

Seria QA - Zeszyt nr 9

Program zarządzania jakością w pracowni radiologicznej

(część teoretyczna)
CZEŚĆ 3

*Materiały na potrzeby szkolenia dla techników elektroradiologii
Białystok - Łódź, marzec – maj 2015*

*mgr Tomasz Denys
mgr inż. Ryszard Kowski
mgr inż. Jerzy Kuźnicki*

tel/fax: (42) 632 89 23
tel kom: 515 044 202
e-mail: biuro@los.net.pl
www.los.net.pl



Spis wykładów:

05 Program zarządzania jakością

06 Radiologia cyfrowa

07 Systemy cyfrowe i bazy danych w medycynie

08 Wskaźniki czułości dla cyfrowych odbiorników obrazu

Program Zarządzania Jakością

R.K.

- ❖ uporządkowanie i opisanie tego, co i tak najczęściej robi się na codzień
- ❖ postępowanie zgodnie z zapisem
- ❖ udokumentowanie, że tak się postępuje
- ❖ stałe doskonalenie postępowania i dokumentowanie, że się doskonalili

R.K.

Programu zarządzania jakością nie trzeba wprowadzać od razu „całym frontem”.

Równie dobrą metodą jest „krok po kroku”, bez zbytniego pośpiechu, ale systematycznie i konsekwentnie - nie ma odwrotu ze zdobytych pozycji.

R.K.

Obszar działania – gabinet terapeutyczny / diagnostyczny, gabinet lekarski, gabinet zabiegowy, rozbudowana procedura, testy, ciemnia etc – charakteryzujący się autonomicznym zespołem działań wy- magających określonych umiejętności i toku postępowania.

R.K.

Odtwarzalność drogi – system, w tym dokumentacja musi zapewnić pełną „odtwarzalność drogi” pacjenta, procedury, „produktu” tzn. musi być możliwość określenia każdego etapu czynności wykonanych (kto, kiedy, co, przy pomocy czego i przy jakich ustawieniach, z jakim skutkiem etc wykonał).

R.K.

Systemowi zarządzania jakością podlegają wszystkie etapy realizacji procedury medycznej z zakresu radiologii – diagnostyki obrazowej

R.K.

Jeżeli jednostka ochrony zdrowia, realizująca procedury z zakresu radiologii - diagnostyki obrazowej, podlega administracyjnie jednostce, w której wdrożony jest system zarządzania jakością, wszelkie realizowane działania i dokumentacja związana z zarządzaniem powinny być logicznym rozwinięciem działań i dokumentacji jednostki nadrzędnej

Jeżeli w jednostce ochrony zdrowia system zarządzania jakością został wprowadzony tylko na podstawie ustawy z dnia 29 listopada 2000 r. - Prawo atomowe, księga jakości utworzona w tej jednostce stanowi zwięzły opis wdrożonego systemu zarządzania jakością i zawiera co najmniej informacje o:

- 1) strukturze i podległości administracyjnej;
- 2) zakresie działalności klinicznej;
- 3) posiadanym i eksploatowanym wyposażeniu medycznym;
- 4) zakresie kompetencji personelu;
- 5) sposobie zapewnienia poufności informacji zawartych w dokumentacji medycznej.

Postępowanie i nadzór nad dokumentacją medyczną powinny obejmować co najmniej:

- a) sposób zapisu i oznaczenia informacji związanych z realizacją procedury, w szczególności danych administracyjnych pacjenta, jego pozycji i lateralizacji, danych wykorzystywanych urządzeń i zastosowanych fizycznych parametrów i dawek, identyfikatorów osób realizujących procedurę,
- b) sposób i zakres archiwizacji medycznej,
- c) zakres uprawnień związanych z wykonywaniem opisu wyniku procedury oraz wydawania wyniku procedury;

Postępowanie z pacjentem powinno obejmować co najmniej:

- a) sposób wykonywania procedury,
- b) tok postępowania przy realizacji procedury, uwzględniający zasady ochrony radiologicznej pacjenta,
- c) szczegółowe zakresy odpowiedzialności wszystkich osób uczestniczących w realizacji procedury medycznej,
- d) sposób postępowania i zakresy obowiązków w sytuacji zagrożenia życia pacjenta,
- e) szczegółowe prawa i obowiązki pacjenta związane z realizacją procedur medycznych na terenie jednostki oraz sposób informowania o nich pacjenta;

Zasady eksploatacji wyposażenia medycznego i kontrolno-pomiarowego powinny obejmować co najmniej:

- a) prowadzenie kart eksploatacyjnych, w których należy zapisywać wszelkie nieprawidłowości stwierdzone podczas eksploatacji urządzenia oraz wszelkie ingerencje dotyczące napraw i regulacji,
- c) okresowe wykonywanie testów eksploatacyjnych,
- d) zakresy szkoleń i uprawnień do obsługi poszczególnych urządzeń medycznych i kontrolno- pomiarowych,

Karta Eksploatacyjna		Oddział
Znak: DAM-EE-001D		Aparat:
Nr: / 2002		Kod identyfikacyjny:
Jednostka:		
Wypełnia Erytkownik (osobny podzbiór)		Wypełnia DAMIS i lub serwis (osobny podzbiór)
Czas długość ocena	Opis / Komunikaty błędów	Czas działania / w skali
/	:	/
/	:	/
/	:	/

Zasady prowadzenia analizy wyników niezgodnych z założonymi kryteriami powinny obejmować co najmniej:

- metodę rejestracji wyników niezgodnych, sposób ich opisywania i przedstawiania do analizy,
- ściśle opisane kryteria uznawania wyniku za niezgodny z oczekiwaniami,
- formularze i tok postępowania przy prowadzeniu analizy wyników niezgodnych, ze szczególnym uwzględnieniem wykonanych czynności korygujących i zapobiegawczych oraz ich skuteczności

Procedury robocze

Co to jest procedura robocza i po co nam ona?

Ścieżka

Powtarzalność

Porównanie

Uprawnienia

Przewodnik do oceny jakości obrazu

Odpowiedzialność za błędy

Określenie możliwości

Dz. U. 24 z 2007, poz. 161

w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących formy i treści wzorcowych i roboczych medycznych procedur radiologicznych



Procedura robocza zawiera:

3) nazwę, typ, numer identyfikacyjny urządzenia radiologicznego stosowanego w procedurze;

Aparat lub aparaty, których parametry sprawdzone w testach eksploatacyjnych są zgodne z wymaganiami dla danej procedury

Procedura robocza zawiera:

4) nazwiska osób uprawnionych do realizacji procedury i ich kwalifikacje;

Nadawanie wewnętrznych uprawnień; początki systemu sprawdzania i potwierdzania umiejętności, szczególnie dla procedur „specjalnej troski” (pediatrycznych, mammograficznych, perfuzji etc)

KK

Procedura robocza zawiera:

5) opis postępowania w zakresie oceny skierowania na badania lub leczenie;

Możliwość uwzględnienia specyfiki klinicznej konkretnej poradni, zakładu, specjalności etc – zindywidualizowane podejście do wybranych procedur

KK

Procedura robocza zawiera:

6) opis pomieszczenia, w którym wykonywana jest procedura;

Opis lub oznaczenie – chodzi o jednoznaczną identyfikację pomieszczeń, w których można wykonać daną procedurę

KK

Procedura robocza zawiera:

7) wykaz wyposażenia pomocniczego mającego zastosowanie w procedurze;

O ile jest konieczne

8) stosowane fizyczne parametry pracy urządzeń radiologicznych;

Należy powtórzyć wymagania ogólne oraz, w miarę możliwości udokładnić dla poszczególnych urządzeń wymienionych w punkcie 3

KK

Procedura robocza zawiera:

9) szczegółowy opis postępowania medycznego w trakcie wykonywania badań lub leczenia;

Odniesienie do procedur wzorcowych, z uwzględnieniem miejscowej specyfiki (jak w pkt. 5)

10) szczegółowy opis obsługi urządzenia radiologicznego;

Tylko w zakresie odbiegającym od standardowej obsługi opisanej w Instrukcji dostępnej w pracowni.

KK

Procedura robocza zawiera:

11) dokumentację wyników badań lub postępowania leczniczego;

Tu jest miejsce na określenie cech obrazu, których brak będzie stanowił o uznaniu zdjęcia za odrzucone; zapis elementów koniecznych w opisie słownym wyniku badania

12) wykaz odstępstw od procedury wzorcowej wraz z uzasadnieniem;

Miejscowe modyfikacje procedury wzorcowej, zależne od specyfiki oddziałów lub poradni.

KK

Procedura robocza zawiera:



Procedura robocza zawiera:
1) nazwę procedury wzorcowej i jej identyfikator;
Część ogólna, punkt 1
3. Radiografia, czaszka, część twarzowa, rzut półosiowy, PA i boczny - część ogólna
1. Identyfikator procedury:
Kod główny: 1.007
ICD 9: 87.160.101
2) stopień (tytuł) naukowy oraz imię i nazwisko autora (autorów) procedury roboczej;

Procedura robocza zawiera:
3) nazwę, typ, numer identyfikacyjny urządzenia radiologicznego stosowanego w procedurze;
Część ogólna, punkt 9
9. Zalecane rodzaje urządzeń radiologicznych oraz ich podstawowe parametry techniczne istotne dla stosowanej procedury.

1	2	8	14	15
0	1	0	2	4
0	2	0	2	4
0	3	0	2	4
0	4	0	2	4
0	5	0	2	4
0	6	0	2	4
0	7	0	2	4
0	8	0	2	4

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 27 marca 2008) obowiązuje od 25 kwietnia 2008 roku (Dz. U. 2008; 59; poz. 366) w sprawie bazy danych urządzeń radiologicznych ZAŁĄCZNIK - WYKAZ KODÓW DOTYCZĄCYCH URZĄDZEŃ RADIOLOGICZNYCH W RADIOLOGII I DIAGNOSTYCE OBRAZOWEJ, MEDYCYNIE NUKLEARNEJ I RADIOTERAPII

Urządzenie podstawowe										Wypożyczenie					Oprogramowanie												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27

0	2	Nieistota steroidal. Berek stanowiąca wskazania do uskokorzestania w minie. zezwołu. technologicz.
0	1	Statyw do zdjęć pionowych
0	2	Stół kostny
0	3	Statyw i stół kostny
0	4	Ścianka do prześwietleń
0	5	Stół kostny i ścianka do prześwietleń
0	6	Statyw, stół kostny i ścianka do prześwietleń
0	7	Telekomando
0	8	Telekomando z ramieniem C
0	9	Telekomando i statyw do zdjęć pionowych
1	2	Aparat jezdny do zdjęć przyłóżkowych
1	4	Aparat jezdny zabiegowy z ramieniem C
1	6	Mammograf
1	8	Angiograf
2	0	Tomograf komputerowy
2	1	Symulator terapeutyczny
2	3	Aparat stomatologiczny do zdjęć wewnątrzustnych (punktowych)
2	4	Pantomograf
2	5	Inny aparat
4	1	Densytometr duży

Pol	Opis
8	
0	Brak
1	Planigrafia (dla 2, 3, 5, 6, 7, 8 lub 16 w polach 1 i 2)
2	TK skan helikalny (dla 20 w polach 1 i 2)
2	Angiografia - dwie płaszczyzny (dla 8, 14 lub 18 w polach 1 i 2)
3	Angiografia - 3D (dla 8, 14 lub 18 w polach 1 i 2)
9	Inne

Wielkość rejestratora obrazu:

Pole	Opis
14 15	Średnica wzmacniacza obrazu lub długość mniejszego boku panelu DR lub kasety z błoną lub płytą [cm] lub liczba warstw TK, gdy w polach 1 i 2 wybrano 20, (...)

Procedura robocza zawiera:
4) nazwiska osób uprawnionych do realizacji procedury i ich kwalifikacje;
Część ogólna, punkt 11
1). odpowiedzialny: lekarz posiadający tytuł specjalisty w dziedzinie radiologii i diagnostyki obrazowej lub lekarz posiadający specjalizację II stopnia w dziedzinie radiologii lub rentgenodiagnostyki lub radiodiagnostyki;
2). wykonujący: lekarz posiadający tytuł specjalisty w dziedzinie radiologii i diagnostyki obrazowej lub lekarz posiadający specjalizację II stopnia w dziedzinie radiologii lub rentgenodiagnostyki lub radiodiagnostyki lub lekarz w trakcie specjalizacji w TK lub DR lub rentgenodiagnostyki lub radiodiagnostyki lub lekarz w trakcie specjalizacji w TK lub DR lub rentgenodiagnostyki lub radiodiagnostyki lub technik elektroradiologii.

Procedura robocza zawiera:
6) opis pomieszczenia, w którym wykonywana jest procedura;
Część ogólna, punkt 10
7) wykaz wyposażenia pomocniczego mającego zastosowanie w procedurze;

Procedura robocza zawiera:
8) stosowane fizyczne parametry pracy urządzeń radiologicznych;
Część szczegółowa, punkt 2.2.
Tabela 2: zakres rutynowo wybieranych parametrów ekspozycji w radiografii:

Parametr	Wartość
napięcie [kV]	75-85
ognisko	≤1,3
filtracja [mm Al]	≥3,0
FFD [cm]	100-115
komora AEC (użycie AEC nie jest obligatoryjne)	średkowa
kratka	tak
czułość błona/folia	400
czas [ms]	<200

Procedura robocza zawiera:
9) szczegółowy opis postępowania medycznego w trakcie wykonywania badań lub leczenia;
Część szczegółowa, punkt 2.1.
liczba i rodzaj projekcji, z uwzględnieniem obszaru istotnego klinicznie:
AP – promień centralny pada na środek mostka prostopadle do rejestratora obrazu; górna brzeg rejestratora obrazu na wysokości chrząstki tarczowatej;
bok – promień centralny na wysokości Th6-Th7 ok. 3 palce od tylnego zarysu pleców, pada na boczną powierzchnię klatki piersiowej, płaszczyzna strzałkowa tułowia i szyi równoległa do płaszczyzny stołu, czy statywu; kończyny górne wyciągnięte ku przodowi, w pozycji leżącej w celu stabilizacji ułożenia kończyny dolne zgięte w stawach biodrowych i kolanowych; projekcję boczną wykonujemy przy głębokim wdechu lub w trakcie płytkiego oddychania;
10) szczegółowy opis obsługi urządzenia radiologicznego;

Procedura robocza zawiera:

11) dokumentację wyników badań lub postępowania leczniczego;

Część szczegółowa, punkt 6

3. parametry okna:

szerokość okna:

0-90 j.H. obszar

nadnamiotowy, 140-160 j.H.

tylny dół czaszki, 2000-3000

j.H. kości;

poziom okna:

40-45 j.H. obszar

nadnamiotowy, 30-40 j.H. tylny

dół czaszki,

200-400 j.H. kości;

Procedura robocza zawiera:

1. uwidocznienie:

całe półkule

mózgu, cały

mózdzek,

cała podstawa czaszki,

naczynia po podaniu środka kontrastującego;

2. struktury krytyczne:

ostre odwzorowanie granic między istotą szarą a białą,

ostre odwzorowanie układu komorowego,

ostre odwzorowanie płotów podstawnych,

ostre odwzorowanie sieci naczyniowej,

ostre odwzorowanie przestrzeni płynowej wokół śródmózgowia,

ostre odwzorowanie zbiorników płynu mózgowo-rdzeniowego;

Procedura robocza zawiera:

12) wykaz odstępstw od procedury wzorcowej wraz z uzasadnieniem;

13) zasady ochrony radiologicznej pacjenta;

Część szczegółowa, punkt 2.4.

14) podpisy osób uprawnionych do realizacji procedury.



Procedura robocza zawiera:

1) nazwę procedury wzorcowej i jej identyfikator;

2) stopień (tytuł) naukowy oraz imię i nazwisko autora (autorów) procedury roboczej;

3) 1 Lekarz radiolog - Technik - Fizyk/Inżynier radiologicznego stosowanego w procedurze;

4) 1 Lekarz radiolog - Technik - Fizyk/Inżynier procedury i ich kwalifikacje;

5) 1 Lekarz radiolog - Technik - Fizyk/Inżynier na badania lub leczenie;

Procedura robocza zawiera:

6) 0₁ Lekarz radiolog - Technik - Fizyk/Inżynier procedura;

7) w₁ Lekarz radiolog - Technik - Fizyk/Inżynier zastosowanie w procedurze;

8) s_t Lekarz radiolog - Technik - Fizyk/Inżynier radiologicznych;

9) s_z Lekarz radiolog - Technik - Fizyk/Inżynier trakcie wykonywania badań lub leczenia;

10) s_z Lekarz radiolog - Technik - Fizyk/Inżynier radiologicznego;

Procedura robocza zawiera:

1

2

3



Procedura robocza zawiera:

1) nazwę procedury wzorcowej i jej identyfikator;

Zgodność z procedurą wzorcową

2) stopień (tytuł) naukowy oraz imię i nazwisko autora (autorów) procedury roboczej;

3) nazwę, typ, numer identyfikacyjny urządzenia radiologicznego stosowanego w procedurze;
Adekwatność urządzenia radiologicznego do procedury

Procedura robocza zawiera:

4) nazwiska osób uprawnionych do realizacji procedury i ich kwalifikacje;

Uprawnienia do realizacji procedury; szkolenia (również stanowiskowe) i kwalifikacje

5) opis postępowania w zakresie oceny skierowania na badania lub leczenie;

Respektowanie zapisów precyzujących treść skierowania

Procedura robocza zawiera:

6) opis pomieszczenia, w którym wykonywana jest procedura;

7) wykaz wyposażenia pomocniczego mającego zastosowanie w procedurze;

8) stosowane fizyczne parametry pracy urządzeń radiologicznych;

Stosowanie i rejestrowanie właściwych parametrów ekspozycji

Procedura robocza zawiera:

9) szczegółowy opis postępowania medycznego w trakcie wykonywania badań lub leczenia;

Prawidłowość przygotowania i ustawień pacjenta

10) szczegółowy opis obsługi urządzenia radiologicznego;

Dostępność i znajomość zasad obsługi wyposażenia radiologicznego

Procedura robocza zawiera:

11) dokumentację wyników badań lub postępowania leczniczego;

Prawidłowość określenia cech dowodzących prawidłowo wykonanej procedury; określenie kryteriów „odrzućcia”; prawidłowość treści opisu i respektowanie ustaleń

12) wykaz odstępstw od procedury wzorcowej wraz z uzasadnieniem;

Sankcjonowanie i dostateczność uzasadnienia odstępstw od procedury wzorcowej

JK

Procedura robocza zawiera:

13) zasady ochrony radiologicznej pacjenta;

Prawidłowość ochrony radiologicznej pacjenta i realizacja optymalizacji dawki

14) podpisy osób uprawnionych do realizacji procedury.

Znajomość procedury przez osoby uprawnione do jej realizacji

JK

Dokumenty wymagane przy składaniu wniosku o wydanie zgody:

§ 11.

1. Jednostka ochrony zdrowia ubiegająca się o uzyskanie zgody, o której mowa w art. 33e ust. 1 lub 2 ustawy, do wniosku o wydanie takiej zgody załącza następujące dokumenty:

1). kopię zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na promieniowanie jonizujące wydanego przez organy określone w art. 5 ust. 3 i 4 ustawy;

2). wykaz komórek organizacyjnych jednostki ochrony zdrowia, które będą prowadzić działalność objętą zgodą wraz z adresem tych komórek;

JK

Dokumenty wymagane przy składaniu wniosku o wydanie zgody c. d.:

3). imienny wykaz osób uczestniczących w procedurach medycznych w poszczególnych pracowniach wraz z określeniem ich kwalifikacji, w szczególności specjalizacji i staży;

4). wykaz medycznych procedur radiologicznych, które będą wykonywane;

5). wykaz urządzeń radiologicznych oraz urządzeń pomocniczych wraz z podaniem ich podstawowych parametrów i dat uruchomienia;

6). kopię aktualnego protokołu z wykonania specjalistycznych testów parametrów fizycznych urządzeń radiologicznych lub testów akceptacyjnych urządzeń nowo instalowanych;

Dokumenty wymagane przy składaniu wniosku o wydanie zgody c. d.:

7). pisemne oświadczenie podpisane przez kierownika jednostki ochrony zdrowia o posiadaniu księgi jakości, o której mowa w przepisach wydanych na podstawie art. 33c ust. 9 ustawy.

2. Kierownik jednostki ochrony zdrowia jest obowiązany zgłaszać niezwłocznie, nie później niż w terminie 14 dni, organowi wydającemu zgodę wszelkie zmiany dotyczące informacji zawartych w dokumentach, o których mowa w ust.1.

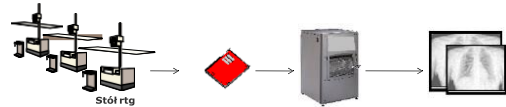
3. Informacje o zmianach, o których mowa w ust. 2, przekazywane są przez właściwy organ wydający zgodę niezwłocznie do centralnego rejestru, o którym mowa w art. 33f ustawy.

Radiologia cyfrowa

Porównanie procedur w radiologii klasycznej i cyfrowej

Radiologia klasyczna

Klasykny obraz radiograficzny ma charakter analogowy i jest uzyskiwany zazwyczaj na błonie rentgenowskiej

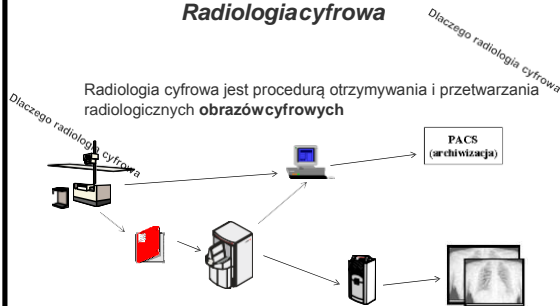


Błona RTG jest głównym nośnikiem informacji –służy zarówno do postawienia diagnozy jak i do archiwizacji

Porównanie procedur w radiologii klasycznej i cyfrowej

Radiologia cyfrowa

Radiologia cyfrowa jest procedurą otrzymywania i przetwarzania radiologicznych obrazów cyfrowych



Porównanie procedur w radiologii klasycznej i cyfrowej

Dlaczego wprowadza się obraz cyfrowy?

Radiologia klasyczna

- Obróbka chemiczna
- Jedna kopia
- Brak możliwości poprawienia zdjęcia
- Problem utylizacji odczynników
- Przesyłanie błon jest czasochłonne
- Archiwizacja

Radiologia cyfrowa

- Cyfrowa obróbka obrazów
- Dostępność w tym samym czasie w różnych miejscach
- Automatyczne powiązanie z informacjami o pacjencie
- Przesyłanie danych przy pomocy sieci komputerowych
- Archiwizacja na nośnikach komputerowych - CD, MOD, DVD

Podstawowe pojęcia

obraz cyfrowy, pixel, matryca

Obraz cyfrowy - jest to obraz przedstawiany w formie siatki składającej się z szeregu drobnych elementów obrazka.

Każdy elementarny punkt obrazu nazywany jest **pixelem**

Siatka stworzona z poszczególnych pixeli nosi nazwę **matrycy**. Wielkość matrycy określona jest przez iloczyn liczby pixeli w kierunku pionowym do ich liczby w poziomie

Pixel odwzorowuje różnicę w gęstości za pomocą kodu binarnego (zero-jedynkowego)

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Podstawowe pojęcia

głębokość bitowa

Głębokość bitowa - określa ilość bitów użytą do zdefiniowania każdego piksela.

Większa głębokość bitowa –to większa liczba odcieni w skali szarości, lub większa ilość kolorów



Cyfrowe obrazy mogą być produkowane w czerni i bieli, skali szarości lub kolorze

Obraz czarno-biały jest reprezentowany przez pixele zawierające 1 bit w każdym.

Można więc uzyskać zaledwie 2 poziomy szarości



Podstawowe pojęcia

głębokość bitowa

Skala szarości składa się z pixeli reprezentowanych przez różne kombinacje bitów informacji – najczęściej 2 –12bitów

W 2 bitowym systemie mamy kombinacje 00,01,10,11.
Oznacza to możliwość uzyskania na obrazie 4 poziomów szarości



Kolorowy obraz typowo reprezentowany jest przez głębokość bitową od 8 do 24. W 24-bitowym obrazie, bity dzielone są na 3 grupy: 8 dla koloru czerwonego, 8-dla koloru zielonego, 8-dla niebieskiego. Kombinacje bitów z poszczególnych kolorów służą do odwzorowania pozostałych

Podstawowe pojęcia

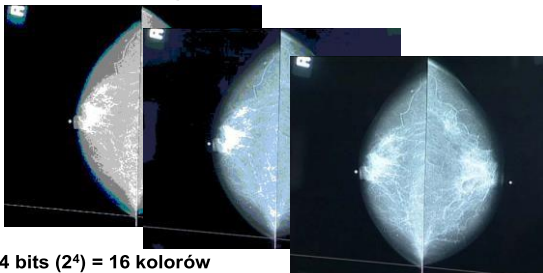
głębokość bitowa

Poniżej przedstawiono kalkulację możliwej do odtworzenia liczby kolorów w zależności od głębokości bitowej

1 bit (2^1) = 2 odcienie	8 bits (2^8) = 256 odcieni
2 bits (2^2) = 4 odcienie	16 bits (2^{16}) = 65,536 odcieni
3 bits (2^3) = 8 odcieni	24 bits (2^{24}) = 16.7 millionów odcieni
4 bits (2^4) = 16 odcieni	

Podstawowe pojęcia

głębokość bitowa



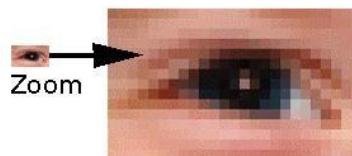
4 bits (2^4) = 16 kolorów
8 bits (2^8) = 256 kolorów
24 bits (2^{24}) = 16.7 millionów kolorów

Podstawowe pojęcia

rozdzielczość

Termin określający ilość pikseli możliwą do rozróżnienia w obrazie lub do wyświetlenia na monitorze w przeliczeniu na jednostkę długości.

Najczęściej podawana w dpi (dots-per-inch)



Podstawowe pojęcia

rozmiar pliku

Jeśli obraz otrzymujemy z urządzenia cyfrowego o znanej wielkości matrycy – rozmiar pliku określona jest przez iloczyn wielkości matrycy, głębokości bitowej podzielonej przez 8

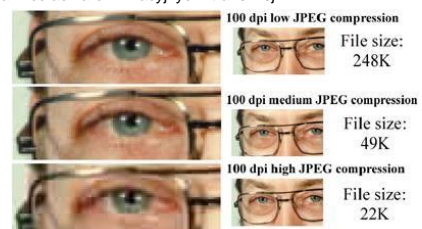
$$\text{Wielkość pliku} = (\text{wielkość matrycy} \times \text{głębokość bitowa}) / 8$$

Załóżmy, że otrzymujemy obraz 24-bitowy z urządzenia o matrycy 2,048 x 3,072 ozn. to, że otrzymamy plik wielkości 18 874 368 bajtów (2048 x 3072 x 24)/8

Podstawowe pojęcia

Kompresja

Kompresja polega na zamianie kodu binarnego obrazka przy pomocy algorytmów do krótszej formy matematycznej. Szczególnie istotna w celach archiwizacyjnych i transmisji



Obraz cyfrowy a analogowy

charakterystyka

Obraz cyfrowy charakteryzuje się więc:

- »skończoną liczbą elementów
- »skończona liczba poziomów szarości
 - »wielkość matrycy obrazu – rozdzielczość
 - »wielkość pliku

Obraz analogowy charakteryzuje się :

- »„nieskończoną” liczbą elementów
- »„nieskończoną” liczbą poziomów szarości

Obraz cyfrowy

Problemy



Matryca 300 x 300
pixel = 0.5 mm



Matryca 75 x 75
pixel = 2 mm



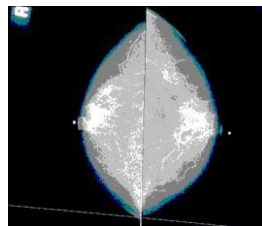
Matryca 38 x 38
pixel = 4 mm

Obraz cyfrowy

Problemy



16 milionów poziomów



16 poziomów



Obraz cyfrowy

Problemy

- bardzo dobry obraz płuc:
8000 x 10000pixeli x 12bitów ⇒ 120 MB

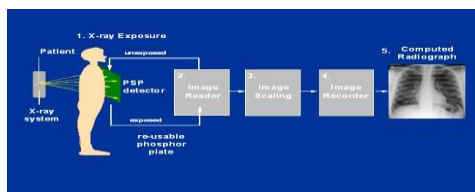


- wystarczający obraz płuc:
2000 x 2500pixeli x 12 bitów ⇒ 7,5 MB

Metody detekcji obrazu cyfrowego

radiografia bezpośrednia i pośrednia

Radiografia pośrednia – obraz zapisywany jest w detektorze analogowo, a następnie przetwarzany na obraz cyfrowy



Pojęcie radiografia bezpośrednia zarezerwowane jest dla nowej klasy technologii detektorów, które nie wymagają pośrednich kroków do uzyskania informacji z detektora cyfrowego

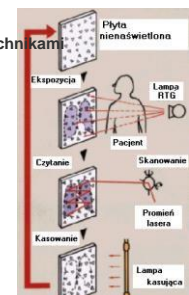
Metody detekcji obrazu cyfrowego

Radiografia pośrednia

detektor w postaci kasety kompatybilność konwencjonalnymi



do detekcji promieniowania używane są fotoczułe ekrany fosforowe



Metody detekcji obrazu cyfrowego

Radiografia pośrednia

Promieniowanie rentgenowskie wzbudza elektrony

Część elektronów w ekranach fosforowych przechodzi na wyższy niestabilny poziom energetyczny

Powstaje „utajony” obraz

w wyniku ekspozycji w świetle o długości dłuższej niż charakterystyczna długość światła emitowana przez fosfor energia elektronów zostaje „uwolniona”

Następuje przetworzenie jej na sygnał cyfrowy

Metody detekcji obrazu cyfrowego

Radiografia pośrednia

Warstwa aktywna

Warstwa podkładowa

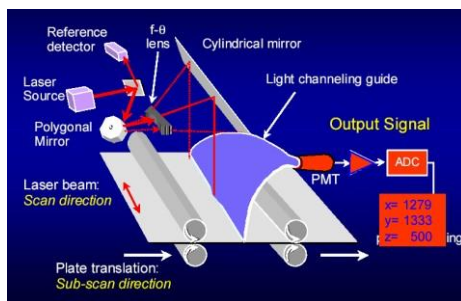
Signal wyjściowy

Krzywa wzbudzenia płyty luminoforowej

Całkowita Ekspozycja wzbudzenia

Czytnik płyt fosforowych

Budowa i zasada działania

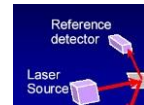


Czytnik płyt fosforowych

Budowa i zasada działania

źródło promieniowania laserowego

pojedynczy laser rubinowy, ewentualnie szereg źródeł laserowych



kontrola natężenia

Możliwość powstania artefaktów
Brak stałego natężenia promieniowania nawet małe wahania mocy (kilku dziesiątych procenta) przechodzą w istotne zmiany sygnały wyjściowego

Czytnik płyt fosforowych

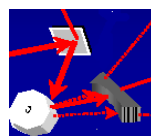
Budowa i zasada działania

Odchylacz wiązki

Mechanizm przesuwający wiązkę laser do przodu i do tyłu wzdłuż płyty (kierunek ten określamy jest jako fast-scan)

Soczewki tzw. f-theta do kształtowania wiązki

Wiązka musi być zoptymalizowana do rozmiarów płyty
Konieczne jest utrzymanie wielkości, jednakowego kształtu i prędkości przesuwu wzdłuż płyty
Możliwość powstania artefaktów

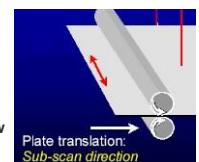


Czytnik płyt fosforowych

Budowa i zasada działania

Mechanizm przesuwu płyty fosforowej

przesuw w kierunku prostopadłym do padającego promieniowania (slow-scan. Możliwość powstania artefaktów jeżeli mechanizm nie będzie utrzymywał stałej prędkości przesuwu



Optyka zbierająca światło

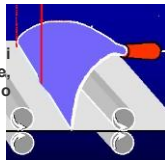
„zbiera” światło emitowane przez ekran i następnie przekazuje je do fotodetektora
istotne, żeby straty świetlne były minimalne
decyduje o jakości obrazu (stosunek sygnał – szum)

Czytnik płyt fosforowych

Budowa i zasada działania

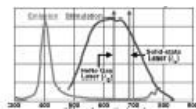
Optyka zbierająca światło

„zbiera światło emitowane przez ekran i następnie przekazuje je do fotodetektora istotnie, żeby str. świetlne były minimalne decyduje o jakości obra (stosunek sygnał–szum)



Filtr optyczny

urządzenie mające na celu oddzielenie światła wzbudzenia od światła wyemitowanego przez płytę



Fotodetektor

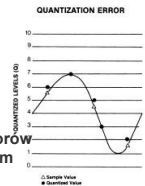
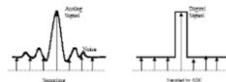
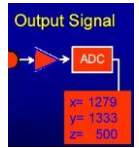
urządzenia konwertujące emitowane światło na sygnał elektryczny

Czytnik płyt fosforowych

Budowa i zasada działania

ADC- Analog to Digital Converter

tutaj odbywa się proces zmiany sygnału analogowego na cyfrowy (tzw. kwantyzacja)



Szum kwantyzacyjny

sygnał analogowy o nieskończonej ilości kolorów zamieniany jest na cyfrowy o ściśle określonym Zakresie poziomów szarości.

Czytnik płyt fosforowych

Budowa i zasada działania

Bufor obrazów

przed dystrybucją obraz jest zapisywany –najczęściej wykorzystywany do tego celu jest twardego dysku

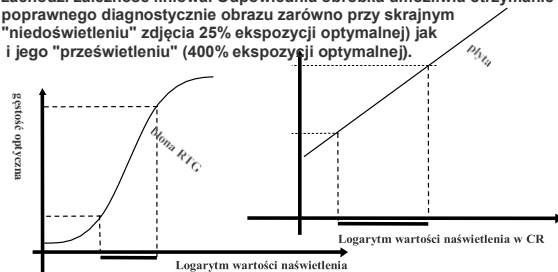
Stacja czyszczenia

ewentualne resztki sygnału są usuwane za pomocą macierzy lamp o wysokim natężeniu światła Kasetka przygotowana do następnej ekspozycji
Możliwość powstania artefaktów – zbytsabe czyszczenie kaset

Metody detekcji obrazu cyfrowego

Porównanie płyt fosforowych z błoną RTG

W detektorach cyfrowych pomiędzy dawką a emisją światła widzialnego zachodzi zależność liniowa. Odpowiednia obróbka umożliwia otrzymanie poprawnego diagnostycznie obrazu zarówno przy skrajnym "niedoswietleniu" zdjęcia 25% ekspozycji optymalnej) jak i jego "prześwietleniu" (400% ekspozycji optymalnej).

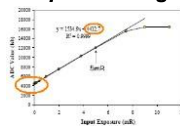


Podstawowe pojęcia

offset, pre-processing, post-processing

Offset

stała wartość, która jest dodawana do wartości każdego piksela w obrazie



Obraz unprocessed (Raw Image)

obraz cyfrowy, który nie został poddany żadnej dodatkowej obróbce (w systemach DR może być to obraz po korekcjach detektora). W obrazie takim wartość piksela jest w zależności liniowej do dawki

Obraz processed

Obraz cyfrowy, który został poddany możliwej dodatkowej obróbce i jest gotowy do wydruku, lub prezentacji na monitorze

Podstawowe pojęcia

Średnia Wartość Piksela, Obszar zainteresowania

998	999	1002
1000	998	1001
1003	997	1002

SWP=1000

998	999	1090
1000	910	1002
1100	900	1001

SWP=1000

Podstawowe pojęcia

Obszar zainteresowania, średnia wartość piksela

Obszar zainteresowania (ROI ang. reference region-of-interest)

Obszar (ok. 4 cm²) w którym mierzone są średnia wartość piksela i inne niezbędne wielkości

Średnia Wartość Piksela - SWP

Uśredniona wartość wszystkich pikseli zawartych w zaznaczonym Obszarze ROI

Podstawowe pojęcia

Szum (Odchylenie Standardowe)

998	999	1002
1000	998	1001
1003	997	1002

SWP=1000

OS_{zai} = 3

998	999	1090
1000	910	1002
1100	900	1001

SWP=1000

OS_{zai} = 100

Potrzebna dodatkowa wielkość mówiąca jak blisko średniej są wartości poszczególnych pikseli – tzw. odchylenie standardowe

Podstawowe pojęcia

szum

Odchylenia w wartościach pikseli, które są niezwiązane z obrazowanym obiektem. Jego wielkość często jest traktowana jako odchylenie standardowe w obszarze zainteresowania (ROI) w obrazie wyjściowym

Związany z szumem kwantowym
Związany z kwantyzacją
Związany z działaniem elektroniki i innych elementów w skanerze (CR) czy detektorze (DR)

Podstawowe pojęcia

Funkcja sygnał do szumu (SNR)

998	999	1002
1000	998	1001
1003	997	1002

SWP=1000

OS_{zai} = 3

SNR = 1000/3 = ok. 333

998	999	1090
1000	910	1002
1100	900	1001

SWP=1000

OS_{zai} = 100

SNR = 1000/100 = 100

Podstawowe pojęcia

Funkcja sygnał do szumu (SNR)

SNR (ang. Signal to noise Ratio)

Informuje nas o wielkości sygnału w stosunku do występujących w obrazie szumów

$$SNR = \frac{\text{Średnia wartość piksela w ROI (SWP)}}{\text{Odchylenie standardowe w wartości piksela w ROI (OS)}}$$

Podstawowe pojęcia

Funkcja kontrast do szumu (CNR)

CNR (ang. Contrast to noise Ratio) - wzór dla testów podstawowych

Informuje nas o możliwościach systemu odwzorowania obiektów o znacznie różniącym się kontraście w stosunku do szumów w obrazie

$$CNR = \frac{SWP(\text{ROI w obiekcie o "jasnym"}) - SWP(\text{ROI w obiekcie "ciemnym"})}{\text{Odchylenie standardowe w wartości piksela (ROI w obiekcie jasnym)}}$$

Podstawowe pojęcia

Wskaźnik dawki, obrazy duchy

Wskaźnik Dawki (ang. Exposure Indicator)

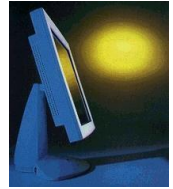
W systemach cyfrowych wartość dodawana do obrazu, związana z wielkością dawki promieniowania potrzebnej do jego uzyskania

Obrazy zjawy - duchy (ang. ghost image)

Pozostałości elementów wcześniej zeskanowanych obrazów widoczne na bieżących obrazach. Związane w systemach CR ze złym działaniem stacji czyszczącej

Prezentacja obrazu cyfrowego

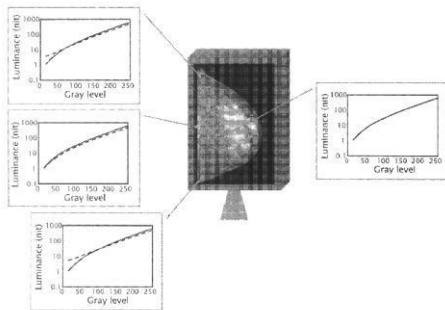
Efektywność radiologii cyfrowej polega na tym, że obraz cyfrowy możemy w dowolnej chwili obejrzeć na wyświetlaczu monitora



Jakość wyświetlania obrazu – relacja między informacjami zawartymi w pierwotnym obrazie cyfrowym do informacji dostarczonych obserwatorowi na wyświetlaczu

Prezentacja obrazu cyfrowego

Panele LCD



Prezentacja obrazu cyfrowego

Parametry monitorów

Rozdzielczość
jest to ilość pikseli w poziomie i w pionie. Im wyższa rozdzielczość tym obraz może zawierać więcej szczegółów, jest to jednak uwarunkowane również możliwościami zainstalowanej w komputerze karty graficznej, która bezpośrednio decyduje o jakości wyświetlanego obrazu.

Kontrast –
definiowany najczęściej jako stosunek koloru białego wyświetlanego na ekranie do koloru czarnego

Luminancja –
określenie fotometryczne zdefiniowane jako ilość emitowanego światła z pewnej powierzchni (w przypadku monitora z ekranu)

Prezentacja obrazu cyfrowego

Wymagane parametry w radiologii ogólnej

Stanowisko opisowe:

- co najmniej 2 monitory monochromatyczne (portret) w standardzie DICOM, stanowiące parę i posiadające świadectwo parowania wydane przez producenta;
- minimalna rozdzielczość: 1,92 megapiksela;
- minimalna przekątna ekranu: 47,5 cm;
- minimalna luminancja: 400cd/m²;
- minimalny kontrast: 400/1;
- minimalna częstotliwość odchylenia pionowego: dla monitorów CRT - 70 Hz; jako odpowiednik tej wartości dla innych monitorów jest wymagane cyfrowe złącze przesyłania obrazów.



Prezentacja obrazu cyfrowego

Wymagane parametry w radiologii ogólnej

Stanowisko przeglądowe

- co najmniej 1 monitor, z możliwością przełączenia w tryb DICOM;
- minimalna rozdzielczość: 1 megapiksel;
- minimalna, robocza przekątna ekranu: 47,5 cm;
- minimalna luminancja: 200 cd/m²;
- minimalny kontrast: 100/1;
- minimalna częstotliwość odchylenia pionowego: dla monitorów CRT - 70 Hz; jako odpowiednik tej wartości dla innych monitorów jest wymagane cyfrowe złącze przesyłania obrazów.

Prezentacja obrazu cyfrowego

Wymagane parametry w mammografii

Stanowisko opisowe

- co najmniej 2 monitory monochromatyczne (portret) w standardzie DICOM, posiadające świadectwo parowania producenta
- minimalna rozdzielczość: 5 megapikseli;
- minimalna, robocza przekątna ekranu: 50 cm;
- minimalna luminancja: 500 cd/m²;
- minimalny kontrast: 500/1;
- minimalna częstotliwość odchylenia pionowego: monitory CRT - 70 Hz dla innych monitorów wymagane jest cyfrowe złącze przesyłania obrazów.

Stanowisko przeglądowe

- co najmniej jeden monitor o parametrach opisanych powyżej

Prezentacja obrazu cyfrowego

Wymagane parametry w angiografii, TK

Stanowisko opisowe:

- co najmniej 1 monitor jeżeli interpretowane są obrazy w standardzie DICOM, monitor musi mieć możliwość wyświetlania zgodnie ze standardem DICOM;
- jeżeli obrazy są zapisywane w kolorze – monitor kolorowy
- minimalna rozdzielczość: 1, megapiksel;
- minimalna przekątna ekranu: 45 cm;
- minimalna luminancja: 200 cd/m²;
- minimalny kontrast: 250/1;
- minimalna częstotliwość odchylenia pionowego: dla monitorów CRT - 70 Hz; jako odpowiednik tej wartości dla innych monitorów jest wymagane cyfrowe złącze przesyłania obrazów.

Prezentacja obrazu cyfrowego

Wymagane parametry w angiografii, TK

Stanowisko przeglądowe

- co najmniej 1 monitor
- minimalna rozdzielczość: 1 megapiksel;
- minimalna, robocza przekątna ekranu: 45 cm;
- minimalna luminancja: 100 cd/m²;
- minimalny kontrast: 100/1;
- minimalna częstotliwość odchylenia pionowego: dla monitorów CRT - 70 Hz; jako odpowiednik tej wartości dla innych monitorów jest wymagane cyfrowe złącze przesyłania obrazów.

Prezentacja obrazu cyfrowego

Wymagane parametry w stomatologii wewn.

Stanowisko opisowe:

- dla pantomografii i tomografii stomatologicznej wymagania jak dla TK i angiografii
- co najmniej 1 monitor
- minimalna rozdzielczość: 0,7, megapiksela;
- minimalna przekątna ekranu: 37,5 cm;
- minimalna luminancja: 200 cd/m²;
- minimalny kontrast: 250/1;
- minimalna częstotliwość odchylenia pionowego: dla monitorów CRT - 70 Hz; jako odpowiednik tej wartości dla innych monitorów jest wymagane cyfrowe złącze przesyłania obrazów.

Prezentacja obrazu cyfrowego

Wymagane parametry w stomatologii

Stanowisko przeglądowe

- co najmniej 1 monitor
- minimalna rozdzielczość: 0,7 megapiksel;
- minimalna, robocza przekątna ekranu: 37,5 cm;
- minimalna luminancja: 100 cd/m²;
- minimalny kontrast: 100/1;
- minimalna częstotliwość odchylenia pionowego: dla monitorów CRT - 70 Hz; jako odpowiednik tej wartości dla innych monitorów jest wymagane cyfrowe złącze przesyłania obrazów.

Prezentacja obrazu cyfrowego

Warunki pomieszczenia opisowego

Oświetlenie powierzchni roboczej monitora

- radiologia ogólna : 15 lux
- mammografia : 10 lux;
- TK i angiografia : 15 lux

Inne

- ściany pomieszczenia powinny być wykończone ciemną, niepołyskliwą powierzchnią
- ubranie osób opisujących nie może zawierać elementów odbijających światło.

DICOM 3.0 (Digital Image Communication in Medicine)

Opis standardu

Uniwersalne rozwiązanie formatu danych medycznych obejmujący zarówno obraz medyczny jak i jego opis niezależnie od producenta sprzętu medycznego

Standard opracowany przez ACR(American College of Radiology), NEMA przy współpracy European Medical Informatics Committee, Japanese Medical Informatics Committee i innych

1985 – pierwszy standard

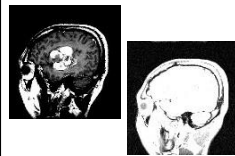
1988 – pierwsze poprawki dotyczące standardu

1995 – uwzględnienie różnych architektur sieci komputerowej
DICOM 3.0 (ciągle i na bieżąco rozwijany)

DICOM 3.0 (Digital Image Communication in Medicine)

Prezentacja obrazu

We współczesnych komputerowych systemach prezentacji obrazów możliwe jest wyświetlenie ok 1064 odcieni szarości. Wyświetlany obraz musi więc powstać jako interpretacja podzbioru wartości macierzy obrazu.



Przykładowo mając do dyspozycji macierz danych dla pomiaru techniką RTK o wartościach z zakresu 16-bitowego (0-65535) możliwy jest wybór przedziałów 10-bitowych (1024 wartości) np.: 0-1024, 2-1026, 500-1524, 1000-2024, itp.

Podstawowe pojęcia

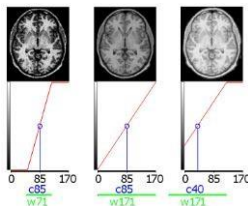
Szerokość okna, wartość centralna, tablice przejść

Opis interpretacji wartości wykonywany jest poprzez zastosowanie modułu *VOI LUT (Value of Interest Look Up Table - tablica przejść wartości użytecznych)*.

Okno jest definiowane poprzez dwa parametry: wartość centralną okna, oraz szerokość okna.

Wartość centralna okna (ang. Window Center) określa wartość środkową skali szarości wybieranego przedziału.

Szerokość okna (ang. Window Width) oznacza liczbę poziomów szarości (przedziału) wokół wartości środkowej.



DICOM 3.0 (Digital Image Communication in Medicine)

Wyświetlanie obrazów medycznych

Norma DICOM w rozdziale 14 *Grayscale Display Function Standard* opisuje zagadnienia związane z prezentacją obrazów medycznych,

Problem - ujednolicenie systemu prezentacji obrazu medycznego, aby oglądany obraz medyczny był prezentowany odbiorcy dokładnie tak samo, niezależnie od miejsca czy sposobu prezentacji.

Dokument ten wprowadza w tym celu metody pomiaru i kalibracji systemu sterowania poziomami luminancji (skala szarości).

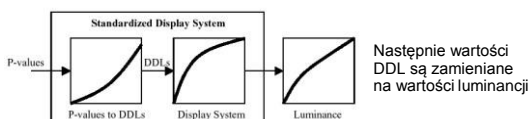
DICOM 3.0 (Digital Image Communication in Medicine)

Prezentacja obrazu

Obraz zapisany w skali szarości

Wartości pixeli przesyłane są do wyświetlacza w postaci tzw. *P-values* (ang. *presentation values* – wartości prezentacji)

Karta graficzna posiada cyfrową tablicę przejść tzw Digital Look UP- następuję przekonwertowanie wartości prezentacji do *DDL* (ang. *Digital Driving Level*)



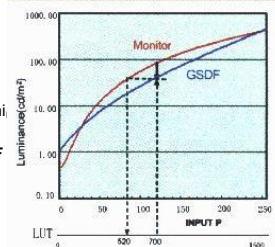
DICOM 3.0 (Digital Image Communication in Medicine)

Kalibracja monitora

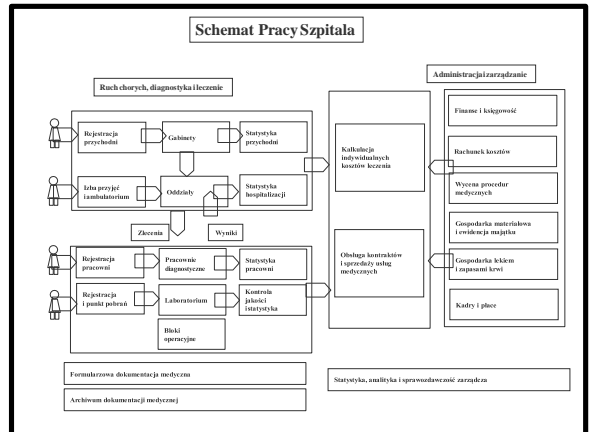
Transformację wartości DDL do Luminancji określamy jako *funkcję charakterystyczną monitora*

Z reguły funkcja ta jest stała

Kalibracja polega na pomiarach luminancji na monitorze, porównani Krzywej charakterystycznej ze zdefiniowaną w standardzie *GSDF (Greyscale Standard Display Function)* i następnie zamianie wartości w tablicach *LUT* karty graficznej



Systemy Cyfrowe i Bazy Danych w Medycynie



Systemy Medyczne

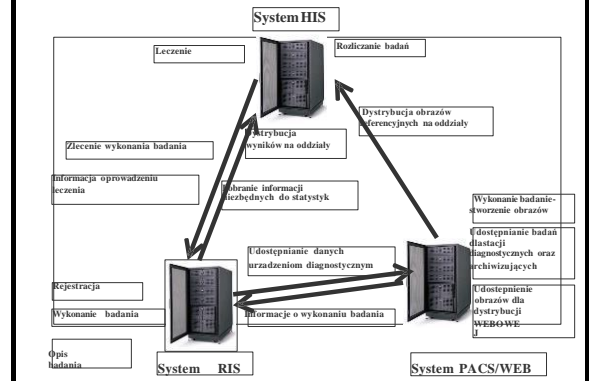
Wyróżniamy w Szpitalu praktycznie 3 systemy medyczne

HIS (ang. Hospital Information System) - Szpitalny System Informatyczny - obejmuje szereg programów, których celem jest ogarnięcie pracy na oddziałach Szpitalnych: danych osobowych pacjenta, informacji o leczeniu, podawanych lekach, prowadzenie apteczek Oddziałowych itp.

RIS (ang. Radiology Information system)-Radiologiczny System Informatyczny - system w którym znajdują się informacje związane z danymi pacjenta, przebiegiem jego badania w zakładzie Radiologicznym, opisem badań

PACS (ang. Picture, Archiving and Communication System)- System związany ogólnie mówiąc z obrazami cyfrowymi, ich przesyłaniem, archiwizacją.

Obszary współdziałania systemów medycznych



Integracja systemów

Wiele obszarów wspólnych wymusza integrację systemów medycznych

Zazwyczaj placówka posiada różne elementy systemów cyfrowych od różnych producentów.

Cel integracji

zapewnienie efektywnego przepływu informacji pomiędzy urządzeniami i różnymi systemami medycznymi,

zapewnienie bezpieczeństwa danych pacjenta i jego badania oraz zwiększenie wydajności i ułatwienie pracy użytkownikom.

Stworzenie takiego obiegu informacji o pacjentach i badaniach, który zapobiegnie znikaniu badań oraz błędnym przypisaniom danych pacjenta do badania

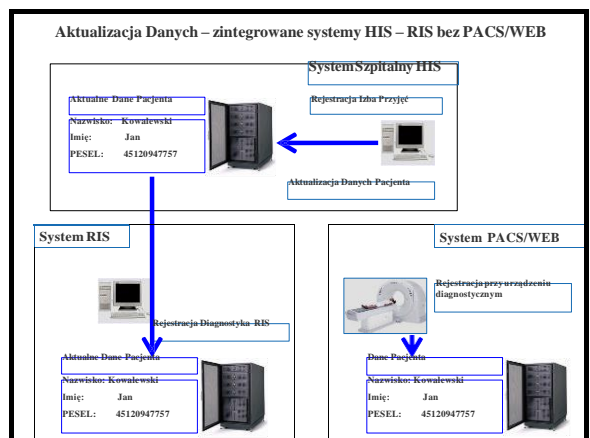
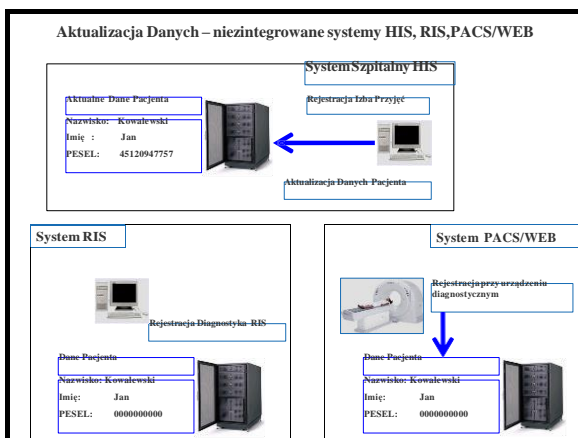
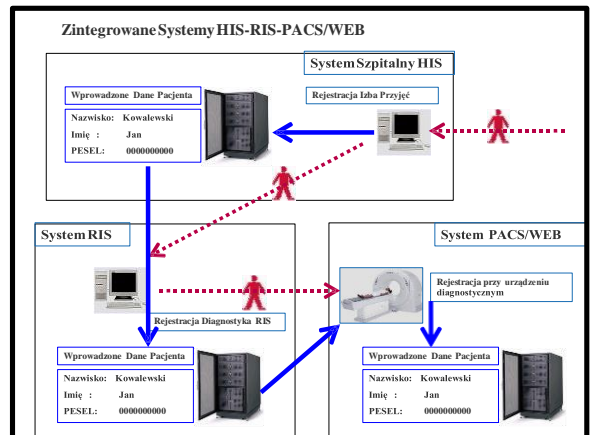
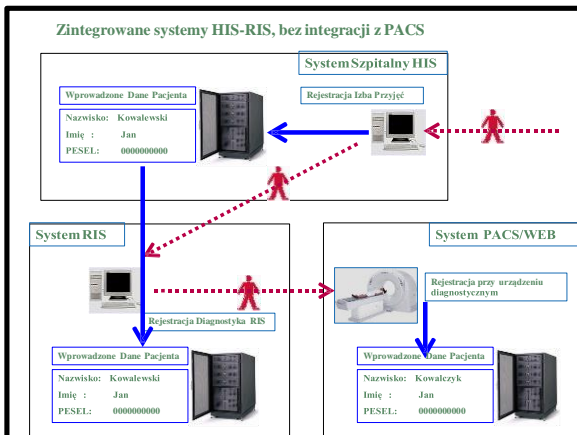
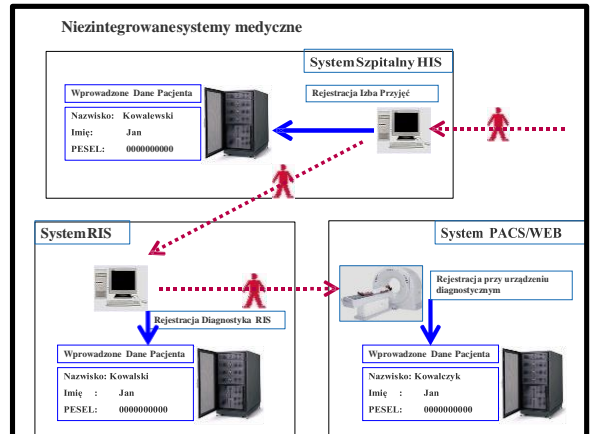
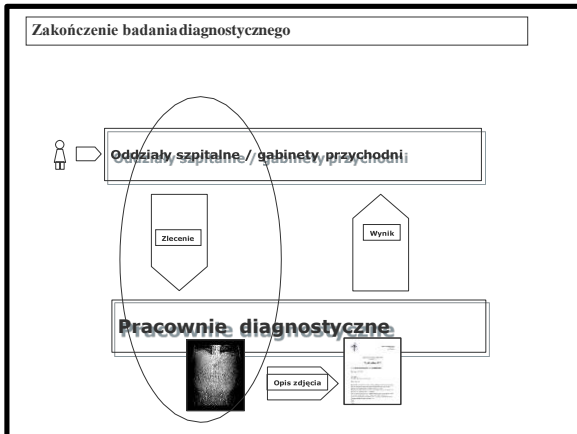
zapewnienie m.in. takiej samej postaci obrazu badania na różnych stacjach diagnostycznych,

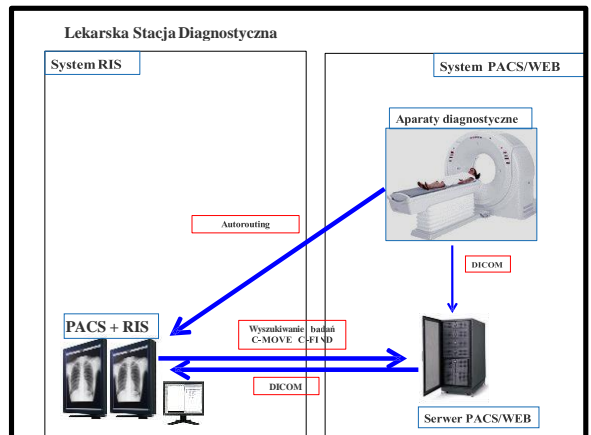
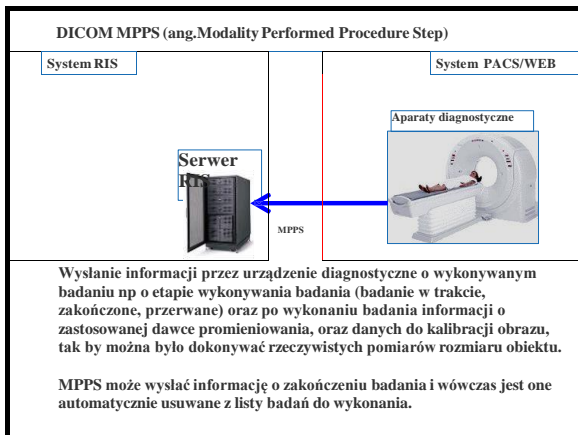
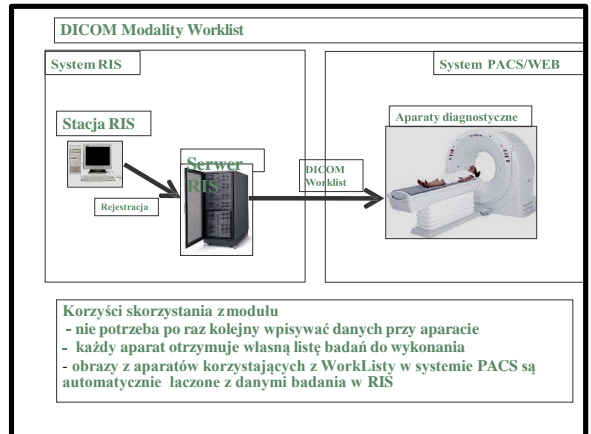
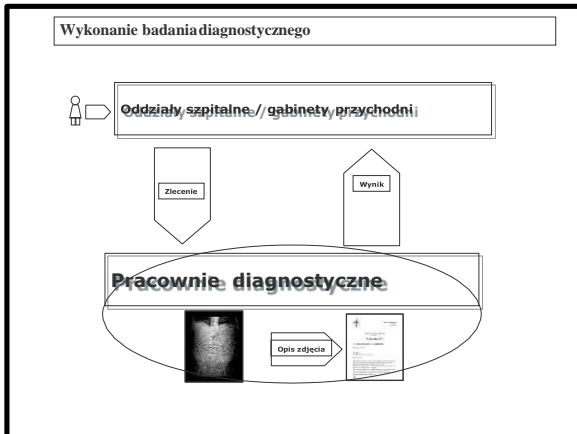
Wykonanie Badania Diagnostycznego

ETAPY REALIZACJI BADANIA DIAGNOSTYCZNEGO W ZINTEGROWANYM SYSTEMIE INFORMATYCZNYM

- Zlecenie w formie elektronicznej z systemu HIS
- Przekazanie zlecenia do systemu RIS
- Ustalenie terminu realizacji badania w pracowni
- Wykonanie badania
- Przekazanie obrazów w formie cyfrowej do Archiwum (PACS)
- Opis wyniku badania na specjalistycznej stacji diagnostycznej
- Odesłanie wyniku badania do systemu
- Udostępnienie podglądu obrazu na stacjach roboczych







Opisywanie badania -RIS

Opisywanie badań w systemie RIS daje lekarzowi możliwość skorzystania z dodatkowych funkcjonalności:

- szybki dostęp do opisów wcześniejszych badań
- w przypadku zastosowania systemu w różnych pracowniach diagnostyki dostęp do wszystkich opisów pacjenta zarówno TK, MR, klasycznych RTG jak i USG, Gastrologicznych itd.
- możliwość skorzystania z szablonów opisów
- przy integracji z HIS przejrzenie historii choroby

Opis badania

Nazwa badania: [...]

Pacjent: [...]

PESEL: [...]

Data urodzenia: [...]

Wzrost badania: [...]

Typ badania: [...]

Przebieg choroby: [...]

Opis badania: [...]

Opisywanie - Inegracja RIS z programami diagnostycznymi

Integracja RIS-PACS może dać możliwość dwukierunkowej komunikacji między programami. Otwarcie okienka opisu w systemie RIS automatycznie powoduje wyświetlenie obrazów w programie diagnostycznym i na odwrót

Opis badania

Nazwa badania: [...]

Pacjent: [...]

PESEL: [...]

Data urodzenia: [...]

Wzrost badania: [...]

Typ badania: [...]

Przebieg choroby: [...]

Opis badania: [...]



Programy Diagnostyczne

Oprogramowanie stanowiska opisowego musi umożliwiać:

- zmianę okna wyświetlania w pełnym zakresie
- możliwość podziału pola czynnego na kilka obrazów;
- zmianę tablic odwzorowania poziomów szarości (LUT);
- powiększenie co najmniej 4-krotne;
- możliwość wykonania kalibracji liniowej;
- pomiar co najmniej odległości i gęstości (punktów i ROI);
- wyświetlenie negatywu;
- kalibrację parametrów monitora w standardzie DICOM.

Programy Diagnostyczne

Stanowisko opisowe musi być wyposażone:

- w komputer z dedykowaną kartą graficzną, obsługującą monitory o parametrach odpowiednich do ocenianych obrazów

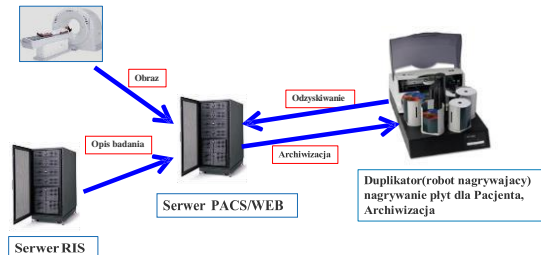
Każdy z elementów przekazywania i prezentacji obrazu (w tym i karta graficzna) musi zapewnić możliwość przekazania:

- w stanowisku opisowym 1024 poziomów szarości (10 bitów);
- w stanowisku przeglądowym 256 poziomów szarości (8 bitów).

Archiwizacja CD/DVD -systemy PACS

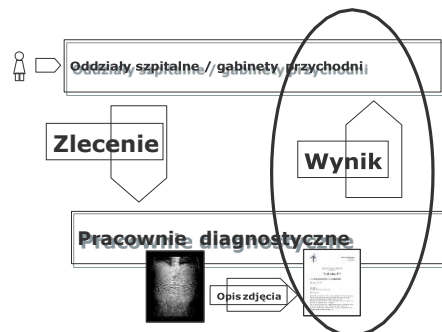
Systemy PACS umożliwiają automatyczną archiwizację badań przy pomocy duplikatorów płyt oraz konfigurację w zależności od rodzaju obrazów, modalitty, statusu badania, kiedy ma się ona odbywać.

Istnieje możliwość nagrywania płyt dla pacjentów oraz jednoczesnego nadrukowywania różnych danych na płycie np.: nazwiska i imienia pacjenta, danych Zakładu, numeru danej płyty itp.



**NAGRYWANIE PŁYT NIE
GWARANTUJE
DŁUGOTERMINOWEJ
TRWAŁOŚCI DANYCH
ZAPISANYCH NA NOŚNIKU
CO MOŻE SPOWODOWAĆ
KONIECZNOŚĆ PRZEGRYWANIA
PŁYT W CELU PRZEDŁUŻENIA
CZASU PRZECHOWYWANIA
DANYCH**

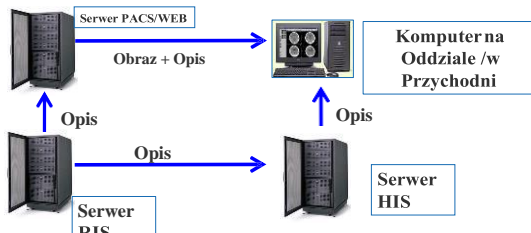
Zakończenie badania diagnostycznego



Odesłanie wyniku Badań na Oddziały

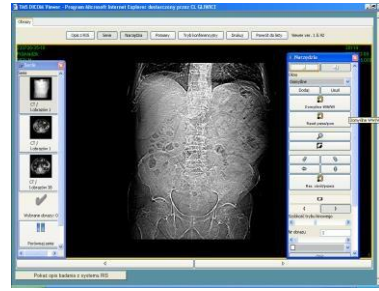
Dzięki nowym technologiom sieciowym- możliwości przesyłania między Wieloma komputerami w sieci (np. przez Internet) i obecności komputerów praktycznie w całym szpitalu lekarz otrzymuje możliwość oglądania badań Wykonanych w Zakładzie Diagnostycznym w dowolnym miejscu Szpitala zarówno w Przychodni Przeszpitalnej jak i na oddziale

Integracja daje możliwość odczytania zarówno obrazu jak i opisu z RIS



Podgląd obrazów pobranych z Archiwum Obrazów Cyfrowych (PACS)

Większość programów służących do przeglądania zdjęć czy to na Oddziale Szpitalnym czy w Przychodni korzysta z technologii Web i otwiera się w tradycyjnym oknie przeglądarki internetowej



Przeglądarka plików DICOM



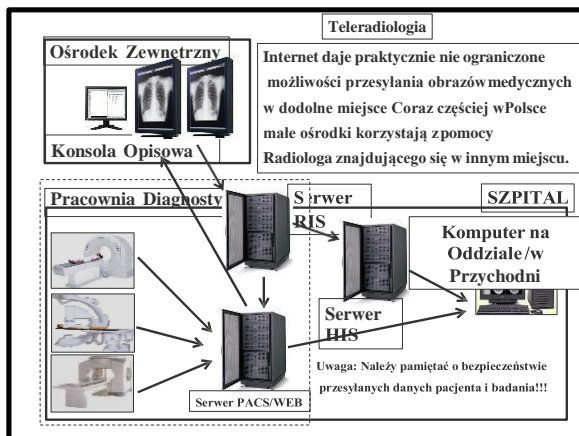
Możliwość przeglądu wielu zdjęć serii

Możliwość wykonania pomiarów



Przeglądarka plików DICOM

Możliwość zmian kontrastu, jasności



Wskaźniki czułości dla cyfrowych odbiorników obrazu

Wybór poziomu ekspozycji

Cytat ze strony internetowej poważnego medycznego centrum uniwersyteckiego:

“Phosphor plate detectors are two to four times as efficient as the fastest film-rare earth screen combinations and their range of exposure exceeds the conventional film-screen combinations by a factor of 100..... The *real* benefit of computed radiography is decreased exposure to the patient. Research indicates that an exposure can be decreased by 50% if the system speed is 200. If the speed is 400, the factors can not be decreased without giving up image quality.

Ekspozycja na odbiorniku obrazu dla osiągnięcia prawidłowego obrazu

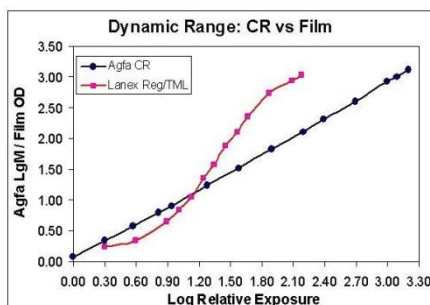
Mierzona na odbiorniku ekspozycja dla uzyskania gęstości na błonie 1.30 (ekran Kodak Lanex regular / błona TML) lub wskaźnika ekspozycji LgM 2.15 (Agfa CR) dla 75-80 kVp,

kVp	Attenuator	Exp Type	mR at cassette for 1.30 O	mR at plate for 2.15 Lg (SC=300)
75	20 cm Acryli	Grid	0.27	1.05
80	20 cm Acryli	Grid	0.25	1.03

Błona/ekran

- Dla danego systemu błona/ekran/obróbka:
 - Istnieje bezwzględny poziom optymalny ekspozycji związany z osiągnięciem optymalnego poziomu gęstości optycznej
 - Optimum jest także ekspozycja “prawidłowa” jeśli elementy procesu są kompatybilne i pracują prawidłowo
- Granice akceptacji wokół p. optymalnego
 - Za wysoka ekspozycja – zdjęcie ciemne
 - Za niska ekspozycja - zdjęcie jasne
- Poziom optymalny i granice akceptacji mogą się zmieniać w zależności od preferencji

CR/DR: Użyt. zakres ekspozycji: $>10^3$ - $10^4:1$



CR / DR

Bardzo szeroki zakres użyteczny ekspozycji: 10^3 do $10^4:1$

Brak “bezwzględnego” standardu dla ekspozycji “prawidłowej”

▫ Brak powiązania między poziomem ekspozycji a “gęstością” – obróbka do optymalnej gęstości oglądania

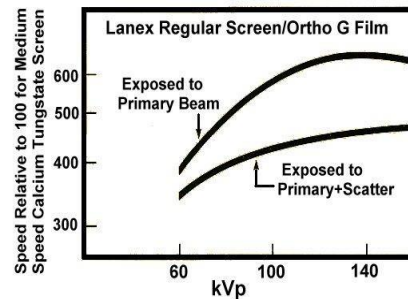
Ekspozycja pacjenta i jakość obrazu zmienne w szerokim zakresie

- ⇒ Potrzebny “wskaźnik” który byłby związany z użytą ekspozycją

Wartości czułości: błona

- Błona naświetlana bezpośrednio: $Speed = 1/E$
- E w Roentgenach dla gęstości $1.0 + D_{min}$
- Lub $1000/S$ gdzie S dawka w μGy na błonie dająca gęstość $1.0 + D_{min}$
- Błona/ekran: bardziej zależna od energii prom.
- Książkowo (USA)
 - $S_{scr/film} = 100/mR$ dla 1.0 above B+F
 - lub $1000/S$ (jak wyżej)
 - $1 \mu G = 0,115 mR$
- Różne zdania na temat procedury pomiarów
- *Zamiast* : "czułość względna"

Ekran z pierw. ziem rzad./błona: zależność energetyczna



„Względna” czułość ekran/błona

- Odniesienie do ekranów $CaWO_4$ oznaczonych jako 100
- Problemy:
 - Odniesienie niejednoznaczne
 - Zmienne metody pomiaru (filtracja, kVp, itp)
 - W praktyce „ekrany odniesienia” zanikają
 - Silna zależność od energii
 - Publikowane wartości zmieniają się w szerokim zakresie

Czułość ekran z p.z.rz/błona wartości publikowane

Duże różnice w skutek różnych warunków pomiaru.

Attenuator/Filter:		Venema	Fearon	Kodera	Kodera	Rossi	Thompson
		20 mm	ANSI	ANSI	20 mm	33 mm	Not
		Alum	Chest	Chest	Alum	Alum	Specif
kVp:		80	80	80	80	80	70
Screen	Film						
DuPont Q-II	Cr-4	—	—	349	446	—	400
DuPont Q-II	RP-1	320	—	—	—	—	—
DuPont Q-II	Cr-4	—	555	570	738	—	—
DuPont Q-III	Cr-7	—	388	—	—	—	—
Kodak Lanex Reg	Ortho G	230	388	326	462	610	350
Kodak Lanex Reg	XD	—	—	680	946	—	—
3M Alpha8	XD	180	—	580	763	540	400

Płyty PSP

- Uwagi ogólne
 - fadding (po 10 min. znacznie wolniejszy)
 - silna wrażliwość na promieniowanie rozproszone („scatter sponge”)
 - w starszych systemach zależność rozdzielczości od formatu kasety (mniejsze kasety – większa rozdzielczość)
 - silny wpływ energii promieniowania

CR - czułość/wsk. ekspozycji

- Najwięksi producenci CR podają dla orient. wskaźnik czułości lub wskaźnik ekspozycji
 - Fuji S-number
 - Agfa LgM
 - Kodak Exposure Index
 - Konica Sensivity Number

JEDNAK:

- Niektóre systemy CR (większość DR) nie ma takich wskaźników
- Wartości liczb. i format różnią się znacznie
- Różna kalibracja dla wartości „docelowych”

CR - czułość/wsk. ekspozycji (cd)

□ Fuji: S-Number

$$S = 200/E_{\text{median}}$$

- _ E jest medianą z ekspozycji płyty w mR
- _ mR Kalibracja przy 80 kVp (bez filtracji)
- _ mediana z ekspozycji płyty mapowana do wartości piksela 511
- _ 1 mR (przy 80 kVp) daje S = 200

CR - czułość/wsk. ekspozycji (cd)

□ Kodak: Exposure Index, EI

$$EI = 2000 + 1000 \times \text{Log}_{10}(E_{\text{average}})$$

- _ gdzie E_{average} jest średnią ekspozycją płyty w mR
- _ 1 mR daje EI = 2000
- _ Kalibracja: 80 kVp, 0,5 mm Cu + 1 mm Al. dod. Filtracji
- _ Jednostką EI jest „kilobel”
- _ Płyty HR mają mniejszy zakres EI

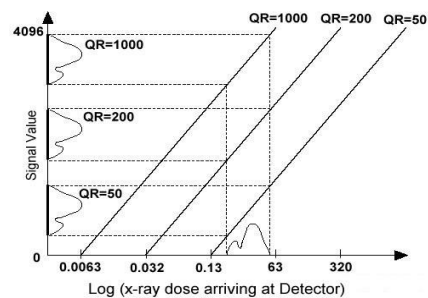
CR - czułość/wsk. ekspozycji (cd)

□ Konica: Sensitivity value (S-value):

$$S = QR \times E_1/E$$

- _ E_1 ekspozycja płyty dająca wartość cyfrową 1535
- _ E aktualna ekspozycja płyty w mR
- _ Przy QR=200 i ekspoz. na płycie 1 mR przy 80 kV, S = 200
- _ QR jest aktualnym Quantization Range (zakres ucyfrowienia)
 - QR = 50: ok. 1.3 do 1300 mR
 - QR = 200: ok. 0.032 do 320 mR
 - QR = 1000: ok. 0.0063 do 63 mR

Konica Exposure Index



CR - czułość/wsk. ekspozycji (cd)

• Agfa Log Median Value (LgM):

- Surowe wartości PMT → wzmacnienie pierw. kw.
- Mapowanie na 12-bit pixel Scan Average Level (SAL)
- Zakres ucyfrowienia zależy od wybranej klasy czułości 'SC'
- Cyfrowa wartość SAL nawiązuje do ekspozycji płyty: $SAL = [1800 \times (SC/200) \times (Gy/20)]^{1/2}$

- Np: płyta standard., SC=200, 75 kVp, 1.5 mm Cu:
 - 20 □ Gy (~2.3 mR) SAL=1800
 - 8.7 □ Gy (~1 mR) SAL=1200
 - 103 □ Gy (~11.5 mR) SAL=4095 (granica zakresu)

CR - czułość/wsk. ekspozycji (cd)

□ Wartość SAL wzrasta z pierwiastkiem kwadratowym klasy czułości

$$SAL(S) = SAL_{200} \times (S/200)^{0.5}$$

Wartości skali szarości są remapowane na skalę logarymiczną ekspozycji, gdzie 4095 odpowiada 3.2768 a zero jest niezdefiniowane

CR - czułość/wsk. ekspozycji (cd)

• Agfa **Log Median Value (LgM)**:

$$LgM = \text{Median}\{2 \times \text{Log}_{10}(\text{SAL}) - 3.948\}$$

(dla płyt standardowych, MD-10, MD-30, MD-40)

• przy SC=200, jednorodne naświetlenie płyty E

(mR): $LgM = 2.2 + \text{Log}_{10}(E)$

przy 1 mR na płycie LgM = 2,2, podwojenie dawki to przyrost wartości o 0,3

CR - czułość/wsk. ekspozycji (cd)

- Kalibracja dla warunków producenta (brak standardu) ale zawsze na 1mR (mimo zmian energii) co jest bliskie klasie czułości 200, ze względu na niższą czułość płyt PSP i po-trzeby utrzymania podobnego SNR co w systemie ekran/błona klasy 400

System DR

Wskaźniki czułości w systemach DR
(info mogą być już przestarzałe)

- Hologic: brak
- GE: dawka dla pacjenta a nie na odbiornik
- Philips: RD = 1000/K, K-kerma w μGy na wejściu na detektor $K = \text{PVc}/\text{SENS}$
(SENS=207 1/ μG dla 70kV, 21mmAl, HVL 7,1mmAl) EI skala dla użytkownika

Uwagi

- Wylizanie Speed Index ('SI'):
 - Zwykle mediana z klinicznego obszaru zainteresowania (ROI)
 - Algorytm wyznacza kliniczny ROI znajdując krawędzie kolimacji (obszar nie naświetlany) i analizując histogram (surowy obszar napromieniowania)
 - Algorytmy niedoskonałe
- Definiowanie wartości docelowej SI 200:
 - 1 mR na płycie (jak by nie był mierzony)
 - Wartość docel. jak przy kl. czułości E/B (np.200)

Test i kryteria akcept. dla EI

	Agfa	Fuji	Kodak
Warunki ekspozycji wyspecyfikowane przez producenta	1mR@ 75 kV filtracja 1,5 mm Cu, odczyt bez zwłoki	1mR@ 80 kV bez filtracji, odczyt po 10 min.	1mR@ 80 kV 0,5 mm Cu + 1 mm Al., odczyt po 15 min.
Obróbka	System diagnosis flat field, speed class 200	Test/sensitivity (L=1) Semi EDR	Pattern
Obróbka obrazu (post-processing)	Brak param. Musika = 0,0	Brak	Brak

Test i kryteria akcept. dla EI

	Agfa	Fuji	Kodak
Pomiary	LgM i LgM znormaliz. dla 1mR ekspozycji na ekranie $(LgM_{1mR} = LgM - \log(\text{exp}))$ SAL znormaliz. dla 1mR na ekranie $(SAL_{1mR} = \text{SAL}/(\text{eksp})^{0.5})$	Czułość i czułość znormaliz. dla 1mR na ekranie $(S_{1mR} = S_{\text{exposure}})$	Exposure index i exposure index znormalizowany dla 1mR na ekranie $(EI_{1mR} = EI - 1000 \times \log(\text{exposure}))$
Kryteria jakościowe	Brak	Brak	Brak

Test i kryteria akcept. dla EI

	Agfa	Fuji	Kodak
Kryteria ilościowe	$LgM_{1mk} 2.2 < \pm 0.045$ pojedynczy ekran, $lgM_{1mk} 2.2 < \pm 0.023$ średnia wszystkich ekranów SAL _{1mk} 1192 $< \pm 60$ pojedynczy ekran, SAL _{1mk} 1192 $< \pm 30$ średnia wszystkich ekranów	$S_{1mk} 200 < \pm 20$ pojedynczy ekran $S_{1mk} 200 < \pm 10$ średnia wszystkich ekranów	$EI_{1mk} 2000 < \pm 45$ pojedynczy ekran $EI_{1mk} 2000 < \pm 23$ średnia wszystkich ekranów