμενο τοποθετημένο σε αριστερή οπίσθια λοξή θέση, για πιο ολοκληρωμένη απεικόνιση της κεφαλής του παγκρέατος. Όσον αφορά την ουρά του παγκρέατος, οι προαναφερθείσες προσεγγίσεις δεν είναι ικανοποιητικές για την απεικόνιση του. Αντίθετα, σάρωση με αριστερή πλάγια μεσοπλεύρια προσέγγιση και χρησιμοποιώντας το σπλήνα ως ακουστικό παράθυρο, μπορεί να βοηθήσει στην απεικόνιση της ουράς του πάγκρεας. Άλλη εναλλακτική παραθύρου, αποτελεί ο γεμάτος υγρά στόμαχος του εξεταζόμενου, ύστερα από χορήγηση από του στόματος νερό (William D. Middleton et.al.).



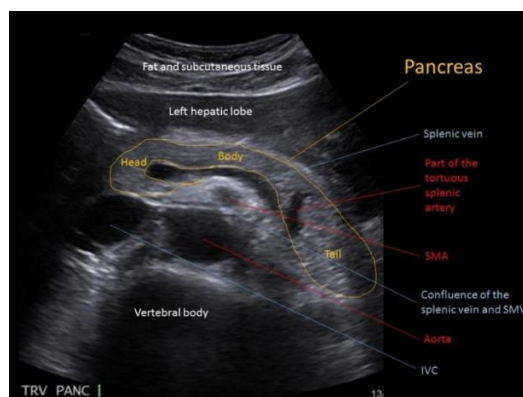
Απεικόνιση διαδικασίας υπερηχοτομογραφίας (mayfair diagnostics, <https://www.radiology.ca/article/why-would-i-need-abdominal-ultrasound/>)

Φυσιολογική απεικόνιση

Το φυσιολογικό πάγκρεας απεικονίζεται ως ισόηχο ή υπέρηχο σε σχέση με το φυσιολογικό ήπαρ, ενώ σε σχέση με το σπλήνα, ισόηχο, υπέρηχο ή υπόηχο με λεπτό και ομοιογενές παρέγχυμα. Η λιπώδης εκφύλιση όμως που παρατηρείται με το πέρασμα των χρόνων, οδηγεί σε αύξηση της ηχογένειας. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων απεικονίζεται ολόκληρο, ενώ ένα μέρος του απεικονίζεται τμηματικά, λόγω της επικάλυψης αυτού από αέρα (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

Για μια σωστή αξιολόγηση του παγκρέατος πρέπει να απεικονισθούν όλα τα τμήματα του. Συγκεκριμένα, η κεφαλή του παγκρέατος εντοπίζεται εύκολα καθώς απεικονίζεται κατά τη μέση γραμμή προσθίως της συμβολής άνω μεσεντέριας και σπληνικής φλέβα καθώς και μπροστά από την κάτω κοίλη φλέβα.

Όταν η κεφαλή απεικονίζεται ευκρινώς, στο οπίσθιο ήμισυ της κεφαλής εντοπίζεται ο χοληδόχος πόρος, ενώ προσθίως η γαστροδωδεκαδακτυλική αρτηρία. Και τα δύο αγγεία εμφανίζονται με μειωμένη ηχογένεια. Ο αυχέννας του αδένου αναγνωρίζεται στην εγκάρσια και οβελιαία σάρωση προσθίως της συμβολής άνω μεσεντέριας και σπληνικής φλέβας. Προσθίως της συμβολής φαίνεται και το σώμα του παγκρέατος. Τέλος, η ουρά απεικονίζεται στρέφοντας τον ηχοβολέα προς τα άνω και πλάγια της μέσης γραμμής κατά τη σπληνική πύλη ή μέσω λοξών σαρώσεων διαμέσου του σπλήνα (Stephanie Ryan et.a.l).



Φυσιολογική απεικόνιση παγκρέατος (Radiopaedia https://radiopaedia.org/cases/normal-pancreas-ultrasound?case_id=normal-pancreas-ultrasound&lang=us)

2.3 Ενδοσκοπικό υπερηχογράφημα (Endoscopic Ultrasound-EUS)

Χρησιμοποιώντας τη λογική του απλού υπερηχογραφήματος, το ενδοσκοπικό υπερηχογράφημα άνοιξε νέους δρόμους για την απεικόνιση του τοιχώματος του πεπτικού σωλήνα, χοληδόχου πόρου, των παρακείμενων οργάνων και αγγείων.

Σήμερα, το EUS πέρα από την απεικονιστική προσέγγιση που προσφέρει, χρησιμοποιείται επίσης για τη λήψη δειγμάτων λεμφαδένων ή μορφωμάτων ύποπτων κακοηθειών με αναρρόφηση με λεπτή βελόνα (FNA) προκειμένου να καθορισθεί η φύση τους. Επιπροσθέτως, η χρήση ηχοβολέων υψηλής συχνότητας >10

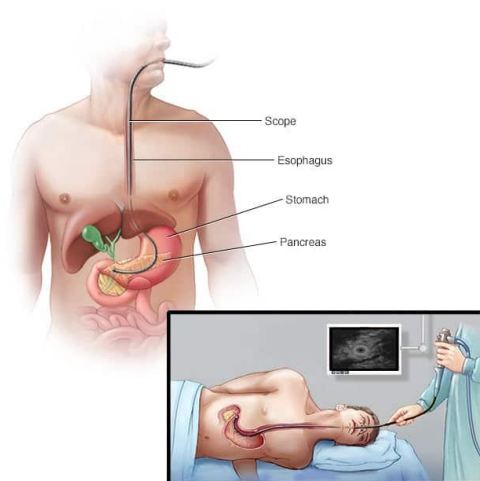
MHz πλησίον των ανατομικών δομών ενδιαφέροντος επιτρέπει την παροχή εικόνων υψηλής ανάλυσης, δηλαδή υψηλής χωρικής διακριτικής ικανότητας. (Yogananda Reddy et.al., 2009)

Τεχνική απεικόνισης

Αυτή η μέθοδος βασίζεται στη χρήση ενδοσκοπίου, ενός λεπτού, εύκαμπτου σωλήνα που φέρει στην άκρη του κάμερα και φως.

Μόλις αυτός εισέλθει στο στομάχι, το ενδοσκόπιο εκπέμπει ηχητικά κύματα υψηλής συχνότητας από έναν ενσωματωμένο μικροσκοπικό καθετήρα, με το οποίο θα παράγει λεπτομερείς εικόνες της ενδιαφερόμενης περιοχής.

Υπάρχουν δύο είδη ηχοενδοσκοπίων, το Radial EUS και το Linear EUS. Το πρώτο, παρέχει μια πλήρη προβολή 360 μοιρών σε επίπεδο κάθετο σε αυτόν του εύρους το οποίο χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για προληπτικό έλεγχο. Το δεύτερο, παρέχει εντοπισμένη λοξή εικόνα παράλληλη με το εύρος και έχει θεραπευτικό χαρακτήρα. (Yogananda Reddy et.al., 2009)

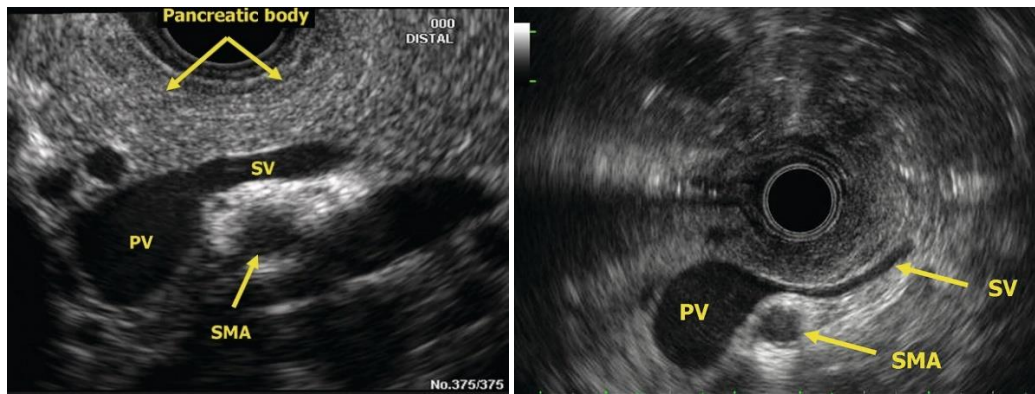


© MAYO FOUNDATION FOR MEDICAL EDUCATION AND RESEARCH. ALL RIGHTS RESERVED.

Απεικόνιση διαδικασίας μεθόδου (Mayo Clinic-Endoscopic Ultrasound, <https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/endoscopic-ultrasound/about/pac-20385171>)

Φυσιολογική απεικόνιση

Η φυσιολογική απεικόνιση του παγκρέατος, δεν διαφέρει από αυτή του απλού υπερηχογραφήματος. Κλασικά έχει ομοιογενή, λεπτή, όψη με ηχογένεια παρόμοια με του σπλήνα η ποιότητα όμως της εικόνας είναι σαφώς υψηλότερη.



Φυσιολογική Απεικόνιση με Radial και Linear EUS αντίστοιχα. SV: σπληνική φλέβα, PV: πυλαία φλέβα, SMA: μεσεντέρια αρτηρία (Richard A. Erickson et.al. <https://radiologykey.com/eus-of-the-normal-pancreas/>)

2.4 Αξονική Τομογραφία (Computer Tomography-CT)

Μία ακόμη χρήσιμη μέθοδο απεικόνισης είναι η αξονική τομογραφία ή γνωστή και ως υπολογιστική τομογραφία CT. Οι υπολογιστικοί τομογράφοι, οι οποίοι πρωτοεμφανίστηκαν την δεκαετία του 1970, προκάλεσαν αλματώδη πρόοδο στην ιατρική απεικόνιση. Η εφαρμογή της CT έλυσε τα μεγάλα μειονεκτήματα της κλασικής Ακτινολογίας, διαμορφώνοντας την ως μέθοδο εκλογής για την αξιολόγηση των παγκρεατικών παθήσεων και των επιπλοκών τους. Η εξήγηση γι' αυτό είναι ότι ο αέρας εντός του στόμαχου και στα έντερα δεν επηρεάζει την εικόνα. Μάλιστα, έρευνες έχουν δείξει ότι στα παχύσαρκα άτομα αναδεικνύεται καλύτερα το πάγκρεας, λόγω της παρουσίας μεγάλης ποσότητας λίπους στο οπισθοπεριτοναϊκό χώρο (Δημ. Αλειφερόπουλος et al.), (Andrea Agostini et al.).

Κατά κύριο λόγο, χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση παγκρεατίτιδας, τραύματος και για τη διαχείριση ασθενειών με διαφορετικό βαθμό κακοήθειας (Andrea Agostini et al.), (Δημ. Αλειφερόπουλος et al.).

Αρχή λειτουργίας

Ένας Υπολογιστικός Τομογράφος χρησιμοποιώντας μια λυχνία ακτίνων Χ και μια σειρά ηλεκτρονικών ανιχνευτών, αποκτά εσωτερικές εικόνες λεπτών τομών, για διαγνωστικούς σκοπούς. Η ακτινολογική λυχνία, διαγράφει μια περιστροφική κίνηση γύρω από τον επιμήκη άξονα του εξεταζόμενου, ενώ ταυτόχρονα εκπέμπει μια λεπτή δέσμη ακτινοβολίας. Αυτή η δέσμη ακτινοβολίας διέρχεται μέσα από τους ιστούς και εξέρχεται εξασθενημένη σε ποσοστό που εξαρτάται από την πυκνότητα των ιστών (Δημ. Αλειφερόπουλος et al.).

Η εξασθενημένη αυτή τιμή μετριέται με τους ανιχνευτές οι οποίοι με την σειρά τους παράγουν ένα ηλεκτρικό σήμα του οποίου η ένταση είναι ανάλογη με την ένταση της ακτινοβολίας που καταμετράει. Η τελική εικόνα συντίθεται από ένα σύνολο συντελεστών εξασθένησης $\mu(x,y)$ της ακτινοβολίας από τον ασθενή που

μετατρέπονται σε μονάδες Hounsfield, από το αντίστοιχο σύνολο των ληφθέντων προβολών για κάθε επιμέρους τομή. (Δημ. Αλειφερόπουλος et al.).

Κατά σύμβαση, στον αέρα προσδίδεται ο αριθμός Hounsfield -1000HU, στο οστό κυμαίνεται από 400 έως 600HU, στο λίπος περί το -40, στον αέρα έως -1000HU, το νερό είναι 0 και τα μαλακά μόρια 20 με 100HU. Η φυσιολογική τιμή πυκνότητας παγκρέατος κυμαίνεται από 30 έως 50 HU, ενώ μετά την έγχυση σκιεράς ουσίας ανάλογα με την ποσότητα η οποία χρησιμοποιείται κυμαίνεται μεταξύ 60-65 μονάδων Hounsfield. (Λάμπρος Βλάχος, 2000)

Αντένδειξη στη διενέργεια της εξέτασης αποτελεί βεβαίως η εγκυμοσύνη, όπως και η αλλεργία σε οποιοδήποτε σκιαγραφικό μέσο.

A. Πρωτόκολλο παγκρέατος-χοληδόχου πόρου

Πριν την έναρξη της αξονικής τομογραφίας χορηγείται per os ιωδιούχο σκιαγραφικό, για καλύτερη ανάδειξη του εντερικού αυλού και διάταση του γαστρεντερικού σωλήνα. Συγκεκριμένα, χορηγούνται 500-700 ml διαλύματος ιωδιούχου σκιαγραφικού χωρισμένη σε δύο ίσες δόσεις. Η πρώτη δόση χορηγείται 30 λεπτά πριν την έναρξη της εξέτασης και την δεύτερη ακριβώς πριν εισέλθει ο εξεταζόμενος στον θάλαμο. (Δημ. Αλειφερόπουλος et.a.l).

Ο λόγος χρησιμότητας του είναι καθαρά για λόγους διαφοροδιάγνωσης τμημάτων του εντέρου με ιστούς παρακείμενων ενδοκοιλιακών οργάνων (Δημ. Αλειφερόπουλος et al.).

Το πρωτόκολλο που ακολουθείται για την εξέταση της αξονικής τομογραφίας όσον αφορά το πάγκρεας περιλαμβάνει λήψεις με έγχυση σκιαγραφικής ουσίας ενδοφλεβίως 100-150 ml με ρυθμό έγχυσης 3-5 ml/sec μετά τις κλασικές λήψεις προκειμένου να γίνει καλύτερη σκιαγράφιση του φλεβικού συστήματος της εξεταζόμενης περιοχής. (Δημ. Αλειφερόπουλος et.a.l).

Η χρήση ενδοφλέβιου ιωδιούχου σκιαγραφικού αποτελεί τον κατεξοχήν τρόπο απεικόνισης νεοπλασματικών και φλεγμονωδών παθήσεων του παγκρέατος. (Α. Δρεβελέγκας, 2012)

Σε περίπτωση υποψίας ασθενών με ίκτερο, η εξέταση γίνεται χωρίς την χρήση σκιαγραφικής ουσίας για να μπορούν να απεικονιστούν οι λίθοι εντός του χοληδόχου πόρου (Loise E. Romans).

B. Πρωτόκολλο παγκρέατος δύο φάσεων

Εκτός από το προαναφερθέν πρωτόκολλο, χρησιμοποιείται πρωτόκολλο δύο φάσεων. Η μόνη διαφορά από το προηγούμενο πρωτόκολλο είναι ότι μετά από την ενδοφλέβια έγχυση η σάρωση του παγκρέατος γίνεται σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση λέγεται αρτηριακή (παγκρεατική) και οφείλεται στην ενίσχυση της ηπατικής αρτηρίας, ενώ η δεύτερη λέγεται φλεβική (πυλαία) και οφείλεται στην ενίσχυση της

πυλαίας φλέβας. Όταν ο ρυθμός έγχυσης είναι 3 ml/sec οι λήψεις γίνονται 40 και 70 sec αντίστοιχα, ενώ με ρυθμό έγχυσης 5 ml/sec οι λήψεις λαμβάνονται σε χρόνους 30 και 50 sec αντίστοιχα (Δημ. Αλειφερόπουλος et al).

Το οπτικό πεδίο DFOV το οποίο χρησιμοποιείται είναι 20 cm, τέτοιο έτσι ώστε να περιλαμβάνει όλη την κοιλιακή χώρα ακόμα και το δέρμα.

Ο εξεταζόμενος τοποθετείται σε ύπτια θέση με τα χέρια στην ανάταση και η σάρωση του παγκρέατος γίνεται με την τεχνική της βαθιάς εισπνοής. Σε μη συνεργάσιμους ασθενείς, η εξέταση πραγματοποιείται με ήσυχη αναπνοή.

Τα όρια της εξέτασης εκτείνονται από τα διαφράγματα έως τις λαγόνιες ακρολοφίες, σημαντική ανατομική περιοχή για διερεύνηση παγκρεατίτιδας.

Οι εικόνες προβάλλονται σε παράθυρο μαλακών μορίων και σε σκληρό (ηπατικό) παράθυρο για την καλύτερη διάκριση της σκιαγραφικής ενίσχυσης του οργάνου.

(Δημ. Αλειφερόπουλος et al).



Τοποθέτηση εξεταζόμενου (Gastrohealth, <https://gastrohealth.com.sg/services/ct-abdomen-pelvis/>)

Φυσιολογική απεικόνιση

Η 3D απεικόνιση που προσφέρει η υπολογιστική τομογραφία, κάνει εφικτή την απεικόνιση του παγκρέατος απ' όλες τις όψεις του. Η ουρά του παγκρέατος απεικονίζεται στη σπληνική πύλη στις ανώτερες τομές και η αγκριστροειδής απόφυση αποτελεί το χαμηλότερο τμήμα. Το φυσιολογικό πάχος της κεφαλής είναι 2 εκατοστά, του αυχένα 0,5-1, του σώματος και της ουράς 1-2 cm. Το σώμα και η ουρά παρουσιάζουν ύψος 3-4 εκατοστών, με συνολικό ύψος του αδένα να φθάνει τα 8 εκατοστά. Ο κοινός χοληδόχος πόρος και η γαστροδωδεκαδακτυλική αρτηρία απεικονίζονται στην κεφαλή του παγκρέατος (Stephanie Ryan et.al.). Το φυσιολογικό παρέγχυμα απεικονίζεται με χημήλη πυκνότητα, ενώ μετά την έγχυση σκιαγραφικής ουσίας παρατηρείται έντονη πρόσληψη του με αυτήν (Α. Δρεβελέγκας, 2012).

Η αρτηριακή φάση είναι αυτή που μας δίνει πληροφορίες για την ανατομία των αγγείων ιδιαίτερα σημαντική γιατί υπάρχουν ανατομικές παραλλαγές και επίσης αναδεικνύει τους όγκους της ενδοκρινούς μοίρας που εμφανίζουν έντονη αρτηρική πρόσληψη (νησιδιώματα).



Φυσιολογική απεικόνιση παγκρέατος: Α. χωρίς σκιαγραφικό, Β. αρτηριακή φάση, Γ. πυλαία φάση (Ian Bickle, Normal CT-multi phase pancreas <https://radiopaedia.org/cases/normal-ct-multi-phase-pancreas>)

2.5 Μαγνητική τομογραφία (Magnetic Resonance Imaging – MRI)

Μέχρι προσφάτως η εφαρμογή της MRI στο πάγκρεας ήταν περιορισμένη λόγω της παρουσίας artifacts από τις αναπνευστικές και καρδιακές κινήσεις καθώς και από τον περισταλισμό του εντέρου. Με βελτιωμένη ανάλυση σάρωσης και σωστά εφαρμοσμένες και ρυθμισμένες ακολουθίες, η ειδικότητα της μαγνητικής τομογραφίας έχει κατά αξιοσημείωτο τρόπο βελτιωθεί τα τελευταία χρόνια (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

Ιδιαίτερα, χάρη στην τεχνική fat suppression, τα παραπάνω artifacts μειώθηκαν σε σημαντικό αριθμό.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της MRI έναντι των άλλων απεικονιστικών μεθόδων είναι η μη έκθεση τους ασθενούς σε ionίζουσα ακτινοβολία, μέθοδος που κάνει εφικτή την διενέργεια της και για τη διερεύνηση έκτακτων παθολογικών καταστάσεων κατά της διάρκειας της εγκυμοσύνης. Μειονέκτημα βέβαια αποτελεί η διάρκεια, το κόστος και ο περιορισμός εφαρμογής της μεθόδου σε ασθενείς με βαριά κατάσταση ή άτομα που φέρουν μεταλλικά αντικείμενα μέσα στο σώμα τους.

Φυσικές αρχές

Η λειτουργία των μαγνητικών τομογράφων που χρησιμοποιούνται στην κλινική πράξη βασίζεται στους πυρήνες του υδρογόνου, λόγω της αφθονίας τους στον άνθρωπο. Το άτομο του υδρογόνου, περιέχει στον πυρήνα του ένα πρωτόνιο και πάνω σε αυτό το πρωτόνιο στηρίζεται η απεικόνιση στον μαγνητικό συντονισμό.

Η MRI στηρίζεται στις ιδιότητες του πρωτονίου στον πυρήνα του υδρογόνου. Στην φυσική τους κατάσταση τα πρωτόνια περιστρέφονται γύρω από τον εαυτό τους. Όταν ο εξεταζόμενος μπαίνει στο μηχάνημα, όπου επικρατεί ισχυρό μαγνητικό πεδίο, τα μικρά μαγνητικά πεδία που προκύπτουν από την περιστροφή των πρωτονίων ευθυγραμμίζονται με το εξωτερικό μαγνητικό πεδίο και προσανατολίζονται τα περισσότερα παράλληλα και λιγότερα αντι-παράλληλα με αυτό. Τη διαφορά αυτή ουσιαστικά εκμεταλλεύονται οι ιατρικές εφαρμογές του μαγνητικού συντονισμού. Ένα από τα αποτελέσματα του μαγνητικού συντονισμού είναι η μετάπτωση της

σύμφωνης μαγνήτισης στο εγκάρσιο επίπεδο, όταν εφαρμοστεί διέγερση ραδιοσυχνοτήτων με συχνότητα ίδια με την συχνότητα περιστροφής των πρωτονίων (συντονισμός). Μόνο όταν υπάρχει συντονισμός μπορεί το πηνίο-δέκτης να καταγράψει σήμα.

Στη συνέχεια, ένας υπολογιστής ειδικός για την MRI επεξεργάζεται τα σήματα και τα μετατρέπει σε εικόνα. Για την απεικόνιση του παγκρέατος χρησιμοποιούνται πολυκάναλα πηνία, μικρότερων στοιχείων, όπως είναι τα πηνία καρδιάς ή αυτά της κοιλιάς (Catherine Westbrook et al.).

Πρωτόκολλο απεικόνισης

Ένα πρωτόκολλο αποτελείται από μια σειρά πολλαπλών παλμικών ακολουθιών οι οποίες καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο θα απεικονιστούν οι διάφοροι ιστοί. Δηλαδή είναι μια ομάδα απεικονιστικών παραμέτρων οι οποίες έχουν καθοριστεί προκαταβολικά από πρωτόκολλα για συγκεκριμένες νόσους και περιοχές του σώματος.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι ακολουθιών παλμών: η spin echo (SE) και η Gradient echo (GRE) ακολουθίες, πάνω στις οποίες βασίζονται όλες οι υπόλοιπες ακολουθίες παλμών που χρησιμοποιούνται στην ΜΤ (William Herring, 2018).

Το τυπικό πρωτόκολλο άνω κοιλιάς περιλαμβάνει τουλάχιστον τις 2D ή 3D-T1-προσανατολισμού και 2D ή 3D-T2-προσανατολισμού ακολουθίες οι οποίες λαμβάνονται σε εγκάρσιο επίπεδο (Muhammed Elmaoglu et.al.).



Τοποθέτηση εξεταζόμενου (MRIMASTER.GR <https://mrimaster.com/plan-mrcp/>)

Ακολουθία T2 προσανατολισμού

Τα επίπεδα απεικόνισης που προτιμώνται είναι το εγκάρσιο και το στεφανιαίο.

Η απεικόνιση του παγκρέατος σε εγκάρσιο επίπεδο πραγματοποιείται με λήψη λεπτών τομών (<6mm) και εκτέλεση υψηλής ανάλυσης ακολουθιών T2 προσανατολισμού με αναπνευστικό σκανδαλισμό (Respiratory Triggering, RTR). Η απεικόνιση του εγκάρσιου επιπέδου με συγκράτηση αναπνοής δεν προτιμάται λόγω του χαμηλού λόγου σήματος προς θόρυβο (SNR) και της χαμηλής χωρικής ανάλυσης που προσφέρουν. Τα τεχνικά σφάλματα που ίσως προκύψουν σε εγκάρσιες 2D Spoiled GRE T1 ακολουθίες μπορούν να ελαττωθούν με την εφαρμογή ζωνών

καταστολής του σήματος πάνω ή κάτω από το πεδίο ενδιαφέροντος ή με την καταστολή της ροής στην κατεύθυνση της τομής (Muhammed Elmaoglu et.al.).

Στην περίπτωση του στεφανιαίου επιπέδου, ο σχεδιασμός γίνεται πάνω στο εγκάρσιο επίπεδο με συγκράτηση αναπνοής.

Μια άλλη σημαντική ακολουθία που χρησιμοποιείται για εξετάσεις κοιλίας και περιέχει εικόνες T2 προσανατολισμού είναι η SSFSE. Αυτού του είδους η ακολουθία είναι αποτελεσματική για γρήγορη απεικόνιση ΜΣ και για τοπογράμματα με συγκράτηση αναπνοής. Σ' αυτήν την ακολουθία παρατηρείται αυξημένο σήμα σε υγρά και αγγεία (Muhammed Elmaoglu et.al.).

Χρησιμοποιείται κυρίως για εκτίμηση τυχόν κυστών ή συλλογών υγρών, καθώς και φλεγμονωδών περιοχών γύρω από το πάγκρεας (Danielle V. Hill et.al., 2020).

Τέλος, συμβάλλει κατασταλτικά στον εντοπισμό δομών γεμάτων με υγρό, καθώς προσφέρει ποικίλη ένταση σήματος έναντι των ακολουθιών T1-W (Peter Reimer et.al.).

Το φυσιολογικό παγκρεατικό παρέγχυμα παρουσιάζει σχετικά χαμηλό έως ενδιάμεσο σήμα σε εικόνες T2 προσανατολισμού.

Ακολουθία T1 προσανατολισμού

Σε κάθε εξέταση, ανάλογα με το εξεταζόμενο όργανο, λαμβάνεται σε εγκάρσιο ή οβελιαίο επίπεδο μια ακολουθία προσανατολισμού T1.

Επί υποψίας όμως κακοήθειας, επιβεβλημένες είναι οι ακολουθίες με χρήση σκιαγραφικής ουσίας που έχουν ως βάση το γαδολίνιο. Αυτές δεν είναι άλλες από T1-wGRE ακολουθίες οι οποίες χάρις στο γαδολίνιο προσφέρουν ισχυρότερη και πρωιμότερη ενίσχυση του καλά αγγειούμενου παγκρέατος σε σχέση με το ήπαρ. Με αυτό τον τρόπο, οι φάσεις αιμάτωσης του εκάστοτε εξεταζόμενου οργάνου δίνουν πληροφορίες για τη γενική αιμοδυναμική του συμπεριφορά (Peter Reimer et.al.).

Το πάγκρεας παρουσιάζει τον μικρότερο T1 χρόνο από τα κοιλιακά όργανα και γι' αυτόν τον λόγο υψηλότερη ένταση σήματος στις T1 ακολουθίες, ισότιμη ή ελαφρά μεγαλύτερη από αυτήν του φυσιολογικού ήπατος. Το μειωμένο σήμα T1 είναι ενδεικτικό της απώλειας των κυψελοειδών κυττάρων, τα οποία αντικαθίστανται με ίνωση, ειδικά στην χρόνια παγκρεατίτιδα (Peter Reimer et.al.).

Ακολουθία διάχυσης DWI

Η ακολουθία αυτή, χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό περιοχών όπου υπάρχει μειωμένη κινητικότητα των μορίων του νερού. Η ακολουθία αυτή είναι στην ουσία spin-echo T2 προσανατολισμού, δηλαδή ένα ζεύγος βαθμιδωτών πηνίων μεγάλης έντασης σε συνδυασμό με βαθμιδωτά πηνία χωρικής κωδικοποίησης. Ιστοί ή περιοχές ιστού με αυξημένη διάχυση εμφανίζονται ως περιοχές ελαττωμένης έντασης σήματος στην DWI.

Σε συνδυασμό με αυτήν την ακολουθία μπορούμε να πάρουμε μετεπεξεργασμένες εικόνες χάρτη φαινομενικού συντελεστή διάχυσης ADC maps. Σ' αυτόν τον χάρτη το σήμα φαίνεται ανεστραμένο. Οι ADC χάρτες μπορούν να προσφέρουν νέες εφαρμογές στην εκτίμηση της θεραπευτικής ανταπόκρισης και στο χαρακτηρισμό των βλαβών (Peter Reimer et.al.),

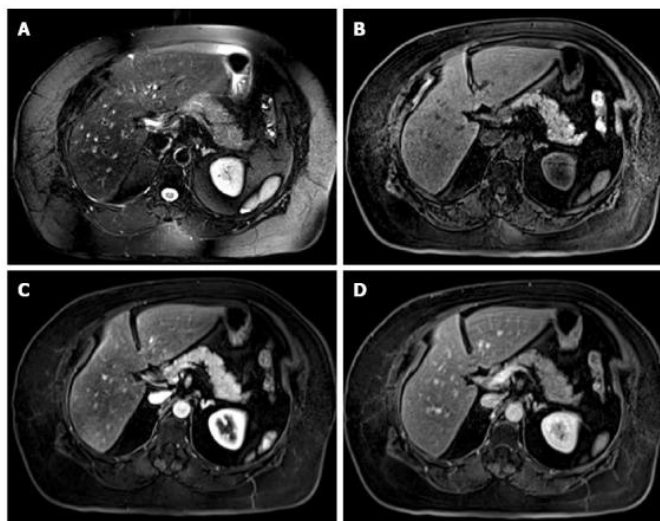
Η ακολουθία αυτή ενδείκνυται για την διαφοροδιάγνωση εστιακών κυστικών αλλοιώσεων, όπως στη διάκριση συμπαγών από κυστικούς όγκους ή συμπαγών από νεκρωτικούς (Α. Δρεβελέγκας, 2012).

Τεχνική Καταστολής Λίπους (Fat Suppression)

Η καταστολή λίπους μπορεί να εφαρμοστεί σε T1-W και T2-W ακολουθίες

Αξίζει να σημειωθεί ότι η τεχνική αυτή δεν συστήνεται να χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με σκιαγραφικές ουσίες, οι οποίες μειώνουν τους χρόνους T1 των προσλαμβανόντων ιστών κάνοντας τους φωτεινούς. Με άλλα λόγια οι ιστοί αυτοί πλησιάζουν κατά πολύ αυτό του λίπους, με συνέπεια το σήμα από τον ιστό που προσλβαμάνει να μηδενίζεται εξίσου κάνοντας δύσκολη την διαφοροδιάγνωση (Catherine Westbrook et.al.).

Έτσι η χρήση της τεχνικής αυτής με λεπτές τομές προσφέρει βελτιωμένη αντίθεση μεταξύ των φυσιολογικών και παθολογικών ιστών.



Φυσιολογική απεικόνιση παγκρέατος σε εγκάρσιο επίπεδο A. T2-W HASTE με καταστολή λίπους, B. T1-W 3D Gradient echo με καταστολή λίπους, C. T1-W 3D Gradient echo με καταστολή λίπους μετά την έγχυση σκιαγραφικής ουσίας στην αρτηριακή φάση, D. T1-W 3D Gradient echo με καταστολή λίπους μετά την έγχυση σκιαγραφικής ουσίας στην ηπατική φάση. (Sriluxayini Manikkavasakar et.al. Magnetic resonance imaging of pancreatitis: An update <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4209541/>)

2.6 Μαγνητική Χολαγγειογραφία (Magnetic resonance cholangiopancreatography-MRCP)

Η MRCP είναι μία μη επεμβατική τεχνική MRI, η οποία χρησιμοποιείται είτε με συγκράτηση της αναπνοής (Breath Hold) είτε με αναπνευστικό σκανδαλισμό (RTR).

Η ραγδαία εξέλιξη της μεθόδου τις τελευταίες δύο δεκαετίες την οδήγησε στην αντικατάσταση της ERCP.

Η μέθοδος αυτή, παρέχει εξαιρετική δισδιάστατη (2D) και τρισδιάστατη (3D) απεικόνιση των χοληφόρων και του παγκρεατικού πόρου και των ανωμαλιών τους σε ασθενείς με οξεία παγκρεατίτια καθώς και με νεοπλάσματα, μέσω απεικόνισης των ενδοαυλικών υγρών.

Πρωτόκολλο απεικόνισης

Βαριές ακολουθίες T2 προσανατολισμού

Η MRCP εκμεταλεύεται τους μεγάλους χρόνους TE, χρησιμοποιώντας βαριές T2 προσανατολισμού ακολουθίες. Αυτές οι αλληλουχίες εμφανίζουν υψηλό σήμα σε στατικά ή αργά κινούμενα υγρά μέσα στη χοληδόχο κύστη, τους χοληφόρους πόρους και τον παγκρεατικό πόρο, ενώ ο περιβάλλον ιστός απεικονίζεται ως χαμηλής έντασης σήματος. Για πιο αποτελεσματική μείωση του T2 χρόνου των κοιλοτήτων με υγρών που βρίσκονται στο στομάχι και στο δωδεκαδάκτυλο, δίνεται στον εξεταζόμενο χυμός ανανά πριν την πραγματοποίηση της εξέτασης. Η ακολουθία αυτή εφαρμόζεται κυρίως πάνω στο εγκάρσιο επίπεδο (Nyree Griffin et.al. 2012), (Muhammed Elmaoglu et.al.).

Κυμαίνοντας στο ίδιο τύπο προσανατολισμού, σχεδιάζονται επίσης ακτινωτές λεπτές τομές πάχους 50-70 mm με πεδίο που καλύπτει από τον παγκρεατικό πόρο έως τη χοληδόχο κύστη (Muhammed Elmaoglu et al.).

Ακολουθίες T2 προσανατολισμού

Οι ακολουθίες αυτές εφαρμόζονται στο στεφανιαίο επίπεδο. Ιδιαίτερα με τη χρήση των παλμικών ακολουθιών TSE/FSE/HASTE ή SSFSE με 3D απεικόνιση η ανάλυση της εικόνας βελτιώνεται τόσο πολύ που προσφέρει βέλτιστη απεικόνιση των χοληφόρων πόρων (Muhammed Elmaoglu et.al.), (Nyree Griffin et.al. 2012).

Ακολουθίες T1 προσανατολισμού

Νεότερες ακολουθίες έχουν δημιουργηθεί προκειμένου να διευκολύνουν την αξιολόγηση των δομών που θέλουμε να μελετήσουμε. Συγκεκριμένα, η ακολουθία LAVA-VIBE ή αλλιώς THRIVE, είναι μία 3D T1 Gradient Echo η οποία δημιουργείται με βελτιστοποίηση της διαδικασίας πλήρωσης του k-χώρου. Είναι μικρού χρόνου ακολουθίες οι οποίες χρησιμοποιούν τεχνικές παράλληλης απεικόνισης. Οι 3D ακολουθίες προσφέρουν καλύτερη χωρική ανάλυση και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανακατασκευή εικόνων σε πολλαπλά επίπεδα (Muhammed Elmaoglu et.al.).

Ακολουθία Dual Echo

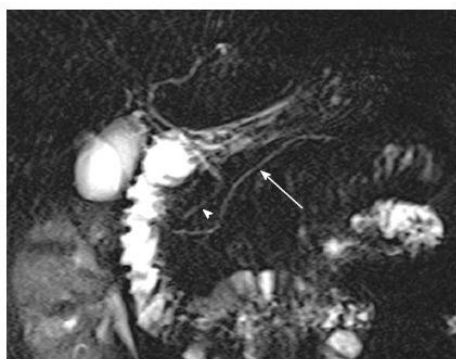
Η ακολουθία εντός και εκτός φάσης έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον λόγω μείωσης των artifacts που προσφέρει. Αυτές οι εικόνες χρησιμεύουν στη διάκριση της

λιπώδους διήθησης από τις ηπατικές λοιμώξεις, τις κυστικές και μεταστατικές βλάβες, τα αδενώματα και τους όγκους (Nyree Griffin et.al. 2012).

Ενδοφλέβια χορήγηση σεκρετίνης (1 ml/10 kg σωματικού βάρους) ενδείκνυται να χορηγηθεί, για βέλτιστη ανάδειξη του παγκρεατικού πόρου και πιο ακριβή αξιολόγηση εξωκρινής λειτουργίας του παγκρέατος (Applied Radiology, 2013).

Φυσιολογική απεικόνιση

Σε έναν υγιή εξεταζόμενο, φυσιολογικά φαίνονται μόνο οι ενδοηπατικοί χοληφόροι πόροι. Ο φυσιολογικός παγκρεατικός πόρος παρουσιάζει εύρος 2 χιλιοστών και οι πολυάριθμοι παράπλευροι κλάδοι του, φαίνεται να εκβάλουν από τα λόβια εντός του πόρου στο κάθετο επίπεδο (Nyree Griffin et.al. 2012), (Stephanie Ryan et.al.).



Φυσιολογική απεικόνιση διαμέτρου και πορείας παγκρεατικών πόρων (βέλος) και εξωηπατικών χοληφόρων αγωγών (κεφαλή βέλους). (Sriluxayini Manikkavasakar et.al. Magnetic resonance imaging of pancreatitis: An update <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4209541/>)

2.7 Ενδοσκοπική ανάστροφη χολαγγειοπαγκρεατογραφία (ERCP)

Η ανάγκη για βέλτιστη απεικόνιση, αρχικά για κοιλότητες του ΓΕΣ και αργότερα της αποχετευτικής μοίρας του ουροποιητικού συστήματος ή των αγγείων με καθετηριασμό, οδήγησε στην επινόηση σκιαγραφικών μέσων.

Η ERCP αποτελεί συνδυασμό μεθόδων ενδοσκόπησης και ακτινοσκόπησης.

Κινούμενοι στα ίδια πλαίσια της απλής ακτινογραφίας, η συμβατική ακτινοσκόπηση προσφέρει πραγματικού χρόνου απεικόνιση των οργάνων. Μ' αυτόν τον τρόπο γίνεται εφικτή η εκτίμηση της κινητικότητας δομών του σώματος, οι αλλαγές θέσης οστών και αρθρώσεων και η εντόπιση και πορεία του χορηγούμενου βαριούχου ή ιωδιούχου σκιαγραφικού μέσου (William Herring, 2018).

Χρησιμοποιείται για μελέτη των παθολογικών καταστάσεων των χοληφόρων οδών, του παγκρεατικού πόρου συμπεριλαμβανομένων των χολόλιθων, των φλεγμονωδών στενώσεων (ουλές), των διαφυγών (από τραύμα και χειρουργική επέμβαση) και τον καρκίνο.

Η ERCP απεικονίζει τον παγκρεατικό πόρο μέσω έγχυσης σκιαγραφικής ουσίας μετά από καθετηριασμό του φύμτος του Vater με δωδεκαδακτυλικό ενδοσκόπιο.

Τεχνική Απεικόνισης

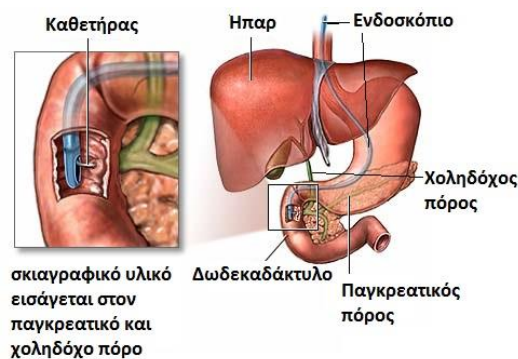
Εφόσον έχει διαβεβαιωθεί ότι ο ασθενής είναι κατάλληλος για τη διενέργεια της εξέτασης και αφού έχει ληφθεί πλήρες ιστορικό, το επόμενο βήμα είναι η πραγματοποίηση της εξέτασης.

Η εξέταση ξεκινάει με την εισχώρηση ενός εύκαμπτου δωδεκαδακτυλικού ενδοσκοπίου μέσω του στόματος. Από εκεί φθάνει στον οισοφάγο και στην συνέχεια προωθείται στο στομάχι στο πρώτο μέρος του λεπτού εντέρου, μέχρι την δεύτερη μοίρα του δωδεκαδάκτυλου, προκειμένου να βρει το σημείο στο οποίο καταλήγει στο έντερο ο χοληδόχος και ο παγκρεατικός πόρος. Έπειτα, ένας καθετήρας (ένας μικρότερος πλαστικός σωλήνας) εισάγεται μέσα από το ενδοσκόπιο στους χοληφόρους πόρους. Ο ρόλος του καθετήρα είναι η έγχυση της σκιαγραφικής ουσίας στους δύο προαναφερθέντες πόρους, ουσία που θα τους κάνει ορατούς κατά την λήψη της ακτινογραφικής εικόνας. Η πλήρωση του παγκρεατικού πόρου διενεργείται βραδέως υπό ακτινοσκοπικό έλεγχο προκειμένου να αποφευχθεί ερεθισμός από υπερπλήρωση του πόρου και πρόκληση οξείας παγκρεατίτιδας (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

Μόλις ο καθετήρας βρεθεί στην κατάλληλη θέση, πραγματοποιούνται διαδοχικές επαναλαμβανόμενες εντοπιστικές λήψεις των ιστών του εσωτερικού του σώματος (William Herring, 2018), (Ιωάννης Σαρητζόγλου).

Σε περίπτωση απόφραξης από όγκο, τοποθετείται ένας λεπτός σωλήνας στον πόρο μέσα στην στενωμένη περιοχή για παροχέτευση. Αυτός ο σωλήνας (ή το stent) μπορεί να μείνει σε θέση για να κρατήσει τον αγωγό ανοιχτό. Επίσης μπορεί να ληφθούν δείγματα για περαιτέρω έλεγχο (Dana-Farber Cancer Institute).

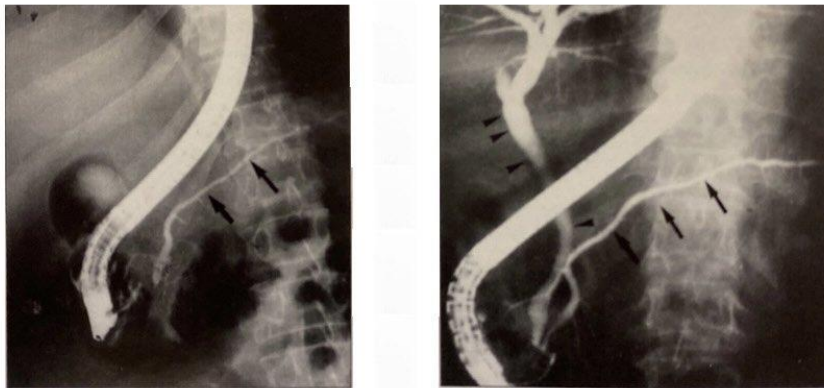
Η εξέταση της ERCP, εκτός των διαγνωστικών και προγνωστικών πληροφοριών επιτελεί πλέον και θεραπευτικό ρόλο.



Σχηματική απεικόνιση εισχώρησης του καθετήρα (Αθανάσιος Απ. Καραγιάννης, <http://www.karagiannisathanasios.gr/tupoi-karkinou/karkinos-pagkreatos/sumptomata-kai-diagnose/>)

Φυσιολογική απεικόνιση

Τυπικά ο καθετηριασμός του κύριου παγκρεατικού πόρου και του κοινού χοληδόχου πόρου συμβαίνει ταυτόχρονα, λόγω της μεταξύ τους επικοινωνίας. Ο παγκρεατικός πόρος απεικονίζεται βραχύτερος στις οπισθοπρόσθιες λήψεις λόγω της οπίσθιας πορείας του τμήματος του αδένα μεταξύ της κεφαλής και της ουράς. Ο πόρος του Wirsung, ο οποίος παρουσιάζει μήκος 16 cm και εύρος στην κεφαλή 4 χιλιοστών, φέρεται λοξά προς τα κάτω και δεξιά στο ύψος του Ο1. Από την αλλη, ο πόρος του Santorini, απεικονίζεται να φέρεται προσθίως και άνω του κύριου πόρου (Stephanie Ryan et.al.).



Φυσιολογική απεικόνιση παγκρεατικών πόρων και χοληφόρου δένδρου αντίστοιχα (Λάμπρος Βλάχος, 2000)

2.8 Αγγειογραφία

Ο ρόλος της αγγειογραφίας έχει περιοριστεί τα τελευταία χρόνια χάρις των εξειδικευμένων νεότερων μεθόδων που χρησιμοποιούνται πλέον ευρέως στην ακτινολογία.

Παρόλα αυτά, αποτελεί εξαιρετική μέθοδο για τη μελέτη και διάγνωση των νησιδιωμάτων. Το μικρό μέγεθος τους καθιστά δυσχαιρή την απεικόνισή τους με τις υπόλοιπες μεθόδους. Συνεισφέρει επίσης, στην ανάδειξη των αγγείων που αιματώνουν το πάγκρεας.

Τεχνική Απεικόνισης

Η πιο διαδεδομένη και ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική για την εκτέλεση της αγγειογραφίας είναι η τεχνική Seldiger. Έγκειται στην εισαγωγή ενός καθετήρα σε κάποιο αγγείο μέσω διαδερμικού καθετηριασμού του και χρήσης ενός οδηγού.

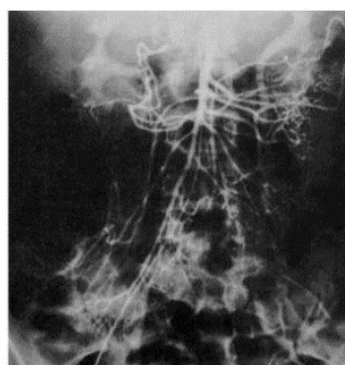
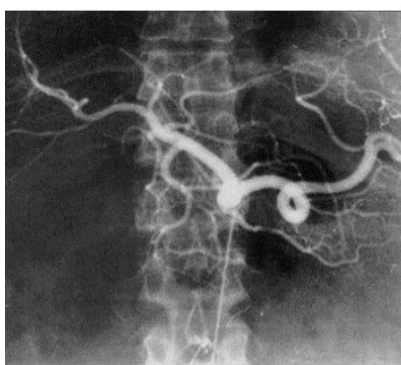
Αρχικά, ψηλαφώνται αμφότερες οι μηριαίες αρτηρίες και επιλέγεται η ευκολότερη για τον καθετηριασμό. Ο καθετήρας προωθείται προς την περιοχή ενδιαφέροντος, γίνεται έγχυση σκιαγραφικής ουσίας και λαμβάνονται ακτινογραφίες.

Όσον αφορά την αγγειογραφία του παγκρέατος, διενεργείται δια του καθετηριασμού του αλλήρειου τρίποδα και της άνω μεσεντέριας αρτηρίας. Για βέλτιστη απεικόνιση προτείνεται η διαδικασία να γίνεται με υπερεκλεκτικό καθετηριασμό της

γαστροδωδεκαδακτυλικής αρτηρίας με επακόλουθη πρόκληση διάτασης του στομάχου με αέρα (Stephanie Ryan et.al), (Thomas R. Havrilla, M.D et.al.).



Απεικόνιση τεχνικής αγγειογραφίας (cedars Sinai <https://www.cedars-sinai.org/programs/imaging-center/exams/interventional-radiology/angiography.html>)



Απεικόνιση φυσιολογικής εκλεκτικής αγγειογραφίας του αλλήριου τρίτοδα και άνω μεσεντέριας (Λάμπρος Βλάχος, 2000)

2.9 Πυρηνική Ιατρική, Ποζιτρονική Υπολογιστική Τομογραφία (Positronic Tomography-PET/CT)

Η PET/CT είναι ένα υβριδικό σύστημα απεικόνισης, το οποίο συνδυάζει δύο μεθόδους, την ποζιτρονική τομογραφία (PET) και την αξονική τομογραφία (CT). Συγκεκριμένα δίνει ανατομικές και μεταβολικές πληροφορίες ταυτόχρονα, αναδεικνύοντας ολόκληρο το σώμα σε μοριακό επίπεδο. Χρησιμοποιείται ευρέως για τη διάγνωση, σταδιοποίηση και για την θεραπεία των όγκων.

Το PET/CT δείχνει διάφορες επιδόσεις στο χαρακτηρισμό μιας ψευδο-ογκου παγκρεατικής μάζας, διαφοροποιώντας την χρόνια αυτοάνοση παγκρεατίτιδα από το αδενοκαρκίνωμα του παγκρέατος και την αναγνώριση ενός νεοπλάσματος. Αξίζει να σημειωθεί, ότι δεν συνιστάται για τη διάγνωση ενδοπορικών νεοπλασμάτων (ενδοπορικά θηλώδη-βλενώδη νεοπλάσματα, IPMT, IPMN) (Salaün, PY et.al.).

Αρχή λειτουργίας

Η εξέταση διενεργείται με τη χρήση ραδιοφαρμάκων, δηλαδή ενώσεις ραδιονουκλεϊδίων που εκπέμπουν ποζιτρόνια, τα οποία έχουν την δυνατότητα να μιμούνται ενδογενή μόρια.

Εκπομπή ποζιτρονίων και εξαΰλωση

Κατά την διάσπαση β⁺ (ποζιτρόνιο), ένα νουκλεΐδιο μετατρέπει ένα από τα βασικά πρωτόνια του (p) σε νετρόνιο (n) και εκπέμπει ένα ποζιτρόνιο (β⁺), ένα θετικά φορτισμένο ηλεκτρόνιο και ένα νεutrίνο (ν), δηλαδή ισχύει ότι: $p \rightarrow n + \beta^+ + \nu$.

Στην συνέχεια το ποζιτρόνιο ενώνεται με ηλεκτρόνιο και αλληλο-εξουδετερώνονται, εκπέμποντας δύο φωτόνια ενέργειας 511 keV σε αντίθετες κατευθύνσεις.

Το σύστημα του PET, χρησιμοποιώντας πολλαπλούς ανιχνευτές ανιχνεύει τα ζεύγη των φωτονίων και έτσι προκύπτει η εικόνα.

Ραδιοφάρμακα

Το πλέον αναγνωρισμένο και ευρέως χρησιμοποιούμενο ραδιοφάρμακο είναι το 18F-FDG. Το βασικό πλεονέκτημα του, που το καθιστά και ως το βασικότερο ραδιοφάρμακο στην ογκολογική απεικόνιση, είναι η παρόμοια συμπεριφορά του με αυτό της γλυκόζης (Γεωργούλιας Π.). Το FDG προσλαμβάνεται από το καρκινικό κύτταρο ακολουθώντας τον μεταβολισμό του, παραμένει παγιδευμένο και δεν μεταβολίζεται περαιτέρω.

Η FDG συγκεντρώνεται φυσιολογικά σε πολλά όργανα του ανθρώπινου σώματος, όπως ο εγκέφαλος, η καρδιά και οι σπλαχνικές δομές, γι αυτό κρίνεται απαραίτητος ο πλήρης έλεγχος και η απόλυτη προσοχή προτού δοθεί η διάγνωση (Γεωργούλιας Π.)

Ωστόσο, το χρησιμότερο ραδιοφάρμακο που εφαρμόζεται στην γαστρεντερολογία είναι το ⁶⁸Ga-DOTA-TOC ή ⁶⁸Ga-DOTA-TATE, το οποίο χρησιμοποιεί πεπτίδια ανάλογα σωματοστατίνης. Χρησιμοποιείται κατεξοχήν για τους καλά διαφοροποιημένους νευροενδοκρινείς όγκους. Η χρήση του αυτή, οφείλεται στα υψηλά επίπεδα έκφρασης των υποδοχέων σωματοστατίνης που έχουν οι γαστρεντεροπαγκρεατικοί νευροενδοκρινείς όγκοι στην κυτταρική τους μεμβράνη (Mostafa El-Key, 2023)

Ποσοτικοποίηση της μεθόδου PET/CT

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για τη μέτρηση του ρυθμού και της ποσότητας πρόσληψης του ραδιοφαρμάκου στους όγκους. Ωστόσο η συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος είναι η μέτρηση της SUV (standardized uptake value), δηλαδή της ενεργότητας μετά την κανονικοποίηση με τις τιμές της χορηγηθείσας δόσης, του χρόνου και των προσωπικών δεδομένων του ασθενή.

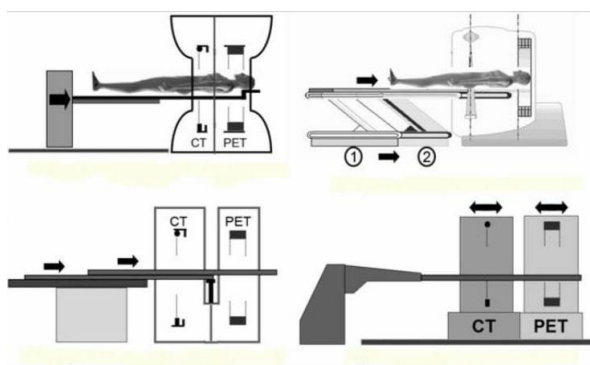
η τιμή του παίζει καθοριστικό ρόλο, καθώς η αυξημένη τιμή της συσχετίζεται με κακοήγη όγκο (Λήδα Γώγου, 2004).

Πρωτόκολλο απεικόνισης

Με βάση την φυσιολογική κατανομή της FDG στο σώμα, προκύπτει ότι ο άρρωστος πρέπει να παραμείνει νηστικός για 4 – 6 h πριν από την έγχυση του ραδιοφαρμάκου, προκειμένου να επιτευχθούν τα χαμηλότερα δυνατά επίπεδα γλυκόζης και ινσουλίνης πλάσματος. Σ' αυτό το χρονικό διάστημα δεν επιτρέπεται η λήψη τροφής ή αλκοολούχων ροφημάτων. Επιτρέπεται και συνιστάται όμως η λήψη 1.5 λίτρου νερού την προηγούμενη μέρα της εξέτασης και 750 ML ή περισσότερα την ημέρα της εξέτασης, καθώς η καλύτερη ενυδάτωση του ασθενούς συμβάλλει στην καλύτερη ποιότητα απεικόνισης. Μάλιστα, για περαιτέρω μείωση της συγκέντρωσης του ραδιοφαρμάκου στην ουροδόχο κύστη συνιστάται διούρηση με Φουροσεμίδη 20 mgr IV, 15 min μετά τη χορήγηση του ιχνηθέτη (Λήδα Γώγου, 2004).

Η δόση ακτινοβολίας του FDG είναι περίπου 6-8mSv για μια χορηγούμενη δραστηριότητα 10 mCi.

Για την λήψη της επικαλυπτόμενης εικόνας PET/CT ο εξεταζόμενος υποβάλλεται διαδοχικά σε YT χαμηλής δόσης και ύστερα σε μηχάνημα PET. Όταν περάσει και από τα δύο δημιουργείται η τελική εικόνα αλληλοεπικάλυψης (Γεωργίου Ε. et al.).



Σχηματική απεικόνιση συστήματος PET/CT (Λύρα Γεωργοσοπούλου Μ., Φυσικές αρχές συστημάτων PET/CT, <https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/MED399/Basic%20principles%20PET%20CT.pdf>)

Φυσιολογική απεικόνιση

Τυπικά, το φυσιολογικό παγκρεατικό παρέγχυμα δεν προσλαμβάνει το ραδιοφάρμακο FDG. Γενικά, η μέθοδος αυτή, δεν χρησιμοποιείται για εξετάσεις ρουτίνας, χωρίς να έχει προηγηθεί η πιθανή διάγνωση υποψίας καρκίνου. Χρησιμοποιείται κυρίως για τη διαφοροδιάγνωση χρόνιας παγκρεατίτιδας από τον καρκίνο του παγκρέατος (Dushyant V. Sahani et.al., 2012).

Όσον αφορά την απεικόνιση με το ^{68}Ga -DOTA-TOC ή ^{68}Ga -DOTA-TATE παρατηρείται φυσιολογική πρόσληψη υψηλής έντασης στον σπλήνα, μέτριας έντασης στο ήπαρ, στη μη κινητική διαδικασία του παγκρέατος, στην υπόφυση, στα επινεφρίδια και στο ουροποιητικό σύστημα, ενώ οι σιελογόνοι και ο θυρεοειδής αδένας δεν προσλαμβάνουν ιδιαίτερα (Mostafa El-Key, 2023).

Έρευνες έχουν δείξει ότι αυξημένη πρόσληψη στην αγκιστροειδή απόφυση του παγκρέατος μπορεί να οδηγήσει σε ψευδώς θετικά ευρήματα.

3^ο Κεφάλαιο

Παθήσεις παγκρέατος

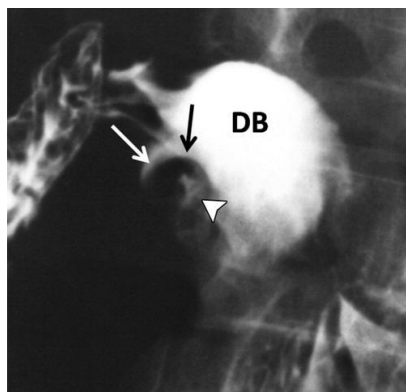
3.1. Συγγενείς παθήσεις

3.1.1. Έκτοπο πάγκρεας

Χαρακτηρίζεται από την παρουσία παγκρεατικού ιστού, διαμέτρου 0,5-2 cm εκτός του παγκρέατος, ο οποίος όμως δεν έχει ανατομική ή αγγειακή επικοινωνία με το πάγκρεας. Η αιτία εμφάνισης του παραμένει άγνωστη, αλλά εικάζεται ότι πιθανόν να προέχεται από διαταραχή της περιστροφής του εντερικού σωλήνα στην εμβρυική ζωή με αποτέλεσμα νησίδες παγκρεατικού ιστού να μην ενώνονται για να δημιουργήσουν το πάγκρεας. Αυτό το υπόλειμμα, μπορεί να προσκολληθεί σε διάφορες θέσεις κατά την ανάπτυξη του γαστρεντερικού συστήματος. (Sandreep Anantha Sathyanarayana et.al., 2012).

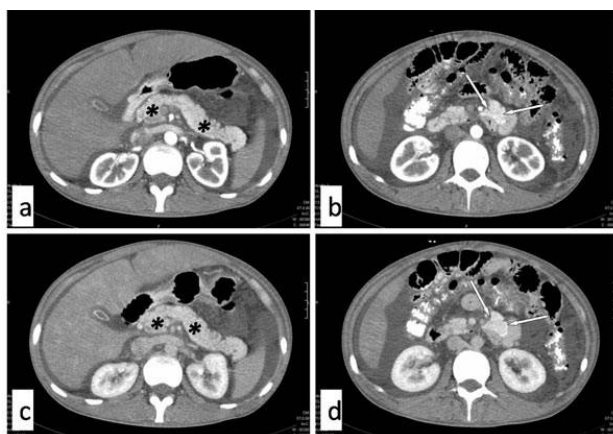
Οι συνηθέστερες εντοπίσεις είναι στον υποβλεννογόνο χιτώνα του πυλωρικού άντρου ή στην 2^η μοίρα του δωδεκαδακτύλου, στο λεπτό έντερο, την σκωληκοειδή απόφυση ή εντός του εκκολπώματος του Meckel. Κλινικώς η συγγενής αυτή ανωμαλία μπορεί να είναι ασυμπτωματική, αλλά πολλές φορές μπορεί να προκαλέσει εξέλκωση, αιμορραγία, εγκολεασμό ή απόφραξη χοληδόχου δένδρου ή εντέρου. (Λάμπρος Βλάχος, 2000)

Η καλύτερη μέθοδος απεικόνισης στο παρελθόν ήταν αυτή της διπλής σκιαγράφησης με βαριούχο γεύμα, όπου ο παγκρεατικός ιστός εμφανίζεται υπό τη μορφή ενός πολυποειδούς μορφώματος το οποίο σε ορισμένες περιπτώσεις φέρει έναν μικρό ομφαλό. Σε περίπτωση απουσίας του συγκεκριμένου ομφαλού, η μέθοδος αυτή αναδεικνύει παρόμοια ευρήματα με άλλους υποβλεννογονίους όγκους όπως το αδένωμα του αδένου Brunner, το λειομύωμα ή το λέμφωμα. (Reyman Borghei et.al., 2013)



Εντοπιστική απεικόνιση ακτινογραφίας γαστρεντερικού συστήματος. Απεικονίζεται ένα ομαλό, στρογγυλό ελάττωμα πλήρωσης (βέλη) στο κάτω τοίχωμα του δωδεκαδακτυλικού βολβού (DB), και ο χαρακτηριστικός μικροσκοπικός ομφαλός (κεφαλή βέλους) (Reyman Borghei et.al).

Όσον αφορά την εξέταση με CT με σκιαγραφικό, μπορεί να δείξει ομοιογενή ενισχυμένο ιστό (παρόμοιο με το φυσιολογικό πάγκρεας) ή κυστική περιοχή. Αυτά εμφανίζονται ως εξωφυτικές αλλοιώσεις του εντέρου ή με την μορφή παχυσμένων τοιχωμάτων. Συγκεκριμένα, μπορεί να παρατηρηθεί διάταση δωδεκαδακτύλου στην περιοχή της ελάσσονος παγκρεατικής θηλής, εύρημα ύστερα από κυστική δυστροφία, μια σοβαρή επιπλοκή που εντείνεται με την χρόνια χρήση αλκοόλ. (Peyman Borghei et.al., 2013)



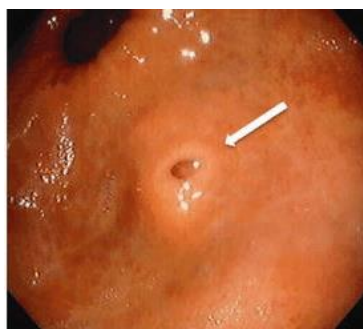
Απεικόνιση CT με έγχυση σκιαγραφικού σε εγκάρσια τομή.

a-b απεικόνιση στην αρτηριακή φάση

c-d απεικόνιση στην πυλαία φάση

Εμφανίζεται ως ομοιογενής ενίσχυση στη μεσεντέριο η οποία είναι παρόμοια με αυτή του παγκρέατος (Sameer Vyas et.al. <http://www.tropicalgastro.com/articles/33/4/asymptomatic-heterotopic.html>)

Ακόμη μια μέθοδος απεικόνισης είναι το ενδοσκοπικό υπερηχογράφημα όπου ο ιστός εμφανίζεται ως ένα ετερογενές μόρφωμα με ασαφή όρια και με υποηχογένεια. Η EUS χρησιμοποιείται κυρίως για διαφοροδιάγνωση από τους μεσεγχυματικούς όγκους. Στην περίπτωση του έκτοπου παγκρέατος, η αναλογία μεγάλης και μικρής διαμέτρου είναι μεγαλύτερη, παρατηρείται διάσπαση του τρίτου υποβλεννογόνιου στρώματος, ακανόνιστα όρια και ενδιάμεση ηχογένεια, και ο τρόπος ανάπτυξης του μοιάζει με τοιχογραφία. Μπορεί τα χαρακτηριστικά αυτά να φαίνονται επαρκή, δεν αποτελούν όμως τα κύρια χαρακτηριστικά της πάθησης αυτής η οποία μπορεί να εμφανιστεί με οποιαδήποτε άλλη νεοπλασματική βλάβη του τοιχώματος του εντέρου (Sandreep Anantha Sathyanarayana et.al., 2012)



Απεικόνιση με ενδοσκόπιο η οποία δείχνει εξωβλεννογονική βλάβη στο γαστρικό άντρο.

https://www.researchgate.net/figure/Heterotopic-pancreas-in-the-gastric-antrum-with-central-umbilication-Fluoroscopic-images_fig4_306351535

Γι αυτό, η συγκεκριμένη πάθηση διαγιγνώσκεται καλύτερα κατά την εγχείρηση και επιβεβαιώνεται με την ιστολογική εξέταση-βιοψία (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

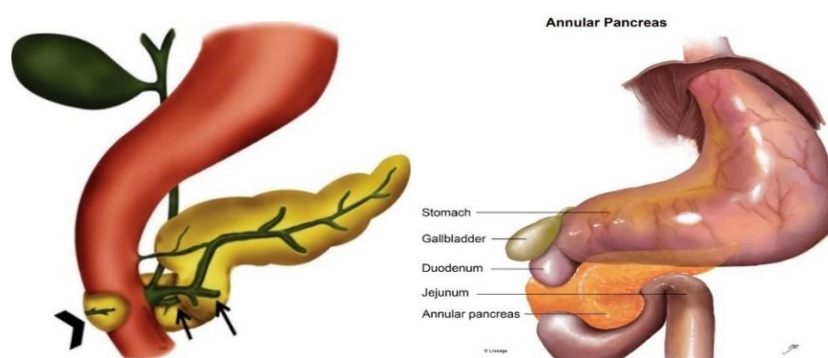
3.1.2. Δακτυλοειδές πάγκρεας

Αποτελεί μια άλλη παραλλαγή, η οποία δεν συναντάται συχνά. Οφείλεται στην αδυναμία του κοιλιακού παγκρεατικού τμήματος να περιστραφεί κατά την εμβρυϊκή ζωή όπως γίνεται φυσιολογικά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, ο παγκρεατικός ιστός να περιβάλλει την δεύτερη μοίρα του δωδεκαδακτύλου προκαλώντας στένωση αυτής ή κάτω από την θηλή του φύματος του Vater (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

Το δακτυλοειδές πάγκρεας μπορεί να είναι είτε πλήρες είτε ατελές:

- Στην περίπτωση του πλήρους δακτυλοειδούς παγκρέατος, παγκρεατικό παρέγχυμα ή δακτυλοειδής πόρος φαίνεται να περιβάλλει πλήρως το 2^ο τμήμα του δωδεκαδακτύλου.
- Στο ατελές δακτυλοειδές πάγκρεας παρατηρείται μερική περιβολή δωδεκαδακτύλου δίνοντας μια εμφάνιση «σιαγόνας κροκοδείλου»

(Sonam Vadera, 2022)

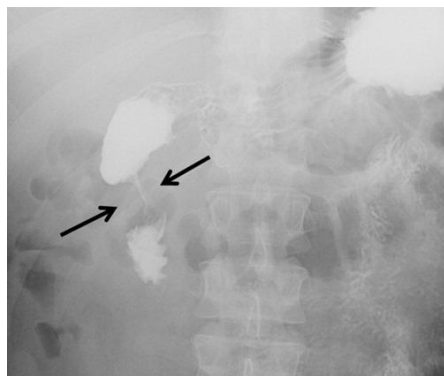


Σχηματική απεικόνιση δακτυλοειδούς παγκρέατος (Peyman Borghei et.al.
<https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.12112469> <https://radiopaedia.org/articles/annular-pancreas>)

Κλινικώς τα συμπτώματα εξαρτώνται από τον βαθμό της στένωσης. Μάλιστα, έρευνες έχουν δείξει ότι σχετίζεται με το σύνδρομο Down, το πολυδράμιο κατά την διάρκεια της εγκυμοσύνης, άλλες ανωμαλίες του ΓΕΣ, ακόμα και με παγκρεατίτιδα (Sonam Vadera, 2022).

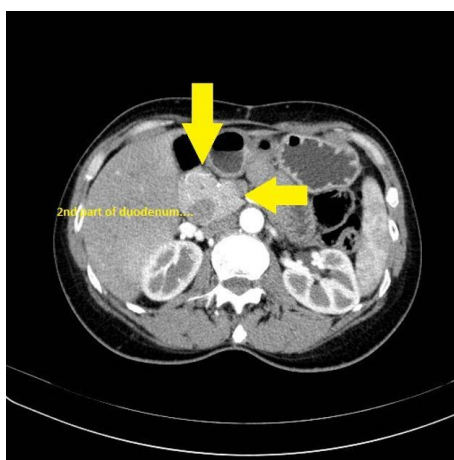
Όσον αφορά τα ευρήματα με χρήση βαριούχου γεύματος, ο βλεννογόνος που παρατηρείται στην στένωση είναι φαινομενικά φυσιολογικός. Αντιθέτως, το δωδεκαδάκτυλο παρουσιάζει μια ελαφρά διάταση, καθώς επίσης στην ακτινοσκόπηση παρατηρούνται αντιπερισταλτικές κινήσεις (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

Η απλή ακτινογραφία κοιλίας σε όρθια θέση αναδεικνύει το κλασικό παθολογικό εύρημα της «διπλής φυσαλίδας». Η μεγαλύτερη εγγύς φυσαλίδα είναι αποτέλεσμα της διάτασης του εντέρου, ενώ και η μικρότερη περιφερική φυσαλίδα αποτέλεσμα του διευρυμένου δωδεκαδακτυλικού βολβού. (Peyman Borghei et.al., 2013)



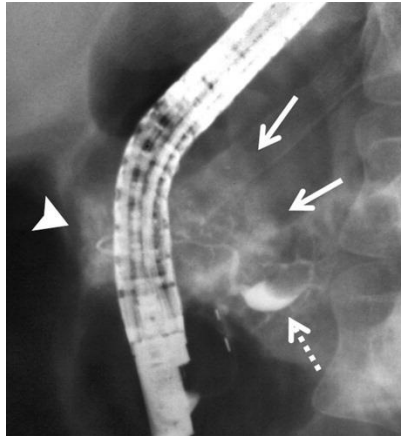
Απεικόνιση με ακτινογραφία με βαριούχο γέυμα αναδεικνύοντας στένωση του δεύτερου τμήματος του δωδεκαδακτύλου (Peyman Borghei et.al.)

Τόσο στην αξονική, όσο και στην μαγνητική τομογραφία ο δακτυλιοειδής ιστός, ο οποίος περιβάλλει τη 2^η μοίρα του δωδεκαδακτύλου γίνεται εύκολα αντιληπτός, παρουσιάζει δε την ίδια πυκνότητα και ίδια ένταση σήματος αντίστοιχα, με το υπόλοιπο πάγκρεας μετά την έγχυση σκιαγραφικής ουσίας. (Peyman Borghei et.al., 2013)



Απεικόνιση με CT σε εγκάρσιο επίπεδο. Τα βέλη δείχνουν τον παγκρεατικό ιστό που περιβάλλει το δωδεκαδάτυλο. (Sonam Vadera)

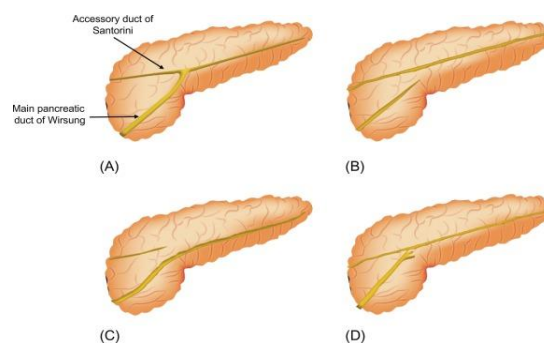
Συμπληρωματικά για περαιτέρω διερεύνηση χρησιμοποιούνται οι ERCP ή MRCP ενισχυμένες με σεκρετίνη για την απεικόνιση του παγκρεατικού πόρου εντός δακτυλίου. (Λάμπρος Βλάχος, 2000). Μάλιστα, με την ERCP φαίνεται η παθολογική διαμόρφωση του πόρου ο οποίος βρίσκεται σε συνέχεια με την κεφαλή του οργάνου. (Peyman Borghei et.al., 2013), (Aysel Turkvatan et.al., 2013)



Απεικόνιση με ERCP η οποία αναδεικνύει ήπια διάχυτη ακινοποίηση του παγκρέατος (συμπαγή βέλη). Ο παγκρεατικός ιστός και ο παγκρεατικός πόρος (αιχμή βέλους) βρίσκονται στα δεξιά του δεύτερου τμήματος του δωδεκαδακτύλου, σύμφωνα με το δακτυλοειδές πάγκρεας. Υπάρχει επίσης εστιακή διάταση του κύριου παγκρεατικού πόρου (διακεκομμένο βέλος) με συγκέντρωση σκιαγραφικού υλικού στο εξαρτώμενο τμήμα. (Peyman Borghei et.al.)

3.1.3. Διφυές ή δισχιδές πάγκρεας (πάγκρεας *Divisum*)

Αποτελεί την πιο σημαντική ανατομική παραλλαγή, με ποσοστό εμφάνισης 4-10% του γενικού πληθυσμού. Οφείλεται στην αδυναμία συνένωσης κοιλιακού και ραχιαίου τμήματος κατά την εμβρυική ζωή και έχει ως αποτέλεσμα την εκβολή του πρόσθιου άνω τμήματος της κεφαλής, του σώματος και της ουράς μέσα στην επικουρική θηλή, όταν το οπίσθιο κάτω τμήμα της κεφαλής εκβάλλει στο φύμα. Επακόλουθο της παθολογίας, είναι η παροχέτευση της μεγαλύτερης ποσότητας του παγκρεατικού εξωκρινούς χυμού στο δωδεκαδάκτυλο διαμέσου του ραχιαίου πόρου (DD) και της ελάσσονος θηλής. Έρευνες έχουν δείξει ότι η πάθηση αυτή, μπορεί να οφείλεται σε γενετικές μεταλλάξεις των γονιδίων, SPINK-1, PRSS1, CFTR ή CTSC. Ασθενείς με αυτού του είδους την ανωμαλία εμφανίζουν οξεία υποτροπιάζουσα παγκρεατίτιδα. Αυτό συμβαίνει, λόγω περιορισμένης παροχέτευσης των παγκρεατικών εκκρίσεων μέσω της ελάσσονος θηλής. Οι περισσότεροι όμως ασθενείς είναι ασυμπτωματικοί. (Aysel Turkvatan et.al., 2013), (Λάμπρος Βλάχος, 2000).



Σχηματική απεικόνιση Normal pancreas, (B) pancreas divisum, (C) reverse divisum, (D) incomplete divisum.

<https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/pancreas-divisum>

Ανάλογα με την τελική μορφή του, το πάγκρεας Divisum ταξινομείται σε 4 τύπους:

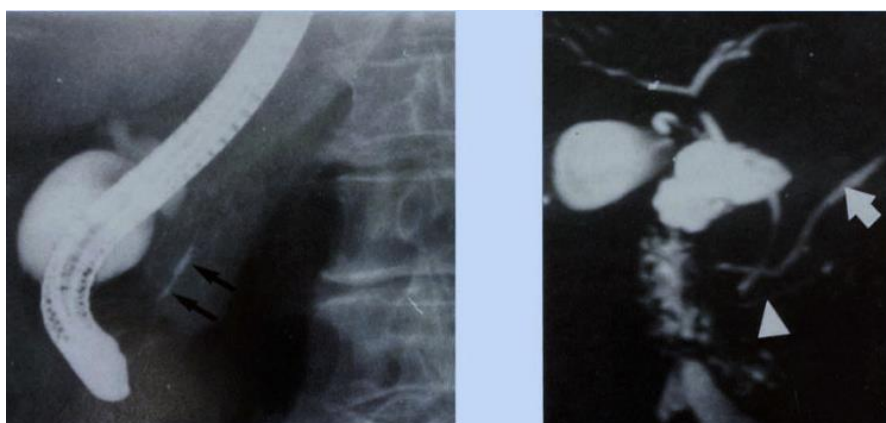
- Τύπος I: Πλήρης αποτυχία συνένωσης, άρα και επικοινωνίας των δύο πόρων
- Τύπος II: Χαρακτηρίζεται ως ατελής, λόγω της μικρής υπολειμματικής επικοινωνίας ραχιαίου με κοιλιακού πόρου
- Τύπος III: Παρατηρείται απουσία κοιλιακού πόρου. Επομένως η ελάσσονα θηλή, παροχετεύει ολόκληρο το πάγκρεας, ενώ η μείζων θηλή τον χοληδόχο πόρο.
- Τύπος IV: Ο πόρος του Santorini (ραχιαίος πόρος) δεν συνδέεται με τον κύριο παγκρεατικό πόρο, με αποτέλεσμα ένα μικρό απομονωμένο στοιχείο του ραχιαίου παγκρέατος.

Ο υπέρηχος αποτελεί την λιγότερο διαγνωστική προσέγγιση, λόγω των αερίων που μπορεί να υπάρχουν μέσα στο έντερο.

Στις εικόνες ERCP, το τμήμα του παγκρέατος αναγνωρίζεται βέλτιστα μετά την έγχυση σκιαγραφικού υλικού τόσο στην ελάσσονα όσο και στην κύρια θηλή. Ο καθετηριασμός της κύριας θηλής απεικονίζει ένα βραχύ πόρο, ενώ ο καθετηριασμός της επικουρικής θηλής απεικονίζει ένα μακρύ πόρο. Ο τελευταίος μάλιστα, φέρεται κατά μήκος του σώματος και της ουράς, με διαχωρισμένους όμως πόρους. Μάλιστα, ο ραχιαίος πόρος διέρχεται τον τελικό κοινό χοληδόχο πόρο προς τα εμπρός και προς τα άνω (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

Μπορεί η ERCP να αποτελούσε την μέθοδο εκλογής για την διερεύνηση της συγκεκριμένης πάθησης, την θέση της όμως πλέον έχει αντικαταστήσει η μη επεμβατική MRCP.

Ιδιαίτερα, για βέλτιστη ευκρίνεια και ευαισθησία, προτείνεται η χορήγηση σεκρετίνης με σκοπό την αύξηση ορατότητας του κύριου παγκρεατικού πόρου και των πλευρικών διακλαδώσεων. (Peyman Borghei et.al., 2013)



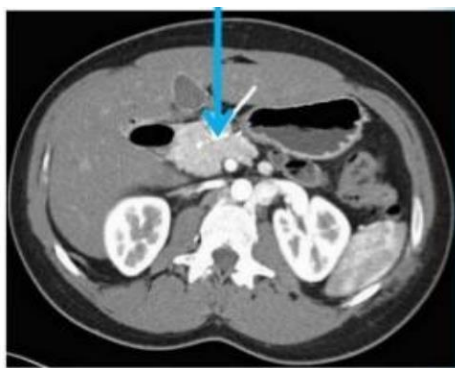
Αριστερή εικόνα: απεικόνιση με ERCP ο μόνο πόρος του Wirsung εντός του φύματος του Vater, Δεξιά εικόνα: απεικόνιση με MRCP όπου σκιαγραφείται τόσο ο πόρος του Wirsung (κεφαλή βέλους), όσο και ο πόρος του Santorini (βέλος) (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

Όσον αφορά τα ευρήματα στην αξονική και στην μαγνητική τομογραφία παρατηρείται διαχωρισμός του κοιλιακού και ραχιαίου τμήματος, δηλαδή καμία επικοινωνία μεταξύ τους.

3.1.4. Αγενεσία ή υποπλασία τμήματος παγκρέατος

Η υποπλασία προκύπτει από την απουσία κοιλιακού ή ραχιαίου τμήματος, ενώ η αγενεσία από την ολική έλλειψη του παγκρέατος. Η δεύτερη είναι και μη συμβατή με την ζωή. Η αγενεσία ραχιαίου τμήματος συναντάται συχνότερα από την αγενεσία του κοιλιακού τμήματος και στην απεικόνιση φαίνεται το πάγκρεας να φέρει μικρού μήκους και στρογγυλή κεφαλή, αλλά όχι σώμα και ουρά (Peyman Borghei et.al., 2013).

Η κύρια διαγνωστική εξέταση είναι η ERCP. Άλλες εξετάσεις όπως η MRCP και η CT μπορούν επίσης να είναι ενδεικτικές.



Απεικόνιση αγενεσίας ραχιαίου παγκρέατος με CT όπου δείχνει απουσία σώματος και ουρά του οργάνου (Δόμνα Χ. Φανίδου, 2019, *Χειρουργική ανατομία και συγγενείς παθήσεις παγκρέατος*, <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/2876466/file.pdf>)

3.1.5. Πολυκυστική νόσος του παγκρέατος

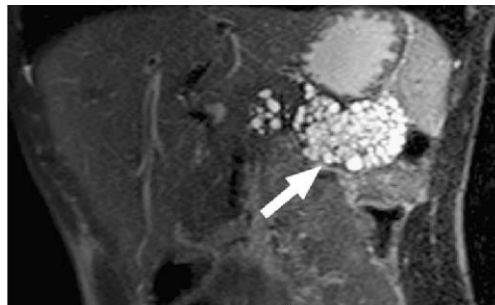
Πρόκειται για μια σπάνια οντότητα η οποία μερικές φορές συνυπάρχει με την πολυκυστική νόσο των νεφρών και του ήπατος ή αποτελεί εκδήλωση του συνδρόμου Von Hippel-Lindau (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

Όσον αφορά το υπερηχογράφημα αποτελεί εξάισια μέθοδο απεικόνισης για διαφοροδιάγνωση αγγειακών αλλοιώσεων και κύστεων. Συγκεκριμένα, οφιοειδείς σπληνικές αρτηρίες, ανεύρισμα ή ψευδοανεύρισμα σπληνικής αρτηρίας και ανεύρισμα σπληνικής φλέβας μπορούν να υποδηθούν κυστικές αλλοιώσεις του παγκρέατος. Η εμφάνιση όμως πολύχρωμων αλλοιώσεων, με σαφώς περιγεγραμμένα ομαλά όρια αποτελεί ένδειξη πολυκυστικής νόσου (William D. Middleton et.al.).



Απεικόνιση με US όπου αναδεικνύονται οι πολλαπλές κύστες μεταβλητού μεγέθους
(Amit Nandan Dhar Dwivedi https://www.researchgate.net/figure/Focused-ultrasound-of-pancreas-showing-multiple-cysts-of-variable-sizes_fig1_233889286)

Τυπικά, οι κύστες στην Μαγνητική Τομογραφία δεν προσλαμβάνουν το σκιαγραφικό. Εμφανίζονται ως καλά περιγεγραμμένα, στρογγυλά ή ωοειδή μορφώματα με χαμηλής έντασης σήματος στην T1-W και υψηλής έντασης σήματος στην T2-W ακολουθία.



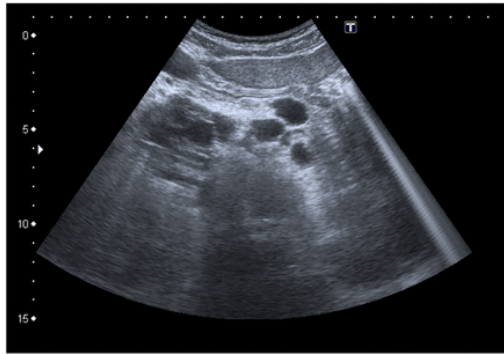
Απεικόνιση με MRI T-2W HASTE. Γίνονται αντιληπτές οι καλά περιγεγραμμένες, ομοιογενείς, υπερέντονες κύστες στην ουρά του παγκρέατος (Matthias Barral https://www.researchgate.net/figure/Multiple-simple-cysts-of-the-pancreatic-tail-in-a-21-year-old-man-with-autosomal_fig8_258828504)

3.1.6. Κυστική ίνωση

Σ αυτήν την πάθηση παρατηρείται αύξηση της γλοιότητας της βλέννης στους αδένες του παγκρέατος, εντέρου, βρόγχων και στους σιαλογόνους αδένες και αύξηση της συγκέντρωσης του χλωριούχου νατρίου στους ιδρωτοποιούς. Σε βαριές καταστάσεις, όπου παρατηρείται ατροφία του παγκρέατος, οδηγεί σε αντικατάσταση αυτού με αποτέλεσμα να παρατηρείται λιπώδη διήθηση (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

Επακόλουθο του ατροφικού παγκρέατος είναι οι αλλοιώσεις στην περιοχή των πνευμόνων. Σε μια απλή ακτινογραφία θώρακος μπορεί να παρατηρηθεί βρογχεκτασία, διόγκωση πνευμονικής αρτησίας, και λοβική κατάρρευση.

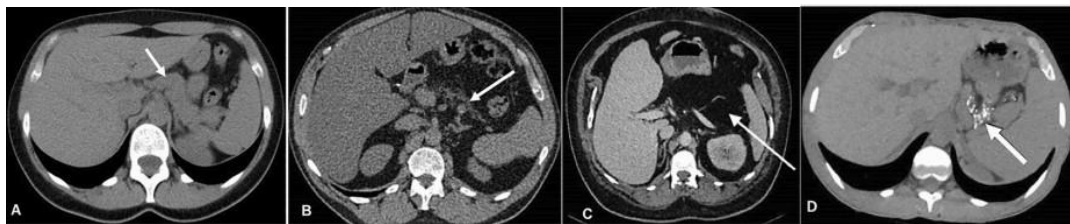
Στο υπερηχογράφημα το πάγκρεας είναι ρικνό και παρουσιάζει αύξηση της ηχογένειας λόγω της ίνωσης και της παρουσίας λιπών, ενώ επί παρουσίας κύστεων αυτές απεικονίζονται σαν άνηχες περιοχές. (Λάμπρος Βλάχος, 2000).



Απεικόνιση ανηχοϊκών βλαβών ποικίλων μεγεθών στην κεφαλή του παγκρέατος με οπίσθια ακουστική σκιά.
(Helen Burt et.al. <https://casereports.bmj.com/content/2016/bcr-2015-214288>)

Σε περίπτωση λιπώδους διήθησης, αυτή μπορεί εύκολα να ανδειχθεί με τις T1-W ακολουθίες με και χωρίς καταστολή λίπους. Το λίπος απεικονίζεται με έντονο σήμα στις T1-W ακολουθίες, ενώ η περιοχή όπου επικρατεί η ίνωση με χαμηλή ένταση σήματος. (C.D. Gillespie et.al., 2017), (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

Απεικονιζόμενη με αξονική τομογραφία παρατηρείται απώλεια του μαλακού ιστού του αδένου που συνοδεύεται από ασβεστοποίηση και χαμηλής πυκνότητας διηθημένο λίπος. (C.D. Gillespie et.al., 2017)



A. φυσιολογική απεικόνιση παγκρέατος, B. μερική διήθηση λίπους, C. ατροφία παγκρέατος, πλήρης διήθηση λίπους, D. ύπαρξη ασβεστοποιήσεων (Laure Alexandre-Heymann et.al.

<https://www.nature.com/articles/s41598-023-37492-4>).

3.2. Φλεγμονώδεις παθήσεις

3.2.1. Οξεία παγκρεατίτιδα

Χαρακτηρίζεται ως μία οξεία φλεγμονώδης διήθηση του παγκρέατος με ποικίλου βαθμού προβολή των περιπαγκρεατικών ιστών τοπικά αλλά και απομακρυσμένων οργάνων. Η αξιολόγηση της σοβαρότητας γίνεται μέσω του συστήματος APACHE II, και ανάλογα με τα κλινικά ευρήματα μπορεί να χαρακτηριστεί ως ήπια οξεία, βαρεία οξεία παγκρεατίτιδα ή επιπλεγμένη νόσος. (Α. Δρεβελέγκας, 2012).

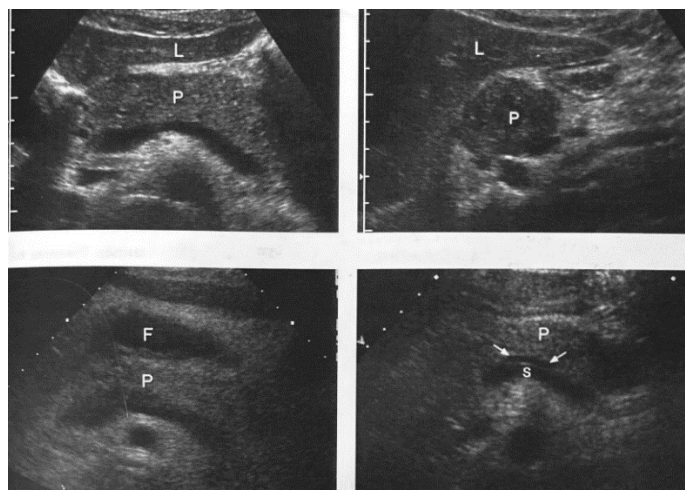
Η παγκρεατίτιδα συνδέεται ισχυρά με τον συστηματικό αλκοολισμό, τη λιθίαση των χοληφόρων, ενώ σ' ένα μικρό ποσοστό μπορεί να είναι ιδιοπαθής. Λιγότερο συχνές αιτίες είναι οι χειρουργικές επεμβάσεις στο στόμαχο και το χοληφόρο δένδρο, ο καρκίνος του παγκρέατος, το πάγκρεας Divisum, η ιογενής παρωτίτιδα, ο σακχαρώδης διαβήτης, η υπερασβεσταιμία, η υπερλιπιδαιμία κλπ. (Λάμπρος Βλάχος, 2000). Προκαλεί οξύ άλγος στο επιγάστριο το οποίο αντανακλά στην ραχιαία

επιφάνεια, αίσθημα ναυτίας και εμέτου, πόνος κατά την ψηλάφηση της κοιλιακής χώρας και πυρετό. Σε σοβαρότερες περιπτώσεις, μπορεί να εμφανιστεί νέκρωση του παγκρεατικού παρεγχύματος, του περιπαγκρεατικού λιπώδους ιστού, αιμορραγία, ακόμα και παγκρεατικά αποστήματα ή ανευρίσματα.

Η παγκρεατίτιδα μπορεί να συνοδεύεται από αριστερή πλευριτική συλλογή, ανύψωση του διαφράγματος ή και διάταση των εντερικών ελίκων μετά παρουσίας υδραικών επιπέδων στην άνω κοιλιά. Τα ευρήματα αυτά, εύκολα γίνονται αντιληπτά σε μια απλή ακτινογραφία θώρακος ή κοιλίας. (Λάμπρος Βλάχος, 2000), (William Herring, 2018).

Οι ψευδοκύστες πρέπει να θεωρούνται πιθανές όταν οι ασθενείς με γνωστή παγκρεατίτιδα έχουν εμφανή κοιλιακή συλλογή υγρού. Οι ψευδοκύστες οι οποίες στερούνται ενδοθήλιο, στον υπέρηχο εμφανίζονται με σαφή περιγεγραμμένα ομαλά όρια. Παρ'όλο που το περιεχόμενό τους είναι άνηχο, η παρουσία συντριμάτων μπορεί να δημιουργήσει εσωτερικού ήχου, πράγμα που δυσκολεύει τον εντοπισμό τους, καθώς ο ήχος μοιάζει με αυτών άλλων συλλογών υγρού (William D. Middleton et.al.).

Με την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχει αέρας που προκαλείται από τον παραλυτικό ειλεό, κατάσταση που δυσχεραίνει τον πλήρη έλεγχο του παγκρέατος, η χρήση του υπερήχου αποτελεί σήμερα την πρώτη μέθοδο μελέτης των ασθενών με οξεία κοιλία. Διάχυτη διόγκωση του οργάνου με υποηχογένεια του παγκρεατικού παρεγχύματος και εστιακές αλλοιώσεις που αντιπροσωπεύουν νέκρωση ή αιμορραγία, αποτελούν επίσης ευρήματα της οξείας παγκρεατίτιδας (Α. Δρεβελέγκας, 2012)

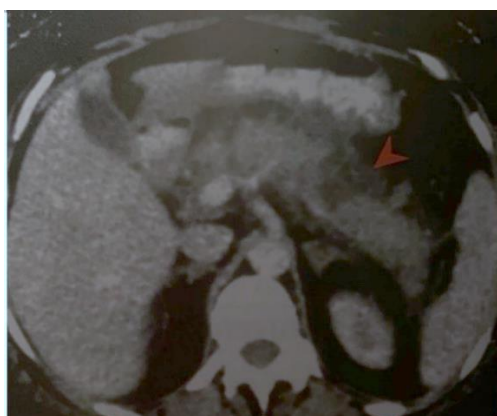


Πάνω αριστερά: εγκάρσια απεικόνιση που δείχνει διογκωμένο οιδηματώδες πάγκρεας (P), ισόηχο με ήπαρ
Πάνω δεξιά: επιμήκης άποψη δείχνει ένα διογκωμένο πάγκρεας (P), ισόηχο με παρακείμενο ήπαρ
Κάτω αριστερά: εγκάρσια απεικόνιση παγκρέατος (P), με εντοπισμένη περιπαγκρεατική συλλογή υγρού (F),
Κάτω δεξιά: εγκάρσια τομή παγκρέατος (P), με μικρή περιπαγκρεατική συλλογή υγρού (βέλη) στον περιαιγγειακό χώρο προσθίως της σπληνικής φλέβας (S). (William D. Middleton)

Μέθοδο εκλογής για την μελέτη οξείας παγκρεατίτιδας αποτελεί η αξονική τομογραφία με χρήση σκιαγραφικής ουσίας. Ιδιαίτερα η νεκρωτική παγκρεατίτιδα, γίνεται εύκολα αντιληπτή μόλις 48 ώρες από την έναρξη της νόσου, λόγω μειωμένης πρόσληψης του σκιαγραφικού με σαφή όρια.



Απεικόνιση με CT δείχνοντας ένα διογκωμένο πάγκρεας (μαύρο βέλος) με διήθηση περιπαγκρεατικού λίπους (άσπρα βέλη) (William Herring)



Απεικόνιση CT με σκιαγραφικό. Απεικονίζεται η υπόπυκτη μη εμπλουτισμένη νεκρωτική περιοχή (κόκκινο βέλος) στο σώμα του παγκρέατος (Α. Δρεβελέγκας)

Πάντα, ωστόσο, εγκυμονεί ο κίνδυνος της επιμόλυνσης της νεκρωτικής παγκρεατίτιδας η οποία εμφανίζεται με φυσαλίδες αέρα, ενώ σε περίπτωση αιμορραγίας εντοπίζεται αυξημένη ενίσχυση (Α. Δρεβελέγκας, 2012).

Χρήσιμη μέθοδος σε περίπτωση αιμορραγίας αποτελεί το συνδυαστικό πρωτόκολλο MRI και MRCP. Διενεργώντας την εξέταση της μαγνητικής τομογραφίας η οίδηματώδης οξεία παγκρεατίτιδα προσομοιάζει τα χαρακτηριστικά του φυσιολογικού παγκρέατος με ενδιάμεση προς ελαφρώς υψηλή ένταση σήματος στην T1-W και ομοιογενή ενίσχυση με γαδολίνιο. Τα διαγνωστικά χαρακτηριστικά είναι γραμμοειδής θορελότητα του περιπαγκρεατικού λιπώδους ιστού, που είναι χαμηλής έντασης σήματος στην T1-W χωρίς καταστολή λίπους και υψηλής έντασης σήματος στην T2-W.



Απεικόνιση με MRI T2-W προσανατολισμού. Αναγνωρίζεται η μεγάλη ανομοιογενής παγκρεατική ψευδοκύστη (αστερίσκος) στην κεφαλή που επικοινωνεί με τον ΜΠΠ (βέλος) (Α. Δρεβελέγκας)

Όπως αναφέρθηκε, η νεκρωτική παγκρεατίτιδα είναι μια επείγουσα κατάσταση, για αυτό ασθενείς με υποψία χοληδοχολιθίασης, ένδειξη σε χολική παγκρεατίτιδα, οφείλουν να πραγματοποιήσουν εξέταση MRCP για περαιτέρω διερεύνηση λίθων στο χοληδόχο πόρο. (Peter Reimer et.al.).

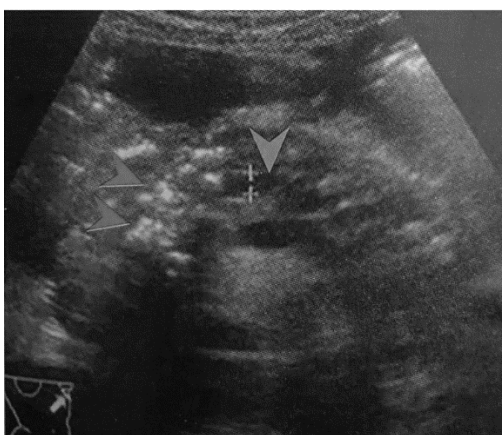
3.2.2. Χρόνια παγκρεατίτιδα

Είναι μια μακροχρόνια φλεγμονή του παγκρέατος, η οποία οδηγεί σε μη αναστρέψιμες μορφολογικές αλλοιώσεις, αλλά και σε ανεπάρκεια τόσο της εξωκρινούς όσο και της ενδοκρινούς λειτουργίας του παγκρέατος. Η νόσος συνήθως προσβάλλει άτομα μέσης ηλικίας, η δε αναλογία ανδρών προς τις γυναίκες είναι 4:1. (Λάμπρος Βλάχος, 2000). Ως πιθανή αιτία αναφέρονται τα επαναλαμβανόμενα επεισόδια οξείας παγκρεατίτιδας. Σημαντικό ρόλο παίζουν η χρήση οινοπνεύματος, οι κληρονομικές διαταραχές και οι περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα περισσότερα άτομα, που στην πλειοψηφία είναι άνδρες, παρουσιάζουν επίμονο πόνο στην κοιλιακή χώρα με αντάνακλαση στην πλάτη, ανορεξία με επακόλουθο την απώλεια βάρους, ασκίτη, λιπαρά κόπρανα, ενώ η καταστροφή των νησιδίων του Langerhans οδηγεί σε εμφάνιση σακχαρώδη διαβήτη.



Απεικόνιση ασβεστοποιήσεων στην περιοχή του παγκρέατος με ακτινογραφία κοιλίας
<https://learningradiology.com/notes/ginotes/chronicpancreatitis.htm>

Απεικονίζοντας τη συγκεκριμένη πάθηση με υπερηχοτομογραφία προκύπτει το χαρακτηριστικό ευρήμα των αποστιτανώσεων. Αυτές τυπικά εμφανίζονται ως πολυεστικές, στικτές υπερηχοχωγενείς εστίες εντός του παγκρέατος. Ανάλογα της κρισιμότητα της κατάστασης καθορίζεται και η ακουστική σκιά αυτών. Επίσης, παρατηρείται διάταση και ανωμαλία του παγκρεατικού πόρου, εκτρέποντας τον σε άλλη πορεία, καθώς και μεγάλου βαθμού διόγκωση του οργάνου (Α. Δρεβελέγκας, 2012), (William D. Middleton et.al.).



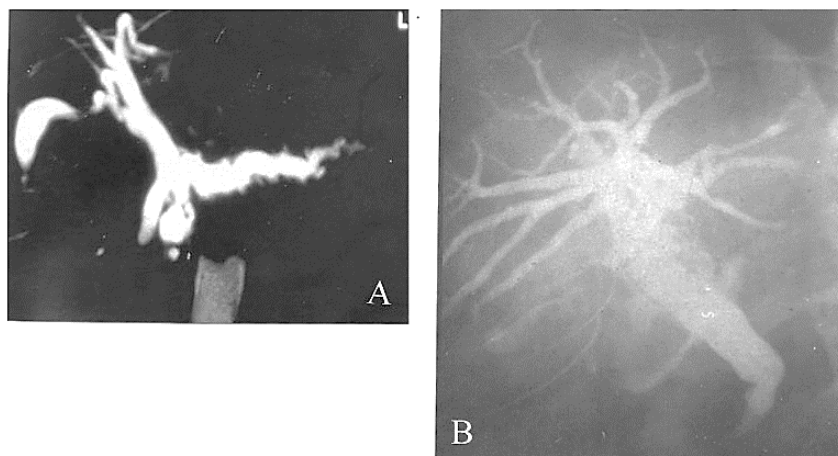
Απεικόνιση με US όπου απεικονίζονται οι διάχυτες υπερηχοϊκές ασβεστώσεις στο παρέγχυμα (κόκκινα βέλη) και διάταση του ΜΠΠ (Α. Δρεβελέγκας)

Μια ιδιαίτερη μορφή χρόνιας παγκρεατίτιδας είναι η Groove παγκρεατίτιδα ή η παγκρεατίτιδα δωδεκαδακτυλικής σχισμής, η οποία προσβάλλει την αύλακα μεταξύ παγκρεατικής κεφαλής και δωδεκαδακτύλου. Σ' αυτήν την περίπτωση παρατηρείται μια αλλοίωση στην περιοχή της ελάσσονος θηλής ή του επικουρικού πόρου. Στην CT και MRI αναδεικνύεται μία μάζα με μορφή πλάκας στην περιοχή της παραδωδεκαδακτυλικής σχισμής, που υπόκειται σε φλεγμονή με δημιουργία ουλής, και μικρές κυστικές αλλοιώσεις που αφορούν σε διατάσεις των πόρων έκτοπου παγκρεατικού παρεγχύματος. Η μάζα εμφανίζει χαμηλή έντασης σήματος στην T1-W, ίσης έντασης σήματος στην T2-W και υποαγγειούμενο σε σχέση με το πάγκρεας στις T1-W εικόνες με γαδολίνιο. (Peter Reimer et.al.), (Α. Δρεβελέγκας, 2012).

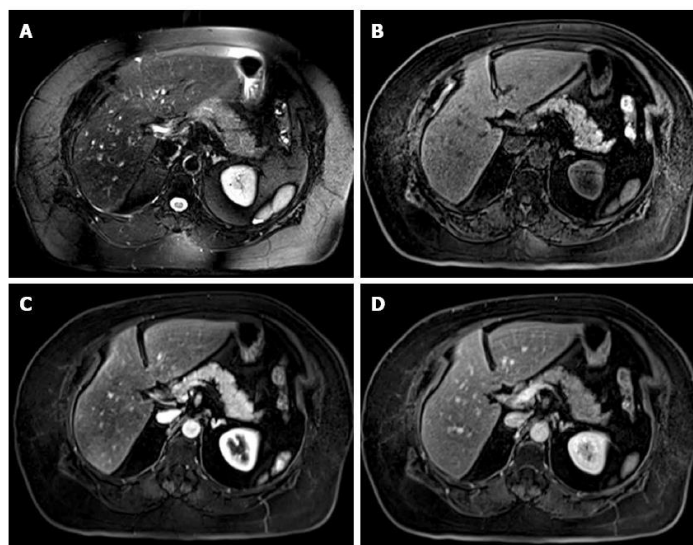


Απεικόνιση groove παγκρεατίτιδας, η οποία απεικονίζεται με παθολογικό ιστό στην παραδωδεκαδακτυλική σχισμή (κόκκινο βέλος) και πάχυνση τοιχώματος 12/δακτύλου (Α. Δρεβελέγκας).

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η MT σε συνδυασμό με τη MRCP παρουσιάζει πολλαπλά πλεονεκτήματα, έναντι των άλλων τεχνικών στη διάγνωση της χρόνιας παγκρεατίτιδας και στη διαφοροδιάγνωση μεταξύ φλεγμονώδους μάζας και αδενοκαρκινώματος. Συγκεκριμένα, οι εικόνες της MRCP με τις λεπτές τομές που διαθέτουν αναδεικνύουν στενώσεις και λίθους στον παγκρεατικό πόρο που η τεχνική της ERCP δεν είναι εφικτή να αναδείξει. (Peter Reimer et.al.), (Α. Δρεβελέγκας, 2012).



- A. MRCP εξέταση η οποία δείχνει μεγάλου βαθμού διάταση του παγκρεατικού πόρου με ανώμαλη παρυφή
 B. Διαδερμική διηπατική χολαγγειογραφία η οποία δείχνει διάταση του χοληφόρου δένδρου με βαθμιαία στένωση στο κατώτερο άκρο του χοληδόχου πόρου (Λάμπρος Βλάχος, 2000).



- A. εγκάρσια T2-W HASTE με καταστολή λίπους
 B. εγκάρσια 3D T1-W GRE με καταστολή λίπους αναδεικνύει υψηλής έντασης σήμα
 C. εγκάρσια 3D T1-W GRE με γαδολίνιο στην αρτηριακή φάση και με καταστολή λίπους
 D. εγκάρσια 3D T1-W GRE με γαδολίνιο στην παρεγχυματική φάση και με καταστολή λίπους

<https://www.wjnet.com/1007-9327/full/v20/i40/14760.htm>

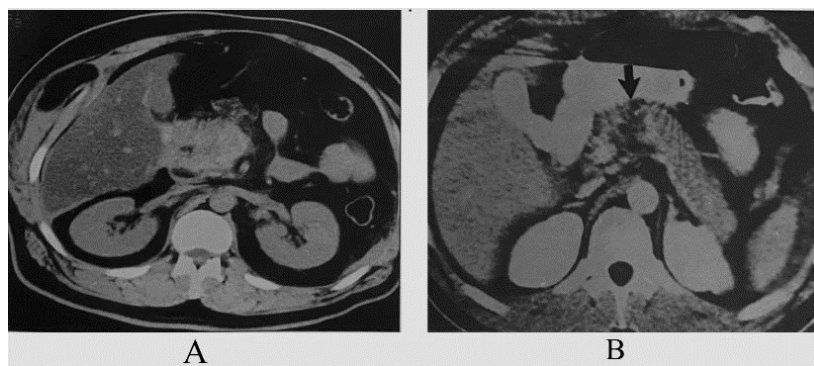
3.3. Τραυματικές παθήσεις

Τα τραύματα του παγκρέατος είναι σπάνια, διακρίνονται δε στα κλειστά και τα ανοιχτά. Εξ αυτών τα πρώτα, τα οποία είναι και τα συχνότερα, οφείλονται σε τραυματικές κακώσεις στην κοιλιακή χώρα ύστερα από σοβαρά ατυχήματα. Τα μέρη που προσβάλλονται περισσότερο είναι ο αυχένας και το σώμα του παγκρέατος. Λόγω του ότι δέχονται πίεση από την σπονδυλική στήλη και την κοιλιακή αορτή. Τα ανοιχτά τραύματα προκαλούνται από τέμνοντα και νήσσοντα όργανα, καθώς και από πυροβόλα όπλα. Τέλος, το πάγκρεας μπορεί να τραυματισθεί από λανθασμένους χειρουργικούς χειρισμούς, σε παρακείμενες περιοχές. (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

Ο υπέρηχος δεν έχει θέση στην διάγνωση των τραυματισμών, λόγω της μεγάλης ποσότητας αέρα εντός του εντέρου.

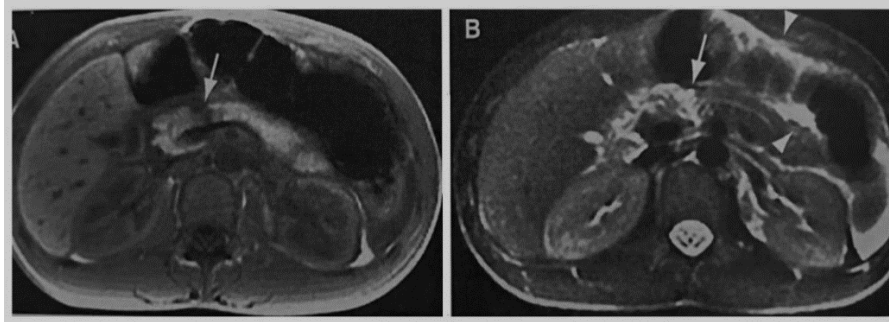
Η αξονική τομογραφία με την χρήση σκιαγραφικού, όμως, αποτελεί εξέταση εκλογής για την απεικόνιση τραυμάτων σε αιμοδυναμικά σταθερά ασθενείς.

Άμεσα σημάδια τραυματισμού περιλαμβάνουν ρήξη, συναλλαγή, εστιακή διεύρυνση και ενίσχυση. Τα δευτερεύοντα σημάδια περιλαμβάνουν περιπαγκρεατικό λίπος απομάκρυνσης, περιπαγκρεατικό υγρό, αιμορραγία, αιμάτωμα και σχετικό τραυματισμό σε παρακείμενες δομές. Η αξονική τομογραφία μπορεί να αναγνωρίσει ξεκάθαρα σημάδια τραυματισμού του παγκρέατος, όπως το κάταγμα ή τον καθαρό διαχωρισμό των θραυσμάτων. (Λάμπρος Βλάχος, 2000).



Απεικόνιση με CT A. Παρατηρείται αύξηση της πυκνότητας της κεφαλής του παγκρέατος και μερική ανομοιογένεια λόγω θλάσης και αιμορραγίας από χτύπημα στην κοιλιακή χώρα, B. Παρατηρείται πλήρης ρήξη του αυχένα του παγκρέατος μετά από αυτοκινητιστικό (Λάμπρος Βλάχος, 2000)

Δεδομένου ότι η MRI με την MRCP και τη ce-MRI είναι ένα συνδυαστικό μέσο εκτίμησης όλων των στοιχείων του παγκρέατος, αποτελεί επίσης ένα έγκυρο μέσο στο οξύ τραύμα. Οι ρήξεις παρουσιάζουν ένα ευρύ φάσμα, από κάκωση μέχρι πλήρη διατομή του παρεγχύματος και του πόρου. Ως εκ τούτου μπορεί να επηρεαστεί η περίξ περιοχή του παγκρέατος με ανάπτυξη υγρών συλλογών (Peter Reimer et.al.).



Απεικόνιση με MRI A. χρήση T1-W GRE και απεικονίζει την χαμηλής έντασης διατομής του παγκρέατος B. χρήση T2-W HASTE και απεικονίζει υψηλής έντασης σήμα μπροστά από την ΣΣ (βέλος) και ελεύθερο ενδοκοιλιακό υγρό που αντιστοιχεί σε αιμορραγία (κεφαλές βέλους) (Peter Reimer et.al)

3.4. Νεοπλασματικές παθήσεις

3.4.1. Πορώδες αδενοκαρκίνωμα του παγκρέατος

Το αδενοκαρκίνωμα του παγκρέατος, χαρακτηρίζεται ως ο πιο επιθετικός τύπος καρκίνου. Σήμερα, αποτελεί την τέταρτη αιτία θανάτου στους άνδρες και η πέμπτη στις γυναίκες, αλλά τυπικά συμβαίνει σε μεγάλης ηλικίας ασθενείς άνω των 60 ετών.

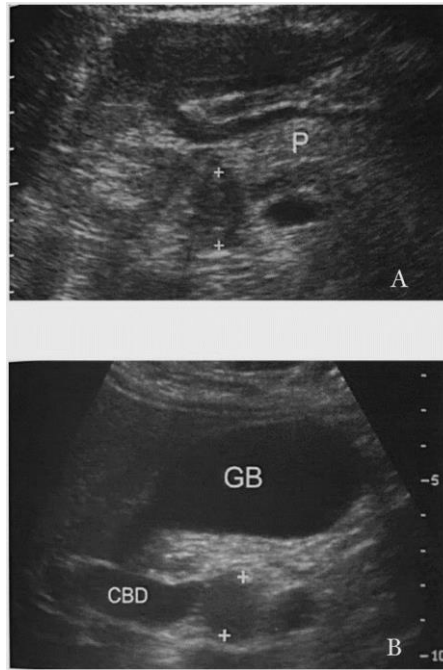
Όσον αφορά την εντόπιση, περίπου τα 60-65% εντοπίζονται στην κεφαλή, 20% στο σώμα, 10% στην ουρά, ενώ στο 5-10% παρατηρείται διάχυτη προσβολή ολόκληρου του παγκρέατος. (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

Ο ίκτερος, αποτελεί το συχνότερα εμφανιζόμενο σύμπτωμα σε ασθενείς με όγκο στην κεφαλή του παγκρέατος και οφείλεται στην απόφραξη του χοληδόχου πόρου.

Οι περισσότερες πληροφορίες εκμαιεύονται κυρίως με την πραγματοποίηση της αξονικής τομογραφίας με χρήση σκιαγραφικής ουσίας. Η παθολογική περιοχή απεικονίζεται ως μια εστιακή υπόπυκνη αλλοίωση σε σχέση με το λοιπό υγιές παρέγχυμα. Νεόπλασμα στην κεφαλή του παγκρέατος, συνοδεύεται με ταυτόχρονη διάταση των δύο πόρων. (Α. Δρεβελέγκας, 2012).

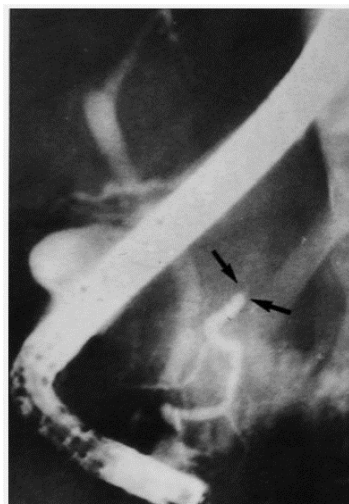
Τυπικά, εμφανίζονται ως υπόηχες μάζες συγκριτικά με την ηχογένεια του παρακείμενου παγκρεατικού παρεγχύματος (Α. Δρεβελέγκας, 2012).

Εκτός από την ανεύρεση του παγκρεατικού καρκινώματος, το υπερηχογράφημα μαζί με ανάλυση Doppler πρέπει να χρησιμοποιούνται για τη σταδιοποίηση του όγκου ιδίως για την εμπλοκή αγγείων.



- A. εγκάρσια τομή παγκρέατος (P) δείχνει μια μικρή υπόηχη συμπαγή μάζα (σταυροί) στην κεφαλή του παγκρέατος αμέσως δεξιά της σπληνικής συμβολής
- B. επιμήκης τομή της ηπατικής πύλης χρησιμοποιώντας τη χοληδόχο κύστη ως παράθυρο δείχνει έναν διατεταμένο χοληδόχο πόρο (CBD) που καταλήγει απότομα στο επίπεδο μιας υπόηχης μάζας (σταυροί) (William D. Middleton et.al.)

Η μαγνητική τομογραφία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με την MRCP και τη μαγνητική αγγειογραφία ουτός ώστε να παρέχονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για τη διάγνωση και σταδιοποίηση των παγκρεατικών νεοπλασμάτων. (Α. Δρεβελέγκας, 2012). Το παγκρεατικό αδενοκαρκίνωμα έχει χαμηλή ένταση σήματος στην T1-W, ενώ η καταστολή λίπους βελτιώνει την εμφάνιση.



Απεικόνιση με ERCP όπου φαίνεται η απόφραξη του παγκρεατικού πόρου λόγω ca κεφαλής (Λάμπρος Βλάχος, 2000).



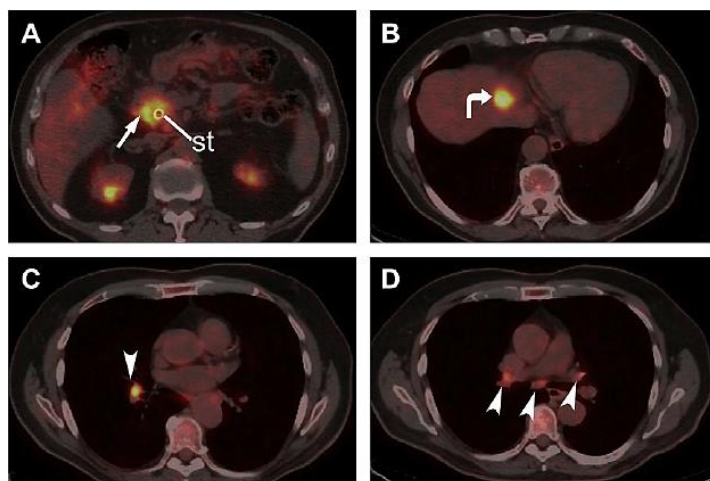
Απεικόνιση με MRCP όπου φαίνεται στένωση στο περιφερικό τμήμα των χοληδόχων πόρων μετά διατάσεως ολόκληρου του χοληφόρου δένδρου (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

Σε περίπτωση διήθησης περιαγγειακών, λεμφικών και περινευρικών δομών, κρίνεται απαραίτητη η άμεση πραγματοποίηση CT ή MRI εξέτασης. Περιορισμένη διήθηση της άνω μεσεντέριας αρτηρίας, μπορεί να θεωρηθεί μόνο σχετική αντένδειξη για χειρουργείο. Ο εντοπισμός όμως λεμφαδένων, βεβαιώνει την πιθανότητα καρκίνου και συνάμα μεταστάσεων. (Peter Reimer et.al.)



Απεικόνιση με CT που αναδεικνύει διήθηση άνω μεσεντέριας αρτηρίας (Α. Δρεβελέγκας, 2012)

Τέλος, έρευνες έδειξαν ότι η ευαισθησία και ειδικότητα της διαδικασίας PET/CT είναι 46%-71% και 63%-100% αντίστοιχα. Η χρήση της PET/CT μπορεί να αναδείξει τόσο τον καρκίνο, όσο και τις μεταστάσεις σε άλλα όργανα από αυτόν. (Eun Sun Lee, 2014).



Απεικόνιση εγκάρσιων τομών 4^{ου} σταδίου Ca κεφαλής παγκρέατος με FDG

A. υψηλή πρόσληψη ρ/κου (βέλος), απεικόνιση τοποθετούμενου stent

B. Υψηλή πρόσληψη ρ/κου σε μετάσταση στο ήπαρ

C. Υψηλή πρόσληψη ρ/κου σε μεταστατικούς λεμαδένες δεξιάς πύλης πνεύμονα

D. Μειωμένη πρόσληψη ρ/κου σε μεσοθωράκιους λεμφαδένες και κοντά στις πύλες των πνευμόνων

(Priya Bhosale https://www.researchgate.net/figure/A-78-year-old-man-with-biopsy-proven-stage-IV-pancreatic-cancer-Axial-fused-images-from_fig20_224913236)

3.4.2 Κυστικά νεοπλάσματα

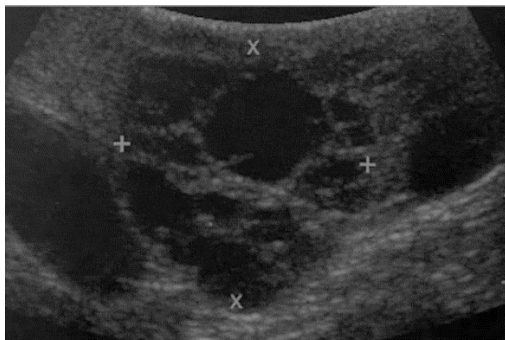
Τα κυστικά νεοπλάσματα αφορούν μια μικρή ομάδα όγκων του οργάνου, με ποσοστό εμφάνισης που δεν αγγίζει το 5%. Ανάλογα με το μέγεθος τους χωρίζονται σε δύο κατηγορίες τα μικροκυστικά (ορώδη) και τα μακροκυστικά (βλεννώδη).

Τα μικροκυστικά αδενώματα περιέχουν ορώδες υγρό, αποτελούνται από πολλαπλά μικρά κυστικά συστατικά και είναι καλοήθη.

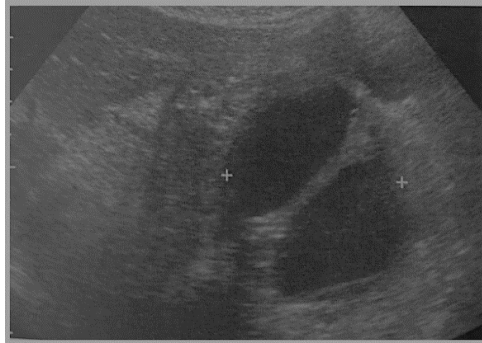
Αντίθετα, τα μακροκυστικά περιέχουν βλεννώδες υγρό, αποτελούμενα από μεγαλύτερα κυστικά συμπαγή συστατικά διαμέτρου 2-20 cm. Μπορεί να είναι κακήθεις ή δυνητικά κακήθεις (William D. Middleton et.al.).

Οι μακροκυστικοί όγκοι εμφανίζονται ως σαφώς αφοριζόμενες κυστικές μάζες. Τοιχωματικά οζίδια και συμπαγή συστατικά μπορεί να υπάρχουν ειδικά στις αμιγώς κακήθεις βλάβες. Ενδεχόμενη, επίσης είναι η παρουσία περιφερικής αποτιάνωσης στο κυστικό τοίχωμα.

Παρόμοια απεικόνιση χαρακτηρίζουν και τα μικροκυστικά. Μπορεί να απεικονισθούν σαν συμπαγή σχετικά σαφώς αφοριζόμενα μορφώματα, όταν οι επιμέρους κύστεις είναι μικρές και δεν διαφοροποιούνται μεταξύ τους ή σαν μικτής συστάσεως όγκοι ή τέλος σαν πολύχρωμοι σχηματισμοί. Η κεντρική αστεροειδής ουλή που παρατηρείται σε παθολογοανατομικές μελέτες είναι γενικά δύσκολο να αναδειχθεί υπερηχοτομογραφικά (William D. Middleton et.al.).

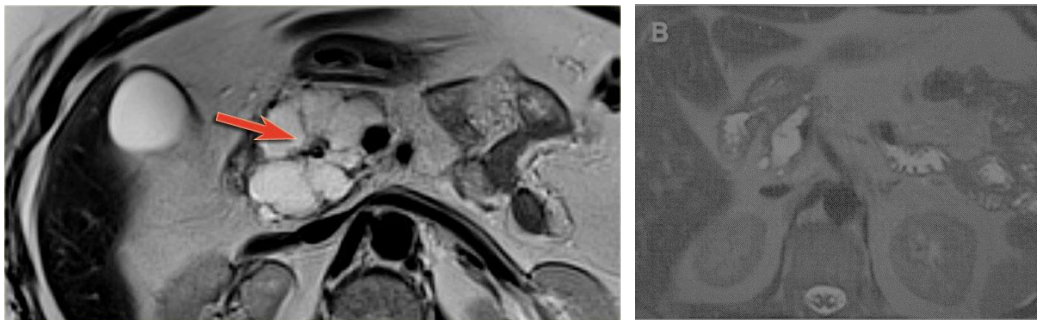


Απεικόνιση μικροκυστικού αδενώματος με US. Πρόκειται για μία διεγχειρητική σάρωση απεικονίζοντας μια σύνθετη βλάβη (δείκτες) με πολλαπλά μικρά εσωτερικά κυστικά στοιχεία (William D. Middleton).



Απεικόνιση μακροκυστικού βλενώδους όγκου με US. Πρόκειται για μια εγκάρσια τομή του σώματος του παγκρέατος απεικονίζοντας μια κυστική βλάβη με παχύ εσωτερικό διαφραγμάτιο (William D. Middleton).

Μπορεί όμως να απεικονισθεί εξαιρετικά με την MRI, η οποία φαίνεται αποτιτανωμένη. Η MRI προσφέρει καλύτερη απεικόνιση των κύστεων, οι οποίες εμφανίζονται ως χαμηλής έντασης σήματος δομές στην T1-W και υψηλής έντασης στην T2-W ακολουθία. Στην περίπτωση του βλενώδους αδενώματος, στις T1-W FS με γαδολίνιο εμφανίζονται παχυσμένα διαφράγματα. Η καρκινική του συμπεριφορά, φαίνεται από την μορφή των διαφραγμάτων. Εάν εμφανίζονται με διογκωμένα και ακανόνιστα που ενισχύονται οζωδώς από το σκιαγραφικό, αυξάνουν την πιθανότητα κακοήθειας. (Peter Reimer et.al.)



Απεικόνιση με MRI εγκάρσια T2-W ακολουθία

- A. Ορώδες κυστικό όπου απεικονίζεται η πολυκυστική μορφή και το χαμηλό σήμα λόγω της κεντρικής ουλής με ασβεστώσεις.
- B. Ενδοπορκός Θηλώδης βλενώδης όγκος όπου απεικονίζεται η μαζική διάταση του κύριου πόρου με ανώμαλο περίγραμμα (Marc Engelbrecht et.al. <https://radiologyassistant.nl/abdomen/pancreas/pancreas-cystic-lesions> and Peter Reimer et.al.)

Επειδή κατά κύριο λόγο οι παγκρεατικές ψευδοκύστεις επικοινωνούν με τους πόρους ενώ τα κυστικά νεοπλάσματα σπανίως, η ERCP μπορεί να είναι χρήσιμη στην ανεύρεση τέτοιων χαρακτηριστικών (William D. Middleton et.al.)

Σημαντικό ρόλο στη διαφοροδιάγνωση αυτών των δύο παίζει η εκλεκτική αρτηριογραφία καθώς τα ορώδη αδενώματα παρουσιάζουν πλούσια αγγείωση. (Λάμπρος Βλάχος, 2000).



Απεικόνιση με ERCP δείχνει μη επικοινωνούντα παγκρεατικό πόρο με κύστεις
(Masahiro Tanemura https://www.researchgate.net/figure/A-ERCP-shows-the-pancreatic-duct-was-not-dilated-and-did-not-communicate-with-cysts_fig3_308491329)

3.4.3. Νεοπλάσματα των νησίδων

Τα νεοπλάσματα αυτά γνωστά και ως νησιδιώματα υπάγονται στους νευροενδοκρινείς όγκους του συστήματος APUD. Στην πλειοψηφία τους είναι μονήρη λειτουργικώς ενεργά και έχουν καλοήγη ή κακοήγη συμπεριφορά.

Με βάση την εκκριτική τους δραστηριότητα πραγματοποιείται και η ταξινόμηση τους. Τα νεοπλασματικά κύτταρα ταυτοποιούνται με τη μέθοδο ανοσοϋπεροξειδάσης και τη χρήση ειδικών μονοκλωνικών αντισωμάτων που στρέφονται κατά των παγκρεατικών ορμονών. Ανεξάρτητα, όμως, από το κύτταρο προέλευσης, όλα τα νεοπλάσματα των νησιδίων εμφανίζουν ομοιόμορφο κυτταρικό πληθυσμό, χωρίς σημαντικές αποκλίσεις από τα φυσιολογικά ενδοκρινικά κύτταρα του παγκρέατος. Έτσι τα νεοπλασματικά κύτταρα είναι μικρά, ομοιόμορφα, κυβοειδή με κεντρικά τοποθετημένους πυρήνες και λεπτοκοκκώδες κυτταρόπλασμα. Υπάρχει επίσης αγγειοβριθές υπόστρωμα.

Τα ενεργώς λειτουργικά νεοπλάσματα αυτών των ειδών είναι το ινσουλίνωμα, το γαστρίνωμα, γλυκαγόνωμα, το βίπομα και το σωματοστατίνωμα.

Το **ινσουλίνωμα** είναι ένα σπάνιο νευροενδοκρινές νεόπλασμα των β-κυττάρων των νησίδων των Langerhans. Σε ποσοστό περίπου 5% έχει πολυεστιακή εντόπιση, ενώ έχει βρεθεί ότι σχετίζεται με το σύνδρομο MEN1.

Το **γαστρίνωμα** εντοπίζεται κυρίως στην κεφαλή του παγκρέατος και σχετίζεται με το σύνδρομο Zollinger-Elisson. Η εκδήλωση του οφείλεται στην υπερέκκριση του γαστρικού υγρού, λόγω ερεθισμού από μεγάλη παραγωγή γαστρίνης από τον όγκο (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

Η ανάπτυξη του **γλυκαγονώματος** ευθύνεται στην παθολογική λειτουργία των ακυττάρων των νησίδων του Langherhans. Η αυξημένη εκκρίση της γλυκαγόνης από τον όγκο οδηγεί στο σύνδρομο του γλυκογονώματος (Sartaj Sandhu et.al., 2023).

Το **βίπομα** ευθύνεται για το σύνδρομο WDHA το οποίο οφείλεται σε αυξημένη παραγωγή από τα κύτταρα των νησιδίων του αγγειοκινητικού εντερικού πολυπεπτιδίου (VIP) (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

Το **σωματοστατίνωμα** εντοπίζεται κυρίως στην κεφαλή του παγκρέατος και ιστολογικά στην πλειοψηφία των περιπτώσεων δεν είναι κακόηθες. Ορισμένοι από αυτούς μπορεί να είναι μη λειτουργικοί (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

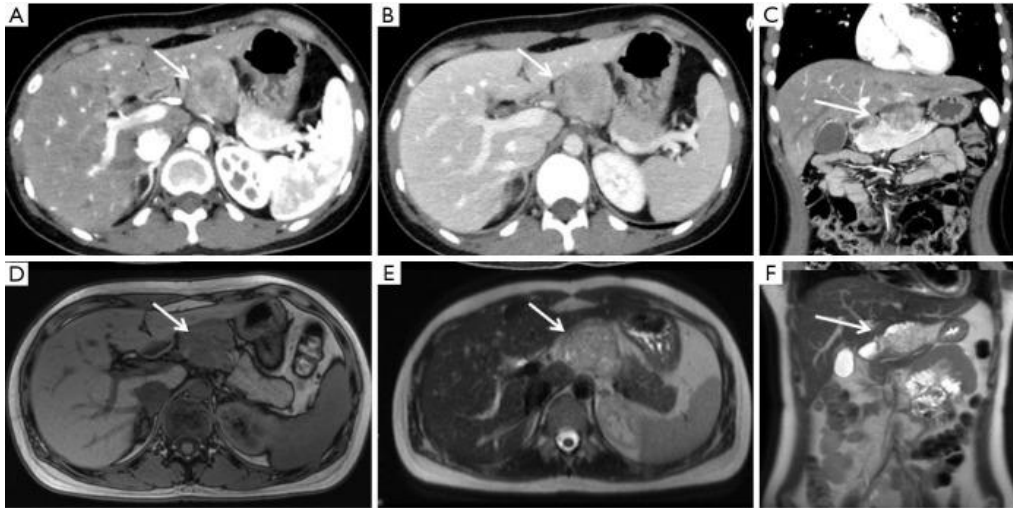
Τα ακτινολογικά ευρήματα που εντοπίζονται με το ενδοσκοπικό υπερηχογράφημα αφορούν ευρήματα στην κεφαλή και στην ουρά του παγκρέατος. Τα μικρά νησιδιώματα μεγέθους <1 εκ. εμφανίζονται υποηχογενή, ενώ τα μεγαλύτερα μεγέθους ως υπερηχογενή μορφώματα με σπανίως ύπαρξη αποτιτανωμένων και νεκρωμένων περιοχών (Λάμπρος Βλάχος, 2000), (Α. Δρεβελέγκας, 2012).

Λόγω της υπεραγγειούμενης ικανότητας των ορμονικών ενεργών όγκων, στην αξονική τομογραφία μετά την έγχυση σκιαγραφικής ουσίας, διαφοροποιούνται εύκολα από το υποαγγειούμενο παγκρεατικό αδενοκαρκίνωμα και υγιές παρέγχυμα. Αντιθέτως, οι ευμεγεθείς μη λειτουργικοί όγκοι που συμπεριφέρονται σαν τα αδενοκαρκινώματα δεν εμφανίζουν πλούσια αγγείωση. Νεκρώσεις, κυστική εκφύλιση ή ασβεστώσεις είναι ευρήματα που τους χαρακτηρίζουν (Λάμπρος Βλάχος, 2000), (Α. Δρεβελέγκας, 2012).



Απεικόνιση μη λειτουργικού όγκου. Η επιμήκης τομή του επιγαστρίου δείχνει μια μεγάλη συμπαγή μάζα (σταυροί) προερχόμενη από το σώμα του παγκρέατος. μικρή βλάβη δίκην στόχου (βέλους) είναι ορατή στον αριστερό λοβό του ήπατος (L) οφειλόμενη σε μετάσταση. (William D. Middleton)

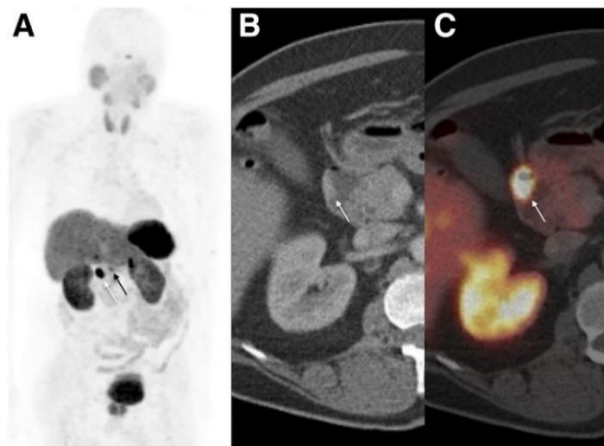
Η μαγνητική τομογραφία χρησιμοποιείται ως συμπληρωματική μέθοδος. Εκεί εμφανίζουν χαμηλής έντασης σήμα στην T1-W και υψηλής στην T2-W, καθώς και ομοιογενή ή δακτυλιοειδική ενίσχυση μετά την έγχυση Gd DTPA (Λάμπρος Βλάχος, 2000). Χρήσιμη ακολουθία για την ανίχνευση μικρών νησιδιωμάτων αποτελεί και η DWI, τα οποία ανιχνεύονται χάρη στο υψηλό σήμα που εμφανίζουν (Eleonora Bicci et.al., 2020).



CT απεικόνιση Α. εγκάρσια στην αρτηριακή φάση, Β. εγκάρσια στην πυλαία φάση, C. Πολυεπίπεδη ανακατασκευή αρτηριακής φάσης σε στεφανιαίο επίπεδο

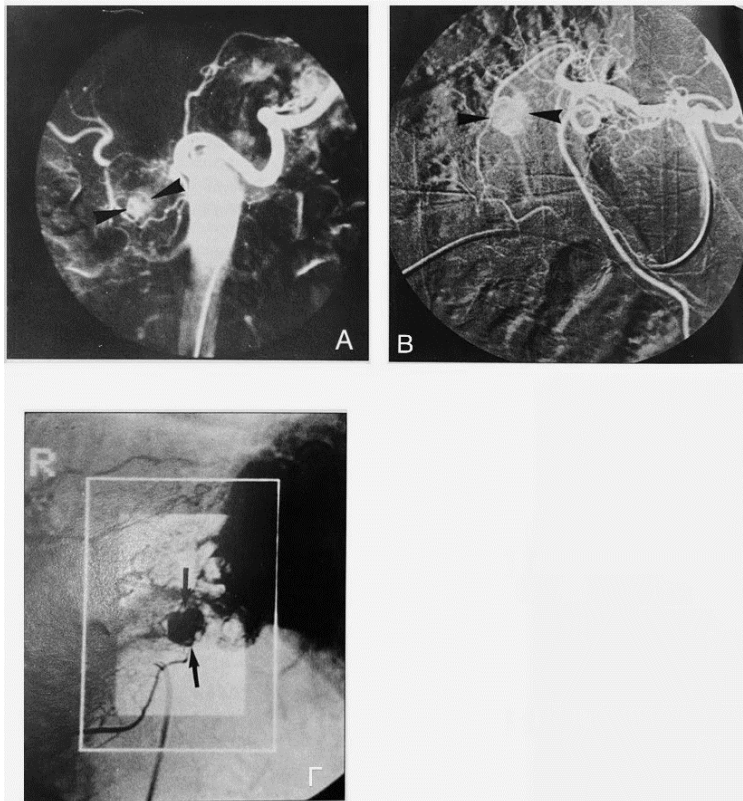
MRI απεικόνιση D. χαμηλής έντασης σήματος στην T1-W, Ε. Μη ομοιογενής υψηλής έντασης σήματος στην T2-W σε εγκάρσιο επίπεδο, F. Μη ομοιογενής υψηλής έντασης σήματος στην T2-W σε στεφανιαίο επίπεδο. (Eleonora Bicci et.al)

Ωστόσο, η διάγνωση των μικρών διαμέτρων όγκων γίνεται δισχαιρής μερικές φορές με τη χρήση των συμβατικών μεθόδων. Τη λύση δίνει η πυρηνική ιατρική, καθώς τα νεοπλάσματα των νησιδίων εμφανίζουν αυξημένη πρόσληψη του ανάλογου σωματοστατίνης (octreotide) ή του gallium-68 DOTATOC (Α. Δρεβελέγκας, 2012).



Α. Πρόσθια PET απεικόνιση με χρήση gallium-68 DOTATOC, Β. CT απεικόνιση χαμηλής έντασης, C. PET/CT απεικόνιση. Παρατηρείται πάχυνση του τοιχώματος του δωδεκαδακτύλου το οποίο ενισχύεται εντονα (λευκό βέλος), καθώς και παθολογική εστιακή πρόσληψη στο επιγάστριο (μαύρο βέλος). (Christophe M. Deroose et.al. <https://jnm.snmjournals.org/content/57/12/1949>)

Τέλος, στην εκλεκτική αγγειογραφία τα ορμονικώς ενεργά νησιδιώματα παρουσιάζουν αυξημένη συγκέντρωση της σκιεράς ουσίας ιδίως στην παρεγχυματική φάση (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

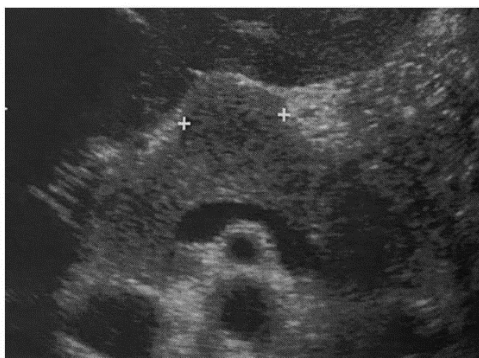


Απεικόνιση ινσουλινωμάτων με εκλεκτική αρτηριογραφία αλλήρειου τρίποδα
 Α-Β Αρτηριακή φάση εύρημα στην κεφαλή του παγκρέατος
 Γ. Τριχοειδική φάση εύρημα στο σώμα του παγκρέατος
 (Λάμπρος Βλάχος, 2000).

3.4.4. Μεταστάσεις από άλλα όργανα

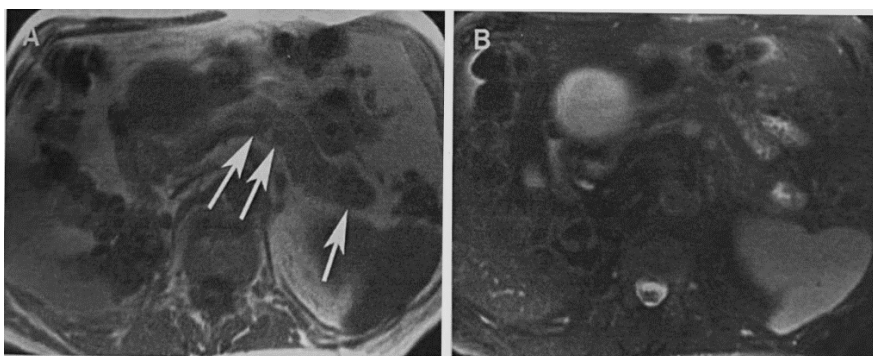
Μεταστάσεις στο πάγκρεας ή στους πέριξ λεμφαδένες εμφανίζουν οι πρωτοπαθείς όγκοι του νεφρού, μαστού, πνεύμονα, του γαστρεντερικού σωλήνα ή από μελάνωμα. (Peter Reimer et.al.) Η επιταχυνόμενη ανάπτυξη τους, οδηγεί στην αλλοίωση του επιθηλίου του παγκρεατικού πόρου. Γι αυτό, κρίνεται επιτακτική ανάγκη η προσεκτική διάγνωση και χρήση σωστών πρωτοκόλλων, καθώς παρόμοια ευρήματα μπορεί να μιμηθούν άλλες παθήσεις του παγκρέατος.

Στον υπέρηχο, οι μεταστάσεις εμφανίζονται ως συμπαγείς, υποχοηγενείς μάζες με σαφή όρια, απεικονιστικά χαρακτηριστικά που το διαφοροποιεί από το αδενοκαρκίνωμα (Charikleia Triantopoulou et.al., 2011).



Απεικόνιση εγκάρσιας τομής του παγκρέατος. Μετάσταση προερχόμενο από το πρόσθιο τμήμα κεφαλής του παγκρέατος και απεικονίζεται ως συμπαγή ισόηχη μάζα (σταυροί) (William D. Middleton)

Οι περισσότερες μεταστάσεις έχουν χαμηλό σήμα στην ακολουθία T1, υψηλό στην T2 ακολουθία, και δεν προσλαμβάνουν το σκιαγραφικό μετά την έγχυση του. Εξαιρέση αποτελούν οι μεταστάσεις από μελάνωμα και οι αιμορραγικές. (Α. Δρεβελέγκας, 2012).



Απεικόνιση με MRI μεταστάσεων από Ca νεφρικών κυττάρων

A. Στην T1-W έχουν χαμηλής έντασης σήματος (βέλη)

B. Στην T2-W έχουν υψηλής έντασης σήματος (Α. Δρεβελέγκας)

Στην αξονική τομογραφία οι μονές ή πολυεστιακές βλάβες έχουν παρόμοια περίπου πυκνότητα με το φυσιολογικό πάγκρεας. Μετά την έγχυση του σκιαγραφικού παρατηρείται περιφερικός εμπλουτισμός, με μια χαρακτηριστική κεντρική υπόπυκνη ουλή (Charikleia Triantopoulou et.al., 2011).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Το πάγκρεας έχει την ιδιαιτερότητα να βρίσκεται στον οπισθοπεριτοναϊκό χώρο πίσω από τον στομάχο και μεταξύ του δωδεκαδακτύλου προς τα δεξιά και του σπλήνα προς τα αριστερά. Το πάγκρεας υποδιαιρείται στην κεφαλή, τον αυχένα, το σώμα και την ουρά. Βασικά ανατομικά στοιχεία αποτελούν επίσης, ο κύριος παγκρεατικός και ο επικουρικός πόρος. Η αγγείωση του παγκρέατος προέρχεται από κλάδους του αλληρείου τρίποδα και της άνω μεσεντέριας αρτηρίας, ενώ οι φλέβες εκβάλλουν στη σπληνική και την άνω μεσεντέρια φλέβα. Η ανάπτυξη του ξεκινά από την 4^η εμβρυική εβδομάδα από δύο καταβολές, την κοιλιακή και την ραχιαία και ολοκληρώνεται την 7^η εβδομάδα με την συνένωση αυτών των δύο πόρων. Διαταραχές στην ανάπτυξη οδηγούν στην εμφάνιση συγγενών ανωμαλιών.

Όπως έχει γίνει εμφανές το πάγκρεας είναι ένα όργανο με πληθώρες παραλλαγές και παθήσεις. Τα νεοπλάσματα περιλαμβάνουν ένα μεγάλο φάσμα από ενδοκρινείς και εξωκρινείς όγκους που μπορεί να είναι καλοήθεις ή κακοήθεις, συμπαγείς ή κυστικοί. Συχνές είναι οι παγκρεατικές φλεγμονές με κυριότερες την οξεία και τη χρόνια παγκρεατίτιδα. Ένα μικρό ποσοστό αποτελούν και οι τραυματικές παθήσεις, οι οποίες προκύπτουν από νήσοντα όργανα, κακώσεις στη κοιλιακή χώρα ή κατά τη διάρκεια χειρουργικών επεμβάσεων.

Επομένως, η απεικόνιση του παγκρέατος παίζει καθοριστικό ρόλο στον εντοπισμό τέτοιων ανωμαλιών και παθολογιών, καθώς και στην σταδιοποίηση και αξιολόγηση κακοηθειών. Η γνώση και η κατανόηση των παθολογικών ή μη απεικονιστικών ευρημάτων αποτελούν σημαντικοί παράγοντες για την αποφυγή διαγνωστικών σφαλμάτων.

Η διενέργεια Ακτινογραφίας θώρακος ή κοιλίας μπορεί να αναδείξει την παρουσία πλευριτικών υπεζοκοτικών συλλογών, χολόλιθους και αποτιτανώσεις στο παρέγχυμα του, χωρίς ωστόσο να προσφέρει ειδικότερες πληροφορίες.

Η απεικόνιση με Υπερηχογράφημα αποτελεί τη λιγότερο ευαίσθητη μέθοδο στην ανάδειξη των παθήσεων του παγκρέατος, λόγω της δυσχαιρούς θέσης του και του αέρα εντός του στομάχου και του παχέος εντέρου. Η χρήση του ωστόσο με ενδοσκόπιο παρέχει υψηλή αξιοπιστία στη μελέτη μικρών ανατομικών δομών, τοιχώματος του πεπτικού σωλήνα, του χοληφόρου πόρου και των παρακείμενων δομών. Επίσης, σήμερα, πέρα από την απεικονιστική προσέγγιση αποτελεί χρήσιμη βοηθητική μέθοδο στην κατευθυνόμενη βιοψία.

Τα τελευταία χρόνια η Υπολογιστική Τομογραφία και η Μαγνητική Τομογραφία με την 3D απεικόνιση που προσφέρουν, έχουν χαρακτηριστεί ως οι χρησιμότερες εξετάσεις. Συγκεκριμένα, η Αξονική Τομογραφία με χρήση σκιαγραφικής ουσίας αποτελεί την πρώτη μέθοδο διερεύνησης νεοπλασματικών και φλεγμονώδων

παθήσεων του παγκρέατος, καθώς επίσης παρέχει επιπρόσθετες πληροφορίες για την αιμάτωση του.

Η Μαγνητική Τομογραφία με την πολύ υψηλή αντιθετική διακριτική ικανότητα που προσφέρει και τις καλά εφαρμοσμένες ακολουθίες με χρήση της τεχνικής fat suppression, υπερέρχει σε δύσκολα διαφοροδιαγνωστικά προβλήματα. Επίσης, ο έλεγχος μπορεί να συμπληρωθεί και με τη Μαγνητική Χολαγγειοπαγκρεατομογραφία, με την οποία απεικονίζεται με μεγάλη ευκρίνεια το χοληφόρο δένδρο και ο παγκρεατικός πόρος.

Η Αγγειογραφία διαγνωστικά έχει αντικατασταθεί από τις άλλες πιο εξειδικευμένες μεθόδους, αλλά χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά για την ανάδειξη νησιδιωμάτων και αγγείων που αιματώνουν το πάγκρεας.

Όσον αφορά την απεικόνιση με ενδοσκοπική ανάστροφη χολαγγειοπαγκρεατομογραφία, θεωρείται ιδιαίτερα αξιόπιστη μέθοδο για τη μελέτη παθολογικών καταστάσεων χοληφόρων οδών, του παγκρεατικού πόρου συμπεριλαμβανομένων των χολόλιθων, των φλεγμονωδών στενώσεων και των αιμορραγιών.

Η PET/CT χρησιμοποιείται σε επιλεγμένους ασθενείς, και συγκεκριμένα σε ασθενείς με υποψία κακοήθειας. Κατά κύριο λόγο χρησιμοποιείται για την ανίχνευση νευροενδοκρινών όγκων και σε περιπτώσεις εντοπισμού μεταστατικών εστιών από άλλους πρωτοπαθείς όγκους.

Από την παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση καθίσταται το συμπέρασμα ότι η προσφορά της απεικόνισης στην Ιατρική είναι αξιοσημείωτη.

Η διάγνωση του παγκρέατος απαιτεί τη συνδυαστική χρήση ποικίλων απεικονιστικών μεθόδων, που επιτρέπουν την αξιολόγηση των παγκρεατικών πόρων, του παγκρεατικού παρεγχύματος και των παρακείμενων μαλακών ιστών. Μια μέθοδος δεν αντικαθιστά, ούτε υποβαθμίζει την αξία της άλλης, αλλά όλες μαζί αποτελούν συμπληρωματικό κομμάτι για την ορθή διάγνωση.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Piotr Ceranowicz , Jakub Cieszkowski , Zygmunt Warzecha , Beata Kuśnierz-Cabala , και Artur Dembiński , 2015, *The Beginnings of Pancreatogly as a Field of Experimental and Clinical Medicine*, [Biomed Res Int](#). 2015; 2015: 128095, doi: [10.1155/2015/128095](#) Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4477063/> Δημοσιεύτηκε 9 Ιουνίου 2015
- Parviz M. Pour M.D., Yoichi Konishi M.D., Günter Klöppel M.D. and Daniel S. Longnecker, SpringerLink *Microanatomy and Fine Structure of the Pancreas* [online] Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-4-431-68311-7_2
- Parviz M. Pour M.D., Yoichi Konishi M.D., Günter Klöppel M.D. and Daniel S. Longnecker, SpringerLink *Gross Anatomy of the Pancreas* [online] Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-4-431-68311-7_1
- Keith L. Moore, Arthur F. Dalley and Anne M.R. Agur, *Κλινική Ανατομία*, εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, Broken Hill, σελ. 257-259
- Louise Thompson, 2022, *The pancreas*, [online] Available at: <https://teachmeanatomy.info/abdomen/viscera/pancreas/>
- Saurabh S. Tailathi, Ryan Zimmerman and Michael Young, 2023, *Anatomy, Abdomen and Pelvis, Pancreas*, [online] Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532912/>
- Carolina Carneiro , Jorge Brito , Carlos Bilreiro , Marta Barros , Carla Bahia , Inês Santiago , και Filipe Caseiro-Alves, 2019, *All about portal vein: a pictorial display to anatomy, variants and physiopathology*, [Insights Imaging](#). 2019 Dec; 10: 38. doi: [10.1186/s13244-019-0716-8](#) Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6428891/> Δημοσιεύτηκε 21 Μαρτίου 2019
- William Herring, 2018, *Μαθαίνοντας Ακτινολογία*, μεταφράστηκε από αγγλικά από Χάρης Μπουργιώτη και Μαριάννα Κονιδάρη,¹ Ελληνική Έκδοση, Κωνσταντάρης Ιατρικές Εκδόσεις, σελ. 1-9, 160-164, 176
- Adrian Rad BSc (Hons), KENHUB, *Pancreas*, [online] Available at: <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/the-pancreas#section6> Last reviewed: September 19, 2023
- Fred S. Gorelick and John A. Williams, Copyright 2021 by American Pancreatic Association, *the Pancreas Biology and Physiology*, [online] Available at: [https://www.pancreapedia.org/sites/default/files/The%20Pancreas Biology %20and%20Physiology 2021.pdf](https://www.pancreapedia.org/sites/default/files/The%20Pancreas%20Biology%20and%20Physiology%202021.pdf) page 227
- George Kekos, *Ενδοκρινής μοίρα παγκρέατος*, [online] Available at: <https://www.kekos.gr/endokrineis-ogkoi-peptikou/endokrinis-moira->

[pagkreatos/?fbclid=IwAR2kynOtwpMh4HUD7GuLmoSLXasX233jILLa1ney24Zk4au8nbHlw9V0GTw#Physiologia_tes_endokrinous_moiras_tou_pankreatos](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279127/)

- Oregon State University, *The Pancreas*, adapted from [Anatomy & Physiology](#) by [OpenStax](#), [online] Available at: <https://open.oregonstate.edu/aandp/chapter/17-9-the-pancreas/>
- Iben Rix, Christina Nexøe-Larsen, Natasha C Bergmann, Asger Lund, and Filip K Knop., Last Update: July 16, 2019, *Glucagon Physiology*, [online] Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279127/>
- Timothy J. O'Toole and Sandeep Sharma, Last Update: July 24, 2023,, *Physiology,Somatostatin*, [online] Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538327/>
- John A. Williams, 2014, *Pancreatic Polypeptide*, [online] Available at: <https://www.pancreapedia.org/molecules/pancreatic-polypeptide>
- Dee Unglaud Sliverthorn, Copyright 2018, *Φυσιολογία του Ανθρώπου*, μεταφράστηκε από αγγλικά από Μαριέττα Σ. Κωνσταντοπούλου και Στυλιανός Ν. Κουναλάκης, εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης και Broken Hill, σελ. 678-680
- Bruce M. Carlson, MD, PhD, *HUMAN EMBRYOLOGY & DEVELOPMENTAL BIOLOGY*, fifth ed, [online] Available at: <https://ia802805.us.archive.org/6/items/ClinicalAnatomyByRegions8thEd/Human.Embryology.and.Developmental.Biology.%285th.Edition%29.pdf>
- John T. Hansen, *Netter's Κλινική Ανατομία*, fourth English and second Greek ed., εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, Broken Hill, σελ. 268
- Stephanie Ryan, Michelle McNicholas and Stephen Eustace, *Απεικονιστική Ανατομική*, Κωνσταντάρας Ιατρικές Εκδόσεις, σελ. 187-192
- Λάμπρος Βλάχος, 2000, *Σύγχρονη Διαγνωστική Απεικόνιση*, 3^{ος} τόμος γαστρεντερικό σύστημα, ιατρικές εκδόσεις Χρήστος Βασιλειάδης, σελ 313-344
- Scott P. Grogan and Cristin A. Mount, Last Update: March 27,2023, *Ultrasound and Instrumentation*, [online] Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK570593/>
- William D. Middleton, Alfred B. Kurtz and Barbara S. Hertzberg, *Υπερηχοτομογραφία*, μετάφραση από αγγλικά από Α. Μπουρνάζος, Δ. Μπατζιάκας, Δ. Φωτόπουλος, Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας σελ. 3-9, 191-206
- Στέλιος Ορφανουδάκης και Κώστας Μαριάς, 2003-2004, *Σημειώσεις III: Βασικές αρχές υπέρηχων*, [online] Available at: <https://www.csd.uoc.gr/~hy571/NOTES/ultrasound.pdf>
- Σταύρος Τσαντής, *Αρχές Φυσικής & Τεχνολογίας της Διαγνωστικής Υπερηχογραφίας*, [online] Available at:

https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5978/3/00_master%20document-KOY.pdf

- Δημ. Αλειφερόπουλος και Σταύρος Καλλιβωκας, *Αξονική Τομογραφία*, Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας
- Andrea Agostini, Alessandra Borgheresi, Federico Bruno et.al., 2020, *New advances in CT imaging of pancreas diseases: a narrative review*, *Gland Surg.* 2020 Dec; 9(6): 2283–2294. doi: [10.21037/gs-20-551](https://doi.org/10.21037/gs-20-551) Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7804533/>
- Loise E. Romans, *COMPUTER TOMOGRAPHY for TECHNOLOGISTS A Comprehensive Text*, Wolters Kluwer health [online] Available at: <https://radktob.files.wordpress.com/2017/05/computed20tomography20for20technologists20a20comprehensive20text20by20lois20e-20romans202010.pdf>
- Muhammed Elmaoglu and Azim Celik, *ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑΣ*, επιμέλεια ελληνικής έκδοσης Μαρία Ζαρίφη, Βασίλης Συργιαμιώτης και Μαρία Γ. Δούση, μετάφραση από αγγλικά από Θεόδωρος Σολδάτος, Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε.
- Danielle V. Hill and Temel Tirkes, 2020, *Advanced MR Imaging of the Pancreas*, *Magn Reson Imaging Clin N Am.* Author manuscript; available in PMC 2021 Mar 29. *Published in final edited form as: Magn Reson Imaging Clin N Am. 2020 Aug; 28(3): 353–367.* Published online 2020 Jun 3. doi: [10.1016/j.mric.2020.03.003](https://doi.org/10.1016/j.mric.2020.03.003) Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8007215/>
- Peter Reimer, Paul M. Parizel, James F.M. Meaney and Falko A. Stichnoth, *Κλινική Μαγνητική Τομογραφία Μια πρακτική προσέγγιση*, Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης Ηλίας Πριμέτης et.al. Κωνσταντάρας Ιατρικές Εκδόσεις σελ. 61, 392-402
- Α. Δρεβελέγκας (συντονιστής επιμέλειας), 2012, *Κλινική Ακτινολογία*, Κωνσταντάρας Ιατρικές Εκδόσεις, σελ 11-20, 61, 249-259, 359
- Catherine Westbrook, Carolyn Kaut Roth and John Talbot, *Η ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ*, 4^η έκδοση, μετάφραση από αγγλικά από Χάρις Μπουργιώτη, σελ. 4-20, 160
- Nyree Griffin, Geoff Charles-Edwards and Lee Alexander Grant, 2011, *Magnetic resonance cholangiopancreatography: the ABC of MRCP*, *Insights Imaging.* 2012 Feb; 3(1): 11–21. doi: [10.1007/s13244-011-0129-9](https://doi.org/10.1007/s13244-011-0129-9) Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3292642/> Δημοσιεύτηκε 28 Σεπτεμβρίου 2011
- AppliedRadiology, 2013, *Imaging of the pancreas: Part 1*, [online] Available at: <https://appliedradiology.com/articles/imaging-of-the-pancreas-part-1>
- Ιωάννης Σαρητζόγλου, *ERCP Ενδοσκοπική Μέθοδος*, [online] Available at: <https://www.saritzoglou.com/ercp-surgery/>

- Dana-Farber Cancer Institute, *Pancreatic Cancer*, [online] Available at: <https://www.dana-farber.org/pancreatic-cancer/diagnosis/>
- Yogananda Reddy, 2009, *Endoscopic Ultrasound: what is it and when should it be used?* *Clin Med (Λονδίνο)*. . 9(6): 539–543. doi: [10.7861/clinmedicine.9-6-539](https://doi.org/10.7861/clinmedicine.9-6-539) Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4952290/> Δημοσιεύτηκε Δεκέμβριος 2009
- Thomas R. Havrilla, M.D, Norbert E. Reich, D.O., John R. Haaga, M.D. and Avram M. Cooperman, M.D. *Pancreatic Angiography* , [online] Available at: <https://www.ccjm.org/content/ccjom/44/4/157.full.pdf>
- Salaün, PY., Abgral, R., Malard, O. et al. 2019, *Good clinical practice recommendations for the use of PET/CT in oncology*, *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, , doi <https://doi.org/10.1007/s00259-019-04553-8> Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00259-019-04553-8> Δημοσιεύτηκε 21 Οκτωβρίου 2019
- Γεωργούλιας Π., 2017, *ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ PET ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ*, Ιατρική Σχολή Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, [online] Available at: http://archive.eclass.uth.gr/eclass/modules/document/file.php/SEYA133/08.PET%202017.pdf?fbclid=IwAR0PL_tci1ALE7GIPCnkoOUwKPveg6j0UH7K7FQ7X213rPh2PUXBMMiY2AQ
- Λήδα Γώγου, 2004, *18F-FDG PET*, εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, σελ. 41
- Dushyant V. Sahani, Pietro A. Bonaffini, Onofrio A. Catalano, et.al., 2012, *State-of-the-Art PET/CT of the Pancreas: Current Role and Emerging Indications*, *Radiographics*. July-August 2012; 32(4): 1133–1158. doi: [10.1148/rg.324115143](https://doi.org/10.1148/rg.324115143) Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6939848/> Δημοσιεύτηκε 27 Ιουνίου 2012
- Mostafa El-Key, 2023, *Gallium-68 DOTATATE*, [online] Available at: <https://radiopaedia.org/articles/gallium-68-dotatate?lang=us> Τελευταία αναθεώρηση 29 Σεπτεμβρίου 2023
- Sandreep Anantha Sathyanarayana, Gary B. Deutsch, Jaya Bajaj et.al., 2012, *Ectopic Pancreas: A Diagnostic Dilema*, , *Int J Angiol*. 2012 Sep; 21(3): 177–180. doi: [10.1055/s-0032-1325119](https://doi.org/10.1055/s-0032-1325119) Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3578619/> Προδημοσιεύτηκε 22 Αυγούστου 2012
- Peyman Borghei, Farnoosh Sokhandon, Ali Shirkhoda and Desiree E. Morgan, 2013, *Anomalies, Anatomic Variants and Sources of Diagnostic Pitfalls in Pancreatic Imaging*, doi: <https://doi.org/10.53347/rID-16620> [online] Available at: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.12112469>

- Sonam Vadera, *Annular pancreas*, [online] Available at: <https://radiopaedia.org/articles/annular-pancreas> Τελευταία αναθεώρηση 26 Σεπτεμβρίου 2022
- Aysel Turkvatan, Ayse Erden, Mehmet Akif Turkoglu and Ozlem Yener, 2013, *Congenital Variants and Anomalies of the Pancreas and Pancreatic Duct: Imaging by Magnetic Resonance Cholangiopancreatography and Multidetector Computed Tomography*, , [Korean J Radiol](#). 2013 Nov-Dec; 14(6): 905–913. doi: [10.3348/kjr.2013.14.6.905](https://doi.org/10.3348/kjr.2013.14.6.905) Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3835637/> Δημοσιεύτηκε 5 Νοεμβρίου 2013
- Sonam Vadera, 2022, *Annular pancreas*, doi: <https://doi.org/10.53347/rID-16620> Available at: <https://radiopaedia.org/articles/annular-pancreas> Τελευταία αναθεώρηση 26 Σεπτεμβρίου 2022
- Department of Gastroenterology, Pace Hospitals, *Pancreas Divisum – Symptoms, Causes, Types, Complications*, [online] Available at: <https://www.pacehospital.com/pancreas-divisum-symptoms-causes-types-complications>
- C.D. Gillespie, M.K. O'Reilly, G.N. Allen, S.McDermott, V.O. Chan and C.A. Ridge, 2017, *Imaging the Abdominal Manifestations of Cystic Fibrosis*, , [Int J Hepatol](#). 2017; 2017: 5128760. doi: [10.1155/2017/5128760](https://doi.org/10.1155/2017/5128760) Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5303593/> Δημοσιεύτηκε 29 Ιανουαρίου 2017
- Eun Sun Lee and Jeong Min Lee, 2014, *Imaging diagnosis of pancreatic cancer: A state-of-the-art review*, [World J Gastroenterol](#). 2014 Jun 28; 20(24): 7864–7877. doi: [10.3748/wjg.v20.i24.7864](https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i24.7864) Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4069314/> Δημοσιεύτηκε 28 Ιουνίου 2014
- Sartaj Sandhu and Ishwarlal Jialal, 2023, *Glucagonoma Syndrome*, [online] Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519500/>
- Eleonora Biccì, Diletta Cozzi, Rixardo Ferrari, Guilia Grazzini, Silvia Pradella and Vittorio Miele, 2020, *Pancreatic neuroendocrine tumours: spectrum of imaging findings*, [Gland Surg](#). 2020 Dec; 9(6): 2215–2224. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7804535/>
- Charikleia Triantopoulou, E. Kolliakou, I. Karoumpalis, S. Yarmenitis and C. Dervenis, 2011, *Metastatic disease to the pancreas: an imaging challenge*, [Insights Imaging](#). 2012 Apr; 3(2): 165–172. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3314732/>