

ZÁKLADY RADIOLOGIE A ZOBRAZOVACÍCH METOD

Hana Malíková a kolektiv

Základy radiologie a zobrazovacích metod

Hana Malíková a kolektiv

Recenzovaly:

doc. MUDr. Andrea Burgetová, Ph.D.

MUDr. Barbora Míková



**Národní
plán
obnovy**



**Financováno
Evropskou unií**
NextGenerationEU



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Publikace byla vydána za podpory Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy a Národního plánu obnovy v rámci projektu Transformace pro VŠ na UK (reg. č. NPO_UK_MSMT-16602/2022).

Vydala Univerzita Karlova
Nakladatelství Karolinum
Praha 2022
Sazba DTP Nakladatelství Karolinum
Druhé, aktualizované vydání

© Univerzita Karlova, 2022
© Hana Malíková a kol., 2022

ISBN 978-80-246-5190-3
ISBN 978-80-246-5344-0 (pdf)



Univerzita Karlova
Nakladatelství Karolinum

www.karolinum.cz
ebooks@karolinum.cz

OBSAH

Úvod (<i>Hana Malíková</i>)	7
1. ZÁKLADY OBECNÉ RADIOLOGIE (<i>Hana Malíková, Jiří Weichet, Michal Holešta</i>)	9
1.1 Rentgenové záření	10
1.2 Rentgenový přístroj, princip skiografie, skiaskopie a digitální subtrakční angiografie	15
1.3 Základy výpočetní tomografie	20
1.4 Základy magnetické rezonance	25
1.5 Základy lékařského ultrazvuku	33
1.6 Základy intervenční radiologie	40
1.7 Hybridní metody	42
1.8 Kontrastní látky	43
2. ZÁKLADY SPECIÁLNÍ RADIOLOGIE	50
2.1 Základy zobrazování muskuloskeletálního aparátu (<i>Jiří Weichet</i>)	50
2.2 Základy zobrazování hrudníku (<i>Václav Janík, Hana Malíková, Michal Holešta</i>)	62
2.3 Základy vyšetření trávicího systému (<i>David Girsá</i>)	79
2.4 Úvod do uroradiologie (<i>David Girsá</i>)	94
2.5 Úvod do neuroradiologie (<i>Hana Malíková</i>)	101
2.6 Mamární diagnostika a screening rakoviny prsu (<i>Josef Bárta</i>)	114

ÚVOD

Zobrazovací metody jsou v současné době rozsáhlým oborem, který kromě vyšetření založených na aplikaci ionizujícího, rentgenového záření pracuje i s metodami, které jsou zcela bez radiační zátěže, jako je ultrazvuk a magnetická rezonance. Podkladem pro vlastní obor radiologie byl objev záření X Wilhelmem Konradem Roentgenem (1845–1923) dne 8. 11. 1895. Roentgen za svůj objev v roce 1901 získal Nobelovu cenu za fyziku. V prvních letech po tomto převratném objevu však nebylo vůbec jasné, jaké bude mít praktické využití. V USA vznikaly pojízdné „X-rays“ laboratoře, které nabízely snímky kostry jako pouťovou atrakci. Brzy však našlo rentgenové záření široké uplatnění v medicíně.

V dnešní době jsou radiologie a zobrazovací metody oborem značně rozsáhlým, s řadou specializací a subspecializací. Diagnostická větev svou historii započala výše zmíněným objevem paprsků X a dnes se zabývá neinvazivní diagnostikou ve všech modalitách, od prostého snímku přes výpočetní tomografii a ultrazvuk až po magnetickou rezonanci. Kromě diagnostické větve se čím dál více profiluje větev invazivní a intervenční. Intervenční radiologie se již nezabývá pouze digitální subtrakční angiografií a terapeutickými postupy na ni navázanými, ale rozšířila se o celé spektrum nevaskulárních výkonů prováděných pod kontrolou některé z radiologických metod. Kromě toho se samostatně profiluje i radiologie dětských nemocí, pediatriká radiologie, počíná se formovat podobor zabývající se hybridními metodami a radiologie kardiovaskulární. Celé spektrum oboru je jednoznačně mimo možnost této publikace, která má sloužit studentům lékařských fakult pro základní orientaci v oboru. Učebnice svým rozsahem nedostačuje pro specializační a postgraduální vzdělávání v oboru radiologie a zobrazovací metody.

1 ZÁKLADY OBECNÉ RADIOLOGIE

Na prvním místě je třeba zmínit některé obecně platné principy v radiologii, které by měly být vodítkem každému klinickému lékaři.

Obecné zásady indikace a kontraindikace rentgenových vyšetření:

- Radiologická vyšetření pracující s rentgenovým zářením jsou možná výhradně na základě lékařské indikace (zákon č. 202/2017 Sb.).
- Indikující lékař vystaví žádanku na radiologické vyšetření, kde svůj požadavek definuje a zdůvodní a rovněž uvede potřebné klinické informace.
- Indikující lékař je povinen posoudit všechny informace o zdravotním stavu pacienta tak, aby zabránil zbytečnému ozáření.
- Indikaci musí schválit aplikující odborník (obvykle radiolog; v případě skiagramů radiodiagnostický asistent – vyjma dětských pacientů mladších 3 let a těhotných žen, u kterých musí být všechna radiologická vyšetření schválena lékařem-radiologem), který také odpovídá za posouzení klinické výtěžnosti.
- Jedinou relativní kontraindikací je těhotenství, absolutní kontraindikace není.

Než vypíšete žádanku na vyšetření spojené s radiačním ozářením, odpovězte si na následující otázky:

- Je vyšetření opravdu třeba? Odpoví mi na klinickou otázku?
- Nemá toto vyšetření alternativu (zvláště pak jiné vyšetření bez ozáření pacienta)?
- Nebylo už provedeno jinde?
- Je vhodně načasované?
- Má radiolog k dispozici všechny relevantní informace?
- Vyšetření pouze k ověření diagnózy, která je již známá, by nemělo být indikováno.
- Máte pochyby? Konzultujte svého radiologa!

1.1 RENTGENOVÉ ZÁŘENÍ

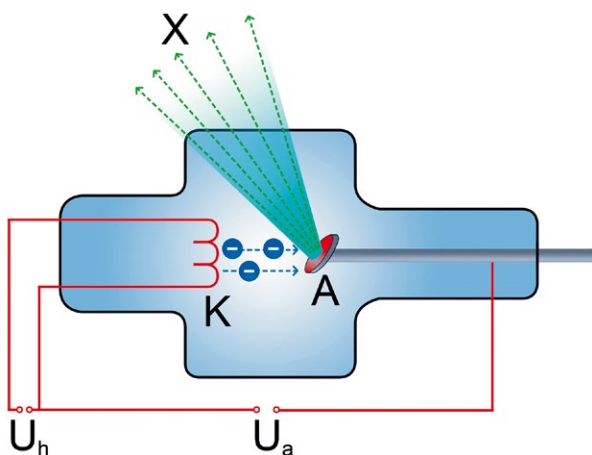
Vznik rentgenového záření, jeho účinky a ochrana před ním

Rentgenové (rtg) záření je elektromagnetické vlnění vlnových délek 10^{-8} – 10^{-12} m, které vzniká při interakci rychle letících elektronů s atomy kovu, kdy se jejich energie přemění na elektromagnetické záření. Mezi zobrazovací metody, které pracují s rentgenovým zářením, patří skiografie, skiaskopie, výpočetní tomografie (CT), digitální subtrakční angiografie (DSA), hybridní metody jako je PET/CT, SPECT/CT a kostní denzitometrie.

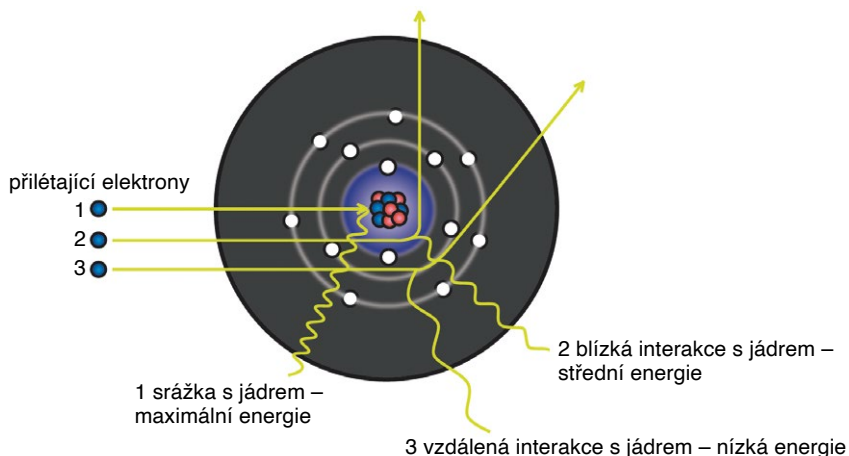
Vznik rentgenového záření

Zdrojem rentgenového záření jsou vakuované elektronky – rentgenky (obr. 1.1). Rentgenka je klasická dioda zapojená v obvodu s vysokým napětím cca 20–200 kV. Ze žhavené katody rentgenky jsou emitovány elektrony, které jsou urychlovány vysokým elektrickým napětím mezi katodou a anodou a dopadají na anodu, která je ve většině případů vyrobena z wolframu. Proud protékající katodou určuje množství emitovaných elektronů a tím i množství produkováného rentgenového záření (čím vyšší proud, tím více elektronů se z katody uvolní a tím více rentgenového záření vznikne). Na anodě elektrony pronikají vrstvami obalů atomů anody, interagují s nimi a tím ztrácejí svoji kinetickou energii, která se z velké většiny přemění na teplo, pouze asi 1 % jejich energie se přemění na rentgenové záření. Toto záření je dvojího druhu: brzdné a charakteristické.

Brzdné záření (obr. 1.2) vzniká interakcí přilétajícího elektronu s jádrem atomu materiálu anody (většinou vyrobené z wolframu). Kladně nabitě jádro přitahuje elektron, který změni směr letu a zpomalí. Rozdíl kinetické energie je vyzářen ve formě fotonu rtg záření o určité vlnové délce (vlnová délka fotonu je nepřímo úměrná jeho energii, čím kratší je vlnová délka, tím vyšší je vyzářená energie). Vlnová délka, tj. energie vyzářeného fotonu rtg záření, závisí



Obr. 1.1 Schéma jednoduché vodou chlazené rentgenky: K – katoda; A – anoda; U_h – žhavicí katodové napětí; U_a – anodové napětí; X – emitované rentgenové záření.

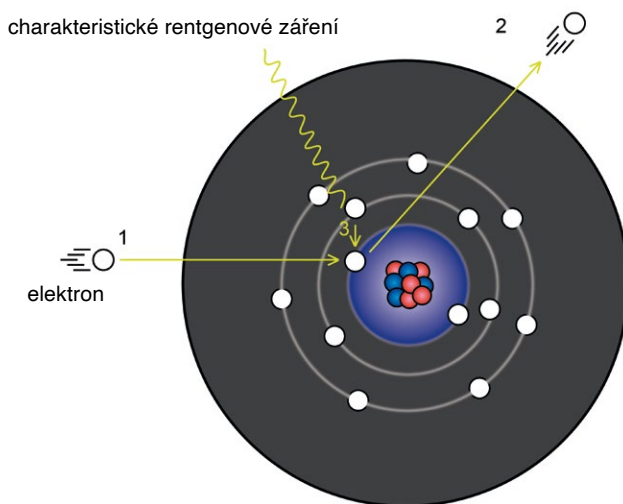


Obr. 1.2 Schematické znázornění vzniku brzdného záření.

na rychlosti dopadajících elektronů, jež je přímo úměrná napětí mezi katodou a anodou; nastavením tohoto napětí tak určujeme tvrdost, penetraci rentgenového záření (čím vyšší anodové napětí, tím tvrdší – pronikavější rentgenové záření). Zároveň energie, vlnová délka vyzářeného fotonu, závisí i na vzdálenosti průletu elektronu od jádra, která je proměnná (čím blíže k jádru elektron proletí, tím více je zabrzděn a tím více energie je předáno vyzářenému fotonu).

Maximální energii vyzářený foton získá při srážce letícího elektronu s jádrem (tj. zabrzdění na nulovou rychlost). Energetické spektrum brzdného záření je tak spojité.

Charakteristické záření (obr. 1.3) vzniká při srážce letícího elektronu s elektronem z obalu atomu na anodě. Interakcí je původní elektron z obalu vyražen, vznikne „díra“, která



Obr. 1.3 Schematické znázornění vzniku charakteristického záření.