

Přednášky z lékařské přístrojové techniky

Masarykova univerzita v Brně - Biofyzikální centrum

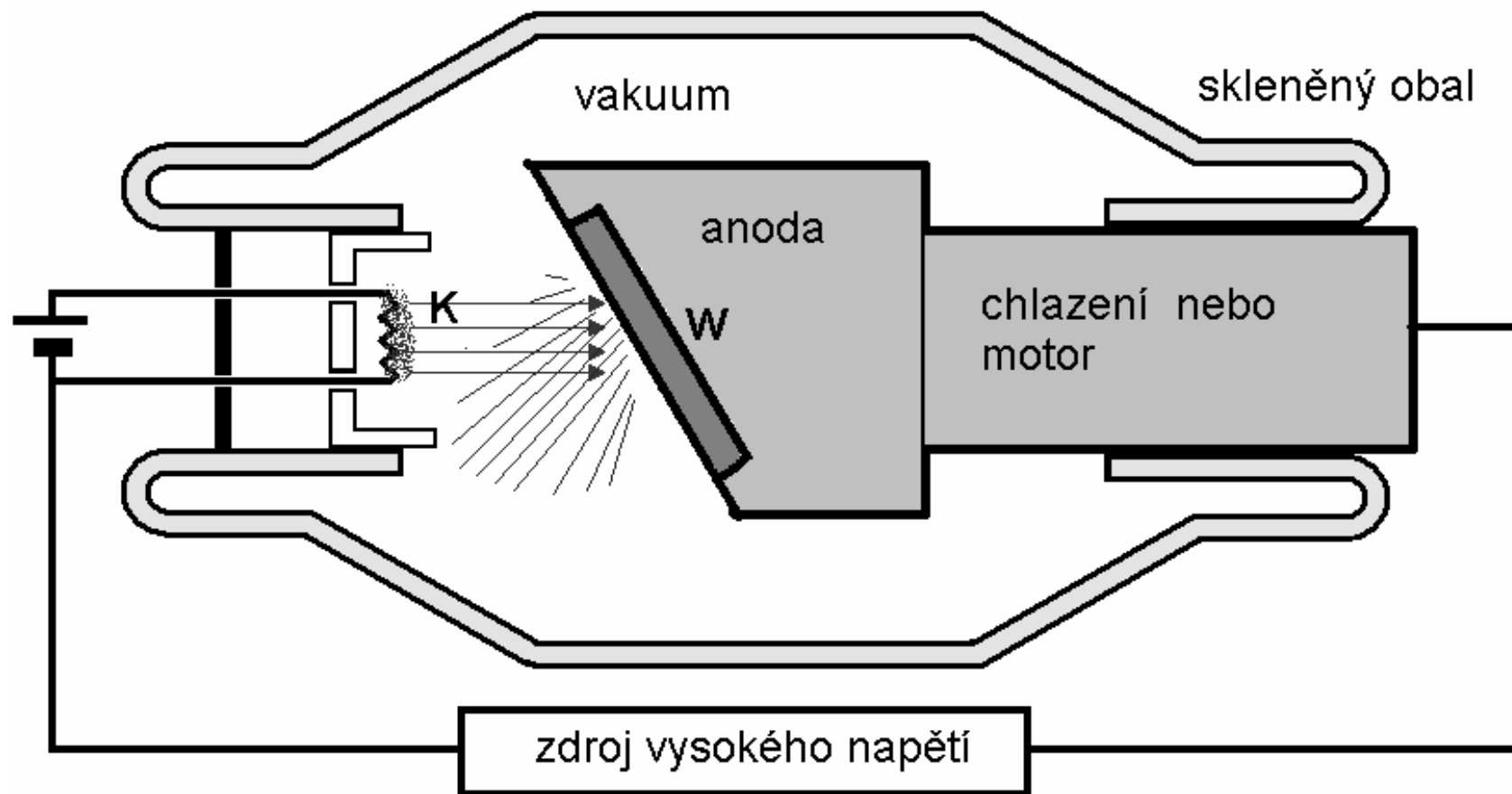


Wilhelm
Conrad
Roentgen
1845 - 1923



**Klasické metody rentgenové
diagnostiky**

Rentgenka – Coolidgeova trubice



Schématický řez rentgenkou. K - žhavené vlákno katody, W - wolframová destička.

Vznik rentgenového záření

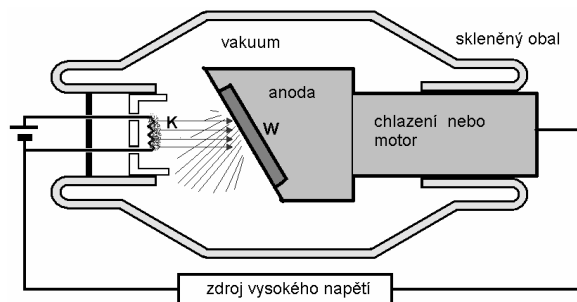
- Elektron s elektrickým nábojem e ($1,602 \cdot 10^{-19}$ C) má v elektrostatickém poli s potenciálovým rozdílem (napětím) U potenciální energii E_p :

$$E_p = U \cdot e$$

- V okamžiku těsně před dopadem elektronu na anodu je jeho potenciální energie E_p přeměněna v kinetickou energii E_K . Pak:

$$E_p = E_K = U \cdot e = \frac{1}{2} m v^2,$$

- kde v je rychlost elektronu a m jeho hmotnost. Proto je rychlost elektronu dopadajícího na anodu:



$$v = \sqrt{\frac{2U \cdot e}{m}}$$

Vznik rentgenového záření

- Jestliže se veškerá kinetická energie elektronu přemění po dopadu na anodu v energii fotonu rtg záření, maximální energie tohoto fotonu může dosahovat hodnoty:

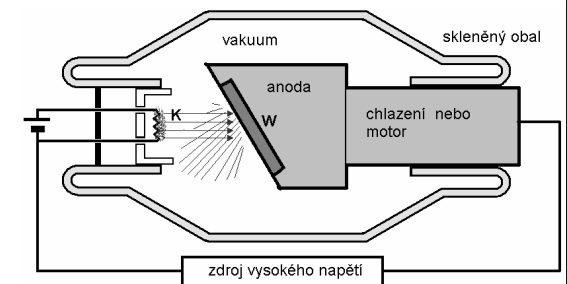
$$E = h \cdot f = U \cdot e$$

- Energie emitovaných fotonů rtg záření je přímo úměrná napětí U mezi anodou a katodou. Pro nejkratší možnou vlnovou délku fotonu λ_{min} platí:

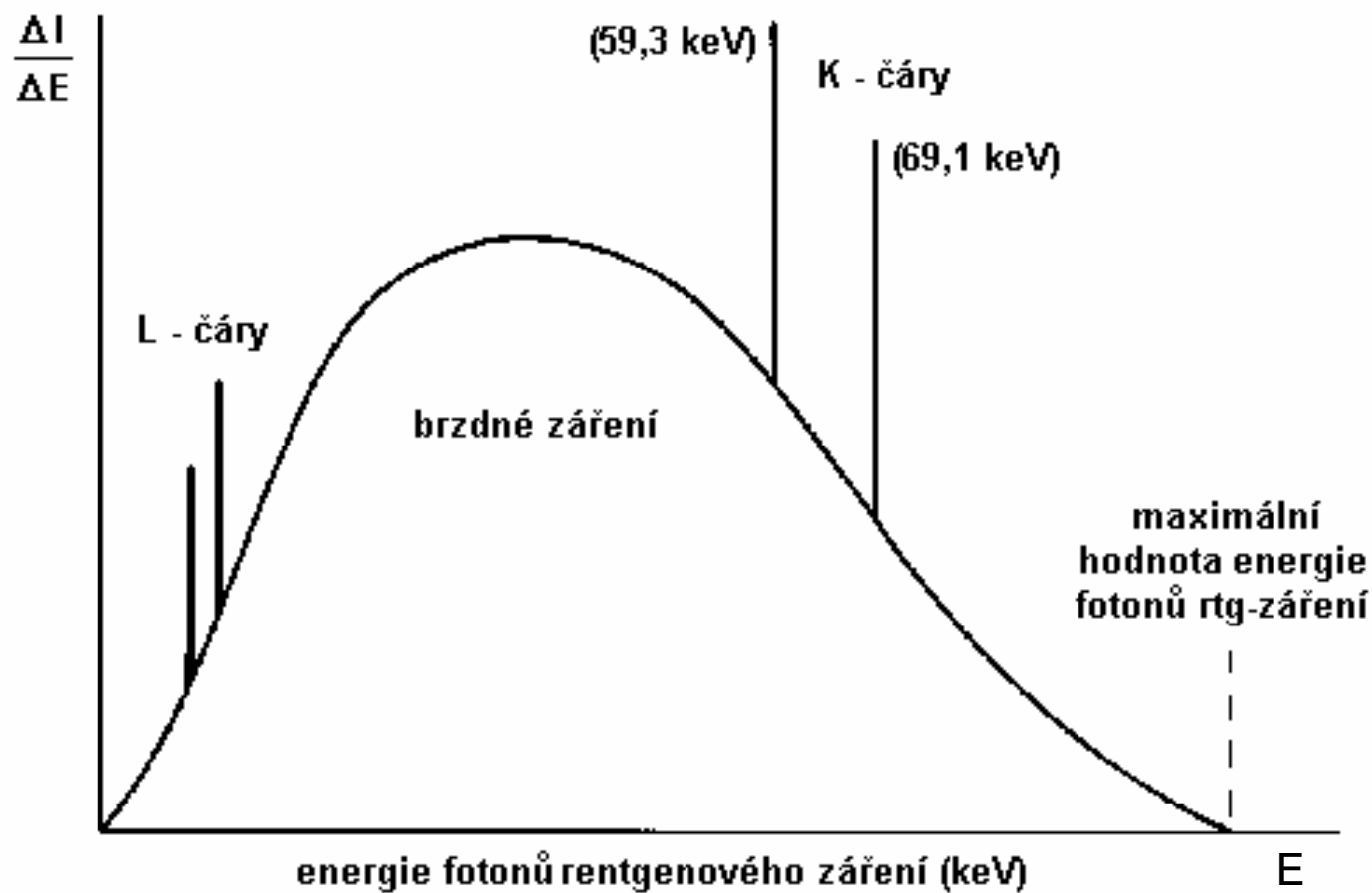
$$c = \lambda_{min} \cdot f \quad \text{a} \quad f = U \cdot e / h$$

Pak:

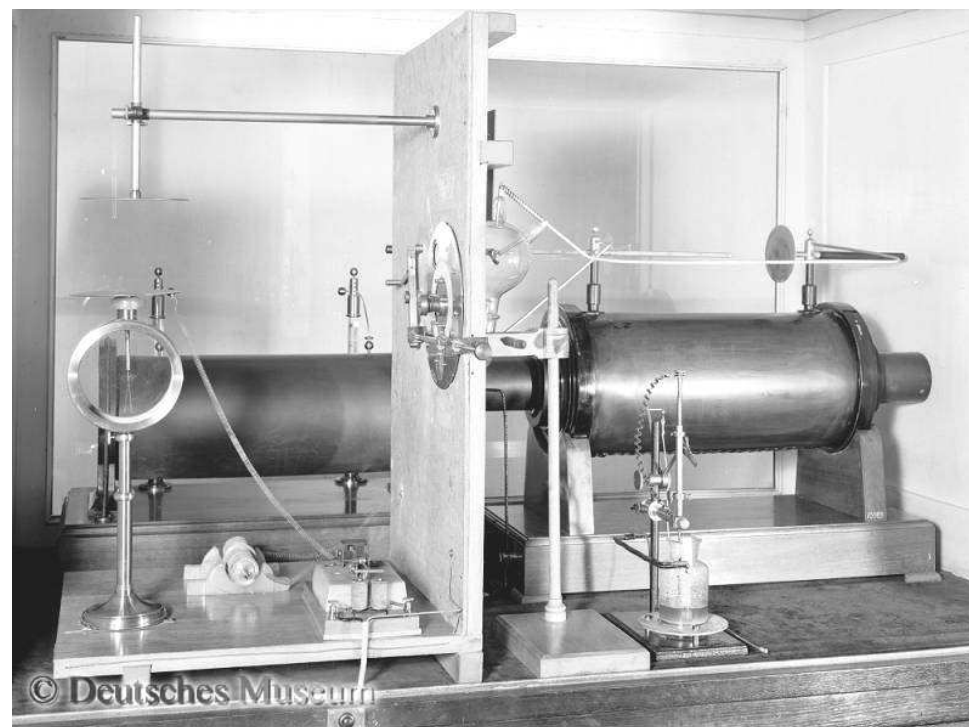
$$\lambda_{min} = \frac{h \cdot c}{U \cdot e}$$



Brzdné a charakteristické záření



Hlavní části rtg přístroje



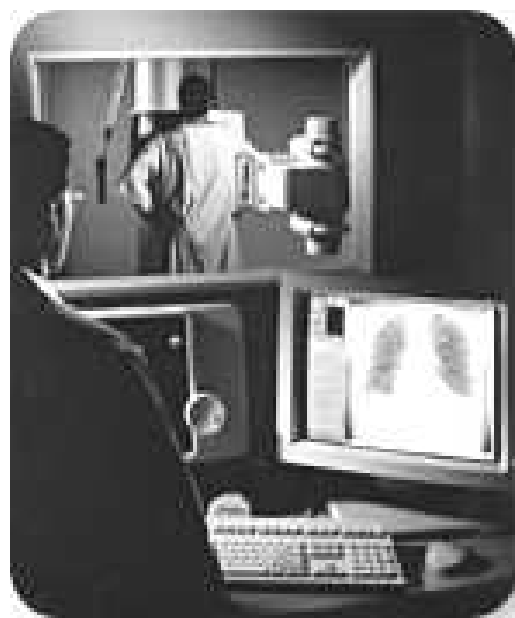
Hlavní části rtg přístroje

- Transformátor – dodává vysoké napětí
- Usměrňovač - poskytuje pulsující proud tvořený sinusovými půlvlnami. Je vhodné tento pulsující proud vyhladit.
- Měníme-li velikost procházejícího proudu (změnou žhavení katody), mění se intenzita rentgenového záření - ne energie jednotlivých fotonů. Energii fotonů a tím i pronikavost rtg záření měníme pomocí napětí mezi anodou a katodou.
- Ovládací pult – dnes je většina funkcí řízena pomocí počítače. Je většinou umístěn mimo vyšetřovací místnost nebo za ochranným štítem z olovnatého skla.
- Hlavní mechanické součásti přístroje: stojan s rentgenkou, vyšetřovací stůl, sekundární (Buckyho) clona, kazeta s radiografickým filmem nebo zesilovač obrazu.

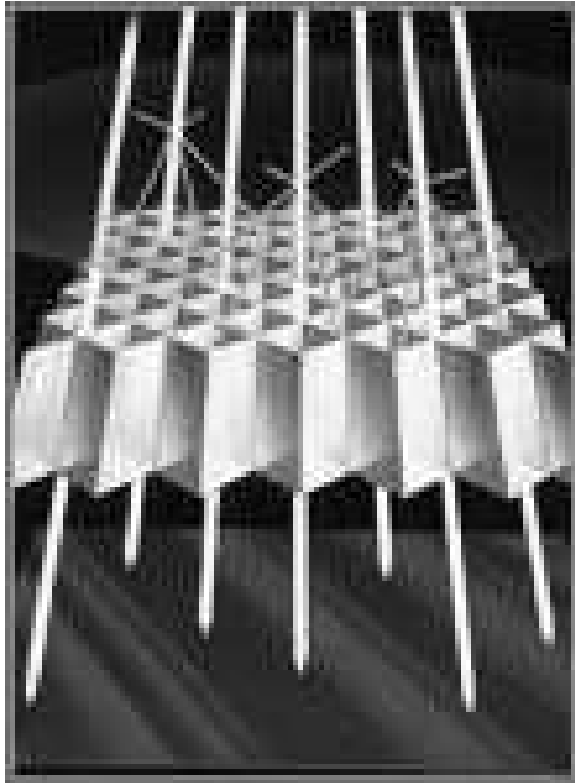
Röntgenka



Rtg přístroje fy General Electric



Princip Buckyho clony



•<http://www.cwm.co.kr/pro213.htm>

Kazety pro rtg filmy



Chod rentgenových paprsků

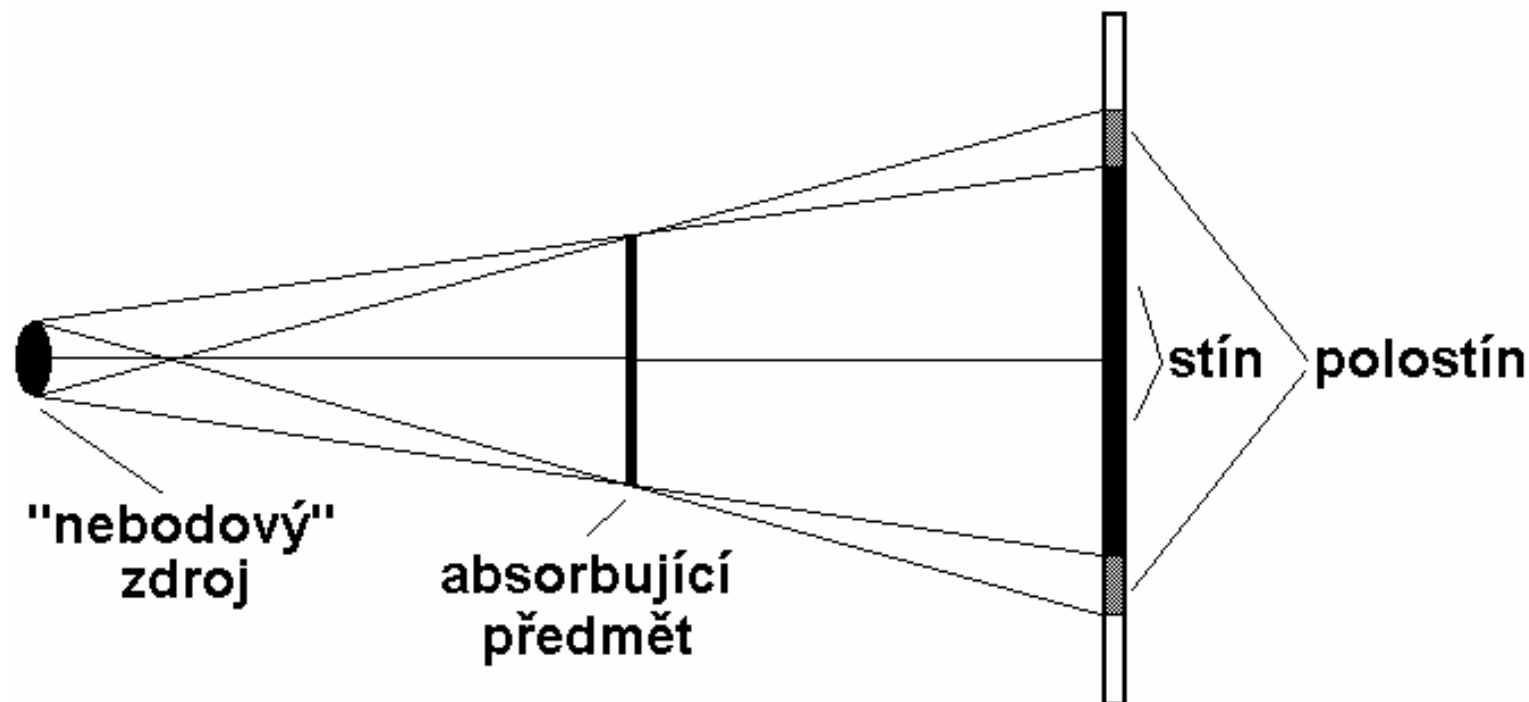
- Rtg záření vychází z (nebodového) ohniska anody a šíří se do okolí. V obalu rentgenky jsou některé fotony o nižší energii absorbovány. Dále dochází k absorpci fotonů o nízké energii v primární cloně, vyrobené např. z Al plechu. Tato clona pohlcuje fotony nepřispívající k obrazu a poškozující pacienty (zvyšující absorbovanou dávku v kůži a v podkoží). Svazek záření je vymezen posuvnými clonami a kónickými nástavci z olova. Rtg paprsky procházejí tělem, kde dochází k absorpci nebo rozptylu. Pak projdou sekundární neboli Buckyho clonou, která je v blízkosti fluorescenčního stínítka nebo fotografického filmu. Zde je tvořen viditelný nebo latentní obraz. Rtg obrazu je analogií stínu za poloprůhledným a nehomogenním tělesem ozářeným svazkem světla z téměř bodového zdroje. Obraz vzniká různým zeslabením svazku a projekcí struktur na stínítko nebo film.

Neostrost obrazu

Žádný rtg snímek není dokonale ostrý. Přechody mezi tkáněmi se projevují postupnou změnou odstínu šedi. Tato neostrost má řadu příčin

- (1) Pohyby pacienta - náhodné, dýchání, tepové vlny a srdeční akce aj. Lze je omezit zkrácením expozice za použití intenzivnějšího rtg záření. Citlivé filmy či fluorescenční stínítka mají větší zrnitost.
- (2) Geometrický polostín je způsoben konečnou velikostí ohniska (není bodové). Paprsky dopadají na rozhraní různě absorbujících prostředí pod různými úhly - vzniká neostrost průmětů jejich obrysů
- (3) Dochází k ohybu rtg záření (Rayleighův rozptyl) a ke Comptonovu rozptylu. Rozptýlené paprsky mohou způsobit neostrosti i nahodilé zčernání filmu.
- (4) Světlo emitované zesilovacími fóliemi přiloženými k filmu osvětluje nejen prostorově nejbližší část filmu, ale do jisté míry i sousední oblasti.

Geometrický polostín



Geometrický polostín lze omezit:

- zmenšením plochy ohniska, což zvyšuje nároky na chlazení anody
- zmenšením vzdálenosti mezi pacientem a filmem nebo stínítkem
- zvětšením vzdálenosti mezi rentgenkou a pacientem
- zlepšením funkce Buckyho clony

Použití kontrastních prostředků

- Měkké tkáně se poměrně málo liší ve velikosti koeficientu útlumu a na běžném rtg snímku jsou téměř nerozlišitelné. Proto se používají farmaka označovaná jako kontrastní látky.
- Koeficient útlumu může být zvýšen nebo snížen. Pozitivního kontrastu dosáhneme látkami obsahujícími těžké atomy. Suspenze síranu barnatého ($M_{Ba} = 137,33$), “baryová kaše”, je používána pro zobrazení a funkční vyšetření GIT. Pro vyšetřování cév, žlučových i močových cest aj. jsou používány sloučeniny s vysokým obsahem jódu.
- Některé vnitřní orgány mohou být vyšetřovány pomocí negativního kontrastu. Používá se vzduchu nebo různých plynů (CO_2). Dutiny jsou naplněny plynem, případně nafouknuty, takže se zobrazí jako struktury o velmi nízké absorpci (intrapleurální nebo peritoneální dutina, mozkové komory).
- Oba druhy kontrastu lze kombinovat.

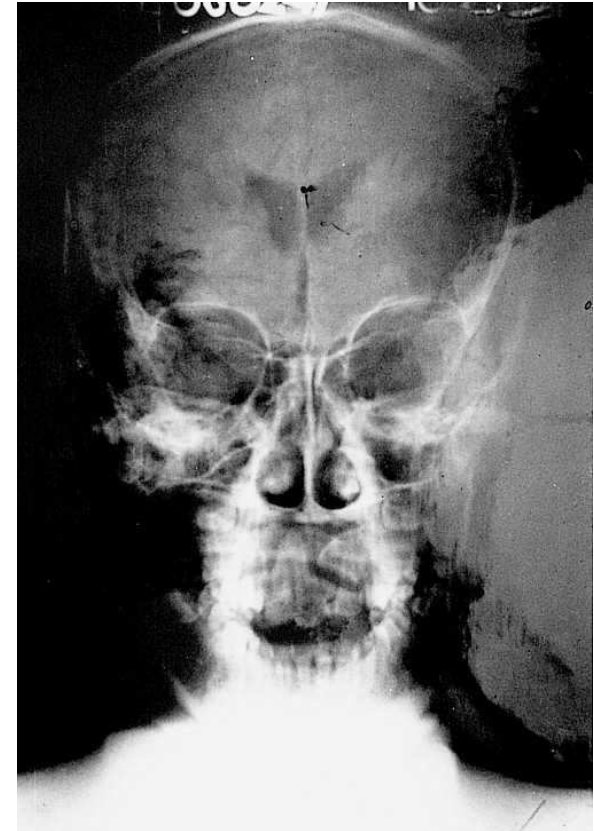
Pozitivní a negativní kontrast



Kontrastní snímek apendixu
– divertikulóza – kombinace
s negativním kontrastem
<http://www.uhrad.com/ctarc/ct199b2.jpg>

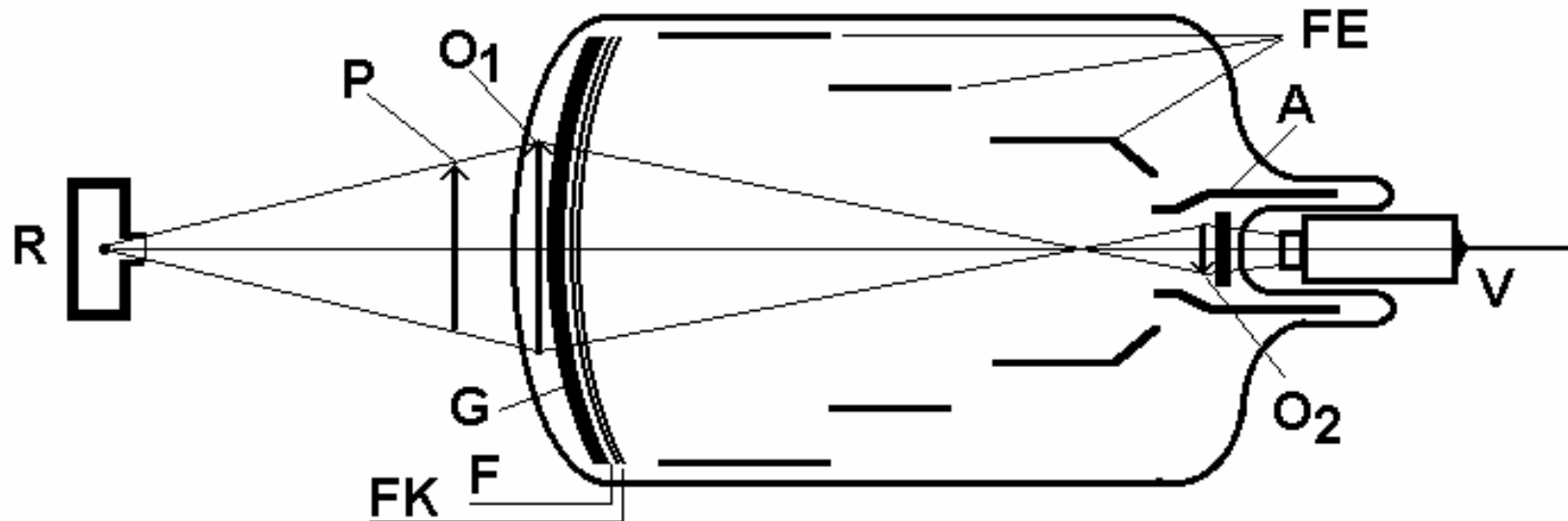


Podkovovitá ledvina
– pozitivní kontrast
<http://www.uhrad.com/ctarc/ct215a2.jpg>



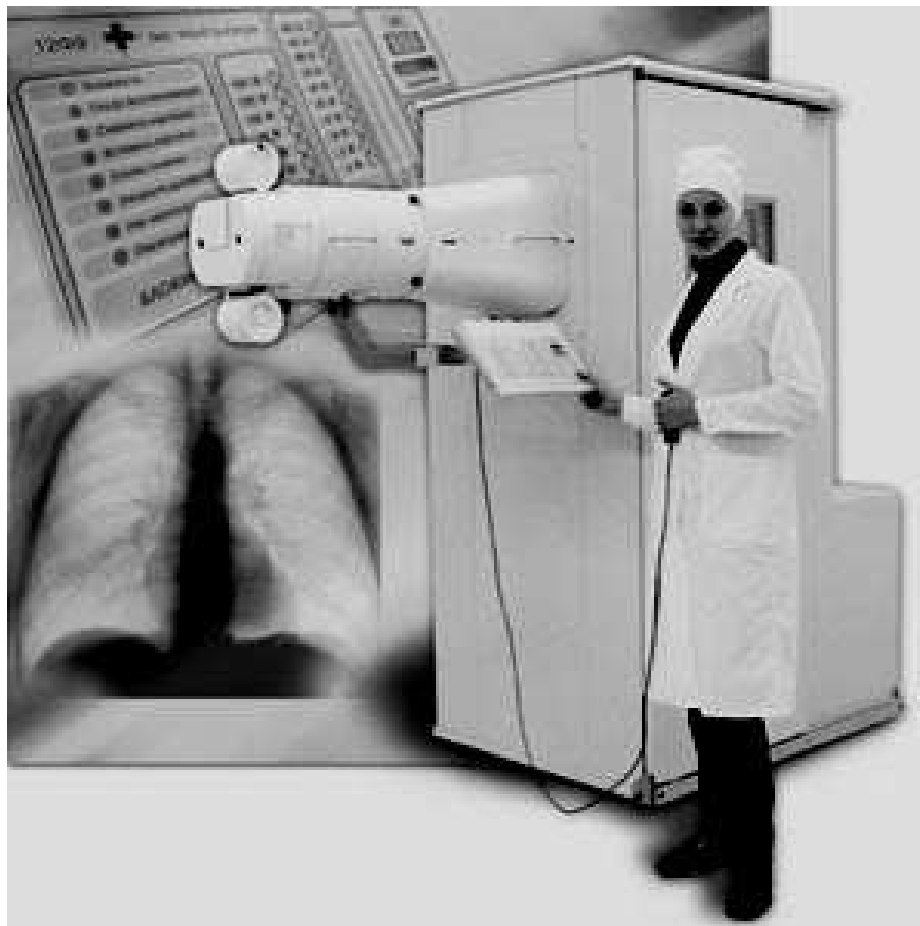
Pneumoencefalogram
– negativní kontrast
•<http://anatomy.ym.edu.tw/Nevac/class/neuroanatomy/slide/k42.jpg>

Zesilovač obrazu



R - rentgenka, P - zobrazovaný předmět, O₁ - primární obraz na fluorescenčním stínítku, G - skleněný nosič, F - fluorescenční stínítko, FK - fotokatoda, FE - fokusující elektrody (elektronová optika), A - anoda, O₂ - sekundární obraz na anodovém stínítku, V - videokamera. Jednotlivé části nejsou zcela proporcionálně zobrazeny.

Snímkování ze štítu - ODELCA



Digitální subtrakční angiografie



•http://zoot.radiology.wisc.edu/~block/Med_Gallery/ia_dsa.html

Stomatologické rtg přístroje



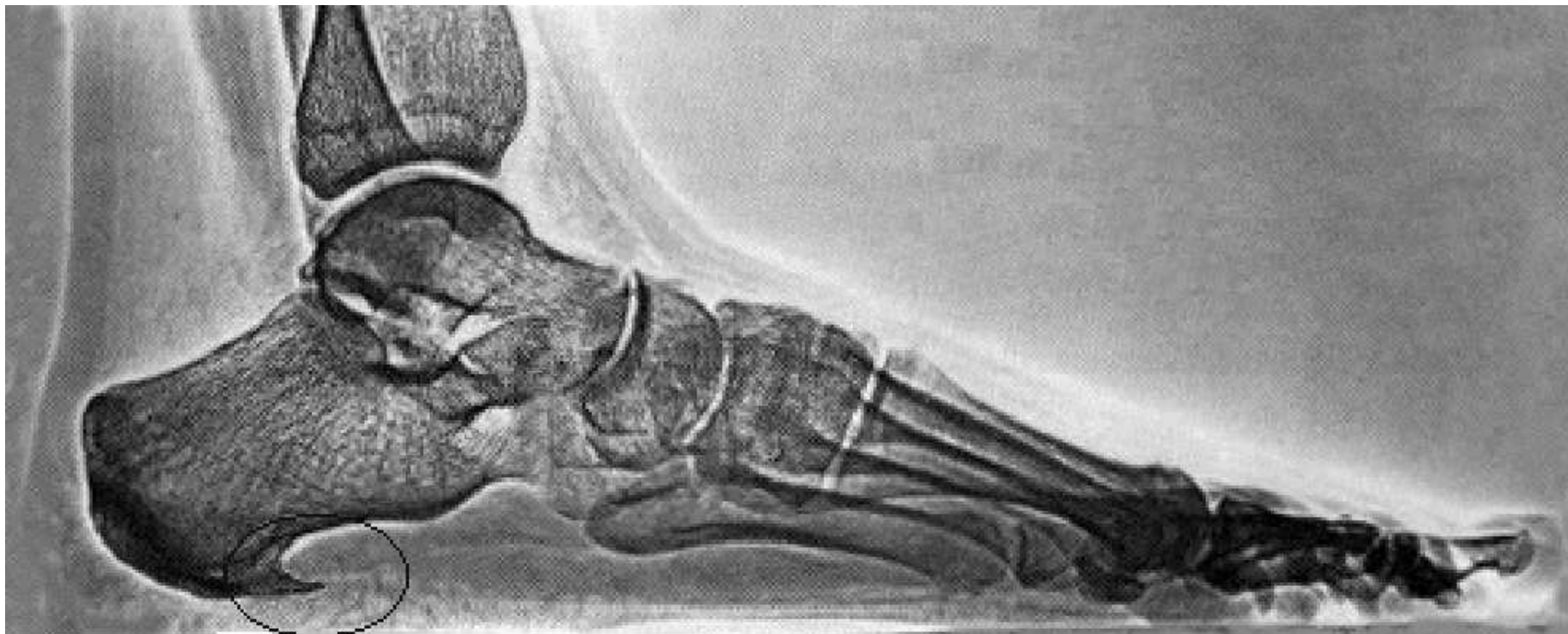
•<http://www.gendexray.com/765dc.htm>



Panoramatické
snímkování -
<http://www.gendexray.com/orthoralix-9000.htm>



Xeroradiografie



Xeroradiogram patní kosti s viditelnou ostruhou vzniklou
tahem plantární fascie

<http://www.footsupports.com/pages/Heel/heelpain.htm>

Riziko rtg vyšetření

Skutečná dávka	Srovnání s jedním vyšetřením hrudníku	Expozice	Vyšetření
< 0.2 mGy	* 1		Jednoduchý snímek
0.3-1 mGy	* 5		Snímek lebky nebo pánve
1-5 mGy	* 25		Snímky kostí, intravenózní urografie
5-10 mGy	* 50		CT, vyšetření GIT pomocí „baryové kaše“

Příjemný víkend !



Hráli:

Konrád Röntgen a já

Text: já

Nápady: já a L.M.

Inteligentní zpracování: já a L.M.

Režie: já

Střih: já

Odborný poradce: já

Vyrobilo:

© Já&My 2002 - 2004

Veškerá práva vyhrazena.