

**Základné diagnostické metódy v  
medicíne  
(2. doplnené vydanie)**

**Ján Jakuš**

# Základné diagnostické vyšetrovacie metódy

- **Cieľ:** kvalifikovane diagnostikovať ochorenie pacienta a nasadiť účinnú terapiu.
- **Diagnóza ochorenia** – zahrňuje pôsobenie tzv. komplexného lekára, ktorý zahrňuje pôsobenie všetkých zdravotníckych pracovníkov.
- **Základom správnej diagnostiky ochorenia je kvalitne urobená ANAMNÉZA** (ktorá sa viac ako 50% podieľa na stanovení správnej diagnózy) a **VYŠETRENIE** (základné a špecializované).
- **Anamnéza** - dialóg medzi lekárom a pacientom, v ktorom lekár kladie zmysluplné otázky tykajúce sa začiatku ochorenia, charakteru príznakov (kašeľ v noci, dýchavičnosť, opuchy členkov), ale pýta sa aj na prekonané ochorenia pacienta, užívanie liekov, alergiu na lieky, choroby u rodinných príslušníkov, zamestnanie, podmienky bývania, životosprávu etc.

# Vyšetrenie pacienta

- **Všetky dg. metódy a vyšetrenia( EKG, EEG, RTG...) majú v zásade len pomocnú úlohu, lekár by nemal absolutizovať výsledky získané jednou metódou, ale mal by zachovať *panoramatický pohľad* na pacienta a liečiť pacienta ako celok , liečiť nie príznaky-symptómy choroby , ale príčinu ochorenia. (Medicína založená na dôkazoch)**
- **Diagnostické a liečebné metódy v medicíne odrážajú jestvujúci stav techniky, najmä elektroniky- zavádzanie nanotechnológií a počítačovej techniky do všetkých oblastí spoločenského života, vrátane medicíny. Cieľom je najmä rýchlo, presne, kvalitne a prehľadne spracovať informácie o pacientovi (elektronický chorobopis, plán vyšetrení...) V nemocniciach u nás sa postupne zavádzajú a skvalitňujú tzv. *nemocničné informačné systémy*, ktorých cieľom je nielen archivácia údajov- teploty, tlaku a pod, presný denný rozpis liečiv pre pacienta, injekcií, infúzií , počítač pripraví žiadanky na vyšetrenia a pod.**

- **V medicíne sa začali používať počítače najskôr v laboratóriách klinickej biochémie, kde fungoval tzv. centrálny počítač, ktorý riadil činnosť viacerých prístrojov.**
- **Dnes sú všetky moderné meracie prístroje vybavené vlastným počítačom.**
- **Počítače zabudované v prístrojoch zhromažďujú výsledky meraní, automatizuje kalibráciu zariadení, prepočítava výsledky, porovnáva ich s nálezitými hodnotami a upozorní i na príp. chyby merania, zhotoví tabuľky, grafy a pod. Napr. v laboratóriách funkčných vyšetrení srdca a pľúc počítač zhodnotí jednotlivé časti EKG krivky, dychových objemov, vitálnej kapacity etc. V neurologickom laboratóriu počítač zhodnotí EEG záznam, EMG, ENG záznam a pod.**
- **Rozhodujúcim článkom stanovenia konečnej dg. je vždy lekár + VŠ vzdelaný personál. Kompetenciou lekára je stanovenie konečnej dg. ochorenia a návrh účelnej farmakoterapie-liečba ochorenia.**

# Historický vývoj medicíny a jej metód.

- **Medicína - najstaršia veda , súvisí s uvedomením si bolesti a snahou ju odstrániť**
- **Kultové liečiteľstvo - sugescia, zaklínanie, obete bohom.**
- **Prírodné liečiteľstvo - napr. bylinkárstvo**
- **I. Medicína prvotnopospolnej spoločnosti - 1. etapa primitívneho liečiteľstva, kombinácia kultového a prírodného liečiteľstva ( napr. primitívna chirurgia pri trepanácii lebky u Ľudí s nádormi , alebo pri epilepsii s cieľom vyhnat' z hlavy zlých duchov).**
- **II. Medicína otrokárskej spoločnosti (5000 p.n.l.)- medicína staročínska, staroindická, medicína starého Grécka a neskôr medicína Rímskej ríše. Liečenie chorých v chrámoch, neskôr v príbytkoch lekárov. Cieľom bolo aby nielen otrokar , ale aj otrok a vojak boli silní a zdraví**
- ***Medicína Starého Egypta: 4 prvky – vzduch, voda, oheň, zem. Špecializácia medicíny na očné, kožné, útrobné, zubné. Predstaviteľ – Ihmotep (balzamovanie mŕtvych)***

- **Medicína Asýrska a Babylonská** : Choroby ako dôsledok hriechov, prvá systemizácia chorôb ( choroby duševné, pohlavné, prenosné, základy hygieny (kanalizácia). *Chamurapi*-vládca Babylonu – jeho zákonník stanovil odmenu za výkon lekára, ale aj zodpovednosť lekára za svoju prácu.
- **Medicína Starej Číny**: bylinkárstvo (žeň-šeň). Názor na choroby vychádzal z filozofie Jan a Jin. „Jan“- sila aktívna, mužská vytvárajúca životné teplo. „Jin“- sila pasívna, ženská, chladná, ich rovnováha. Liečebná metóda - akupunktúra (vpichovanie kamenných, neskôr kovových ihl do 600 miest na tele ).
- **Medicína Starej Indie**: na rozdiel od ostatných kultúr boli možné pitvy, rozvoj chirurgickej techniky –poznali asi 120 nástrojov, kolíska plastickej chirurgie., rastlinné lieky.
- **Starogrécka medicína** : mala hlavný vplyv na medicínu v Európe. Kult lekára Asklépia (boh medicíny)- znak medicíny- palica s omotaným hadom. Lekári boli súčasne filozofmi ( Aristoteles, Platón, Demokritos). Najvýznamnejší lekár staroveku bol Hippokrates ( známa je jeho prísaha). Je to zakladateľ *vedeckej, racionálnej medicíny* ( v organizme pôsobia 4 šťavy-krv, žlč, hlien, čierna žlč, ktoré podmienujú zdravie aj temperam.človeka). Poznal perkusiu a auskultáciu.

Liečil na základe morálneho príkazu : *nihil nocere* .

- *Medicína Starého Ríma*: vojenská medicína, lekármi boli najmä Gréci: napr. Asklépiades ( zaviedol tracheotomiu a potné kúry). Galenos – asi 400 lekárskeho diel . Mal dobré anatomické znalosti -objavil hlavové nervy, liečil horúčku studenými obkladmi atď’.
- **III. Medicína feudalizmu** - začína rozpadom Rímskej ríše (4 stor. n. l), nevoľníci, poľnohospodárstvo, presuny kmeňov, častý výskyt pandémie ( mor, cholera, kiahne).
- V Európe bola medicína po celý stredovek v podruží cirkevnej ideológie (scholastiky, teologické učenia), ktoré brzdili rozvoj vedy. Medicína v kláštorech (mnísi).  
Cirkevný zákaz pitiev a operácií. Ibn Sinna - Avicenna – lekár, prírodovedec a filozof. Napísal celú encyklopédiu medicíny. V chirurgii zdôrazňoval potrebu zručnosti a anatómie.
- *Medicína Renesancie* -vplyvom humanizmu rozvoj prírod. vied i medicíny. Padov, Bologna.

**Predstavitelia:** Serveto – spoznal funkciu pľúcneho obehu. Vesalius -zakladateľ vedeckej anatómie . Ján Jessenius Jesenský – rektor Karlovej Univerzity v Prahe, prvá verejná pitva v Európe – 8.-13. 6.1600, bol popravený po bitke na Bielej Hore v r. 1621

- **IV. Medicína konca feudalizmu (od 17 stor.) - pokrok v medicíne súvisí s rozvojom filozofie humanizmu, renesancie a racionalizmu. V medicíne sa rozvíja samaritánstvo (ľudomilstvo, charita). Zostrojenie mikroskopu A.Leeuwenhoekom v r. 1670 viedlo k rozvoju medicíny odhalením bunky. Predstavitelia: Wiliam Harvey - objaviteľ krvného obehu (1628), rozvoj fyziológie srdca a ciev, predpokladal že medzi artérie a vény sú vradené kapiláry. Rozvíjal embryológiu. Marcello Malpighi- opísal filtračný aparát v obličke a zloženie alveolov. Marcus Marci – český lekár uplatňoval fyziku a matematiku v medicíne. Písal o vplyve mechaniky a svetla na organizmus. Opísal mechanizmus tzv. protinárazu, pri zlomeninách lebky. Opísal základy priestorového a farebného videnia. Sydenham Thomas anglický lekár -skúmal infekčné choroby, podagru (dna). V tejto klesá počet felčiarov a stúpa počet bakalárov a magistrov vedy lekárskej.**



## V. Medicína skorého kapitalizmu (18 stor).

- koniec vlády Márie Terézie, rozvoj vedy (Lomonosov, Lavoiser). Funkcia lekárov sa dostala pod kontrolu štátu. Rozvoj lekárskeho fakúlt. Skúmala sa najmä nervová činnosť. Vytvára sa patologická anatómia a pracovné lekárstvo ako medicínske odbory, značný rozvoj chirurgie a pôrodníctva. Procházka Jirí – významný český anatóm, fyziológ a očný lekár. Rozvíjal učenie o funkcii nervového systému. V r. 1776 angličan Jenner Edward objavil očkovania proti pravým kiahňam (tekutý obsah pľuzgierov kravských kiahní očkoval deťom aby získali imunitu a nedostali kiahne pravé) . Rayman Jan – uhorský lekár, priekopník variolizácie ( prenos zriedenej tekutiny z pľuzgierov chorého na zdravého človeka – skúsil to u svojej 2a pol ročnej dcéry). Hahnemann Christian – zakladateľ homeopatie (spôsob liečenia „podobného podobným“). Rozvoj homeopatie v Paríži, vo Viedni bola dlho zakázaná. Rakúšan Franz Mesmer – zakladateľ teórie živočíšneho magnetizmu, založeného hlavne na sugescii.

## VI. Medicína rozvinutého kapitalizmu (19. stor.) – obdobie buržoázno-demokratických revolúcií.

Vo vede Mendelejev objavil periodickú tabuľku chemických prvkov, Charles Darwin – objav dedičnosti a premenlivosti. V medicíne sa zaviedol pokus na zvierati, vznikla mikrobiológia, bol založený Červený kríž ako medzinárodná organizácia pomoci chorým. Predstavitelia: Liebig Justus – zakladateľ lekárskej chémie. Wilhelm Karl Fridrich – fyziológia močového ústrojenstva, výskum krvného obehu. Ivan Petrovič Pavlov – skúmal vyššiu nervovú činnosť u psov, podmienené reflexy slinenia, nervovú reguláciu slinenia. Jan Evangelista Purkyňe – český fyziológ, jeden z najvýznamnejších svetových fyziológov. Výskum zraku, teórie videnia, objav bunky ako základnej stavebnej jednotky, objav nervových vlákien v srdci. V r. 1862. založil Spolok českých lekárov. Karel Rokytanský – viedenský lekár patologický anatóm. Za život vykonal veľa 80 000 pitiev. Ivan Michaljovic Sečenov – ruský fyziológ – študoval reflexy. Rudolf Virchow – nemecký patologický anatóm študoval chorobné stavy roznych typov buniek v tele. Einthoven Wilhem – študoval elektrické potenciály v srdci a funkciu prevodového systému srdca. Zostrojil prvý EKG-graf.

Lister Josef – anglický chirurg, zakladateľ učenia o antiseipse. –použil karbol pri vymývaní operačných rán. Mendel Johan Gregor – moravský prírodovedec-objaviteľ zákonov dedičnosti. Semmelweis Ignác – maďarský lekár zakladateľ učenia o asepse. (zaviedol umývanie rúk lekárov chlórovou vodou a znížil tak výskyt sepsy u rodičiek po pôrode). Škoda Josef - český lekár, zdokonalil vyšetovanie posluchom (auskultácia) a poklopom (perkusia). Claude Bernard – francúzsky lekár, zakladateľ modernej experimentálnej fyziológie. Robert Koch- zakladateľ bakteriológie, objavil pôvodcu TBC, pôvodcu antraxu, pôvodcu cholery. Ilja I. Mečnikov – ruský imunológ , objaviteľ fagocytózy. Louis Pasteur - francúzsky chemik, zakladateľ mikrobiológie, objavil úlohu kvasiniek pri alkoholovom a mliečnom kvasení, zaviedol pasterizáciu- ničil kvasinky zahriatím na 60 stupňov C. Urobil prvé očkovanie proti besnote vr. 1885. Zigmund Freud – rakúsky psychiater, založil učenie o psychoanalýze- sexuálny pud, vplyvy podvedomia na rozvoj človeka. Thomayer Josef český klinický lekár zakladateľ modernej internej medicíny.

Ambro Ján slovenský lekár - pôrodník, priekopník zdravotnej starostlivosti o matky- propagátor asepsy na Slovensku. Esmarch Johan August- nemecký vojenský chirurg (gumenné škrtidlo proti krvácaniu, trojcípy šátok ako záves). Helmholz Herman – nemecký lekár, zakladateľ ocneho lekárstva, zaoberal sa akomodáciou, farebným videním , zostrojil oftalmoskop. Zaoberal sa aj vnímaním zvuku a vyšetrovaním sluchu. Pirogov N.I. –ruský chirurg , zakladateľ modernej vojenskej chirurgie...

VII. Medicína 20. storočia (obdobie imperializmu a socializmu)-významný pokrok v prírodných vedách, pokrok vo fyzike a v technológiách dochádza k rozvoju diagnostických a terapeutických metód v medicíne (rontgenologia, nukleárna medicína, elektronova mikroskopia, klinická biochemia, endokrinológia, transplantácie., zavedenie antibiotík, objav krvných skupín a transfúznej techniky, vznik WHO, po II. svet. vojne, etc.). Rozvoj fyziky - Maria Curie-Sklodowska – objaviteľka umelej rádioaktivity spolu s manželom Pierre Currie. Rozvoj medicíny – predstavitelia: Berger Hans – objaviteľ elektroencefalografu.

*Forsman Werner* – nemecký lekár zaviedol katetrizáciu srdca. *Riva-Rocci* vynálezca sphygmomanometrie- nepriameho merania krvného tlaku. *Ascheim Selmar* - spoluobjaviteľ tehotenského testu založeného na prítomnosti pohlavných hormónov v moči tehotných žien. *Banting Frederic* objaviteľ inzulínu (1922). *Francis Crick* anglický molekulárny biológ- objaviteľ štruktúry DNA spolu s J. *Watsonom* v r. 1953. *Kendal Edward* americký biochemik, objaviteľ tyroxínu a hormónov kôry nadobličiek. *Knaus Herman* rakúsky gynekológ, autor teórie neplodných dní. *Szent - Gorgyi* maďarský biochemik –objavil vitamín C a pripravil syntetický kys. askorbovú. *Christian Barnard*- juhoafrický chirurg v roku 1967 vykonal prvú úspešnú transplantáciu ľudského srdca v Kapskom Meste. Pacient žil 18 dní. V r. 1968 urobil druhú transplantáciu-pacient žil skoro 20 mesiacov. *Ehrlich Paul* -imunológ , vyrobil preparat Salvarsan proti syfilisu, objavil niektoré činidlá na dôkaz bilirubínu a cukru v moči.

*Hans Selye* kanadský patofyziológ, autor teórie stresu pri nadmernej záťaži organizmu. –opísal 3 štádia stresu (alarmová reakcia, odolávanie, stav zlyhania organizmu). *Blaškovič Dionýz* – významný slovenský lekár -viroológ (vírus chrípky, vírus kliešťovej encefalitídy). *Alexander Fleming* – škótsky lekár-bakteriológ, objaviteľ antibiotika penicilínu ( 1929) a enzýmu lysozýmu v r. 1922. Je to zakladateľ éry antibiotík. *Jan Jánsky* český psychiater, jeden z objaviteľov krvných skupín v r. 1907 .Na rozdiel od *Landsteinera*- Jansky objavil vsetky 4 krvne skupiny, zatiaľ čo Landsteiner 3 skupiny ( v.r. 1901). *Landsteiner spolu s Wienerom* objavili v r. 1940 aj Rh faktor. *De Bakey* – americký chirurg, tvorca umelého srdca. *Stanislav Kostlivý* –český chirurg, zakladateľ slovenskej chirurgie v Bratislave. *Karol Šiška*- významný slovenský kardiochirurg. V r. 1968 urobil prvú transplantáciu srdca v krajinách RVHP....Pokračovateľom dnes je *prof. Fischer*- Národný ústav kardiológie Bratislava

# Klasifikácia

- A. Metódy biochemické –krvné testy, Testy na obsah minerálov - Na, K, Ca..., Glukózy, Močoviny, Cholesterolu, Hormónov v krvnej plasme, v liquore, v moči. Nádorové a enzymatické markery, etc...**
- B. Metódy fyzikálne**
- 1. Mechanické : e.g. Auskultácia, Perkusia, Palpácia, Meranie TK (nepriama metóda), Meranie telesnej teploty.....**
  - 2. Elektrické: EKG, EEG, EMG, ENG, ERG, Audiometria, Meranie TK (priama metóda,) Meranie prietoku krvi, Meranie prietoku vzduchu (pneumotachografia)...**
  - 3. Elektromechanické: Spirometria, Energometria, Odpovede. svalu na el. podráždenie-superpozícia, sumácia, tetanus...**

4. Optické a Optoelektrické: Svetelná mikroskopia, Elektrónová mikroskopia, Oftalmoskopia, Otoskopia, Bronchoskopia, Fibroskopia...

5. Ultrazvukové (Dopplerovské) metódy: Angiografia, Ultrasonografia, Echokardiografia...

6. Röntgenové zobrazovacie metódy: Skiaskopia, Skiagrafia, Klasická tomografia, Počítačová tomografia (CT)...

7. Metódy Nukleárnej Medicíny: Rádioizotopové vyšetrenia , Gamagrafia, Pozitrónová Emisná Tomografia (PET)....

8. Magnetické zobrazovacie metódy- Nukleárna Magnetická Rezonančná Tomografia (NMRT)

9. Kombinácia metód: AB, 1-8



# Mechanické Metódy

**Palpácia**- je subjektívna metóda vyšetrenia **veľkosti a tvaru orgánov v tele pohmatom** (napr. lymfatických uzlín, sleziny, obličiek, pečene, apendixu...

**Perkusia**- je subjektívna metóda vyšetrenia **veľkosti a tvaru, príp. hraníc medzi orgánmi poklopom** (napr. prekrytie srdca pľúcami...). Doktor používa 3. prst pravej ruky ktorým klepe na 3. prst ľavej ruky položenej na telo a rozochvieva tým tkanivo. Výsledkom sú zvuky, typické pre vibráciu príslušného tkaniva.

**Auskultácia**- je subjektívna metóda zisťovania zvukov a šelestov **posluchom** za použitia fonendoskopu.

**Meranie TK, Meranie telesnej teploty** (vid' prakt. cvičenia)

# Elektrické Metódy - EKG, EEG, EMG, ENG

**Elektrokardiografia (EKG)** - je objektívna metóda hodnotenia el. potenciálov srdca, snímaných z povrchu kože končatín (4 elektródy) a hrudníka(6) **(vid' Praktické cvičenie)**

**Electroencefalografia (EEG)**- objektívna metóda hodnotenia el. potenciálov mozgu snímaných z povrchu hlavy systémom 12-16 elektród. Hodnotí sa frekvencia a amplitúda vln (rytmov). Významná napr.pri dg. Epilepsie. **Vlny (rytmy):**

Alpha prítomný v pokoji, pri zavretých viečkach,  
 **$f = 8 - 13 \text{ Hz}$ ,  $A = 50 \mu\text{V}$ .**

Beta – pri otvorení očí,  **$f = 15 - 20 \text{ Hz}$ ,  $A = 5 - 10 \mu\text{V}$**

Theta – patologicky u dospelých,  **$f = 4-7 \text{ Hz}$ ,  $A=50 \mu\text{V}$**

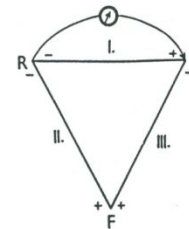
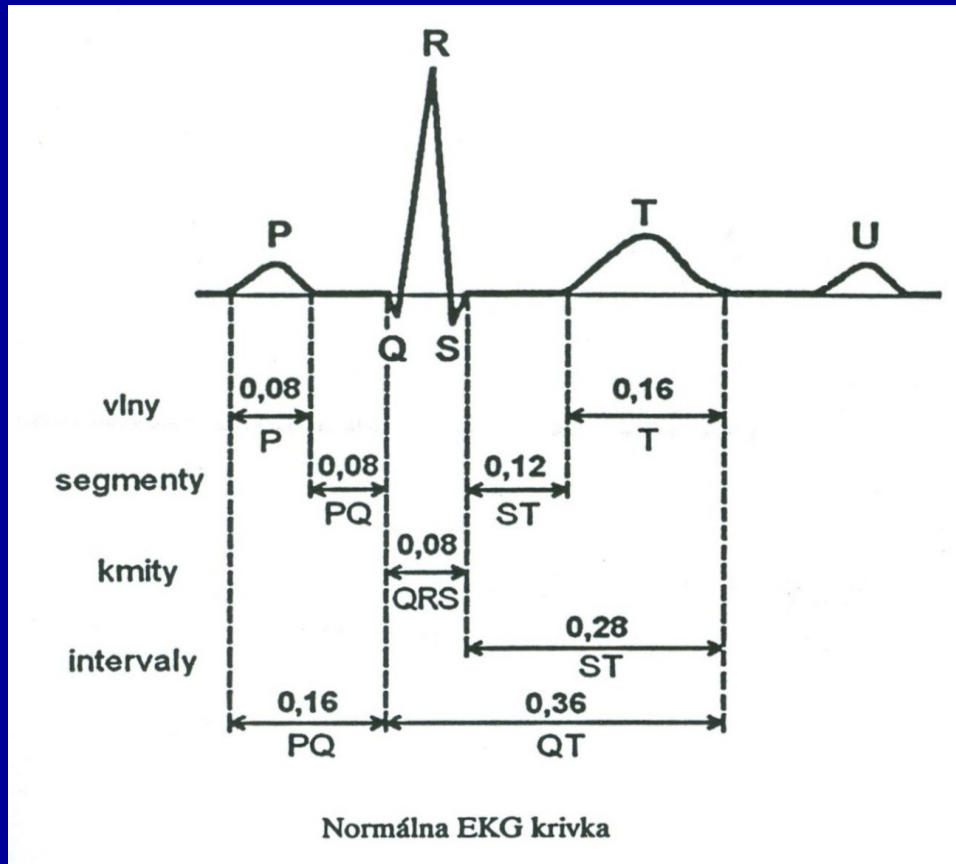
Delta - v spánku REM (sny),  **$f = 1- 4 \text{ Hz}$ ,  $A = 100 \mu\text{V}$**

# Elektrokardiografia

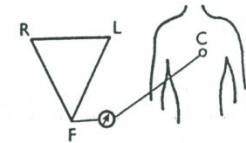
**EKG zvody** Bipolárne: I,II,III, CR, CL, CF

Unipolárne: VR,VL,VF, aVR, aVL, aVF, V<sub>1</sub>-V<sub>6</sub>

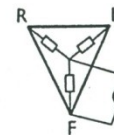
## EKG krivka



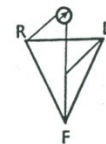
Obr. 32.1 Zapojenie bipolárnych štandardných EKG zvodov (I, II, III.)



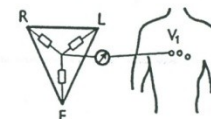
Obr. 32.2 Zapojenie bipolárnych hrudných EKG zvodov (I, II, III.)



Obr. 32.3 Zapojenie unipolárnych končatinových zvodov (VR, VL, VF)



Obr. 32.4 Zapojenie unipolárnych končatinových zväšených zvodov (aVR, aVL, aVF)



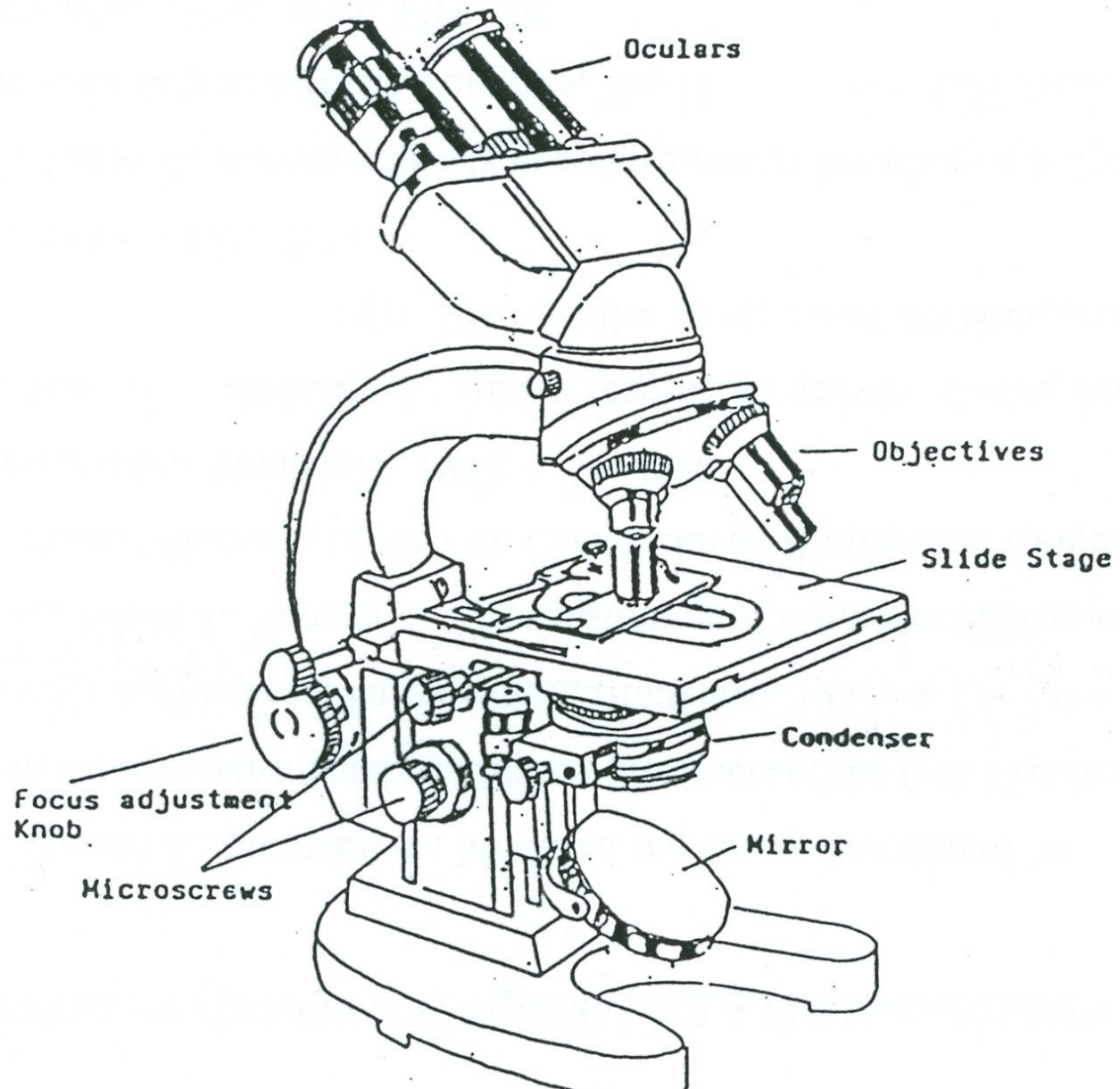
Obr. 32.5 Zapojenie unipolárnych hrudných zvodov (V<sub>1</sub> - V<sub>6</sub>)

# Metódy optické a optoelektrické

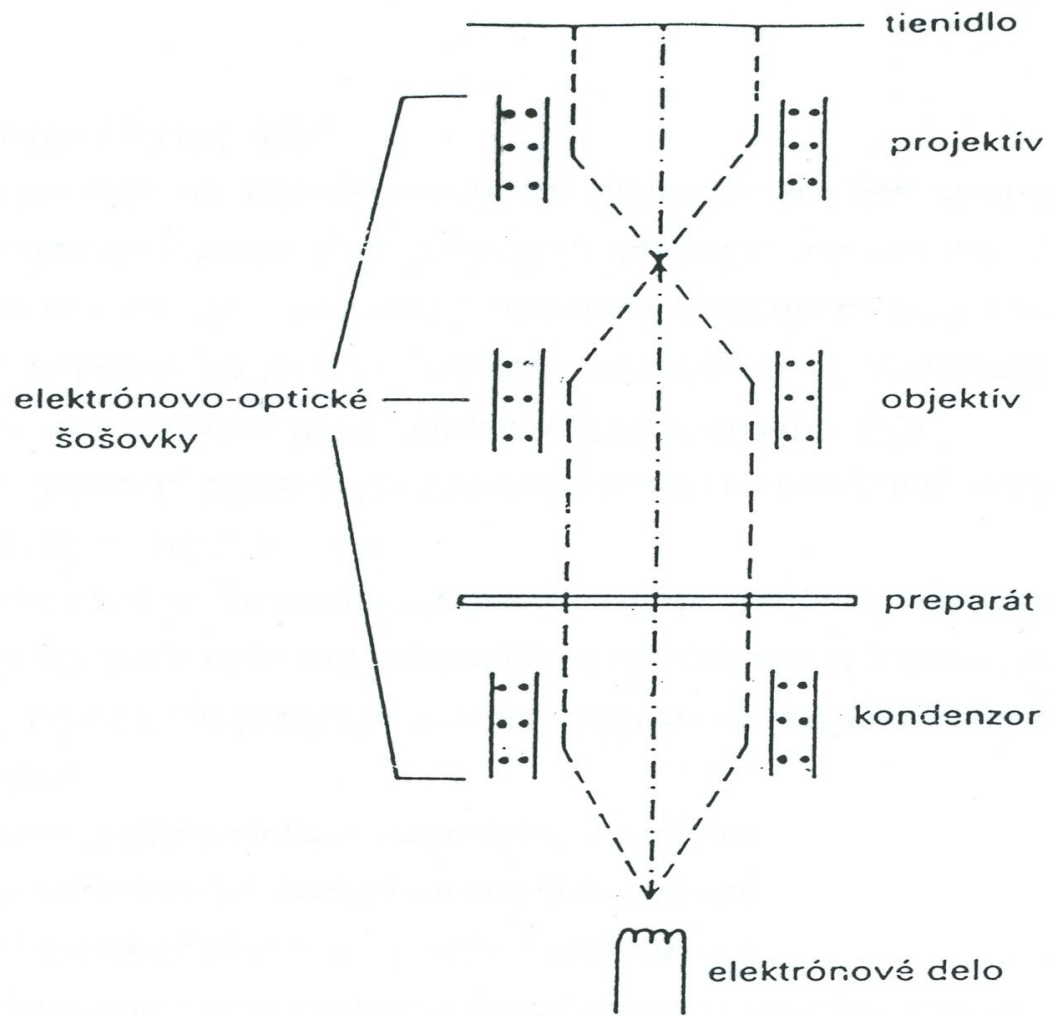
**Svetelný mikroskop**- využíva vidit. svetlo. Zloženie: **okulár, objektív, kondenzor, posun stolíka, svetelný zdroj**. Mikroskop (aj lupa) zväčšujú **zorný uhol** medzi spojnicami vychádzajúcimi z 2 bodov na **hodnotu minimálne 1**, pri ktorej môžeme vidieť 2 body vzdialené od seba **73 $\mu$ m** ako dva. Rozlišovacia schopnosť: **10<sup>-4</sup>-10<sup>-7</sup> m (1/10 mm- 1/10 nm)**.

**Elektrónová mikroskopia**- využíva ako médium **tok elektrónov**. Ich zdrojom je „**elektrónové delo**“. E.prechádzajú cez veľmi tenkú vrstvu preparátu, ktorý zobrazia na **projektíve**. Obraz je snímaný **videokamerou** a prenesený na **monitor**. Rozlíšenie: **10<sup>-6</sup> – 10<sup>-9</sup>m ( rádovo  $\mu$ m - nm)**

**Fibroskopia**- fibroskop je 130 cm hadica s priemerom do 1,5 cm, vybavená optickými vláknami a tzv. kanálmi: **obrazový kanál, svetelný kanál, premývací kanál, pracovný kanál s klieštikmi na excíziu tkaniva**. Doktor sa pozerá cez optiku a posúva hadicu ( vidí obraz vredu žalúdka, alebo nádor, robí oplach, zoberie vzorku tkaniva..., etc).



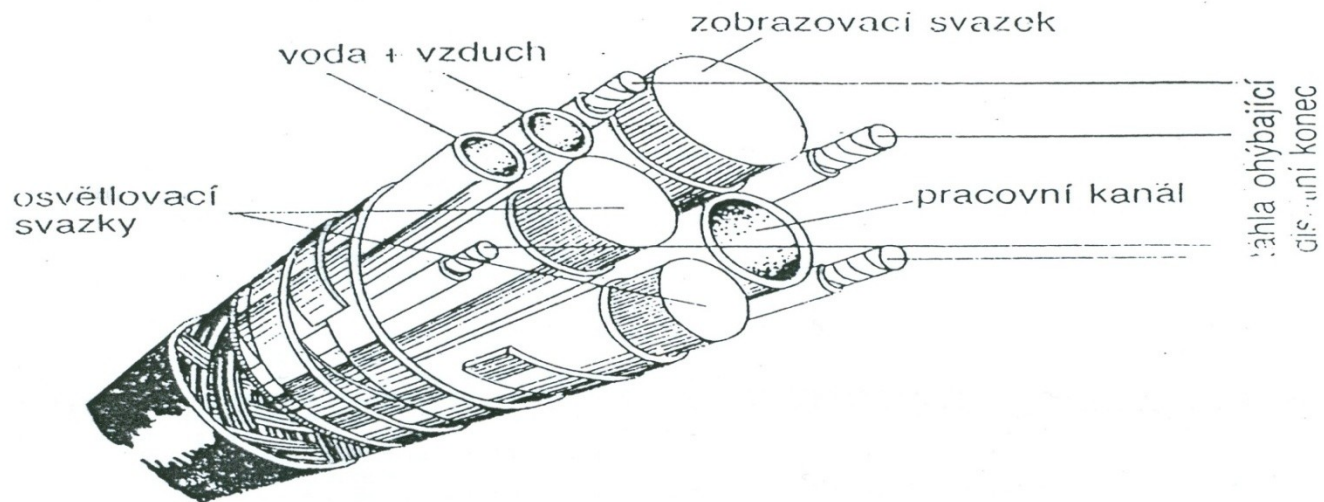
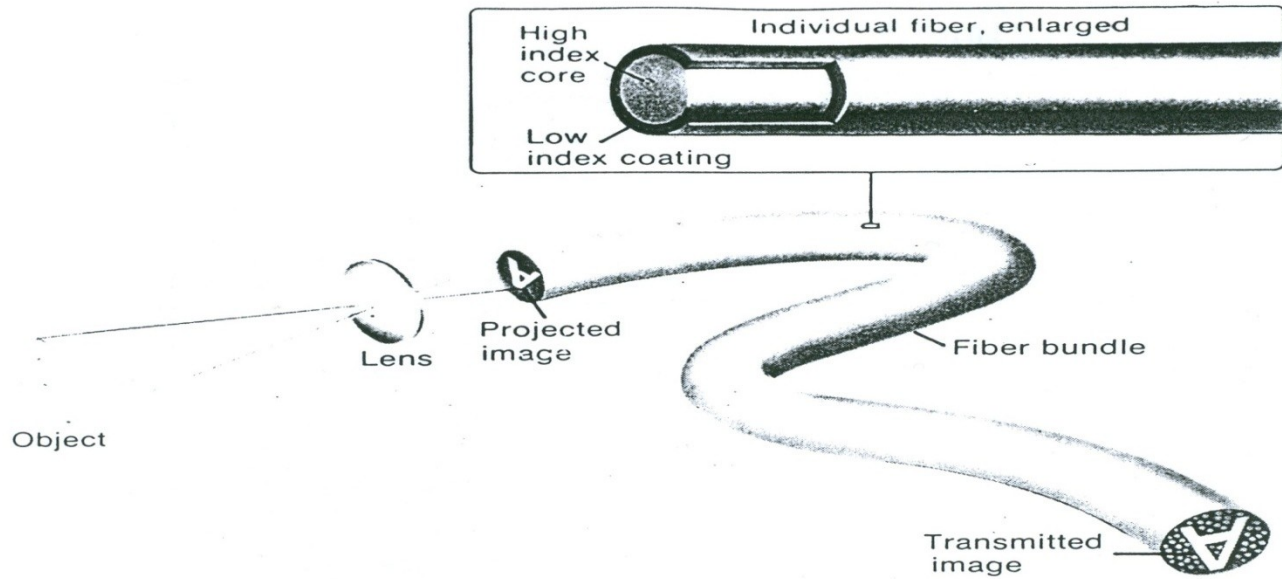
# MIKROSKOPIA



Obr. 116. Schéma elektrónového mikroskopu

# Endoskopia a Fibroskopia

## FIBROSKOPIA



# Ultrazvukové - Dopplerovské metódy

**Ultrazvuk** (UZV) je VF zvuk s  $f > 20\text{kHz}$  (rádovo MHz)

**Zdroj:** piezoelektrický kryštál, generátor UZV

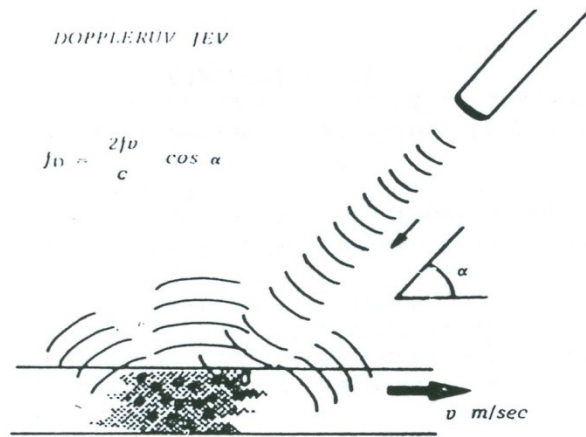
**Podstata:** UZV prechádza do tkaniva, časť z neho sa **pohltí tkanivom**, časť sa **odrazí** (Dopplerov efekt). Odrazená časť sa volá **ECHO**

**Pravidlo:** Čím vyššia je frekvencia UZV (MHz), tým menej preniká do hĺbky tkanív, ale obraz orgánu je kvalitnejší a naopak. ECHÁ sú snímané špeciálnymi senzormi, spracovávané a zobrazované buď na Č-B alebo farebný monitor.

**UZV metódy :** Ultrasonografia, Echokardiografia, Angiografia... Jednorozmerné A, dvojrozmerné B, troj 3D a viacrozmerné... Vyšetrenia UZV sú neinvazívne, rýchle, veľmi užitočné pre dg. ochorení a bezpečné aj pre plod.



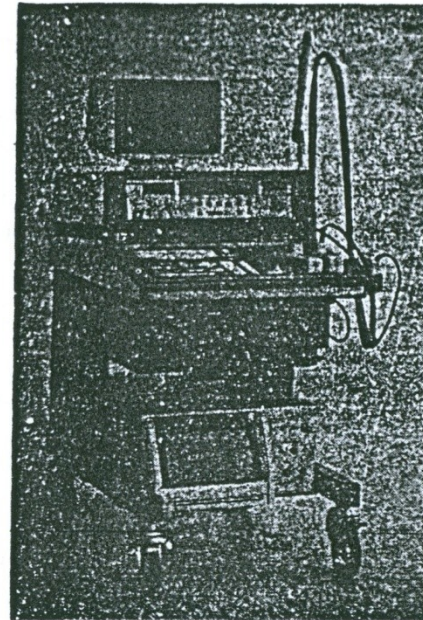
# ULTRAZVUKOVÉ METÓDY



Obr. 4 - 17

Dopplerův princip.

Snopec ultrazvuku o frekvenci  $f$  se rozptyluje a odráží od pohybujících se krvinek s vyšší frekvencí zpět.



Obr. 4 - 19

Ultrazvukový diagnostický přístroj.

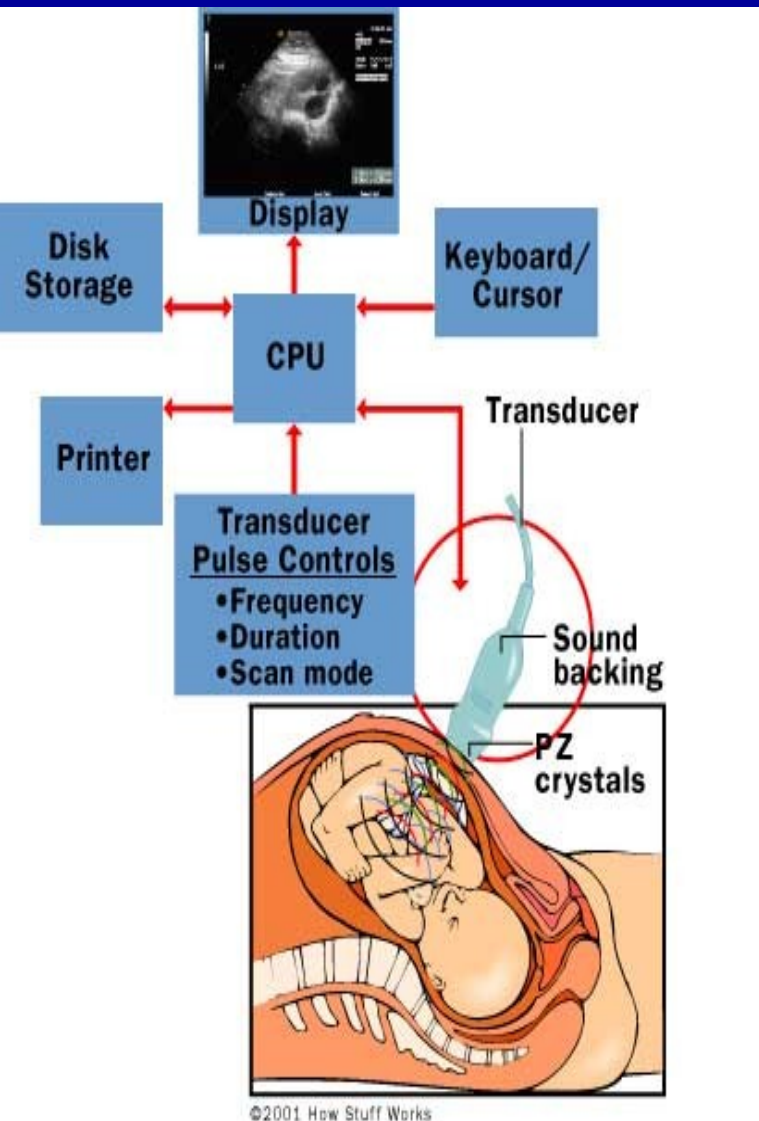


Obr. 12.5 Echotomogram žlučníku v pravoúhlém zobrazení



Obr. 12.6 Echotomogram žlučníku v sektorovém zobrazení

# Ultrasonografia - zobrazenie plodu



# Metódy röntgenové: Skiaskopia, Skiagrafia, Klasická a Počítačová tomografia (CT)

**Rtg žiarenie:** objavené C.W.Röntgenom v r. 1895-Nobelova cena v r. 1901. Ide o ionizujúce, neviditeľné žiarenie, nebezpečné pre živé organizmy pre tvorbu el.nabitých iónov. Je to elmg. vlnenie fotoelektrónov (ako viditeľné svetlo), ale s **veľmi krátkou  $\lambda = 0.05 \text{ nm}$** , je to **nejadrove žiarenie**.

**Ochrana:** olovené zástery, krátka expozícia, dozimetria

**Max. dávka za rok je 5 mSv/**, pre stochastické (dávково nezávislé) a **50mSv** pre deterministické (d. závislé) účinky.

**Zdroj: röntgenka** (dióda s  $^-$  Katódou a  $^+$  Anódou). Elektróny vyletujú z rozžeravenej Katódy a letia vákuom až sú zabrzdené Anódou ( vzniká tzv.**brzdné rtg. žiarenie**). **Vytvorí sa len 1-2% rtg. žiarenia**, **98% sa premení na teplo** (chladenie je nutné) Žeraviaci **el. prúd Katódy** podmieňuje **Intenzitu** rtg. žiarenia. Čím väčší je **anódový prúd** tým **tvrdšie** (rýchlejšie a prenikavejšie) je rtg žiarenie (a naopak). **Kosti a vzduch** vytvárajú najväčší kontrast, **mäkké tkanivá** majú malý alebo žiadny kontrast na ich zvýraznenie sa podávajú kontrastné látky- Báryová kaša, Jódové kontrastné látky...

# Rtg žiarenie brzdné a charakteristické . rontgenka

## RÖNTGENOVÉ ŽIARENIE

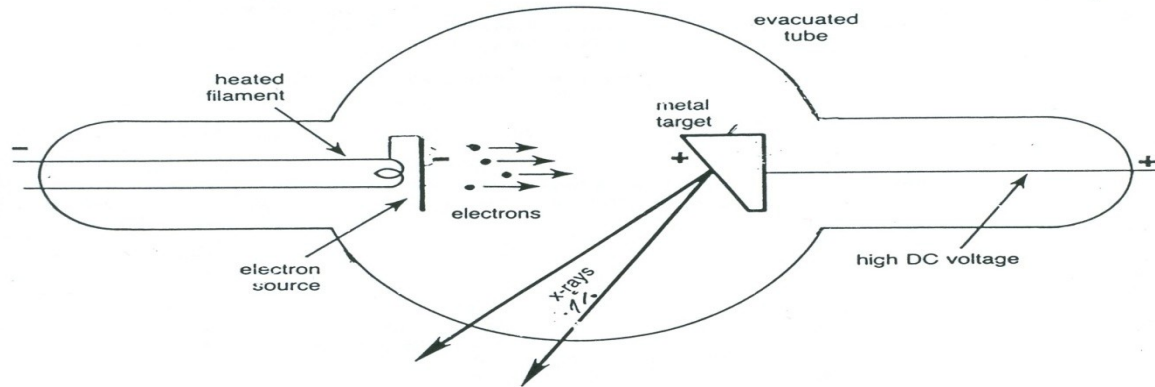
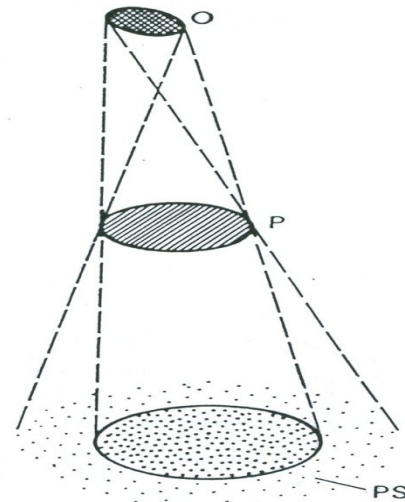
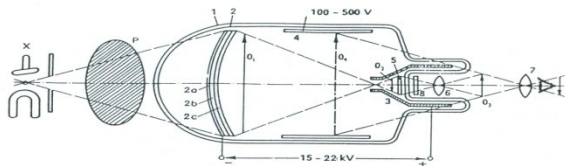


Figure 20-14 X-ray production.

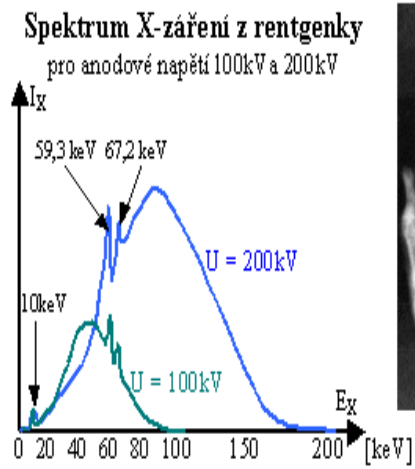
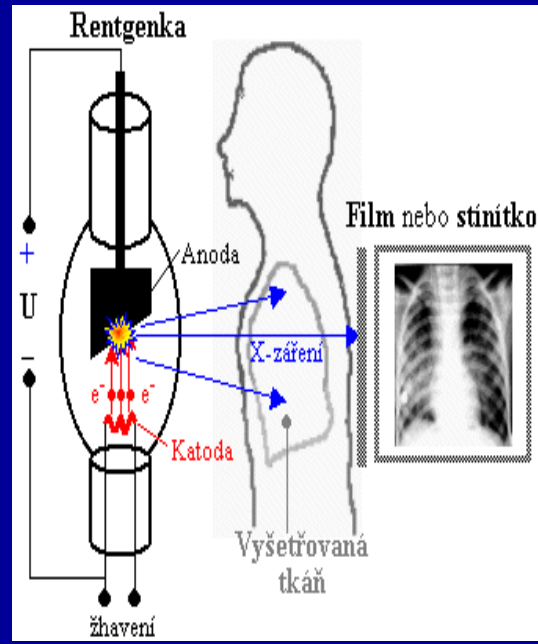


Obr. 135. Vznik polotieňov pri rtg obraze

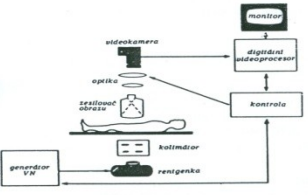


Obr. 134. Schéma zesilovača rtg obrazu  
 X – röntgenka s ohnískem, P – pacient, O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub> – jednotlivé fázy vzniku obrazu v zesilovači, 1 – sklo zesilovače, 2 – katoda, 2a – nosič, 2b – síťové fólie, 2c – fotokatoda, 3 – prstence anody, 4 – elektronická optika, 5 – fluorescenční tienidlo anody, 6, 7, 8 – optika

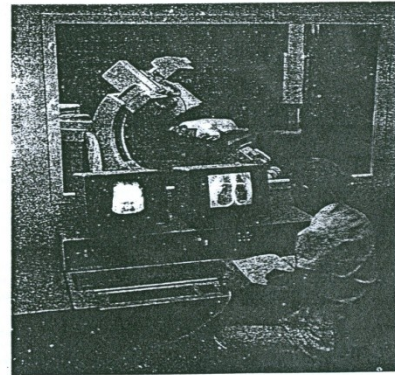
# Skiagrafia



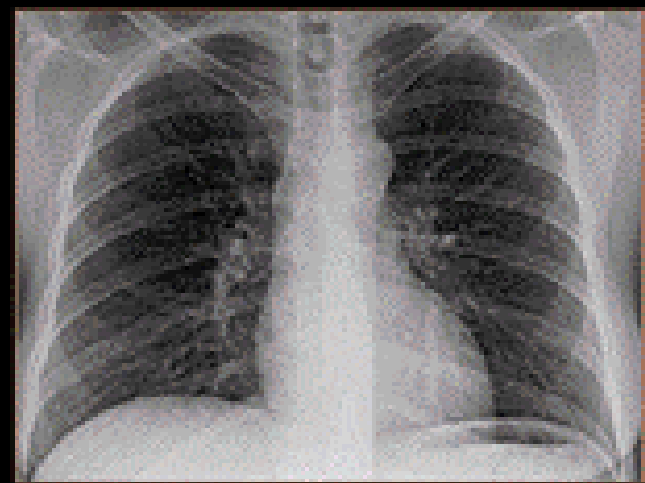
První historický snímek pořizeny Roentgenem



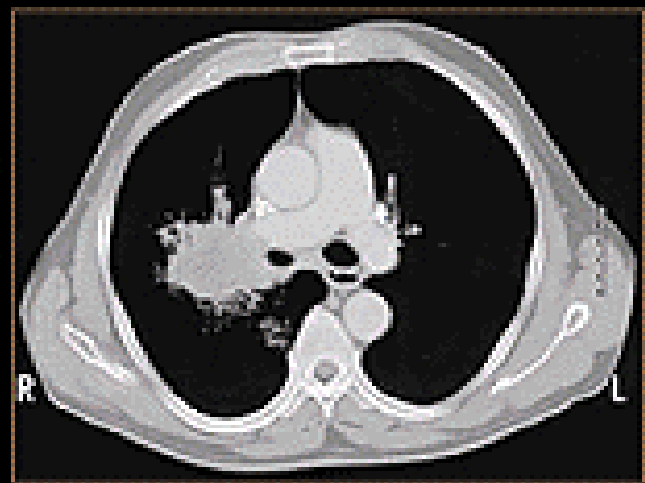
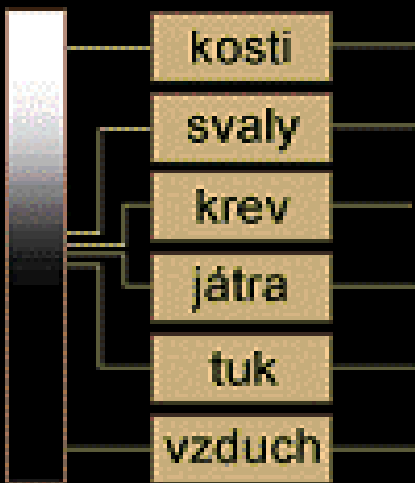
Obr. 2 - 11 Schéma analogové skiaskopie se zesilovačem obrazu.



Obr. 2 - 14 Celkový pohled na pracoviště DSA.

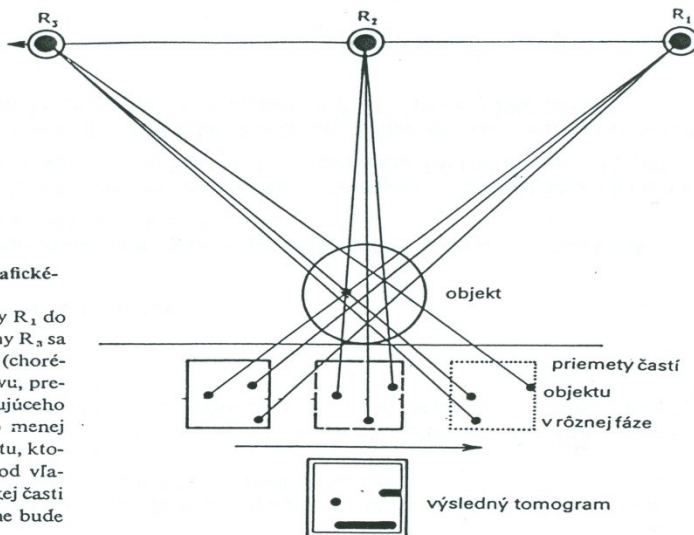


Klasický rentgen



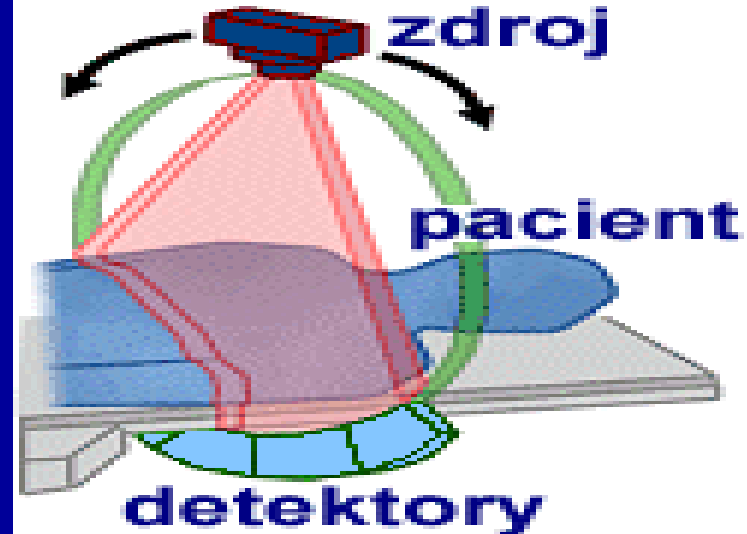
Rentgenový CT

# KLASICKÁ TOMOGRAFIA

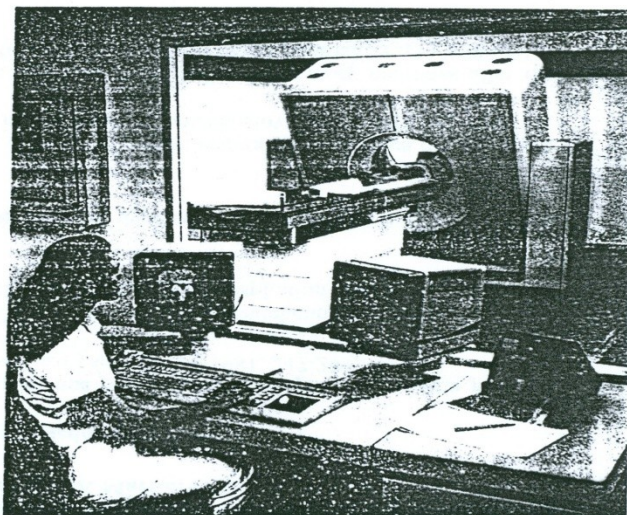
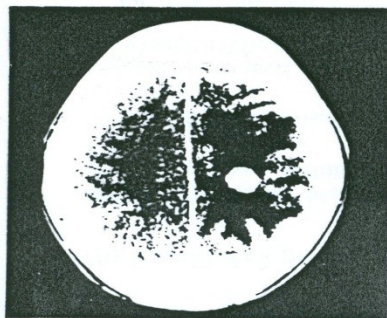
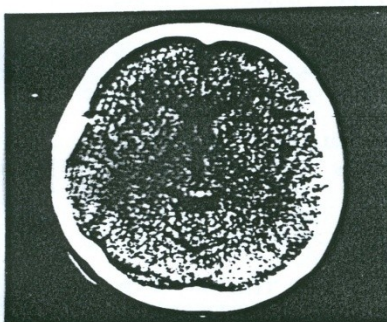


Obr. 136. Schéma vzniku tomografického obrazu

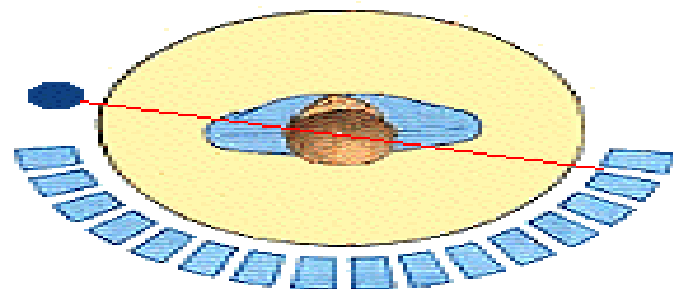
Pri pohybe röntgenky z polohy  $R_1$  do polohy  $R_2$  a do koncovej polohy  $R_3$  sa dve rôzne uložené časti objektu (chorého), ležiace mimo roviny osi kyvu, premietajú do rôznych častí pohybujúceho sa filmu. Sú preto viac alebo menej rozhybané, necostré. Časť objektu, ktorá je uložená v rovine kyvu (bod vľavo), sa premietá stále do rovnakej časti filmu. Vo výslednom tomograme bude preto ostrá



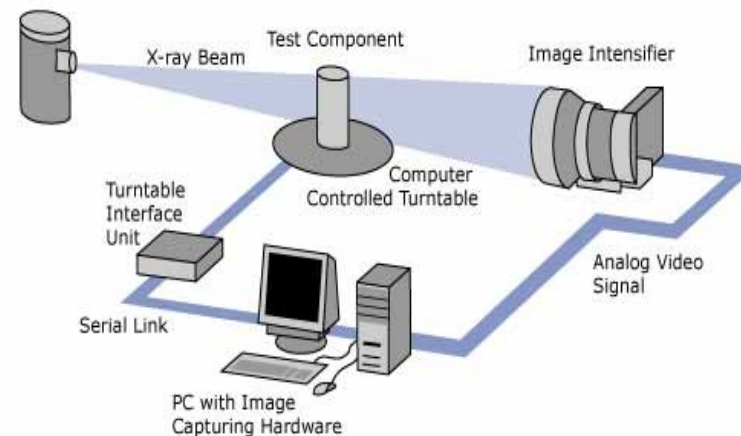
# VÝPOČTOVÁ TOMOGRAFIA (CT)



Obr. 3 - 2  
Pohľad do obeluhovny a vyšetřovny CT.



X-ray Tube



**Počítačová TOMOGRAFIA** vyšetrenie orgánu po vrstvách-  
dôležité na posúdenie prerastania nádoru cez steny orgánu  
do okolia a pod., na zistenie metastáz primárnych nádorov..

**Prístroj = lôžko + „gantry“+ rontgenka+ detektory.**

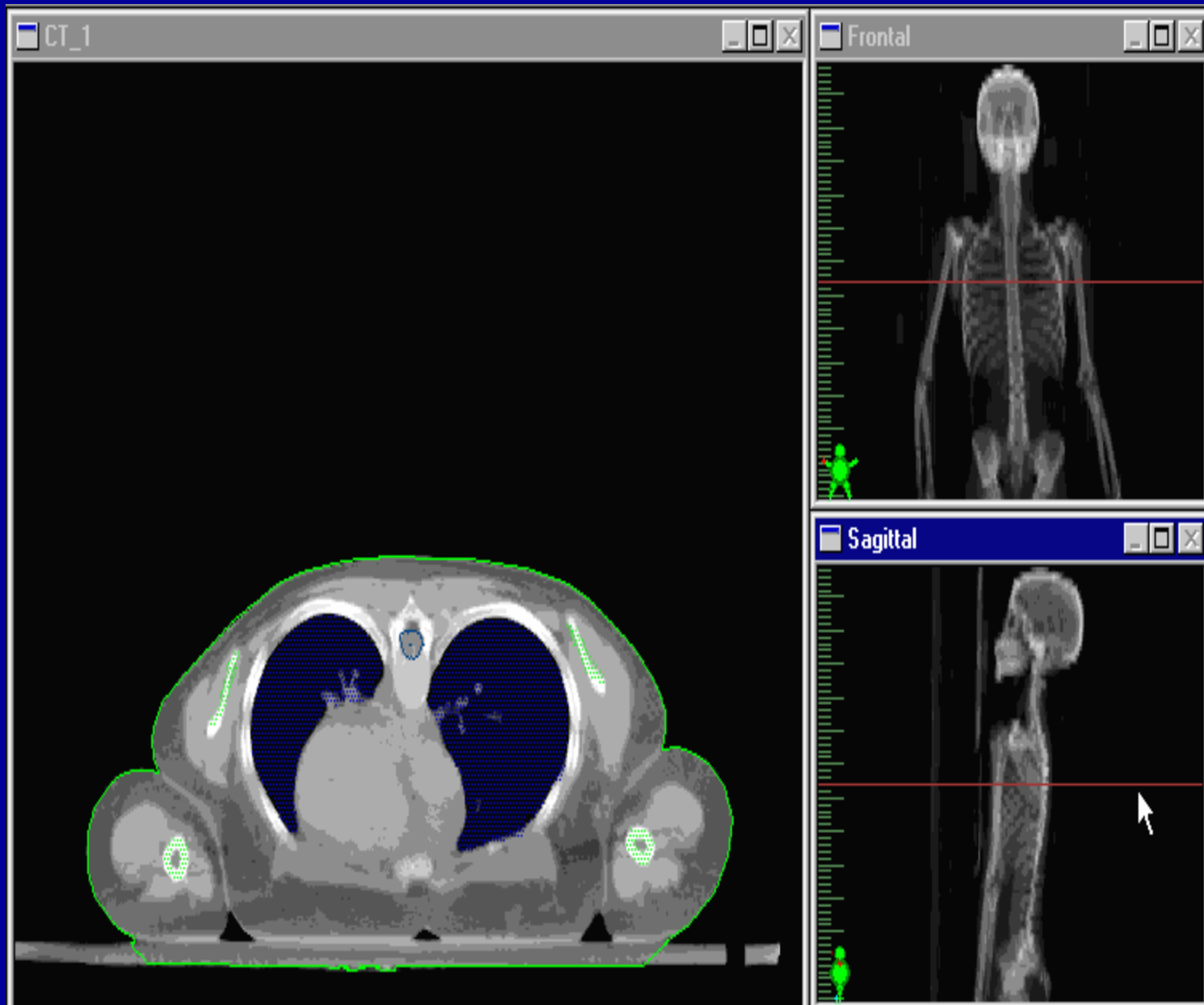


# CT tomografia

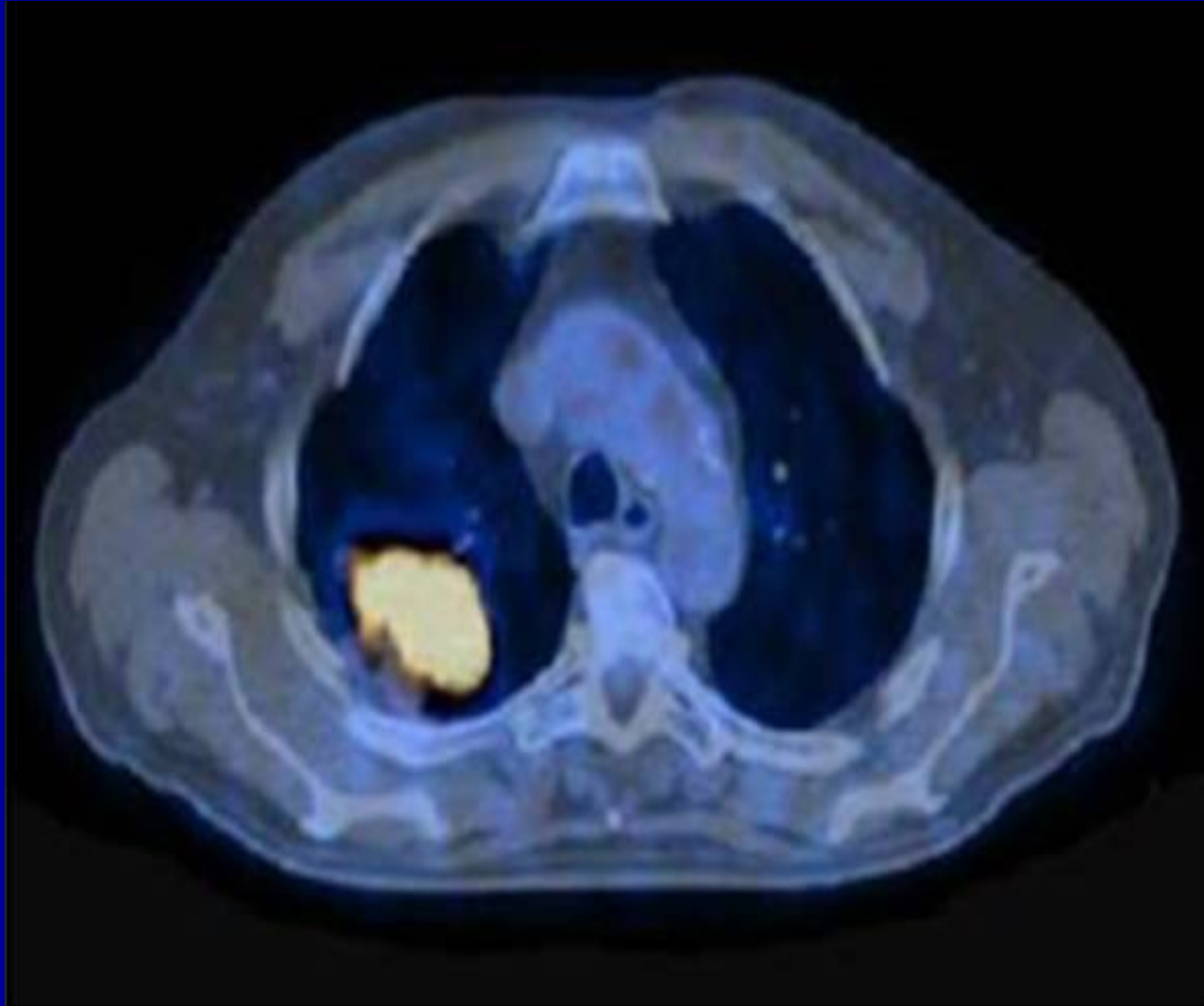
- CT meria **hustotu tkaniva** v danej vrstve. *Jednotkou hustoty je tzv. Hounsfieldova jednotka – HU.* **0 HU** zodpovedá absorbcii rtg. žiarenia vodou, **mínus 1000 HU** odpovedá absorbcii rtg. žiarenia vzduchom, **3000 HU** – absorbcii kostným tkanivom. - **200 HU** zodpovedá **tukovému tkanivu**
- CT umožňuje tzv. **skenovanie orgánov po vrstvách**, lepší kontrast a menšia zrnitosť sa dosahuju zvýšením **intenzity rtg. žiarenia (katóda)**. Zát'áž pacientov rtg. žiarením je rovnaká ako u klasickej skiagrafie. **Zát'áž** pri klasických skénoch je asi 0,1 Rad/1 expozíciu **.Pozor!** „Soft“ rtg žiarenie je nebezpečnejšie než „hard“ rtg žiarenie, lebo dlhšie zostáva v tele.



# „Computerová“ tomografia (CT)



# CT skenovanie - tumor v pľúcach



# Metódy nukleárnej medicíny

## Izotopové vyšetrenia - GAMAGRAFIA

Využívajú zobrazenie orgánov pomocou prechodu ionizujúceho žiarenia , ktoré vzniká v **jadre atómov**. t.j. jadrové žiarenie **alfa, beta, gama a pozitronové** žiarenie .

- Príslušný typ žiarenia sa dosahuje vpravením látok –žiaričov (**rádioizotopov**), ktoré sú zdrojom príslušného žiarenia, napr. alfa, beta, gama... Tieto sa vpravujú do krvi . Látky sa hromadia v orgáne, ktorý chceme vyšetriť a keďže vyžarujú ionizujúce žiarenie, toto sa deteguje prístrojom – **gama-kamerou**. Tak sa dajú zistiť napr. zápal alebo nádor štítnej žľazy po vpravení radioizotopu **J 131** do krvi . J 131 je kombinovaný beta- gama žiarič s polčasom rozpadu 8 dní.
- **Cr<sup>51</sup>** je ďalší rádioizotop používaný na vyšetrenie veľkosti, tvaru bielych a červených krviniek ( **zistovanie rakoviny krvi, leukemie**)
- Pri gamagrafii **pečene** sa vpravuje do krvi iný rádioizotop- **P 32** a umožňuje dg. nádorov, či zápalov pečene .

# Pozitrónová emisná tomografia (PET)

- ide o neinvazívnu zobrazovacia tomografickú metódu využívajúcu **rádiofarmaká ( napr.18 flórdeoxyglukóza)** ,ktoré sa po vypití dostane **krvou do tkaniva (nádoru)** kde vyžaruje kladne nabité častice zvané **pozitróny**.Pozitróny reagujú s elektrónmi atómového obalu nádoru , dochádza k anihilácii hmoty častíc a energia z anihilácie sa vyžiari v podobe fotónov. Tieto fotóny sa zachytávajú tzv. **scintilačnými detektormi** a na obrazovke sa vytvorí obraz orgánu vo vrstvách. Táto metóda má nízku rozlišovaciu schopnosť (len **10-20 mm**), kým napr. **CT ma rozlišovaciu schopnosť 0,5 mm** t.j. takmer 100- krát vyššiu.

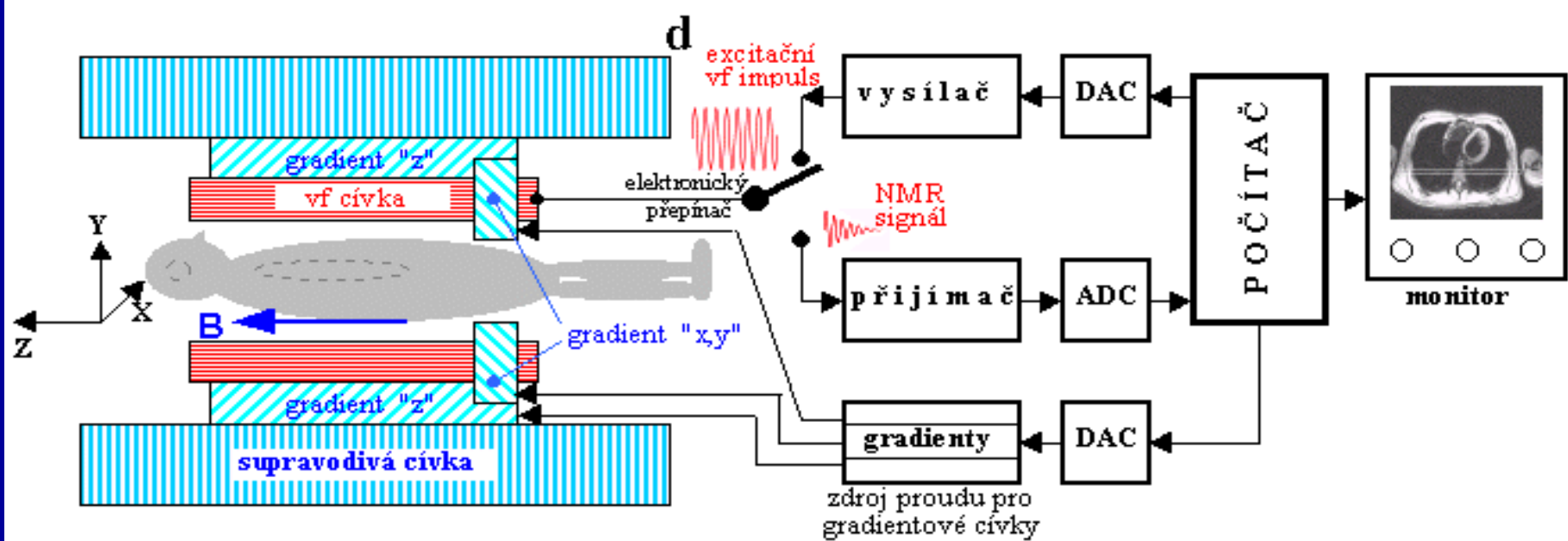
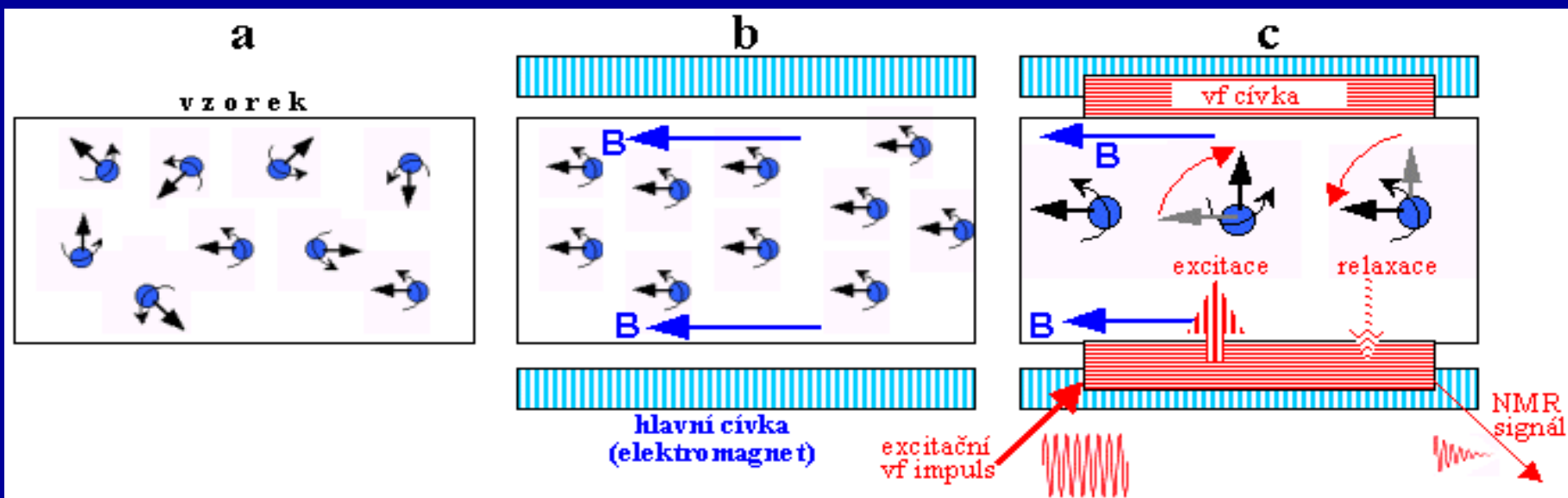
# Nukleárna magnetická rezonančná tomografia (NMRT)

Metóda nevyužíva rtg. žiarenie, ale **magnetický rezonančný signál (MRS)**. Tento vzniká na základe **rozkmitania (excitácia) protónov** v jadrách atómov prvkov (C, P, Ca, Na), s **nepárny počtom** protónov a ich následnej **relaxácie (deexcitácia)**.

Postup: Na tkanivá sa pôsobí najprv **NF magnetickým poľom** z elektromagnetu a potom **VF magnetickým poľom** z rádiovfrekvenčných cievok (čo vedie ku tzv. **Precesii**). Potom sa náhle **vypne VF magnetické pole** z rádiovfrekvenčných cievok.

**Protóny** sa vracajú na svoje **pôvodné sféry** v jadre atómov a rozdiel energie sa vyžiari ako **MRS**.

# Schéma vzniku NMR signálu, princip NMRT





# NMRT

**Výhody:** neinvazívna metóda,  
krátke trvanie vyšetrenia (10-20 min.)  
nezaťažuje pacienta aj keď intenzita magnet. poľa je vyššia (1-2 Tesla)  
vysoká rozlišovacia schopnosť

**Nevýhody:** ekonomicky náročné vyšetrenie  
klaustrofóbia (strach v tuneli)  
silný hluk (z RF cievok)  
nemožno vyšetrit' pacienta s kovovými implantátmi



**Prajem Vám úspěšný deň !**

