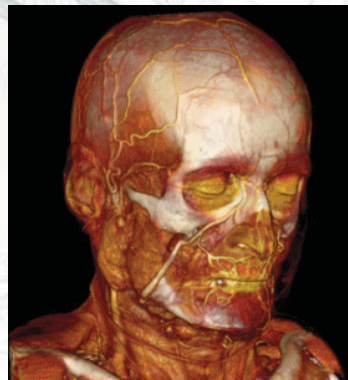


Metody obrazowania w medycynie

Karol Lisowski
Daniel Damps

Trochę historii

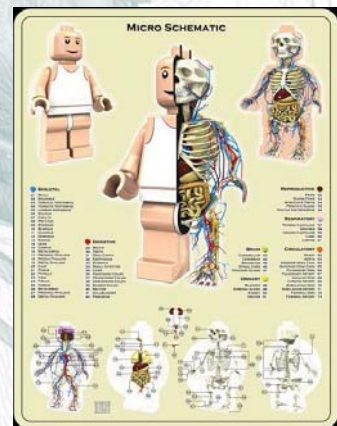
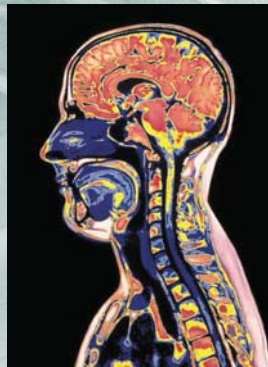
- Pierwsze prześwietlenie RTG - 1896
- Pneumoencefalografia - 1919
- USG (pierwsze doświadczenia diagnostyczne) - 1945
- Obrazowanie rezonansu magnetycznego - 1971
- Tomografia komputerowa - 1972



Obrazowanie

Obrazowanie

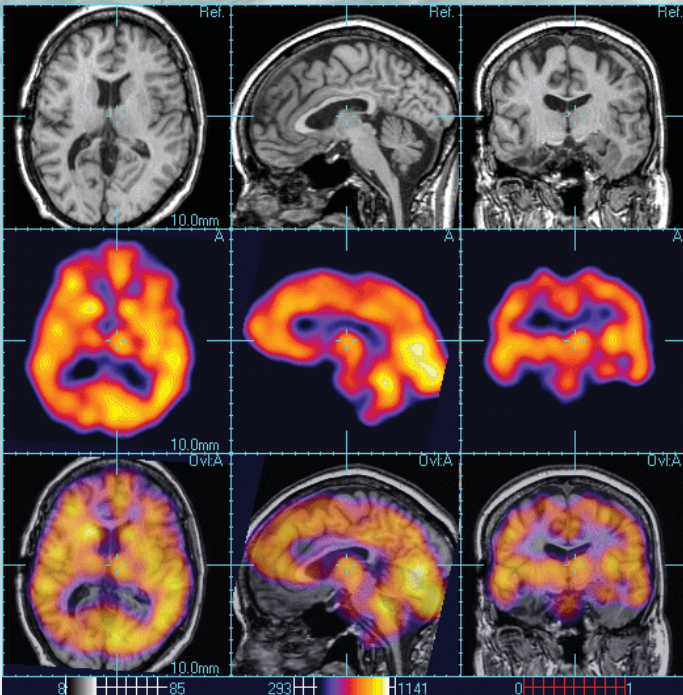
Obrazowanie medyczne (*medical imaging*) - przedstawianie w formie obrazów zachodzących w ciele ludzkim zmian fizjologicznych i patologicznych.



Pozwala "zajrzeć" do wnętrza ludzkiego organizmu bez konieczności przeprowadzania operacji chirurgicznej znacznie zwiększyła zakres i skuteczność diagnostyki medycznej.

Obrazowanie

Główne zastosowania



- **Wizualizacja**

(czy widoczne są symptomy choroby?)

- **Analiza ilościowa**

(wszelkiego rodzaju pomiary np. wielkości organów czy zmian chorobowych)

- **Lokalizacja**

(gdzie znajduje się dana zmiana, jaką wybrać drogę dostępu – stąd np. rozwój badań 3D)

Obrazowanie

Jakości obrazów medycznych

- Bezpośredni związek z metodą obrazowania
- Zależna od własności konkretnych urządzeń diagnostycznych
- Różna przy zmiennych wartościach parametrów systemu (tymi dobieranymi przez operatora urządzenia)

Na jakość składa się przynajmniej pięć parametrów:

- kontrast,
- rozdzielczość,
- stosunek sygnału użytecznego do szumów,
- poziom artefaktów
- zniekształcenia przestrzenne

Obrazowanie

Parametry jakości

Kontrast

- określa stosunek luminancji maksymalnej do luminancji minimalnej
- definiuje różnice w zaczernieniu naświetlonej i wywołanej błony rentgenowskiej spowodowane przez osłabienie promieniowania przechodzącego przez różne struktury ciała, np. powietrzne płuca i części miękkie

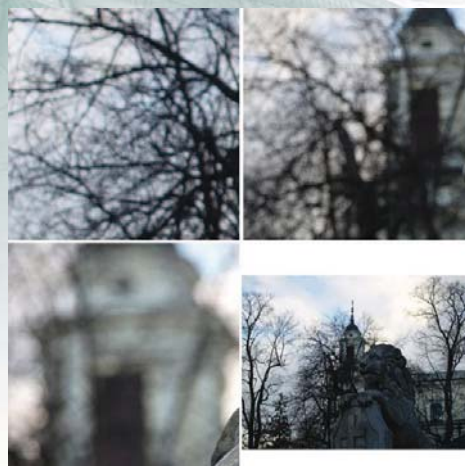


Obrazowanie

Parametry jakości

Ostrość obrazu

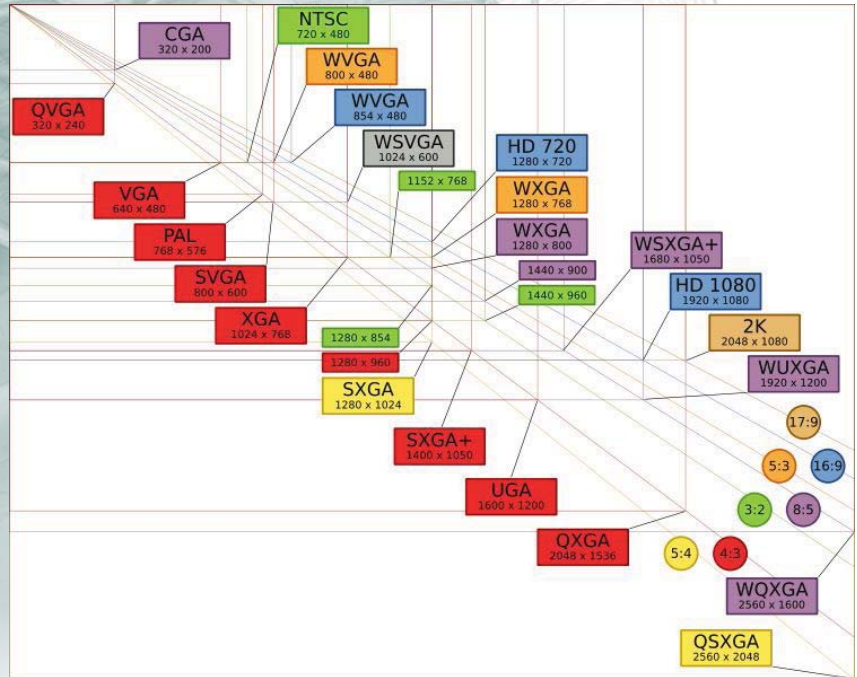
zdolność do wyraźnego zarysowania granic badanych struktur anatomicznych. Jest to ważna cecha obrazu, gdyż każda postać nieostrości powoduje obniżenie poziomu technicznego zdjęcia i utrudnia rozpoznanie szczegółów



Obrazowanie

Parametry jakości

Rozdzielczość obrazu wiąże się nierozdzielnie z ostrością zarysów uwidocznionych struktur, może być określona jako najmniejsza odległość w mm między dwoma punktami obrazu, które można wyraźnie uwidocznić



Obrazowanie

Parametry jakości



Zniekształcenia przestrzenne

- Związane z tym, że podczas badania czynnik badawczy (np. promieniowanie) przechodzi przez różne elementy rozmieszczone w przestrzeni, które mogą wpłynąć na zniekształcenia obrazu

Obrazowanie

Etapy

Akwizycja obrazu – uzyskiwanie informacji w wyniku działania procesów fizycznych np. promieniowania

Przechowywanie obrazu – na kliszy lub w pamięci komputera

Transmisja obrazu – np. z oddziału radiologii do klinik

Przetwarzanie (przekształcanie) obrazu – komputerowe operacje mające przygotować obraz do analizy np. usunięcie artefaktów, kompensacja zniekształceń

Analiza obrazu – np. automatyczne odnajdywanie komórek nowotworowych na obrazie, określanie rozmiarów i położenia danych obiektów

Obrazowanie

Przetwarzanie i analiza obrazu

Przetwarzanie całościowe np. wyostrenie różnic poprzez odpowiednie zmiany jasności – celem jest poprawa jakości

Segmentacja - wydzielanie interesujących obszarów (**ROI** – region of interest)

Wykrywanie cech - uzyskiwanie informacji o właściwościach badanego obszaru zainteresowania

Klasyfikacja – automatyczne rozpoznawanie, czemu odpowiada dany obszar. Określenie rodzaju tkanki i zmian w organizmie

Obrazowanie

Formaty i zapis danych

Format

- Zasady panujące przy zapisie określonego rodzaju informacji w pliku konkretnego typu
- Sposób zakodowania danych zależy od zastosowanego algorytmu zapisu i kompresji.
- Format pliku może być powszechnie znany (otwarty), jak też utajniony przez producenta aplikacji tworzącej dany rodzaj plików

BMP GIF JPEG PNG TIFF JPEG2000

Obrazowanie

Formaty i zapis danych

Sposoby zapisu obrazów dzielimy na:

- Zapis przy pomocy wektorów (grafika wektorowa)
Przykłady: AI CDR EPS SVG SWF WMF
- Zapis na pionowo-poziomej siatce z osobno opisanymi pikselami (grafika rastrowa)

Grafikę rastrową dzielimy dalej na formaty:

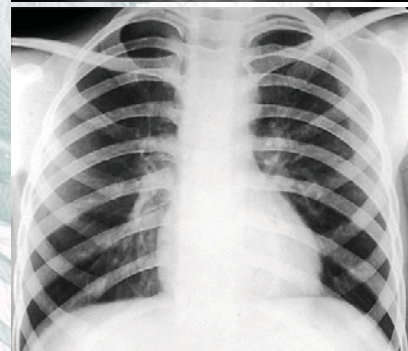
- Wykorzystujące **kompresję stratną**
Przykłady: JPEG JPEG LS JPEG 2000 JPEG XR DjVu TIFF
- Wykorzystujące **kompresję bezstratną**
Przykłady: BMP PCX PNG TGA TIFF WMF
- Niestosujące **żadnej kompresji**
Przykłady:

Rentgenografia (RTG)

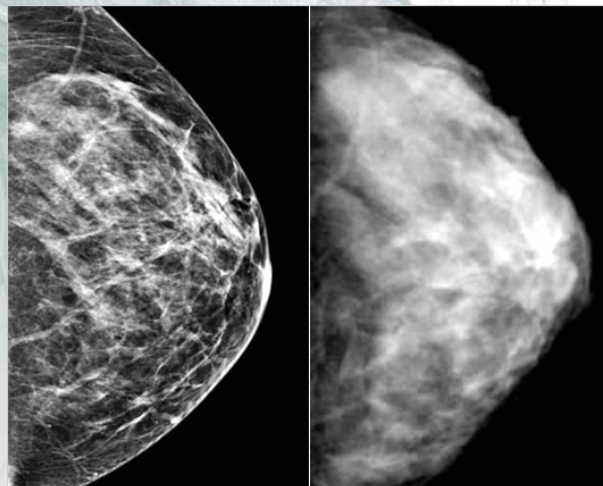
- Prześwietlanie ciała promieniowaniem X na kliszę lub detektor
- Głównie diagnostyka układu kostnego
- Płuca (upowietrzenie)
- Tkanki miękkie – po podaniu kontrastu
- 99% pochłaniania przez organizm
- Mała dokładność, niski kontrast



RTG



RTG - mammografia



Tomografia

- Tomografia (gr. *tomé* - przekrój) – zbiorcza nazwa metod diagnostycznych polegających na uzyskaniu obrazu przekroju przez ciało lub jego część.

Techniki tomograficzne:

- Ultrasonografia (USG)
- Tomografia komputerowa (CT)
- Tomografia rezonansu magnetycznego (MRT)
- Pozytonowa tomografia emisyjna (PET)
- Tomografia emisyjna pojedynczego fotonu (SPECT)
- Optyczna tomografia koherencyjna (OCT)

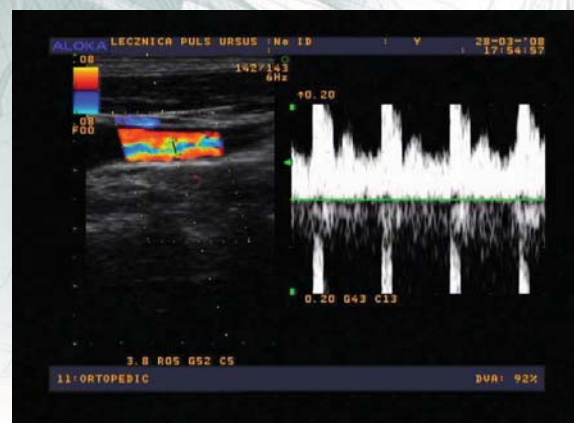
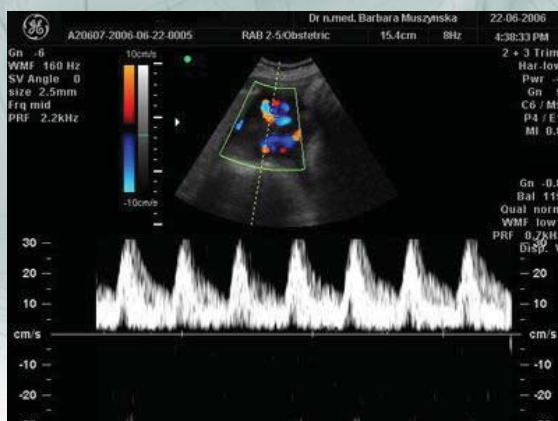
Ultrasonografia (USG)

- Ultrasonografia wykorzystuje zjawiska falowe dźwięku na granicach różnych ośrodków
- Ultradźwięki (2MHz – 5MHz), przetworniki piezoelektryczne
- Częstotliwości niższe – struktury położone głęboko, niska rozdzielczość obrazu, wyższe – płycej, ale lepsza jakość.
- Obraz ruchomy, w czasie rzeczywistym (dynamika)
- Nieinwazyjna, atraumatyczna



USG dopplerowskie

- Diagnostyka układu krążenia – ocena przepływu krwi
- Wykorzystuje zmiany długości fal ultradźwiękowych odbitych od poruszających się krwinek (efekt Dopplera)
- Wykrywanie nieuszczelności zastawek, cofania się krwi, zatorów, przepływ krwi pępowinowej



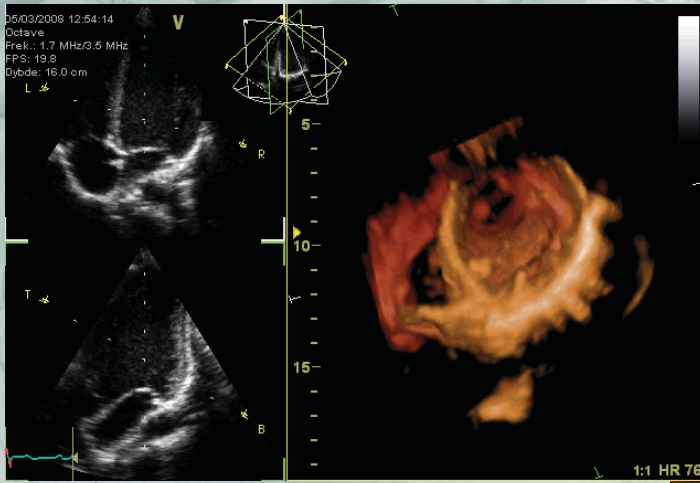
USG 2D



USG 3D



USG 4D

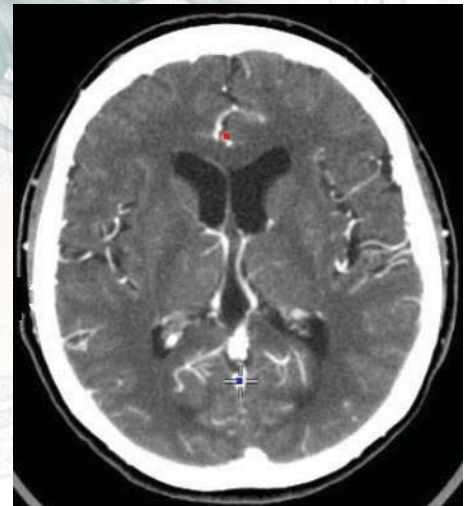


USG



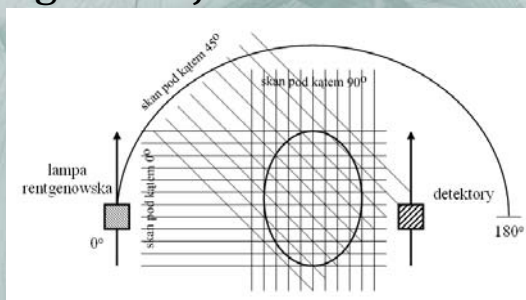
Tomografia komputerowa (CT)

- Lampa rentgenowska -> pacjent -> detektory
- Ruch obrotowy lampy wokół badanego (1 przekrój)
- Przesunięcie wzdłużne (wiele przekrojów, obraz 3D)
- Promienie X
- Szybkie badanie, nieinwazyjne
- Obraz dokładny
- Rekonstrukcja obrazu (rzutowanie wsteczne)

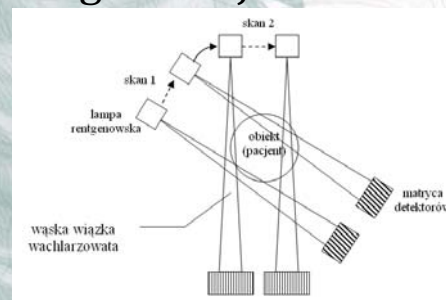


CT

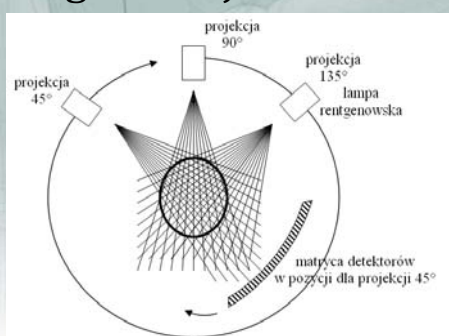
I generacja



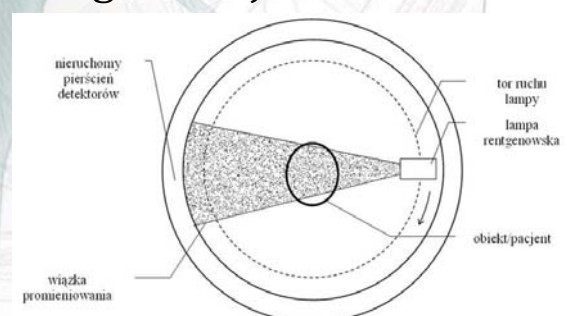
II generacja



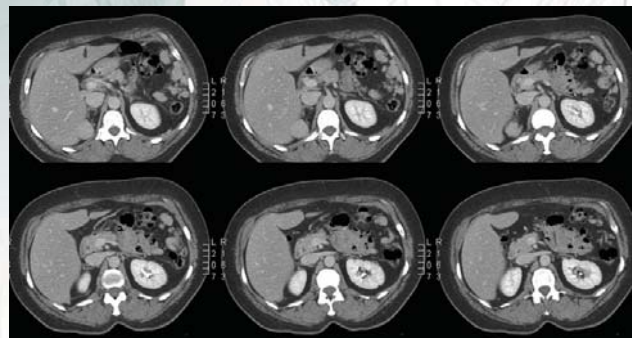
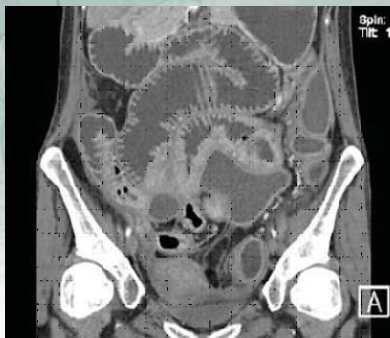
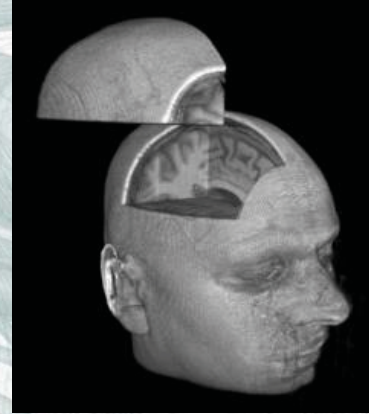
III generacja



IV generacja



CT



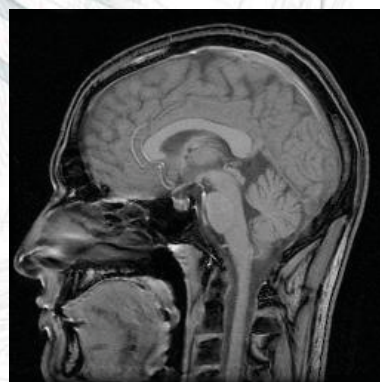
Tomografia helikalna

- Skrócenie czasu badania
- Eliminacja błędów położenia obiektów między warstwami prześwietleń

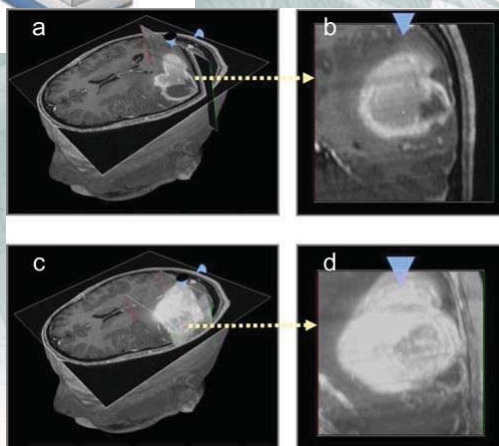
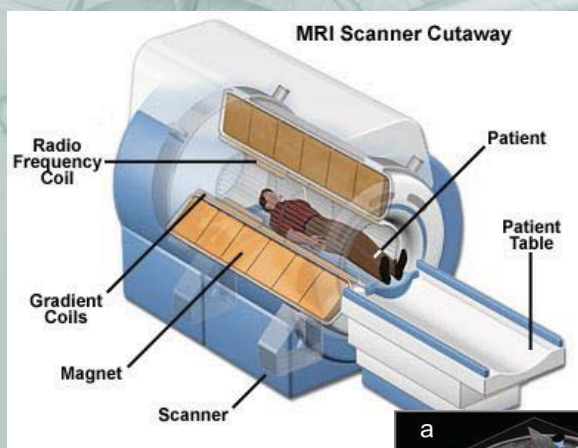


Obrazowanie rezonansu magnetycznego (MRI)

- Wykorzystuje jądro rezonans magnetyczny jąder wodoru zawartych w wodzie (tkanki żywe)
- Oddziaływanie bardzo silnym polem magnetycznym
- Głównie badanie mózgu
- Niezgodliwe, nieinwazyjne
- Obraz bardzo dokładny
- Uwidacznia struktury/narządy niewidoczne na prześwietleniu RTG lub w CT

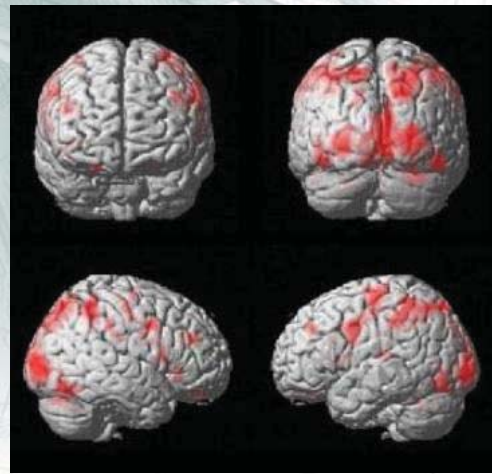
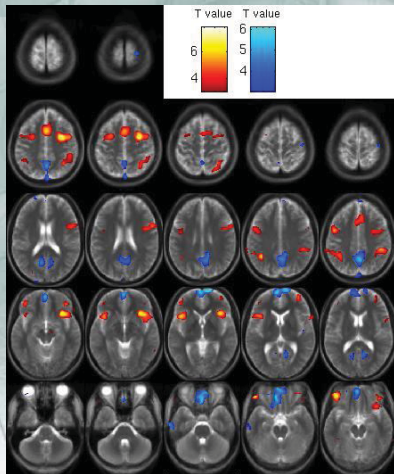


MRI



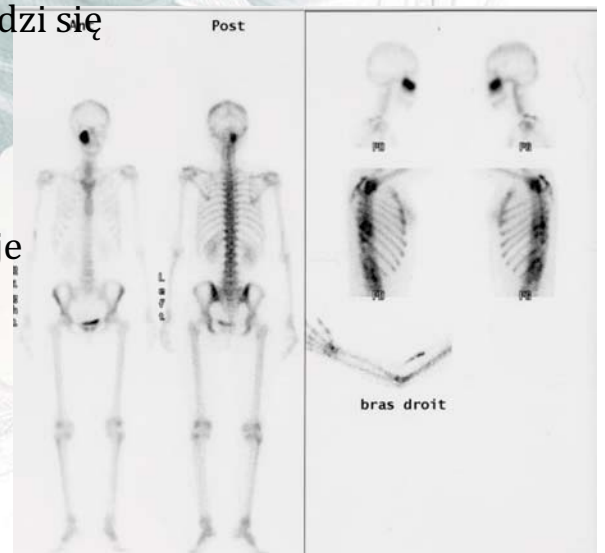
fMRI

- Funkcjonalny rezonans magnetyczny - wyspecjalizowana odmiana MRI
- Badanie aktywności narządów, głównie mózgu



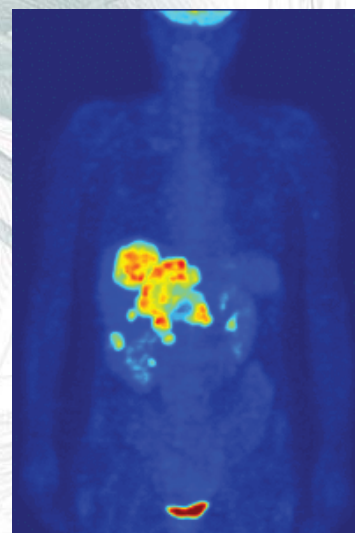
Scyntygrafia

- Otrzymujemy obraz narządów, a przede wszystkim ich czynności, przy pomocy niewielkich dawek izotopów promieniotwórczych (radioznaczników).
- Podstawą techniki jest zachowanie się niektórych farmaceutyków w organizmie. Pełnią one rolę środka transportowego dla użytego izotopu. Znakowany farmaceutyk gromadzi się w narządzie, który ma zostać zbadany.
- Radioizotop emituje promieniowanie jonizujące (najczęściej gamma), które przenika na zewnątrz ciała, gdzie zostaje rejestrowane przez gammakamerę.
- Techniki: PET, SPECT,

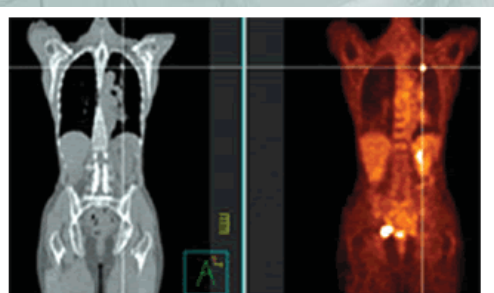
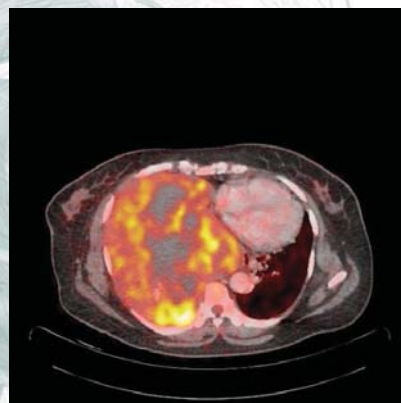
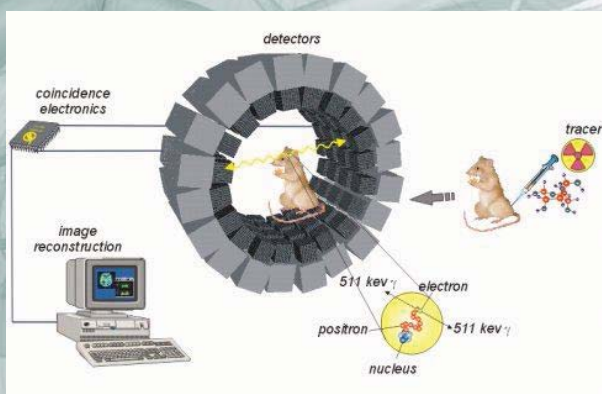


Pozytonowa tomografia emisyjna (PET)

- Pacjent otrzymuje izotopy promieniotwórcze (np. deoxyglukoza) o krótkim czasie połowicznego rozpadu
- Rejestracja promieniowania podczas anihilacji pozytonów powstałych na skutek rozpadu (β^+)
- Niskie, krótkotrwałe promieniowanie
- Wskazuje aktywność tkanek (stany zapalne, nowotwory, mózg)
- Konieczna obecność cyklotronu

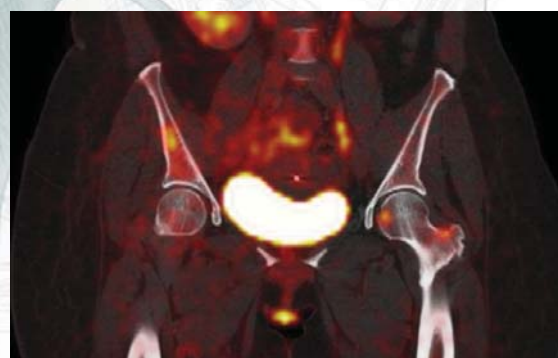


Pozytonowa tomografia emisyjna (PET)



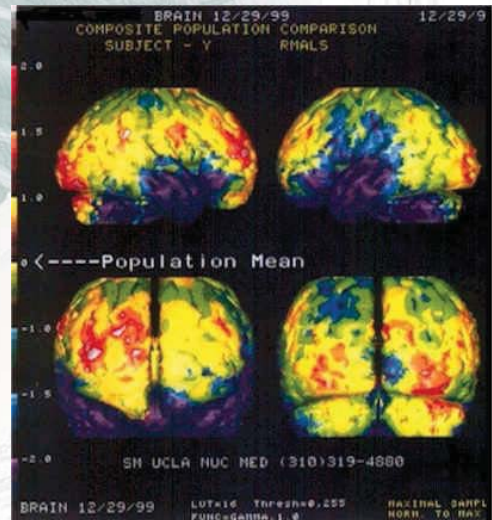
CT scan shows the anatomy. PET scan shows increased cellular activity indicating cancer.

Combined, PET/CT pinpoints cancer anatomically.

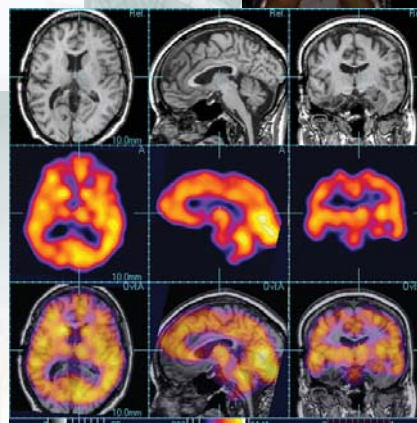
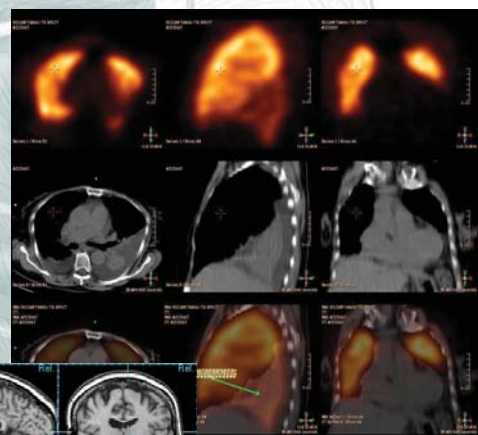


Tomografia emisyjna pojedynczych fotonów (SPECT)

- Pacjent otrzymuje izotop promieniotwórczy z nośnikiem gromadzącym się w obszarach podwyższonej aktywności mózgu
- Rejestracja promieniowania gamma-kamerą
- Niskie, krótkotrwałe promieniowanie
- Obrazuje niedokrwienie lub podwyższony metabolizm (przepływ krwi)

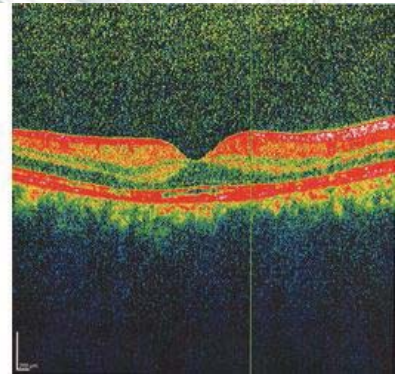


Tomografia emisyjna pojedynczych fotonów (SPECT)

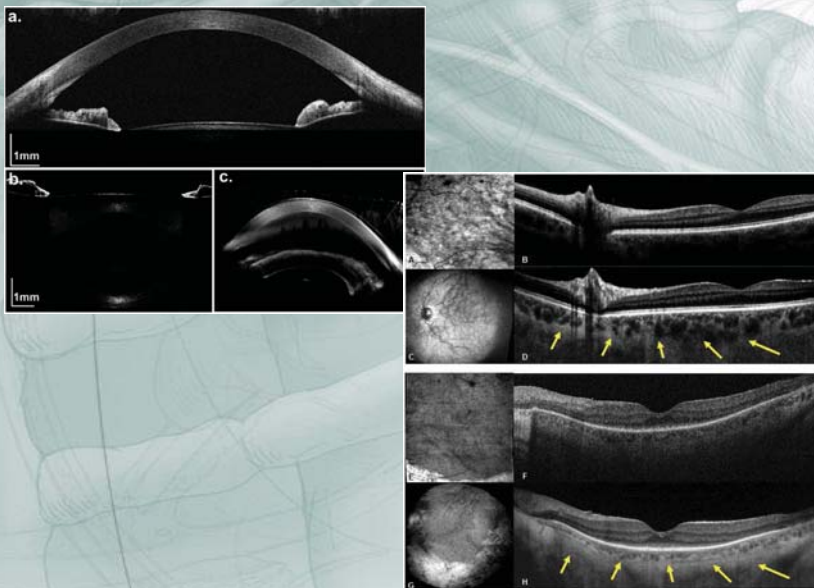


Optyczna tomografia koherencyjna (OCT)

- Nowa metoda (1991), przypomina USG – z tym, że pacjenta sonduje się wiązką światła (interferometr)
- Światło rozproszone wstecz mówi o położeniu miejsc znajdujących się na drodze wiązki światła tam, gdzie zmienia się współczynnik załamania
- Badania oka
- Dermatologia,
- Stomatologia
- Nieinwazyjna



Optyczna tomografia koherencyjna (OCT)

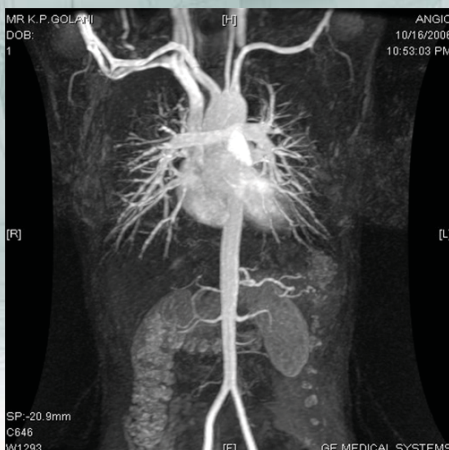
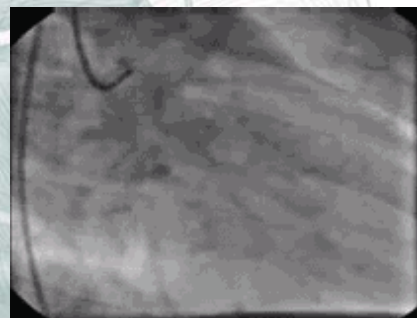
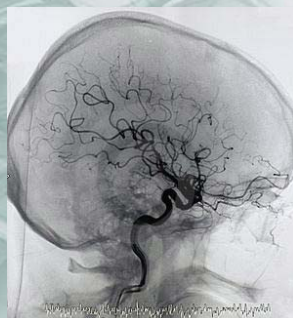
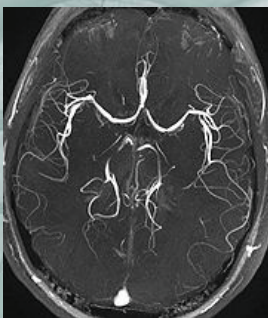


Angiografia

- Zobrazowanie naczyń krwionośnych
- Podaje się kontrast radiologiczny i wykonuje prześwietlenie
- Obecnie wypierana przez USG dopplerowskie oraz łączona z CT (kontrast radiologiczny) lub MRI (kontrast magnetyczny)



Angiografia



Pneumoencefalografia (historycznie)

- Prześwietlenia RTG komór mózgowia
- Gaz dobrze kontrastuje wewnątrz czaszki: wprowadzano przez nakłucie do kanału rdzenia kręgowego tlen lub powietrze, zastępując część płynu mózgowo-rdzeniowego
- Stosowana w połowie XX wieku, zarzucona w latach 80.
- Wcześniej - wentrykulografia: powietrze wprowadzano do komór przez otwory w czaszce

