

JIHOČESKÁ UNIVERZITA

ZDRAVOTNĚ SOCIÁLNÍ FAKULTA

KATEDRA RADIOLOGIE A TOXIKOLOGIE

Bakalářská práce

Téma: Dopad digitálního zobrazování na praktickou činnost radiologického asistenta

Obor: Radiologický asistent

Autor : **David MAREK**
Vedoucí bakalářské práce : **prof. MUDr. Stanislavu Tůmovi, CSc**
Datum odevzdání : 9. května 2008

PROHLÁŠENÍ :

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Dopad digitálního zobrazování na praktickou činnost radiologického asistenta“ vypracoval samostatně.

Použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v příloženém seznamu literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných zdravotně sociální fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 25. dubna 2008

Podpis

.....

Poděkování :

Rád bych touto cestou poděkoval prof. MUDr. Stanislavu Tůmovi, CSc., za trpělivost, ochotu, odborné vedení a konzultaci problémů při vypracování této bakalářské práce.

Summary

The submitted bachelor's paper deals with the impact of digital imaging on the practical activity of a radiological assistant. In 2006, I participated in a professional seminar held by the AURA-GROUP company, which focused on digitalization of modalities in the health service. This topic seemed to be so interesting for me that I decided to find out what their experience were and what the comparison of the analogue and digital imaging would be like from the point of view of assistants working in practice and to find out more about requirements concerning a radiological assistant's work both under the analogue and under the digital operation.

In the theoretical section, the principle of X-rays is provided together with a small excursion into the history and the method of analogue and digital imaging and current methods of archiving as well. In this section, the current state of radiology is surveyed and the principles of the individual methods, their advantages and disadvantages together with future prospective are described here as well.

In the practical section, I decided to verify the hypothesis that the digital imaging is more valuable in practice than the analogue one. Within the framework of quantitative methodology, the method of fact-finding through questionnaire was used. This questionnaire was presented to employees of radiological departments and the results were subsequently statistically processed and evaluated. The research sample was set up from employees working in the radiological departments in the hospitals in České Budějovice and Český Krumlov. For the purposes of this research, I made no difference as far as the individual age categories or educational background or any other criteria are concerned. This means that this selection was not limited in any way and it has, in my opinion, sufficient support both from the theory and practice and thus it has a sufficient testifying value with respect to the knowledge and experience of the radiological assistants subject to the research.

The results of this work confirmed the respective hypothesis and it was demonstrated that digitalization has positive impact on practical activity of a radiological assistant for the purpose of post-processing adjustments, X-ray images archiving using the PACS system, and the fact that there is no need of the so-called wet process is particularly beneficial as well.

In the summary, we should also see economic advantages, as they are one of the most important criteria for development of new methods of activities in the field of health care at the present time. The fact that the digital method of imaging saves costs relating to

films, chemical substances, archiving capacities (rooms and staff) brings substantial savings, which may be utilized for example for the purchase of technologically advanced equipment.

Úvod

Historie

I. ČÁST PRVNÍ – TEORETICKÁ (současný stav)

1. Podstata rentgenového záření
2. Metoda analogového zobrazování
3. Metoda digitálního zobrazování
4. DICOM, PACS

II. ČÁST DRUHÁ - PRAKTICKÁ

1. Cíl práce a hypotéza
2. Metodika
3. Výsledky
4. Diskuze
5. Závěr
6. Seznam použité literatury
7. Klíčová slova
8. Přílohy

ÚVOD

Bakalářskou práci na téma „**Dopad digitální zobrazování na praktickou činnost radiologického asistenta**“ jsem si zvolil proto, že jsem se v roce 2006 zúčastnil odborného semináře pořádaného firmou Aura, který byl zaměřen na digitalizaci modalit ve zdravotnictví. V daném tématu jsem se rozhodl přiblížit a nastínit nároky na práci radiologického asistenta jak v analogovém, tak v digitálním provozu.

Historicky je vznik radiologie spojen s diagnostickým a terapeutickým využitím rentgenového záření. Radiologie se rozdělila na radiodiagnostiku (vyšetřovací metody se zobrazováním výsledků) a radioterapii (léčebné metody). V dalším vývoji radiologie rozšířila svou působnost i na záření elektronického spektra s ionizujícími účinky. Mezi tato záření patří především gama záření. Fotony těchto záření ionizují nebo destruuji cílový mikroobjekt absorpcí při interakcích rentgenového záření či gama záření s prostředím (Přemysl Záškodný, 2005). (9)

Rentgenový film doposavad dominuje v medicínských zobrazovacích technologiích. Ale jako u digitálních kamer a fotoaparátů přichází nyní doba, kdy digitální systémy postavené na počítačovém zpracování obrazu postupně doplní a částečně nebo úplně nahradí analogové filmové zobrazovací systémy. Většina výrobců rentgenové techniky se rozhodla rozšířit portfolio výrobků o digitální systémy. Sázejí na bezfilmovou technologii a uvádějí na trh zařízení nepřímé radiografie (CR), založené na paměťových foliích, přístroje pro přímou radiografii (DR), založené na velkoplošných snímacích detektorech a systémy pro archivaci snímků (PACS), které umožňují pořízení snímků a jejich prohlížení a manipulaci v počítači.

Dosavadní technologie receptorů obrazu pro RTG skiografii je RTG film a pro skiaskopii RTG zesilovač s TV kamerou a monitorem. Se zvyšující se kvalitou polovodičové technologie jsou jednotlivé části analogového systému nahrazovány obrazovými čipy, ať již citlivými na světlo, nebo na RTG záření. Nastává období úpadku klasických RTG filmů, zesilovačů, vakuových TV kamer a monitorů s vakuovými obrazovkami a nástup éry digitalizace obrazu. V obrazovém řetězci tedy zůstane jediný vakuový prvek – rentgenky. S postupným zaváděním dalších

zobrazovacích metod jako je magnetická rezonance (MR) a počítačová tomografie (CT) si stále více lékařů a radiologických asistentů osvojuje techniky a principy počítačového zobrazování, a tak tyto metody pronikají i do oblastí dříve vyhrazených tradiční radiografii. (21.)

Předložená bakalářská práce obsahuje seznámení s činností a problematikou radiologických asistentů v podmínkách analogového a digitálního zobrazování a porovnáním obou těchto v praxi užívaných metod.

V první části je obecně rozebrána problematika práce radiologického asistenta, proveden průřez od historie až po současnost, metody, které jsou při této činnosti využívány a porovnání efektivnosti a účinnosti těchto metod.

Ve druhé praktické části se pokusím za pomoci metody dotazníků a polostrukturovaných rozhovorů s radiologickými asistenty na vybraných pracovištích potvrdit hypotézu, která upřednostňuje digitální metodu před metodou analogovou.

Historie

Svou práci nemohu začít jinak než alespoň malým ohlédnutím do historie. Datum 8. listopadu 1895 (pátek) je nesmazatelně spjato se jménem Wilhelm Conrad Röntgen (27.3.1845 - 10.2.1923). Byl to německý fyzik, který se narodil roku 1845 v německém městě Lennepu v rodině obchodníka. Ačkoliv byl Röntgen jen průměrným gymnaziálním studentem a nepodařilo se mu získat maturitní zkoušku, získal diplom strojního inženýra na polytechnice v Curychu. Svou houževnatostí a praxí získanou u profesora A. Kundta se vypracoval na uznávaného představitele experimentální fyziky. Roku 1869 získal na Curyšské univerzitě doktorát z filozofie. Během následujících devatenácti let působil na řadě univerzit a postupně získával pověst vynikajícího vědce. V roce 1888 byl jmenován profesorem fyziky a ředitelem fyzikálního ústavu při univerzitě ve Würzburgu. V roce 1901 obdržel Nobelovu cenu za fyziku, vůbec první, co kdy byla udělena.

Röntgenův objev se nevyhnul ani Čechům. V lednu roku 1897 přivezli na pražskou chirurgickou kliniku prof. Maydla tesaře, který spolkl neobvykle dlouhý hřeb. Ošetřující, tehdy mladý asistent a nadšenec pro nové metody Rudolf Jedlička, přivedl nemocného do hotelu Černý kůň, na nynější třídě Na Příkopě v Praze, kde byl tehdy instalován pro pobavení hostů restaurátorem panem Cífkou první rentgenový přístroj na území Čech. Na snímku zhotoveném 12. ledna 1897 s velmi dlouhou expozicí (1,5 hod.) byla neobvyklá poloha spolknutého hřebíku prokázána, demonstrována a chirurgy byl hřebík operativně vyjmut. To je první dokumentovaný výkon provedený v Praze na podkladě rentgenového vyšetření. Rudolf Jedlička, později profesor chirurgie a ortopedie na České lékařské fakultě Karlovy univerzity v Praze, se věnoval i nadále rentgenologii. Je považován i za zakladatele pediatrické radiologie. Ve Spolku lékařů českých 14. listopadu 1898 demonstroval a v roce 1899 v Časopise lékařů českých publikoval i první pozorování rentgenových nálezů u dětí. Šlo o zlomeninu pravého radia u 11 letého chlapce po pádu z okna ve 2. patře, jehlu v dlani 10 leté dívky, střelné poranění levého ramene u 14 leté dívky a pleurální výpotek při plicní metastázi osteosarkomu femoru u 15leté dívky. Aplikaci rentgenologie se věnoval po celý svůj

život chirurga. Ke konci zaplatil i svou daň. On, chirurg, skončil amputací 3 prstů na levé ruce pro poradiační nádorové změny. (27)

Digitální zobrazení bylo uskutečněno v roce 1970 - spolu s prvním klinickým použitím a přijetím počítačové tomografie a CT přístroje, vynalezené Godfrey Hounsfieldem. Převodníky z analogového na digitální signál a také počítače byly adaptovány na konvenční obraz z fluoroskopického zesilovače obrazu připojením TV řetězce, taktéž v 70. letech. Angiografické procedury pro prohlížení krevního řečiště mozku, ledvin, rukou a nohou, a krevních cév srdce - zde všude bylo přispěno adaptací digitálních technologií.

V následujících 10 - 15 letech bude konvenční filmový systém modernizován na digitální technologii. Nakonec budou i filmové kazety a paměťové folie nahrazeny digitálními detektory. Tato technologie je v současnosti stále ve vývoji a je dostupná jen hrstce z celého světa. Přechodným krokem jsou fosforové folie, které jsou dnes dostupné po celém světě. Tyto fólie "uvězní" energii rtg záření a vyžadují proces přenosu obrazu aby byly informace převedeny do digitálního obrazu.

Některé modalities, jako například mammografie vyžadují extrémně vysoké rozlišení filmu - aby byly schopny ukázat i malé rakovinné útvary. Digitální detektory schopné podobného rozlišení jsou nyní velice drahé a stále ve vývoji a snad budou snáze dostupné v budoucnu. (10)

I. ČÁST PRVNÍ – TEORETICKÁ (současný stav)

1. Podstata rentgenového záření

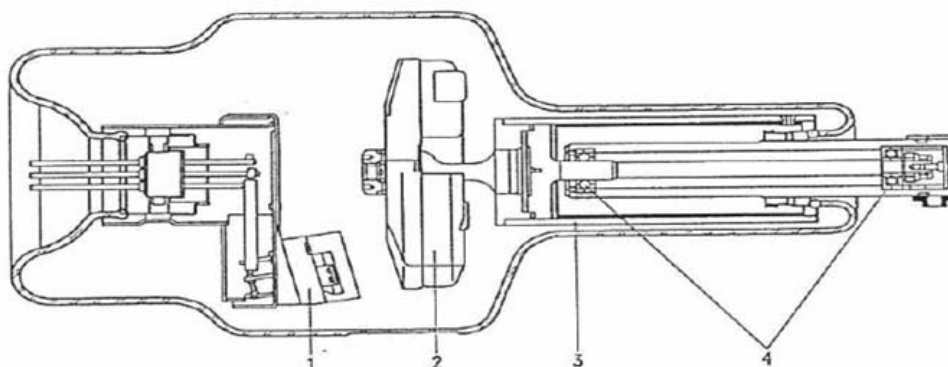
Rentgenové záření je elektromagnetické vlnění, jehož vlnová délka se pohybuje okolo 10^{-9} m. Proniká hmotou i vakuem, jeho intenzita slábne se čtvercem vzdálenosti od zdroje záření a šíří se přímočaře. Nejdůležitějšími vlastnostmi tohoto elektromagnetického vlnění je průnik hmotou, luminiscenční efekt, fotochemický efekt, ionizace a biologický efekt. Při průniku hmotou je rentgenové záření zeslabováno, na čemž se podílí absorpce, rozptyl a tvorba pozitron-elektronových párů.

Absorpce se vysvětluje fotoefektem, při kterém foton narazí na některý oběhový elektron atomu, předá mu veškerou energii a zanikne. Elektron, na který foton narazil, vylétne mimo svou slupku. Jakmile vylétne mimo oblast silového pole atomu, dojde k ionizaci. Zůstane-li elektron v silovém poli, dostane se atom do vybuzeného stavu. Při návratu z vybuzeného do klidového stavu je vyzářená energie tím větší, čím byl elektron vybuzen na vyšší energetickou slupku atomu. To znamená, že se při absorpci tvoří sekundární záření.

Rozptyl je klasický nebo Comptonův. U klasického dochází ke srážce rentgenového kvanta a obíhajícího elektronu, při které se vychýlí kvantum záření z původního směru, avšak neztratí žádnou energii a elektron se nevychýlí z dráhy. U Comptonova rozptylu se srazí kvantum záření s elektronem, záření se vychýlí z původního směru, ztratí část energie. Srážkou postižený elektron je vyražen z oběhové slupky. U obou typů rozptylů dostává sekundární záření nejrůznější směr.

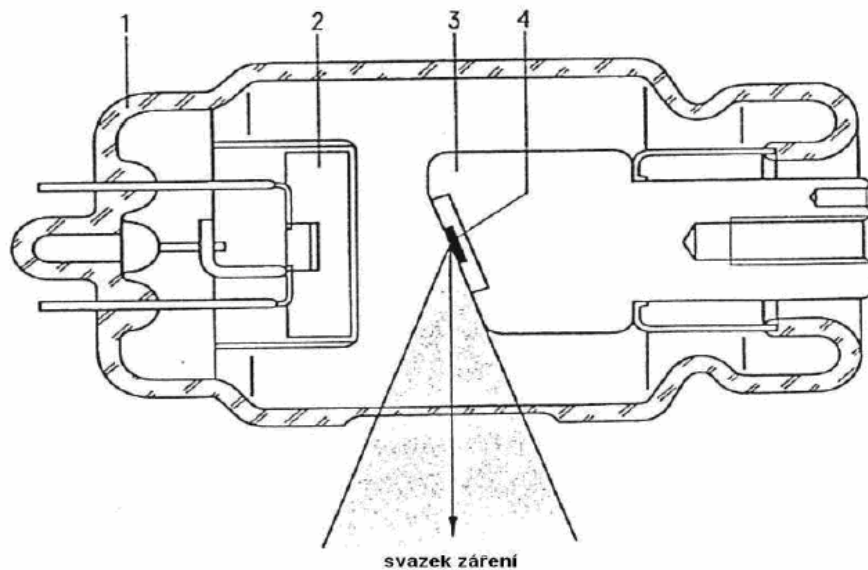
Přirozené záření X, neboli rentgenové záření, vzniká za velmi vysokých teplot například na Slunci. Umělým zdrojem RTG záření je rentgenka, kde vzniká prudkým zabrzděním velmi rychle letících elektronů hmotou o vysokém atomovém čísle. Rentgenové záření vzniká nárazem elektronů velké kinetické energie na hmotu ve speciální elektronce, v rentgence. Výroba rentgenového záření je energetickým dějem, přeměnou elektrické energie v energii záření. Nejprve však musí dojít k nažhavení

katody a tím k uvolnění elektronů. Přivedeme-li mezi katodu a anodu napětí desítek či stovek kV, elektrony, které jsou okolo rozžhavené katody, se elektrickým polem urychlí k anodě. Nárazem na anodu se přibližně 1 % kinetické energie přemění na RTG záření a 99 % se změní v teplo.



1 - katoda se dvojitým fokusovaným žhavením
2 - anoda s grafitovým kotoučem a wolframovým mezikružížím
3 - rotor anody
4 - kuličková ložiska rotoru

Čím vyšší je napětí na rentgence, tím větší kinetickou energii mají elektrony emitované katodou a tím prudší jsou nárazy elektronů na anodu. Tzn. emitované rentgenové záření má kratší vlnovou délku, je pronikavější, tvrdší, penetrantnější a má větší energii. Lze tedy regulací anodového napětí na ovládači rentgenového přístroje ovládat jakost záření emitovaného rentgenkou. Pokud na rentgenku přivádíme neměnné anodové napětí a katodový proud, pak emituje rentgenové záření stálé jakosti a celkové množství záření závisí na době trvání emise záření, tzn. na době zásobování rentgenky elektrickou energií. (12)



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

Obrázek č.1 a č. 2 - Schéma rentgenky

Záření vznikající dopadem elektronu na hmotu dělíme ještě na brzdné – vzniká změnou rychlosti elektronu v blízkosti jádra, a charakteristické – určené kvantovou povahou energetických hladin elektronů v obale atomu. Charakteristické záření nemá pro diagnostické účely ve skiografii žádný význam. Ve skiografii využíváme k zobrazování brzdné záření.(12)

2. Analogové zobrazování

Snímkování na klasické rentgenové filmy se vyvíjelo asi 85 let. Ačkoli je v současné době a v této podobě na konci možností podstatného zlepšení, sotva si jde představit, že by tak rozsáhle zavedený systém mohl být k dnešnímu dni nahrazen digitálním systémem, který je teprve v počátcích své éry. Klasickými snímky lze dosáhnout zobrazení podstatně levněji a mnohdy i kvalitněji než s dosavadními digitálními postupy, jejichž hlavními problémy zůstávají kromě vysoké ceny i ne zcela splněné požadavky na vysokou rozlišovací schopnost. Aby nedocházelo ke ztrátě informací, musí matice digitálního obrazu poskytnout parametry srovnatelné s rentgenovým snímkem. Tím se ovšem zvyšují nároky na počítač i cenu celého systému. Některé známé nevýhody klasických rentgenových snímků, které vlastně podporují snahy o další vývoj DR, jsou již dlouho předmětem kritiky. Tyto obrazy už nelze po provedení expozice upravovat. Manipulace ke změně jejich kontrastu je obtížná až nemožná a množství informací obsažených ve snímku nelze přes jeho vysokou rozlišovací schopnost plně využít. Expozice snímků přitom nelze snadno přizpůsobovat, protože chybí zpětná vazba: detektor – zdroj. Po špatném vyvolání filmu nezbyvá, než snímek opakovat a opětovně vystavit klienta radiční zátěži. Skladování velkého množství filmů vyžaduje celou řadu bezpečnostních předpisů, vyhovující a nákladný prostor, je náročné na administrativní práce, vystaveno možnostem špatného záření a tím vším neekonomické. Náklady na filmový materiál každoročně rostou už i proto, že celosvětové zásoby stříbra, potřebného pro filmové emulze, trvale klesají. (6)

Rentgenové filmy

Tvoří základní (analogový) dosud používaný zobrazovací systém. Nevýhodou je fotochemické zpracování a s tím související vybavení (komora, vyvolávací automat, chemikálie), ale i související jevy (skladování a evidence snímků, potřeba likvidace zpracovatelských roztoků atd.). Rozlišovací schopnosti rentgenových filmů se zatím digitální systémy jen přibližují. (21)

Pro rentgenové snímkování se používají speciální filmy, jejichž emulze je tlustší a obsahuje zvýšený obsah halogenidů stříbra ve srovnání s běžnými fotografickými materiály. Filmy se vyrábějí v různých velikostech – nejmenší políčka cca 2x2cm se používají při zubní rentgenové diagnostice, největší formáty cca 43x43cm při snímkování plic, popř. 96x20cm na páteř. Při vlastním snímkování jsou filmy uloženy ve speciální světlotěsné kazetě, opatřené při okraji kovovými značkami a písmeny a při expozici se promítají na film. Po vyvolání jsou viditelné, zajišťují geometrickou orientaci a identifikaci snímku. V temné komoře se pak vyjmají z kazet. K vyvolání se využívá speciálních koncentrovaných vývojek poskytujících vysoký kontrast a sytost zčernání filmu; proces vyvolávání, ustalování a sušení se provádí ve vyvolávacích automatech.

Dodatečná digitalizace (skenování) vyžaduje kvůli požadavku na čtení vysokých hustot speciální konstrukci skeneru – obraz je snímán bod po bodu laserovým paprskem (He-Ne), nebo prosvětlován intenzivním světelným zdrojem (400W žárovka s optikou) a snímán řádkovým snímačem. Pro snímání hustot $D > 4$ v žádném případě nevyhoví kancelářský scanner. Celkově je však použití filmů a "mokrého procesu" na ústupu, budoucnost patří elektronickému snímání a digitalizaci RTG obrazu. (21)

Vyvolávací automat

Fotografické (světlocitlivé) materiály jsou tvořeny drobnými krystalky *halogenidu stříbra*, které jsou rozptýleny v želatinové vrstvě. Tato tzv. **fotografická emulze** je nanesena na povrchu plastové fólie – filmu; dříve se používaly i skleněné *fotografické desky*. V molekule bromidu stříbrného AgBr jsou atomy stříbra a bromu vázány *iontovou vazbou* – Ag^+Br^- , která je poměrně slabá. Klasická fotochemická reakce je způsobena pohlcením světelného fotonu f , jehož energií se z vázaného atomu bromu (bromidového iontu Br^-) uvolní elektron: $\text{Br}^- + f \rightarrow \text{Br} + e^-$. Uvolněný elektron může být pohlcen některým iontem stříbra Ag^+ vázaným v bromidu: $\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}$, čímž vznikne neutrální atom stříbra. Vlivem těchto procesů dochází k rozpadu (*fotolýze*) bromidu stříbrného. Podobná fotochemická reakce vzniká i při ozáření fotografického materiálu ionizujícím zářením, které způsobuje rozpad – *radiolýzu* – bromidu stříbrného.

Výsledkem je uvolňování atomů stříbra z jeho vazby ze sloučeniny AgBr a vznik latentního obrazu.

Na takto exponované vrstvě bychom prostým okem zpočátku nic neviděli, obraz je "skrytý" (latentní), tvořený jen řídkce rozloženými atomy stříbra. Fyzikálně-chemická změna v krystalcích bromidu stříbrného je zviditelněna teprve při **vyvolání**. Vyvolávací proces je elektrochemická reakce při níž primárně dochází k přenosu elektronů z vyvolávacího činidla na AgBr prostřednictvím atomů stříbra v latentním obraze. Vyvolávací látky (nejčastěji metol a hydrochinon) odštěpují od exponovaných bromostříbrných částecek bróm (který přechází do vývojky) a *redukují* tak původní bromid stříbrný na **kovové stříbro**. Z hydroxylové skupiny OH vázané na cyklickém uhlovodíku (benzenovém jádře) vyvolávací látky se odštěpí vodíkový iont, ten se sloučí s iontem bromu za vzniku HBr (rozpuští se ve vývojce) a atomu stříbra Ag. Vyvolávací látka proniká (v disociované formě) k zárodkům latentního obrazu, předává AgBr své elektrony a dochází k *vyredukování stříbra*. Setkáním předávaných elektronů s dalšími stříbrnými ionty Ag^+ v AgBr se redukční děj přenáší dále do krystalu bromidu stříbra a uvolňuje se tak další stříbro. Účinek mikroskopického latentního obrazu je *iniciační* a *katalytický* – chemický proces redukce postupně zachvátí celé zrno bromidu stříbrného, vznikne velký počet atomů stříbra (multiplikační faktor cca 10^8). Tento proces nastává jen na těch krystalcích AgBr, které obsahovaly již před vyvoláním několik atomů fotolyticky vyloučeného stříbra. Různá míra expozice fotografické emulze je tak zviditelněna pomocí hustoty zrníček koloidního stříbra. Zbýlý neosvětlený bromid stříbra se z citlivé vrstvy odstraní rozpuštěním v ustalovači (vodný roztok sirnatanu sodného). Po expozici ionizujícím zářením je hustota zčernání vyvolaného fotografického materiálu úměrná hustotě ionizace v daném místě, a tedy množství energie ionizujícího záření, která byla v tomto místě pohlcena. (20.)



Obrázek č. 3

Negatoskop

Negatoskop je pomocný lékařský přístroj sloužící k vyhodnocování snímků pořízených některou denzitografickou technikou (obvykle označovaných jako rentgenové snímky). Jde o rovnoměrně podsvícenou matovou plochu, na kterou jsou snímky osazovány do pružinových, nebo rámových držáků. Dražší provedení negatoskopů mají regulovatelnou intenzitu podsvícení (při zachování požadavku rovnoměrného osvětlení plochy), tepelné filtry a další pomůcky usnadňující práci radiologa (lupy, stupnice, odečtová pravítka). Negatoskopy se užívají v ortopedii (skiografie), gynekologii (vyhodnocení mammogramů a galaktogramů), zubním a vnitřním lékařství (zejména plicním).(22.)

3. Digitální zobrazování

Skutečně, digitalizace nemilosrdně proniká do všech oborů a odvětví, radiologii nevyjímaje. Zdá se, že snímkování na běžný rentgenový film bude již v brzké budoucnosti minulostí. Přesvědčuje nás o tom rozmach digitalizace na rentgenových pracovištích v celém světě i v ČR.

Nové postupy v digitální radiografii se začínají více uplatňovat až v současné době. Především jejich vývoj a prosazení. To vše a samozřejmě i snaha dosáhnout ze zhotoveného snímku maximální diagnostickou výtěžnost tvoří hlavní motivy a hnací sílu nových technik. V digitální radiografii se dnes propracovává několik zobrazovacích modalit a systémů.

CR – Computed radiography

Tuto technologii uvedla firma FUJI již v 70. letech. Hlavní rozdíl mezi analogovou skiografií a nepřímou digitalizací spočívá v tom, že rentgenový film je nahrazen paměťovou folií. Manipulace s kazetou s paměťovou folií je obdobná jako s kazetou filmovou po stránce expozice. Kazeta se liší nepřítomností zesilovacích folií a má zabudovaný paměťový čip pro vkládání údajů o pacientovi. Jedno čtecí zařízení kazet lze využít pro několik rentgenových vyšetřoven a tím výrazně snížit pořizovací náklady.

U nepřímé digitalizace není nutno provádět žádné úpravy, které jsou nutné např. při instalaci plochého detektoru pro přímou digitalizaci. Pro CR lze použít veškeré nářadí využívané při pořizování snímků na rentgenový film. Jde o využití skutečnosti, že fosfor rozvrstvený na fotostimulační obrazové fólii je schopen po expozici rentgenovým zářením uchovat vzniklý obraz po několik hodin.

Princip je velmi podobný úpravě obrazu elektronických kopírek rentgenových filmů. Využívá mikrodenzitometrického měření. Fólie jsou uzavřené v kazetách podobných klasickým RTG – filmovým kazetám. (21.)

Poté je fólie vložena do scanneru, kde je postupně prosvěcována úzkým světelným paprskem a je měřena míra oslabení jeho intenzity podle stupně krytí ploch snímku. Na místo světelného paprsku se dnes k prosvícení filmu u některých přístrojů

používá ke snímání neonový laser, který zaručuje větší prostorové rozlišení, než paprsek světelný. Současně celý postup zrychluje. Z fólie je zpětně emitováno světlo, které odpovídá původnímu obrazu zachycenému na fólii. Světlo se převede na elektrické impulzy, z nichž se v počítači vytvoří digitální obrázek. Po expozici a skenování fólie se scanner zároveň „vyčistí“ – zformátuje, a fólie je připravena na další snímek.

DR – Direct radiography

Práce na DR systémech byla zahájena počátkem 90. let. Jednou z technologií DR je tzv. Flat Panel Detector, složený z materiálu Amorphous selenium nebo Amorphous silicon (tento materiál se využívá např. v RTG detektorech systému CyberKnife). Další formou je detektor složený z CCD (Charge Couple Device) článků. Vzor obrazu se vytváří dopadem rentgenového záření na detektor, signál je digitalizován a odeslán do počítače, tedy bez nutnosti manipulace s kazetou jako u CR. Detektor je totiž pevně připojen k RTG zařízení – existuje ovšem už i mobilní verze Flat Panel Detektoru. Snímek vidíte hned na konzole RTG zařízení a to již za dvě vteřiny po expozici, takže jej můžete ihned upravovat ještě před odesláním na prohlížečící stanici lékařů. (16.)

Na rozdíl od filmových systémů, které vyžadují spotřební materiál – filmy a zpracovatelskou chemii, jsou digitální systémy této položky zbaveny. Odpadá nutnost pořízení temné komory a jejího vybavení, zpracovatelského automatu, senzimetrické kontroly zpracování, ale i náklady na likvidaci zpracovatelských roztoků, náklady na skladovací prostory pro hotové snímky a negatoskopy.

Na druhou stranu je potřeba vybavení navíc: počítačové vybavení, diagnostický monitor, atd. Dále je potřeba jednorázová investice do obrazového receptoru (DR) nebo čtečky paměťových desek (CR). U DR žádné další požadavky nejsou. U CR techniky jsou potřebné ještě paměťové desky, které ovšem mají životnost asi 10000 expozic a mohou se spíše poškodit mechanicky při čištění, neboť manipulace s deskou v čtecím zařízení je automatická. Velká výhoda digitalizace je zjednodušení archivace a vyhledávání snímků. Některé prameny uvádějí, že při klasickém archivování snímků se asi jedna třetina snímků nenávratně ztratí. I když je tento údaj asi nadsazený je zřejmé,

že manipulace se snímky, které jsou poměrně neskladné a těžké, není jednoduchá. Proto hlavní předností je systém archivace a přenosu snímků společně s údaji o pacientech na jiná pracoviště v nemocnici, nebo i mezi nemocnicemi, což umožňuje snadnou konzultaci problému s odborníky na celém světě. Pro úpravu snímků je k dispozici specializovaný software (např. MUSICA). Pro systém archivace existuje zavedený standard PACS / DICOM. Rovněž v NDT oblasti existuje obdobný datový standard (DICONDE). Tyto softwarové prostředky je potřeba pořídit. (21.)

4. PACS, DICOM,

Snímky z diagnostických přístrojů byly v minulosti ukládány na pevná media. Archivace měla v této podobě celou řadu nevýhod. Snímky ztrácely časem na kvalitě, např. fotografie z ultrazvukových přístrojů byly po několika letech téměř nečitelné. Často docházelo ke ztrátě snímků. V případě, že si ošetřující lékař daný snímek vypůjčil, neměl k němu jiný lékař přístup. Pokud byl pacient sledován, či léčen ve více nemocničních zařízeních, musel snímky převážet, nebo mu byly v horším případě zhotoveny snímky zcela nové. Pacient musel podstoupit zcela zbytečně opakovaná vyšetření, což představovalo zátěž pro pacienta a celý systém lékařské péče. Velkým problémem bylo vyhledávání starých snímků. Bylo zapotřebí použít archiv, vyhledat starou dokumentaci a často nebyly snímky vůbec nalezeny. Proces vyhledávání staré obrazové dokumentace byl časově náročný a často komplikovaný, což již předem odradilo některé lékaře, kteří měli původně v úmyslu dokumentaci vyhledat. Lékaři, kteří své pacienty na vyšetření posílali, obdrželi většinou pouze slovní popis vyšetření a vlastní snímek měli k nahlédnutí až na vyžádání. (17)

S rozvojem radiodiagnostiky a vývojem nových technologií, které umožňovaly vytvářet digitální a nikoliv pouze analogová data, se uvažovalo o možnosti ukládání snímků přímo v digitální podobě. Začaly vznikat první systémy, které umožnily ukládání obrazových dat, další přístup a zpracování. Práce s obrazovými daty byla v mnoha směrech usnadněna a zlepšena. Problémem byla vzájemná komunikace mezi jednotlivými přístroji, modalitami, které snímky vytvářely. Časem byl vznesen požadavek na vytvoření standardního formátu, který by byl společný pro všechny přístroje od různých výrobců. Formát DICOM splňoval většinu kritérií a stal se „*univerzálním jazykem*“ mezi jednotlivými modalitami. V současné době je podporován většinou výrobců.

System PACS umožňuje zpracovávat, archivovat a dálkově přenášet obrazová (statická i pohyblivá) zdravotnická data, která jsou uchovávána v mezinárodně platném formátu DICOM v reálném čase. PACS umožňuje zpracovat velké objemy dat, tato data uchovávat a taktéž s těmito archivovanými daty dále pracovat.

Archivace digitálních dat je podstatně kvalitnější a data jsou kdykoliv okamžitě přístupná (akutní operace, soudní vyšetřování), nestárnou, jsou neomezeně reprodukovatelná v originální kvalitě, úsporněji prostorově uskladnitelná (není nutný tisk). Snadné a rychlé vyhledávání dat umožňuje velmi přesné sledování vývoje onemocnění. Data jsou rychle přenosná na neomezené vzdálenosti, v krátkém čase lze konzultovat odborné posudky s týmy v jiných zdravotnických zařízeních.

Jádro PACSu tvoří archiv a systém komunikace s ním. Archiv musí splňovat nároky na dostatečnou kapacitu s ohledem na množství vyprodukovaných dat jednotlivými modalitami. Často je tato kapacita nedostatečně odhadnuta proto, že digitalizace umožní bez problémů produkci většího množství obrázků – stává se, že se množství pořízených obrázků výrazně zvýší po zavedení digitalizace. Existují také markantní rozdíly mezi množstvím dat, jaké jsou odborníci zvyklí na svých pracovištích produkovat a používat (např. náročné studie na vícevrstvých CT mohou v průběhu týdne vyprodukovat stejné množství dat jako celoroční objem dat vyšetření krajské nemocnice).

Další důležitou stránkou a vlastně základem – mozkiem PACS je systém komunikace s archivem. Zde se projeví dokonalost PACSu různými řešeními prací s Cash pamětmi, zrcadlením a odkládáním dat, využitím přenosových kapacit, streamingem a ostatními pojmy, které pro běžného uživatele nejsou důležité – kromě toho hlavního – rychlosti dostupnosti dat a jejich bezpečnosti. Vše výše uvedené popisuje tzv. druhou vrstvu PACSu, která je uživateli skryta. Pro uživatele je podstatné to, co vidí: tzv. **uživatelské rozhraní** - přední vrstva PACSu – prohlížeč na pracovní (diagnostické nebo klinické) stanici. Základem této vrstvy je software v kombinaci s počítačem a monitory odpovídající úrovni diagnostiky, který musí tvořit spolehlivě fungující komplex zajišťující všechny potřebné funkce. (17)

Propojení nemocnic pomocí výkonných sítí umožňuje konzultace případů mezi odborníky v různých nemocničních zařízeních. Archivovaných údajů lze využít při výuce studentů, pořádání videokonferencí a společných seminářů, k přenosům z operačních sálů. Obrazová data jsou nezbytnou součástí dokumentace pacienta. Digitalizace těchto dat a zavedení systému PACS do běžné lékařské praxe výrazně usnadňuje práci s těmito daty, umožňuje jejich širší využití a přispívá ke kvalitní péči o pacienta.

DICOM

Pro profesionální využití v lékařských zobrazovacích přístrojích a systémech PACS (Picture archiving and communication Systems) chyběla vzájemná kompatibilita systémů jednotlivých výrobců, které znemožňovalo výměnu a sdílení snímků a informací. Proto se jednotlivé firmy dohodly na zavedení mezinárodního standardu a byl vytvořen systém DICOM (Digital Imaging and COmmunications in Medicine). Tento systém je velmi rozsáhlý mnohasetstránkový dokument o původně 18 kapitolách, jehož popis dalece přesahuje rozsah této práce. Vzhledem k jeho zásadnímu významu, jenž je v přímé souvislosti s tématem této práce, se pokusím alespoň o hrubý přehled.

Formát DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) je soubor pravidel unifikujících komunikaci. Je určen především pro medicínská obrazová data, obecně pak pro všechna medicínská data. Ve své struktuře udržuje i mnoho dalších informací o pacientovi, o pořízení snímku a možnostech jeho zobrazení. DICOM je navržen tak, že každý obraz (informace) je označen celosvětově unikátním číslem, které zamezuje jeho duplicitě a tím i zpochybnitelnosti. Komunikace v digitální podobě s užitím standardů formátu DICOM je možná i pomocí přímých vyhrazených datových kanálů mezi zdravotnickými zařízeními, které jsou rychlé, bezpečné, avšak velmi nákladné na pořízení i údržbu. (18.)

Standart DICOM specifikuje:

- protokoly pro síťovou komunikaci systémů vyhovujících standardu

- syntaxi a systematiku příkazů a přidružených informací, jež mohou být vyměňovány prostřednictvím tohoto protokolu
- způsob ukládání dat, media a souborové formáty a strukturu ukládání lékařských informací

Standard byl vytvořen s cílem:

- podpory sdílení obrazové informace nezávisle na výrobci zařízení
- usnadnění vývoje zařízení pro ukládání a sdílení obrazů a komunikaci PACS a umožnění jejich rozšíření
- umožnění vzniku databází diagnostických informací, ke který by bylo možno přistupovat z různých systémů po celém světě

II. ČÁST DRUHÁ – PRAKTICKÁ

1. Cíle práce a hypotézy

Cílem studie je porovnat práci radiologických asistentů v podmínkách analogového a digitálního zobrazování a zároveň zdůvodnit jejich další efektivní používání v praxi (do budoucna, jaký je trend díky moderním technologiím atd.).

Hypotéza – digitální zobrazování je v praxi výhodnější než analogové zobrazování.

2. Metodika.

Ke zpracování tématu jsem sestavil dotazník pro radiologické asistenty, který obsahoval otázky týkající se jejich názoru na digitální zobrazovací techniku, jaké v ní vidí výhody, případně nevýhody, zda jim přináší usnadnění práce a zkvalitnění péče o klienta. Pro potřebu výzkumu jsem sestavil dotazník s deseti otázkami, který byl předložen celkem šedesáti respondentům. V některých otázkách byl dán respondentům prostor k vlastním názorům a k vyjádření vlastních zkušeností. V průběhu výzkumu jsem se rozhodl vypustit polostrukturované rozhovory s radiologickými asistenty, neboť analýza a výpočetní hodnoty statistického zpracování odevzdaných dotazníků se mi jevily jako dostačující pro potvrzení mé základní hypotézy. Z celkového počtu šedesáti dotazníků se mi vrátilo padesát a tyto byly zpracovány a následně vyhodnoceny včetně grafů. Výsledky dotazníku, jehož vzor je níže uveden, jsem zpracoval počítačovým programem Microsoft Word a Microsoft Excel XP.

Výzkumný vzorek byl sestaven z pracovníků radiologických pracovišť v nemocnici v Českých Budějovicích a Českém Krumlově. Pro účely tohoto výzkumu jsem nerozlišoval věkové kategorie a ani stupeň vzdělání. To znamená, že tento výběr nebyl nijak selektován a má dle mého názoru dostatečnou oporu jak v teorii tak i v praxi, a tudíž i dostatečnou vypovídající hodnotu vzhledem ke znalostem a zkušenostem radiologických asistentů.

Dotazník

Dobrý den, vážení respondenti,

dovolte mi, abych se představil, jmenuji se David Marek a jsem studentem Zdravotně sociální fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích – obor Radiologický asistent. Chci Vás požádat, abyste si udělali chvíli času a vyplnili následující dotazník, který je součástí mé bakalářské práce na téma: *Dopad digitálního zobrazování na praktickou činnost radiologického asistenta*. Prosím, zaškrtněte křížkem příslušnou odpověď. Dotazník je anonymní a výsledky budou sloužit pouze ke zpracování do bakalářské práce. Bakalářská práce by měla zhodnotit, zda je digitální zobrazování pro práci radiologických asistentů výhodnější než klasické filmové metody. Děkuji za Vaši ochotu a Váš čas.

David Marek

Otázka č. 1	Máte vlastní zkušenost s oběma metodami (digitální i analogovou)?					
	Pokud ano, které z nich byste dali přednost a proč?					
	Ano	<input type="checkbox"/>	Nevím	<input type="checkbox"/>	Ne	<input type="checkbox"/>

Otázka č. 2	Pracujete s digitálním zpracováním obrazových dat? Pokud ano, tak s jakým?					
					
	Ano	<input type="checkbox"/>	Nevím	<input type="checkbox"/>	Ne	<input type="checkbox"/>

Otázka č. 3	Je dávka ionizujícího záření pro pacienta při digitální technice větší, či menší než u analogové techniky?					
	Větší	<input type="checkbox"/>	Nevím	<input type="checkbox"/>	Menší	<input type="checkbox"/>

Otázka č. 4	Je pro Vás práce s digitálními daty pacienta a s digitální technikou vůbec výhodnější?					
	Ano	<input type="checkbox"/>	Nevím	<input type="checkbox"/>	Ne	<input type="checkbox"/>

Otázka č.5	Využíváte post-processingových úprav obrazu? Jestli ano, jak často a jaké úpravy používáte?						
						
Ano			Nevím			Ne	

Otázka č. 6	Získali jste používáním digitálních metod více času pro pacienta?						
	Ano			Nevím			Ne

Otázka č. 7	Je pro vás archivační práce spojená s digitálním zobrazováním výhodnější?						
	Ano			Nevím			Ne

Otázka č. 8	Hodnotíte práci s kazetami pro digitální zobrazování jako snadnější než s analogovými kazetami? Pokud ano proč?						
						
Ano			Nevím			Ne	

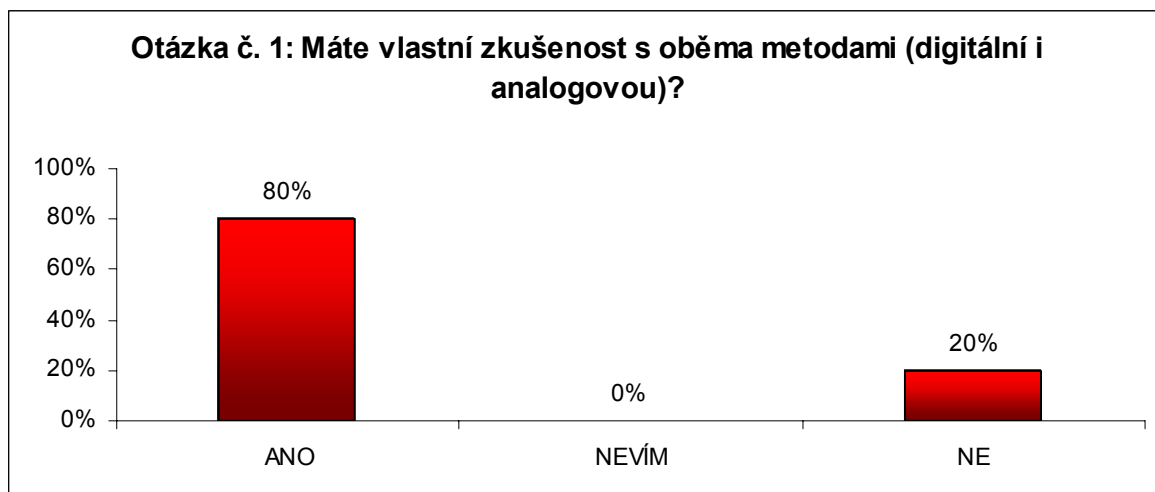
Otázka	Z pohledu radiologického asistenta byste raději chtěli pracovat na digitálním pracovišti, nebo na analogovém?					
č. 9	Digitální zobraz.		Nevím		Analogové zobraz.	

Otázka	Myslíte, že digitální zobrazování je metodou budoucnosti?					
č. 10	Ano		Nevím		Ne	

3. Výsledky vyhodnocení

Dotazník byl rozdán celkem šedesáti respondentům a zpět k vyhodnocení se jich vrátilo padesát. Výsledky získané z těchto vrácených dotazníků byly dostatečně významné pro ověření hypotézy. Celkově byl tento dotazník koncipován tak, aby jeho výsledky podaly informace o tom, jaký dopad má metoda digitálního zobrazování na práci radiologických asistentů v jejich praktické činnosti. Důležité pro tuto práci bylo také zjištění, kolik dotazníkem oslovených pracovníků radiologických pracovišť má již zkušenosti s výše uvedenou metodou a všemi aspekty s touto metodou spojených a dokáže tak v rámci svých zkušeností tuto metodu porovnat s metodou analogovou.

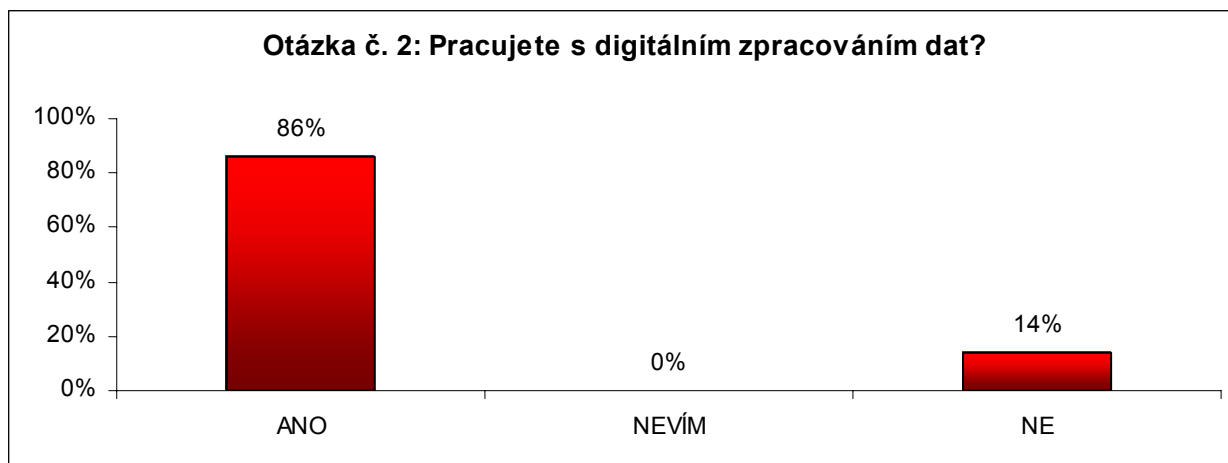
Otázka č. 1: Máte vlastní zkušenost s oběma metodami (digitální i analogovou)?			
	ANO	NEVÍM	NE
%	80%	0%	20%
POČET	40	0	10
CELKEM	50		



V otázce č. 1 odpovědělo 80% respondentů, že už má zkušenosti s digitálním zobrazováním. Pouze 20% se vyjádřilo, že žádné zkušenosti s digitálním zobrazováním nemá. Tato skutečnost ukazuje, že digitální zobrazování se stává již rozšířenou metodou, a to i v praxi na radiologických pracovištích.

Otázka č. 2: Pracujete s digitálním zpracováním dat?

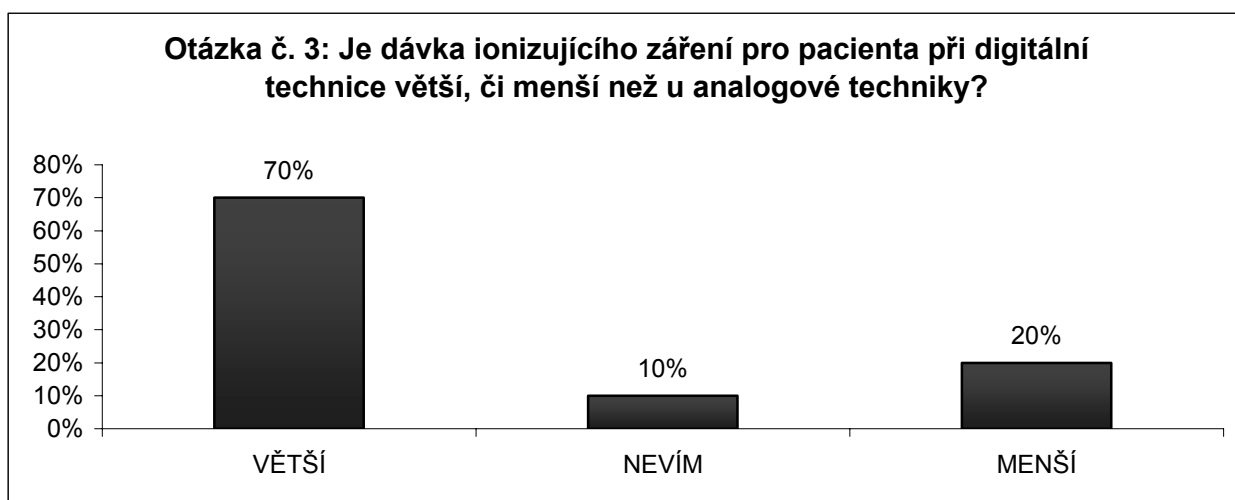
	ANO	NEVÍM	NE
%	86%	0%	14%
POČET	43	0	7
CELKEM	50		



V odpovědi respondentů na otázku č. 2 se plných 86 % vyjádřilo, že převážně pracují s digitálním zpracováním dat (výzkum byl uskutečněn na radiologických pracovištích v nemocnici v Českých Budějovicích a v Českém Krumlově). V doplňující otázce, s jakými modalitami nejčastěji radiologičtí asistenti pracují, se objevovala jak nepřímá, tak přímá digitalizace. Na radiodiagnostických odděleních je více zastoupena nepřímá digitalizace a na specializovaných pracovištích byla zastoupena přímá digitalizace.

Otázka č. 3: Je dávka ionizujícího záření pro pacienta při digitální technice větší, či menší než analogové techniky?

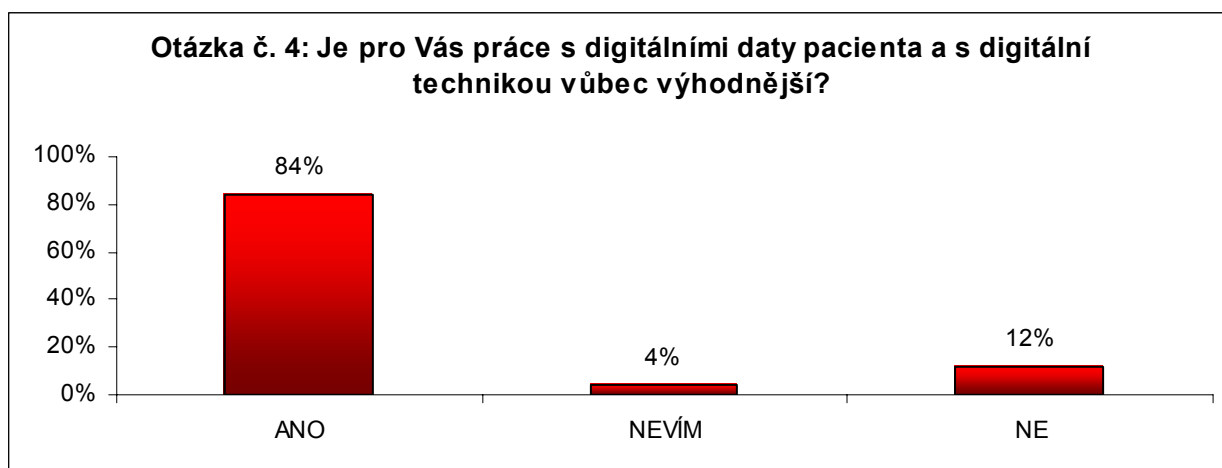
	VĚTŠÍ	NEVÍM	MENŠÍ
%	70%	10%	20%
POČET	35	5	10
CELKEM	50		



V otázce č. 3 70 % respondentů odpovědělo, že dávka ionizujícího záření je pro pacienta při digitální technologii větší než u analogové techniky. Tato skutečnost byla pro mě překvapující, neboť jsem očekával opačný výsledek.

Otázka č. 4: Je pro Vás práce s digitálními daty pacienta a s digitální technikou vůbec výhodnější?

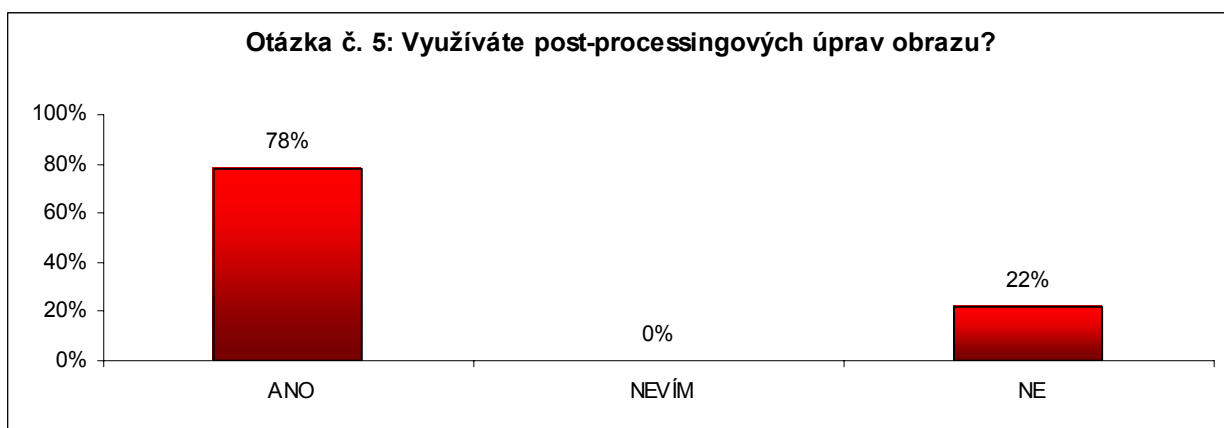
	ANO	NEVÍM	NE
%	84%	4%	12%
POČET	42	2	6
CELKEM	50		



V otázce č. 4, týkající se výhodnosti práce s digitálními daty, odpovědělo 84 % respondentů kladně. To ukazuje, že si radiologičtí pracovníci uvědomují, že práce s metodou digitálního zobrazování, na rozdíl od analogové metody, jim usnadňuje jejich činnost v provozu na radiologických pracovištích.

Otázka č. 5: Využíváte post-processingových úprav obrazu?

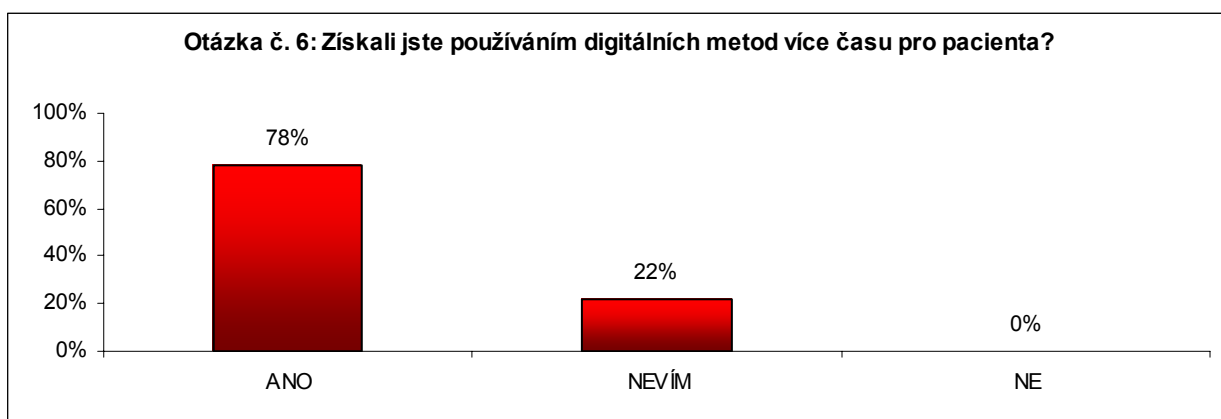
	ANO	NEVÍM	NE
%	78%	0%	22%
POČET	39	0	11
CELKEM	50		



V otázce č. 5 odpovědělo 78 % respondentů, že využívají post-processingových úprav obrazu, což znamená, že si při své práci plně uvědomují možnosti, které jim digitální upravování výsledného snímku poskytuje. V doplňující otázce se radiologičtí asistenti vyjadřovali, jaké úpravy využívají a jak často. Dotazovaní nejvíce odpovídali, že upravují přibližně každý druhý snímek a nejčastěji využívají možnosti změn jasu, kontrastu a převracení snímků. Méně častěji využívají vyladění šumu u podexponovaných obrazů.

Otázka č.6: Získali jste používáním digitálních metod více času pro pacienta?

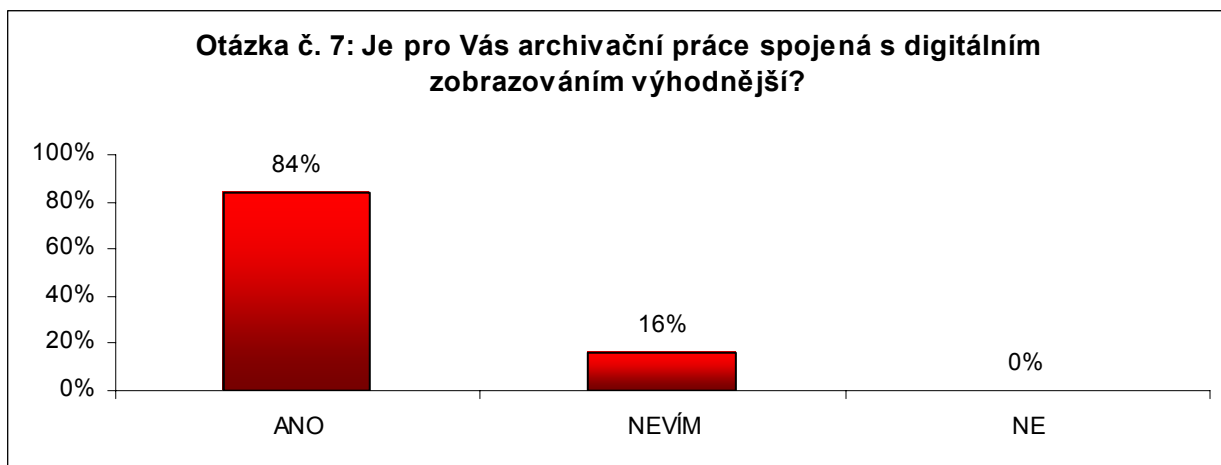
	ANO	NEVÍM	NE
%	78%	22%	0%
POČET	39	11	0
CELKEM	50		



V otázce č. 6 potvrdilo 78 % respondentů, že použitím digitálních metod získali více času na pacienta, což je příjemné zjištění nejen pro radiologické asistenty, ale i pro pacienty. V konečném důsledku to také znamená, že při použití digitální metody jsou schopni radiologičtí asistenti provést vyšetření u více pacientů.

Otázka č. 7 : Je pro Vás archivační práce spojená s digitálním zobrazováním výhodnější?

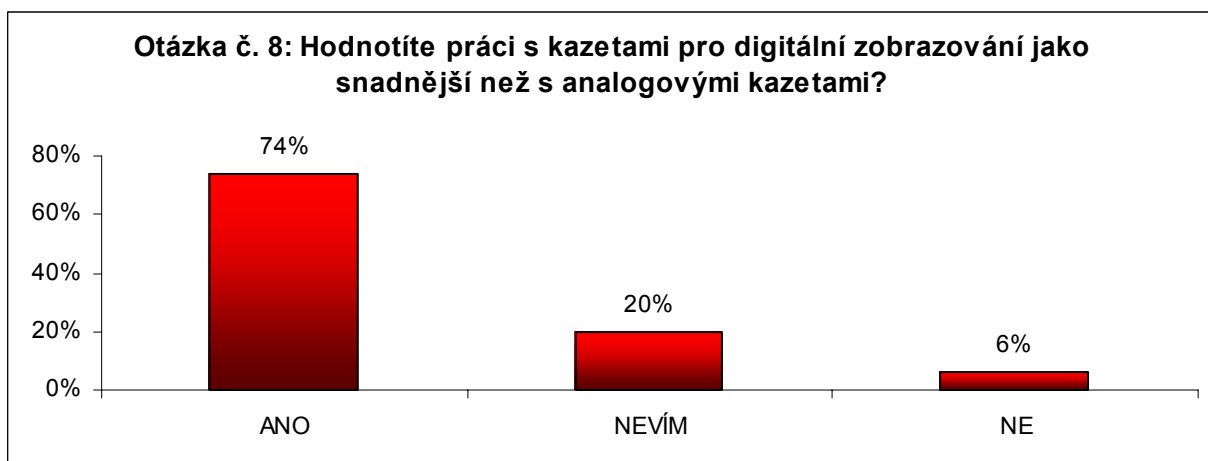
	ANO	NEVÍM	NE
%	84%	16%	0%
POČET	42	8	0
CELKEM	50		



V odpovědi na otázku č. 7 se respondenti v 84 % vyjádřili, že práce spojená s digitálním zobrazováním je pro jejich práci výhodnější, neboť archivace všech snímků sebou přináší při digitální metodě úsporu času, zamezení ztrátě snímků a jejich snadnou dostupnost.

Otázka č. 8: Hodnotíte práci s kazetami pro digitální zobrazování jako snadnější než s analogovými kazetami?

	ANO	NEVÍM	NE
%	74%	20%	6%
POČET	37	10	3
CELKEM	50		

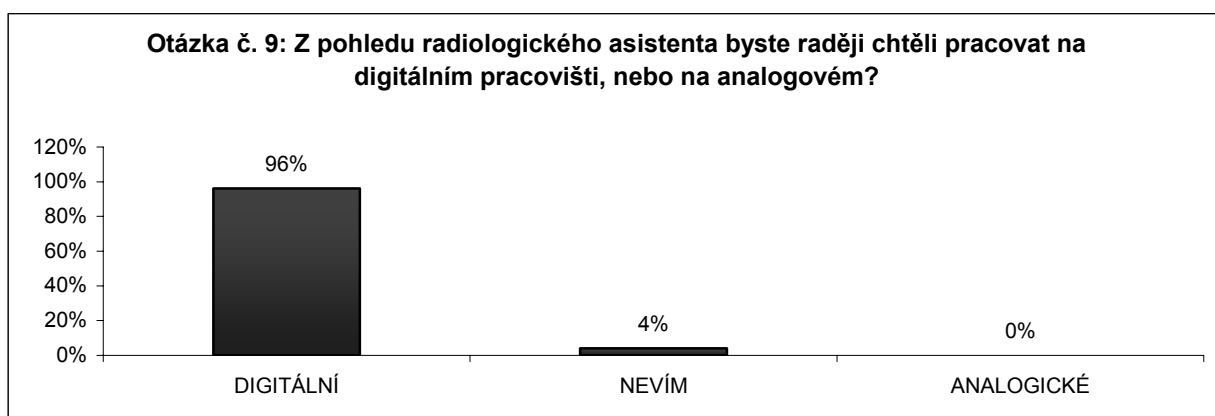


Podobně jako v předchozí otázce, tak i v otázce č. 8 respondenti v 74 % odpověděli, že práce s kazetami pro digitální zobrazování je pro ně snadnější než s analogovými. V doplňující části této otázky, v čem vidí respondenti výhodu digitálních kazet, bylo nečastěji uváděno, že odpadá tzn. vybíjení a nabíjení kazet. Radiologičtí asistenti jsou zbavení tzn. mokrého procesu, což znamená, že se zde

nepracuje s chemikáliemi. Vyhnou se možnému zaseknutí nebo slepení filmů ve vyvolávacím automatu.

Otázka č. 9: Z pohledu radiologického asistenta byste raději chtěli pracovat na digitálním pracovišti, nebo na analogovém?

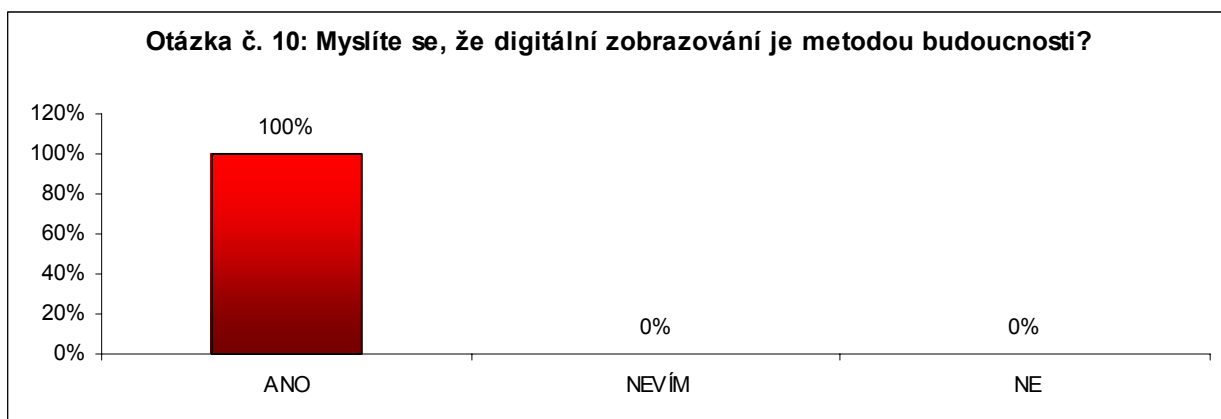
	DIGITÁLNÍ	NEVÍM	ANALOGICKÉ
%	96%	4%	0%
POČET	48	2	0
CELKEM	50		



V otázce č. 9 se vyjádřilo 96 % respondentů, že by raději pracovali na digitálním pracovišti, což zřetelně ukazuje zájem těchto pracovišť o nové pokrokové techniky v jejich práci.

Otázka č. 10: Myslíte, že digitální zobrazování je metodou budoucnosti?

	ANO	NEVÍM	NE
%	100%	0%	0%
POČET	50	0	0
CELKEM	50		



V poslední otázce č. 10, zda je digitální zobrazování metodou budoucnosti, odpovědělo kladně plných 100% respondentů. To je zřejmým signálem, že si radiologičtí pracovníci uvědomují, jakým trendem se bude moderní budoucí radiologie ubírat.

4. Diskuse

Radiologický asistent – náplň práce

Nezbytnou součástí radiologického týmu je radiologický asistent. Asistent pracuje zcela samostatně při skiagrafických vyšetřeních. Při náročnějších diagnostických výkonech asistuje lékaři a jeho hlavní úloha spočívá v přípravě potřebného materiálu a obsluze přístrojů. Dále jeho práce spočívá v komunikaci s pacientem, kterého seznamuje s průběhem vyšetření a informuje ho o možných komplikacích. Pokud je klient dobře informován, spolupráce s ním je během vyšetření snadnější. Hlavní práce radiologického asistenta spočívá ve zpracování správného zapsání pacientových údajů a zvolení vhodného ošetrovacího protokolu

Výuka radiologických asistentů probíhá přibližně 60 let. Do roku 1950 pracovali s rentgenovými přístroji zdravotní sestry, medici, pomocný personál a někde i sanitáři. Opakovaně docházelo k žádostem na ministerstvo zdravotnictví, aby byla na zdravotnických školách zavedena výuka specializovaná pro rentgenovou diagnostiku a terapii. Proto bylo nutno proškolit či přeškolit pracovníky, kteří na RTG odděleních již pracovali. V roce 1950 vznikl první kurz v nemocnici na Vinohradech v Praze, který byl ukončen závěrečnou zkouškou a jehož posluchači získali diplom „rentgenový technik“. Překotný rozvoj rentgenových technik v 70. a 80. letech minulého století si začal vynucovat zásadní změny v případě této profese tak, aby byla schopna provádět diagnostický obrazový záznam pomocí nekonvenčních technologií a modalit, jako výpočetní tomografie, magnetická rezonance, angiografie a mnohé další.

V současné době je činnost radiologického asistenta legislativně upravena, a to zejména zákonem č. 96/2004 Sb., částka 30, ze dne 03.03.2004, kde jsou jasně stanoveny podmínky získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání a k výkonu činností souvisejících s poskytováním zdravotní péče.

Odborná způsobilost k výkonu povolání radiologického asistenta:

(1) Odborná způsobilost k výkonu povolání radiologického asistenta se získává absolvováním

a) akreditovaného zdravotnického bakalářského studijního oboru pro přípravu radiologických asistentů,

b) tříletého studia v oboru diplomovaný radiologický asistent na vyšších zdravotnických školách, pokud bylo studium prvního ročníku zahájeno nejpozději ve školním roce 2004/2005, nebo

c) střední zdravotnické školy v oboru radiologický laborant, pokud bylo studium prvního ročníku zahájeno nejpozději ve školním roce 1996/1997.

(2) Radiologický asistent, který získal odbornou způsobilost podle odstavce 1 písm. c), může vykonávat své povolání bez odborného dohledu až po 3 letech výkonu povolání radiologického asistenta a získání specializované způsobilosti. Do té doby musí vykonávat své povolání pouze pod odborným dohledem.

(3) Za výkon povolání radiologického asistenta se považuje činnost v rámci ošetrovatelské péče v souvislosti s aplikací lékařského ozáření na úsecích radiodiagnostiky, radioterapie a nukleární medicíny, případně na dalších pracovištích, kde se provádějí radiologické výkony. Dále se radiologický asistent ve spolupráci s lékařem podílí na diagnostické a léčebné péči a činnostech souvisejících s radiační ochranou podle zvláštního právního předpisu;8) pokud radiologický asistent vykonává určené činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany, musí splňovat zvláštní požadavky stanovené zvláštním právním předpisem(26).

Dnes je radiologický asistent odborníkem, který ovládá celou řadu technik diagnostického zobrazování a terapie. Dbá na to, aby získal co nejlepší obraz vyšetřované oblasti za použití minimální dávky radiace. Radiologický asistent má klíčovou roli v radiační ochraně sebe, svých spolupracovníků, pacientů a za kvalitu své práce přebírá zodpovědnost. Je schopen posoudit, zda požadavek na vyšetření odpovídá potřebám pacienta, využívá všech dostupných možností, doporučených metod a postupů vedoucím ke snížení radiační dávky pacienta. Zobrazení provádí tak, aby mohla být co nejpřesněji stanovena diagnóza. Důležitým aspektem je samotná práce s pacientem. Ten

přichází mnohdy nepoučen o celkové povaze vyšetření které ho čeká a záleží především na radiologickém asistentovi, aby klienta vhodně informoval o průběhu vyšetření a o správné přípravě na něj. Vhodné je sdělit pacientovi, jakým způsobem se vyšetření provede, jak dlouho bude trvat, kdy přesně se má k vyšetření dostavit a domluvit se na formě, jakou budou předány výsledky ošetřujícímu lékaři klienta. V případě nejasností musí asistent tyto konzultovat s lékařem – radiodiagnostikem. Radiologický asistent se zajímá o prodělané nebo probíhající onemocnění klienta. Musí být též informován o prodělaných operacích, možných voperovaných implantátech i o alergiích. Všechny jeho dotazy směřují ke zjištění možných kontraindikací k vyšetření či podání kontrastní látky. Často je nutná i spolupráce s rodinnými příslušníky pacienta, zejména pokud se jedná o vyšetření dětí, starých osob nebo pacientů v těžkém zdravotním stavu.

Velmi důležité je dodržovat legislativní zásady pro ochranu osobních údajů a zdravotnické dokumentace. Na dotazy ohledně zdravotního stavu je vhodné odkázat pacienta i jeho rodinné příslušníky na ošetřujícího lékaře.

Radiologický asistent je přítomen u většiny vyšetření na radiodiagnostickém oddělení. Při skiagrafických vyšetření pracuje zcela samostatně. Při náročnějších CT a MR vyšetření konzultuje s lékařem – radiodiagnostikem. Při skiaskopických vyšetřeních, včetně intervenčních, asistuje lékaři, připravuje kontrastní látky, materiál, sterilní stolky a léky pro dané vyšetření. Dále spolupracuje při evidenci, podle potřeby archivuje dokumentaci a připravuje pracoviště k provozu.

Hlavní náplní práce RA je obsluha technických zařízení, přístrojů a sledování jejich správné funkce během používání. Nutný je též zápis do deníků přístrojů do kterých se zapisují všechny požadované údaje. Před vyšetřením v analogovém provozu musí radiologický asistent provést denní údržbu vyvolávacích automatů, kterou předepisuje výrobce, připravit rentgenové filmy pro zpracování v laserových, či jiných kamerách a vyvolávacích automatech. Radiologický asistent musí neustále dbát o zvyšování a prohlubování svého vzdělání, sledovat odbornou literaturu, samostatně se vzdělávat, zúčastňovat se vzdělávacích akcí související s výkonem činnosti a aktivně přenášet získané poznatky do praxe.

Situace se v radiologii a zejména v práci radiologických asistentů změnila především z hlediska používané techniky, která je v současnosti na rozdíl od padesátých let velmi drahá a vysoce sofistikovaná. Zásadní rozdíl je v rozsahu odborné činnosti, ve škále výkonů, které se provádějí. Před padesáti lety se jednalo pouze o klasické rentgenové snímky, v současnosti máme k dispozici výpočetní tomografii, magnetickou rezonanci, ultrazvuk, lineární urychlovače, PET a SPECT kamery. Všechno to jsou zařízení, která pracují díky využívání high technology. Činnost radiologických asistentů v radiodiagnostice, v radioterapii a v nukleární medicíně je mylně vnímána jako činnost technická. Základem odborné činnosti radiologických asistentů není pouze zacházet s technikou, nýbrž i poskytovat péči pacientům, nebo se na jejím poskytování podílet. Technika je jenom prostředkem, stejně jako u jiných zdravotnických profesí. Jediná zvláštnost je v tom, že v tomto oboru se pohybuje její cena v desítkách miliónů korun. Například lineární urychlovač pro ozařování maligních tumorů stojí zhruba šedesát miliónů. Se všemi těmito přístroji pracují RA. Vlastní proces zobrazení realizuje až na výjimky radiologický asistent – těmito výjimkami jsou například intervenční výkony, ultrazvuková nebo skiaskopická vyšetření, která ve spolupráci s asistenty provádí lékař. (23.)

Z tohoto pohledu je zřejmé, že vývoj techniky je pro práci radiologických asistentů zásadní a rozvoj digitálního zobrazování a následné archivace včetně využívání dat (i přenosy na dálku díky telemedicině) podporují odborníci v tomto oboru. Markantní rozdíl bychom viděli, pokud bychom se podívali na práci radiologických asistentů před padesáti lety a dnes, kdy např. v rámci diagnostikování pořizovaných snímků může lékař využívat všech výhod digitálního zpracování. Během popisu může se snímkem pracovat ve speciálním softwaru, který mu umožní měnit kontrast, světlost, měřit vzdálenosti atd. Tyto možnosti u původní metody zpracování nebyly dostupné a ani technicky možné.

Výsledky, které byly zjištěny po vyhodnocení praktické části této práce, jasně ukazují, že RA vidí budoucnost své práce v postupné digitalizaci na všech pracovištích. Jednoznačně se potvrdila hypotéza, že práce s digitální metodou je prakticky ve všech

aspektech činnosti RA výhodnější a oni sami ji upřednostňují. Překvapením pro mě bylo zjištění, že RA v otázce č. 3 uvedli v 70 %, že dávka ionizujícího záření je pro pacienta při digitální technologii větší než u techniky analogové, neboť jsem očekával opačný výsledek.

Ze statistického vyhodnocení odpovědí respondentů se potvrdila předem daná hypotéza. Z pohledu a zkušeností radiologických asistentů zřetelně vyplývá, že dopad digitálního zobrazování na jejich praktickou činnost je kladný a má větší odezvu než klasické analogové zobrazování. Potvrzením teorie o lepší a efektivnější metodě digitálního zobrazování přinese v práci radiologického asistenta rozdíl v úspoře času, rychlosti provádění vyšetření, snadné předání výsledků vyšetření lékaři, lepší archivace snímků, možnosti postprocesních úprav obrazů s výsledným zlepšením péče o pacienty. Dále je zřejmé, že si i radiologičtí pracovníci v praxi uvědomují, že metoda digitálního zobrazování je metodou budoucnosti.

Srovnání procesu „mokrý“ a „suchý“ cesty neboli „filmového“ a „bezfilmového“ provozu porovnání zpracování snímku klasickou cestou s použitím chemikálií (vyvolávacího automatu) a cestou digitální – přímou i nepřímou. Celý proces rozdělím na tři části:

Pořízení snímku zrentgenováním pacienta se v procesu mokré ani suché cesty nemění. V obou případech musí pacient dané pracoviště radiodiagnostiky navštívit a podstoupit stejný proces, který se liší pouze v závislosti na pacientově diagnóze – tudíž v potřebě využití dané modality (např. CT, mamograf, angio atp.).

K rozdílům dochází až v tomto bodu, kdy musíme pořízená data zpracovat. Zde se nám nabízí dvě možnosti – vyvolat snímek za použití chemikálií, nebo snímek digitálně zpracovat (zde navíc rozlišujeme přímou a nepřímou digitalizaci). V prvním případě za použití chemikálií - dnes již využíváme tzv. vyvolávací automaty, které zajistí veškeré procesy samy. Obsluha musí v temné komoře vyjmout filmový materiál z kazety, vložit jej do vyvolávacího automatu a vyčkat dokončení vyvolávacího procesu.

V případě digitálního zpracování a nepřímé digitalizace - CR (Computed Radiography) - je způsob podobný tomu předcházejícímu. Opět pracujeme s kazetami (deskami), které ovšem v tomto případě nekládáme do automatu pro „vyvolání“

snímku s použitím chemikálií, ale využijeme tzv. čtečky (scanneru), která dokáže z těchto speciálních kazet převést nasnímaná data do elektronické podoby a ve formátu DICOM je zaslat do systému PACS. Nepřímá digitalizace rentgenového obrazu je tedy digitalizací, která nahrazuje proces vyvolávání snímků. Znamená to tedy, že CR systém umožňuje digitalizovat modalitu, které přímo nepodporují protokol DICOM. Je zde pouze nahrazen proces vyvolávání snímků procesem digitální čtečky pevných médií. Nepřímá digitalizace rentgenového obrazu je založena na záznamu obrazu na paměťové fólie, které jsou uloženy ve speciálních kazetách - tvarem a velikostí jsou podobné kazetám pro filmový materiál. Kazeta se po expozici vloží do digitizéru (scanneru), obraz se přečte a převede do digitální podoby. Fólie je opakovaně použitelná (až 10.000x). Pro další použití zaznamenaný obraz smažeme intenzivním osvětlením. (21.).

Co se týká digitálního zpracování, lze použít ještě způsob přímé digitalizace. Ten nevyužívá žádných kazet a následného vyvolávání nebo čtení, ale po zrentgenování pacienta odcházejí data přímo z dané modality do systému PACS. Přímá digitalizace rentgenového obrazu – DR (direct radiography; někdy také DDR – direct digital radiography) - je založena na záznamu obrazu pomocí snímacích detektorů. K detekci se používají polovodičové systémy (flat panel detectors), které převádějí obraz vzniklý expozicí rentgenového záření přímo na viditelný záznam. Jednoduchou manipulací a úpravami lze do RTG zařízení používaného pro filmový provoz instalovat flat panel (např. Pixium 4600) a pomocí softwarových systémů snímek zviditelnit, prohlížet a dále upravovat, včetně jeho archivace. Obecně pro všechny systémy digitalizace platí, že odpadá veškerá práce v temné komoře, dochází k úsporám spotřebního materiálu, zpracovatelské chemie, vyvolávacího automatu, senzimetrické kontroly, snižují se náklady na likvidaci odpadů atd.

V tomto bodu také dochází k rozdílu mezi „mokrou“ a „suchou“ cestou. V prvním případě, kdy jsme získali snímky za použití vyvolávacího automatu, musíme k jejich „odčítání“ (diagnostice) použít tzv. negatoskop. V tomto případě není možné se snímkem nějak významně pracovat (zvětšovat, měnit kontrast atd.). Pokud radiolog shledá snímek nekvalitním, má na výběr z následujících možností:

Použití přístroj Logetron – tento přístroj je schopen dodatečně upravit hotový rentgenový snímek, avšak na úkor kontrastu celého snímku – vynikne kontrast podrobností, neboli vyniknou po odstranění černé a bílé „šedé podrobnosti“. Tuto metodu nelze použít u snímků podexponovaných.

Pořízení nového snímku – což znamená, že pacient musí celý proces rentgenování zopakovat – **toto není v případě přímé ani nepřímé digitalizace nutné!**
(24.)

5. Závěr

Výsledky této práce potvrdily současný trend, a tím je maximální využití nejmodernější techniky ve zdravotnictví. Digitalizace v radiologii využívá možnosti, které jí současná věda může poskytnout. Nejmodernější přístroje svojí kvalitou dokáží nahradit klasickou analogovou metodu v tomto zdravotnickém oboru. Sami RA si uvědomují, že s pomocí moderní technologie (software, hardware) je metoda digitálního zobrazování metodou budoucnosti, která jim jejich těžkou práci ulehčí. A nejenom jim, ale i lékařům a zejména pacientům. Digitalizace má kladný dopad na praktickou činnost radiologického asistenta při využití postprocessingových úprav, archivaci snímků pomocí systému PACS atd. RA zejména oceňují to, že odpadá tzv. **mokrý proces**.

A na úplný závěr je třeba si uvědomit i výhody ekonomické, neboť i ty jsou v dnešní době jedním z hlavních kritérií rozvoje nových způsobů činnosti ve zdravotnictví. Uvědomme si, že jenom vyloučení filmového materiálu z provozu nemocnice a následné odstranění nákladů na filmy, chemikálie, archivační kapacity (místnosti, personál) i na přepravu pacientů a vlastních snímků vytváří roční úspory, které se počítají u větších organizací (od 500 lůžek) na miliony korun. Návratnost investic do PACS lze tedy předpokládat v průběhu dvou až čtyř let.

6. Seznam použité literatury:

1. DOSTÁL, O., JAVORNÍK, M.: Educational and research centre for processing of medical image information Centre in Brno", Computer Assisted Radiology and Surgery, Elsevier publ, 2005, Berlin, Germany, ISSN 0531-5131
2. DOSTÁL, O., JAVORNÍK, M.: Developoment of Regional Centre for Medical Multimedia Data Processing". Internet and Information Technology, St. Thomas, USA, ISBN 0-88986-445-4
3. DOSTÁL, O., JAVORNÍK, M.: Metropolitní archiv medicínských obrazových informací. Zpravodaj ÚVT MU. ISSN 1212-0901, 2002, roč.12, č.5, s.14-17.
4. FERDA, J., NOVÁK, M., KREUZBERG, B.: Výpočetní tomografie. 1.Vyd. Praha: Galén, 2002. ISBN 80-7262-172-6
5. HLAVA, A.: Počátky rentgenologie v českém lékařství. 1. vyd. Hradec Králové: Auris, 2002. ISBN 80-38-9276-2
6. KOLÁŘ J., AXMANN K., NEUWIRTH J.: Radiodiagnostické techniky s využitím počítačů. 1.vyd. Praha: AVICENUM 1991, 160 s., ISBN 735 21 08/22
7. KRUPA, P., KŘÍSTEK, J.: Přenos obrazu a jeho archivace ve zdravotnických zařízeních," in RITM Report, 2005. ISBN 80-210-3924-8.
8. NEKULA, J., CHMELOVÁ, J.: Konvenční radiologie – vybrané kapitoly. 1.Vyd. Ostrava: Zdravotně sociální fakulta UO 2005. ISBN 80-7013-334-1
9. PŘEMYSL, Z.: Přehled základů teoretické fyziky (s aplikací na radiologii). 1. vyd. Bratislava: Didaktik, 2005. ISBN 80-89160-25-5

10. REZÁK, I., HUŠÁK, V., et al.: Moderné zobrazovacie metódy v lekárskej diagnostike. 1. vyd Osvěta: Martin
11. ROZMAN, J., a kol.: Elektronické přístroje v lékařství. 1.vyd. Praha : Serifa, 2006. ISBN 80-200-1308-3
12. ŠMORANC, J.: Rentgenová technika v lékařství. 1.Vyd. Pardubice: SPŠE a VOŠ, 2004. ISBN 80-85438-19-4
13. VÁLEK, V., et al.: Moderní diagnostické metody 2.díl. 1. vyd. Brno: Mikada, 1998. ISBN 80-7013-294-9
14. VÁLEK, V., et al.: Moderní diagnostické metody – 3. díl magnetická rezonance. 1. vyd. Brno: IDVPZ, 1996. ISBN 80-7013-225-6
15. <http://referaty-seminarky.cz/vznik-a-vlastnosti-rentgenoveho-zareni/> - 30.1.2008
16. <http://www.tretipol.cz/index.asp?clanek&view&266>) - 20.3.2008
17. <http://www.aura-group.cz/pacs-co-to-je.htm> - 22.3.2008
18. <http://www.medical-tribune.cz/archiv/mtr/148/4292> - 22.3.2008
19. http://www.srla.cz/informace/hyka_zn011251.htm - 5.4.2008
20. <http://astronuklfyzika.cz/DetekceSpektrometrie.htm> - 6.4.2008
21. <http://www.foma.cz/Upload/foma/prilohy/Digitalizace%20rentgenov%C3%A9ho%20obrazu%204.pdf> – 10.4.2008
22. <http://cs.wikipedia.org/wiki/Negatoskop> - 15.4.2008
23. http://www.srla.cz/informace/hyka_zn011251.htm 15.4.2008

24. http://www.nemji.cz/vismo/dokumenty2.asp?id_org=427000&id=1230&p1=1200 -
- 15.4.2008
25. <http://www.imaginis.com/faq/history.asp> – 11.2.2008
26. <http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb04096&cd=76&typr> – 29.2.2008
27. "Století rentgenu“ z čísla 2/95 a 3/95)
28. Praktická radiologie
29. Sestra
30. Kontakt

7. Klíčová slova

- radiologie
- Direct radiography
- Computed radiography
- PACS
- DICOM
- Radiologický asistent

8. Přílohy

Digitální radiologie –

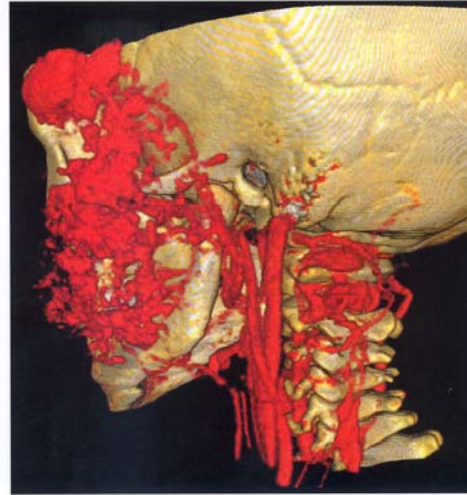
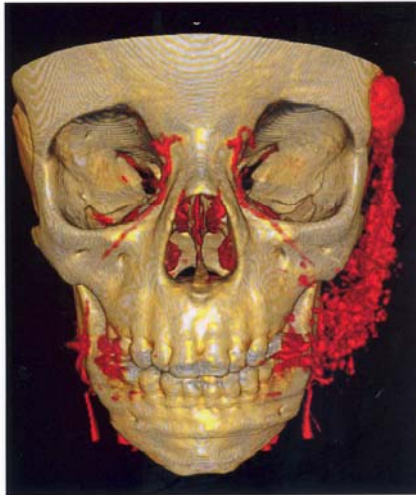
plošné senzory – silikon s fotodiodami



Prostorové rekonstrukce

Head and Face Imaging

■ Arteriovenous Malformation



Aquilion 4

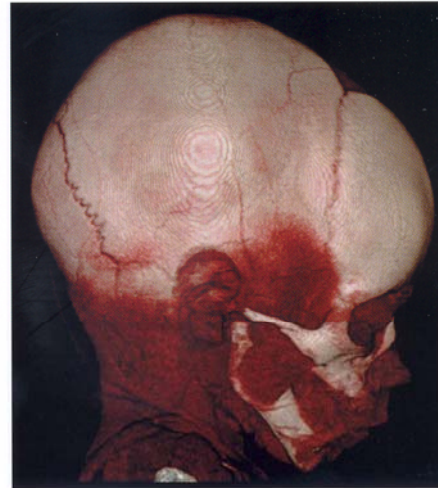
120 kV, 100 mAs, 0.5 s/rot., 0.5 mm X 4, HP 4.5, Scan range 120 mm, Scan time 27 s

Comment

A large arteriovenous malformation is seen in these 3D volume-rendered images.

5

■ Craniosynostosis



Aquilion 4

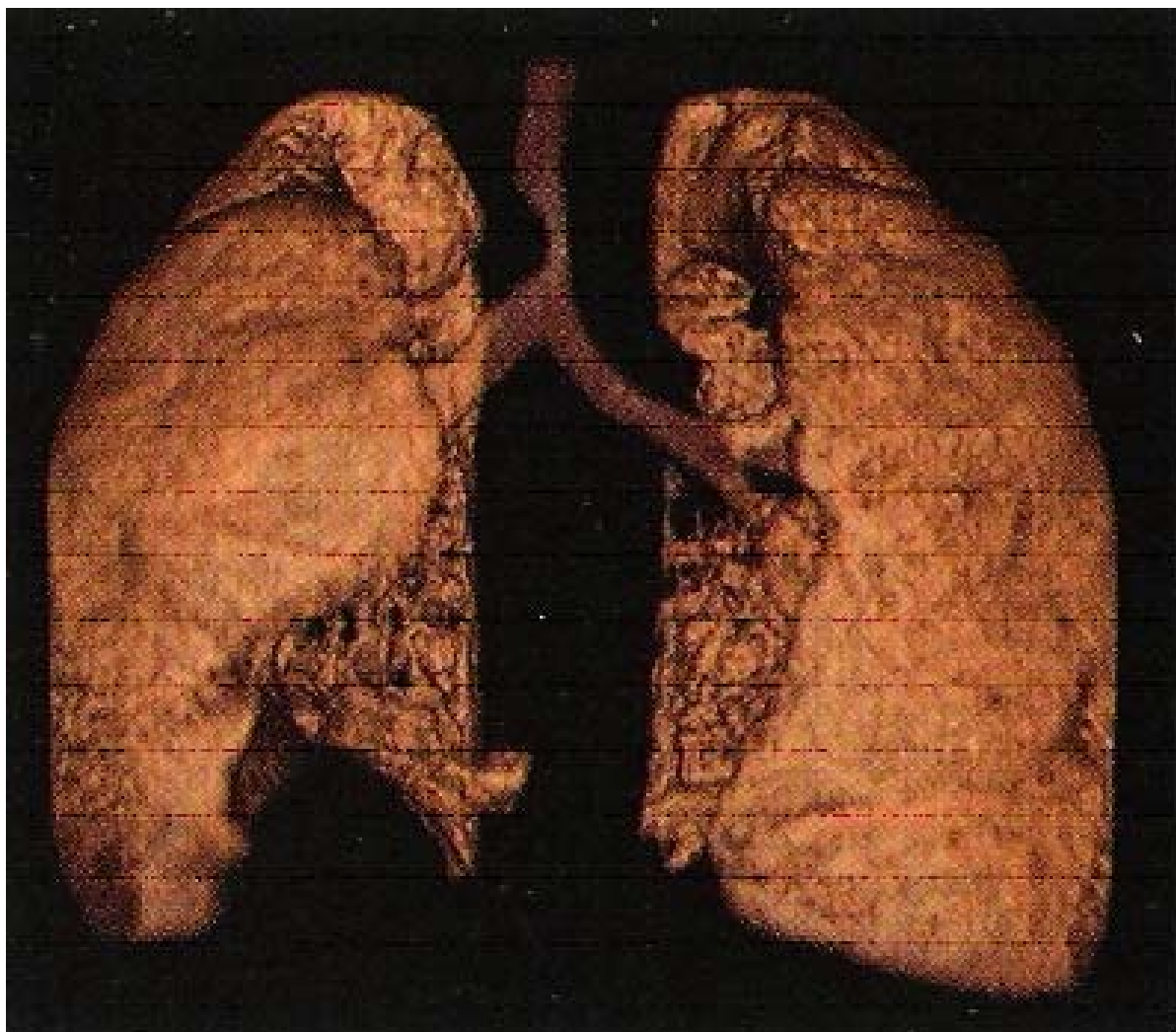
120 kV, 100 mAs, 0.5 s/rot., 0.5 mm X 4, HP 4.5, Scan range 182 mm, Scan time 41 s

Comment

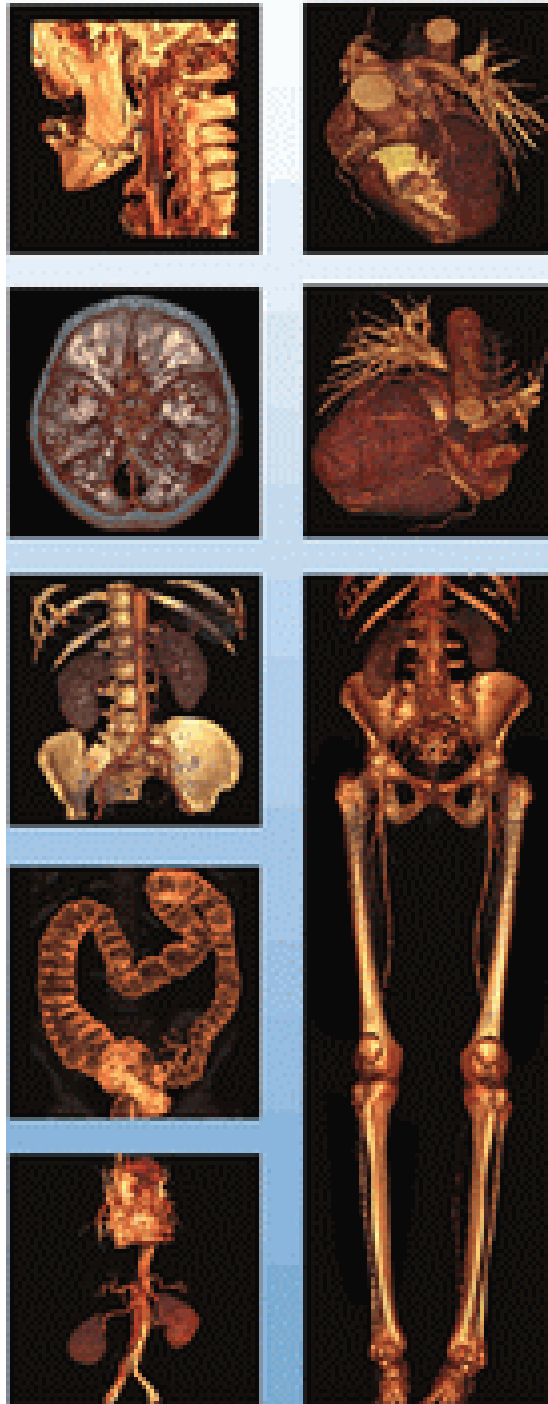
3D volume-rendered views of a pediatric patient with craniosynostosis.

MULTISLICE CT IMAGING

3 D rekonstrukce



3 D rekonstrukce



NOVINKA

Adora autopозиční RTG stropní závěs

Adora je plně automatický autopозиční RTG DR přístroj. Byl navržen a vyvinut na základě nejnovějších poznatků a připomínek uživatelů DR systémů s cílem minimalizovat manipulaci s přístrojem a pacientem.

Základní vlastnosti systémů:

- Plně automatický Autopозиční systém
- One Touch ovládací centrální joystick
- Ergonomický design
- Možnost uložení až 999 projekcí
- Zaintegrovaný detektor Canon CXDI 50
- Rotace stolu +/-90°
- Možnost zabudování motorické kladky pro polohování pacientů



Crameno

