

Princip skiagrafie, skiaskopie, CT a angiografie

MUDr. Lucie Dohnalová

KLINIKA DĚTSKÉ RADIOLOGIE

Přednosta : doc. MUDr. Jarmila Skotáková, CSc.

Radiologie je základní klinický lékařský obor, jehož prvkem je zobrazovací diagnostická činnost.

Rentgenové záření je ionizující elektromagnetické vlnění, proud fotonů, o velmi krátké vlnové délce ($10^{-12} - 10^{-8}$ m).

Přirozenými zdroji jsou hlavně hvězdy, uměle lze rentgenové záření získat v betatronu či rentgenové trubici dopadem urychlených elektronů na anodu rentgenky.



Wilhelm Conrad Röntgen (27. 3. 1845 - 10. 2. 1923)

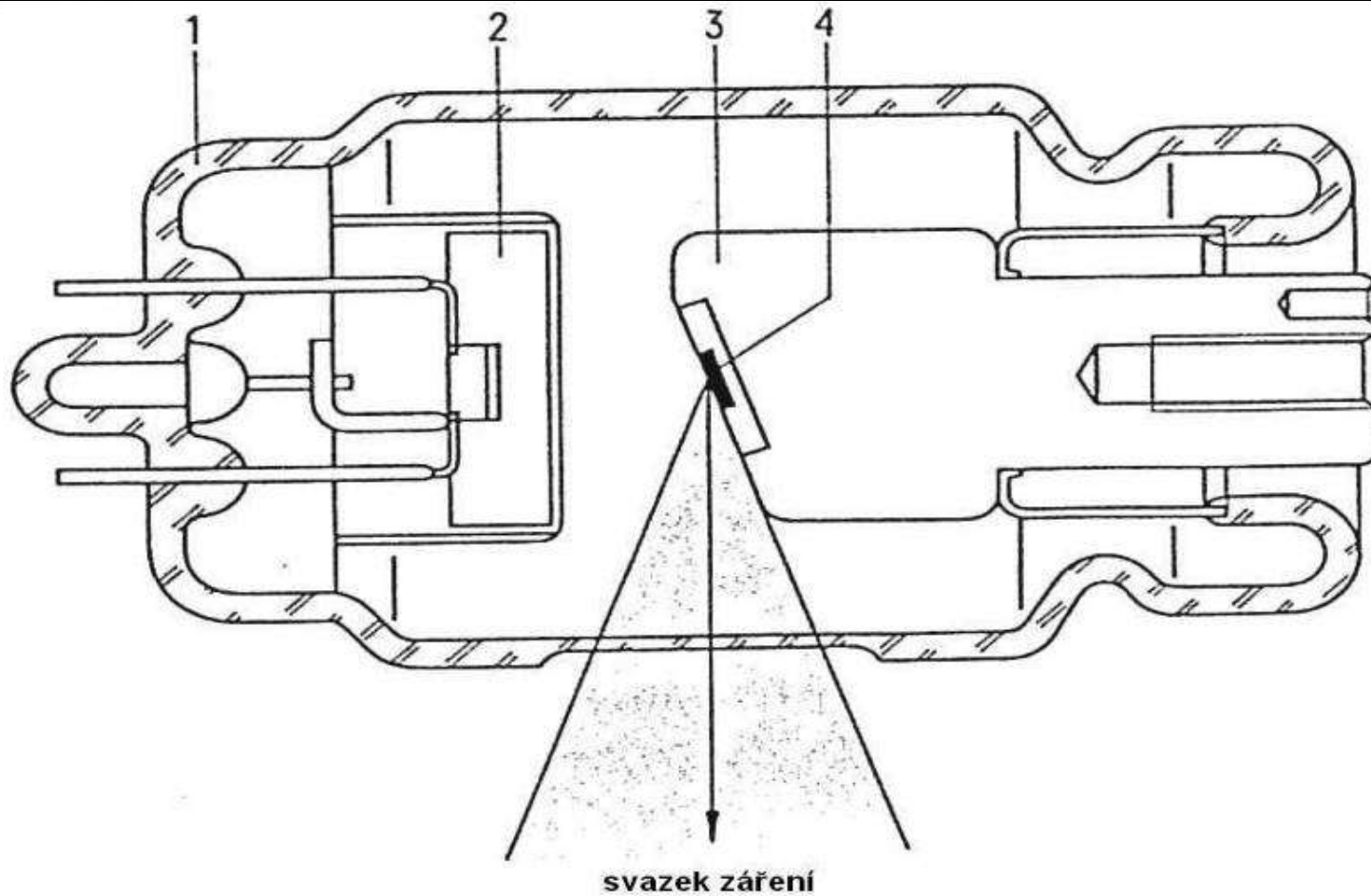
- německý fyzik

- Večer 8. listopadu 1895 při svých pokusech s katodovými paprsky v temné komoře zjistil, že při elektrickém výboji ve výbojové trubici, která byla uzavřena do silného černého kartonu, stínítko pokryté vrstvou kyanidu platinobarnatého světélkuje a to i na vzdálenost 2 metrů. Při následných experimentech Röntgen zjistil, že se v závislosti na tloušťce stínítka mění světlost obrazu na fotografické desce.
- Při experimentech takto zobrazil kostru ruky své ženy. Röntgen tak získal první rentgenový snímek všech dob. V roce 1896 byly **paprsky X** na jeho počest pojmenovány rentgenovými.
- V roce 1901 mu byla za objev rentgenového záření udělena první **Nobelova cena za fyziku**.



Princip vzniku RTG záření

- zdroj rentgenového záření: rentgenka neboli Coolidgova trubice (skleněné evakuované trubice obsahující wolframovou anodu a žhavenou katodu).
- Na elektrody je přiváděno vysoké napětí (řádově 10-100 kV). Vysoká teplota katody umožňuje termoemisi elektronů, které jsou přiváděným napětím vysoce urychlovány a dopadají na anodu. Tam prudce ztrácejí svou kinetickou energii, která se mění z 1 % v energii emitovaných fotonů rentgenového záření a z 99 % v teplo.
- Anoda musí být intenzivně chlazena vodou nebo rotací, při které se neustále mění místo dopadu elektronového svazku. Charakteristický zvuk provázející rentgenové vyšetření je způsobován právě rotující anodou.



- 1 - skleněné pouzdro
- 2 - katoda
- 3 - měděný nosič anody
- 4 - skloněný wolframový terč

Schéma rentgenky

- Záření absorbované v organismu má negativní účinky, které jsou podmíněné excitací a ionizací atomů hmoty.

Deterministické – účinky prahové, po překročení prahové dávky vzrůstá míra poškození s velikostí dávky (akutní nemoc z ozáření, poškození kůže, oční čočky...).

Stochastické – účinky bezprahové, s rostoucí dávkou roste pravděpodobnost jejich výskytu. Účinky pozdní. Nejzávažnější - vznik zhoubných nádorů, genetické změny.

- Na záření nejcitlivější - dělicí se buňky.
- Dětská tkáň citlivější k účinkům záření (menší zralost tkáně, větší obsah vody, větší rozsah hemopoetické tkáně).

Věstník

MINISTERSTVA ZDRAVOTNICTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY

vydáno: LISTOPAD 2003

„INDIKAČNÍ KRITÉRIA PRO ZOBRAZOVACÍ METODY“
UPRAVENÝ ČESKÝ PŘEKLAD DOKUMENTU SCHVÁLENÉHO
V R. 2000
EVROPSKOU KOMISÍ
A EXPERTY REPREZENTUJÍCÍMI EVROPSKOU RADIOLOGIÍ
A NUKLEÁRNÍ MEDICÍNU

Vydává Ministerstvo zdravotnictví ČR
ve spolupráci

se Státním úřadem pro jadernou bezpečnost,
Radiologickou společností ČLS JEP a Českou společností
nukleární medicíny ČLS JEP

Dokument je určen:

- k použití všemi zdravotnickými pracovníky oprávněnými k odesílání pacientů na vyšetření zobrazovacími metodami
- nemocničním lékařům i lékařům primární péče
- Cílem je zajistit, **aby všechna vyšetření byla dobře odůvodněna a optimalizována, a tím přispět k efektivnějšímu využití drahé zobrazovací techniky a zejména k redukci lékařského ozáření pacientů.**
- K vyžádání vyšetření zobrazovacími metodami (radiologickým vyšetřením) je nutná **žádanka.**
- Žádanky mají být vyplněny přesně a čitelně, aby se předešlo jakémukoliv omylu. Jasně uvést důvody k vyšetření a dostatek klinických údajů, aby mohl být klinický dotaz zodpovězen radiologickým vyšetřením.

Průměrné efektivní dávky při některých vyšetřeních

Vyšetření (zdroj)

Přírodní pozadí

mSv/rok)

RTG končetin a kloubů (mimo kyčel)

RTG hrudníku

RTG lebky

RTG páteře hrudní, bederní

RTG břicha

RTG kyčlí, pánve

IVU

Vyš. žaludku, střeva - skiaskopie

CT hlavy, hrudníku, CT břicha

Scintigrafie skeletu

Efektivní dávka

průměrně 2,2 mSv/rok
(v ČR 3,5

méně než **0,01 mSv**
(kyčel 0,3 mSv)

0,02 mSv

0,07 mSv

0,7 mSv, 1,3 mSv

1 mSv

0,3 mSv, 0,7 mSv

2,5 mSv

3-7 mSv

2,3 mSv, 8 mSv, 10 mSv

4 mSv

Skiografie

- **Statická** zobrazovací metoda, která využívá RTG záření. Při snímkování prochází svazek záření vyšetřovanou oblastí, absorbuje se v závislosti na složení vyšetřovaných tkání.
- RTG obraz:
 - dvourozměrný (zhotovují se 2 snímky ve dvou na sebe kolmých projekcích)
 - sumační (informace o všech tkáních, kterými záření procházelo)
 - tkáně, které absorbují více záření vytvářejí na snímku zastínění, tkáně méně absorbující záření projasnění.
- Klasické snímkování (kazeta s filmem)
- Digitální snímkování - nepřímá digitalizace (fosforová fólie)
 - přímá digitalizace (snímací detektory)

Klasické snímkování

Rentgenový film

- po expozici zářením vzniká latentní obraz. Nejčastěji se využívá fóliových filmů s fotografickou emulzí, které jsou uloženy mezi zesilovacími fóliemi. RTG záření dopadající na tuto fólii vyvolává fluorescenci a významně zesiluje účinek záření na film. Film se následně vyvolá stejným postupem jako ve fotografické praxi.
- Nevýhodou je fotochemické zpracování a s tím související vybavení (komora, vyvolávací automat, chemikálie), ale i související jevy (skladování a evidence snímků, potřeba likvidace zpracovatelských roztoků atd.). Snímky se někdy dodatečně digitalizují pomocí bubnového nebo plošného skeneru. Tím se umožní jejich ukládání v elektronické podobě a dodatečná úprava.
- Vzniklý obraz je negativem, na kterém se projevují struktury těla **projasněním** a **zastíněním**. Struktury absorbující více záření vytvářejí *jasnější místa*, struktury absorbující méně záření vytvářejí *tmavší místa* (díky negativu).
- Vyhodnocení snímků se provádí pomocí **negatoskopu** –přístroje, který vydává homogenní intenzivní světlo.

Nepřímá digitalizace

Paměťové fólie

- někdy také nazývané fosforové fólie (neobsahují prvek fosfor, ale mikrokrystaly na bázi CsI).
- Záznamu obrazu se dosáhne po expozici rentgenovým zářením.
- Postupným skenováním jednotlivých bodů fólie červeným laserem se elektrony převedou zpět; přitom pohlcená energie se vyzáří ve formě modrého záření, úměrného intenzitě exponujícího rentgenového záření. Záření se sejme a digitalizuje. Jde o analogový záznamový systém.
- S fólií se zachází podobně jako s filmem, je však opakovaně použitelná (až 10 000x); zaznamenaný obraz lze vymazat intenzivním světlem. Pro získání použitelného snímku je třeba zaznamenaný obraz vizualizovat ve čtečce (skener). Pro tuto nepřímou metodu digitalizace se ujalo označení **CR** (computed radiography).

Přímá digitalizace

- **DR** (direct radiography; někdy také DDR – direct digital radiography) je založena na záznamu obrazu pomocí snímacích detektorů. K detekci se používají polovodičové systémy (flat panel detectors), které převádějí obraz vzniklý expozicí rentgenovým zářením přímo na viditelný záznam.
- **Výhody:** rychlost - digitální obraz za 2 sekundy po expozici
snadná úprava obrazu
mobilita: s přenosnými flat panely lze snadno snímkovat přímo na lůžku nebo transportním vozíku bez nutnosti překládání pacienta na vyšetřovací stůl
šetrnost: nižší dávky záření
bezproblémový přenos dat a archivace
ekonomika: odpadá veškerá práce s kazetami, nevyžaduje žádný spotřební materiál

RTG lebky

- AP a bočná projekce
- Indikace:
 - **Úrazy** - poranění hlavy jsou u dětí relativně častá; ve většině případů nejde o vážná poranění: zobrazovací postup ani hospitalizace nebývají nutné. Je-li v anamnéze ztráta vědomí, jsou-li přítomné neurologické příznaky (netýká se jednorázového zvracení) nebo je-li anamnéza nepřiměřená či nekonsistentní, je namístě zajistit zobrazení. CT je nejjednodušší metodou jak vyloučit významné poškození mozku. Je-li podezření na poškození mozku nesouvisející s úrazem, je namístě provést prostý snímek lebky jako součást vyšetření skeletu.
 - **Abnormální vzhled hlavy – hydrocefalus, poruchy švů**
 - **Hydrocefalus** - nutno zobrazit celý průběh VP shuntu– rtg lebky, rtg krku, hrudníku , břicha
 - **Bolest hlavy** – u dětí není RTG indikováno rutinně (u dospělých RTG lebky, C páteře, PND), měl by se provést pokud potíže přetrvávají nebo jsou spojeny s dalšími klinickými příznaky

RTG PND

- poloaxiální (Watersova) projekce (vstoje, vleže převážně u malých dětí)
- není indikováno u dětí před 5. rokem věku, PND málo vyvinuty
- **Indikace:**
 - **Sinusitis** (u dětí nejčastěji zánětlivé postižení čichových dutin)
- **ztluštění sliznice může být normálním nálezem u malých dětí**

RTG pyramid

- prosté snímky mají screeningovou hodnotu, mnohem podrobnější zobrazení spánkových kostí je na CT
- vždy vyšetření obou stran
- **hodnotíme pneumatický systém spánkových kostí** (tj. transparence, kontury a tloušťku mezisklípkových sept)
 - **posuzujeme šířku vnitřních zvukodů**
 - **destrukci**
 - **osteolytická ložiska**
 - **linie lomu**
- Indikace: **vrozené anomálie, záněty, parézy n. facialis** (v současnosti vytěsňuje HRCT- trauma, tumory)

RTG plic a srdce

- zadopřední proj., event. bočná projekce vestoje, vleže při imobilizaci pacienta, v inspiriu při zadržení dechu
- Indikace:

Akutní infekce nitrohručních orgánů - snímky na počátku onemocnění a v jeho průběhu jsou indikovány při přetrvávání klinických příznaků nebo u těžce nemocného dítěte.

- RTG obraz není vždy v souladu s klinickým stavem pacienta – **RTG obraz se opoždí** (při obvyklém průběhu nemá smysl vyšetřovat v intervalech kratších 10 dnů)
- Zvážení indikace snímku plic u horeček neznámého původu !!!

- **Recidivující produktivní kašel** - děti s recidivující infekcí dýchacích cest mívají obvykle na snímku normální nález (až na případné ztlustění bronchiální stěny). Rutinní kontroly snímku nejsou indikovány, pokud se při úvodním vyšetření neprokázal plicní kolaps.

Podezření na cystickou fibrózu vyžaduje odeslání k specialistovi. ***Postižení tracheobronchiálního stromu (vyloučení bronchiektázií) a plicní tkáně poté nejlépe zhodnotí HRCT.***

- **Vdechnuté cizí těleso** (podezření) - u dětí při recidivujících aspiracích nutno vyloučit vrozené malformace trávicí trubice nebo funkční anomálie
- **Sípot, hvízdot, stridor** (akutní, déle trvající) - děti s astmatem mívají obvykle normální snímek až na ztlustění stěny bronchů. Při náhlém nevysvětlitelném sípotu je snímek indikován, může jít o vdechnuté cizí těleso
- **Úraz hrudníku s podezřením na PNO, hemotorax, kontuzi plic**

RTG břicha

➤ v AP proj. vleže horizontálním paprskem a vstoje (ve visu), laterogram

➤ Indikace:

- **Akutní bolest břicha (obstrukce?, perforace?)** – známky ileu

Tři nejčastější chirurgické naléhavé případy u dětí s akutní bolestí břicha jsou uskřínutá inguinální hernie, invaginace a akutní apendicitida. Až 64 % ze všech netraumatických akutních bolestí břicha dětského věku má extraabdominální příčinu.

- **Spolknuté cizí těleso**

- **VVV GIT** (atrézie duodena, anu, brániční kýla)

- **Zácpa** – u dětí nad 1 rok alespoň 3 vyprázdnění za týden. 95 % dětí s obstipací trpí funkční zácpou.

Syndrom jiného onemocnění !!! (dif. dg. M. Hirschprung).

- **Průkaz kalcifikací** (žlučnickové konkrementy, urolithiáza, chron. pankreatitida)

- **Hmatný útvar v břiše, MP**

- **Poranění břicha** (traumatické změny skeletu)

RTG skeletu

- **Traumata**
 - RTG snímek ve dvou na sebe kolmých projekcích
 - Specifika u dětí
 - rostoucí kosti, které jsou pružnější, odolnější a mají silný periost
 - nejčastěji v oblasti předloktí, lokte a klíčku
 - velká schopnost remodelace
 - zřídka poranění vazů či luxace
 - u dětí se vyskytují některé typy zlomenin, které v dospělosti nevidáme

Zlomeniny typické pro dětský věk:

- **separace epifýz a epifyzární zlomeniny**
- **zlomeniny z ohnutí** – jsou zrádné, není vidět linie lomu, kosti jsou „pouze“ ohnuty – tzv. **bowing** zlomeniny
- **zlomeniny typu vrbového proutku** – fraktura kosti bez porušení periostu – tzv. **greenstick** zlomeniny
- **kompresní, „torus“ zlomeniny**

- **Netraumatické indikace**

- bolest, otok končetiny (osteomyelitis, aseptická nekróza, primární kostní nádory, metabolická onemocnění kostí, revmatické choroby...)
- VVV (polydaktylie, syndaktylie, brachydaktylie, synostózy...)
- určení kostního věku (poruch růstu) - korelátem hormonální situace jedinců s neukončeným skeletálním lineárním růstem a je tak přesným ukazatelem jejich biologického věku



Skioskopie

- **dynamické** vyšetření umožňující sledování RTG obrazu v reálném čase
- užívá se k vyšetřování dutých orgánů po aplikaci kontrastní látky
- **vyšetření:**
 - monokontrastní – použití pouze pozitivní k.l.
 - dvojkontrastní – kromě pozitivní k.l. se podá i negativní k.l.
- **u dětí především monokontrastní vyšetření**
- vzhledem k dávce záření na břišní oblast u dívek ve fertilním věku je snaha dodržovat tzv. „pravidlo 10 dnů“ - vyšetření provést v prvních 10 dnech od začátku menstruace

Typy kontrastních látek používaných při skiaskopii:

1. **Negativní:** vzduch (irrigografie), methylcelulóza (enteroklýza)...
2. **Pozitivní:**
 - **Baryová suspenze:**
 - základní složkou je síran barnatý BaSO_4 ve formě suspenze, slouží k vyš. lumen GIT
 - nevstřebává se z GIT, proto není toxická
 - **Jodové kontrastní látky:**
 - organické sloučeniny jódu
 - u dětí se používají výhradně neionické jodové preparáty (nižší riziko alergické reakce)
 - pro i.v. použití, ale i k vyšetření trávicí trubice při podezření na perforaci, při aplikaci k.l. do dutin, močového měchýře...

Pravidla podání jodové k.I. i.v.:

- znalost anamnézy pacienta - alergie na jód, medikace - hyperthyreóza, antidiabetika...
- renální funkce - hladinu kreatininu, urey
- dostatečná hydratace pacienta
- premedikace - 2 tablety Dithiadenu
- pacient musí být nalačno

Typy skiaskopických vyšetření:

- Vyšetření trávicí trubice
- Vyšetření močového systému
- Ostatní skiaskopická vyšetření (nástřik katetru – např. CVK, arthrografie, fistulografie ...)

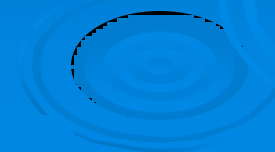
➤ **Vyšetření trávicí trubice:**

- ✓ Pasáž jícnem
- ✓ Pasáž GIT
- ✓ Enteroklýza
- ✓ Irrigografie



✓ **Pasáž jícnem, GIT**

- u dětí monokontrastní morfologické i funkční vyšetření
- perorálně podáme k.l. – baryová suspenze, při podezření na perforaci - zředěná jodová k. l.
- sledujeme plynulost polykacího aktu, peristaltickou vlnu jícnu, průchod k.l. kardií, zhodnocení reliéfové i odlitkové náplně žaludku, rychlost jeho vyprázdnění; charakter duodena a plnění kliček tenkého střeva
- sledování průchodu k.l. trávicím traktem v čase - snímkování v době podání k.l., za 1 hod., 3 hod. a za 24 hod. od začátku vyšetření
- příprava pacienta – pouze nalačno



Indikace – pasáž jícnem:

- vrozené vývojové vady jícnu – atrézie, pravostranný aortální oblouk...
- polykací obtíže – dyskoordinace polykacího aktu
- gastroesophageální reflux, opakované zvracení
- sekundární stenózy jícnu (po poleptání jícnu, pozánětlivé stenózy...)
- podezření na cizí těleso v jícnu
- divertikly jícnu
- nádory jícnu

Indikace – pasáž GIT:

- u novorozenců – podezření na neprůchodnost trávicí trubice (stenózy, atrézie tenkého střeva)
- k vyloučení vrozených vad – Laddův sy, malrotace střeva, sy. úzkého levého tračníku u novorozenců...
- k vyloučení brániční hernie
- dyspepsie – k vyloučení žaludečního či duodenálního vředu
- bolesti břicha nejasné etiologie
- nádory trávicího traktu

✓ Enteroklýza

- dvojkontrastní vyšetření tenkého střeva
- nosem se zavede sonda do oblasti duodenojejunálního ohbí
- poté se sondou podá pozitivní kontrastní látka - baryová suspenze (vytvoří odlitkovou náplň střeva), následně negativní k.l. - methylcelulóza (vytvoří reliéfový obraz)
- důkladná příprava pacienta nutná – 2 dny před vyšetřením bezezbytková strava, omezit maso a mléčné výrobky, popíjet dostatek tekutin, v den vyšetření je pacient od půlnoci lačný, rektálně čípek, větší děti popíjí Fortrans

Indikace:

- Crohnova choroba – ke stanovení délky postiženého úseku, stanovení event. přítomnosti stenózy či fistul
- malabsopční syndromy (coeliakie)
- podezření na vrozené vady tenkého střeva – stenózy
- Meckelův divertikl
- obstrukce tenkého střeva
- nádory tenkého střeva

✓ Irrigografie

- u dětí prováděno monokontrastně
- zavedenou rektální rourkou se plní jednotlivé oddíly tlustého střeva; při vyšetření snaha zobrazit i appendix vermiformis, event. průchod k.I. do terminálního ilea
- příprava pacienta – pacient musí být dostatečně vyprázdněný – malé děti nálevy – ráno i večer před vyšetřením; větší děti Fortrans

Indikace:

- u novorozenců k průkazu mikrokolon (př. u cystické fibrózy)
- podezření na vrozené vady tlustého střeva (atrézie, stenózy, anorektální malformace...)
- pooperační stavy
- změna režimu vyprazdňování – nejčastěji zácpa - k vyloučení M. Hirschprung
- enkopréza
- polypy tlustého střeva
- tumory tlustého střeva

➤ **Vyšetření močového systému :**

- ✓ Intravenózní vylučovací urografie (IVU)
- ✓ Mikční cystourethrografie (MCUG)
- ✓ Ascendentní pyelografie (u dětí se téměř neprovádí)
- ✓ Nástřik nefrostomie (cílený nástřik DS ledviny nefrostomickou kanylou zavedenou do ledvin. pánvičky)

✓ **Intravenózní vylučovací urografie (IVU)**

- skiaskopické vyšetření dutého systému ledvin – k posouzení morfologie a vylučovací funkce
- součástí vyšetření je prostý snímek břicha – k vyloučení patologických kalcifikací
- následuje i.v. podání jodové kontrastní látky
- snímky v pravidelných intervalech v 7., 14. a 21. minutě
- event. pozdní snímky dle vylučování ledvin – protrahované vylučování při hydronefróze, stagnaci k.l. nad překážkou, po traumatech...

Indikace:

- vrozené anomálie vývodných močových cest – zdvojený DS, dystopie ledvin...
- prokázaná dilatace DS při UZ vyšetření – ke zhodnocení tíže a přesné lokalizace dilatace
- po proběhlé renální kolice – př. při urolithiáze – lokalizace konkrementu
- hematurie
- tumory ledvin – vztah k DS, tumory močového měchýře

✓ Mikční cystourethrografie (MCUG)

- skiaskopické funkční a morfologické vyšetření močového měchýře a uretry
- zacévkujeme pacienta, zavedenou cévkou plníme močový měchýř k.I.
- snímky zhotovujeme při plnění močového měchýře a při mikci pod skiaskopickou kontrolou
- hodnotíme
 - tvar a uložení močového měchýře
 - tvar a šíři uretry
 - charakter mikce
 - přítomnost VUR
 - reziduum po mikci

Indikace:

- opakované infekce moč. systému
- podezření na vesicoureterální reflux (VUR)
- vrozené anomálie moč. měchýře a uretry (divertikly moč. měchýře, chlopeň zadní uretry, sinus urogenitalis...)
- stenózy uretry – poúrazové, pooperační...

➤ **Ostatní skiaskopická vyšetření :**

- ✓ **Nástřik katetru** (př. CVK) – podání jodové k.I. do lumina katetru - k průkazu průchodnosti katetru
- ✓ **Artrografie** – aplikace malého množství k.I. do kloubní štěrbině – posouzení kloubní chrupavky, event. repositionální překážky
- ✓ **Sialografie** - podání jodové k.I. do ductů slinné žlázy, při podezření na obstrukci slinných vývodů, systémového onemocnění pojiva...
- ✓ **Fistulografie** - aplikace jodové k.I. do píštělí nebo preformovaných dutin, zobrazení jejich souvislosti s okolními orgány...
- ✓ **ERCP** – endoskopická retrográdní cholangiopankreatikografie – za pomoci gastroskopie se cíleně podá k.I. do d. choledochus k zobrazení žlučového stromu, žlučníku a d. pancreaticus

CT (výpočetní tomografie)

Princip : snímání rentgenového záření prošlého tělem pacienta systémem detektorů. Záření se v těle zeslabuje na podkladě různých hustot tkání (čím hustší je tkáň, tím větší zeslabení čili pohlcení záření), dle intenzity prošlého záření je poté každé tkáni přiřazen určitý stupeň na škále šedi.

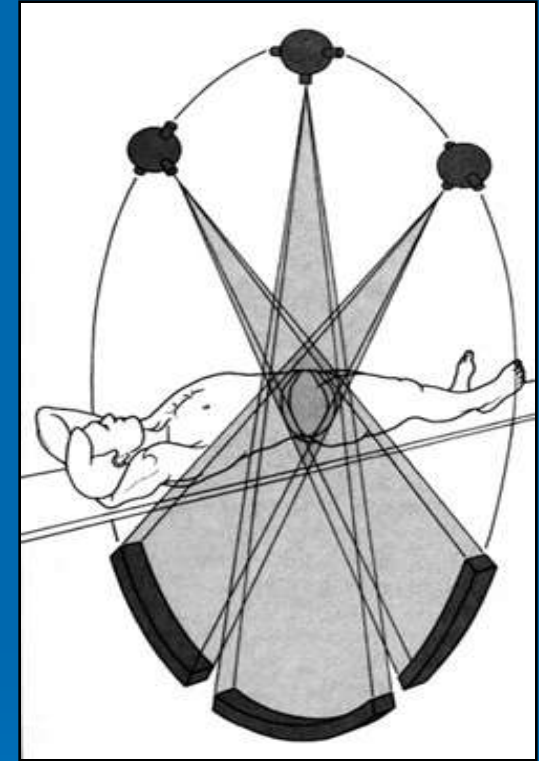
- metoda **tomografická**, tzn. prezentující obraz konkrétní (typicky transverzální) vrstvy vyšetřovaného objektu o předem definované tloušťce, která je dána kolimací primárního svazku záření.

Výsledný obraz je poskládán z většího množství jednotlivých řezů kolmých na dlouhou osu těla.

Součástí CT přístroje jsou: tzv. **gantry**, což je prstenec (průměr 70 cm), ve kterém je soustava detektorů a rotující rentgenka; **vyšetřovací stůl** (nosnost pouze 130 kg), na kterém pacient leží a který postupně projíždí gantry; **ovladovna** a **vyhodnocovací část s výpočetním systémem**.

Princip CT

- Je založen na měření absorpce rentgenového záření tkáněmi lidského těla s použitím mnoha projekcí a následného počítačového zpracování obrazu.
- Rentgenka emituje úzce kolimovaný svazek záření ve tvaru vějíře, který prochází vyšetřovaným objektem a je registrován sadou detektorů přeměňujících prošlá kvanta rentgenového záření na elektrický signál, který je digitalizován a dále zpracováván.
- Komplet rentgenka – detektory vykonává během expozice synchronní pohyb okolo vyšetřovaného objektu tak, že rentgenka je vždy na protilehlé straně vyšetřovaného objektu než detektory.



Během let vzniklo několik generací CT přístrojů

- vždy zkrácena doba skenování
 - zvýšen počet detektorů
 - snížena doba rotace rentgenky
- Kontinuální jednosměrnou rotaci systému rentgenka – detektory umožnilo zavedení tzv. „**slip - ring technology**“. Pevné kabely jsou zde nahrazeny systémem po sobě klouzajících kontaktů a prstenců z vodivého materiálu. Tento technický prvek umožnil rychlé rozšíření revolučního, tzv. **spirálního, přesněji helikálního** způsobu skenování (helix = šroubovice, spirála=plošná křivka).
- Zásadními výhodami spirálního CT vyšetření je jednak skutečně volumetrické, a nikoliv „vrstvé“ získávání obrazových dat, jednak podstatné zkrácení celkového skenovacího času. Proto je možno vyšetřit značný kraniokaudální tělesný rozsah při jediném zadržení dechu nemocného, optimálně časovat skenování po i.v. podání k.i. a provádět vysoce kvalitní obrazové rekonstrukce.
- Dalším obrovským technologickým pokrokem na poli spirálního způsobu skenování bylo zavedení **systémů s několika řadami detektorů (MS/MDCT)** vedle sebe, což umožnilo současné získávání obrazových dat z více vrstev v rámci jediné otočky rentgenky, vyšší rozlišení, kratší čas vyšetření, rekonstrukce.

Hounsfieldova stupnice

- Dva fixní body:
 - 1000 HU odpovídá absorpci vzduchu
 - 0 HU – odpovídá absorpci destilované vody

Rozložení denzit biologických tkání je značně nerovnoměrné. Většina měkkých tkání vykazuje denzity v relativně velmi úzkém rozmezí, výjimkou je pouze tuková tkáň se zápornými hodnotami cca –100 HU. Denzity spongiózní kosti přesahují +100 HU, kompakta vykazuje denzity vyšší než cca +300 HU.

Podání kontrastní látky při CT vyšetření – způsoby aplikace

- intravaskulární – intravenózní, intraarteriální
- perorální
- intrathékální
- Intrakavitální

Důvody použití k.l.:

- Nativně se denzita měkkých tkání, parenchymatózních orgánů a cévního systému liší jen málo, aplikuje se ke zvýraznění jejich kontrastu.
- Významné je nitrožilní podání kontrastní látky v diferenciaci nádorových onemocnění.
- Kontrastní náplň cév je nezbytná při CT zobrazování onemocnění kardiovaskulárního systému.
- Po vyloučení ledvinami dovoluje zobrazit dutý systém, močovody a močový měchýř a posoudit tak jejich morfologii, patologické procesy včetně poruch vylučování.

Příprava pacienta před CT vyšetřením

Před CT vyšetřením bez aplikace kontrastní látky - t.j. CT páteře, vedlejších dutin nosních, HRCT plic - není nutná žádná speciální příprava.

Před CT vyšetřením břicha a pánve je třeba naplnit trávicí trubici kontrastní látkou, aby byla dobře odlišitelná od ostatních struktur. Podle požadované oblasti vyšetření (horní břicho, pánev a pod.) pije pacient vodou rozředěnou kontrastní látkou (Micropaque CT).

Indikace - obecně

V akutních (neodkladných) indikacích používáme CT především pro zobrazování hlavy - mozku při cévních mozkových příhodách a úrazech hlavy, neboť velmi dobře zobrazí nitrolební krvácení.

Spolehlivě zobrazí i úrazové změny orgánů hrudníku, břicha, pánve i zlomeniny kostí. Další důležitou akutní indikací CT vyšetření je podezření na choroby aorty, jako je výduť nebo disekce (odtržení výstelky) aorty.

Kontraindikace: nativní CT - těhotenství (relativní)
kontrastní CT- alergie

CT mozku

➤ Indikace:

✓ Neurokranium

- Traumata (nejčastěji pády a dopravní nehody)
- Kraniosynostózy
- Posthemoragický hydrocefalus, hypoxicko - ischemické poškození mozkové tkáně, syndrom nitrolební hypertenze, neurologické indikace – bolesti hlavy, epilepsie, hluchota, podezření na nádorové onemocnění, cévní malformace, zánětlivá onemocnění, městnání na očním pozadí, vrozené vývojové vady.

✓ Splanchnokranium

- Traumata
- Nádorová onemocnění, cévní maformace, zánětlivá onemocnění, onemocnění PND, orbitální léze
- Symptomy od středního a vnitřního ucha - HRCT

CT krku

- **Indikace:**
- ✓ Hematoonkologická onemocnění
- ✓ Zánětlivá onemocnění – retrofaryngeální absces ...
- ✓ Vrozené anomálie
- ✓ Nádorová onemocnění orgánů krku

CT plic a mediastina

➤ Indikace:

- ✓ Hematoonkologická onemocnění
- ✓ Onemocnění thymu
- ✓ Zánětlivá onemocnění
- ✓ HRCT – komplikace onkologické léčby – oportunní infekce, mukoviscidóza, neobjasněné choroby plic
- ✓ Onemocnění srdce
- ✓ Traumata

CT břicha

➤ Indikace:

- ✓ Traumata
- ✓ Onkologická onemocnění
- ✓ Portální hypertenze
- ✓ CT angiografie – aneuryzma břišní aorty, trombóza žilního systému
- ✓ Zánětlivá onemocnění – Crohnova choroba, akutní a chronická pankreatitida, pooperační stavy
- ✓ Akutní krvácení z GIT

CT skeletu

➤ **Indikace:**

- ✓ Traumata
- ✓ Kongenitální anomálie a malformace
- ✓ Sekundární deformity
- ✓ Nádorová onemocnění skeletu
- ✓ Zánětlivá onemocnění
- ✓ Nezánnětlivá onemocnění – akutní a chronická bolest zad - protruze, herniace

Angiografie

- intervenční vyšetřovací metoda, která zobrazuje cévní systém a přináší i důležité informace o hemodynamice vyšetřených oblastí. Dala základ katetrizaci žlučových, močových, zažívacích a dýchacích cest.

Indikace :

- Smrt mozku - k. I. při vstřiku nesmí pronikat dále než k „bazi mozkové“. Plní se pouze extrakraniální úsek tepen zásobujících mozek. Náplň karotických tepen nezasahuje kraniálně přes úroveň canalis caroticus.
- Nejasné nálezy při MR AG a CT AG (cévní malformace)
- Angiografie s předpokládaným navazujícím endovazálním terapeutickým výkonem
- AG u vybraných typů nádorů