

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI**

**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VIED**

**Ústav radiologických metod**

Sofia Heglasová

**Rádiodiagnostika patológií slinivky brušnej**

Bakalárska práca

Vedúci práce: MUDr. Tomáš Klimas

Olomouc 2024

Prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracovala samostatne a použila len uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Vysoká nad Kysucou, 19.04.2024

-----

podpis

Ďakujem pánovi MUDr. Tomášovi Klimasovi za odborné vedenie a za cenné rady pri zostavovaní bakalárskej práce.

**Druh práce:** Bakalárska práca

**Téma práce:** Ochorenia slinivky brušnej

**Názov práce:** Rádiodiagnostika ochorení slinivky brušnej

**Názov práce v AJ:** Radiodiagnosis of pancreatic diseases

**Dátum zadania:** 2023-09-25

**Dátum odovzdania:** 2024-04-19

**Ústav, vysoká škola:** Ústav rádiologických metód  
Fakulta zdravotníckych vied  
Univerzita Palackého v Olomouci

**Autor práce:** Heglasová Sofia

**Vedúci práce:** MUDr. Tomáš Klimas

**Oponent práce:** Doc. MUDr. Jaroslav Vomáčka, Ph.D., MBA

**Abstrakt v SJ:** Bakalárska práca sumarizuje dohľadané informácie o aktuálnych trendoch v rádiodiagnostike pankreatických ochorení. Práca bola spracovaná zo štúdií a výskumov na vedeckých platformách ako sú EBSCO, PUBMED, časopisy Vnitřní lékařství, Slovenská radiológia a iné. Bola rozpracovaná do 3 cieľov. V prvom popise ochorenia slinivky a ich možnú progresiu k malignite, ďalej sa venuje zobrazeniu patológií. Moderná rádiodiagnostika využíva kombináciu modalít PET s CT, funkciu orgánu je možné stimulovať na MR sekretínom. Elastografia je zaužívanjšia, vďaka určeniu tuhosti orgánu a zhodnotení prípadnej malignity. Rádiologický asistent pri jednotlivých vyšetreniach zohráva dôležitú úlohu od poučenia pacienta s prípravou pred vyšetrením až po následnú aplikáciu kontrastných látok, či radiofarmak, správne nastavenie protokolov a prístroja.

**Abstrakt v AJ:** The bachelor's thesis summarizes the information found on current trends in the radiodiagnosis of pancreatic diseases. The thesis was processed from studies and research on scientific platforms such as EBSCO, PUBMED, journals Vnitřní lékařství, Slovenská radiológia and others. It was developed into 3 objectives. In the first part, it describes diseases of the pancreas and their possible progression to malignancy, and then it is devoted to the depiction of pathologies. Modern radiodiagnosis uses a combination of PET and CT modalities, organ function can be stimulated on MR with secretin. Elastography is more common, thanks to the determination of organ stiffness and assessment of malignancy. The radiological assistant has an important role in individual examinations, from explaining the patient about preparation before the examination to the subsequent application of contrast agents or radiopharmaceuticals, the correct setting of protocols and equipment.

**Kľúčové slová SJ:** slinivka brušná, rádiologický asistent, ultrazvuk, výpočtová tomografia, magnetická rezonancia, ochorenia slinivky brušnej



**Klíčové slova AJ:** pancreas, radiographer, ultrasonography, computed tomography, magnetic resonance, pancreatic diseases

**Rozsah práce:** 35 strán, 53 717 znakov

## Obsah

Úvod .....	7
<b>1. ORGÁN SLINIVKA BRUŠNÁ .....</b>	<b>8</b>
1.1. Anatómia .....	8
1.2. Fyziológia.....	9
<b>2. PATOLÓGIE SLINIVKY BRUŠNEJ .....</b>	<b>10</b>
2.1. Akútny zápal slinivky brušnej.....	10
2.2. Chronický zápal slinivky brušnej.....	12
2.3. Benígne nádory .....	14
2.4. Maligné nádory .....	15
2.4.1. Duktálny adenokarcinóm.....	15
2.4.2. Neuroendokrinné tumory .....	17
<b>3. ZOBRAZOVACIE METÓDY .....</b>	<b>19</b>
3.1. Skiagrafia .....	19
3.2. Ultrasonografia .....	19
3.3. Endosonografia .....	21
3.4. Elastografia .....	21
3.5. Výpočtová tomografia .....	22
3.6. PET/CT.....	25
3.7. Magnetická rezonancia .....	26
Záver .....	29
Skratky .....	34
Zoznam snímok.....	35

## Úvod

V bakalárskej práci s názvom Rádiodiagnostika patológií slinivky brušnej sú popísané jednotlivé ochorenia orgánu od ich vzniku cez určenie diagnózy a ich následnú liečbu. Slinivka brušná, latinsky pankreas, je orgán v tráviacej sústave uložený za peritoneom, pred driekovými stavcami, priečne sa tiahne od dvanástnika až k ľavej obličke. Jeho význam v ľudskom tele nie je zanedbateľný, keďže produkuje pankreatickú šťavu s enzýmami a hormóny. Pankreatickou šťavou sa podieľa na metabolizme bielkovín, tukov, škrobu a cukrov. Hormonálne reguluje prítomnosť glukózy v krvi.

Narušenie funkcie orgánu činiteľmi ako sú napríklad alkohol, obezita či obštrukcia vývodu spôsobujú vážne následky. Progresia ochorenia môže viesť až ku smrteľnej malignite. Podceňovaním ovplyvniteľných rizikových faktorov a nezdravý životný štýl zvyšuje pravdepodobnosť vzniku ochorenia pankreasu. Pokrok v medicíne a technike zabezpečil presnejšiu diagnostiku ochorenia orgánu a jeho následnú liečbu.

Obsah práce je rozdelený na 3 kapitoly – Orgán slinivka brušná, Patológie slinivky brušnej a Zobrazovacie metódy. V prvej kapitole je popísaný orgán anatomicky a fyziologicky. Následne je opísaná etiológia, diagnózy a liečba ochorenia pankreasu. Posledná kapitola je zameraná na jednotlivé zobrazovacie metódy, bližšie špecifikuje ich princípy a prípravu pacienta pred nimi z pohľadu rádiologického asistenta.

Pred vypracovaním práce boli zadané tieto ciele:

1. Zistiť informácie o ochoreniach pankreasu
2. Zosumarizovať využitie zobrazovacích metód pri diagnostike patológií pankreasu
3. Popísať prácu rádiologického asistenta pri jednotlivých vyšetreniach

Popis rešeršnej činnosti : Aktuálne a validné informácie boli vyhľadávané databázami ako sú EBSCO, PUBMED. Zadaním kľúčových slov bolo nájdených 1055 článkov, filtrovaním duplicit, rokov od 2014-2024, jazykov slovenský, český a anglicky, bol výber zúžený na 40 článkov. Boli využité on-line medicínske periodika Vnitřní lékařství, Slovenská rádiologia, Linkos, Pro lékaře. Na bakalársku prácu boli použité knihy z knižnice LF UP a z online portálu BOOKPORT.

# 1. ORGÁN SLINIVKA BRUŠNÁ

## 1.1. Anatómia

O pankrease sa môže hovoriť ako o dvojitoť orgáne, keďže sa skladá z exokrinnej a endokrinnej časti. Nachádza sa za priestorom *bursa omentalis*, k zadnej stene brucha ho pripája riedke väzivo. Na prvý pohľad orgán pripomína sivo-ružovú slinnú žľazu, ktorá je pokrytá drobnými lalokmi. Je ohraničený orgánmi: žalúdkom, duodenom, pečeňou, bránicou, časťou hrubého čreva a slezinou. Vývojom, sklápaním a zrastaním mesoduodena, je slinivka označená ako orgán druhotne retroperitoneálny (Čihák,2013). Žľaza je dlhá 15 -18 cm a váži 60-90g (Ferko et al., 2015). Rozdeľuje sa na 3 úseky – hlavu (*caput*), telo (*corpus*), chvost (*cauda*).

Hlava pankreasu je najširšia časť orgánu, predozadne plochá, obvodovo zaoblená, nachádza sa na úrovni 1. až 3. dierkového stavca a je vkladená do duodena. Kaudálne na hlave sa nachádza výbežok *processus uncinatus*. Hlavu od tela oddeľuje *incisura pancreatis* (zárez), kadiaľ prebiehajú *a. et v. mesenterica superior*. Dorzálne spája orgán a retroperitoneum riedke väzivo, tam vzniká vrátnicová žila sútokom *v. mesenterica superior* a *v. splenica*. Zo zadnej strany na hlavu nalieha *v. cava inferior*. Od pečene vstupuje distálne do hlavy *ductus choledochus*, ktorý svojim pankreatickým priebehom pokračuje ďalej do dvanástnika.

Telo je užšie a tiahne sa doľava k obličke, popred aortu prebieha tuber omentale a prednou výduťou sa dotýka zadnej plochy žalúdka. Po hornom okraji vedie *a. et v. splenica*.

Chvost sa pozdĺžne vľavo tiahne až ku slezine.

*Pars exocrina pancreatis* je tuboalveolárna žľaza, ktorá je rozdelená na acinózne lalôčky rôznych tvarov a veľkostí. Do acínov sú vsunuté pankreatické vývody, ktoré kolmo vstupujú do hlavného vývodu *ductus pancreaticus (Wirsungi)*, ktorý má priemer 2-3mm. Hlavný vývod sa tiahne od caudy k hlave a ústí do papilla duodeni major v 77% prípadov spolu so žľčovým vývodom. *Ductus accessorius (Santorini)* prídavný vývod sa nachádza v hlave slinivky a vyúsťuje do papilla duodeni minor, ktorá je uložená nad papillou duodeni major.

*Pars endocrina pancreatis* sú Langerhansove ostrovčeky (*insulae pancreaticae*), čo sú oddelené skupinky buniek rozosiate po exokrinnej časti. Najviac sa ich nachádza v caude pankreasu. Veľkostne sú v rozmedzí 0,1 – 0,5mm, počtom 1-2 milióny, tvoria 1,5% objemu orgánu a majú hmotnosť 1g (Čihák,2013).

## 1.2. Fyziológia

Pankreas nepatrí len do jedného orgánového systému. Je schopný produkovať tráviace šťavy (exokrinná funkcia) a zároveň vylučuje hormóny (endokrinná funkcia). Tvorba sekrétu je inervovaná deaktiváciou sympatika a aktiváciou parasympatika. Pankreas sa podieľa na metabolizme sacharidov. Langerhansove ostrovčeky tvoria peptidové hormóny: inzulín, glukagón, somatostatín a pankreatický polypeptid. Hormón sekretín zvyšuje exkréciu pankreatickej šťavy s ( $\text{HCO}_3^-$ ) pri zníženom pH. Pankreatický sekrét tvoria hydrogenuhličitanové ionty ( $\text{HCO}_3^-$ ), voda a enzýmy štiepiace peptidy, tuky, cukry. Sekrét je vylučovaný v neaktívnej forme, aby nepoškodil orgán, zmení ho až enzým enterokináza v dvanástniku. Množstvo výlučku závisí od príjmu potravy, bežne sa pohybuje 1-2l, je bezfarebný. Dôležitá funkcia  $\text{HCO}_3^-$  je neutralizácia žalúdočnej HCL (kyselina chlór vodíková) v chýmuse (Kittnar, 2021).

Pankreatický polypeptid znižuje tvorbu pankreatických tráviacich štiav, jeho secernácia stúpa so zvýšeným obsahom potravy v žalúdku. V ostrovčekoch sú rozptýlené aj enterochromafínné bunky, ktoré produkujú sekretín, motilín a v malom množstve G-bunky tvoriace gastrín a PYY- bunky produkujúce špecifický peptid (Čihák, 2013).

## 2. PATOLÓGIE SLINIVKY BRUŠNEJ

### 2.1. Akútny zápal slinivky brušnej

Akútna pankreatitída (AP) je časté zápalové ochorenie, ktoré spôsobuje závažné bolesti abdomenu a dysfunkciu viacerých orgánov (Falt et al., 2023). Incidencia AP sa uvádza 34 prípadov na 100 000 obyvateľov ročne. V Európe sa uvádza 29/100 000 obyvateľov ročne, ale vyšší výskyt je v severnej a východnej časti (Petrov et al., 2019).

Dôvody vzniku pankreatitídy môžu byť biliárne- obštrukcia žlčovými kameňmi 40-50% prípadov, či konzumácia alkoholu 30-40%, menej frekventované sú stavy po ERCP, lieky, hypoperfúzia. Etiopatogenézia súvisí s aktiváciou proteolytických enzýmov vo vnútri orgánu, kde nastane autodigestia žľazy a z nej vyplývajú lokálne i systémové zápalové reakcie v tele.

Klinicky sa u pacientov popisuje intenzívna neustupujúca bolesť, ktorá častokrát vyžaruje do chrbta. Pri ťažkej pankreatitíde sa zvýši telesná teplota na 39°C, vznikne dehydratácia po zvracaní, môžu nastať zmeny v obehovom systéme tachykardia a hypotenzia (Souček & Svačina, 2019).

Diagnóza sa potvrdzuje na základe splnení min 2 kritérií ako sú bolesť brucha v oblasti epigastria vyžarujúca do chrbta, 3 násobné zvýšenie hladiny amylázy a lipázy v sére a nález na zobrazovacích metódach ako je USG, CT, MR. Vyšetrenie pomocou výpočtovej tomografie sa vykonáva 48 - 72 h od prvých symptomatických príznakov (Alberti et al., 2021). RTG snímok brucha v stoži (zobrazenie paralytického ilea), USG (biliárna obštrukcia, peripankreatická tekutina), ERCP (biliárna obštrukcia). Pomocou CT kontrastného vyšetrenia rádiológ dokáže jasne diagnostikovať rozsah a závažnosť ochorenia (Ferko et al., 2015).

V roku 1990 bol vytvorený CTSI (computed tomography severity index) podľa dr. Balthazara, ktorým sa predvída chorobnosť a úmrtnosť pacientov s AP podľa stupňa rozsahu zápalu a nekrózy pankreasu- každý stupeň je numericky ohodnotený. Tento systém má svoje limity (nezahrňuje extrapancreatické a vaskulárne komplikácie), podrobnejší je MCTSI (modified computer tomographic severity index), ktorý zahŕňa extrapancreatické nálezy- ascites, pleurálny výpotok, postihnutie GIT, vaskulárne, či parenchýmové komplikácie. Podľa CTSI sa závažnosť AP hodnotí 0-3 ľahká; 4-6 stredne ťažká; 7-10 ťažká. Podľa MCTSI sa hodnotia zmeny na parenchýme nasledovne 0 – normálny pankreas; 2 – vnútorné pankreatické abnormality s alebo bez zápalových zmien v peripankreatickom tuku; 4 – hromadenie tekutiny v orgáne alebo jeho okolí, hodnotí sa i rozsah pankreatickej nekrózy, ktorá je percentuálne odstupňovaná 0 - žiadna; 2 -  $\leq 30\%$ ; 4 -  $\geq 30\%$  (Alberti et al., 2021).

Liečba počína v zákaze príjmu potravy a následne výživou infúziami – tekutinová resuscitácia, ktoré slúžia ako prevencia proti nekróze. Objem tekutiny sa reguluje podľa reakcie tela, obvykle sa podáva i.v. 2,5 – 4l infúzií kryštaloïdov za 24h. Ak sa stav pacienta nezlepší po 12h od podania infúzií, tak sa tento typ liečby ukončí, pretože môže spôsobiť obehové preťaženie alebo zlyhanie

kardiovaskulárneho systému. Súčasťou liečby sú analgetika, prokinetika, oxygenoterapia, lieky na korekciu glykémie a sledovanie vitálnych funkcií. Antibiotika sa využívajú, keď je prítomná nekróza alebo podozrenie na ňu výskytom gramnegatívnych baktérií a anaeróbov. Preventívne podávanie antibiotík je bez dôkazov o zlepšení stavu pri ťažkej AP s multiorgánovým zlyhaním, či sepse neinfekčnej povahy. Metódu ERCP sa používa pri biliárnej pankreatitíde- choledocholitiáze, odstránenie konkrementov a papilotomia. Častokrát bolestivý stav pacienta vyžaduje perkutanné alebo endoskopické techniky pred otvorenou nekretomiou (Souček & Svačina, 2019).

Endosonograficky sa drénujú ohraničené nekrózy alebo pseudocysty. Pre indikáciu k EUS-transluminárnej terapií je nutné určiť vznik peripankreatickej kolekcie tekutiny. Akútne a postnekrotické hromadenie tekutiny nie je vhodné drénovať, kvôli krátkemu časovému intervalu od vzniku AP (do 4 týždňov). Pri indikovaných prípadoch je nutné využitie farebného Dopplerovského UZ, aby pri punkcií nedošlo k poraneniu cievnych štruktúr. Pod skiaskopickou kontrolou sa zavedie do vnútra pseudocysty kovový vodič, s ktorým sa spraví smyčka a zavedú sa 3-4 pigtail drény. Pri drénovaní nekrózy sa zavedie ešte nazocystický drén, cez ktorý sa nekróza preplachuje. Endoskopicky sa odstraňuje nekróza po extrakcií drénov, je ponechaný 1 pigtail drén, stomia sa dilatuje a zavedie sa duodenoskop, postupne sa odstraňuje nekroza pomocou extrakčných sietí, Dormia košíka, kým nie je viditeľné viabilné tkanivo (Špičák & Urban, 2015). Chirurgická operatíva spočíva v nekretomií, drenáži, laváži alebo evakuácií hnisu. Indikácie k operácií sú progresívne zhoršenie stavu, absces alebo infekcia nekrózy slinivky (Ferko et al., 2015).



*Snímok 1 CT s KL- Akútna pankreatitída*

*Zdroj: FNOL*

## 2.2.Chronický zápal slinivky brušnej

Chronická pankreatitída (CP) je progresívny zápalový proces, ktorý vedie k funkčným a morfológickým zmenám orgánu. Medzi patologické zmeny patrí ireverzibilné narušenie funkcie Langerhansových ostrovčekov, fibrotizácia alebo ztukovatenie tkaniva, duktálna a parenchymálna kalcifikácia.

Prevalencia ochorenia je variabilná od 20-200/100 000 obyvateľov a narastá s konzumáciou alkoholu a fajčením tabaku, väčšina pacientov je vo veku 60 rokov a vyššie. Približne u 25% pacientov je ochorenie neznámej etiológie (Bhutani et al., 2017).

Rozvoj ochorenia je rozdelený na 5 fáz. Počiatok ochorenia je bez symptómov ochorenia, môže trvať niekoľko rokov, sú však prítomné faktory, ktoré vedú k narušeniu štruktúry parenchýmu. Nasledujú opakované prejavy akútneho zápalu orgánu, ktorý reaguje aktiváciou intrapancreatického imunitného systému. Ďalšia progresia ochorenia trvajúca niekoľko mesiacov zmení pankreas morfológicky i funkčne. V terminálnej fáze sa sleduje výskyt exokrinnej aj endokrinnej insuficiencie. Fibrózne zmeny textúry orgánu spolu s ďalšími komplikáciami môžu viesť k výskytu karcinómu.

Klasifikácia ochorenia na základe etiológie a TIGAR–O

- a) Toxicko-metabolická- konzumácia alkoholu, fajčenie, hypokalémia, hyperparathyreóza, toxíny, chronická renálna insuficiencia, lieky
- b) Idiopatická - tropická kalcifikujúca, skorá/ neskorá forma
- c) Genetická (dedičná)- autozomálne dominantná, mutácia génov SPINK1, PRSS1(katiónový tripsínový gén),
- d) Autoimunitná- DM I. typu
- e) Rekurentná- postnekrotická, ischemia
- f) Obstrukčná- dysfunkcia Oddiho zvierača, blokácia vývodu tumorom

Zobrazovacie metódy, ktoré sa využívajú na stanovenie diagnózy sú : USG (schopnosť identifikovať na parenchýme kalcifikácie, atrofiu, rozdiely v šírke *ductus pancreaticus*), CT vyšetrenie (zobrazenie konkrementov, obsahu a dilatácie vývodu, možnosť hodnotenia vzťahu orgánu k cievam), MR (zobrazenie biliárneho i pankreatického vývodného systému obštrukcie, pseudocysty), MR T1mapping (kvantifikačné hodnotenie transformácie tkaniva na molekulárnej/ mikroskopickej úrovni - zatiaľ len v štúdiách), ERCP (diagnostická metóda), EUS (posudzovanie hrúbky steny orgánu- metóda je veľmi dependentná na skúsenosti radiológa). ERCP je kvôli invazivite vyšetrenia a ionizujúcemu žiareniu nahrádzaná MRCP (Kunovský et al., 2021).

Limitáciou zobrazovacích metód je diferenciacia pankreatitídy od karcinómu, jednoznačnú diagnózu určuje až histológia.



Jedno z kritérií, ktoré môže potvrdiť CP je prítomnosť kalcifikácií, najčastejšie v hlave, na CT vyšetrení. Optimálne sa volí multifázový protokol s kontrastnou látkou– skeny v natíve, arteriálnej a venóznej fáze. Kalcifikácie rádiológ deteguje už v natívnom skene, v arteriálnom sú viditeľné arteriálne komplikácie a predoperačná lokalizácia arterií, vo venóznom skene sa sleduje parenchým, vývody a cystické lézie. Pre presnú diagnostiku je nutné určiť etiológiu obštrukcie vývodu pankreasu. Kalcifikácie vznikajú skôr pri alkoholickej ako pri obštrukčnej CP. Opakované záchvaty pankreatitíd, ktoré sa prejavia ako chronické môžu mať etiológiu v PDAC, PNET alebo cystických nádoroch a spôsobujú obštrukciu v *ductus pancreaticus*. Po epizóde pankreatitíd vznikajú komplikácie ako sú ohraničené cystické lézie. Majú rôznu lokalizáciu od peripankreatickej, intraperitoneálnej, či retroperitoneálnej (Weis et al.,2023).

Neinvazívna liečba exokrinnnej insuficiencie môže byť založená na suplementácií pankreatických enzýmov. Kapsle s enzymatickou zložkou sa spolu s jedlom v žalúdku fyziologicky zmiešajú s chýmusom a následne sa v duodene uvoľnia enzýmy trávenia, spolu so zmenou pH.

85 – 90% pacientov uvádza, že CP je bolestivé ochorenie, s progresiou ochorenia sa mení aj rozsah a charakter bolesti- spočiatku periodická neskôr nepretržitá. Bolesť sa utlmuje analgetikami, zmenou stravovania, abstinenciou od alkoholu a fajčenia, prípadne experimentálna liečba (kanabinoidy, ketamin) (Kunovský et al., 2021). Endoskopická terapia spočíva v extrakcii obštrukcie, umiestnenie stentu alebo sfinkterotomia Vaterovskej papily (Ferko et al., 2015).



Snímok 2 CT- Chronická pankreatitída

Zdroj: FNOL

### 2.3. Benígne nádory

Podľa Fichtla a kolektívu (2018) sú benígne cystické tumory slinivky diagnostikované u 2% pacientov s nádorovým ochorením slinivky. Prevažne sa vyskytujú u mladých žien, najčastejšie to sú cystadenomy, cystické mucinózne neoplázie, intrapapilárne cystické acinózne tumory, solidný pseudopapilárny tumor, serózný cystický nádor.

Serózný cystadenóm sa vyskytuje u 1-2% pacientov s nádorom slinivky brušnej, pričom je diagnostikovaný v 6. decéniu v pomere 3:1 pre ženy. Pacienti prichádzajú za lekárom skôr s nešpecifickou bolesťou abdomenu alebo s prejavmi ochorenia ako napríklad zvracanie, nauzea, chudnutie, možné nahmatanie rezistentnej masy v regióne pravého hypochondria. Riziko malignizácie adenómu je spočiatku nízke. Zobrazením nálezu pomocou CT je viditeľné hypodenzné ohraničené ložisko, EUS zobrazí hypoechogénne obrazce „medového plastu“. Vysoko špecifické vyšetrenie na určenie malignity je EUS-FNA, v aspiráte sa sleduje množstvo amyláz. V T2 váženom obraze na MR je popisovaný hypersignálny nález a v T1 váženom obraze hyposignálny nález. Táto mucinózna neoplázia je tvorená 1-2 cm cystami naplnené sekrétom, nachádzajú sa väčšinou v tele a chvoste slinivky. Pri malignej variante nádoru sa zobrazí v okolí nálezu kalcifikácia. Terapia nálezu spočíva v chirurgickej resekcií, keďže rozsiahle mucinózne neoplazie majú tendencie malignizovať (Giertlová et al., 2017).

Frantzov tumor (solidná papilárna neoplázia) je vzácny nález, ktorý tvorí 1-2 % všetkých nádorov pankreasu až 90% sa vyskytuje u žien vo veku 20-30 rokov. Dôvodom výskytu u žien sa hypoteticky uvažuje o prítomnosti progesterónových receptorov, ale nie je potvrdená pozitivita tumoru k estrogénovým receptorom. Ochorenie býva často diagnostikované ako náhodný nález pri náhlej príhode brušnej, dyspepsií alebo zvracaní. Veľkosť tumoru sa pohybuje od 1-20cm, kedy môže byť hmatateľný. Na zobrazenie nálezu sa využíva USG ( tumor je ohraničený s hemoragickou zložkou), CT kontrastné vyšetrenie abdomenu (solidný cystický nález centrálnne s hemoragickou nekrózou), MR, PET/CT (sleduje sa akumulácia glukózy, u 10-15% môže metastázovať). Chirurgická resekcia sa považuje za kuratívnu metódu, podľa umiestnenia nádoru ju delíme na ľavostrannú (telo a kauda) a pravostrannú (hlava- duodenohepato-pankreatomia) (Tesaříková et al., 2017).

Najčastejší operačný výkon je vnútorná drenáž- transgastrická pseudocystogastroanastomóza, vonkajšia drenáž- zavedenie drénu do lumena pseudocysty alebo resekcia pseudocysty, ak je v oblasti caudy. Neoperačne sa zavádza vonkajší drén pod UZ / CT kontrolou alebo vnútorné zavedenie drénu endoskopicky zo žalúdka do pseudocysty. Po drenáži sa tumor zmenší a postupne zahojí. Po externej drenáži môže nastať u 10% prípadov recidíva (Ferko et al., 2015).

## 2.4. Maligné nádory

### 2.4.1. Duktálny adenokarcinóm

Adenokarcinóm pankreasu (PDAC pancreatic ductal adenocarcinoma) - Podľa odhadov platformy GLOBOCAN z roku 2018 je incidencia u mužov 20.4/100 000, u žien 18.9/100 000 a mortalita 19.5/100 000 mužov, 18.2/100 000 žien.

Rizikové faktory ako napríklad obezita, nadmerný príjem spracovaných jedál, fajčenie, konzumácia alkoholu, DM II. typu sú ovplyvniteľné. Steatóza pankreasu súvisí s rozvojom pankreatických neoplázií, čo sú prekursori k PDAC. Do skupiny ochorení, ktoré zvyšujú výskyt nádoru patria Peutz-Jerghersonov syndróm, malígny melanóm, hereditárny karcinóm prsníka, či vaječníkov alebo pankreasu. Jeden z dôležitých aspektov je i DM III. c „pankreatický“, ochorenie exokrinnej funkcie (absencia inzulínu a enzýmov), ktorý je najčastejšie spôsobený chronickou pankreatitídou, ale môže to byť aj paraneoplastická manifestácia PDAC.

60 – 70% tumorov sa tvorí na hlave, prezentujúce sa biliárnou obštrukciou, ktorá ďalej vedie k bezbolestnému začlnutiu pokožky. Nádory tela pankreasu majú tendencie napádať cievne štruktúry a atakovať bolesť do oblasti chrbta, kdežto z chvosta prerastajú do okolitých orgánov. Malígna obštrukcia hlavného pankreatického vývodu môže vyústiť do pankreatickej enzýmovej insuficiencie, príležitostne do akútnej pankreatitídy (Vanek et al.,2022).

Diagnostika je náročná, pretože hodnota nádorového markera CA 19 – 9 sa zvyšuje až v pokročilom štádiu a je to špecifický marker i pre kolorektálny ca, ca žaludku, cholestázu alebo AP. Ultrasonografické zobrazenie dilatácie vývodov bolo až v 76,5% prípadov popísané ako carcinoma in situ. Prvé fázy typické pre adenokarcinóm boli popísané ako dilatácia a stenóza hlavného pankreatického vývodu, prítomnosť cystických lézií, atrofie, peritumorózna steatóza. Pri ultrasonografií slinivky záleží na kompozícii pacientovho tela a plynatosti čriev. Pacient môže byť počas vyšetrenia vyzvaný na zmenu polohy- ľahnúť na pravý bok a vypitie neperlivej tekutiny, ak chce radiológ popísať caudu pankreasu. Nádor sa charakterizuje fibrotizáciou vo vnútri tumoru, čo sa na CT s kontrastnou látkou prejaví ako hypovaskulárne ložisko v parenchýmovej a portálnej fázi. Na MR sa sleduje hyposignálne ložiská v T1 váženom obraze, hypersignálny nález na T2 váženom obraze aj DWI. Využitie ERCP na potvrdenie diagnózy klesá, z dôvodu komplikácie ako je postendoskopická pankreatitída. Dnes ERCP je nahrádzané MRCP na zobrazenie vývodov slinivky, v prípade odberov vzorkov na histológiu sa vykonáva biopsia tenkou ihlou s EUS.

Naprieč všetkými zobrazovacími modalitami je náročné zobrazit' počiatky PDAC bez jeho nádorovej masy. Posledné roky sa uplatňuje využitie pri genetickej predispozícii endoskopická nasogastriická drenáž ako priamy odber cytologického vzorku pankreatickej šťavy spolu s genetickými testami, kde sa sledujú mutácie a zmeny buniek (Nakaoka et al.,2023).

Nádorové ložiska sú väčšinou na USG/EUS hypoechogenné oproti okolitým tkanivám. Oblasti s edémom alebo nekrózou majú výrazne nízku echogenitu, ich výskyt sa zvyšuje s veľkosťou tumoru. (Kala et al., 2009).

Kontrastné CT vyšetrenie v arteriálnej a portálnej fáze sa považuje za štandardné vyšetrenie na diagnostiku nálezu, posúdenie resekability alebo na sledovanie liečby PDAC. Pri potenciálnej možnosti resekcie sa podáva neoadjuvantná chemoterapia. Perfúzne CT nám zobrazuje kvantifikačné informácie o cievnej permeabilite. Na onkologických pracoviskách sa získavajú biomarkery o nádorovej angiogenézi a lekári môžu predikovať stupeň (grading) tumoru a nastaviť nasledujúcu liečbu. Na základe vykonaných štúdií porovnávajúcich parenchým slinivky s tumorom a bez neho bolo zistené, že v orgáne s tumorom bola rýchlosť toku krvi od 17 – 50 ml/100g/min a v zdravom orgáne 71 – 164ml/100g/ min. Ďalej pomocou perfúzie sa porovnával objem krvi, v patologickom tkanive bol 2,8 - 59 ml/100g a v zdravom 15 – 200ml/100g. Permeabilita pankreasu s tumorom je v porovnaní so zdravým tkanivom polovičná. Rozdiel v diferenciácii nádoru je aj v CT čísle: dobre diferencovaný 26HU, nediferencovaný 16HU (Perik et al., 2022).

Chemoterapia s Gemcitabínom (GEM) podľa vykonaných štúdií dokazuje, že dokáže ovplyvniť nádorové bunky a prekrvenie slinivky. Na perfúznom CT sa sledovala akumulácia KL počas liečby GEM, výsledkom bolo zníženie intratumorózneho tlaku, zvýšenie prekrvenia a zvýšenie množstva inhibítora angiogenézie – trombospodin-1 (Heid et al., 2022).

Operabilita karcinómu bez metastáz je možná a záleží od lokalizácie nádoru, ak je lokalizovaný v hlave, tak parciálnou alebo totálnou duodenopankreatektomiou alebo ľavostranná resekcia so splektómiou lokalizovaného tumoru v kaude. Neresekčné výkony sú paliatívneho charakteru. Nasledujúce paliatívne výkony sú vykonávané vzácné - biliodigestívna anastomóza pri obštrukčnom ikteruse, gastrojejunoanastomóza v prípade nepriechodnosti duodena alebo resekcia brušných/hrudných nervov pri neutíšiteľných bolestiach - splanchniektómia.

Neoperačná terapia je taktiež paliatívna, patrí tu endoskopické alebo perkutánne zavedenie metalického stentu na obnovu drenáže žlčových ciest a perkutánny obštrukčný sympatických nervov alkoholom pod CT kontrolou (Ferko et al., 2015).

Na základe štatistiky Bengtsson a kol. (2020) porovnávajúca prežívanie pacientov v roku 1975 a 2011 sa zistilo, že chirurgická resekcia pankreasu navýšila počet pacientov s 5 ročnou prognózou prežitia z 0,9% (1975) na 17,4% (2011). U neresekabilnej slinivky je nárast preživších 5 rokov z 0,8% na 0,9%. Štatisticky prognostické faktory ovplyvňujúce dlhšie prežívanie sú nižší vek, ženské pohlavie, histologický stupeň, veľkosť tumoru, TNM klasifikácia a chemoterapia. 4,2% pacientov nezávisle na stupni diferenciácie majú prognózu 5 ročného prežívania. V USA je PDAC tretie najčastejšie ochorenie, na ktoré pacienti umierajú za 4 – 6 mesiacov od diagnostikovania.



*Snímkok 3 CT s KL- PDAC  
Zdroj: FNOL*

### **2.4.2. Neuroendokrinné tumory**

Pankreatické neurokrinné tumory (PNET) vznikajú v Langerhansových ostrovčekoch alebo v enterochromafínných bunkách. Tieto tumory sú vaskularizované a môžu byť schopné sekretovať peptidy a neuroamíny. Prevalencia sa udáva 2-4/100 000 obyvateľov. Afunkčných tumorov je dvojnásobne viac ako inzulín tvorných, ktorých je incidencia 1/100 000 obyvateľov. Ďalšie sekretujúce tumory sa vyskytujú v nižších počtoch.

Medzi funkčné tumory sa zaraďuje inzulínom, gastrinom, glukagonom, somatostatínom. Afunkčné sú rozsiahle pri diagnostikovaní a s metastázami do pečene. Funkčné i afunkčné PNETy sekretujú rôzne látky (neurotenzín, chromogranin, ghrelin a podjednotky choriogonadotropínu), ktoré nemusia potvrdiť hormonálne syndrómy. Pacienti s podozrením na toto ochorenie vyžadujú kompletne hormonálne vyšetrenie, ktoré by malo zahrňovať hladiny chromograninu A a B často vylučovaného pri afunkčnom PNET.

Neuroendokrinné tumory typicky exprimujú somatostatínové receptory, ktoré môžu byť využité na potvrdenie diagnózy ich analógmi, na ich zobrazenie je nutná interdisciplinárna spolupráca. Do roku 2015 sa využíval SPECT Octreoscanom (RF- <sup>111</sup>In - pentetreotid), fúzovalo sa s multifázovým kontrastným CT vyšetrením. Značný pokrok v diagnostike PNET nastal rozvojom a dostupnosťou metódy PET a RF- Ga-DOTATOC. V porovnaní Ga-DOTATOC je jednoznačne vhodnejšie ako Octreoscan- nižšia radiačná záťaž (3,4mSv x 12mSv), Gáliové RF má vyššiu affinitu k somatostatínovým receptorom a výhodou pre pacienta je časová úspora, keďže sa používa 1-denný protokol (Ghobrial et al.,2020).



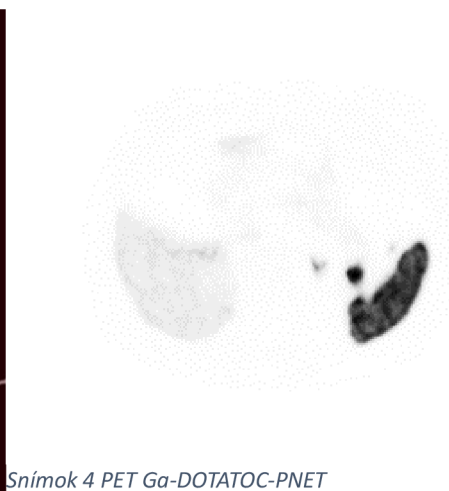
Na zobrazenie sa môžu využiť metódy a protokoly s kontrastnou látkou (CT, MR) alebo scintigrafia somatostatínových receptorov. Vyše 90% úspešnosť zobrazenia pri tumoroch menších ako 10mm má EUS. Histologické určenie malignity nádoru z biopsie navigovanej endosonograficky je náročné, presnejší je mitotický index. Malignita rastie s veľkosťou tumoru (Bhutani et al.,2017). PNET pri perfúznom CT vyšetrení nemusia byť v arteriálnej fáze hyperdenzné, typickejšie pre tieto lézie sú mikrovaskulárne hyperdenzné ložiská a minimálny únik látok do extravaskulárneho a extracelulárneho priestoru. Posudzujú sa pomery prietoku a objemu krvi v tkanive (Mírka a Ferda,2015).

Väčšina inzulínómov a gastrinómov je benigných, ale je náročné ich medikamentózne liečiť, preto sa odporúčajú k rozsiahlejšej resekcií napríklad Whippleovou pankreatoduodenektómiou. Radikálna resekcia je nutná u maligných tumorov, kde sa potvrdili metastázy v lymfatických uzlinách. Afunkčné PNET majú nepredvídateľnú prognózu i po resekcií (Bhutani et al.,2017).



Snímok 4 PET/CT Ga-DOTATOC- PNET

Zdroj : KNM OL



Snímok 4 PET Ga-DOTATOC-PNET

Zdroj : KNM OL



Snímok 6 CT v arteriálnej fáze-PNET

Zdroj : KNM OL

### 3. ZOBRAZOVACIE METÓDY

#### 3.1. Skiagrafia

Röntgenové žiarenie je elektromagnetické vlnenie o vlnovej dĺžke  $10^{-8}$ - $10^{-11}$ m. Umelým zdrojom je vákuovaná dióda - rentgenka so zápornou katódou a kladou anódou. Dióda je vákuovaná, zabezpečuje sa tak neionizácia vzduchu, tým by sa do elektrónového zväzku dostávali elektróny navyše. Napätie na wolfrámovej anóde zabezpečí, že elektróny uvoľnené termoemisou z nažhavenej katódy interagujú s jej atómami, a teda prudkým zabrzdzením zväzku elektrónov na anóde vzniká RTG žiarenie. Miesto, kde interagujú sa nazýva termické ohnisko. Termické ohnisko je 3x väčšie ako optické ohnisko - zväzok vychádzajúcich fotónov z rentgenky (Vomáčka et al., 2023).

Expozícia (elektrické množstvo) je u moderných prístrojov riadená expozičnou automatikou. V systéme sa zadá vyšetovaná oblasť pacienta a jeho objem (obézny/normálny/kachetický), prípadne dieťa. Röntgenový obraz je dvojrozmerné zobrazenie trojrozmerného objektu, môže nastať superpozícia orgánov, preto sa volí 2 na seba kolmé projekcie. Fotóny interagujúce s objemom pacienta sa rozptýlia - fotoefektom alebo zoslabia - Comptonovým rozptylom a sú prostredníctvom detektorov zobrazené (Súkupová, 2018).

Tkanivo, ktoré absorbovalo viac žiarenia – hyperdenzné (svetlé – kosti, kalcifikácie) oblasť sa zobrazí ako „zatienenie“ a tkanivo, ktoré naopak je hypodenzné (tmavé - vzduch v tračníku) sa zobrazí ako „prejasnenie“. Tieto termíny sa v rádiodiagnostike používajú, pretože snímky sú zobrazované v natíve.

Primárne diagnostické vyšetrenie pri bolesti brucha je ultrazvuk alebo natívny röntgenový snímok. Rádiogram sa snímkuje zadopredne (PA) v stojí alebo v ľahu na boku s horizontálnym paprskom. Rádiológ popisuje vysoký ileus ako distentovaný úsek čreva naplnený plynom a hydroaerickými fenoménmi – hladinkami. Akútna pankreatitída sa popisuje ako 2 dilatované klky naplnené plynom s hladinkami v epigastriu a niekoľko ďalších v jejune (Heřman et al., 2021).

#### 3.2. Ultrasonografia

Ultrasonografia slúži ako neionizujúca lacná a dostupná metóda. Fyzikálne sa definuje ako mechanické - elastické kmitanie šíriace sa molekulami prostredia, vo vákuu sa nešíri. Častice kmitajú vo frekvenciách ľudským sluchom nepočuteľných nad 20kHz. Fyzikálne zákony, ktoré platia pre ultrazvuk sú odraz na makroskopickom rozhraní s rôznou hustotou (akustická impedancia), rozptyľuje sa v mikroskopickom rozhraní látok, na rozhraní 2 odlišných prostredí sa láme a pri priechode hmotou sa absorbuje- stratenú energiu premení na teplo.

Zdrojom vlnenia sú látky, v ktorých sa uplatňuje piezoelektrický jav. Na povrchu kryštálov pri stlačení vznikne elektrický potenciál, ten ho deformuje a pri prerušení elektrického prúdu sa rozkmitá. Vlnenie prenikne do tela pri priložení sondy na pokožku, vysiela približne 0,5% času a zvyšný čas

echá prijíma. Dnes je široký výber vyšetrovacích sond, ktoré si lekár vyberá väčšinou podľa oblasti záujmu. SONDY SÚ ŠIROKOPÁSMOVÉ LINEÁRNE/ KONVEXNÉ/ SEKTOROVÉ S PIEZOELEKTRICKÝMI KRYŠTÁLMI, PRÍPADNE ENDOSONOGRAFICKÉ: ENDOVAGINÁLNE, ENDOREKTÁLNE ENDOEZOFAGEÁLNE A INÉ.

Zobrazuje sa dvomi základnými postupmi, a to v reálnom čase (real time) a dopplerovský záznam. Real time je dvojdimenzionálne zobrazenie snímaných ech z echotomografickej plochy, jas bodov je priamo úmerný odrazu (B-mode, brightness) (Vomáčka et al., 2023). B-mód rozlišuje tkanivá na hyperechogenné (konkrement v žlčníku), hypoechogenné (pečeň) a anechogenné (tekutiny- žlč, moč) (Malíková, 2022).

Dopplerovská ultrasonografia slúži na určenie diagnózy patológií ciev alebo perfúziu vyšetrovaného tkaniva. Dopplerov jav sa popisuje tak, že ak sa blížia k sebe zdroj UZ a pozorovaný prvok s konštantnou rýchlosťou, tak je prijímaná frekvencia vyššia ako frekvencia vysielaná; platí to i opačne pri pohybe prvku od sondy, sonda prijíma frekvenciu nižšiu. Ak sa aplikuje jav do medicíny, tak pohybujúci sa prvok je suspenzia erytrocytov v lumene cievy. Keďže veľkosť červených krviniek je menšia ako dĺžka UZ vlnenia, fyzikálne sa uplatňuje Rayleigh-Tyndalov rozptyl na rozhraní akustických prostredí. Dopplerovský záznam sa delí na 3 typy. Farebný, ktorý určuje smer a približnú rýchlosť toku, radí sa medzi o semikvantitatívnu metódu. Spektrálny záznam je graf, ktorý vyjadruje závislosť rýchlosti krvného toku na čase. Je to metóda kvantifikujúca prietokové parametre cievy v čase (Vomáčka et al., 2023). Najčastejšie zobrazenie je PW- pulse wave, kedy striedavo prijíma a vysielá UZ vlnenie z definovanej hĺbky a šírky, kde sa detegujú echá. Dodržuje sa sklon paprsku voči cieve do 60°, tým sa umožní presnejšie meranie (Malíková et al., 2022). Tretí záznam je akustický, ktorým sa prevádzajú ultrazvukové frekvencie na sluchom počuteľné. V praxi sa využívajú kombinácie modalít, napríklad B-mód a farebný Doppler - duplexná USG alebo triplexná, kedy sa použije i spektrálny záznam.

Vyšetrovacie sondy na brucho a panvu sa pohybujú s frekvenciou 1-6MHz, u detí 3-10MHz. Výnimočne sa cielene zobrazuje slinivka, väčšinou sa zobrazuje komplexne spolu s žlčníkom a žlčovými cestami. Pri veľkom meteorizme alebo obéznych pacientoch môžu nastať komplikácie, že zobrazenie je nemožné (Vomáčka et al., 2023). Príprava pacienta pred vyšetrením spočíva v krátkom 4 hodinovom lačnení, nepiť kávu ani mlieko. Obmedzí sa tým zobrazenie hypoechogenného plynného obsahu čriev (Malíková et al., 2022). Rádiologický asistent uloží pacienta na lôžko - ľah na chrbte. Lekár má k dispozícii gél, ktorý zamedzuje prístup vzduchu medzi pokožkou pacienta a sondou. Pankreas ako celá žľaza sa zobrazuje transverzálne od stredovej čiary pod *processus xsifoideus*. Pred ľavým horným pólom obličky je viditeľná kauda (Gupta et al., 2016).





*Snímok 5 USG-Tumor pankreasu  
Zdroj: FNOL*

### **3.3. Endosonografia**

Je kombinácia intraluminálnej ultrasonografie a digestívnej endoskopie. Na zobrazenie orgánov využíva echoendoskopy, čo sú endoskopy s ultrazvukovou sondou, ktorá generuje signál 5-12MHz. EUS navigovaná biopsia slúži na odber vzorkov z pankreasu s použitím echoendoskopu a bioptickej alebo aspiračnej ihly.

Indikácie k EUS biopsiám sú solídne masy lokálne pokročilého tumoru, diagnostika nádorov s nechirurgickou liečbou- lymfóm, cystické neoplázie. Získané vzorky sa ďalej odosielajú na cytológiu, mikrobiológiu atď. Pred vyšetrením je nutné dostať zvolenie k EUS - biopsii na informovanom súhlase a skontrolovať hodnoty hemokoagulácie a množstvo trombocytov. Široko spektrálne antibiotiká sa intravenózne podávajú v prípade novej infekcie z cystických nálezov alebo tekutinovej kolekcie. Následných 72h sa podávajú profylaktické antibiotiká per os. Morfológické kritéria (tvar, veľkosť, echogenita) sú dostačujúce pre určenie diagnózy, ale pre presnejšie určenie nálezu sa využíva biochemické a molekulárne vyšetrenie aspirátu (Špičák & Urban, 2015).

EUS vytvára obrazy orgánu s lepším priestorovým rozlíšením ako ostatné modality. Vďaka pokroku v medicíne EUS v kombinácii s umelou inteligenciou (AI-artificial intelligence) dokáže odlišiť od seba jednotlivé cystické neoplázie s presnosťou 82,75%. AI po nastavení kombinácií algoritmov dokázala diferencovať stupeň dysplázie pri intrapapilárnej mucinóznej neoplázii na základe analýzy snímok z EUS na 99.6%. I keď v medicíne je AI zatiaľ len v začiatkoch nepochybne časom umožní presnejšiu diagnostiku cýst a určenie ich malignity (Park & Jeong, 2023).

### **3.4. Elastografia**

Elastografia je neinvazívna zobrazovacia metóda vyhodnocujúca tuhosť rôznych orgánov. Pre pankreas sa vykonáva s použitím UZ, EUS alebo MR. Meranie tuhosti s UZ zahŕňa statickú

elastografiu (strain elastography SE) a strain wave elastography (SWE). SWE je metóda využívajúca princíp ARFI (acoustic radiation force impulse)- impulz sily akustického tlaku (Choudhury et al., 2023).

Priečna elastografia vyjadruje kvantitatívne zhodnotenie, samotné priečne vlny sa šíria medzi jednotlivými vrstvami v tkanivách rýchlosťou 1-10m/s. Základom UZ sú vlny šíriace sa rýchlosťou 1500m/s a postupne stláčajúce vrstvy. Odozva elastického odporu tkaniva na mechanické vibrácie sú priečne vlny s frekvenciou 50-200Hz. Dôsledok patológie je vyššia elasticita, malígne ložiska 30-270 kPa a ložiska benígne 1-70kPa (Zemanová, 2016).

Vyšetrenie pacienta prebieha v supinačnej polohe s rukami nad hlavou, pred vyšetrením pacient lační 6-8hodín. Rádiológ využíva konvexnú sondu s frekvenciou 2-5MHz spočiatku sa vyšetruje v B-móde, ak je orgán nepopisateľný pacient vypije 300ml vody. Pacient počas akvizície zadržuje dych na 8-10s. Obraz zdravého pankreasu zobrazuje sa ako mierna hyperechogenita, zrnitý vzhľad, je hladký a viditeľný laločnatý obrys. Miesta na meranie tuhosti (ROIs) sú rozmiestnené v jednotlivých segmentoch slinivky, lepšie- anatomicky dostupnejšie sa meria hlava a telo, v jednotkách kPa prevádzajú sa aj do m/s. Fyziologické hodnoty tuhosti pankreasu sú 8.98kPa - 1m/s v hlave a 8.67kPa - 1.2m/s v tele (Choudhury et al., 2023).

Elastografia môže prebiehať aj endoskopickým prístupom, vzhľadom na polohu a hĺbku orgánu môže byť problémom vonkajšia kompresia alebo aplikácia akustického impulzu. Najčastejšie sa vyšetrenie používa na rozlíšenie maligných tumorov od chronickej pankreatitídy, kde sa sleduje fibrotizácia tkaniva. Na základe zistenia tuhosti parenchýmu je možné predvídať tvorbu postoperačných fistúl (Anvari et al., 2015).

### **3.5. Výpočtová tomografia**

Výpočtová tomografia CT- computed tomography je tomografická zobrazovacia metóda, ktorá na rozdiel od skiagrafického 2D zobrazenia, umožňuje zobrazit' orgány v 3D. V skiigrafii sa snímkuje stacionárne 1 expozícia= 1 sumovaný snímok, CT dokáže počas rotácie rentgenky okolo pacienta vytvorit' niekoľko projekcií a z nich zrekonštruovat' rezy v axiálnej/sagitálnej/koronárnej rovine bez sumácie. V gantry CT skenera sa nachádza výkonná rentgenka 100-120kW, ktorá umožňuje za krátky expozičný čas tvorbu tvrdých spektier. Neoddeliteľnou súčasťou je systém detektorov a filtrácia, ktorá sa podľa umiestnenia k pacientovi delí na prepacientskú- flat filter, bow-tie filter a postpacientskú – protirozptylová mriežka. CT je vybavené i výkonným počítačom, ktorý algoritmom dokáže spracovat' dáta a rekonštruovat' obraz.

Rentgenka pri tvorbe RTG žiarenia využíva napätie od 70-150kV, v priebehu jednej 360° rotácie je za 0,2-0,5s vytvorených 1000-3000 projekcií. Skôr ako zväzok žiarenia vstúpi do pacienta sa s medeným/hliníkovým flat-filtrom odfiltrujú nízkoenergetické fotóny, ktoré zvyšujú v pacientovi dávku

a znehodnocujú kvalitu obrazu. Geometriu zväzku zabezpečujú polytetrafluoretylenové bow-tie filtre, ktoré sú umiestnené na výstupe rentgenky, tvarujú spektrum priestorovej fluencie. Ak si predstavíme fantóm ako kruh a dopadal by naň homogénny zväzok žiarenia, tak by sa dávková distribúcia rozložila po periférii, smerom do stredu by zoslabenie rástlo a fluencia energie na detektore by bola nehomogénna. Wolfrámová protirozptyľová mriežka tvorí postkolimáciu zväzku ešte pred dopadom na detektor. Detektory obsahujú scintilačný materiál, ktorý prevedie energie fotónov na fotóny viditeľného svetla, tie sú detegované fotodiódami na výstupnej strane scintilátora. Fotodiódy prevedú signál optický na elektrický a ten sa stáva základom pre vznik obrazu (Súkupová,2018).

Signál sa spracuje v počítači a ten vyjadrí, podľa absorpcie žiarenia, matematickú hodnotu denzity tkaniva v Hounsfieldových jednotkách - HU. Densita tkanív, či materiálu sa zobrazuje odtieňmi šedej v rozmedzí -1000HU - +3600HU. Ľudské oko nedokáže od seba 4600 odtieňov rozlíšiť, preto sa pracuje len v určitom vyšetrovacom okne (šírka denzít a ich stredom). Rádiologický asistent pozná jednotlivé protokoly v rámci postprocessingu zhotovuje skeny, ktoré sú často v rôznych oknách (Vomáčka,2023).

Podľa vestníka MZČR z roku 2016 CT vyšetrenie dutiny brušnej, retroperitonea a panvy pacient sa pripraví na vyšetrenie lačnením, pred aplikáciou kontrastnej látky- KL vypije 500-1000ml vody. Objem aplikovanej KL je 80-120 ml. Rádiologický asistent (RA) uloží pacienta ležmo chrbtom na vyšetrovací stôl, ruky natiahne za hlavu. Rozsah vyšetrenia je od vrcholu bránice po dolný okraj sedacej kosti alebo sa cielene zobrazí epigastrium. RA počas vyšetrenia inštruuje pacienta pokynmi: nehýbať sa, nádych a nedýchať, vytvorí predozadný topogram. Postprocessing obsahuje MPR- koronálnu a sagitálnu v mätko tkanivovom okne, hrúbka rekonštruovaného rezu je 3-5mm.

Kontrastná látka sa aplikuje vnútro žilne (i.v.). Dvojfázové protokoly na vyšetrenie slinivky sú pankreatická + porto-venózna fáza alebo arteriálna + venózna fáza, bolus sa sleduje v oblasti abdominálnej aorty. V konkrétnej fáze je možné presnejšie diagnostikovať jednotlivé ochorenia na základe denzity tkanív. Arteriálna fáza zobrazí hypervaskulárne nálezy- neuroendokrinné tumory. Portove-  
nózna fáza preukáže hepatické metastázy alebo venóznou trombózu. Adenokarcinóm patrí medzi hypodenzné tumory a je viditeľný v pankreatickej fáze (Feger et al.,2021).

Bolus tracking – je technika, kde na vytvorený topogram v transverzálnej rovine s umiestneným ROI (region of interest) do *a.pulmonalis*. Akvizícia sa začne akonáhle v sledovanom ROI je dosiahnutý prah 100HU, vopred je nastavené 4s diagnostické oneskorenie, počas ktorých je pacient inštruovaný na nádych a zadržanie dychu.

Testovací bolus obdobne ako bolus tracking zahŕňa umiestnenie oblasti ROI na topograme v axiálnej rovine. Táto technika je individuálnejšia, na vytvorenie jednotlivých fáz obsiahne dychovú a tepovú frekvenciu počas testovacieho bolusu. Aplikuje sa 20ml KL a spustí sa nízkoenergetická

akvizícia v mieste, kde je umiestnené ROI. Následne software spracuje graf, kde je zobrazená krivka s vrcholom kontrastu v závislosti denzity a času. Vzápätí sa aplikuje hlavný bolus KL s fyziologickým roztokom a začne sa odpočítavať čas jednotlivých fáz, pacient dýcha podľa pokynov. Na protokoloch sa nastavuje množstvo kontrastnej látky podľa hmotnosti pacienta, prietok KL sa prispôsobuje veľkosti kanyly (Murphy, A., & White, H.,2024).

Dvojfázový pankreatický protokol väčšinou zahŕňa prietok KL 3-5ml/s, pankreatická fáza je v 40-50s a portálna v 65-70s, obe po aplikácii KL.

Pri adenokarcinóme na CT rádiológ sleduje vzťah tumoru k cievam a veľkosť tumoru. Tumor je postkontrastne voči okolitému parenchýmu hypodenzný, v 5-14% prípadoch bol izodenzný. Jeden z prediktorov u malígnych tumorov je tzv. znak v tvare písmena K, ktorý sa popisuje na transverzálnej projekcii ako lokalizované zúženie parenchýmu (Vanek et al.,2022).

Zásady aplikácie jódovej kontrastnej látky i.v. cestou: látka sa podáva na pracovisku, kde sa nachádzajú lieky na nežiadúce reakcie a pomôcky na kardiopulmonálnu resuscitáciu. Pred aplikáciou je nutné zaistiť dostatočnú hydratáciu pacienta, potom minimálne 4 hodiny pred vyšetrením lačniet', či obmedziť príjem tekutín na 1dc/h. Rádiologický asistent sleduje aktuálne hodnoty kreatinínu v séru.

Medzi relatívne kontraindikácie sa zaraďujú pacienti s ťažkou funkčnou poruchou obličiek (kreatinín nad 300 $\mu$ mol/l) tyreotoxikózou, mnohopočetným myelómom alebo pripravujúci sa na diagnostiku, či terapiu I<sup>131</sup> s diferencovaným karcinómom štítnej žľazy (Heřman et al.,2021).

Pri ľahkej vedľajšej reakcii sa ukončí aplikácia KL a podajú sa i.v. antihistaminika. Stredná a ťažká forma si vyžaduje podanie i.v. adrenalín, antihistaminika, prípadne zabezpečenie priechodnosti dýchacích ciest a volá sa anesteziológ a resuscitáciu riadi špecialista. Špeciálna premedikácia u pacientov s alergiou na konkrétnu KL, polyvalentnou alergiou, astma bronchiale alebo rhinitis polynósa sa nepodáva, keďže nie sú dôkazy o jej účinnosti. Prevencia spočíva v hydratácii pred výkonom a zavodnení aj po výkone. Maximálna doporučená dávka u jódovej KL u zhoršenej obličkovej funkcie je 150ml (Vomáčka et al.,2023).

Multiplanárna rekonštrukcia (MPR) je postprocessingova metóda, ktorá dokáže previesť dáta z axiálnej projekcie do koronárnej a sagitálnej. Rozmanité softvéry dokážu upraviť dáta tak, že vytvoria zakrivenú planárnu rekonštrukciu (CPR) ňou je možné diagnostikovať nálezy na cievach (služi na hodnotenie stenóz), črevách alebo močovode. Zobrazenia sú v 2D rovine lokalizuje štruktúry pozdĺž žiadanej osi využíva sa najčastejšie v CT angiografii (Fortin, 2019).

Projekcia maximálnej intenzity (MIP) zobrazuje vyšetrovanú oblasť do 2D projekcie s voxelmi najvyššej denzity. V praxi je využívaná pri vyobrazení patológie naplnených ciev kontrastom, posudzovaní pulmonárnych nodúl a ich perfúziu.

Projekcia minimálnej intenzity (MinIP) algoritmus prevádza dáta do 2D zobrazenia obdobne ako v MIP zobrazení, ale s voxelmi, ktoré majú najnižšie hodnoty denzít. Pri CT hrudníka slúži na zobrazenie tracheobronchiálneho stromu. Pri posudzovaní patológií biliárneho stromu alebo vývodu pankreasu, ktoré sú hypodenzné oproti okolitým tkanivám (Di Muzio et al.,2011).

### 3.6.PET/CT

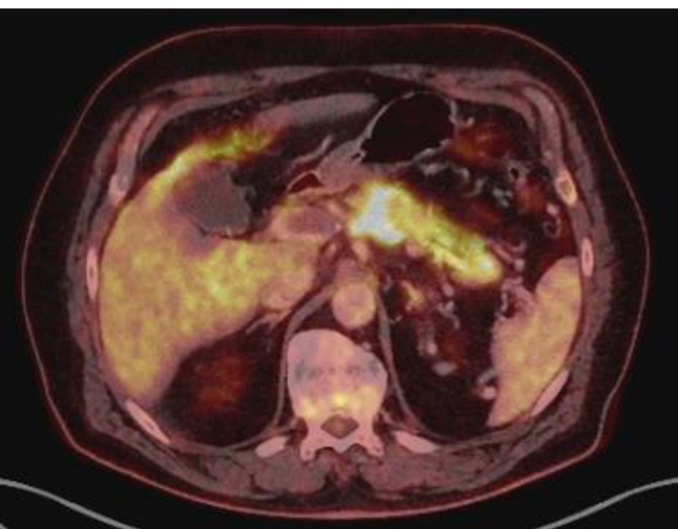
Výšetrenie kombináciou pozitronovej emisnej tomografie a výpočtovej tomografie lekárovi dáva informáciu o metabolizme rádiofarmaka (RF) a anatomickej lokalizácii. Dôležitú úlohu zohráva v diagnostike a včasnom stagingu, predikovaní prežitia pacienta, prípadne pri určení operability/resekcie tkaniva. Zobrazenie PDAC uľahčuje rozhodovanie o priebehu chirurgického zákroku alebo využitia iných terapií - chemoterapia/rádioterapia.  $^{18}\text{F}$ -FDG (fluorin-fluorodeoxyglukóza) je rádiomarkovaný analóg glukózy, ktorý sa používa na staging tumoru, detekciu lokálnych recidív, zobrazenie metastáz. Hybridné zobrazenie má vyššiu senzitivitu a špecifitu ako MR alebo CT. Toto RF dokáže zobrazit' proliferujúce sa kancerózne bunky na základe zvýšeného metabolizmu a vychytávaniu glukózy.

Pacienti sú vopred poučení o postení sa a nepití sladkých nápojov 5 hodín pred vyšetrením. Vyšetrenie sa uskutoční 60min po i.v. aplikácii RF v rozsahu od stredy stehien po bázu lebky. Jednotlivé rezy sa postprocessingom rekonštruujú do sagitálnych a koronárnych projekcií (Myssayev et al.,2019).

Podľa Yin H. a kol. (2023) sa zaraďuje PET/CT s RF  $^{68}\text{Ga}$ -SSA (gálium značené somatostatínovými receptormi) medzi vyšetrenia s najvyššou citlivosťou na pNET. Posledné štúdie založené na dynamike  $^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC potvrdili vysokú schopnosť vychytávania RF fyziologicky v procesus ucinatus a pNET - sensitivita 88.5%, špecifita 94.4%, presnosť 90.9%.

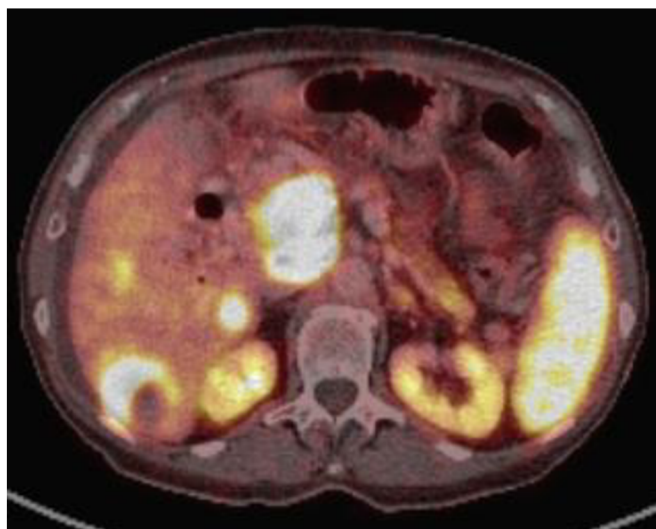
Protokol na vyšetrenie sa skladal z celotelového zobrazenia PET/CT, vytvorí sa nízkoenergetické low-dose CT a aplikuje sa i.v. 60-83MBq rádiofarmaka a následne sa spustí 60 minútová PET akvizícia a po nej diagnostické CT. Po fúzií oboch modalít lekár sleduje dynamické zmeny orgánu a jeho okolí v jednotlivých minútach scintigrafie.

Rádiofarmakum s gáliom dokáže na PET/CT zobrazit' lézie vo veľkosti 0,7cm, ktoré môžu byť na CT alebo MR prehliadnuté.



Snímok 6 PET/CT - 18F-FDG-PNET

Zdroj : KNM OL



Snímok 7 PET/CT-Ga-DOTATOC-PNET

Zdroj : KNM OL

### 3.7. Magnetická rezonancia

Zobrazenie diferencovanej absorpcie RTG žiarenia v tkanivách je jeden z princípov zobrazenia ionizujúcim žiarením. Magnetická rezonancia sníma neoinizujúci magnetický signál, ktorý vytvárajú vodíkové atómy v tele pacienta. Nameraný signál sa potom využíva k rekonštrukcii obrazu.

Protóny v ľudskom tele rotujú okolo svojej dlhej osi- spin. V okolí pohybujúceho sa elektrického poľa vzniká magnetické pole tzv. magnetický moment. Atómy s nepárnym počtom protónov, najdôležitejší je vodík, vykazujú určitý magnetický moment, v ľudskom tele sa navzájom magnetické momenty rušia. Intenzita statického poľa sa vyjadruje v jednotkách Tesla (T), spôsobuje rotačný pohyb v transverzálnej rovine- precesia. Frekvencia precesného pohybu závisí od Larmorovej frekvencie- veľkosť statického magnetického poľa a gyromagnetického pomeru (konštanta, charakteristická pre každý typ jadra). Princíp MR je umiestnenie protónov v tele pacienta do statického homogénneho magnetického poľa a následne zmenenie ich polohy pomocou vysokofrekvenčného elektromagnetického impulzu- nastane excitácia protón získa väčšiu energiu a sa vychýli o  $90^\circ$  alebo  $180^\circ$ - nastane rezonancia. Po vypnutí radiofrekvenčného (RF) impulzu sa excitovaný protón vráti do pôvodného pohybu- relaxácia, ktorá trvá dlhšie ako excitácia. Excitovaná energia sa vo forme elektromagnetického žiarenia pohltí v okolitých tkanivách. Na povrchu pacienta sú umiestnené cievky, ktoré elektromagnetickú energiu prevedú na merateľný elektrický signál. Príjem signálu počas relaxácie nazývame echo. Čas, za ktorý sa protón vráti späť do pozdĺžnej roviny sa nazýva T1. Doba, ktorú sa protón z transverzálnej roviny navráti do pôvodnej je čas T2 (Vomáčka et al.,2023).

Aplikáciou gradientov magnetického poľa počas vysielania a získavania RF pulzov sa získava lokalizáciu vzniknutého signálu. Gradientom sa vyšle cieleň RF pulz na protóny vyšetrovanej vrstvy a tie excitujú echo-signal. V prístroji je set 3 na seba kolmých gradienčných cievok, ktoré sa prakticky

využívajú na detekciu smeru signálu pre správne zobrazenie a lokalizáciu patológie, sú príčinou hluku. Zobrazujú sa 3 základné typy obrazov protón denzitný, T1 a T2 vážený. Protón denzitné obrazy sa využívajú na vyobrazenie vodíkových jadier vo vyšetrovanej vrstve- čím je vyššie množstvo vodíkových atómov, tým hypersignálnejší (svetlejší) obraz bude. T1 vážený obraz zobrazí hypersignálnejšie tie tkanivá, kde je T1 relaxácia rýchlejšia. T2 vážený obraz sa viaže na T2 relaxáciu, čím je rýchlejšia, tým je obraz hyposignálnejší (Malíková,2022).

Veľkosť a priemer pankreatickej žľazy je často ovplyvnená ochoreniami, ktoré vyvolávajú zmeny v rozmeroch a sú významnými prekurzormi rôznych ochorení orgánu. MR cholangiopankreatikografia (MRCP) dokáže zobrazíť parenchým aj vývod slinivky v jednom vyšetrení (Wang et al., 2019). MRCP je alternatíva invazívnej ERCP- kde sa vývod slinivky a žlčovodu endoskopicky zavedenou cievkou naplnia jódomovou kontrastnou látkou, náplň sa zobrazí pomocou RTG žiarenia. MRCP využíva T2 vážené sekvencie a nimi zobrazí na tmavom pozadí nízkoproteínovú tekutinu- hypersignálnu žlč (Malíková, 2022). Prítomnosť bielkovinových sekrétov v normálnom pankrease spôsobí hyperintenzívne zobrazenie. Pri T1 tukom nasýtených sekvenciách sa hyposignálne zobrazia nálezy na žľaze. Pri chronickej pankreatitíde nastáva pokles T1 signálu, kvôli zápalu a fibrotizácii. T2 sekvencie zobrazia štruktúry naplnené tekutinou, bez aplikácie kontrastnej látky. Nepravidelné dilatačné zmeny na hlavnom vývode a jeho bočnom vetvení sú zobrazené ako „reťazovito pospájané jazierka“.

Oproti CT má MR výhodu v zobrazení cýst, fistúl i pseudocyst, obmedzená je detekcia malých kalcifikácií. Funkčnosť žľazy sa overuje využitím sekretínom stimulovaného vyšetrenia S-MRCP. Sekretín je polypeptid vylučovaný duodenom, ovplyvňuje pankreas, zvyšuje tonus Oddiho zvierača a sekréciu bikarbonátov. Exokrinná funkcia slinivky sa hodnotí po intravenózne aplikácii sekretínu. Vrchol dilatácie hlavného pankreatického vývodu nastáva 2-5 min po aplikácii, potom sa tonus sfinktera zníži a za 10 min sa priemer vývodu normalizuje. U pacientov so zdravým pankreasom sa po aplikácii nezobrazia bočné vývody, ale u pacientov s včasnou CP sa môžu detegovať dilatácie, ktoré sa nevizualizujú na konvenčnom MRCP. Zápal od adenokarcinómu sa ťažko odlišujú, rozdiel je pozorovateľný pri miernej stenóze, ktorá naznačuje zápal, pri peripankreatickej cievnej invázií a prerušení dilatovaného vývodu sa uprednostňuje diagnóza karcinóm. Na diagnostiku karcinómu sa používa sekvencia DWI (diffusion weighted imaging), ktoré môže potvrdiť obmedzenie difúzie hypersignálnym obrazom (Weis et al.,2023).

Príprava pacienta na vyšetrenie spočíva v poučení pacienta o tom, že bude ležať približne 30 minút v hluku a stiesnenom tuneli bez pohybu. Hluk vzniká z rýchleho zapínania a vypínania gradientných cievok počas prepínania sekvencií. Je nutné aby pred vyšetrením vyplnil dotazník a vylúčil prítomnosť kovových predmetov a implantátov ako sú nekompatibilný kardiostimulátor, kardioverter, problémové môžu byť niektoré typy kochleárných implantátov. V dotazníku sa vyskytuje otázka



na prítomnosť cudzieho telesa v oku, pri podozrení na cudzie - kovové teleso sa indikuje RTG snímok. U implantovaných stentov, osteosyntéz, endoprotéz alebo umelých srdčných chlopní sa odporúča vyšetovať minimálne 6 týždňov od implantácie. Relatívna kontraindikácia vyšetrenia je klaustrofóbia, v extrémnych prípadoch sa vyšetruje v celkovej anestézii. Perorálne u pacientov je výhodou vypiť pred vyšetrením tekutiny obsahujúce mangán alebo chróm, napríklad čučoriedkovú alebo ananásovú šťavu. Džús dokáže znížiť signál na T2 sekvenciách v žalúdku a črevách, a preto lepšie vynikne signál z pankreasu a žlčových ciest. U rizikových pacientov sa kontroluje hodnotu glomerulárnej filtrácie vždy, pred podaním gadoliniovej kontrastnej látky (Malíková,2022).

Paramagnetické látky, ktoré sa využívajú v MR sú cheláty obsahujúce gadolinium- skracuje relaxačný T1 čas. Tkanivá s KL sú hypersignálne v T1 vážených časoch, na T2 vážené sekvencie nemá vplyv. Oproti jódomým KL sú nežiadúce reakcie menej časté, vylučujú sa obdobne- obličkami (Heřman et al.,2021).



## Záver

Bakalárska práca sumarizuje dohľadane poznatky o ochoreniach slinivky brušnej- pankreasu, následnú diagnostiku, terapiu a popisuje prácu rádiologického asistenta pri zobrazovaní orgánu. Zadané ciele sa nám podarilo splniť.

V prvej kapitole je popísané uloženie orgánu a jeho funkciu v ľudskom tele. Slinivka je retroperitoneálny orgán uložený v oblasti stavcov L1-L3 vklinený do dvanástnika. Je to lalôčkovitý orgán sivo-rúžovej farby. Stavbou je rozdelená do 3 častí- hlava, telo, chvost. Funkčne sa orgán podieľa na trávení tvorbou pankreatickej šťavy, hormonálne tvorí inzulín, glukagón, somatostatín a pankreatický polypeptid a v minimálnom množstve aj iné endokrinné hormóny.

Diagnózy spomínané v druhej kapitole sa vyskytujú často u nedostatočne edukovaných pacientov- nesprávna životospráva, alkoholický alebo cigaretový abúzus. Zápal orgánu je nebezpečný, keďže autodigestia žľazy ho poškodzuje, následná chronická forma vedie v terminálnom štádiu k endokrinnnej i exokrinnnej insuficiencii, zväzovatenie môže byť vhodné prostredie pre nádorové bujnenie. Benígne cystické nálezy sú diagnostikované prevažne u žien, buď to vo veku 20-30 rokov alebo až v 6. decéniu. Cysty sa preventívne sledujú a pri progresii veľkosti, či zmene charakteru je nutné zvážiť ich chirurgickú resekciu. Maligny adenokarcinóm je obávané ochorenie pre svoju vysokú mortalitu k incidencii. Dôležitosť zobrazovacích metód spočíva vo včasnej diagnostike a následne skoré zahájenie liečby. Včasné potvrdenie diagnózy umožňuje neoadjuvantnú chemoterapiu s následnou resekciou, ktorá predlžuje život pacientov, 5 ročnú hranicu prežívania môže dosiahnuť 17.4% operovaných. Na základe stále nízkeho percenta prežívajúcich pacientov po chirurgickom zákroku, sa dlhodobo ponúka vyvinutie nových spôsobov onkologickej liečby. Neuroendokrinné tumory sú potenciálne maligne, s ich veľkosťou narastá aj malignita. Skoré diagnostikovanie a resekcia môže znížiť riziko malignizácie. Popísané ochorenia vďaka pokroku medicíny, a teda variabilným diagnostickým metódam, sa dajú presnejšie diagnostikovať a následovne urýchliť liečbu pacienta alebo zlepšiť kvalitu života.

V záverečnej kapitole sú popísané jednotlivé zobrazovacie modalities, ich princípy, indikácie k vyšetreniu a prácu samotného rádiologického asistenta. Pankreas je v tesnej blízkosti s ostatnými orgánmi, preto na správne určenie diagnózy sa využívajú dostupné modalities. Pri akútnych bolestivých stavoch- náhlych príhodách brušných je metódou voľby ultrasonografia. Pri pozitívnom náleze sa upresňuje diagnóza na CT, môže sa doplniť MR vyšetrením. Kontrastné látky zvyšujú denzitu/signál, čo napomáha k lepšiemu zobrazeniu orgánu. Histologické odbery tkaniva sa odoberajú endosonograficky. Hybridné zobrazenie PET/CT má vyššiu senzitivitu a špecifickosť pri zobrazovaní metabolizmu a zároveň lokalizáciu tumoru. Rádiologický asistent si musí pred vyšetrením overiť totožnosť

pacienta, zväžiť kontraindikácie k vyšetreniu a skontrolovať hodnoty kreatinínu pred aplikáciou kontrastnej látky a v neposlednom rade by mal ovládať jednotlivé protokoly a princípy vyšetrení.

## Zdroje

- Alberti, P., Pando, E., Mata, R., Vidal, L., Roson, N., Mast, R., Armario, D., Merino, X., Dopazo, C., Blanco, L., Caralt, M., Gomez, C., Balsells, J., & Charco, R. (2021). Evaluation of the modified computed tomography severity index ( MCTSI ) and computed tomography severity index ( CTSI ) in predicting severity and clinical outcomes in acute pancreatitis. *Journal of Digestive Diseases*, 22(1), 41-48. <https://doi.org/10.1111/1751-2980.12961>
- Anvari, A., Barr, R. G., Dhyani, M., & Samir, A. E. (2015). Clinical application of sonoelastography in thyroid, prostate, kidney, pancreas, and deep venous thrombosis. *Abdominal Imaging*, 40(4), 709-722. <https://doi.org/10.1007/s00261-015-0383-2>
- Bengtsson, A., Andersson, R. & Ansari, D. The actual 5-year survivors of pancreatic ductal adenocarcinoma based on real-world data. *Sci Rep* 10, 16425 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73525-y>
- Bhutani, M. S., Vilmann, P., & Saftoiu, A. (2017). Fast Facts: Pancreas and Biliary Tract Diseases: Vol. Second edition. Health Press in S. Karger AG.
- ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 2. 3., uprav. a dopl. vyd.* Praha: Grada Publishing, 2013.
- Di Muzio B, Mistry V, Murphy A, et al.(2011). Maximum intensity projection. Radiopaedia.org <https://doi.org/10.53347/rID-14801>
- Falt, P., Ďuricová, D., Fejfar, T., Šembera, Š., & Tachecí, I. (2023). Novinky v gastroenterologii, hepatologii a digestivní endoskopii. *Vnitřní lékařství*, 69(3), 198-206
- Feger J, Chieng R, Murphy A. (2021,07.06) CT pancreas (protocol). Radiopaedia.org <https://doi.org/10.53347/rID-90195>
- Ferko, A., Šubrt, Z., & Dědek, T. (Eds.). (2015). *Chirurgie v kostce* (2. dopl. a přepr. vyd). Grada Publishing.
- Fichtl, J., Skalický, T., Vodička, J., Třeška, V., Tupý, R., & Hes, O. (2018). Solid Pseudopapillary Tumor of the Pancreas – Rare Neoplastic Disease in 20-Year-Old Woman. *Klinická onkologie*, 31(5). <https://doi.org/10.14735/amko2018376>
- Floreánová, K., Dítě, P., Kianička, B., Dovrtělová, L., & Přecechtělová, M. (2014). Akutní pankreatitida - validace nové klasifikace na souboru 159 nemocných a prognostické faktory. *Vnitřní lékařství*, 60(7-8), 567-574
- Fortin F, Chieng R, Bell D, et al. (2019). Multiplanar reformation (MPR). Radiopaedia.org <https://doi.org/10.53347/rID-65727>
- Ghobrial, S. N., Menda, Y., Zamba, G. K., Mott, S. L., Gaimari-Varner, K., Dick, D., Dillon, J., Howe, J. R., Graham, M., Sunderland, J., Bellizzi, A., O'Dorisio, T. M., & O'Dorisio, M. S. (2020). Prospective Analysis of the Impact of 68Ga-DOTATOC Positron Emission Tomography-Computerized Axial Tomography on Management of Pancreatic and Small Bowel Neuroendocrine Tumors. *Pancreas*, 49(8), 1033–1036. <https://doi.org/10.1097/MPA.0000000000001625>
- Giertlová, K., Danihel, Ľ., Bendžala, M., Gašpar, Ľ., & Danihel, Ľ. (2017). Mikrocystický serózný cystadenóm pankreasu - kazuistika zriedkavého nádoru: Microcystic serous cystadenoma of pancreas - case study of rare tumor. *Onkológia*, 12(2), 129-131. SOLEN

- Gupta, S., Mittal, A., Arion, R. K., & Singal, R. (2016). Comparative evaluation of ultrasonography and computed tomography in pancreatic lesions. *Journal of Medicine (Bangladesh)*, 17(2), 66-78–78. <https://doi.org/10.3329/jom.v17i2.30068>
- Heid, I., Trajkovic-Arsic, M., Lohöfer, F., Kaissis, G., Harder, F. N., Mayer, M., Topping, G. J., Jungmann, F., Crone, B., Wildgruber, M., Karst, U., Liotta, L., Algül, H., Yen, H. -Y., Steiger, K., Weichert, W., Siveke, J. T., Makowski, M. R., & Braren, R. F. (2022). Functional biomarkers derived from computed tomography and magnetic resonance imaging differentiate PDAC subgroups and reveal gemcitabine-induced hypo-vascularization. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, 50(1), 115-129. <https://doi.org/10.1007/s00259-022-05930-6>
- Heřman, Miroslav. (2021). *Basics of Radiology*. Palacký University Olomouc.
- Choudhury, S. R., Verma, M., Gupta, P., Singh, H., Sharma, V., & Kochhar, R. (2023). Ultrasound Shear Wave Elastography of Normal Pancreas in Adult Subjects. *Journal of Gastrointestinal and Abdominal Radiology*, 06(02), 148-153. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1758126>
- Kala, Z., Kiss, I., & Válek, V. (2009). *Nádory podjaterní oblasti: diagnostika a léčba*. Grada.
- KITTNAR, Otomar. *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: Grada Publishing, 2021.
- Kunovský, L., Dítě, P., Bojková, M., Dolina, J., Vaculová, J., Kolovratníková, H., ... Jabandžiev, P. (2021). *Diagnostika a terapie chronické pankreatitidy dle UEG guidelines*. *Vnitřní lékařství*, 67(2), 85-91. doi: 10.36290/vnl.2021.019
- Malíková, H. (2022). *Základy radiologie a zobrazovacích metod* (Druhé, aktualizované vydání). Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum.
- Mírka, H., & Ferda, J. (2015). *Multidetektorová výpočetní tomografie: perfuzní vyšetření*. Galén.
- Murphy, A., & White, H. (2024). A comparison of bolus track and test bolus computed tomography pulmonary angiography and the implications on pulmonary and aortic vessel enhancement, effective dose and suboptimal scan rate. *Journal of Medical Radiation Sciences*, 71(1), 44-50. <https://doi.org/10.1002/jmrs.724>
- Myssayev, A., Myssayev, A., Ideguchi, R., Eguchi, S., Adachi, T., Sumida, Y., Tobinaga, S., Uetani, M., & Kudo, T. (2019). Usefulness of FDG PET/CT derived parameters in prediction of histopathological finding during the surgery in patients with pancreatic adenocarcinoma. *PloS One*, 14(1), e0210178. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210178>
- Nakaoka, K., Ohno, E., Kawabe, N., Kuzuya, T., Funasaka, K., Nakagawa, Y., Nagasaka, M., Ishikawa, T., Watanabe, A., Tochio, T., Miyahara, R., Shibata, T., Kawashima, H., Hashimoto, S., & Hirooka, Y. (2023). Current Status of the Diagnosis of Early-Stage Pancreatic Ductal Adenocarcinoma. *Diagnostics (Basel, Switzerland)*, 13(2), 215. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13020215>
- Park, J. -S., & Jeong, S. (2023). Endoscopic Ultrasound-Based Artificial Intelligence Diagnosis of Pancreatic Cystic Neoplasms. *The Korean Journal of Pancreas and Biliary Tract*, 28(3), 53-58. <https://doi.org/10.15279/kpba.2023.28.3.53>
- Perik, T. H., van Genugten, E. A. J., Aarntzen, E. H. J. G., Smit, E. J., Huisman, H. J., & Hermans, J. J. (2022). Quantitative CT perfusion imaging in patients with pancreatic cancer: a systematic review. *Abdominal Radiology*, 47(9), 3101-3117. <https://doi.org/10.1007/s00261-021-03190-w>

- Petrov, M. S., & Yadav, D. (2019). Global epidemiology and holistic prevention of pancreatitis. *Nature reviews. Gastroenterology & hepatology*, 16(3), 175–184. <https://doi.org/10.1038/s41575-018-0087-5>
- Souček, M., & Svačina, P. (2019). *Vnitřní lékařství v kostce*. Grada Publishing. <https://www.bookport.cz/e-kniha/vnitřni-lekarstvi-v-kostce-1418307/#>
- Súkupová, L. (2018). *Radiační ochrana při rentgenových výkonech - to nejdůležitější pro praxi*. Grada Publishing.
- Špičák, J., & Urban, O. (2015). *Novinky v digestivní endoskopii*. Grada Publishing.
- Tesaříková, J., Loveček, M., Neoral, Č., Vomáčková, K., Bébarová, L., & Skalický, P. (2017). Solidní pseudopapilární tumor pankreatu. (Czech). *Surgical Review / Rozhledy v Chirurgii*, 96(4), 163–167.
- Vanek, P., Eid, M., Psar, R., Zoundjiekpon, V., Urban, O., & Kunovsky, L. (2022). Současné trendy v diagnostice karcinomu pankreatu. *Vnitřní lékařství*, 68(6), 363-370. <https://doi.org/10.36290/vnl.2022.076>
- Věstník*. Ministerstvo zdravotnictví České republiky. Částka 2. Praha (2016-01-26). <https://mzd.gov.cz/wp-content/uploads/webpub/11347/36103/V%C4%9Bstn%C3%ADk%20MZ%20%C4%8CR%202-2016.pdf>
- Vomáčka, J., Nekula, J., & Kozák, J. (2023). *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty* (Třetí, doplněné vydání). Univerzita Palackého v Olomouci.
- Wang, Q., Swensson, J., Hu, M., Cui, E., Tirkes, T., Jennings, S. G., & Akisik, F. (2019). Distribution and correlation of pancreatic gland size and duct diameters on MRCP in patients without evidence of pancreatic disease. *Abdominal Radiology*, 44(3), 967-975. <https://doi.org/10.1007/s00261-018-1879-3>
- Weis, V., Kňazovický, M., Roškovičová, V., Gajdzík, T., & Lehotská, V. (2023). Zobrazovacie metódy pankreasu pri chronickej pankreatitíde: [Diagnosis of chronic pancreatic disease by various imaging methods]. *Slovenská rádiológia*, 30(1), 25-30.
- Yin, H., Liu, G., Tan, H., Shi, D., Cheng, D., Yu, H., & Shi, H. (2023). Dynamic <sup>68</sup>Ga-DOTA<sup>0</sup>-Tyr<sup>3</sup>-octreotate positron emission tomography-computed tomography for the evaluation of pancreatic neuroendocrine tumors: a pilot study. *Quantitative imaging in medicine and surgery*, 13(9), 5555–5567. <https://doi.org/10.21037/qims-22-998>
- Zemanová, M. (2016). Nová diagnostická zobrazovací metoda – shear waves elastografie. *Česká a slovenská oftalmologie*, 72, 4/2016, 103-110.

## **Skratky**

a.- artéria, tepna

AP- akútna pankreatitída

ATB- antibiotika

Atd'.- a tak ďalej

Ca- karcinóm

cm- centimeter

Diagnostická metóda – diagnosticko - terapeutická metóda

DM- diabetes melitus

DWI- diffusion weighted imaging

ERCP- endoskopická retrográdna cholangiopankreatografia

EUS- endosonografia

GIT-gastrointestinálny trakt

GLOBOCAN- global cancer observatory

Min- minimálne

MR- magnetická rezonancia

Napr.- napríklad

PET- pozitronová emisná tomografia

RF- rizikový faktor

RTG- röntgenové žiarenie

SPECT- single photon emission tomography

Tzv. tak zvané

USG- ultrasonografia

v./vv.- vena/vénae žila, žily

## **Zoznam snímok**

Snímok 1 CT s KL- Akútna pankreatitída.....	11
Snímok 2 CT- Chronická pankreatitída.....	13
Snímok 3 CT s KL- PDAC .....	17
Snímok 4 PET Ga-DOTATOC-PNET.....	18
Snímok 5 USG-Tumor pankreasu.....	21
Snímok 7 PET/CT-Ga-DOTATOC-PNET .....	26
Snímok 6 PET/CT - 18F-FDG-PNET.....	26