

OBSAH

FYZIKÁLNY PRINCÍP.....	2
POPIS RTG SNÍMKU	10
RTG SYSTÉMY ZOBRAZENIA.....	13
RADIOLOGICKÁ OCHRANA	17
ZÁKLADY INTERPRETÁCIE RTG SNÍMKU	20
ZÁKLADY RTG ZOBRAZENIA.....	26
INTERPRETOVANIE SNÍMKOV.....	28
KONTRASTNÉ LÁTKY	29
ARTEFAKTY	32
RTG SKELETU- OBEČNE.....	40
ZDROJE.....	74

OBEČNÁ RENTGENOLÓGIA [2], [3], [5], [28], [31], [32]

Základným princípom tvorby rentgenového snímku je oslabenie rentgenového žiarenia pri priechode hmotou. Rentgenologický snímok je odrazom elektrónovej hustoty tkaniva- čím viac elektrónov, tým väčšie oslabenie.

Elektrónová hustota tkaniva závisí na 3 faktoroch : atómovej hmotnosti prvkov, špecifickej hmotnosti a hrúbke vyšetřovaného tkaniva.

Na rentgene sa nám vždy zobrazuje len 2D dvojrozmerný sumačný obraz, takže pre priestorové vnímanie potrebujeme vždy zhotoviť minimálne 2 a viac na seba kolmých projekcií.

FYZIKÁLNY PRINCÍP

Rentgenologické žiarenie je elektromagnetické žiarenie **o krátkej vlnovej dĺžke – 10^{-6} až 10^{-12} a vysokej frekvencii, ktoré sa šíri hmotou aj vákuom**. Je okom **neviditeľné, šíri sa priamočiaro, má ionizačné účinky**. Skladá sa z γ žiarenia a X-lúčov.

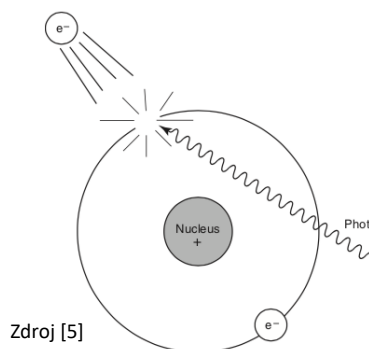
Má charakter **priečného vlnenia** a skladá sa z malých energetických kvánt- **fotónov**.

Elektromagnetická radiácia, medzi ktorú zaraďujeme aj gama žiarenie, rádiovlny, mikrovlny viditeľné svetlo, je kombinácia elektrických a magnetických polí, ktoré spolu putujú, oscilujú vo forme sinusových vln.

Základnými parametrami sinusových vln je **frekvencia** a **vlnová dĺžka**, medzi ktorými platí nepriama úmera. Čím kratšia vlnová dĺžka, tým vyššia energia- t.j. rentgenové žiarenie s krátkou vlnovou dĺžkou má vysokú energiu a tým aj schopnosť dobre prenikať hmotou.

Jednotka energie elektromagnetickej radiácie je elektrovolt (eV). X-lúče s energiou už 15 eV dokážu vyvolať ionizáciu atómov a molekúl. Ionizácia nastáva, keď je elektrón vylúčený z atómu- tieto záporne nabité elektróny môžu vyvolať mutácie, aborty alebo fetálne abnormality, náchylnosť k chorobe a skrátenie života, karcinogézu a kataraktu.

Typy elektromagnetického žiarenia	Vlnová dĺžka (cm)
Rádiové vlny	30 000
Mikrovlny	10
Viditeľné svetlo	0,0001
X-rays	0,00000001



Princíp ionizácie

Fotón vylúči elektrón z atómu, čím vzniká iónový pár- záporne nabitý elektrón a kladne nabitý atóm. Po tejto interakcii môže byť fotón kompletne absorbovaný alebo môže interagovať s inými atómami a produkovať viac ionizácie.

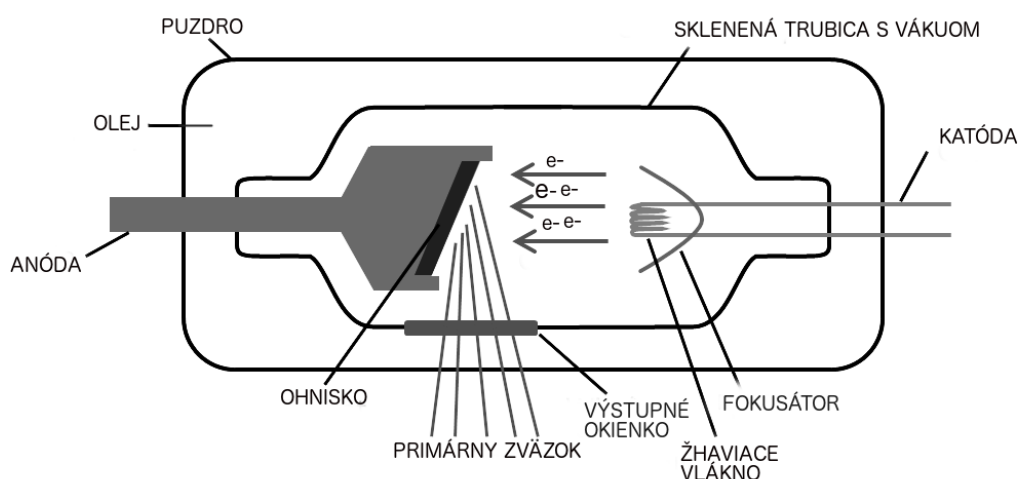
Vlastnosti rentgenového žiarenia

- **Luminiscenčný efekt**- rtg žiarenie má schopnosť premeniť sa na viditeľné svetlo pri interakcii s určitými látkami- emisia špecifického žiarenia z kryštálov niektorých substancií (wolfran vapatý, zlúčeniny fosforu so vzácnymi zeminami).
- **Fotochemický efekt**- pôsobením rtg žiarenia na fotografický materiál dochádza k zmenám v jeho chemickom zložení- tvorbe tzv. latentného obrazu.
- **Ionizačný efekt**- schopnosť excitácie a ionizácie atómov prostredia. Pri excitácii dochádza k zvýšeniu energie elektrónov, elektrón preskočí do vyššej energetickej hladiny. Pri ionizácii je elektrón odstránený z atómu za vzniku iontu.
- **Penetrácia hmotou i vákuom**

- Nie je ovplyvňované magnetickými poľami
- Je neviditeľné
- Je nehmotné
- Nemá náboj
- Nemôžeme ho cítiť
- Putuje v priamej línii

Zloženie RTG prístroja

- RENTGENKA



Evakuovaná sklenená trubica, ktorá obsahuje dve elektródy- katódu, anódu, kryt, primárnu clonu. Vákuum zabezpečuje, aby nedochádzalo k ionizácii vzduchu vo vnútri rentgenky.

Katóda je zdrojom elektrónov. Je negatívne nabitá a zaisťuje vysoké napätie na elektródach rentgenky. Elektróny vznikajú na rozžhavenej špirále, ktorou je obvykle wolframové vlákno. Proces emisie elektrónov je označovaný ako termická emisia. Množstvo elektrónov uvoľnených z katódy k anóde je priamo úmerné žhaveniu katódy, ktoré je dané pretekajúcim prúdom – mA. V katóde sa taktiež nachádza tzv. fokusátor ktorý usmerňuje tok elektrónov do úzkeho zväzku.

Anóda je miestom vzniku rtg žiarenia. Je kladne nabitá a priťahuje tok elektrónov, ktoré vznikli v katóde. Je konštruovaná z materiálov, ktoré majú dobrú vodivosť- Cu, Mo. Najdôležitejším miestom je ohnisko, miesto dopadu elektrónov a vzniku žiarenia. Samotné ohnisko je konštruované z kovov s vysokou teplotou tavitelnosti, napr. wolfram, rhenium (teplota tavitelnosti až 3420°C). Rovina ohniska je sklonená o cca 19° aby dochádzalo k odrazu rtg žiarenia smerom k vyšetrovanému predmetu- efektívne ohnisko je teda až 3 krát menšie než plocha, na ktorú dopadajú elektróny. V niektorých rentgenkách je zabudované malé (nižší výkon, precíznejšia kresba) aj veľké (vyšší výkon, nižšia rozlišovacia schopnosť) ohnisko. V takomto type nachádzame aj špeciálne konštruované katódy- s dvoma žhaviacimi vláknami.

Anóda je usposobená rýchlemu odvodu tepla z ohniska- pri dopade je teplota 2000°C. Kinetická energia elektrónov pri dopade odpovedá napätiu na rentgenke- len 1 percento ich kinetickej energie sa premieňa na rtg žiarenie a až 99 percent na teplo. Anóda môže byť pevná alebo rotujúca. Pevná anóda sa nachádza hlavne v mobilných prístrojoch a dovoľuje malé zaťaženie. Je konštruovaná tak, že ohnisko z wolframu obdĺžnikovitého tvaru je zasadené do medeného lôžka. Rotujúca anóda je vyrobená z molybdénu a umožňuje väčšie zaťaženie- je to preto, že miesto dopadu zväzku elektrónov sa neustále pri rotovaní mení

a tak „vydrží“ väčšiu energiu- je až 10-20 krát výkonnejšia, než pevné anódy a jej životnosť je 120-160 000 expozíc.

Rentgenky sú umiestnené v kovovom **kryte**, ktorého významnou súčasťou je vrstva olova, ktorá bráni šíreniu žiarenia do okolia a tak chráni personál a pacientov pred neužitočným žiarením.

Medzi kovovým puzdrom a skleneným obalom rentgenky je olej, ktorý zabezpečuje ich chladenie a izoláciu.

Kapacita rentgenky je daná možnosťou jej zaťaženia elektrického a termického. Elektrické je definované napätím (kV), žhaviacim prúdom (mA) a expozičným časom (s). Termické zaťaženie súvisí so schopnosťou odvádzať teplo.

Kapacita rentgenky je daná výrobcom a vnútornými regulačnými mechanizmami. Je zabezpečená signalizácia, blokáda jej prekročenia, pretože preťaženie môže porušiť vlastnosti prístroja (odparenie wolframu z ohniska, narušenie jeho povrchu a skrat rentgenky).

Vo výstupnom okienku krytu rentgenky je umiestnená **primárna clona**, tzv. kolimát. Ide o akýsi tubus s pohyblivými olovenými lamelami. Slúži k vymedzeniu zväzku užitočného žiarenia, čo vedie k zníženiu radiačnej dávky a sekundárnej radiácie.

▪ **NAPÁJACÍ ZDROJ**

Generátor- vysokonapäťový transformátor, ktorý produkuje vysoké napätie (40 kV a viac) a zabezpečuje urýchlenie toku elektrónov od katódy k anóde. U prenosných prístrojov je tento generátor umiestnený priamo na rentgenke, u stacionárnych ho nachádzame samostatne.

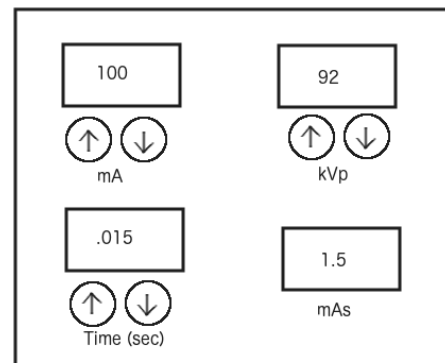
V prístrojoch sa používa nízkonapäťový (žhaviaci) transformátor a autotransformátor, ktorý zaisťuje stabilizáciu sieťového napätia a konštantné podmienky pre vysokonapäťový transformátor.

K produkcii stabilného rtg žiarenia je nutné, aby tok elektrónov z katódy na anódu mal konštantnú intenzitu. Preto je nutný prívod jednosmerného prúdu. V prenosných prístrojoch slúži ako usmerňovač samotná rentgenka, pri stabilných prístrojoch je stupeň usmernenia vyšší. Je potrebný systém štyroch a viacerých usmerňovačov- ventilov, vďaka čomu získame takmer konštantné napätie.

▪ **STATÍV**

▪ **OVĽADACÍ PANEL**

Panel, kde sa nachádza vypínač, voltmeter, regulátor napätia na rentgenke (riadi rýchlosť toku elektrónov), regulátor žhaviaceho prúdu (zodpovedá za kvantitu elektrónov), časový spínač, kontrolky a signalizačné svetlá.



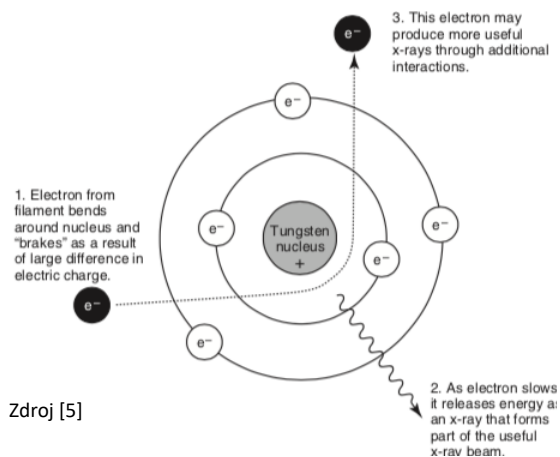
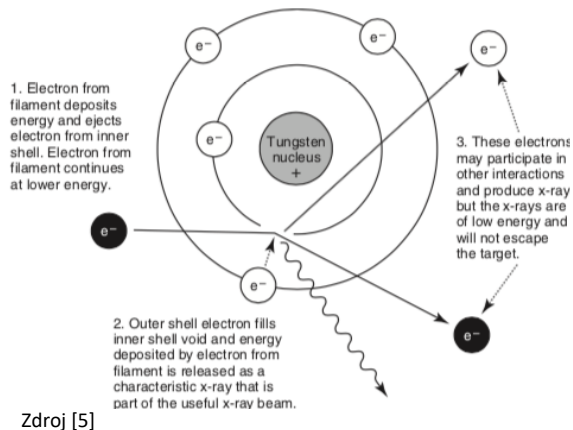
Vznik rentgenového žiarenia

X-lúče vznikajú, keď elektróny vo vysokej rýchlosti narazia na kov- tento dej sa odohráva v rentgenke. Rentgenka je evakuovaná sklenená trubica, ktorá obsahuje pozitívne nabitý „terč“-anódu a negatívne nabitú vlákno- katódu.

K produkcii elektrónov je potrebné zahriatie katódy, elektrickým prúdom, ktorý prechádza vláknom. Teplo umožňuje elektrónom vyžiariť sa z povrchu katódy do elektrónového oblaku. Množstvo vyžiarených elektrónov je priamo úmerné množstvu elektrického náboja vo vlákne, čo je regulované miliampérmi (mA).

Elektróny sú priťahované pozitívnym nábojom anódy- „terču“. Energia x-lúčov je funkcia energie, s akou elektróny udrú anódu. Potenciálny rozdiel voltáže medzi vláknom (katódou) a terčom (anódou) je prispôsobovaný kontrolkou kilovoltážneho peak-u(kVp) na rentgenovom prístroji.

Zvýšenie kvP zvyšuje voltážny rozdiel medzi vláknom a terčom, čo umožňuje tvorbu vysoko energických rtg lúčov.



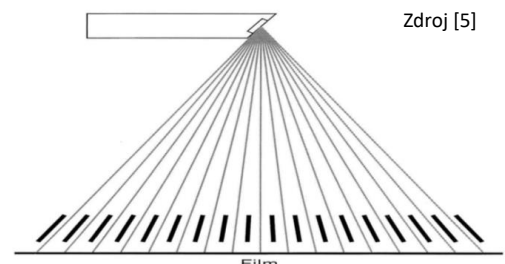
Keď elektróny udrú na terč, rtg lúče vznikajú z kolíznych aj z radiačných interakcií. Kolízne interakcie sa objavujú, keď prichádzajúci elektrón vylúči orbitálny elektrón z cieľového atómu, elektrón z vyššej vrstvy skočí na jeho miesto, čím sa vylúči energia ako x-lúče, ktoré majú rovnakú vlnovú dĺžku. Ide o tzv. charakteristické žiarenie (spojité spektrum) - interakcia s elektrónmi v elektrónovom obale.

Pri radiačných interakciách elektrón prechádza blízko jadra cieľového atómu, priťahovaný opačným, pozitívnym nábojom jadra. Dochádza k prudkému zabrzdzeniu elektrónu hmotou o vysokej atómovej hmotnosti (wolfram). Počas tejto cesty elektrón spomalí, ohne svoju trajektóriu a vyžiari sa energia. Čím bližšie k jadrú elektrón putuje, tým viac sa zakrivuje jeho „cesta“, tým viac sa spomalí a tým viac sa vyžiari energie. Tieto rtg lúče majú rôznu vlnovú dĺžku. Väčšina x-lúčov pochádza z radiačných interakcií- ide o tzv. brzdné žiarenie (čiarové spektrum)- interakcia s pólom jadra.

Primárne žiarenie vzniká v rentgenke nárazom elektrónov uvoľnených z katódy na ohnisko anódy- ktoré je mierne nahnuté.

Zväzok ma tvár kužela, paprsky sa šíria divergentne. Na vzniku rtg obrazu sa podieľa len krátkovlnné vysokoenergetické žiarenie.

Primárne žiarenie nedosahuje v celom zväzku rovnakej intenzity- smerom k anóde je intenzita nižšia. Ide o tzv. efekt paty.



Interakcia žiarenia s hmotou

Keď zväzok rtg lúčov prestupuje hmotou môže byť absorbovaný (fotón narazí na elektrón a zaniká) alebo odrazený (rozptýlený).

Existuje 5 možných mechanizmov, akým môže fotón interagovať s hmotou

- 1.klasický „súvislý rozptyl“
- 2.fotoelektrický efekt
- 3.Comptonov rozptyl

4. tvorba elektrónových dvojíc
5. fotodezintegrácia

Tvorba elektrónových dvojíc a fotodezintegrácia nemá relevanciu pre diagnostickú radiológiu.

Pri klasickom rozptyle fotón interaguje s objektom a jeho smer je zmenený, ale jeho energia sa nemení. Takýto rozptyl sa vyskytuje len pri 5 % rtg lúčov a je nevýhodný, pretože môže znížiť kvalitu rtg snímku.

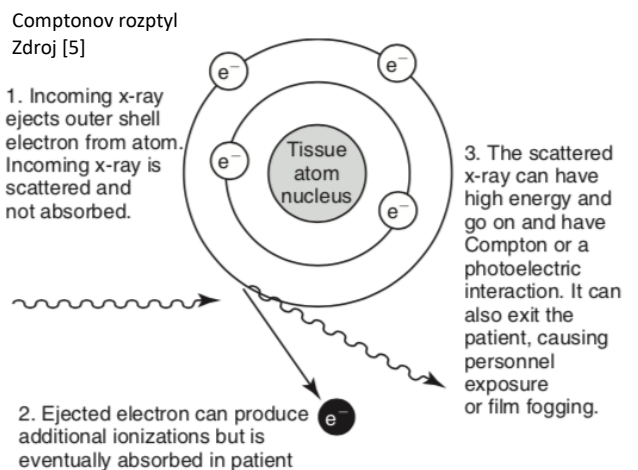
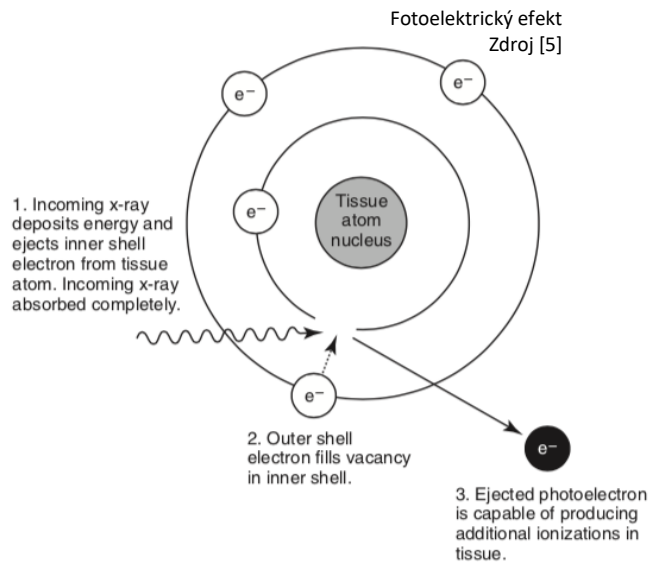
Fotoelektrický efekt je najdôležitejším typom z hľadiska produkcie rtg snímku. Absorbovaný rtg fotón vylúči elektrón nazývaný fotoelektrón z vnútorných vrstiev tkanivových atómov. Fotoelektrón potom môže spôsobiť ionizáciu v tkanivách, ale nakoniec je absorbovaný. Keď je miesto vytvorené zaplnené periférnym elektrónom, charakteristický rtg lúč je vyžiarený.

Takmer všetka sekundárna radiácia pochádza

z **Comptonovho rozptylu**. Prichádzajúci fotón reaguje s periférnym elektrónom tkanivového atómu. Elektrón je vylúčený a originálny fotón je rozptýlený v inom uhle a s redukovanou energiou. Comptonov elektrón- časť energie sa odovzdá a šíri sa v inom smere.

Sekundárne žiarenie vzniká v hmote pri priechode primárneho žiarenia na základe Comptonovho efektu. Šíri sa všetkými smermi a je schopné ionizovať okolité častice. Pôsobí negatívne na rtg snímok- znižuje ostrosť aj kontrast, zároveň ohrozuje vyšetrovaného a personál- má biologické účinky.

Sekundárne žiarenie vzrastá so stúpajúcim napätím na rentgenke.



AKO OBMEDZIŤ SEKUNDÁRNU RADIÁCIU

- Obmedzenie rentgenového poľa- kolimácia
- Obmedzenie spätnej radiácie – olovená fólia za RTG kazetou
- Redukcia hrúbky vyšetrovaného objektu
- Použitie sekundárnej clony

Sekundárna clona- raster je plochá doska s hrúbkou 2-4mm, vo veľkosti kaziet a filmov, príp. je zabudovaná do prednej steny kaziet. Je konštruovaná z olovených lamiel usporiadaných priečne na rovinu dosky, paralelne vedľa seba tak, aby medzi sebou tieto lamely ponechávali priestor pre priechod primárneho zväzku rtg žiarenia z rentgenky. Sekundárna radiácia smerujúca k rtg filmu pod iným uhlom, než primárny zväzok, má byť odclonená, pohltená olovenými lamelami.

Používame ich pri rentgenovaní objektov širších než 10-12 cm. Sú zložené z olova(olovené lamely), medzi nimi sa nachádza hliník alebo umelá hmota.

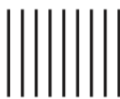
Clony sú charakterizované faktorom clony, čo je číslo, ktoré udáva koľkokrát je treba zvýšiť expozíciu, aby sa dosiahlo kvalitného zobrazenia.

**Pri použití sekundárnej clony sa zvyšuje expozícia 2 až 4 násobne,
čím sa predlžuje expozičný čas a zvyšuje sa riziko pohybovej neostrosti.**



5:1

Ratio (pomer mriežky) je pomer medzi výškou lamely a vzdialenosťou dvoch lamiel (5:1, 8:1, 12:1,16:1)



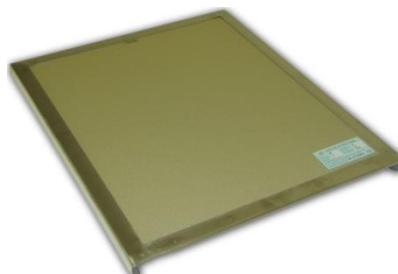
8:1

Hustota mriežky hovorí o počte lamiel na cm (analog-40/cm, digitál 70/cm).
Kvantitatívna účinnosť mriežky hovorí o pomere prepusteného primárneho a sekundárneho žiarenia.

Sekundárne clony môžu byť **stacionárne** a **pohyblivé**.

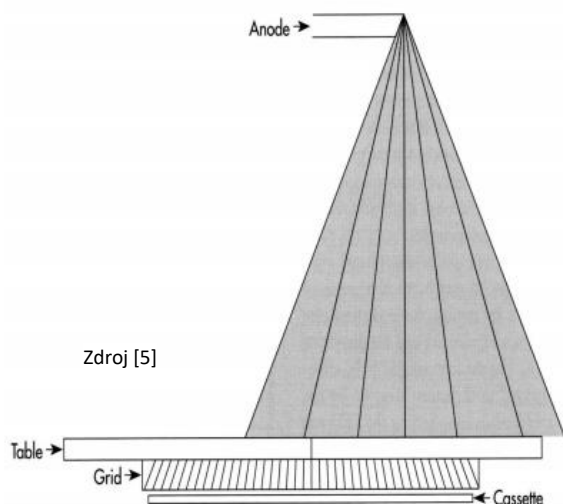
Stacionárne clony (Lyzholmve)

môžu byť fokusované, pseudofokusované, paralelné alebo krížové. Lamely sú uložené buď paralelne alebo tak, aby smer ich usporiadania mení tak aby sa roviny zbiehali v ohnisku.



Pohyblivé clony (Potter- Bucky) sú zabudované do vyšetrovacích rtg stolov a pri expozícii sa pohybujú.

Medzi chyby v používaní sekundárnej clony patrí defokusácia (nerešpektovanie ohniskovej vzdialenosti o 5-15%), decentrácia (posun ohniska rentgenky od stredovej lamely), otočenie clony hore nohami.



Rentgenologická technika

Pri vytváraní rentgenového snímku je pacient umiestnený medzi rentgenku a kazetu. Rtg zväzok vychádza z okienka na rentgenke, je usmernený (na veľkosť ktorú potrebujeme zrentgenovať) pomocou kolimátora (primárna clona), rtg lúče prechádzajú pacientom a dosiahnu rentgenovú kazetu.

Dlhé roky boli rentgeny vyvolávané z filmu vďaka schopnosti x-lúčov ožiarit fotografické emulzie. Dnes však využívame najčastejšie digitálny formát rentgenov, kedy snímky sú prezerateľné a manipulovateľné v počítači.

Pre optimalizáciu rtg diagnostiky je potreba nastaviť vhodné parametre rentgenového žiarenia. V elektrickom obvode rentgenky podľa potreby nastavujeme dva základné parametre:

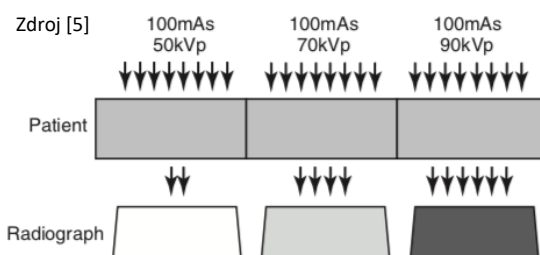
▪ Napätie na rentgenke- kV - kilovolyty

-zodpovedá za penetráciu rentgenového žiarenia (jeho „tvrdosť“)

-vysoké kV vedú ku strate kontrastu (\uparrow kV \uparrow „šedosť snímku“)
)- pri zvyšovaní kV za konštantnej hodnoty mAs dochádza k produkcii väčšieho rtg žiarenia, viac lúčov prejde pacientom, viac dosiahne kazetu- zvyšuje sa tmavosť snímku

-zvýšenie napätia o 10 kV-> zníženie mAs o 50 %

-vyšetrenie dutiny brušnej vyžaduje napätie 60-80 kV, vyšetrenie hrudníka- tvrdá technika nad 100 kV

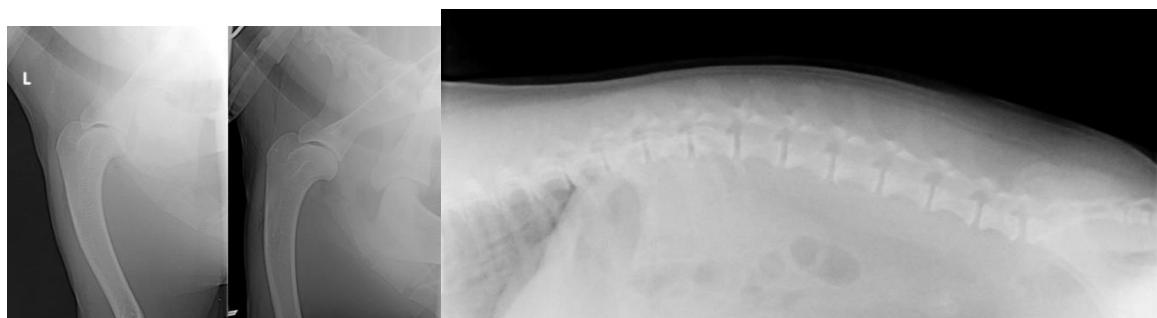
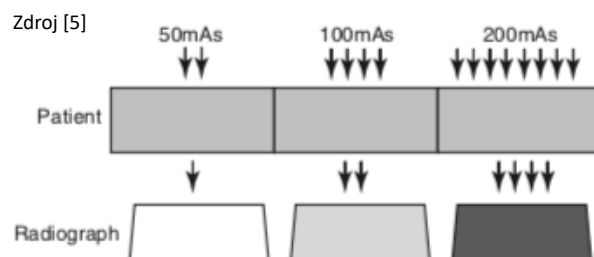


▪ Expozičný čas, žhaviaci prúd- mAs – miliampérsekundy

-zodpovedajú za kvantitu- množstvo rtg žiarenia

-so vzrastajúcim prúdom stúpa optická denzita snímku (\uparrow mAs \uparrow „černosť snímku“ – zvyšovanie mAs za konštantného kV spôsobí, že pacient dostane viac rtg lúčov, viac ich prejde cez pacienta, zvyšujúč černosť snímku)

-málo mAs- QUANTUM MOTTLE- typ radiografického šumu, priamo súvisiaci s nedostatkom rtg žiarenia, čím získame slabú optickú denzitu, tzv. „pieskový“ „zasnežený“ snímok



V jednoduchosti hodnota mAs ovplyvňuje množstvo fotónov absorbovaných v rtg kazete, čo ovplyvňuje denzitu a šum na snímku. kV kontroluje kontrast, vyššie kV penetruje denznejšie tkanivá lepšie (napr. vysoké kV keď chceme preraziť rebrá a prezrieť pľúcne pole pri rtg thoraxu).

Oblast	Expozice	Inspirium	Expirium	Sedace	Projekce	Poznámka
Hrudník	↑kV, ↓mAs	+	Inspirium + expirium tracheální kolaps radiolucenční léze, emfyzém fibróza plic	-	LL dx., LL sin. DV, VD	Detekce metastáz ,3 projekce Dyspnoická zvířata pouze DV projekce
Abdomen	↓kV, ↑mAs (ve srovnání s hrudníkem)		+	-	LL dx. VD	Detekce obstrukce LL dx. LL sin. VD Volný plyn – projekce horizontálním paprskem
Skelet	↓kV, ↑mAs		(+)	+	Dvě ortogonální projekce	Sky line Šikmé projekce
Páteř	↓kV, ↑mAs		(+)	+	LL, VD (DV), šikmé projekce	V případě traumatu bez sedace

Tvrdá snímková technika napätie na rentgenke je vyššie než 100 kV, vhodná pre oblasti s veľmi výrazným rozdielom v tkanivových denzitách- rtg hrudníku (pľúca).

- + šetrí rentgenku
- +šetrí povrchové vrstvy kože
- +skrátene expozičného času

- vyššia tvorba sekundárnej radiácie
- nutné použiť sekundárnu clonu
- výsledný snímok je menej kontrastný (znižuje sa rozdiel medzi tkanivom s vysokou a nízkou špecifickou hmotnosťou napr. medzi opacitou pečene a kosti)

Mäkká technika zobrazenia

Používame nízke napätie (50 kV) a je vhodná pre vyšetovanie tenkých objektov s nízkym atómovým číslom, vyšetovanie vtákov alebo plazov
EXPOZÍCIA NA PĽÚCA- TVRDÁ TECHNIKA



Správna expozícia na hrudník- kosti potlačené do pozadia, vidíme jasne priebeh pľúcnych ciev. Vysoké kV, nízke mAs

EXPOZÍCIA NA KOSTNÝ PODKLAD



Zlá expozícia na hrudník-vysoký kontrast rtg snímku- vidíme veľmi jasné kosti a slabšie pľúcny parenchým. Vysoké mAs, nízka kV.

NEOSTROŠ ZOBRAZENIA

o Geometrická neostroš

Čím menšia je veľkosť ohniska, tým menšie skreslenie.

Ohnisková vzdialenosť je vzdialenosť projekčnej plochy (rtg filmu) od ohniska rentgenky. Čím väčšia ohnisková vzdialenosť, tým klesá skreslenie zobrazovaného predmetu na projekčnej ploche, pretože sa zvyšuje rovnobežnosť rtg paprskov. S rastúcou ohniskovou vzdialenosťou však klesá výkon prístroja, takže výsledná používaná ohnisková vzdialenosť musí byť vhodným kompromisom medzi ideálom zobrazenia a výkonom prístroja. Štandardne používame vzdialenosť 1m alebo 0,7m.

Ďalším faktorom neostrosti je vzdialenosť medzi objektom a projekčnou plochou. (mala by byť čo najnižšia- objekt čo najbližšie ku kazete)

Obmedzenie geometrickej neostrosti-> rentgenovaný objekt musí ležať:
V STREDE KAZETY, PARALELNE S KAZETOU, ČO NAJBLIŽŠIE PROJEKČNEJ PLOCHE (kazete)

- o **Materiálová neostroš**- systém fólia-film (strmosť zosilovacej fólie)
- o **Pohybová neostroš**- vnútorná pohybová neostroš (dýchacie pohyby, črevná peristaltika) vonkajšia pohybová neostroš (pacient sa snaží utiecť)

POPIS RTG SNÍMKU

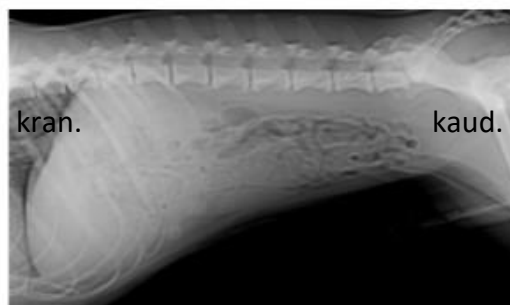
Obecné pravidlá

DV/VD projekcia- **pravá strana zvieratá na monitore vľavo**

LL projekcia- kaniálne (rostrálne) na monitore vľavo

Kaniálne (abdomen, hrudník)- na monitore hore

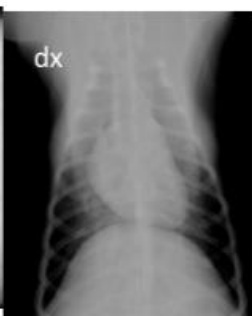
Kaniálne, dorzálne (končatina) na monitore kaniálne



Abdomen LL



Hrudník LL



Hrudník DV

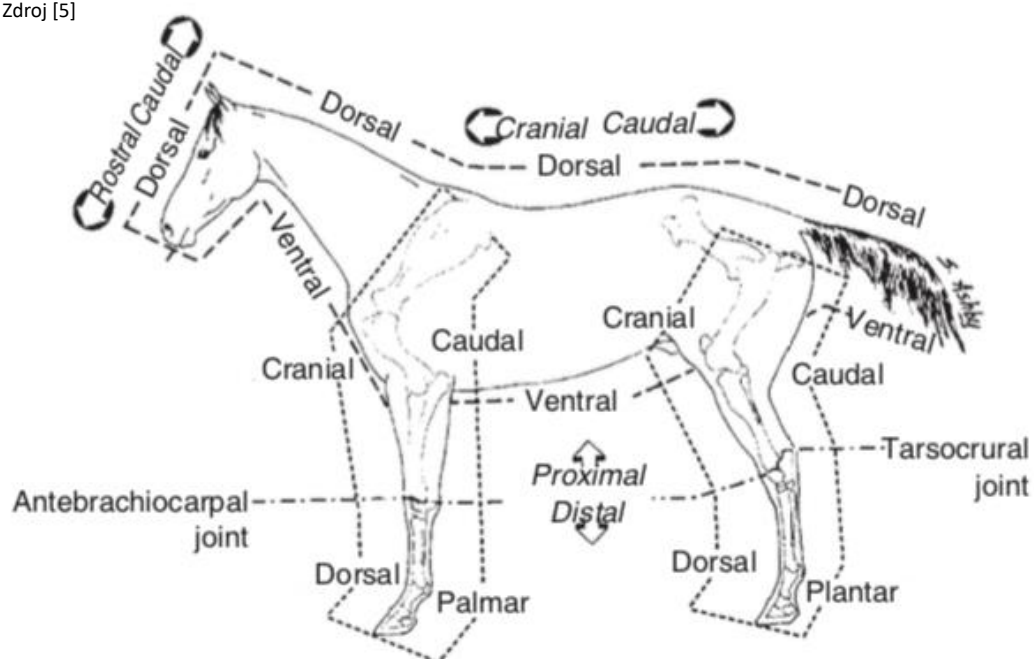


Pánev VD



Loketní kloub ML

Zdroj [5]



Skratky používané pri opisovaní charakteru (smerov) projekcií

Termim	Zkratka	hlava	Krk, hrudnik, abdomen, ocas	Končety
Pravá	Rt (dx.)	Rt	Rt	Rt
Levá	Le (sin.)	Le	Le	Le
Dorzální	D	D	D	D
Ventrální	V	V	V	V
Rostrální	R	R		
Kraniální	Cr		Cr	Cr
Kaudální	Cd	Cd	Cd	Cd
Mediální	M	M		M
Laterální	L	L		L
Proximální	Pr			Pr
Distální	Di			Di
Palmární	Pa			Pa
Plantární	Pl			Pl
Šikmý	O	O	O	O

Kombinácia pojmov pri názve rtg projekcií

Opisuje sa vstup rtg zväzku-> výstup rtg zväzku

(DV- D vstup z dorzálnej strany -> V výstup na ventrálnej strane)

Zároveň musíme pri zložitejších projekciách dbať na to, ktorá perspektíva je nadradená a usporiadať skratky v správnom poradí.

Napr. (hlava) ventrorostrálna 20°dorzokaudálna šikmá projekcia (zväzok rtg lúčov vstupuje z ventrorostrálnej strany- cez dutinu ústnu v uhle 20°a vystupuje dorsokaudálne- na zátylku)

D50Pr45-PaDiMO (končatina) – Dorzo 50 °proximálne 45 °- Palmaro DistoMediálne Šikmá projekcia



Nadřazená	Podřizená	Přiklad
Pravá, levá	Vřechny ostatní	RtD, Le V
Dorzální, ventrální, proximální, distální, kraniální kaudální	Mediální, laterální	DM,VL, PrM, DiL
Kraniální, kaudální, dorzální, ventrální, palmární, plantární	Proximální, distální, mediální distální	CrPr, CdDi, CrPrM, PIDiM
Vřechny	Obliquis	R20V-CdO

LEGISLATÍVA

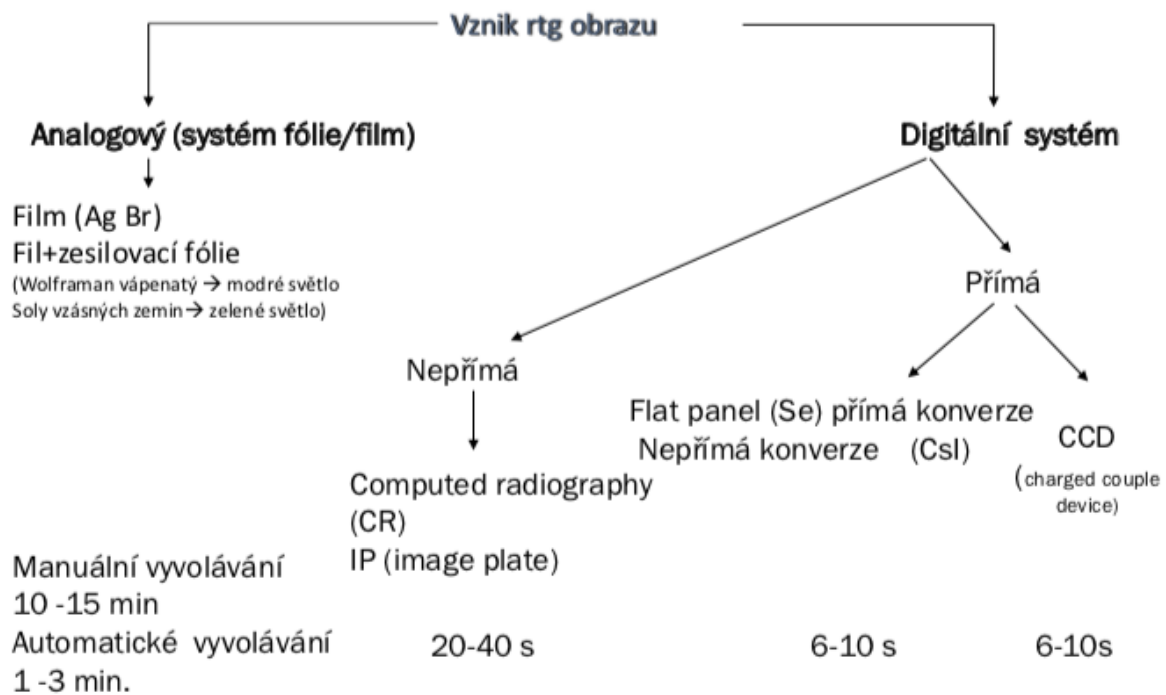
LEGISLATÍVA v Āeskej republice

- **Zákon Ā. 263/2016 Sb., Atomový zákon**
- 409/2016 Sb.- Vyhláška o Āinnostech zvlářtě dŕležitých z hlediska jaderné bezpečnosti a radiaĀní ochrany, zvlářtní odborné zpŕsobilsti a pŕipravě osoby zajiřtující radiaĀní ochranu registranta
- Vykonávanie praxe: Skŕšky odbornej spŕsobilsti (zodpovedná osoba interná x externá)
- Pŕipravné kurzy radiaĀnej ochrany
- Pri zakŕpení pŕstroja registráĀia na SŪJB (Regionálne centrum)
- Absolvovanie kurzu radiaĀnej ochrany s platnořtŕou 5 rokov

LEGISLATÍVA v Slovenskej republice

- Zákon Ā. 355/2007 Z.z. o ochrane, podpore a rozvoji verejnŕho zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- Vyhláška Ā. 545/2007 Z.z. ktorou sa ustanovujú podrobnosti o pořiadavkách na zabezpeĀenie radiaĀnej ochrany pri Āinnostiach vedŕcich k ožiareniu a Āinnostiach dŕležitých z hlediska radiaĀnej ochrany.
- Výnos MZ SR Ā.44 z 10 septembra 2008 o minimálnych pořiadavkách na personálne zabezpeĀenie a materiálne – technické vybavenie jednotlivých druhov zdravotníckych zariadení.
- Povolenie na Āinnosť
- Evidencie zdrojov ionizujúceho ŕiarenia v centrálnom registri
- Vzdelávací kurz, Skŕšky odbornej spŕsobilsti

RTG SYSTÉMY ZOBRAZENIA



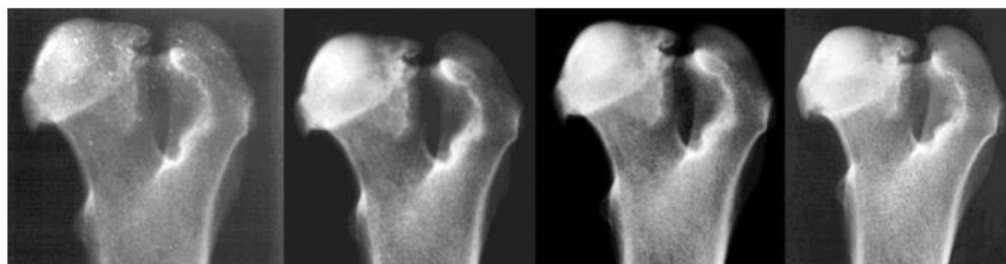
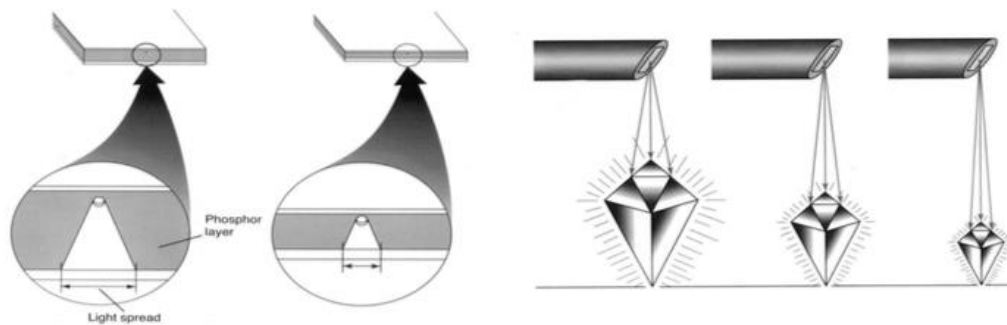
Konvenčná radiografia- Systém fólia/film - Analóg

- Rentgenový prístroj a kazeta [výkon prístroja je uvádzaný v kW] + rozlíšenie
- dlhší akvizičný čas, nižší kontrast
- kazeta pozostáva z filmu a zo zosilovacej fólie
- kombinácia fólia/film je vysoko citlivá, má dobrý kontrast ale horšie priestorové rozlíšenie
- filmy bez fólie sú málo citlivé, majú nízky kontrast ale dobré priestorové rozlíšenie
- mamografické filmy- zosilovacie fólie sú len na jednej strane, fotografická emulzia je len na jednej strane filmu
- ZOSILOVACIA FÓLIA výrazne zosiluje účinok rtg žiarenia (po absorpcii rtg žiarením emituje viditeľné svetlo v určitom spektre, ktoré osvieti rtg film)

Luminifor	Spektrálna emise
Wolframian vápenatý	modrá
Soli Yttria, Soli kovov vzácných zemin	UV, modrá modrá
Gadoliniumoxisulfid Lantanooxibromid	Zelená Zelená, UV

Vznik RTG obrazu- vo vývojke dochádza k redukcii bromidu strieborného v kovové striebro (redukované striebro je čierne).

Kombinácia zosilovacia fólia-film



800

400

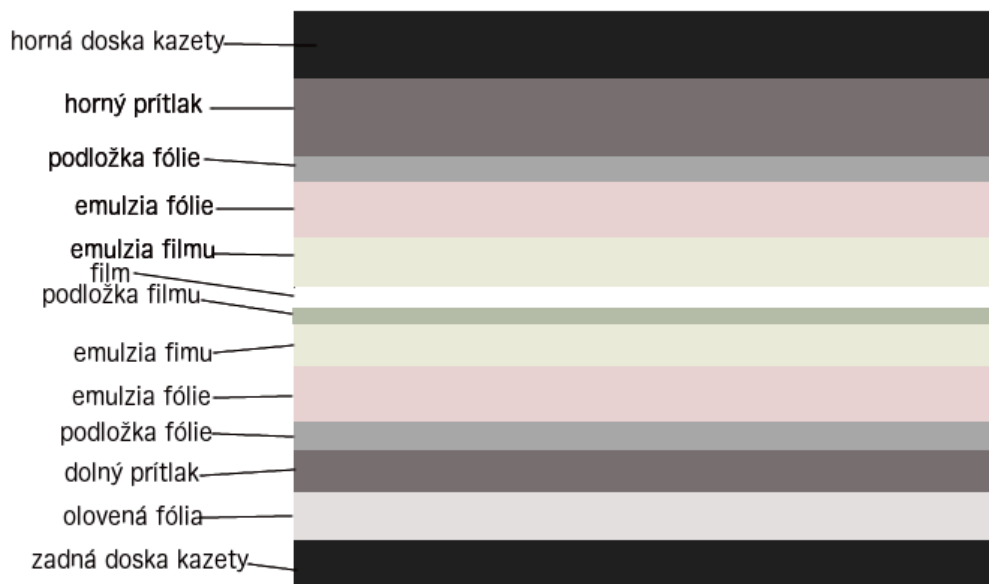
200

100

Intenzifikačný faktor- udáva koľkokrát je fotografický efekt zosilnený oproti snímku bez fólie

Typy a vlastnosti zosilujúcich fólií

Zosílenie	Rozlišovacia schopnosť	Označenie
Vysoké	Nízka	Vysoko zosilujúce
Stredné	Stredná	Univerzálne
Nízke	Vysoká	Jemne kresliace



Spôsoby vyvolania filmu

- Pracujeme v temnej komore- pracovné svetlo (červené)

Vyvolávací automat:

1. Vývojka
2. Ustalovač
3. Vodná lázeň
4. Sušenie

Manuálne vyvolávanie:

1. Vývojka 3-5min
2. Vodná lázeň
3. Ustalovač 5-10 min
4. Vodná lázeň, oplach tečúcou vodou, Sušenie

Rozlišovacia schopnosť

Film/fólia 0,08 mm

Digitálna rádiografia 0,17 mm

Digitálna rádiografia- Digitálny systém

Výhody	Nevýhody
Menšia radiačná dávka (?)	Počítačová investícia
Rýchle zobrazenie snímku	Možnosť malfunkcie počítaču, straty snímkov
Šetrí čas	Nižšie rozlíšenie
Nie je potreba mať temnú komoru ani chemikálie- neprodukuje nebezpečný odpad	
Potenciál vylepšiť snímok bez potreby opakovanej expozície- cez manipuláciu snímku v softvéri (kontrast)	
Elektronický transfér snímkov	
Vyššia expozičná pružnosť	
Väčšia škála šedi- lepšie zobrazenie mäkkých tkanív	

Počítačová rádiografia- Nepriama digitalizácia [využívame kazetu, ktorá sa umiestni za/pod pacienta a po expozícii sa vloží do čítačky- rtg snímok sa nám zobrazí v počítači]

- Pamäťové fólie (image plate, IP) + čítačka
- IP má životnosť cca 30 000 expozíc, má riziko mechanického poškodenia
- Dobrý kontrast
- Akvizitný čas 20-40s (aj 150s)
- Nižšia cena oproti priamej rádiografii
- Vyššia flexibilita (intraorálne snímky)



Priama rádiografia (DR direct radiography)- flat panel
 [využívame flat panel, ktorý je digitálne spojený s počítačom a po expozícii panelu sa nám snímok automaticky zobrazí v počítači (odpadá nutnosť vkladania kazety do čítačky)]

- S káblom/ bezkáblová (najnovšia)
- Veľmi nízky akvizičný čas 6-10 sekúnd
- Vyššia cena
- Vysoké rozlíšenie
-



Priama rádiografia- CCD (charged couple device)

- Je to silikónový čip s fotosenzitívnou vrstvou
- Nižšia cena, nižšie rozlíšenie (v porovnaní s analógom a DR)
- Nízky akvizičný čas cca 6-10 s



Archivovanie digitálnych snímok

Systém PACS (Picture archiving and communication system)= hardware

-distribúcia rtg snímok cez sieť, akvizícia, prenos, úprava, popis

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) je vlastne medicínsky formát podobne ako JPG, BMP, TIFF v ktorom sa ukladajú snímky- ! konverzia snímok z DICOM formátu do JPEG môže skresliť snímok (napr. fisury v kostiach)

Typy RTG prístrojov (zdrojov rtg žiarenia)

Delenie RTG prístrojov

- Podľa mobility- prenosné, pojazdné, stacionárne
- Podľa výkonnosti- v kW
- Podľa úpravy sieťového prúdu- jednopulzné, dvojpulzné, trojfázové(staré typy) vysokofrekvenčné, s plne vyhladeným napätím (moderné typy)

Delenie podľa mobility:

Prenosné prístroje

Majú veľmi malú hmotnosť a tým sa aj ľahko prenášajú (využitie v hiepatrickej medicíne, terénna prax). Majú však nízky výkon- obvykle len 1,2-4kW. Obslužný panel sa nachádza na rentgenke. Sú umiestnené na statíve, alebo môžu byť držané v ruke (nižšia radiačná bezpečnosť).



Pojazdné prístroje sú akýmisi prechodnými prístrojmi medzi prenosnými a stacionárnymi a to ako mobilitou, tak aj výkonom. Majú hmotnosť cca 250 kg- Ich výhodou je možnosť premiestnenia v priestore.

Stacionárne prístroje sú trvalo umiestnené a nemobilné prístroje. Majú vysoký výkon (30-80 kW) a krátke expozičné časy. Nevýhodou môže byť vysoká cena.

Delenie podľa úpravy sieťového prúdu:

- Jednopulzné rtg prístroje

Pracujú bez usmernenia, sú málo výkonné (využívajú len jednu polovicu striedavého prúdu). Až 25 % žiarenia pri nižšom napätí než 35 KV sa nepodieľa na tvorbe obrazu.



- Dvojpulzné rtg prístroje

Sú jednofázové RTG prístroje, majú štyri usmerňovače, ktoré usmerňujú striedavý prúd na jednosmerný pulzujúci. Dochádza k polovičnej expozícii oproti jednopulzným. Napätie v tomto type kolísa od 0 do maxima.

- Trojfázové rtg prístroje

Majú až 6 alebo 12 usmerňovačov, napätie kolísa od 3,5 do 13,5 %. Dochádza ku krátkym expozíciám a spektrum žiarenia je homogénnejšie a tvrdšie.

- Vysokofrekvenčné rtg prístroje

Dochádza u nich najprv k usmerneniu a filtrácii sieťového napätia, pričom vzniká jednosmerné napätie s nízkou pulzáciou. Striedač premení toto napätie na napätie striedavé o malej frekvencii 1-10 kHz. Následne vysokonapäťový transformátor produkuje striedavé napätie o vysokej frekvencii, ktoré je opäť usmernené na jednosmerné napätie.

VÝKON RTG PRÍSTROJA

- udáva sa v kW
- ide o súčin maximálnych kV a mA $W = mA \times kV$
(napr výkon 50 kW = 500mA pri 100kV)

RADIOLOGICKÁ OCHRANA

Najdôležitejším princípom diagnostickej rádiológie je získať maximálnu diagnostickú informáciu za čo najmenšej expozície röntgenového žiarenia. Je treba mať na pamäti, že napriek tomu, že rtg žiarenie je neviditeľné, jeho vplyv na živý organizmus je vždy škodlivý. Jeho skutočné účinky však závisia na vlastnostiach žiarenia a na charaktere zasiahnutých tkanív. Je preto nutné dodržiavať obecné a zákonné princípy práce s ionizujúcim žiarením.

Pre pochopenie radiačných jednotiek si musíme uvedomiť, že radiačná expozícia a absorpcia sú veľmi odlišné pojmy. Niektoré tkanivá absorbujú radiáciu efektívnejšie ako iné, čo znamená, že tá istá expozičná dávka môže byť absorbovaná v iných dávkach. Biologický efekt tej istej absorbovanej dávky môže byť taktiež odlišný, vzhľadom k radiačnému typu a energii.

- **Expozičná dávka (Exposure)** je kvantifikovaná množstvom elektrického náboja ktorý spôsobí ionizáciu vzduchu vplyvom radiačného prúdu. Jednotkou je coulomb na kilogram vzduchu C/kg. Staršou, avšak stále používanou jednotkou expozičnej dávky je 1 roentgen, ktorý je ekvivalentný 2,58 C/kg.
- **Absorbovaná dávka (Absorbed dose)** definuje skutočnosť, že absorpcia sa môže v rôznych materiáloch veľmi líšiť. Jednotkou je 1 Gray (Gy). Obsolentnou jednotkou je 1 rad (1 Gy = 100 rad). Je fakt, že v mäkkej tkáni pri expozícii 1 roentgen je absorbovaná dávka cca 0,9 centigray. Avšak pri rovnakej expozícii kosti je absorbovaná dávka značne vyššia.
- **Efektívna dávka (Dose Equivalent)** slúži k vypočítaniu biologického účinku expozičnej dávky. Jednotkou je sievert (Sv), ktorý nahradzuje skôr používanú jednotku rem (1 Sv = 100 rem). Maximálne prípustné dávky sú stanovené vládnyimi orgánmi a vyhláškami Ministerstva Zdravotníctva.

Obecné limity pre populáciu	1 mSv/ kalendárny rok 15 mSv očná šošovka
Obecné limity pre radiačných pracovníkov	50 mSv/ kalendárny rok 150 mSv očná šošovka

Hodnoty efektívnych dávok

Prírodné ožiarenie občana v ČR	2,5-3 mSv/rok
Prírodné ožiarenie občana v Iráne	400 mSv/rok
RTG končatín	<0,01 mSv
RTG brucha	1,0 mSv
CT hlavy	2,3 mSv
CT hrudníku	8 mSv
CT hlavy	10 mSv

Biologické účinky rtg žiarenia

Stochastické účinky sú tzv. náhodné účinky vznikajúce v dôsledku ionizujúceho žiarenia. Ich závažnosť nezávisí na dávke, ale s rastúcou dávkou sa zvyšuje pravdepodobnosť ich výskytu. Môžu sa prejavovať ako mutácie somatické alebo mutácie genetické.

Indukcia rakoviny je jedným z najobávanejších dôsledkov ožiarenia. Všetky stochastické účinky majú určitú dobu latencie (až desiatky rokov).

Nestochastické deterministické sú účinky na úrovni tkanív- v dôsledku smrti buniek. Ich výskyt závisí na dávke a majú charakteristický klinický obraz- závažnosť rastie s dávkou od určitého prahu- nutná prahová dávka. Najcitlivejšími bunkami sú bunky metabolicky aktívne a mladé. Ohrozené sú hlavne gonády, nezrelé krvné bunky, germinatívne vrstvy kože a črevný epitel. Patria sem choroby ako akútna choroba z ožiarenia, radiačná dermatitída, katarakta.

Akútna choroba z ožiarenia vzniká po jednorazovom ožiarení celého tela dávkami väčšími než 3 Gy. Pri dávkach od 3 do 8 Gy vzniká krvná(hematologická) forma a dochádza k výraznému poklesu počtu bielych aj červených krviniek a krvných doštičiek. Pri dávke 10 Gy sú bunky krvotvorby nenávratne zničené. Pri dávkach nad 10 Gy sa rozvíja črevná (gastrointestinálna) forma choroby z ožiarenia, spôsobená zničením buniek črevnej výstelky. Na úrovni desiatok Gy nastupuje forma nervová akútna spojená so zánikom nervových buniek, bezvedomím a smrťou.

Neskoré účinky ožiarenia sa môžu prejavovať po rokoch latencie od ožiarenia. Vznikajú ako deterministické účinky po dlhodobej či opakovanej expozícii menšími dávkami ako napr. chronická radiačná dermatitída a katarakta ktorá sa vyskytuje pri ožiarení očí dávkami vyššími než cca 4-8Gy.

Všetci pracovníci pracujúci s ionizujúcim žiarením by mali byť dostatočne vzdelaní a zruční v manipulácii s pacientom a s prístrojom, aby sme predišli nutnosti opakovaných expozícií. Taktiež by mali vždy používať ochranné pomôcky ako ochranný kabát, rukavice, golier. Už samotné dispozičné riešenie rtg pracoviska by malo zamedzovať vstupu nepovolaným osobám, miestnosti sú zreteľne označené. Pri vyšetrovaní v terénnych podmienkach sa musíme uistiť, že v primárnom paprsku sa nachádza len vyšetrovaný objekt a je nasmerovaný proti stene.

**PRINCÍPY RADIAČNEJ
OCHRANY-systém ALARA**

- 1.ČAS
2. VZDIALENOSŤ
- 3.TIENENIE

Pre obecnú bezpečnosť práce s ionizujúcim žiarením bol popísaný systém **ALARA- As low as reasonably achievable**, ktorý má 3 základné piliere- Čas, Vzďialenosť, Tienenie.

➤ **Čas**

Čas strávený produkciou rtg snímkov je priamo úmerný počtu snímkov, ktoré musíme vytvoriť. Môžeme ho minimalizovať dokonalým znehybnením pacienta- sedáciou. Taktiež je nutné, aby sa personál striedal, a tak sa znižoval čas ožiarenia jednotlivých pracovníkov.

➤ **Vzďialenosť**

Vzďialenosť pracovníka od rentgenky by mala byť vždy maximálna, pretože je to najefektívnejší spôsob redukcie dávky ožiarenia. **Zdvojnásobenie vzďialenosťi znižuje dávku expozície 4 krát. Ak vzďialenosť bude štvornásobná, dostaneme 16 krát menšiu dávku.**

➤ **Tienenie**

Zabezpečujú ho ochranné pomôcky ako olovené zástery, rukavice, golieri chrániace štítnu žľazu a okuliare. Poskytujú však ochranu len pred sekundárnym žiarením, nie sú ochranou v primárnom paprsku rtg žiarenia. O pomôcky je nutné sa vhodne starať- polámaním strácajú svoju účinnosť.

Personál pracujúci s ionizujúcim žiarením by mal byť pravidelne monitorovaný- najefektívnejším spôsobom sa javia osobné dozimetry, ktoré kontrolujú nadprahové dávky rtg žiarenia. Veľmi užitočné sú hlavne pre odhalenie porúch a havárií rtg prístrojov.

Je pomerne zaužívanou praxou, že majitelia zvierat sú zapojení a pomáhajú pri rentgenovom vyšetrení z hľadiska zníženia záťaže personálu. Musíme však dbať na to aby vždy používali ochranné pomôcky.

Tehotné ženy a deti do 18 rokov nemôžu byť prítomní v miestnosti počas rtg vyšetrenia



Základné zásady zachovania bezpečnosti pri rtg vyšetrení

1. Indikácia k rtg vyšetreniu- rozhodnúť, či je rtg vyšetrenie naozaj nevyhnutné
2. V miestnosti prevádzania rtg vyšetrenia by mal byť len najnutnejší personál
3. V miestnosti nesmú byť tehotné ženy a osoby mladšie 18 rokov
4. K fixácii používame pieskové vaky, pásky a iné fixačné pomôcky k minimalizácii potreby personálu
5. Ak je možné, použijeme anestéziu alebo trankvilizáciu
6. V primárnom paprsku sa nesmú nachádzať časti tela asistentov, asistenti musia byť v čo najväčšej možnej vzdialenosti
7. Primárny paprsok musí byť kolimovaný na veľkosť kazety- na nevyhnutne veľkú plochu
8. Je vždy nutné používať ochranné pomôcky
9. Ak sú ruky asistenta blízko primárneho paprsku, musia byť chránené rukavicami

ZÁKLADY INTERPRETÁCIE RTG SNÍMKU

Nezávisle od typu rentgenovej techniky, môžeme využívať niekoľko základných princípov.

Oblasti, ktoré sú čierne reprezentujú miesta, kde veľa lúčov prešlo pacientom a dopadlo na kazetu. Oblasti, ktoré sú biele, predstavujú miesta, kde boli rtg lúče absorbované pacientom a len málo, alebo žiadne nedopadli na kazetu. Medzi týmito extrémami máme širokú škálu šedých tónov, ktoré sú priamo závislé množstvu lúčov, ktoré na danom mieste penetrovali pacienta a dopadli na kazetu.

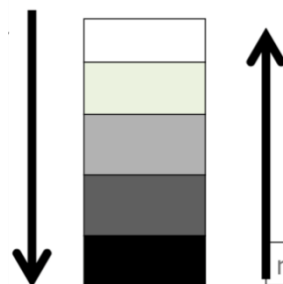
K popisu nálezov rtg snímok sa používa termín **OPACITA**.

Rozlišujeme 5 základných opacít a to

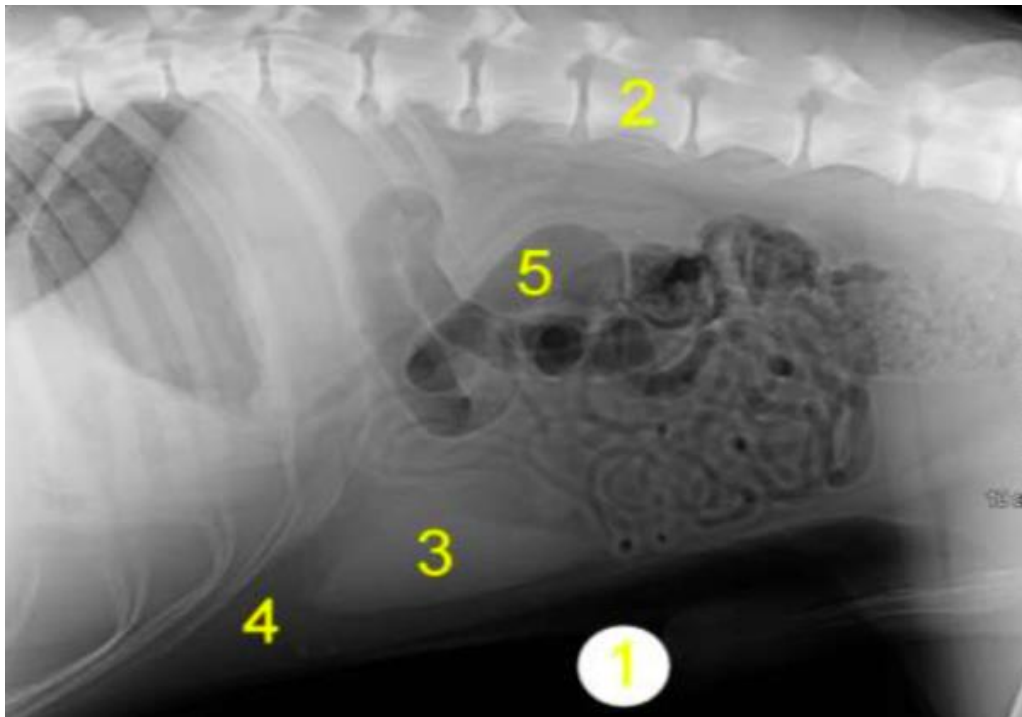
kov, kosť, mäkké tkanivo, tuk, plyn.

Objekt s vyššou opacitou je radioopaktný (na snímku bielejší).

Objekt s nižšou opacitou je radiolucentný (na snímku tmavší, čierny).



1- KOV 2. KOSŤ 3. MÄKKÉ TKANIVO 4. TUK 5. PLYN



SYNONYMÁ

BIELE	ČIERNE
Radioopaktné	Radiolucentné
Zatienenie	Prejasnenie
Tkanivovo denzné	Opticky denzné

Príklady tkanív a substancií podľa rádiografickej opacity

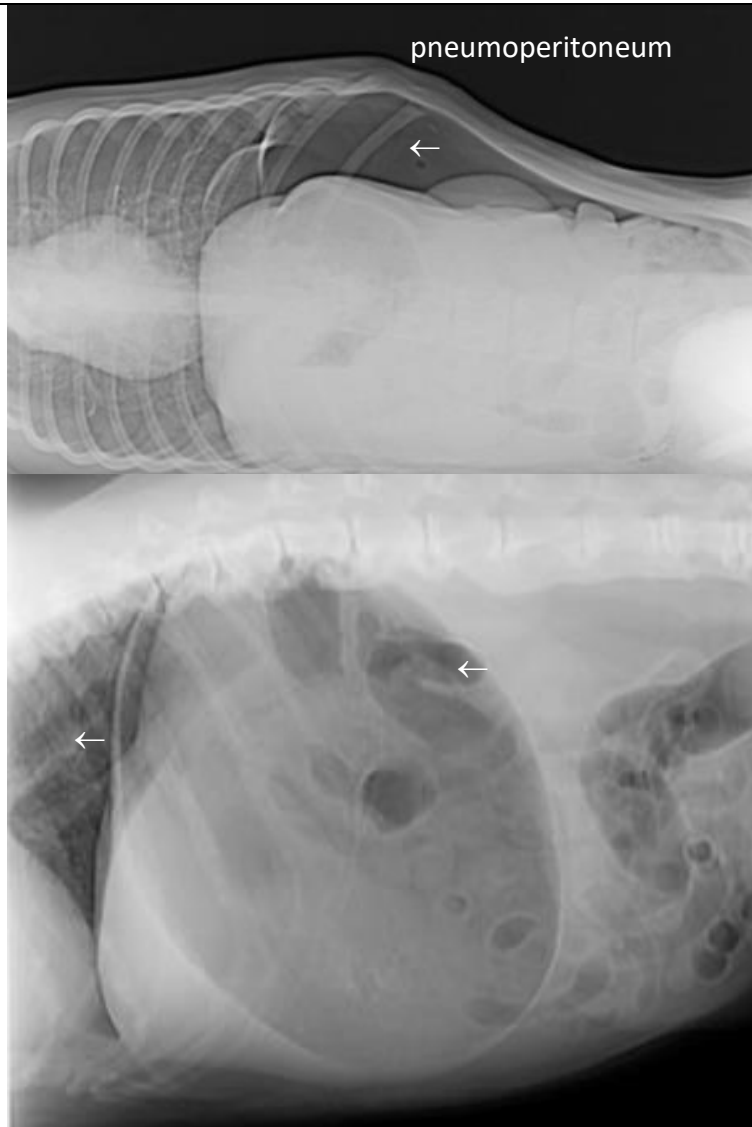
Rádiografická opacita

VZDUCH (plyn)

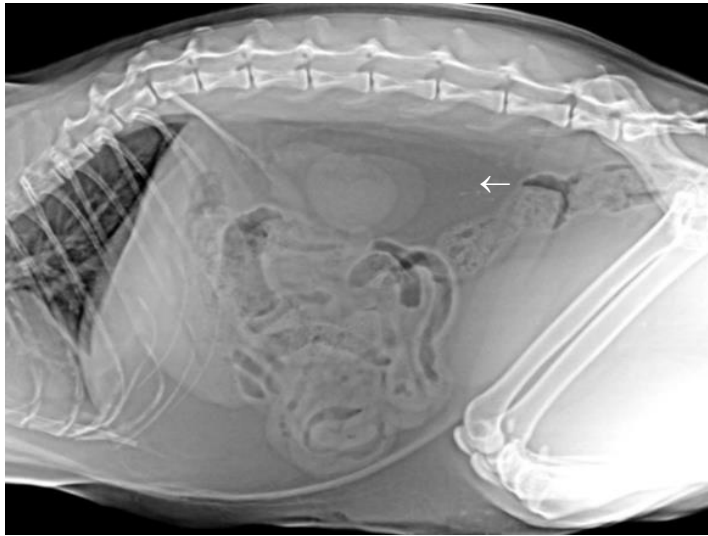


Substancie, ktoré majú danú opacitu

Akýkoľvek vzduch v tele
 Vzduch v pľúcach, v črevách
 CO2 využívaný pri negatívnej
 kontrastnej cystografii, kolonografii
 Dusík v kĺbe
 Plyn pri hnilobe



TUK



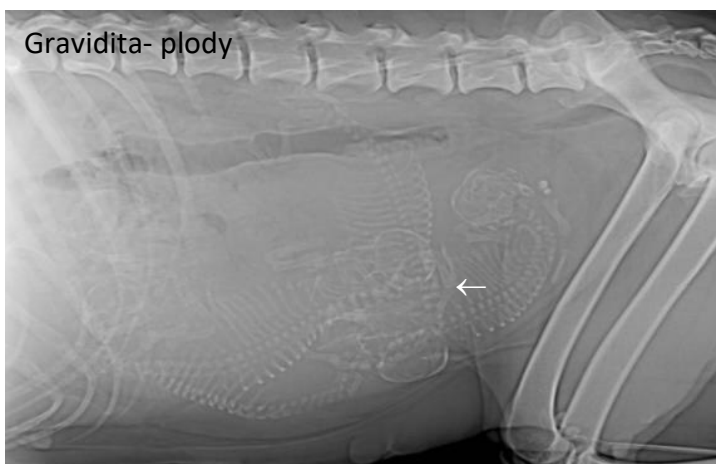
Akékoľvek tkanivo pozostávajúce hlavne z tuku
 Omentum
 Mediastinálny tuk
 Intrafasciálny tuk
 Falciformný tuk
 Lipom
 Retroperitoneálny tuk

MÄKKÉ TKANIVÁ, VODA


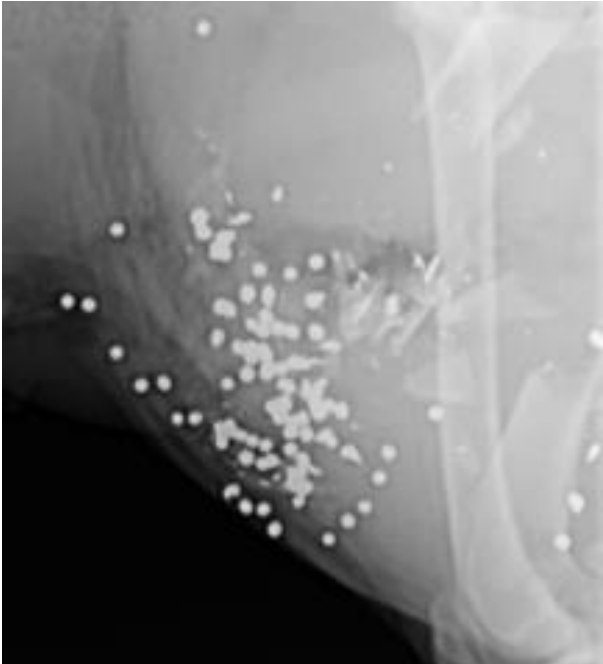


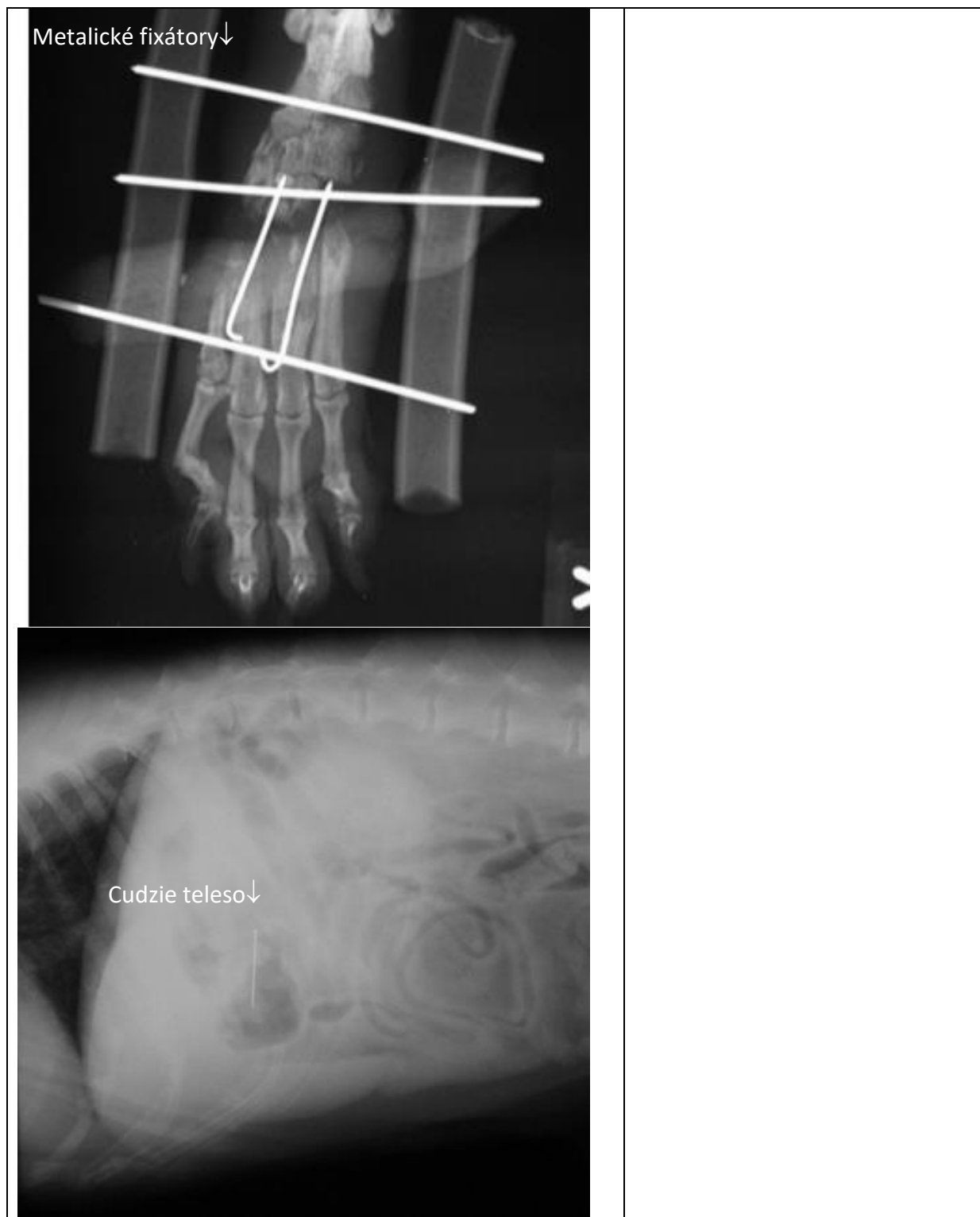
Akákoľvek tekutina alebo mäkké tkanivo
Parenchymatózne orgány
Pojivová tkáň
Svaly
Väzy
Šľachy
Chrupavka
Krv
Žiľč
Cerebrospinálna tekutina
Moč
Transudát
Exsudát
Hematóm
Tumor z mäkkých tkanív

KOŠŤ (minerál)



Akákoľvek mineralizovaná štruktúra
Normálny skelet
Skonsumovaná kosť v GIT (pred strávením)
Periostálna reakcia
Dystrofická kalcifikácia (napr. kalcifikovaný hematóm)
Metastatická kalcifikácia (napr. pri zlyhaní obličiek)

<p>Periostálna reakcia</p> 	
<p>KOV</p> 	<p>Všetko čo obsahuje kov Kontrastné látky Metalické fixačné prístroje Identifikačné mikročipy Strelné guľky alebo fragmenty guľiek Skonzumované cudzie telesá Podkova, klince z podkovy</p>



Absorbcia lúčov pacienta sa líši podľa typu tkaniva- podľa denzity a atómového čísla prvkov v nich. Mäkké tkanivá u psa sú viditeľné pretože absorbovali časť rtg lúčov, avšak kosti sú rádioopaktnejšie, pretože absorbovali oveľa väčšie množstvo rtg lúčov (a na kazetu pod kosťami dopadlo len malé množstvo lúčov). Najvyššiu opacitu na rtg snímku má väčšinou identifikačný čip (z kovu) alebo pazúr- takmer žiadne lúče nie sú schopné nimi prejsť.

Základné princípy formovania rtg obrazu

- 1) **Geometrické skreslenie**- trojrozmerný objekt sa zobrazuje ako dvojrozmerný sumačný obraz= strata hĺbkového vnímania
Zväčšenie, rozostrenie (polotieň), distorzia obrazu
- 2) **Zloženie rentgenovanej oblasti** (výška, špecifická hustota, atómová hmotnosť)
- 3) **Superpozícia tkanív**- zamaskovanie niektorých štruktúr, imaginárne štruktúry
- 4) **Vizuálne artefakty**- imaginárne štruktúry (mach fenomén)

ZÁKLADY RTG ZOBRAZENIA

Vyšetrovaný objekt musí vždy ležať

- 1) **Paralelne s projekčnou plochou**
- 2) **Čo najbližšie projekčnej ploche**
- 3) **Oblasť záujmu v strede kazety**

Zväčšenie „Magnifikácia“ objektu

Závisí hlavne na vzdialenosti medzi objektom a kazetou- čím väčšia vzdialenosť, objekt sa javí relatívne väčší. Vždy budú časti pacienta, ktoré sú ďalej od kazety. Magnifikácia znižuje detail, preto primárne vyšetrované oblasti by mali byť vždy čo najbližšie ku kazete. Jedinou výnimkou je rtg hrudníku u malých zvierat- časť pľúc bližšie podložke je atelektovaná kvôli tiaži tela, a tak je menej prehľadná.

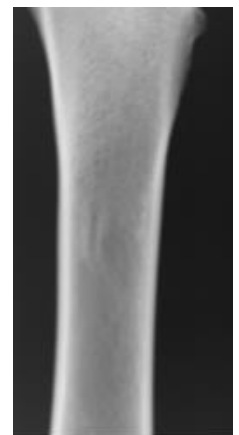


Distorzia obrazu

Je to nerovnomerné zväčšenie, ktoré sa objavuje pokiaľ sa objekt nenachádza paralelne ku kazete. Distorzia vedie k misinterpretácii tvaru alebo pozície objektu. Isté množstvo distorzie sa objavuje v každom snímku, pretože niektoré časti pacienta nebudú nikdy ležať paralelne- distorzia kvôli anatómii alebo neštandardnému polohovaniu môže znížiť diagnostickú kvalitu snímku.



Rozostrenie obrazu



Objekt umiestnený správne



Neštandardné polohovanie a projekcie

Pokiaľ pacient nie je polohavý v štandardizovanej polohe, je interpretácia röntgenového snímku veľmi náročná a môže byť dezinterpretujúca. Vždy sa odporúča využívať štandardizované projekcie, ktoré „máme v oku“, v ktorých môžeme oveľa ľahšie určiť abnormality a ich diagnostická hodnota je oveľa vyššia.

▪ PERCEPCIA hĺbky

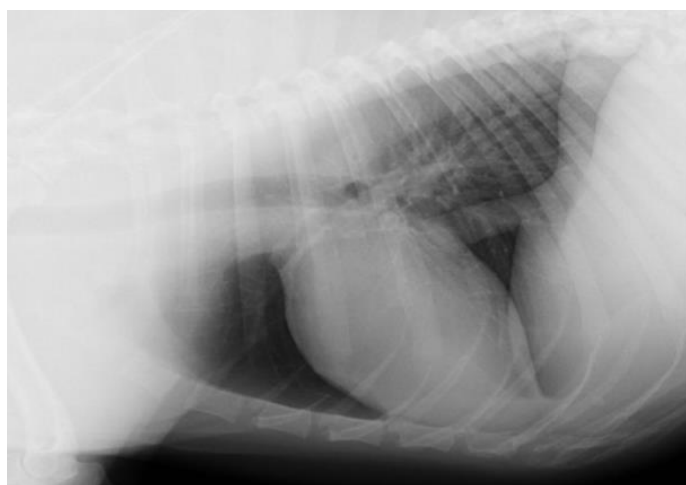
Správne zhodnotenie uloženia je dôležité z hľadiska lokalizácie lézií- aby sme mohli potvrdiť radiograficky „hĺbku“, 2 projekcie sú nevyhnutné- s rozdielom 90 stupňového uhla- tzv. ortogonálne. Napríklad ak na DV snímku vidíme radioopaktnú léziu, nemôžeme s istotou určiť, či sa naozaj v hrudníku nachádza- môže ísť o objekt ktorý je medzi pacientom a kazetou. Vďaka ortogonálnej projekcii uvidíme či je lézia naozaj vnútri v hrudníku.

▪ SUPERIMPOZÍCIA (SUPERPOZÍCIA)

Superimpozícia dvoch štruktúr cez seba môže vytvoriť na rtg snímku veľmi denznú opacitu ktorá môže byť chybné identifikovaná ako patológia. Superimpozícia je na snímku normálny jav- vždy sa isté časti tela prekrývajú a vytvárajú opatknéjšie miesta, vďaka štandardizácii projekcii a repetitívnemu posudzovaniu snímok však ľahko tieto bežné superimpozície rozoznáme.



▪ ZAHĽADENIE OKRAJOV (ZNAK SILUETY)



Tento jav sa objavuje, pokiaľ sú dve štruktúry rovnakej rádiopacity v kontakte, čo vedie k neschopnosti rozlíšiť ich okraj. Naopak- pokiaľ dve štruktúry rovnakej opacitu sú od seba separované substanciou odlišnej rádiopacity, ich kraje sú na snímku rozoznateľné.

Príkladom môže byť rtg hrudníku- koronárne artérie na snímku nemôžeme vidieť, pretože majú rovnakú opacitu ako srdce (opacitu mäkkého tkaniva). Avšak pulmonárne artérie budú viditeľné, aj keď majú rovnakú rádiopacitu ako srdce- pretože sú obklopené pľúcami so

vzduchom- odlišnou opacitou. Preto často dochádza ku zmýleniu pulmonárnej cievy, ktorá na snímku prechádza cez srdce za koronárnu. Často patológia môže byť príčinou takéhoto zastrenia okrajov-

napríklad pleurálna efúzia môže zastrieť okraje srdca pretože tekutina má rovnakú opacitu (opacitu mäkkého tkaniva).

INTERPRETOVANIE SNÍMKOV

Posudzovateľ snímkov musí mať vždy prístup ku klinickým informáciám a nacionále daného pacienta. Druh, plemeno a vek môžu mať vplyv na nálezy a interpretáciu rtg snímkov. Taktiež by mal byť informovaný o jeho zdravotnej histórii.

RENTGENOLOGICKÉ VYŠETRENIE (ani akákoľvek iná zobrazovacia diagnostika) nenahradzuje klinické vyšetrenie-> klinické vyšetrenie má naviesť, aké rentgenologické snímky máme zhotoviť.

Zo samotných snímkov nemôžeme nikdy vyvodiť finálnu diagnózu. Na snímkoch môžeme posudzovať len morfológiu a niektoré typy fyziologických funkcií. Zmeny v morfológii nám môžu pomôcť vo vystavaní diagnózy a môžu nás naviesť na ďalšie vyšetrenia ako napr. endoskopia, aspiračná cytológia, perkutánna biopsia alebo chirurgia.

Interpretovať snímky by sme mali v pokojnom, relatívne izolovanom prostredí s dostatočným množstvom času.

Analogové snímky by sme vždy mali posudzovať na špeciálnom „zobrazovači“, nikdy nie len podržaním proti zdroju svetla, väčšinou z diaľky na dĺžku ramien.

Monitor, na ktorom zobrazujeme digitálne snímky môže mať výrazný vplyv na viditeľnosť lézií. DICOM softvér nám umožňuje manipulovať s orientáciou, veľkosťou, tmavosťou a kontrastom snímkov. Takéto úpravy sú veľkou výhodou v interpretácii snímkov, zároveň však môžu zkesliť viditeľnosť niektorých lézií. Napríklad zväčšenie časti, alebo hodnotenie snímkov v príliš malej veľkosti môže viesť k tvorbe imaginárnych lézií(ak je obraz príliš veľký), alebo naopak, lézie môžu ostať nepovšimnuté(ak je obraz príliš malý).

Základnou otázkou, pri posudzovaní snímku je odpoveď, či je snímok fyziologický. Pre spoľahlivé rozhodovanie je nutné poznať fyziologickú anatómiu jednotlivých druhov a poznať normálne rádiologické variácie. Dobrým zdrojom sú rádiologické fyziologické atlasy.

Najlepším spôsobom posudzovania snímkov pre začiatočníka je mať ustálený systém hodnotenia. Hodnotíme veľkosť, tvar, lokalizáciu, počet, okraje, opacitu.

1. **VEĽKOSŤ**- zmena vo veľkosti môže indikovať hypertrofiu/hyperplaziu orgánu, prípadne atrofiu, hypoplasiu (hepatomegália, splenomegália, renálna atrofia..)
2. **TVAR**- zmena tvaru štruktúry/orgánu (zväčšenie pravej komory u psov s trikuspidálnou dysplaziou, ľavá atriálna dilatácia u mačiek s hypertrofickou kardiomyopatiou, tumor, volvulus žalúdka) u orgánov s narušeným tvarom môže byť zmenená aj celková veľkosť
3. **LOKALIZÁCIA**- zmena v očakávanej lokalizácii môže indikovať napr. luxácie, hernie
4. **POČET**- zmena v očakávanom počte štruktúr ako napr. polydaktília, lýza distálneho phalangu (následok tumoru)
5. **OKRAJE**- zmeny v očakávanom obryse štruktúry napr. periostálna reakcia na kosti, renálne infarkty
6. **OPACITA**- zmena v očakávanej opacite napr. exsudát v pľúcach- zvýšenie opacity, endostálna osteogéza, atrofia kosti, kortikálna deštrukcia tumoru, panostitída

Po zhodnotení všetkých aspektov snímku môžeme vytvoriť suspektnú diagnózu, so všetkými možnosťami s daným rentgenologickým nálezom.

Ojedinelými výnimkami, kedy môže byť diagnóza potvrdená sú morfológické zmeny ako fraktúra, gastrický volvulus alebo diafragmatická hernia.

KONTRASTNÉ LÁTKY

Využitie kontrastných látok pri RTG vyšetrení

Kontrastné látky sú látky rôzneho skupenstva (tuhého, tekutého, plynového), ktoré menia fyzikálne vlastnosti orgánov a tkanív voči modalitám (v tomto prípade RTG), ktorých pôsobením dosahujeme zobrazenie štruktúr tela k diagnostickým účelom- zvyrazňujú ich rozhranie či obsah. Rozlišujeme ich na pozitívne a negatívne.

Pozitívne kontrastné látky zvyšujú denzitu tkanív či orgánov oproti okoliu- absorbujú viac rentgenových lúčov. Ide o látky ako baryum, jód, xenón. Tento druh vyšetrenia má v názve príponu – grafia (cystografia, myelografia).

Negatívne kontrastné látky, naopak, znižujú absorbciu ionizujúceho žiarenia tkanivami oproti okoliu. Sú to obvykle plyny- vzduch, CO₂.

Pozitívne kontrastné látky

▪ Baryové kontrastné látky

Baryum sulfát- BaSO₄, indikácia- vyšetrenie GASTROINTESTINÁLNEHO TRAKTU (vždy LEN neporušené GIT!! Kontraindikáciou je ruptúra GIT!)

+ nie je osmoticky aktívny, nevstrebáva sa z GIT, vysoko opaktný, vysoko adhezívny ku slizniciam, biologicky inertný(vylučuje sa v nezmenenej podobe), antacidum, absorbens

-pri kontakte so serózami vznikajú granulomy, adhézie, znemožňuje bezprostrednú endoskopiю a USG, pri aspirácii väčšieho množstva-asfyxia.

Prípravky: MICROTRAST, MICROPAQUE, SKIABARYUM



▪ Jódové kontrastné látky-ionické a neionické

Jódové ionické kontrastné látky- jódové soli, vylučované obličkami

Indikácia: angiografia, nefrografia, cystografia, fistulografia, gastroenterografia

+biologicky stabilné, nebránia endoskopii ani USG

-osmoticky aktívne, nižší kontrast v porovnaní s baryom

Prípravky: Telebrix N300





▪ **Jodové neionické kontrastné látky**

Indikácia: myelografia, epidurografia, angiografia-vylučovacia nefrografia, kontrastné štúdie GIT +biologicky stabilné, nízka osmolalita, nebránia usg, endoskopii

–nižší kontrast a adhézia ku slizniciam než baryumsulfát, vylučované obličkami, vysoká cena

Prípravky: OMNIPAQUE 180-350 (JOHEXOL), ULTRAVIST 240-370 (JOPROMID), ISOVIST 240-300(JOTROLAN), OPTIPRAY 160-320 (JODIXANOL), IOPAMIRO 200-300 (JOPAMIDOL),IOMERON 150-300(JOMEROL)



Možné vedľajšie účinky ionických a neionických jodových kontrastných látok (pri neionických je riziko omnoho menšie)

- akútne renálne zlyhanie pri i.v. aplikácii
- diarea, dehydratácia (kvôli hyperosmolalite)
- atelektáza a edém pľúc pri aspirácii

Prevenia vedľajších účinkov- alergologická anamnéza, premedikácia (antihistaminika, kortikoidy) primerané množstvo látky, zahriate na teplotu tela

Negatívne kontrastné látky

Indikácia: cystografia, gastrografia, kolonografia

O²⁻ nepoužíva sa, riziko embólie, lacný

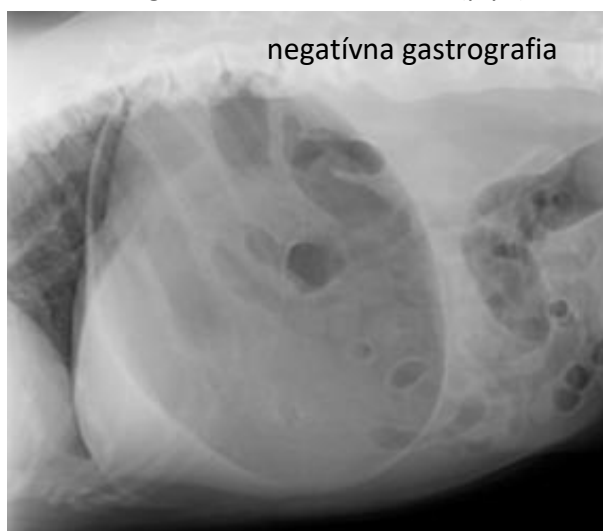
CO² rozpustný v kvapalinách

Kontrastné štúdie

- Pozitívne kontrastné štúdie (baryové jodové)



- Negatívne kontrastné štúdie (plyn)



- Dvojite kontrastné štúdie - (baryové + plyn, jodové + plyn)



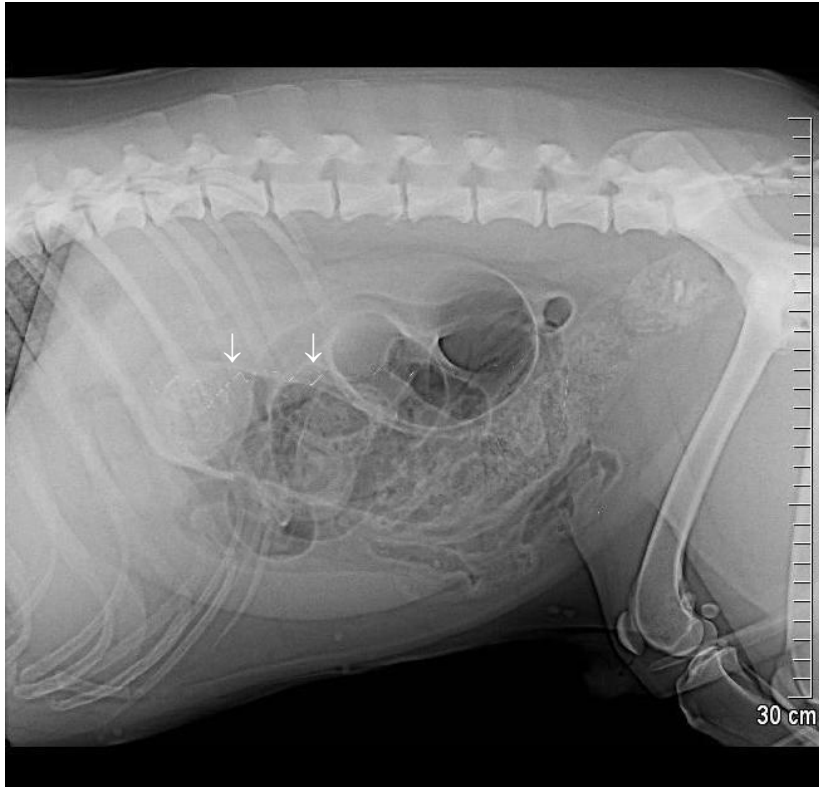
ARTEFAKTY

Sú to časti snímku, ktoré môžu narúšať kvalitu a simulovať abnormality. Nie sú prirodzenou súčasťou zvieraťa a negatívne ovplyvňujú interpretáciu. Vznikajú pri zhotovovaní a manipulácii so snímkami (exponovanie, vyvolávanie).

- Vizualizácia častí kazety na snímku



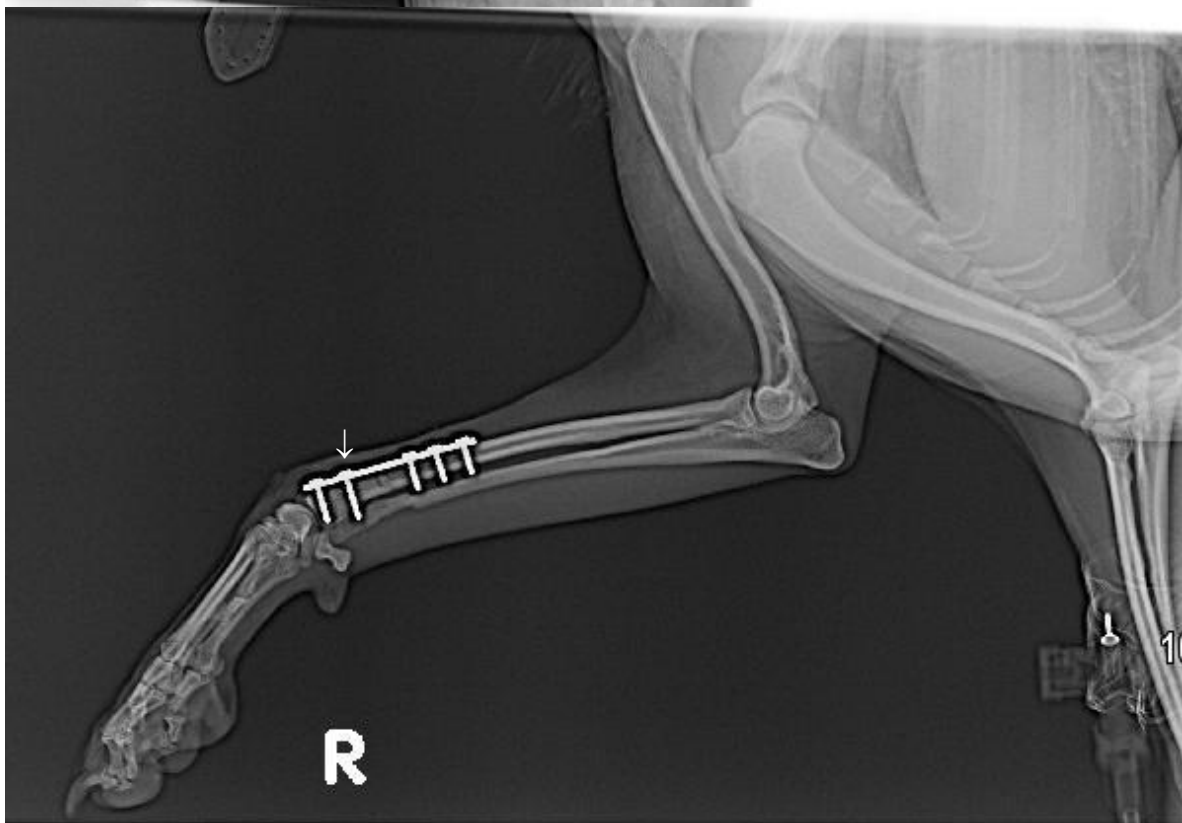
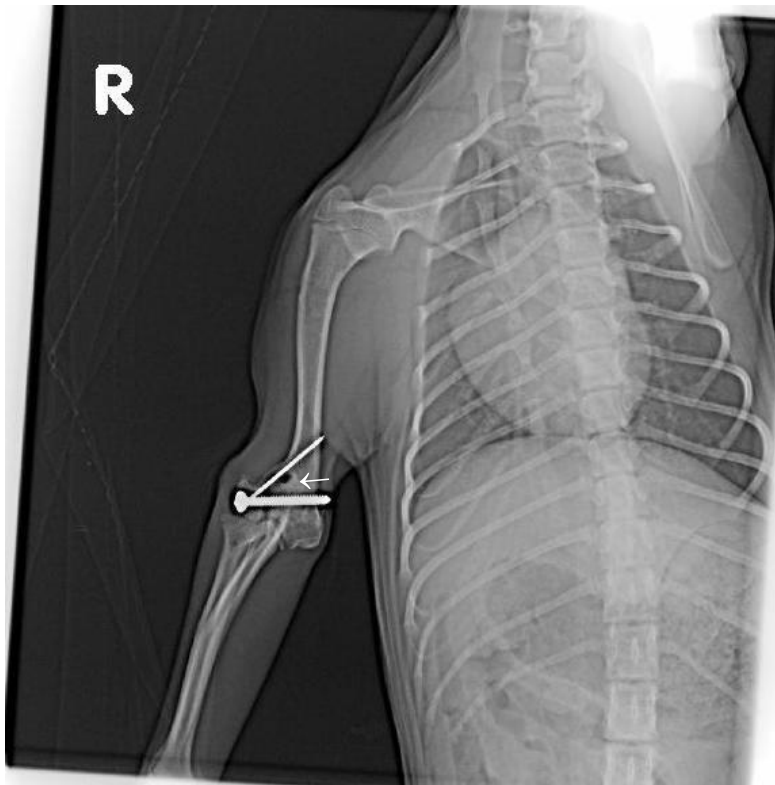
- Radioopaktné artefakty v dutine brušnej



- Viacnásobná expozícia na 1 kazetu



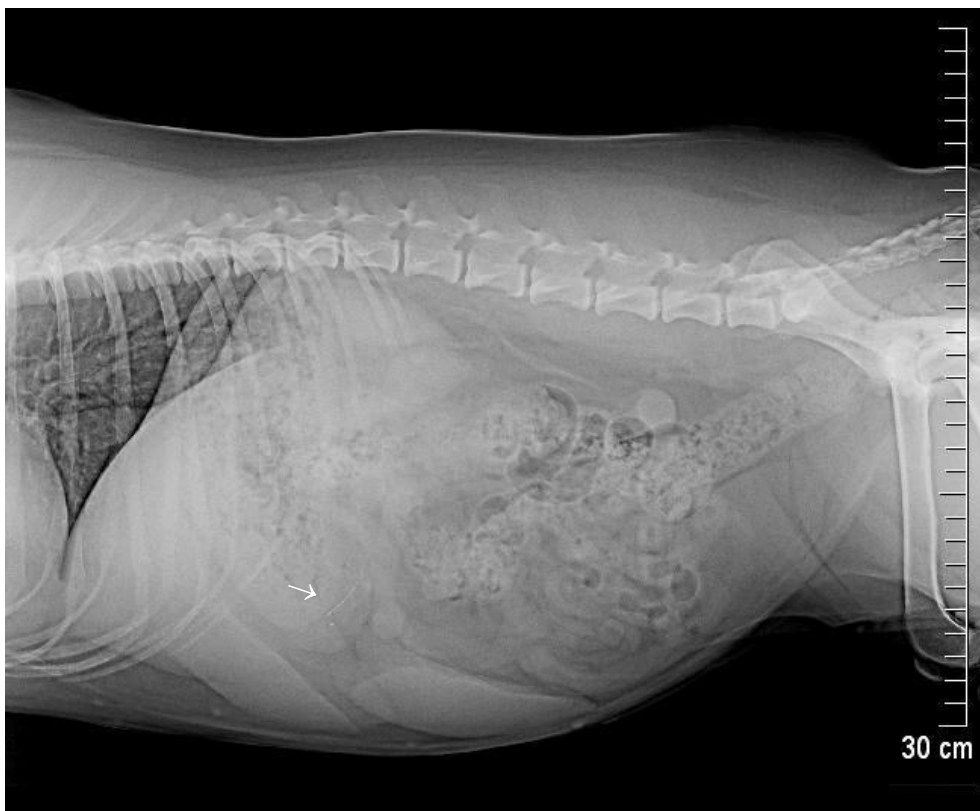
- Halo artefakt (radiolucenčné oblasti v okolí kovových implantátov)



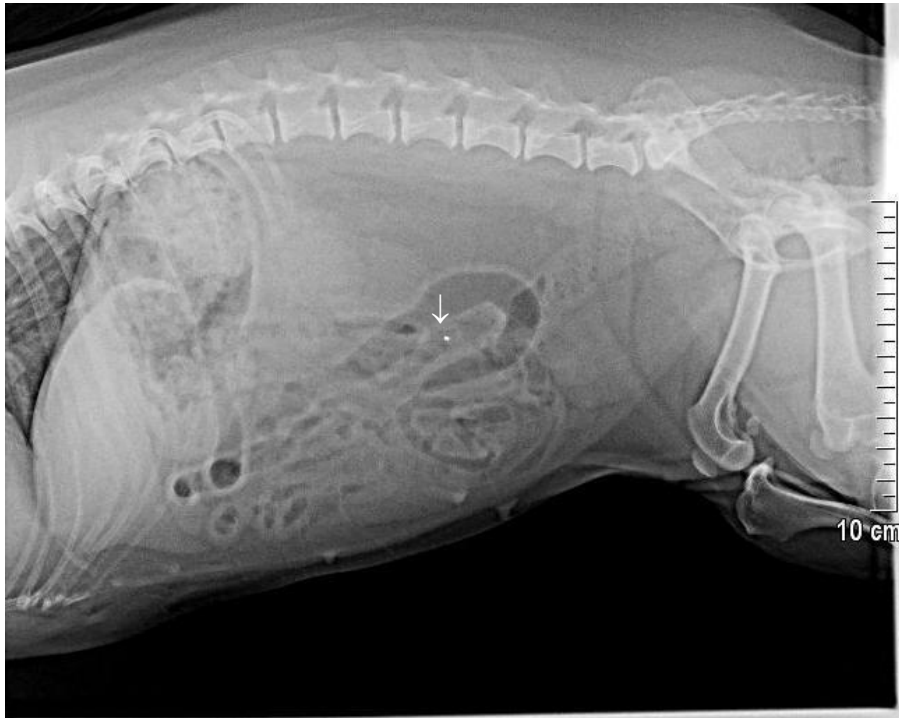
- Mokré chlpy



- Hyperechogénna linka v dutine brušnej- (nečistota na kazete, chl p v kazete)



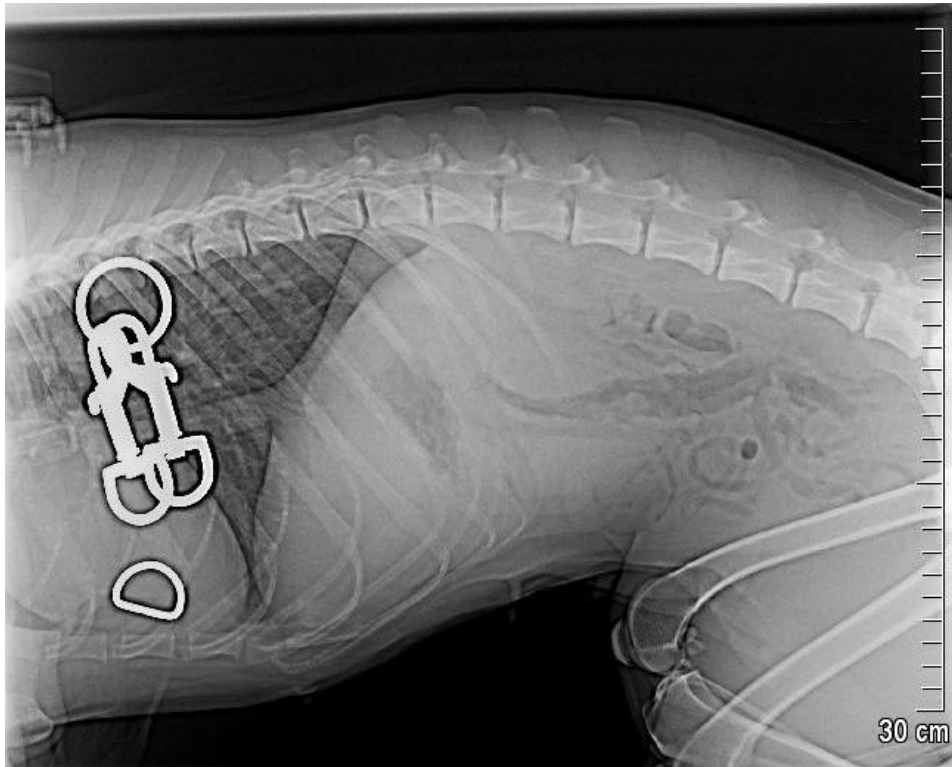
- Bodka kovovej kopacity v dutine brušnej (na kazete)



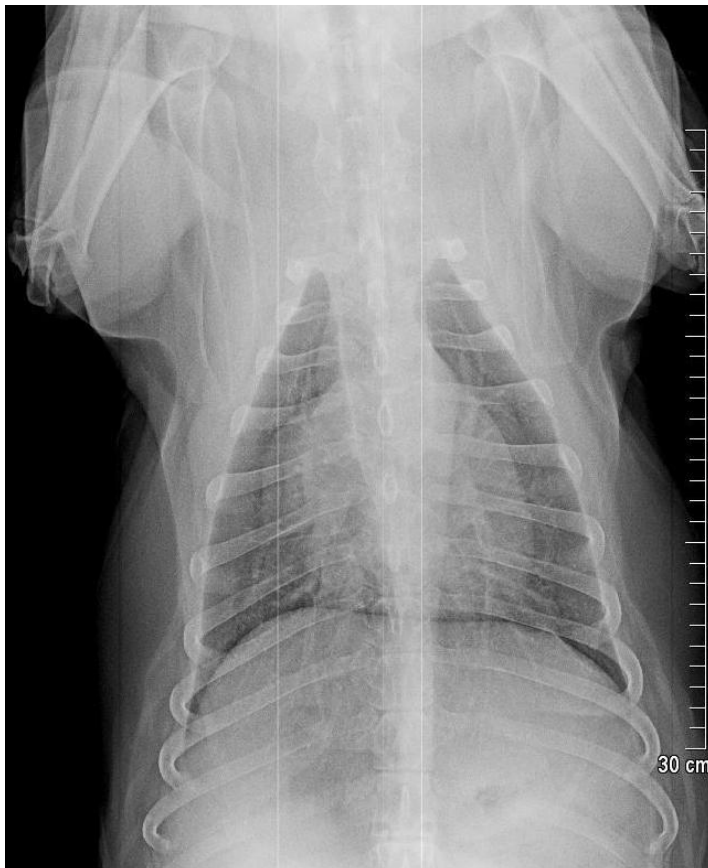
- Pohybová neostrosť



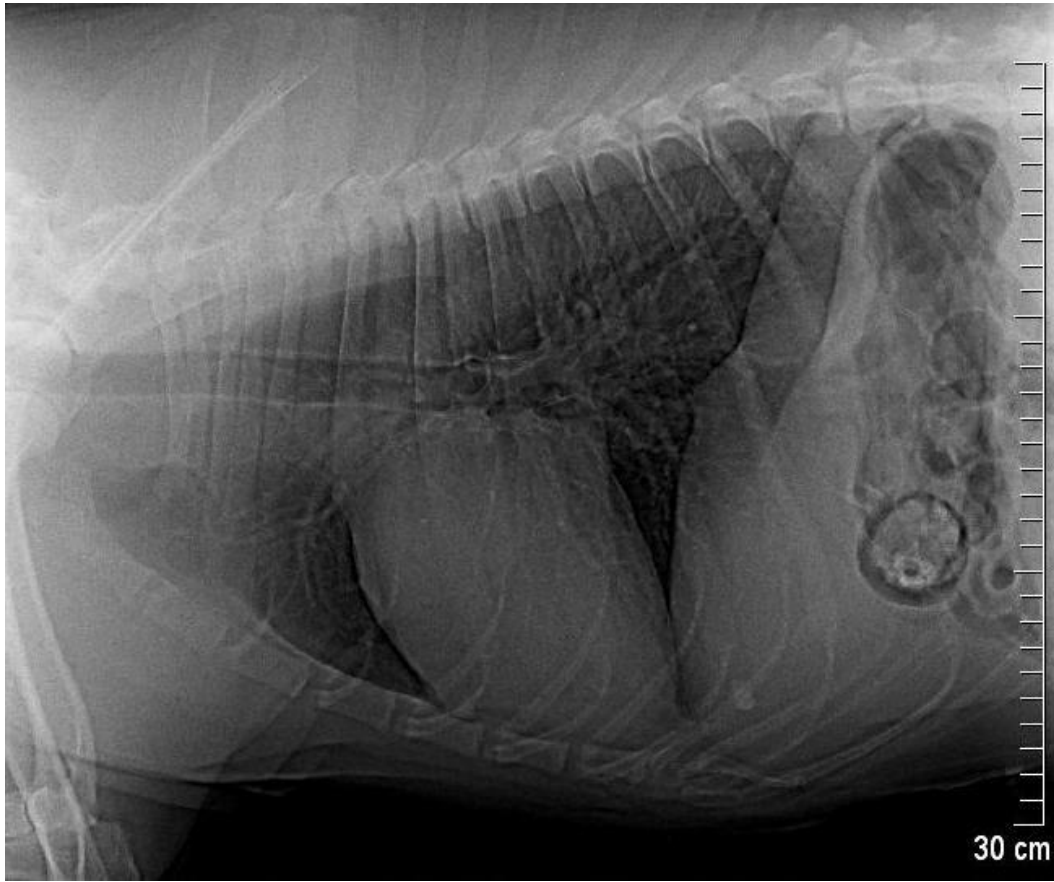
- Postroj



- Chyba v čítačke kaziet



- Quantum mottle (málo mAs)



- Moire artefakt



RTG SKELETU- OBECNE

Rentgenologické vyšetrenie kostí a celého pohybového aparátu má u zvierat veľa podobností, preto v tejto kapitole budeme pojednávať o základných nálezoch na skelete vo všeobecnosti. Špecifické nálezy u psa, mačky a koňa budú riešené v samostatných kapitolách.

Rtg anatómie kosti

Fyziologická opacita kosti je dobre zreteľná na rentgenogramoch, musíme však zvoliť správnu expozíciu, aby sme zaistili penetráciu aj najsilnejších častí kostí a zároveň viditeľnosť jemných trabekulárnych štruktúr. Správna expozícia zaisťuje, že na snímku vidíme štruktúru kosti, ale taktiež aj okolité mäkké tkanivá.

Rentgenologický vzhľad normálnej kosti

1) Detailná štruktúra kosti- nasledujúce rysy:

Kalcifikácia- Rádiodenzita kosti je závislá na jej mineralizácii- málo mineralizované kosti sú menej opaktné, epifýzy a rastové zóny mladých psov sú radiolucenčné.

Tvar, výbežky, kĺbne plochy

Kompakta - je najsilnejšia v diafyzárnej oblasti a zoslabuje sa smerom k obom metafyzárnym koncom

Trabekulárna štruktúra drene kosti – Trabekulárna kosť vyplňuje epifýzy a konce dreňovej dutiny. Na rentgenogramoch sa zobrazuje ako homogénne zatienie s nižšou opacitou

Nutričné otvory, kanály – viditeľné ako radiolucenčné línie, oblasti uprostred diafýzy, nie vždy sú viditeľné, môžu byť zameniteľné za fraktúry

Kosti juvenilných jedincov

U mladších rastúcich zvierat je rozdiel v stupni osifikácie a vizualizácie kostí. Väčšina malých kostí karpu, tarzu a epifýzy dlhých kostí psa a mačky je chrupavčitá. Je veľmi obtiažne posúdiť fraktúry a eventuálnu dislokáciu kostí u šteniat a mačiatok do 3 mesiacov veku.

U koní sú kosti osifikované a vizualizovateľné od narodenia.

Osifikácia epifýz a uzatváranie rastových zón môžu byť variabilné v rozmedzí niekoľkých mesiacov v rámci druhov a plemien, ale aj na úrovni jednotlivcov. Uzavretie rastových zón je neskoršie u Fe(v porovnaní s Ca) a neskoršie u kastovaných jedincov (vplyv estrogénov a testosterónu- u koní využívanie skoršej kastrácie-> vyššie kone)

Na rentgenograme dlhej kosti mladého jedinca môžeme rozlíšiť epifýzy, apofýzy, apofýzo-diafyzárne rastové zóny, metafýzy, diafýzu.

- Epifýza- u šteniat rentgenologicky nezistiteľné, u žriebät tiene založené, ale oválne. Behom prvých mesiacov epifýza získava svoj definitívny tvar.



- Rastové zóny-prejasnenie- radiolucentné línie medzi epifýzou a metafýzou.
- Metafýza- je periférna spravidla mierne rozšírená časť diafýzy ležiaca tesne vedľa rastovej zóny. Zo strany metafýzy je na rentgenograme kosti patrná zóna provizórneho vápenatenia, ktorá sa v procese enchondrálnej osifikácie postupne pretvára na definitívnu kosť. Počas tejto prestavby sa javí tieň metafýzy väčší než v dospelosti a presahuje okraje epifýzy.
- Diafýza- stredná časť kosti, rozlišujeme tieň kompakty a prejasnenie dreňovej dutiny.

Kostný vývoj

- Intramembranóza osifikácia- kosti neurokrania a splanchnokrania, prebieha vo väzivovom tkanive a má svoje základné osifikačné centrum.
- Enchondrálna osifikácia- väčšina kostí skeletu z preformovaných chrupavčitých modelov, typická dlhá kosť sa vyvíja z troch primárnych osifikačných centier: jedného diafyzárneho, dvoch epifyzárnych, mnohé kosti majú sekundárne osifikačné centrá z ktorých sa vyvíjajú apofýzy a výbežky, po uzavretí rastových zón nie je možný rast do dĺžky, rast do šírky prebieha apozíciou pod periostom, kompakta diafýzy je spravidla celá výsledkom subperiostálnej intramembranózne osifikácie.

Juvenilný skelet

Zložky:

Organická 2/3

Anorganická 1/3

Otvorené rastové zóny

Dospelý skelet

Zložky:

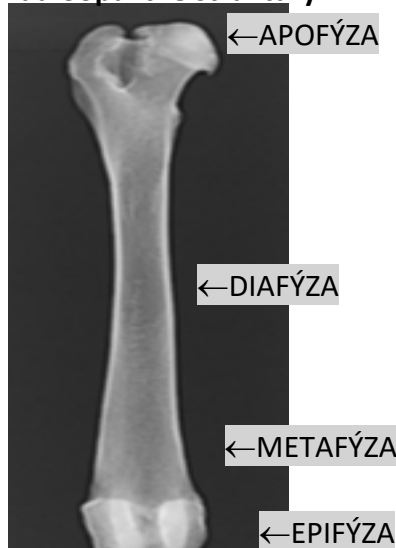
Organická 1/3

Anorganická 2/3

Uzavreté rastové zóny

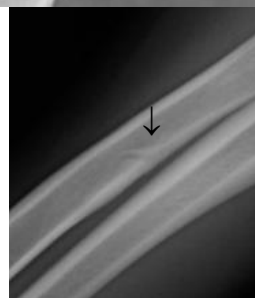
Plne osifikovaný skelet

Radioopaktné štruktúry



Radiolucentné štruktúry (mäkkotkanivová opacita)

- Kĺbna chrupavka
- Rastová chrupavka
- Nutričné otvory



Základy vyšetrenia skeletu

1. Expozícia- obecné ↓kV(do 70) ↑mAs= vysoký kontrast snímku (ale riziko pohybovej neostrosti), súčasné zobrazenie tvrdých aj mäkkých tkanív
2. Správne polohovanie- snaha o minimálnu superpozíciu, sedácia
3. Dve na seba kolmé projekcie
4. Doplnkové projekcie- šikmé, skyline, stresové projekcie, rtg kontralaterálnej kočatiny pre porovnanie)
5. Pri negatívnom náleze opakované vyšetrenie (po 2-4 týždňoch)
6. Kontrastné vyšetrenie (napr. artrografia)

Rentgenologická interpretácia

Posudzujeme

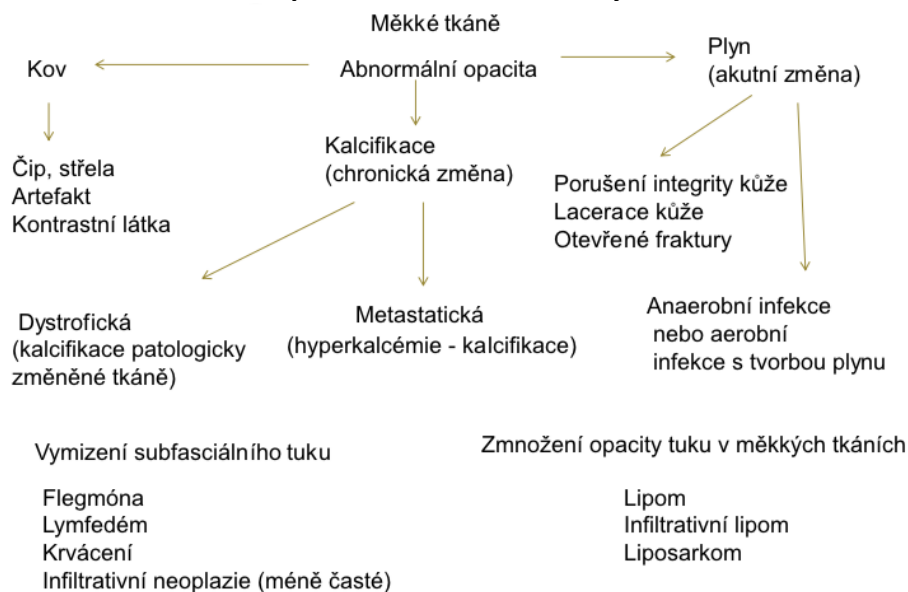
- **Expozíciu**
- **Polohovanie**
- **Mäkké tkanivá** (plyn, kalcifikácie)
- **Kostný podklad**
- **Angulárne deformity**
- **Opacita kosti** (osteolýza, osteoproliferácia)
- **Integrita kosti** (fraktúry)

Kosť môže na patologické inzulty reagovať:

- 1-zvýšením opacity (sklerotické zmeny)
- 2-znížením opacity (osteolýza, osteoporóza)
- 3-periostálnou reakciou

Niektoré zmeny na kostiach sa primárne prejavia na mäkkých tkanivách.

Obecná interpretácia nálezov v mäkkých tkanivách:



Abnormálna opacita v mäkkých tkanivách

Opacita kovu: čip, strela, artefakt, kontrastná látka



- **Mineralizácia v mäkkých tkanivách**

Dystrofická kalcifikácia (ukladanie Ca do predom patologicky zmeneného tkaniva-poraneného, nekrotického, častý nález u koní)

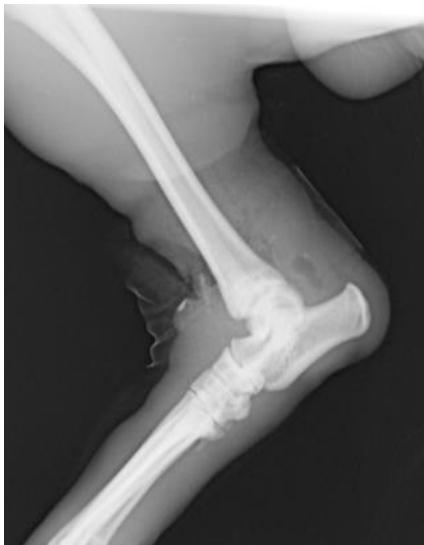
Metastatická kalcifikácia (ukladanie Ca do tkanív pri hyperkalcémii, hypercalciúrii a hyperfosfatémii)

Neoplastická kalcifikácia

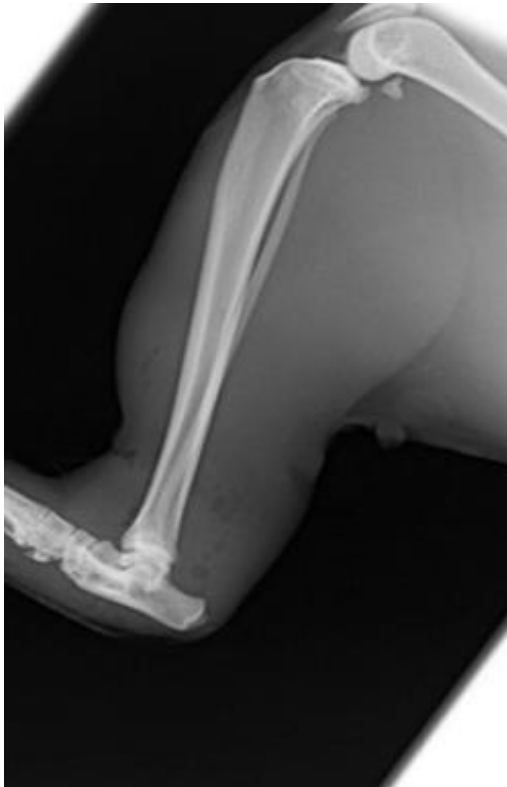


- **Plyn v mäkkých tkanivách**

Akútny proces, porušená integrita kože, shearing injury, kusné poranenia od mačky



- Vymiznutie subfasciálneho tuku



KOSŤ- INTERPRETÁCIA

Kosť je metabolicky aktívne tkanivo

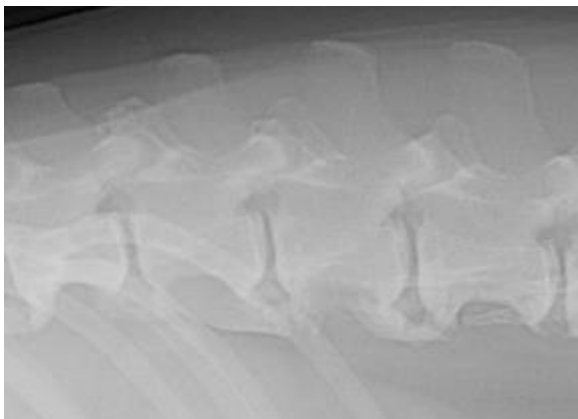
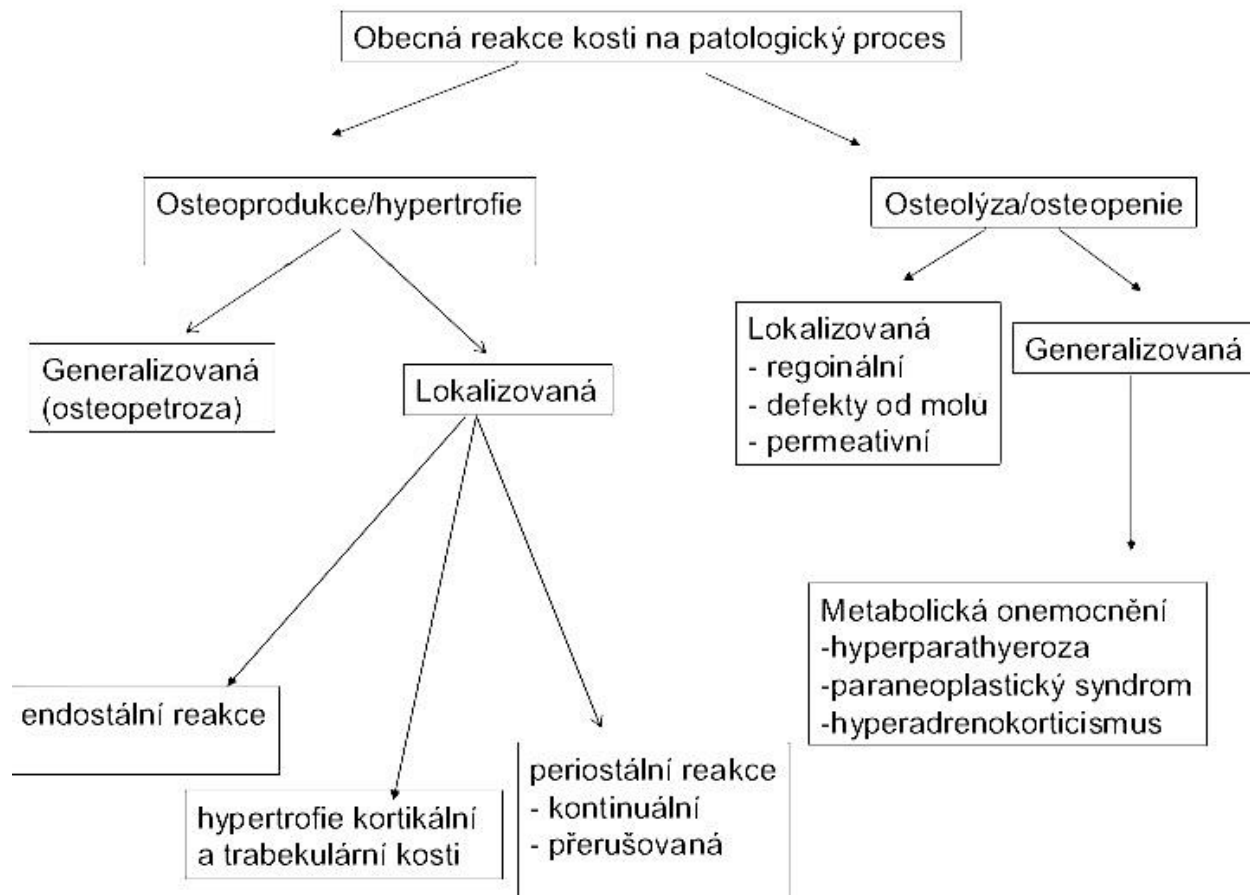
Skladá sa z kortikálnej a trabekulárnej kosti (netabolicky aktívnejšia).

Wolfovo pravidlo

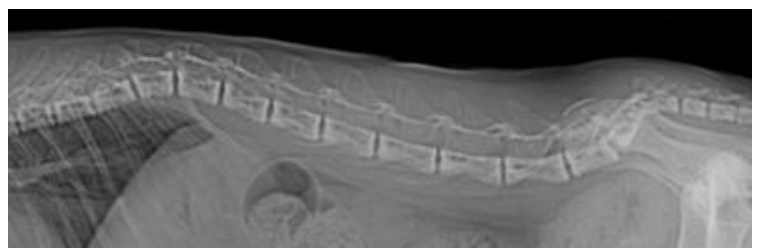
- reakcia kosti na zmenu záťaže- remodelácia kosti

- Osteopénia v mieste zníženej záťaže
- Osteoprodukcia (subchondrálna skleróza) v mieste zvýšenej záťaže





Pri niektorých systémových patologických stavoch môže dôjsť ku **generalizovanej demineralizácii skeletu**. Identifikácia tohto javu môže byť problematická, pretože nemáme možnosť porovnania normálneho a abnormálneho tkaniva.



Obecná reakcia kosti na patologický proces

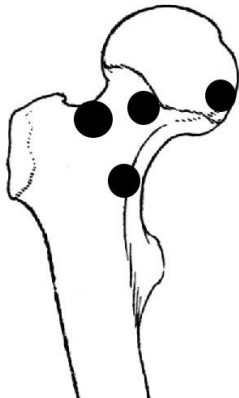
OSTEOLÝZA (regionálna, defekty od molov, permeatívna)

- Radiologická detekcia osteolýza závisí na: stupni demineralizácie, veľkosti ložiska, počtu ložisiek
- Prvé zmeny detekovateľné po cca 7(10) dňoch
- Detekčná schopnosť- kortex 30 %, trabekulárna kosť 50-60 % demineralizácia



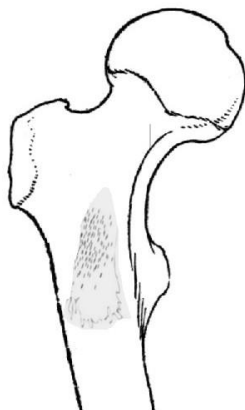
➤ Osteolýza REGIONÁLNA

Veľkosť minimálne 10 mm,
Solitárne ložisko, sklerotický lem oddeľujúci zdravé a choré tkanivo
Bez deštrukcie kortikálnej kosti alebo tvorba neokortexu
Neagresívna, pomaly rastúca
Např. kostné cysty
(!pomaly rastúce neoplazie)



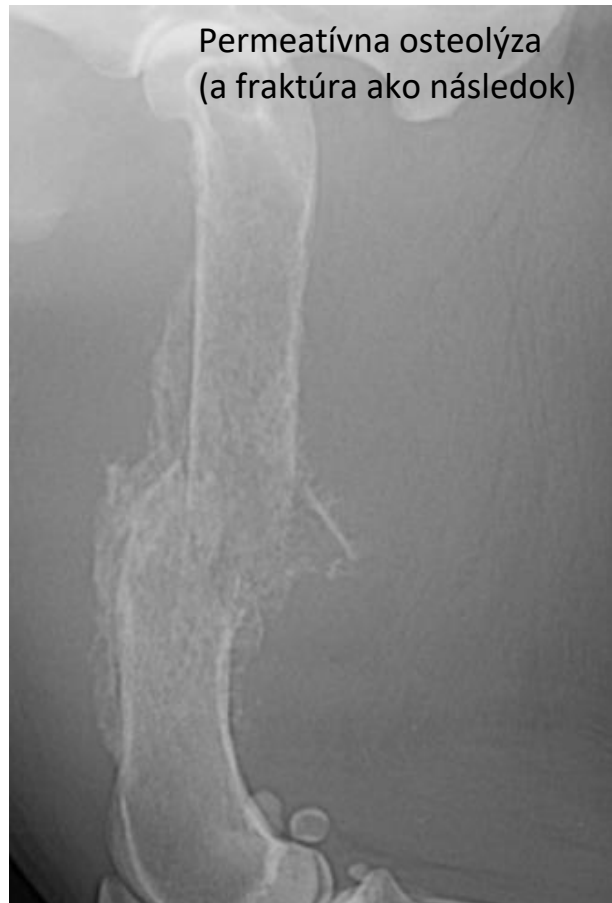
➤ Osteolýza „DEFEKTY OD MOLOV“

Veľkosť cca 3 mm,
Multipné ložiská, bez sklerotického lemu, mono/polyostotická,
Deštrukcia kortikálnej kosti
Agresívna, Metastázy, Neoplazia
(multipný myelom, histiocytárny sarkom, osteomyelitída)



➤ Osteolýza PERMEATÍVNA

Veľkosť cca 1mm,
Multipné splývajúce ložiská
Deštrukcia kortikálnej kosti, široká prechodová zóna medzi zdravým a chorým tkanivom
Agresívne lézie, Metastázy, Neoplazie, osteomyelitída



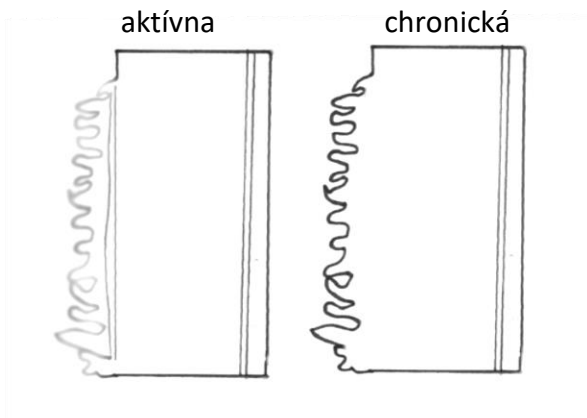
OSTEOPRODUKTÍVNE ZMENY

-periostálna reakcia detekovateľná za 7-10(14)dní
-nešpecifický príznak- obecná reakcia na podráždenie periostu, neoplázie, osteomyelitídy
-Rozdeľujeme ju:

- Kontinuálna (paralelná s kortikálnou kosťou)
Menej agresívna
solídna, lamelárna, palisádovitá
- Prerušovaná (kolmá na kortikálnu kosť)
Vysoko agresívna
spikulárna, paprscitá, amorfná

Aktívna periostálna reakcia nemá jasne ohraničený kraj, nie je vyplnená.

Chronické (staršie, dlhšie trvajúce) reakcie sú opaktnejšie, majú jasné okraje, vyplnené.

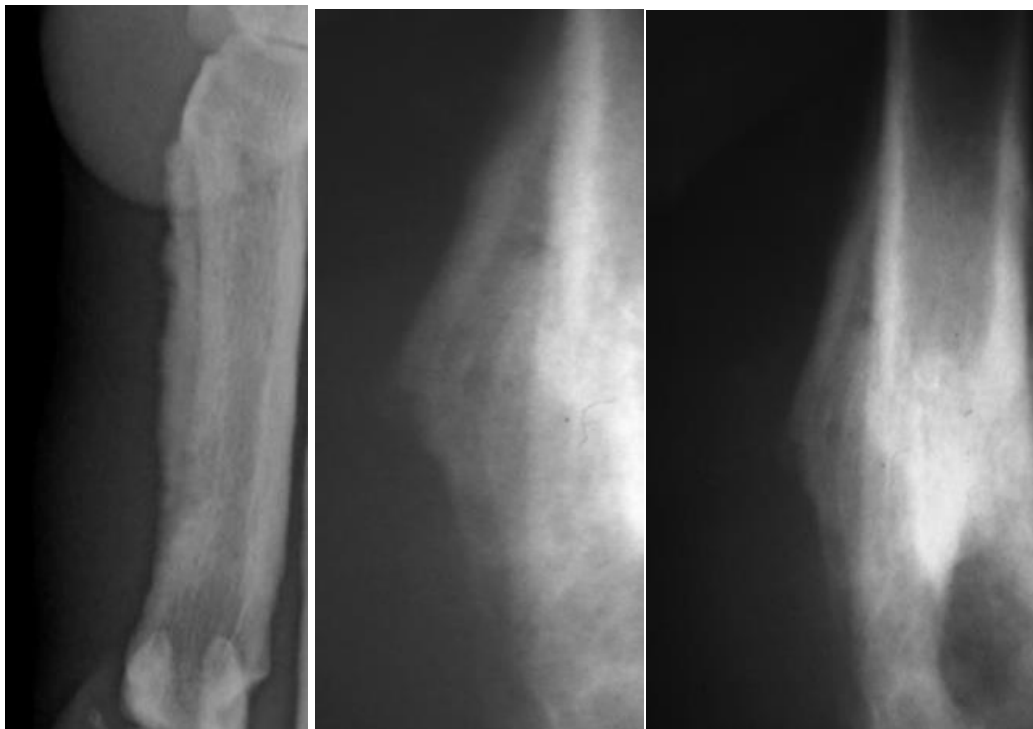
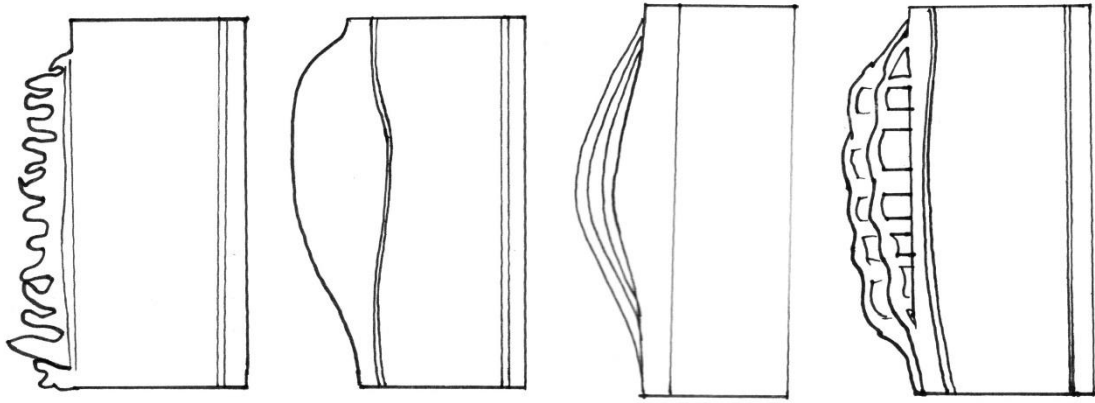


aktívna

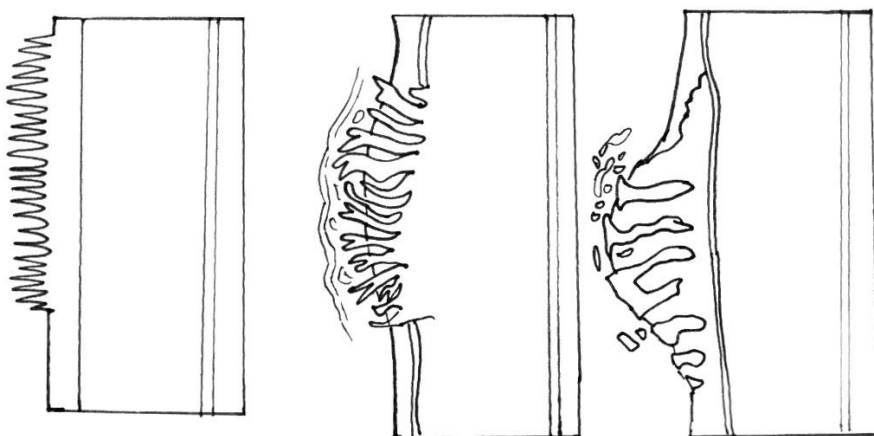
chronická-staršia

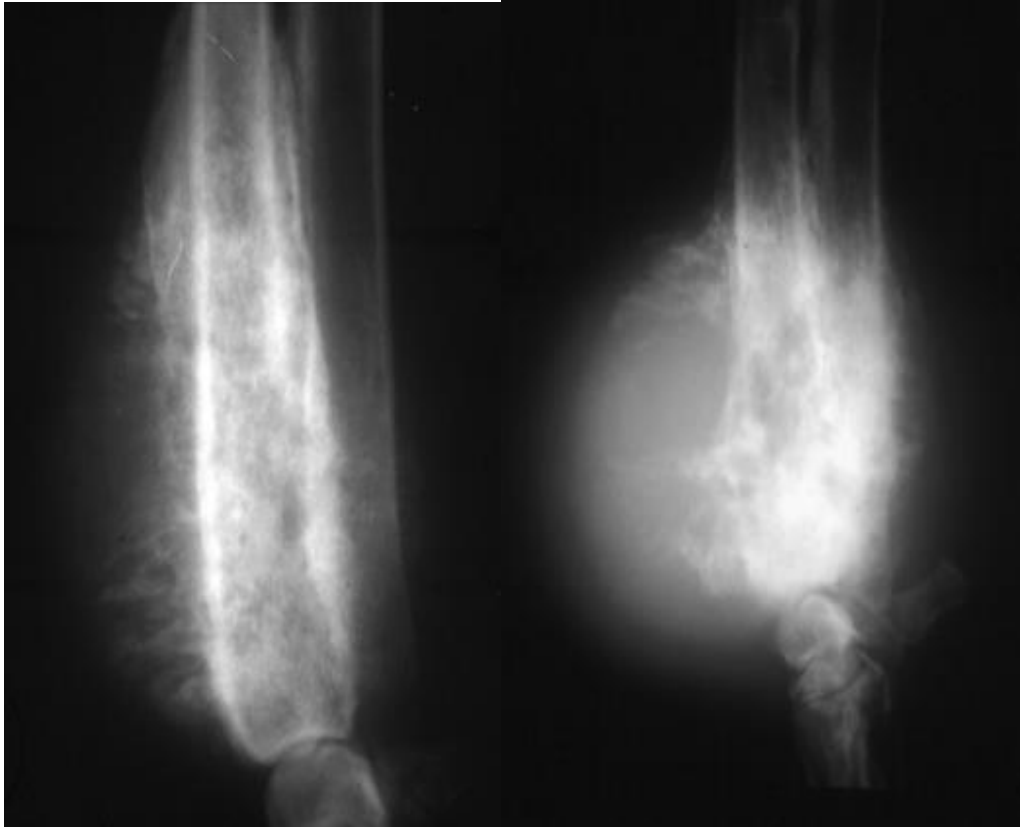


Kontinuálne periostálne reakcie



Prerušované periostálne reakcie





Diferenciálna diagnostika periostálnych reakcií

- Primárne neoplazie
- Bakteriálne osteomyelitídy
- Mykotické osteomyelitídy
- Chronické dráždenie periostu
- Alterácia krvenia periostu

Agresívne kostné lézie

- zle ohraničené
- široká prechodová zóna (medzi abnormálnym a normálnym kostným tkanivom)
- deštrukcia kortexu
- prerušovaná periostálna reakcia
- chýba sklerotický lem oddeľujúci zdravé tkanivo od postihnutého
- výrazné zmeny po opakovanom vyšetrení

Neagresívne kostné lézie

- dobre definované ohraničenie a krátka prechodová zóna, sklerotický lem
- žiadna alebo geografický typ deštrukcie kosti
- neporušený kortex
- solídna, hladká periostálna reakcia
- bez výraznej progresie pri opakovaných vyšetreniach

Primárne kostné neoplázie

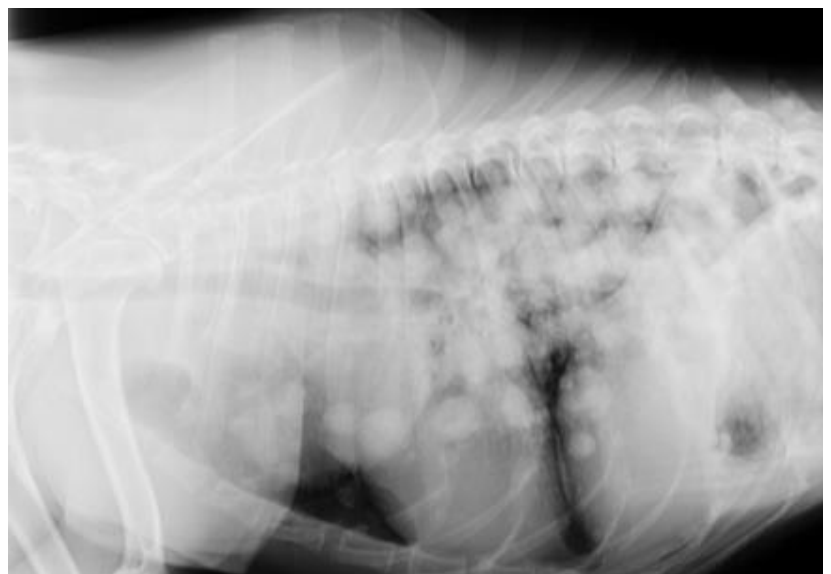
Osteosarkom

- Vysoká variabilita rtg nálezu, rtg nešpecifické príznaky ale vysoko suspektné
- Veľké a obrie plemená psov
- Typické: monoostotické lézie, metafýzy dlhých kostí, osteoproliferatívne/osteolytické
- **Obvykle neprechádzajú kĺbnou štrbinou**



Pľúcne pole- metastázy

Pri podozrivom náleze na kostiach a suspektnej diagnóze osteosarkomu by sme vždy mali prehliadnúť pľúcne pole kvôli častému výskytu metastáz- minimálne 3 projekcie (LL,DV,VD), Detekcia metastáz od 0,5 cm na dependentnej strane



Fibrosarkom

Chondrosarkom

- Lokalizácia na plochých kostiach (lopatka, panva, lebka, rebrá)



OSTEOMYELITÍDA (osteomyelitis, infekčný zápal kosti)

1. Bakteriálna osteomyelitída- obvykle sekundárne pri otvorených ranách (v mieste vpichu, pri otvorenej zlomenine, penetrujúce poranenie, kusné poranenie, pri operatívnom vyšetrení, iatrogénna kontaminácia-implantáty)

-periostálna reakcia (hladká, prerušovaná),

-lýza kosti v okolí implantátu (NIE halo artefakt)

-len zriedka v priebehu bakterémie (endokarditída, neonatálna umbilikálna infekcia)

-sprevádzané horečnatými, leukocytóznymi stavmi

-končatina je edematická, bolestivá, odtláčenie subfasciálneho tuku

-vznik fistúl



2. Mykotická osteomyelitída- regionálny geografický výskyt (endemické oblasti mimo strednú Európu)

- Blastomyces, Coccidiomyces, Histoplasmosis
- periostálna reakcia, osteolýza (defekty od molov, permeatívna)
- zhrubnutie mäkkých tkanív
- často polyostotické (na rozdiel od osteosarkomu)
- prechod cez kĺbnu plochu** (na rozdiel od osteosarkomu)
- lymfadenopatie
- kalcifikácia v lymfatických uzlinách
- môže byť spojená s celkovým ochorením (pneumónia)

Mykotická osteomyelitída vs. Osteosarkom



Nešpecifické nálezy na radiologickom snímku
apikálnej časti prstov

DDg: osteomyelitída, neoplázia (spinocelulárny karcinóm, melanóm), epidermoidná cysta, Fe-karcinóm pľúc s metastázami do oblasti drákových lôžok



▪ **Hypertrofická osteopatia**

- palisádovitá periostálna reakcia na diafýzach
- distálne na metakarpe, metatarsu
- primárna patológia väčšinou v hrudníku (malignity)
- pri palpačnom náleze tuhých lézií na predlaktí by sme mali vždy zrentgenovať a skontrolovať aj hrudník



- predispozícia Nemecký ovčiak

▪ **Panostitída**

- Mladí rastúci jedinci veľkých a obrích plemien (5-18 mesiacov)
- intermitentné krívanie, bolestivosť na tlak
- často polyostotické, diafýzy dlhých kostí (femur, tibia, humerus, radius, ulna)
- **zvýšená opacita dreňovej dutiny**, zvýšenie obláčikovitej rádioopacity
- difúzne-zastrené rozhranie medula/kortex
- lézia obvykle najvýraznejšia v blízkosti nutričných otvorov
- hladká periostálna reakcia (v chronickom štádiu)



▪ **Hypertrofická osteodystrofia (HOD)**

- rastúce psy veľkých a obrích plemien (4-5 mesiacov)
- dieteticky podmienené prekrmovaním a imbalanciou vápniku a fosforu
- bilaterálne symetrické- rtg nález na metafýzach dlhých kostí (antebrachium, bérec) sú bolestivé, zväčšené
- radiolucenčná línia v metafýze s okolnou sklerotickou zónou „sendvič“**
- najzreteľnejšie na kosti vretennej a laketnej
- periostálna reakcia v chronických štádiách (hladká aj nepravidelná periostálna reakcia ktorá sa môže rozšíriť na celú diafýzu)

DDg: metafyzárna osteomyelitída



▪ Retencia rastovej chrupavky ulny

- psy okolo 4 mes. veku
- radiolucenčný konus v distálnej metafýze ulny (plameň sviečky)
- často doprevádza HOD, môže sa jednať o klinicky nevýznamný náhodný nález
- dočasná/trvalá retencia enchondrálnej rastovej chrupavky v metafýze kosti laketnej, rastová zóna normálna, spravidla bilaterálne a symetrické



▪ Cut-back zóna

- Normálny nález u juvenilných jedincov hlavne veľkých a obrích plemien psov
- Neostro ohraničená metafýza kvôli vysokej osteoklastickej aktivite v mieste zužovania metafýzy na diafýzu



Klasifikácia zlomenín

- otvorené (plyn v mäkkých tkanivách) x uzavreté
- kompletné x nekompletné
- jednolomné x viaclomné (kominutívne (stretnú sa v jednom mieste), segmentárne)
- dislokované x nedislokované (kompresné)
- traumatické x Patologické

podľa lokalizácie:

- diafyzárne, metafyzárne, epifyzárne (intraartikulárne)
- avulzné, interkondylárne, chip, slab
- v rastových zónach Salter Harris

FRAKTÚRY SKELETU

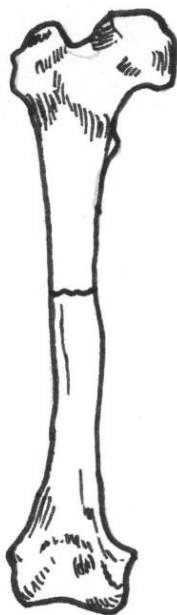
Juvenilní jedinci

- fraktúry v rastových zónach (Salter-Harris)
- nekompletné fraktúry (silný elastický periost)
- patologické fraktúry (nutričná hyperparathyreóza „paper bone disease“)-kompletné fraktúry

Dospelí jedinci

- kompletné fraktúry
- patologické fraktúry (neoplazie, sekundárna renálna hyperparathyreóza, paraneoplastický syndróm)

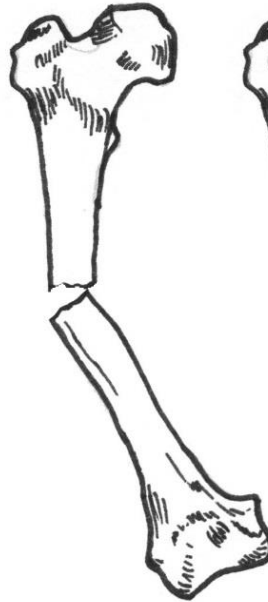
Dislokácie



nedislokované



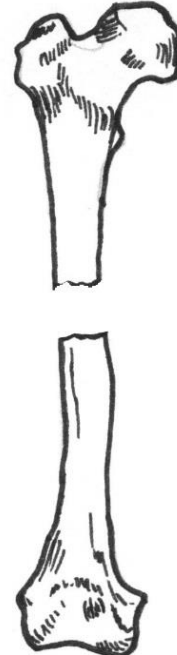
Ad latus



Ad axim



Cum contractione ad longitudinem



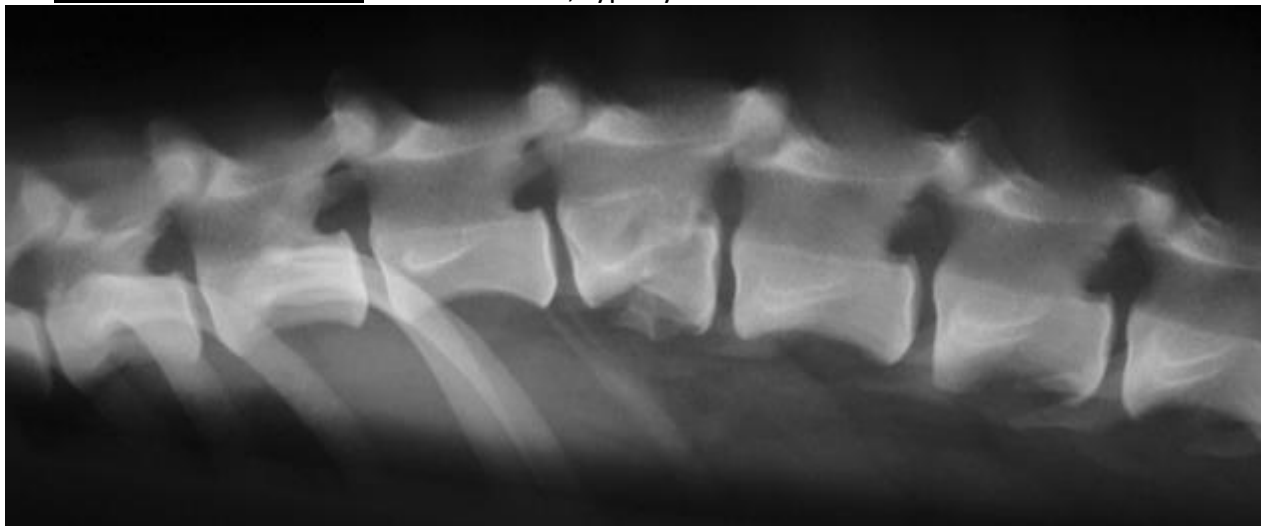
Cum distractione ad longitudinem



- FRAKTÚRY PANVY – takmer pravidelne viacčtetné (3) alebo spojené s luxáciou iliosakrálneho spojenia



- KOMPRESNÉ FRAKTURY- skrátenie kosti, typicky stavec



- INTERKONDYLÁRNA fraktúra



- CHIP
malý kostný fragment, postihuje kĺbnu plochu, častejšie u koní, E: trauma, hyperextenzia



- Patologické fraktúry
primárny patologický proces oslabuje kosť, fraktúra vzniká sekundárne pri normálnom pohybe alebo vplyvom minimálnej traumy



Fraktúry u juvenilných jedincov

- Fraktúry v rastových zónach
- Avulzné fraktúry
- Nekompletné fraktúry
- Patologické fraktúry (nutričná hyperparathyreóza)

Fraktúry v rastovej zóne- Salter-Harris

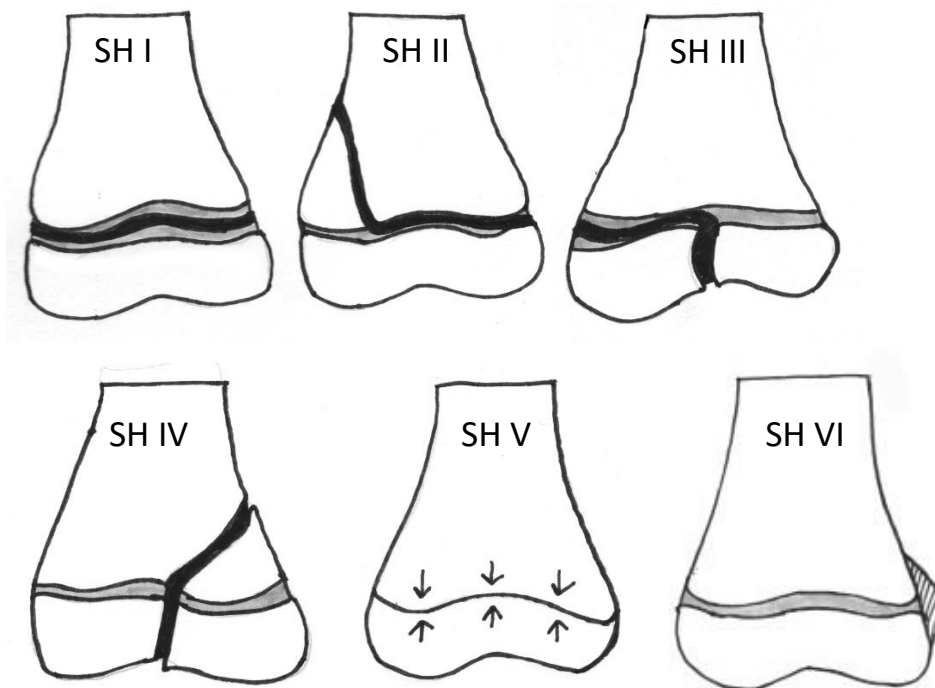
Klasifikácia len u rastúcich jedincov

Riziko predčasného uzatvorenia rastových zón vzrastá s číslom

I-minimálne

II,III,IV- rastúce riziko

V,VI- vždy uzáver rastovej zóny (rooznateľné s časovým oneskorením)



▪ SH I





- SH II



- SH III



- SH IV





- SH V

poškodenie germinatívnej vrstvy rastovej chrupavky

typicky distálna rastová zóna ulny

kontrolné rtg v 7 denných intervaloch, porovnanie s kontralaterálnou končatinou

antebrachium-angulárne deformity



- SH typ VI
veľmi vzácne, premošujúci svalek,
vždy angulárna deformita



- **Avulzná fraktúra (u juvenilných jedincov)**
 - avulzia apofýz, na mieste úponu šliach a väzov (spojenie väz-kosť je pevnejšie než kosť a chrupavka rastovej zóny)
 - vhodné porovnanie s kontralaterálnou končatinou, nezamieňať s fyziologickým nálezom (avulzná fraktúra tuberositas tibiae)



- **Nedislokované zlomeniny**



- **Patologické fraktúry**



▪ **Sekundárne hojenie fraktúr**

1.týždeň- okraje fragmentov sa začínajú zaoblovať, resorbcia nekrotickej kosti, vaskularizácia

3.týždeň- periostálny, endostálny, interkortikálny svalek

4.týždeň-hladký svalok, počiatok premostovania línie lomu

Po 4.týždni-obliterovaná línia lomu opacita svalku dosahuje opacity kosti

Po 12.týždni-remodelácia svalku

Hojenie fraktúr ovplyvné typom fraktúry a lokalizáciou

Komplikácie hojenia fraktúry

-oneskorené hojenie fraktúry

-hypertrofický svalek

-malunie-hojenie v dislokácii

-nonunie-hypertrofická/atrofická

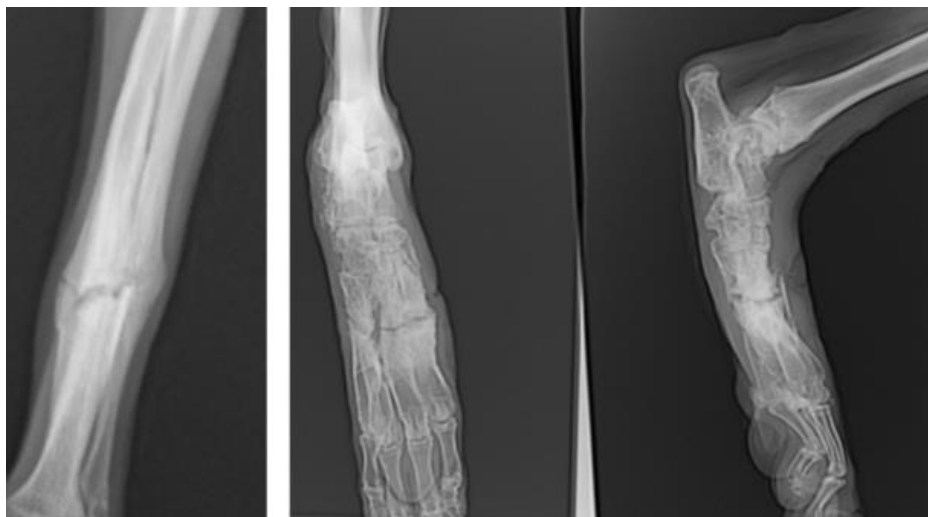


Malúnia

Kosť zrastená v dislokácii



Nonúnia
 Atrofická
 nonúnia
 Absencia
 tvorby
 kostného



Nonúnia
 Nespojenie
 fraktúry
 Hypertrofická
 nonúnie
 Hypertrofický
 svalek
 Uzavrenie
 dreňovej dutiny



Kostný sekvester

Ostrý sklerotický fragment kosti
 Ischemické kostné tkanivo
 Častý následok infekcie
 Radiolucenčný lem-nekrotické kostné tkanivo
 Sklerotický lem involkrum, drenážny trakt,
 kloaka

Často komplikuje hojenie rán, pri zle hojacich sa ranách by sme vždy cca po 10 dňoch a viac mali skontrolovať či sa pod ranou nenachádza sekvester.



Degeneratívne kĺbne ochorenie

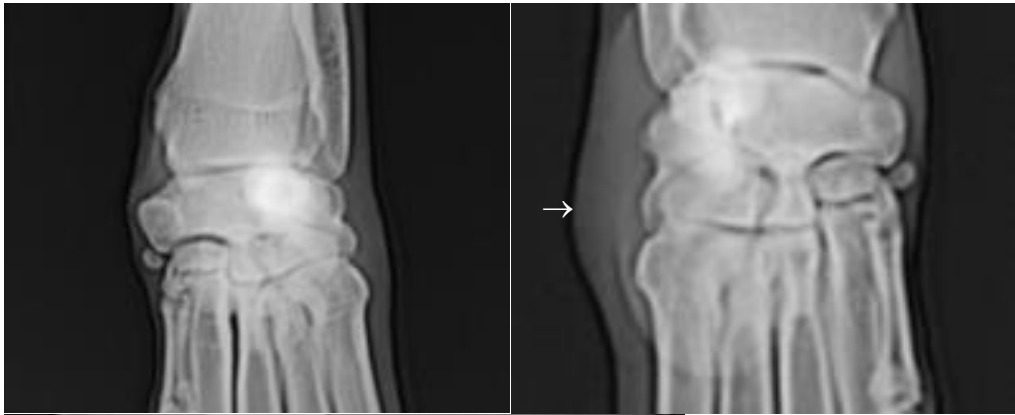
1. Kĺbna efúzia, naplnenie kĺbneho puzdra
2. Periartikulárne osteofyty
3. Entezyofyty
4. Erózie subchondrálnej kosti
5. Mineralizované kĺbne telieska
6. Subchondrálna skleróza
7. Subchondrálne cysty
8. Zúženie kĺbnej štrbiny

Posúdenie kĺbnej efúzie

Podmienka: - dostatok perikĺbneho tuku (niektoré proximálne kĺby)

- Absencia veľkého množstva mäkkého tkaniva (distálne kĺby)





Obťažne hodnotiteľná kĺbna efúzia v miestach s nedostatkom perikĺbneho tuku- A. cubiti



Obťažne hodnotiteľná kĺbna efúzia v miestach s nedostatkom perikĺbneho tuku- A. coxae





Erózia subchondrálnej kosti

-septická artritída, hemartróza, erozívna artritída, neoplazia (napr. synoviálny sarkom, myxom)

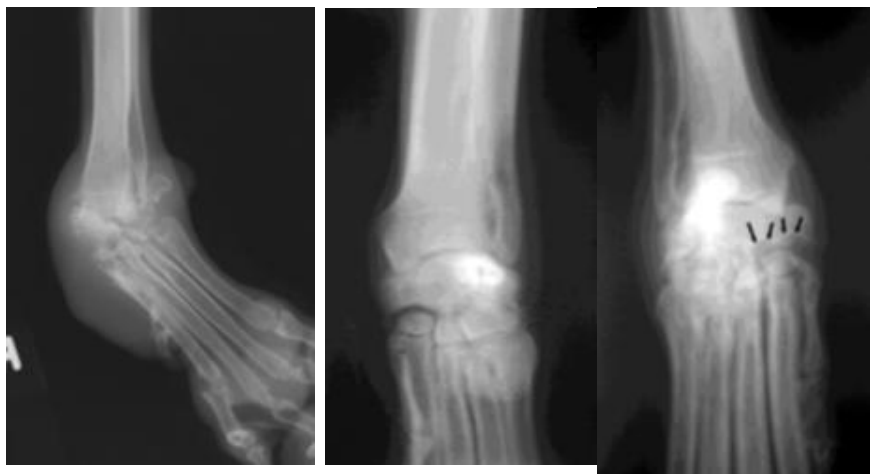
- **Septická artritída-osteolýza**

Prvým príznakom je kĺbna efúzia
Neskorý príznak- lýza kostného podkladu



- **Erozívna artritída**

Často bilaterálne
symetrická
1.fáza-klbna efúzia
2.fáza- erózia
subchondrálnej
kosti(lýza)
3.fáza-kolaps klbnej
štrbiny



- **Osteolýza klbu (synoviálny sarkóm)**

Synoviálny sarkóm
Synoviálny myxóm
Histiocytárny sarkóm a iné

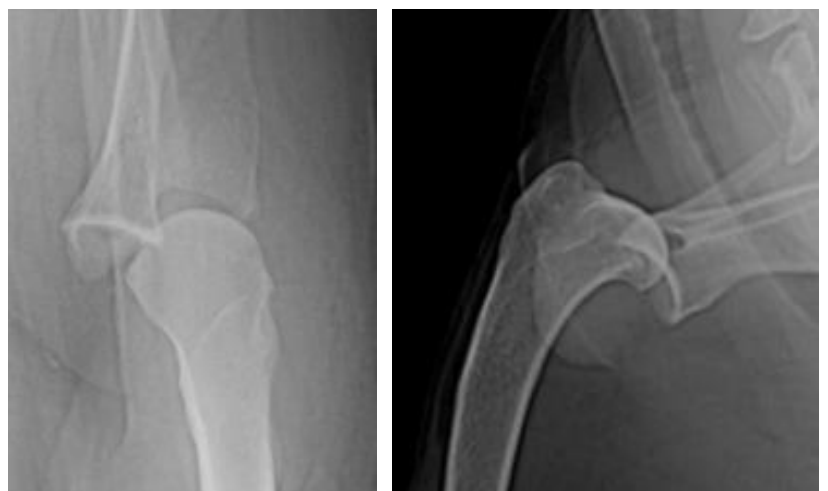
Rtg: intraartikulárne zrnčenie
mäkkého tkaniva
Lýza kostného podkladu v mieste
úponu klbneho puzdra.



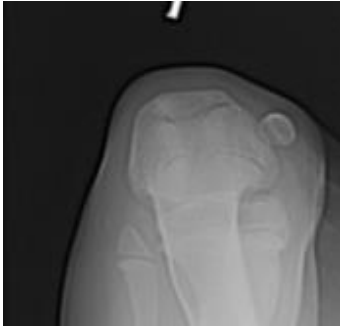
- **Luxácie**

- Traumatické

Klbne plochy sú
vyvinuté



- Kongenitálne
Hypoplazia epifýz, inkongruita kĺbných plôch



ZDROJE

Knížné zdroje:

- [1] PENNING D., D' ANJOU M. – A. : Atlas of Small Animal Ultrasonography. 2. vyd. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2015. 584 s. ISBN 978-1-118-35998-1
 - [2] Prednášky z predmetu Zobrazovacia diagnostika
 - [3] Prezentácie na cvičenia z predmetu Zobrazovacia diagnostika
 - [4] THRALL D. E. : Textbook of Veterinary Diagnostik Radiology. 7.vyd. Missouri: Elsevier Saunders, 2018. 847s. ISBN 978-1-4557-0364-7
 - [5] THRALL D. E. : Textbook of Veterinary Diagnostik Radiology. 6.vyd. Missouri: Elsevier Saunders, 2013. 986s. ISBN 978-0-323-48247-9
 - [6] THRALL D. E., ROBERTSON I. D. : Atlas of Normal Radiographic Anatomy and Anatomic Variants in the Dog and Cat. 1.vyd. Missouri: Elsevier Saunders, 2011. 214s. ISBN 978-1-4557-0364-7
 - [7] Radiography in Veterinary Technology (Lisa M. Iavin)
 - [8] DENNIS R. , Handbook of Small Animal Radiology and Ultrasound: Techniques and Differential Diagnoses, 2. vyd. China: Elsevier Limited, 2010. 370s. ISBN 978-0-7020-2894-6
 - [9] Hlava- vyukové materiály, poskytnuté oddelením Zobrazovacej diagnostiky KPMZ
 - [10] Pater- vyukové materiály, poskytnuté oddelením Zobrazovacej diagnostiky KPMZ
-

- [24] Butler, J. A., Dyson, S. J., Kold, S. E., & Poulos, P. W. (2017). *Clinical radiology of the horse*. Estados Unidos: John Wiley&Sons.
- [25] Clayton, H. M., Flood, P. F., Rosenstein, D. S., & Mandeville, D. (2015). *Clinical anatomy of the horse*. Edinburgh: Mosby Elsevier.
- [26] Kidd, J. A., Lu, K. G., & Frazer, M. L. (2015). *Atlas of equine ultrasonography*. Chichester: Wiley Blackwell.
- [27] Reef, V. B. (2016). *Equine diagnostic ultrasound*. Place of publication not identified: Elsevier Saunders.
- [28] Seidl, Z. (2012). *Radiologie pro studium i praxi*. Praha: Grada.
- [29] Weaver, M., & Barakzai, S. (2010). *Handbook of equine radiography*. Edinburgh: Saunders/Elsevier.
- [30] Freeman S *Ultrasonography of the equine abdomen: techniques and normal findings, In Practice 2002;24:204-211.*
- [31] Žert, Z. (1996) *Klinická rentgenologie*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita.
- [32] Tuma, S. (2007). *Konvenční radiologie*. České Budějovice. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně- sociální fakulta.
- [33] Černý, H. (2004) *Veterinární anatomie: pro studium a praxi*. 2. vyd. Brno: Noviko
- [34] Najbrt, R. (1973). *Veterinární anatomie: učebnice pro vysoké školy veterinární*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.
- [35] König, H.E., Liebich, H.G. (2003) *Anatomie domácích savců 1,2*. Hajko & Hajková.
- [36] Zborník zo semináru Rentgenologie u koní v praxi, Blansko, 2018
- [37] Zborník z kongresu GEVA, Berlín, 2018

Obrázky

- [11] http://www.oskole.sk/images/postupne_vlnenie_priecne_pozdlzne.jpg
 - [12] <http://www.tamingthesru.com/physics/>
 - [13] <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/186-zakladni-deleni-zvuku>
 - [14] <http://dogar.info/ec09c9/female-dog-abdominal-anatomy>
 - [15] <https://veteriankey.com/peritoneum-and-retroperitoneum/>
 - [16] <https://www.youtube.com/watch?v=ip3kd6sErW4>
 - [17] <https://study.com/academy/lesson/doppler-shift-definition-formulas.html>
 - [18] <https://radiologykey.com/physical-principles-of-doppler-ultrasound/>
 - [19] <https://www.slideshare.net/drpramodkrishnan/ct-basics>
 - [20] <https://www.youtube.com/watch?v=FrUyxlxwLjE>
 - [21] <https://i.ytimg.com/vi/fw2pjDUEcbc/maxresdefault.jpg>
 - [22] <https://www.reklama-centrum.cz/golfove-tee>
 - [23] <https://www.healthcare.siemens.com/magnetic-resonance-imaging/0-35-to-1-5t-mri-scanner/magnetom-c>
-

- [39] <https://www.semanticscholar.org/paper/Update-on-bacterial-pneumonia-in-the-foal-and-Reuss-Cohen/41005525b5c33cd98e03314748f7342799003114>
- [40] <http://www.miatechaust.com.au/products/veterinary/equine/equine-dr-imaging-gallery/>
- [41] <https://inpractice.bmj.com/content/38/8/399>
- [42] <https://www.acvr.org/case/2007-radiology-exam-musculoskeletal-case-2>
- [43] <https://www.imv-imaging.co.uk/veterinary-learning/equine-learning/distal-limb/equine-case-study-6-yo-american-quarter-horse-with-lameness/>
- [45] <https://veteriankey.com/the-equine-thorax/>
- [46] <https://www.acvr.org/presentations/>

Za poskytnutie fotiek produktov ďakujeme spoločnosti AtomVet.cz