

Podstawy ochrony radiologicznej w radiologii zabiegowej

radiologia zabiegowa – wszelkie procedury lecznicze i diagnostyczne dokonywane poprzez skórę pacjenta lub w inny sposób, wykonywane w znieczuleniu miejscowym lub znieczuleniu ogólnym oraz przy użyciu obrazowania fluoroskopowego dla lokalizacji zmiany chorobowej i dla monitorowania medycznej procedury radiologicznej, a także kontroli i dokumentowania terapii;

Załącznik do obwieszczenia Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 24 stycznia 2012 r. (poz. 264)

USTAWA Prawo atomowe

Efekty
progowe

5 do 15 % - zmiany
skórne

Dawka od tła i innych źródeł

Dawka vs skutek

Brak dawki granicznej



DAWKA

DAWKA
promieniowania
jonizującego

DAWKA
środka
kontrastowego

Dwie drogi

Promieniowanie

jonizujące

Personel Pacjent

Personel

– **ochrona przed promieniowaniem**

Pacjent

– **optymalizacja**

10 PRZYKAZKI: fluoroskopia - ochrona radiologiczna *personelu*

1. Tylko wyznaczeni technicy

2. Zwiększaj swoją odległość

3. Unikaj pochłaniania skażenia

4. Jeśli nie jest to absolutnie konieczne, nie trzymaj rąk i dłoni w bliskiej odległości

5. Unikaj niebezpiecznych skażeń

6. Unikaj niebezpiecznych skażeń

10 PRZYKAZKI: fluoroskopia - ochrona radiologiczna *pacjenta*

1. Unikaj niebezpiecznych skażeń

2. Zwiększaj swoją odległość

3. Unikaj pochłaniania skażenia

4. Jeśli nie jest to absolutnie konieczne, nie trzymaj rąk i dłoni w bliskiej odległości

5. Unikaj niebezpiecznych skażeń

6. Unikaj niebezpiecznych skażeń

8. Odśwież swoją wiedzę w zakresie ochrony radiologicznej

9. Kieruj swoje pytania dotyczące ochrony radiologicznej do specjalistów w tym zakresie

10. Pamiętaj!

- Testy jakości wyposażenia fluoroskopowego zapewniają bezpieczne i stabilne działanie
- Poznaj swoje narzędzia! Właściwe wykorzystanie możliwości używanego wyposażenia pomaga minimalizować dawkę dla pacjenta i personelu

10 PRZYKAZKI: fluoroskopia - ochrona radiologiczna *personelu*

1. Unikaj niebezpiecznych skażeń

2. Zwiększaj swoją odległość

3. Unikaj pochłaniania skażenia

4. Jeśli nie jest to absolutnie konieczne, nie trzymaj rąk i dłoni w bliskiej odległości

5. Unikaj niebezpiecznych skażeń

6. Unikaj niebezpiecznych skażeń

10 PRZYKAZKI: fluoroskopia - ochrona radiologiczna *pacjenta*

1. Unikaj niebezpiecznych skażeń

2. Zwiększaj swoją odległość

3. Unikaj pochłaniania skażenia

4. Jeśli nie jest to absolutnie konieczne, nie trzymaj rąk i dłoni w bliskiej odległości

5. Unikaj niebezpiecznych skażeń

6. Unikaj niebezpiecznych skażeń

Trzy podstawowe techniczne metody ochrony przed promieniowaniem jonizującym:

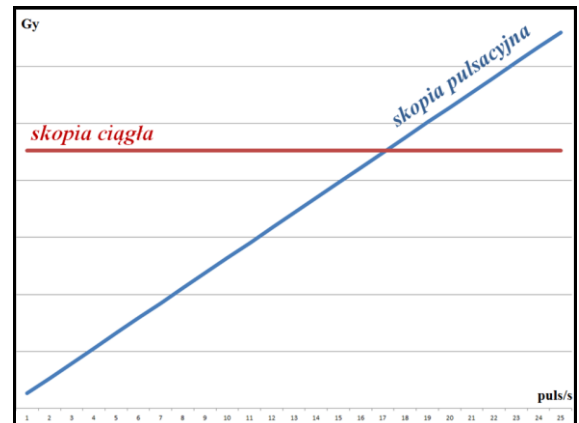
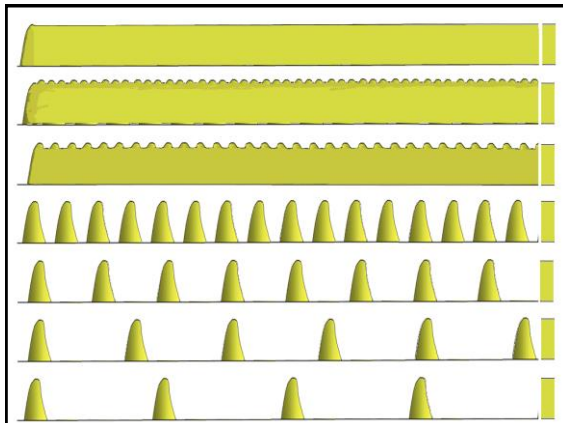
czas **odległość** **osłona**

CZAS

- Minimalizacja czasu procedury
- Skopia pulsacyjna
- Ograniczenie liczby akwizycji obrazów
- „Mrożenie” obrazów
- Możliwie najkrótsze przebywanie w gabinecie podczas ekspozycji
- Zmiany na stanowisku pracy

CZAS

- Skopia pulsacyjna
- możliwie najniższa częstość pulsów
(7 [puls/s] do 3 [puls/s])



CZAS

- Ograniczenie liczby akwizycji obrazów
- możliwie najniższa częstość obrazów
(2 [obraz/s] do 1 [obraz/s])

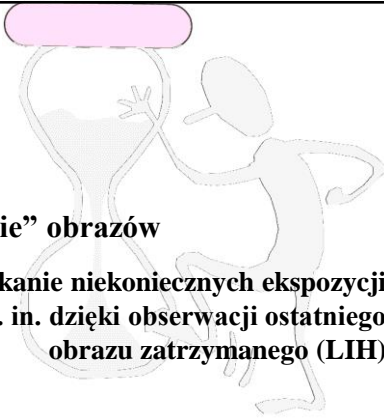
Akwizycja obrazów (np. tzw. tryb „CINE”) wymaga większej dawki, niż skopia, ale dzięki temu jakość uzyskiwanych obrazów jest dużo lepsza, niż w skopii.
Dawka na 1 obraz w takim trybie to 70 do 130 μGy
1 minuta akwizycji z częstością 25 obrazów/s to dawka ok. 150 mGy
To ponad 15 badań rtg jamy brzusznej lub 400 zdjęć klatki piersiowej

[frame/s] [obraz/s]

CZAS

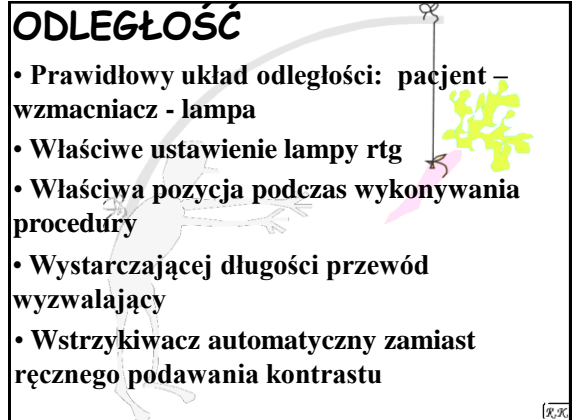
- „Mrożenie” obrazów

unikanie niekonicznych ekspozycji
m. in. dzięki obserwacji ostatniego
obrazu zatrzymanego (LIH)



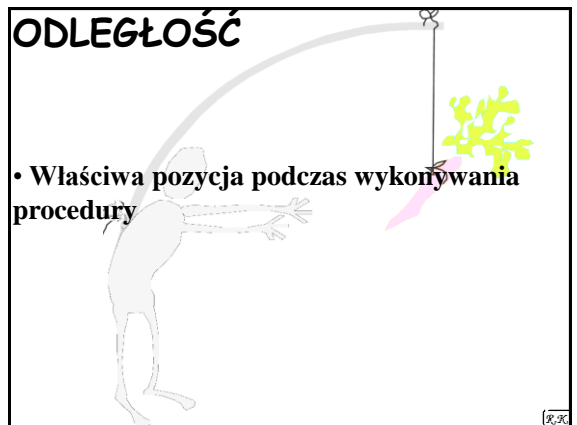
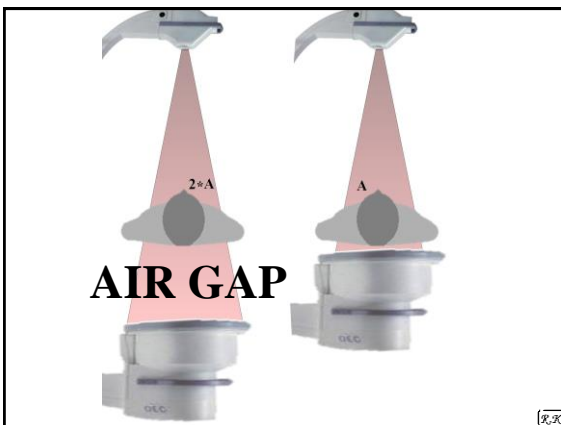
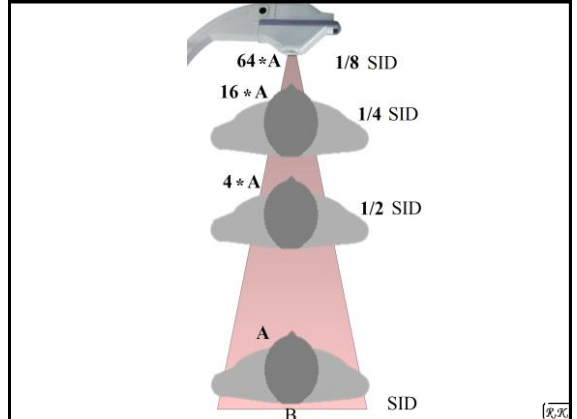
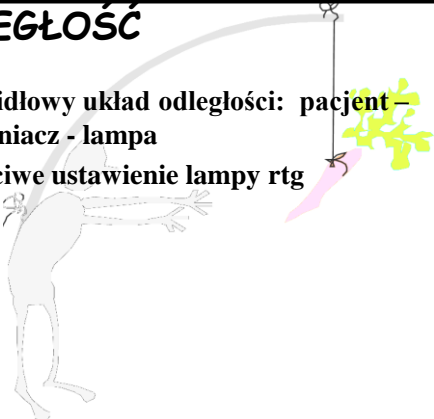
ODLEGŁOŚĆ

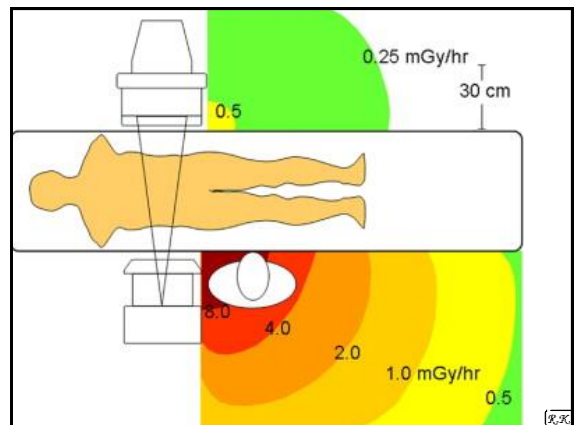
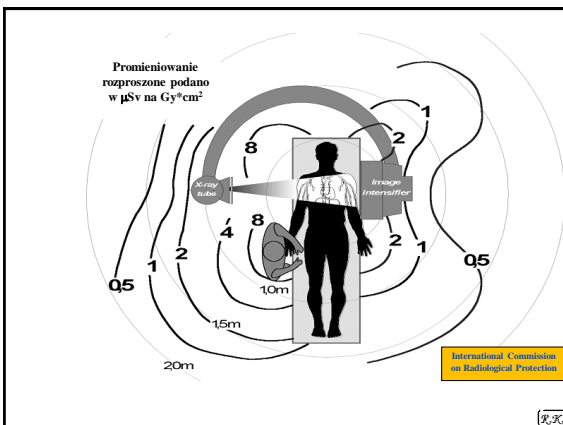
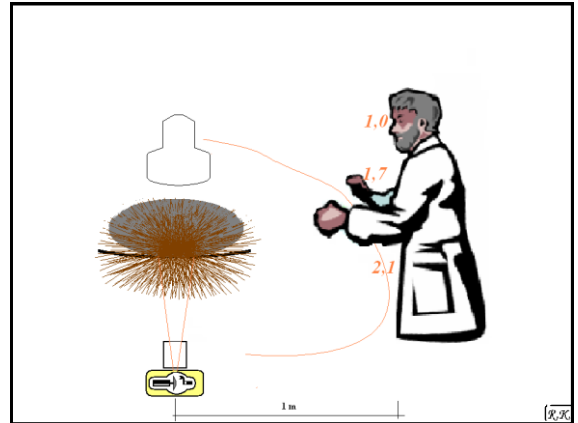
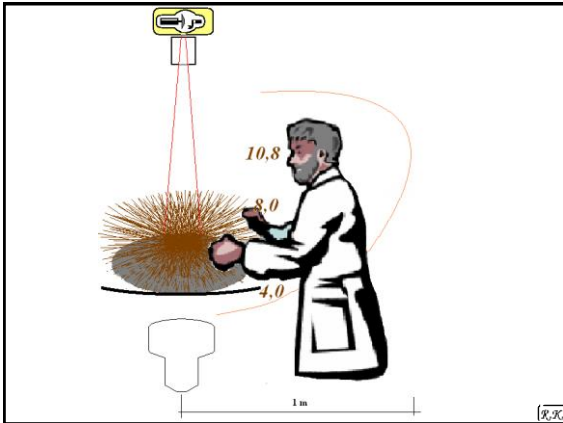
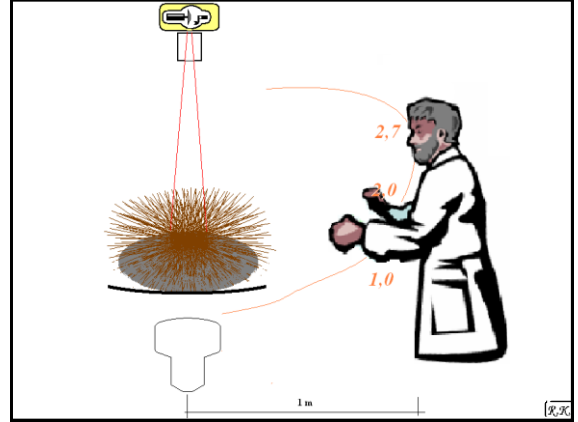
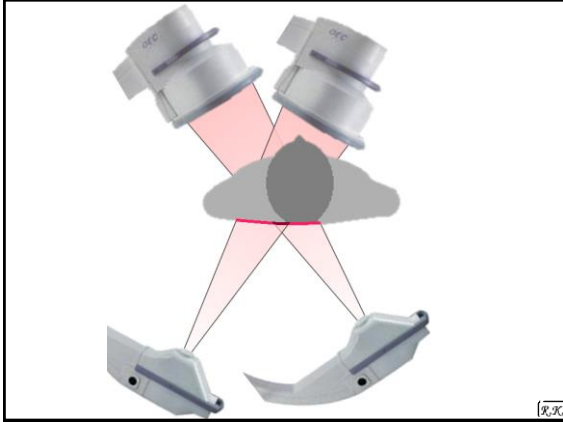
- Prawidłowy układ odległości: pacjent – wzmacniacz - lampa
- Właściwe ustawienie lampy rtg
- Właściwa pozycja podczas wykonywania procedury
- Wystarczającej długości przewodów wyzwalający
- Wstrzykiwacz automatyczny zamiast ręcznego podawania kontrastu

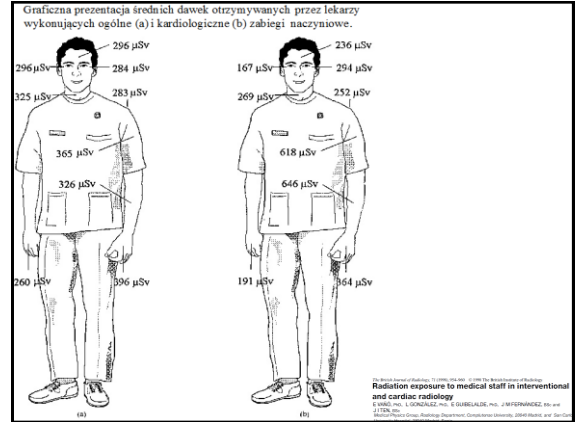
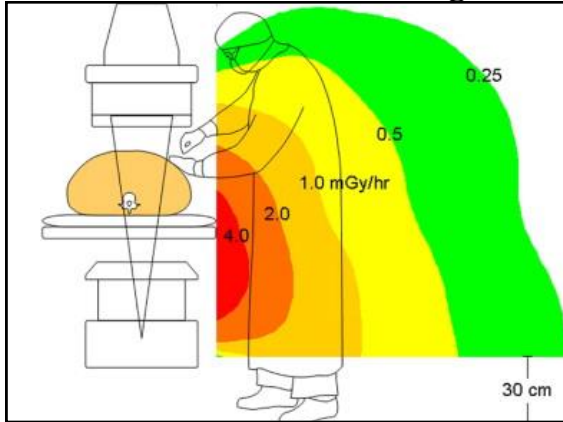


ODLEGŁOŚĆ

- Prawidłowy układ odległości: pacjent – wzmacniacz - lampa
- Właściwe ustawienie lampy rtg

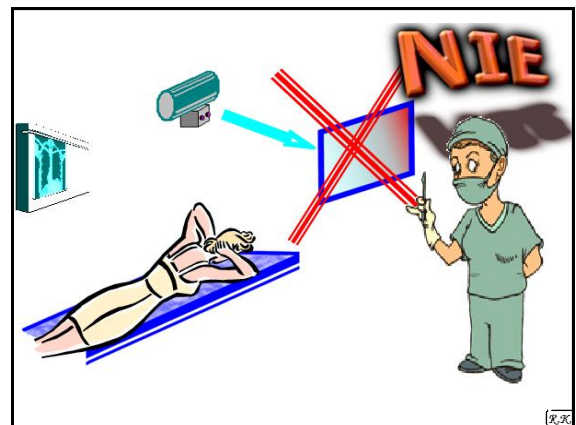
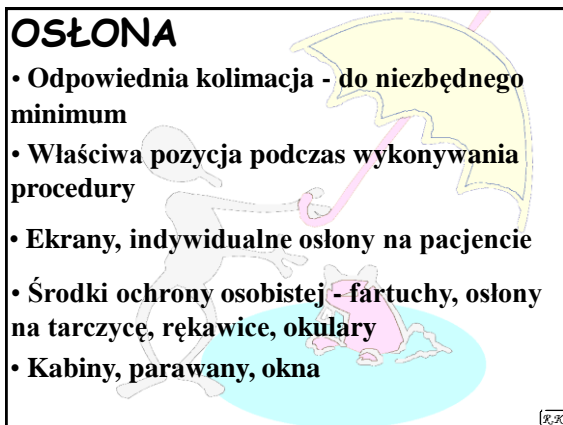
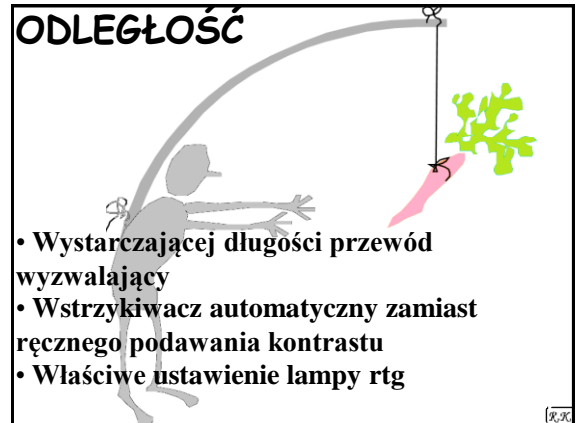


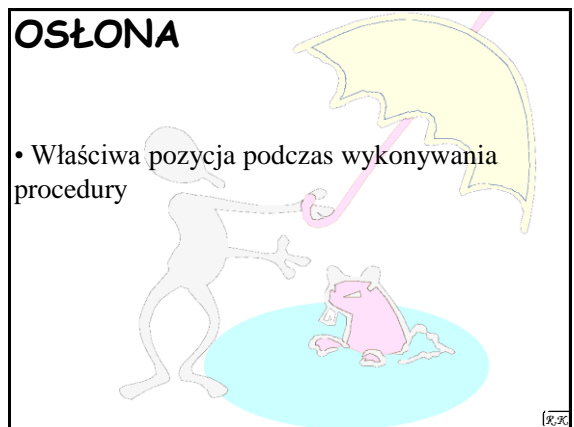
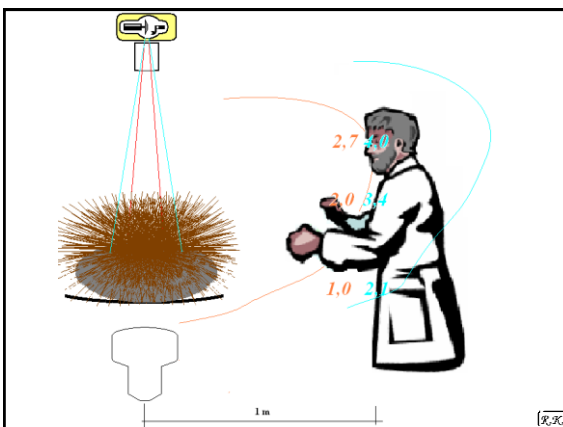
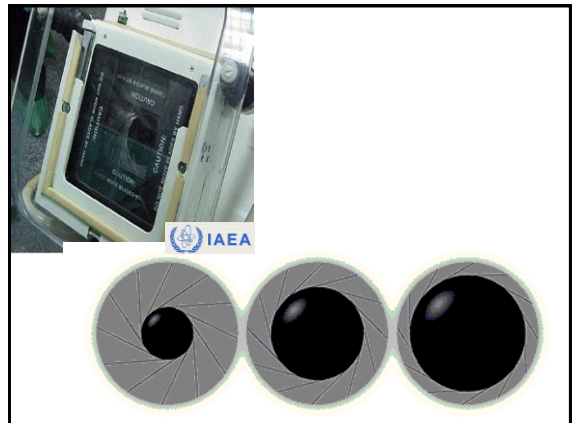
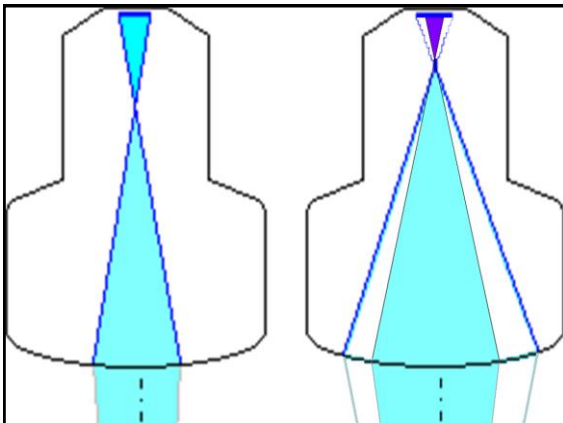
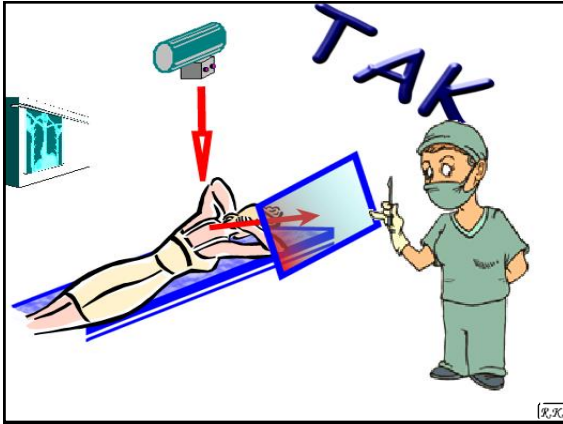


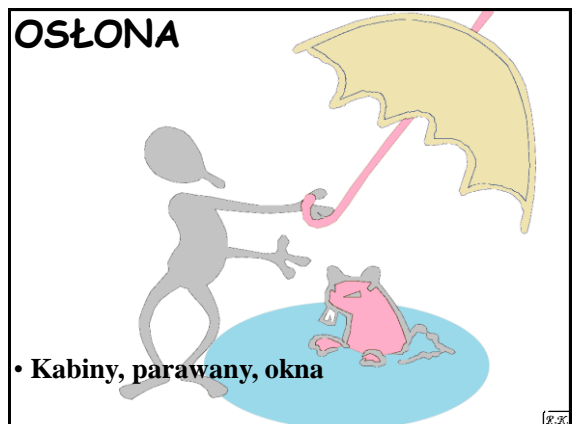
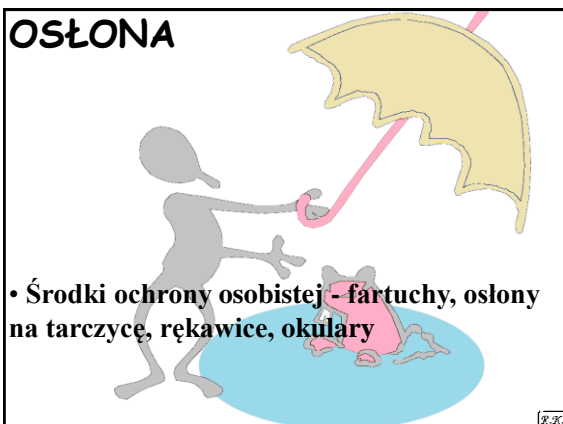
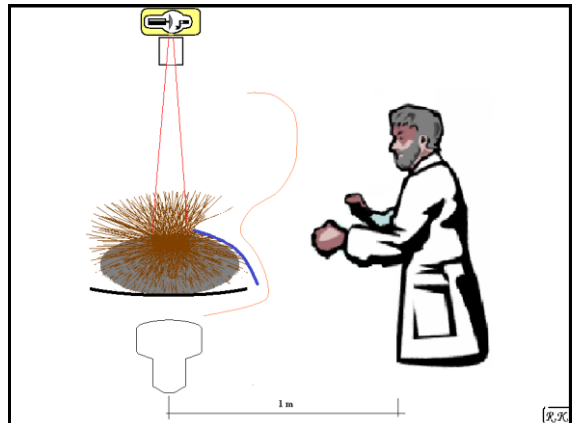
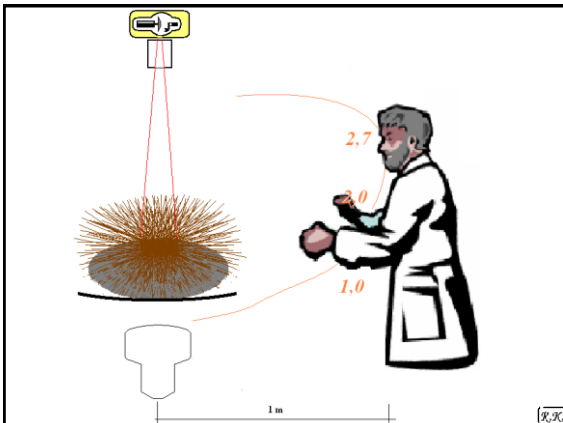
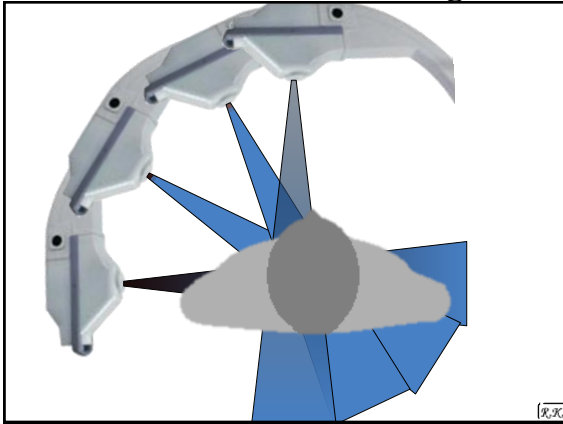


Lewy bark	43	32
Prawe oko	45	36
Lewe oko	60	33
Czoło	53	36
Szyja	58	38
Prawa dłoń	63	29
Lewa dłoń	103	42
Lewe przedramię	120	99
DAP [Gy*cm ²]	65.83	47.59

The British Journal of Radiology, 71 (1998), 954-960. © 1998 The British Institute of Radiology
Radiation exposure to medical staff in interventional and cardiac radiology
E VANO, PhD, I GONZALEZ, PhD, E GUIBELALDE, PhD, J M FERNANDEZ, BSc and J J TEN, BSc
Medical Physics Group, Radiology Department, Complutense University, 28040 Madrid, and San Carlos Hospital, 28002 Madrid, Spain





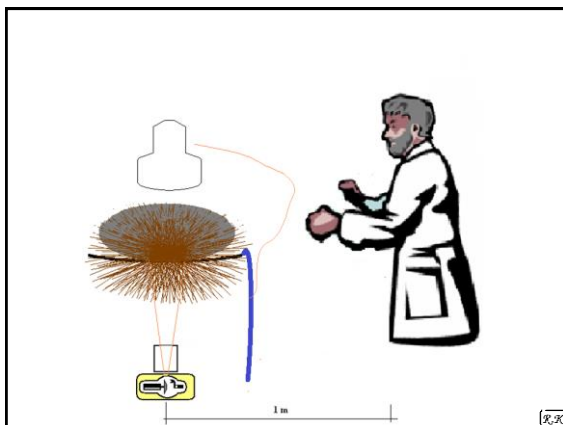
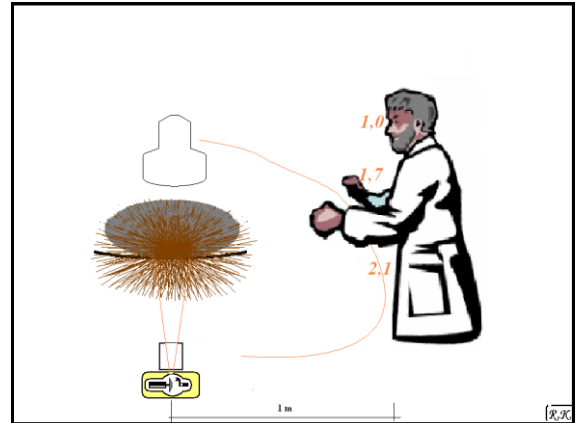
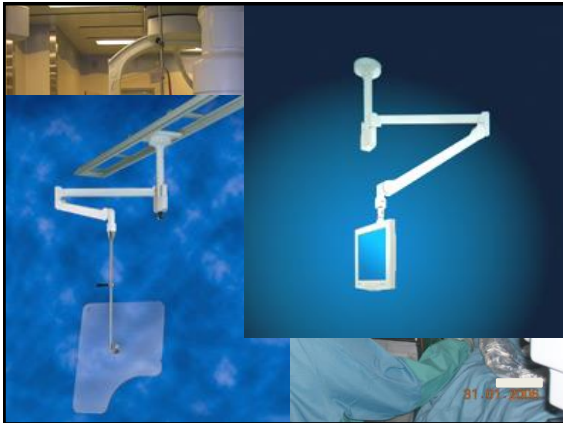
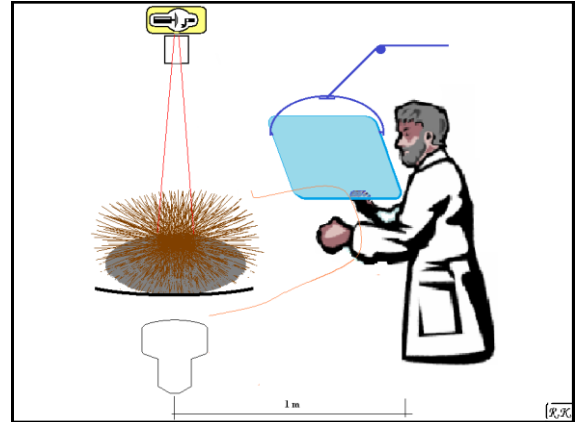


**Podczas 1 zabiegu
można otrzymać
dawkę do 2 mSv**

**Przy wykonywaniu 3 zabiegów
dziennie można otrzymać
dawkę 1500 mSv/rok**

**Brak osłon
okulary,
ekrany etc.**

**W CIĄGU CZTERECH LAT
MOŻE DOJŚĆ DO
ZMĘTNIENIA SOCZEWKI**



MYŚLENIE

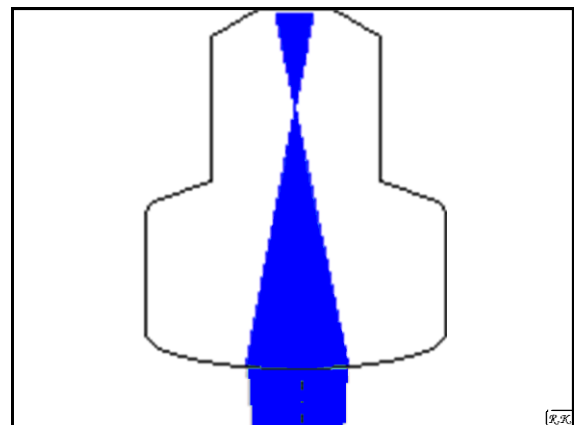
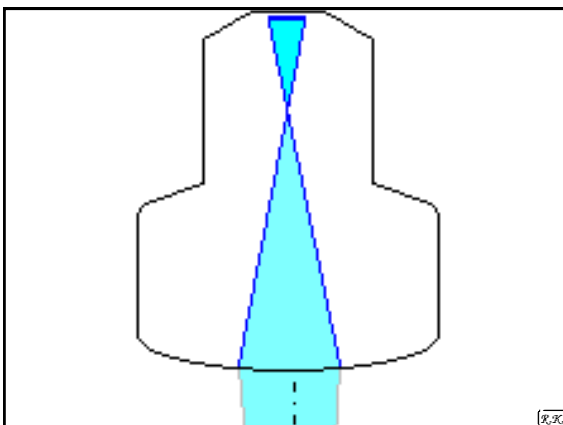
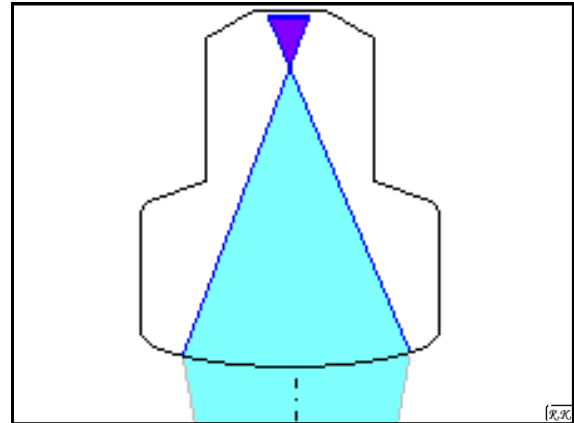
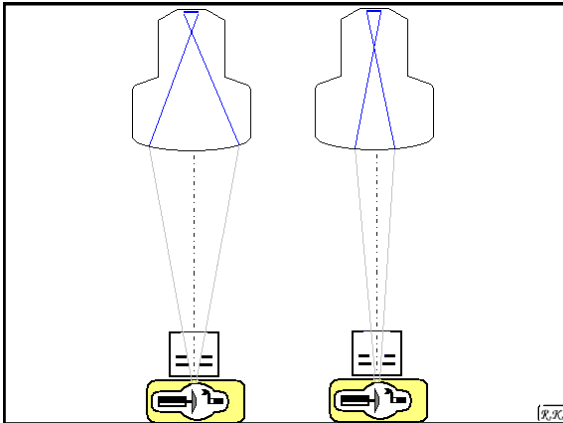
- Prawidłowe ustawienie filtracji
- Kratka przeciwrozproszeniowa
 - Świadomy wybór jakości obrazu
 - Świadome użycie procedur specjalnych
 - Świadome pozycjonowanie pacjenta
- Rozsądne korzystanie z automatyki (ABC / ADRC)
- System Zarządzania Jakością

MYŚLENIE

- Świadomy wybór jakości obrazu



	Srednica pola widzenia	Relatywna moc dawki
	32 [cm]	A
	22 [cm]	2 A
	16 [cm]	3 A
	11 [cm]	4 A



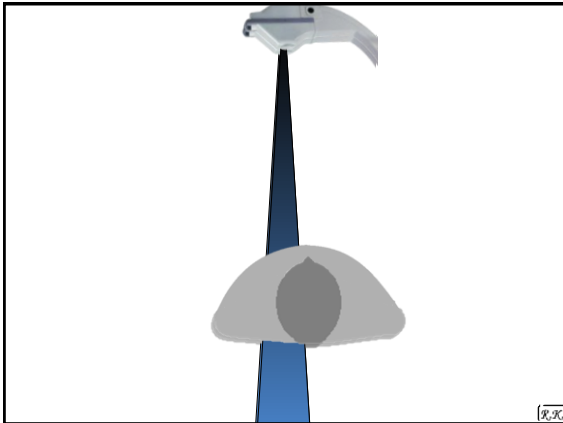
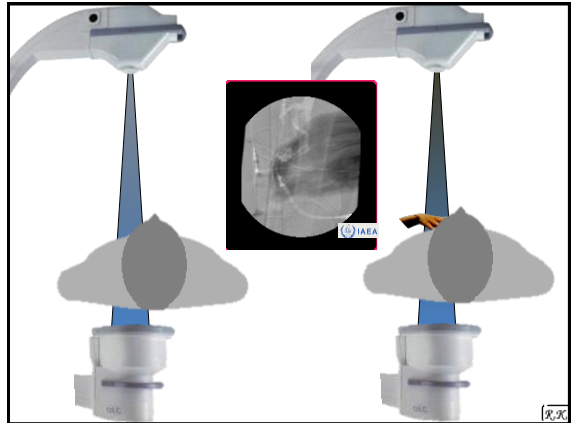
MYŚLENIE

- Świadome użycie procedur specjalnych
zwracanie uwagi na sygnały upływu czasu kopii
stosowanie „Listy Kontrolnej”



MYŚLENIE

- Świadome pozycjonowanie pacjenta
- Rozsądne korzystanie z automatyki (ABC / ADRC)

<p>10 Przykaz: ochrona radiologiczna dzieci w procedurach zabiegowych</p> <p>1. Pamiętaj: niskie dawki najmniejszego dziecka są bardziej prozdrowotne, niż dawki osoby dorosłej.</p> <p>Dziecko ma przed sobą dłuższy okres życia, w którym mogą się pojawić zmiany indukowane promieniowaniem.</p> <p>2. Przed wykonaniem procedury porozmawiaj z rodzicami:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zapytaj o wczesniejsze ekspozycje - uspokój ich obawy związane z ochroną radiologiczną <p>3. Podnieś świadomość w terenie: dostępne są materiały edukacyjne lub kontrolki.</p> <p>4. Planuj szczegóły procedury wcześniej by uniknąć nieprzewidywanych lub przerwy w ekspozycji lub powtarzalnych ekspozycji.</p> <p>5. Jeśli tylko to możliwe osłaniaj tęczycę, piersi, czy i gonady pacjenta.</p>	<p>10 Przykaz: ochrona radiologiczna dzieci w procedurach zabiegowych</p> <p>6. Optymalizuj parametry ekspozycji:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zmniejszaj czynniki ryzyka, jeśli to możliwe, do czasu do 20-30 sekundy. - Uważaj z tym, żeby tylko przy całkowitym zakresie do 20-30 sekund, "regulacja parametru" jest ważna. - Uważaj, czy nie przesłaniaj - Uważaj, czy nie przesłaniaj - Uważaj, czy nie przesłaniaj <p>7. Jeśli tylko to możliwe używaj rzędy ekspozycyjna o najmniejszej dawce ("LRT") zamiast wykonywać dodatkowe ekspozycje.</p> <p>8. Zwiększ odstęp między pacjentem i lampą rtg, a zmniejsz odległość między pacjentem a regulatorem obrazu.</p> <p>9. Używaj wyposażenia do regulacji czynnika dawki.</p> <p>10. Przewiduj i bierz pod uwagę zakończenia procedury.</p>
---	---

Zanim rozpoczniesz procedurę potwierdź wykonanie poniższych działań.

Bezpieczeństwo jest wynikiem działania zespołu: nie wahaj się zapytać o sprawy oczywiste; zapewni to utrzymanie dawek dla pacjentów i personelu na rozsądnie niskim poziomie

Obniżanie dawki musi być skorelowane z bezpieczeństwem, prawidłowością i skutecznością wykonywanej procedury. Nie wszystkie wymienione poniżej działania są adekwatne do każdej procedury, zależnie od wielkości pacjenta, możliwości technicznych czy wymagań procedury. Podstawą jest zapewnienie bezpieczeństwa pacjenta. Celem jest obniżenie dawki pacjenta do wymaganego poziomu i zapewnienie właściwego wyniku procedury.

Lista kontrolna zabiegu I

- ✓ Zapytaj rodzinę pacjenta o wcześniejsze ekspozycje. Odpowiedz na pytania dotyczące bezpieczeństwa radiologicznego.
- ✓ Wykonaj wcześniej badanie USG, jeśli to wskazane i możliwe.
- ✓ Umieść we właściwych miejscach osłony stołowe oraz ekrany osłonowe. Należy pamiętać o ich użyciu, gdy będzie to konieczne.
- ✓ Personel powinien być wyposażony w dobrze dopasowane fartuchy osłonowe, osłony na tarczycę i okulary ze szkła ołowiuowego chroniące oczy.
- ✓ Jeśli tylko to możliwe, stosuj skopię pulsacyjną zamiast ciągłej, z możliwie najmniejszą częstotścią pulsów.

☒☒

Lista kontrolna zabiegu II

- ✓ Pozycjonuj lampę i ustawiaj kolimację bez skopii, wykonując jedynie krótkie ekspozycje dla kontroli prawidłowości ustawień.
- ✓ Kolimuj dokładnie. Jeśli to możliwe nie obejmuj polem wiązki promieniowania oczu, tarczycy, piersi i gonad pacjenta.
- ✓ Dłonie personelu powinny być stale poza polem wiązki.
- ✓ “Świeć” delikatnie: krótkimi ekspozycjami sprawdzaj topografię korzystając z możliwości “mrożenia” ostatniego obrazu (LIH), do minimum ograniczając czas skopii.
- ✓ Jak najrzadziej korzystaj z powiększenia elektronicznego (zmniejszanie pola widzenia wzmacniacza). Jeśli to możliwe używaj powiększenia cyfrowego.

☒☒

Lista kontrolna zabiegu III

- ✓ Zwracaj uwagę na alarmowe sygnały przekraczania czasu skopii.
- ✓ Używaj “mrożenia” ostatniego obrazu (LIH) gdy tylko możesz wyłączyć skopię.
- ✓ Ustawiaj parametry ekspozycji tak, by minimalizować dawkę konieczną do wykonania procedury: używaj protokołu “niskodawkowego” dopasowanego do rozmiarów pacjenta, obniżaj częstotliwość pulsów, minimalizuj powiększenia, minimalizuj czas procedury.

☒☒

Lista kontrolna zabiegu IV

- ✓ Zaplanuj i przekazaj zespołowi i anestezjologom liczbę i czas akwizycji, parametry związane ze środkami kontrastowymi, ustawieniem pacjenta, wstrzymywaniem oddechu; umożliwi to minimalizację nieprawidłowych lub niepotrzebnych działań.
- ✓ Ustawiaj stół możliwie jak najdalej od lampy, a pacjenta jak najbliżej rejestratora obrazu. W obu płaszczyznach.

☒☒

Lista kontrolna zabiegu V

- ✓ Używaj wstrzykiwaczy automatycznych lub pomp infuzyjnych zamiast ręcznego podawania środka kontrastującego.
- ✓ Pilnuj, by w czasie wykonywania ekspozycji personel był jak najdalej od stołu i za osłonami.
- ✓ Staraj się unikać nakładania się na skórę pacjenta obszarów wejściowych wiązek rtg podczas powtarzanych ekspozycji.

☒☒

Lista kontrolna zabiegu VI

- ✓ Oslanianie pacjenta nie jest działaniem zalecanym rutynowo; są zdania, że osłanianie zwiększa wewnętrzne promieniowanie rozproszone. Jednakże z uwagi na podzielone zdania w wypadku, gdy rodzina wymaga osłonięcia pacjenta – należy to uczynić.
- ✓ Po wykonaniu procedury zapisz dawkę i przeanalizuj jej wielkość.

☒☒



Audyt kliniczny zewnętrzny

(...) Ponadto należy przygotować do przekazania materiały dokumentujące:

Dwie ostatnie sesje Analizy wyników niezgodnych z założonymi kryteriami (kto brał udział, ilości względne vs przyczyny odrzuceń, analiza przyczyn, wnioski),

Działania korygujące i zapobiegawcze wykonane w ciągu ostatnich 12 miesięcy w układzie: przyczyna działania – rodzaj podjętego działania – osiągnięty efekt,

Wyniki ostatnich audytów wewnętrznych obejmujących pełny zakres określony w Rozporządzeniu wraz z dokumentacją ewentualnej realizacji działań korygujących wynikających z ustaleń poauditowych oraz ocenę ich skuteczności

***Sposób realizacji nadzoru nad
dawkami i ich optymalizacji***

– zasady i zapisy

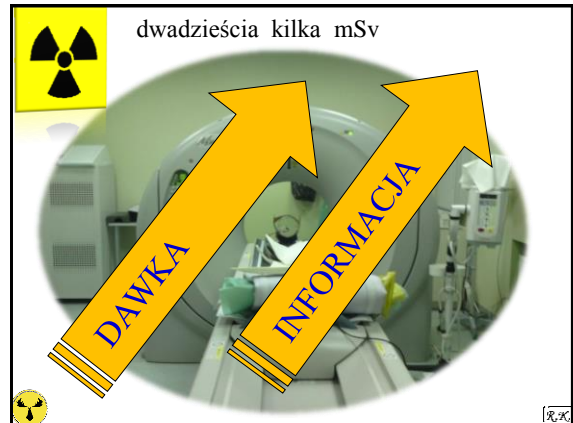
12/20

Podstawy ochrony radiologicznej w TK

Prawdopodobieństwo szkody zdrowotnej na każde 100 Sv	
Nowotwór (zgon)	5
Nowotwór	1
Poważny efekt dziedziczny	1,3
Sumarycznie	7,3

Grupa wiekowa (lata)	Współczynnik wzrostu ryzyka
< 10	x 3
10 - 20	x 2
20 - 30	x 1,5
30 - 50	x 0,5
50 - 80	x 0,3
> 80	ryzyko nieistotne

Dawka od tła i innych źródeł
Dawka vs skutek
Brak dawki granicznej



DAWKA

DAWKA
promieniowania
jonizującego

DAWKA
środka
kontrastowego

ODPOWIEDZIALNOŚĆ

Prawodawstwo polskie:

➤ **Procedury wzorcowe**

odpowiedzialny: lekarz specjalista w zakresie radiologii i diagnostyki obrazowej lub II st. w zakresie radiodiagnostyki,

ODPOWIEDZIALNOŚĆ

Prawodawstwo polskie:

- Badania TK powinny być ściśle ograniczone do obszaru istotnego klinicznie oraz **nie powinny być powtarzane** bez wyraźnej klinicznej potrzeby.
- Prowadzący (nadzorujący) badanie KT radiolog jest odpowiedzialny za wybór właściwej techniki badania.

ODPOWIEDZIALNOŚĆ

Zalecenia międzynarodowe (ICRP, WHO):

- Upewniać się, że procedura jest uzasadniona
- Wymagać, by badanie wykonywał jedynie właściwie przeszkolony i sprawdzony personel, spełniający wymagania przepisów.
- Rozpoznać potrzebę wzmocnienia kontrastowego przed rozpoczęciem badania.

Filozofia

Johann Radon w 1917 roku udowodnił, że obraz trójwymiarowego obiektu można w sposób zupełny (oddający wszystkie szczegóły) odtworzyć z nieskończonej ilości rzutów (czyli „spojrzeń” z różnych stron) tego obiektu.

Filozofia

Odtworzenie zupełne daje nieskończoną rozdzielczość. Mniej rzutów, niż nieskończona ilość, da nam mniejszą rozdzielczość. Tym mniejszą, im mniej rzutów.

Im więcej rzutów tym lepiej!

Nieskończona liczba rzutów to nieskończona dawka. Im mniej rzutów, tym mniejsza dawka.

Im mniej rzutów tym lepiej!

Filozofia

Im więcej rzutów tym lepiej!
Im mniej rzutów tym lepiej!



Metody redukcji dawek w tomografii komputerowej

Dostępne wczoraj

Dostępne dzisiaj

Dostępne jutro?

B 008 Str. 2.

Dostępne wczoraj

Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej (ICRP) wydała w 2000 roku zalecenia dotyczące redukcji dawek w tomografii komputerowej.

Które z nich były stosowane na codzień?

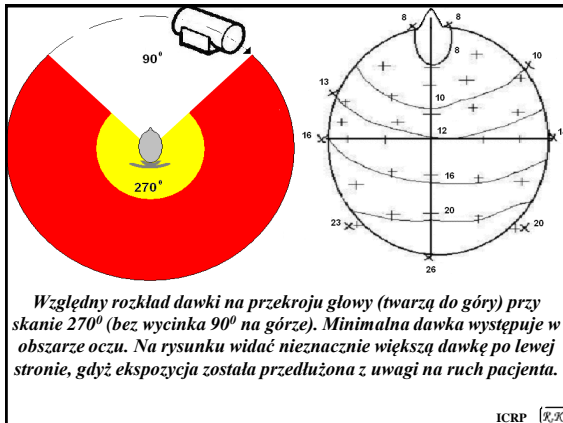
ICRP

Dostępne wczoraj

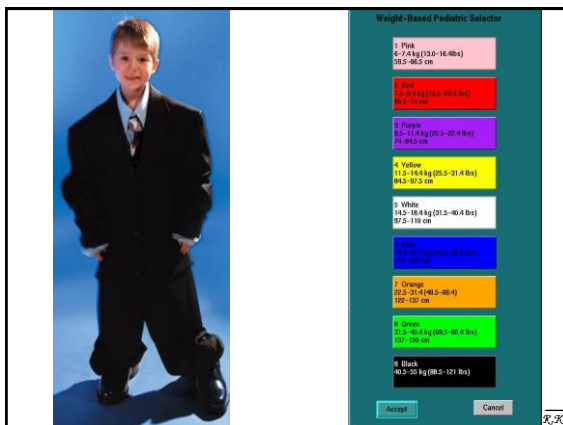
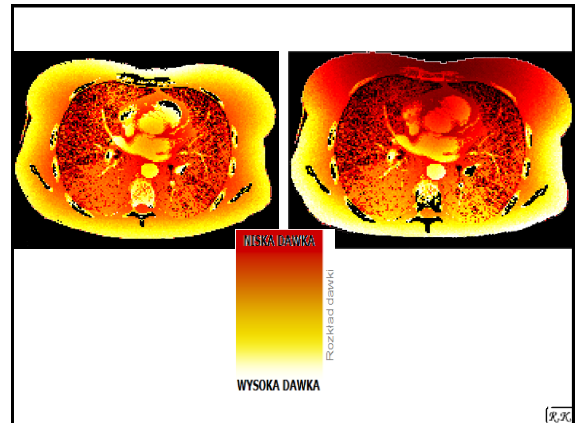
Co powinien zrobić technik...?

- Ograniczać zakres skanowania
- Używać automatyki ekspozycji dopasowującej parametry skanu do przekroju pacjenta (metoda ta umożliwia redukcję dawki nawet do 50 %, bez strat jakości uzyskiwanych obrazów)
- Używać skoku spirali (PITCH) > 1, a warstwy pośrednie wylizywać, a nie skanować.
- Wykorzystywać tryb niepełnej rotacji, np. 270° przy tomografii głowy czy klatki piersiowej
- Ustawiać zmodyfikowane parametry ekspozycji przy badaniach dzieci. Może to dać nawet 5-cio krotną redukcję dawki.

ICRP



ICRP



Dostępne wczoraj

Co powinni zrobić lekarze kierujący i radiolodzy...?

- **Uzasadnienie:** Upewniać się, że procedura jest uzasadniona
- Wymagać, by badanie wykonywał jedynie właściwie przeszkolony i sprawdzony personel, spełniający wymagania przepisów.
- Rozpoznać potrzebę wzmocnienia kontrastowego przed rozpoczęciem badania.
- Badania TK powinny być ściśle ograniczone do obszaru istotnego klinicznie oraz **nie powinny być powtarzane** bez wyraźnej klinicznej potrzeby.
- Prowadzący (nadzorujący) badanie KT radiolog jest odpowiedzialny za wybór właściwej techniki badania.

ICRP

Dostępne wczoraj

A – działania personelu

B – możliwości aparatu

Dostępne wczoraj

A – działania personelu

1. Świadomość uzasadnienia badania
2. Świadomy wybór obszaru badania
3. Świadomy wybór jakości obrazu
4. Świadomy wybór parametrów ekspozycji (kV, mA, FoV, filtrów, czasu, warstwy, skoku, etc)
5. Świadomy wybór algorytmu rekonstrukcji
Wyższa rozdzielczość, dokładniejszy obraz
Cieńsza warstwa – mniej informacji, wyższy szum
Cieńsza warstwa – tyle samo informacji

Dostępne wczoraj

Automatyka ekspozycji wzdłuż osi długiej

Automatyka ekspozycji w płaszczyźnie skanu

Dynamiczna automatyka ekspozycji

Automatyczna optymalizacja: napięcia, prądu, czasu skanu, skoku spirali, grubości warstwy, kolimacji, kernelu rekonstrukcyjnego...

Metody redukcji dawek w tomografii komputerowej

Dostępne wczoraj

Dostępne dzisiaj

Dostępne jutro?



Dostępne dzisiaj

Powrót do źródeł

Dostępne dzisiaj

Radiografia klasyczna

Dostępne dzisiaj



Dostępne dzisiaj



**Metody redukcji dawek w
tomografii komputerowej**

Dostępne wczoraj

Dostępne dzisiaj

Dostępne jutro?

Dostępne jutro?

Szerokie wykorzystanie inteligentnych systemów informatycznych łączących różne metody obrazowania w węzłach
CAD/CAR/CAS

Stosowanie nowych materiałów przy tworzeniu detektorów promieniowania

Dalsze generacje algorytmów rekonstrukcyjnych

B 008 Str. 5.



*Doprowadzenie do
rzeczywistej optymalizacji
wykonywania
radiologicznych procedur
medycznych*

**Prawo: Ustawa
Prawo atomowe**

Art. 33c. 2. W badaniach diagnostycznych rentgenowskich i z zakresu medycyny nuklearnej ogranicza się efektywne dawki promieniowania do możliwie najniższego poziomu – (...) który zapewni uzyskanie wyniku badania o założonych walorach diagnostycznych (...)

Błąd w radiologii

*Obraz zawierający inne dane
kliniczne, niż wymagane
Obraz zawierający inną, niż
wymagana ilość danych
klinicznych*

ZARZĄDZANIE jakością



**Podstawy ochrony
radiologicznej w
Medycynie Nuklearnej
i radioterapii**

UWAGA:

**W rentgenodiagnostyce,
medycynie nuklearnej i
radioterapii te same pojęcia
miewają inne znaczenie!**

UWAGA:

**W odróżnieniu od działań z
aparatem rentgenowskim w
medycynie nuklearnej i w
radioterapii, prócz
napromienienia, może dojść do
skażenia (w tym do wchłonięcia,
czyli skażenia wewnętrznego).**

UWAGA:

**W medycynie nuklearnej do
skażenia może dojść łatwo, bo
stosowane są izotopowe źródła
otwarte.**

UWAGA:

**W odniesieniu do pacjenta
medycyny nuklearnej następuje
intencjonalne, kontrolowane
skażenie wewnętrzne - podanie
radiofarmaceutyku.**

UWAGA:

**W radioterapii do skażenia może
dojść jedynie w wypadku
uszkodzenia obudowy
zamkniętego izotopowego źródła
promieniowania jonizującego.**

POJĘCIA PODSTAWOWE:

RADIOTERAPIA - leczenie przy pomocy promieniowania jonizującego przez dostarczenie dawki promieniowania do leczonego obszaru.



POJĘCIA PODSTAWOWE:

RADIOTERAPIA - zwyczajowo nazywa się tak dostarczenie dawki przy pomocy zewnętrznych źródeł zamkniętych lub urządzeń wytwarzających promieniowanie (np. przyspieszacze) -
TELERADIOTERAPIA

albo



POJĘCIA PODSTAWOWE:

albo

śródkankowo lub dojamowo wprowadzanych do organizmu lub układanie na powierzchni ciała zamkniętych izotopowych źródeł promieniowania -
BRACHYTERAPIA



POJĘCIA PODSTAWOWE:

RADIOTERAPIA może być również częścią medycyny nuklearnej. Polega na wprowadzaniu do ustroju otwartych izotopowych źródeł promieniowania jonizującego.



INNE POJĘCIA:

OPTYMALIZACJA

W rentgenodiagnostyce: ustawienie takich parametrów ekspozycji (napięcia, czasu, wielkości ogniska, filtracji, etc) by otrzymać obraz niosący właściwe informacje kliniczne przy możliwie niskiej dawce promieniowania.



INNE POJĘCIA:

OPTYMALIZACJA

W medycynie nuklearnej: takie oszacowanie aktywności podawanego radiofarmaceutyku, by uzyskać właściwe informacje kliniczne przy zachowaniu optymalnego w danej sytuacji czasu badania.



INNE POJĘCIA:

OPTIMALIZACJA

W radioterapii: możliwie maksymalna ochrona tkanek i narządów zdrowych przy jednoczesnym napromienieniu leczonej zmiany wymaganą dawką w czasie zapewniającym maksymalną skuteczność leczenia.



INNE POJĘCIA: BOLUS

W rentgenodiagnostyce i medycynie nuklearnej - metoda donaczyniowego podania (środka kontrastującego lub radiofarmaceutyku): małą objętość stężonego środka czynnego podana szybko, „popchnięta” solą fizjologiczną.



INNE POJĘCIA: BOLUS

W radioterapii element o współczynniku pochłaniania zbliżonym do tkankowego, umieszczany na powierzchni ciała dla poprawy kształtu izodoz i zmniejszenia dawki na skórę.



Medycyna nuklearna



Aktywność wprowadzanego do ustroju radiofarmaceutyku - jest parametrem najlepiej skorelowanym z dawką, jaką otrzymuje pacjent.



W odróżnieniu od rentgenodiagnostyki, gdzie więcej informacji wiąże się z koniecznością zwiększenia dawki dla pacjenta, w medycynie nuklearnej zwiększenie powyżej pewnego progu aktywności podawanej pacjentom nie powoduje już zwiększenia ilości uzyskiwanych informacji klinicznych.



W medycynie nuklearnej poziomy referencyjne określone są, podobnie jak rentgenodiagnostyce, dla standardowego pacjenta 170 cm wzrostu i 70 kg wagi. Konieczne jest zatem znalezienie algorytmu pozwalającego wyznaczyć prawidłową aktywność dla konkretnego pacjenta.

Jak zawsze jest to balans między dawką (a więc i ryzykiem ewentualnych szkodliwych efektów promieniowania jonizującego), a (zależną m. in. od właściwości wyposażenia) jakością uzyskiwanych obrazów, od której zależy ilość użytecznych informacji klinicznych.

Optymalizacja w rentgenodiagnostyce dotyczy nie tylko dawki (promieniowania jonizującego i środka kontrastującego) ale jest ściśle powiązana z wartościami parametrów ekspozycyjnych, od których zależą uzyskiwane informacje kliniczne.

Optymalizacja w medycynie nuklearnej dotyczy podawanej aktywności, która jest ściśle powiązana z dawką promieniowania, jaką otrzyma pacjent.

Modyfikacja aktywności, która jest podawana pacjentom, podlega ścisłym regułom uwzględniającym wagę pacjenta, a u dzieci i młodzieży - również wiek..

W rentgenodiagnostyce tego typu wyliczenie dawki jest niemożliwe.

Ponieważ w MN to pacjent jest źródłem promieniowania, stąd zasady ochrony radiologicznej powinny być określone również w stosunku do osób bezpośrednio przebywających z pacjentem, w szczególności dotyczy to małych dzieci.

Pacjent może być przyczyną napromienienia lub skażenia (wydzieliny, wydaliny i wydychane powietrze)

- zewnętrznego
- wewnętrznego
- środowiskowego.

Znaczenie ma tu nie tylko fizyczny półokres użytego pierwiastka, ale i czas półtrwania biologicznego w danym ustroju określonego radiofarmaceutyku.

Większość z nich ma bardzo krótkie czasy połowicznego zaniku, zatem na ogół pacjent nie stanowi istotnego zagrożenia.

Jednak w przypadku badania kobiety w okresie laktacji i karmienia ma to szczególne znaczenie, gdyż większość radiofarmaceutyków wydzielanych jest z mlekiem matki.

Dla radiofarmaceutyków znakowanych technetem (^{99m}Tc) lub innymi krótkożyciowymi izotopami wystarczy wstrzymanie karmienia na parę godzin.

Dla związków jodu (^{131}I) jednak wymagane jest całkowite zaprzestanie karmienia z uwagi na niebezpieczeństwo uszkodzenia tarczycy dziecka.

Czasy wstrzymania karmienia dla poszczególnych radiofarmaceutyków określone są w przepisach.

Kobiety w ciąży mogą być badane w pracowni izotopowej w szczególnie uzasadnionych przypadkach. Należy wtedy stosować izotopy krótkożyciowe.

Podczas badania kobiet w ciąży urządzeniami hybrydowymi (PET/CT, SPECT/CT w obszarach odległych od miednicy można wykonać pełny protokół. Jednak przy badaniu miednicy i okolic należy zrezygnować z sekwencji CT.

Błąd w MN

1. Podanie radiofarmaceutyku innemu pacjentowi
2. Podanie niewłaściwego radiofarmaceutyku
3. Podanie nieprawidłowej ($>\pm 25\%$) aktywności
4. Zastosowanie nieprawidłowej drogi podania
5. Nieprawidłowe przygotowanie pacjenta
6. Nieuzasadnione badanie

Radioterapia

W radioterapii wyróżnia się ważne etapy postępowania:

1. Przygotowanie pacjenta do leczenia
2. Obrazowanie symulacyjne (radiografia i TK)
3. Precyzyjne określenie obszaru leczonego
4. Planowanie leczenia
5. Resymulacja
6. Napromienienie
7. Weryfikacja napromienienia i resymulacja

1. Przygotowanie pacjenta do leczenia
 - przygotowanie pozycjonera z tworzywa termoutwardzalnego
 - przygotowanie powierzchniowych bolusów
 - przygotowanie osłon indywidualnych

2. Obrazowanie symulacyjne (TK)
 - określenie obrazowanego obszaru
 - ułożenie pacjenta na stole diagnostycznym zgodnie z ułożeniem na stole terapeutycznym
 - precyzyjne umieszczenie znaczników korelacyjnych

3. Precyzyjne określenie obszaru:

- obszaru guza
- klinicznego obszaru napromienienia (CTV)
- planowanego obszaru napromienienia (PTV)
- obszaru leczonego



4. Planowanie leczenia

- zapewnienie, że obszar leczony otrzyma $95\% < D < 107\%$ (D - zlecona dawka)
- zapewnienie wysokiego gradientu spadku dawki w obszarze zdrowym
- maksymalne oszczędzanie narządów krytycznych



5. Resymulacja

- precyzyjne odtworzenie planu leczenia na symulatorze
- utworzenie i zapamiętanie obrazu pól resymulowanych
- korekta wszelkich niedokładności ułożenia, wymiarów, pozycjonera, bolusa, ...



6. Napromienianie (1)

- precyzyjne ułożenie i unieruchomienie pacjenta
- ustawienie modyfikatorów pola (kliny, ostony, bolusy...)
- wprowadzenie parametrów wiązki
- sprawdzenie z systemem zarządzania radioterapią



6. Napromienianie (2)

- dozymetria in vivo
- porównanie dawki obliczonej i zmierzonej
- kontrola zachowania pacjenta podczas napromieniania
- zespół podczas I sesji (2 techników, lekarz, fizyk)



7. Weryfikacja napromieniania

- porównanie obrazów z symulatora przed leczeniem z obrazami po pewnym etapie leczenia
- przy zbyt dużej różnicy powtórna symulacja lub planowanie

