

Wykłady z Podstaw technik obrazowania w medycynie

Maciej Standerski

12 października 2023

1 Wykład (04.10.2023)

1.1 Przebieg i regulamin przedmiotu

Prowadzący: dr inż Piotr Brzeski

Konsultacje: p. 60, 422 (IRiTM), poniedziałki, wtorki (rzadko), środy, czwartki (rzadko)

Materiały online: <https://studia.elka.pw.edu.pl/pl/23Z/-/login/>

e-mail: piotr.brzeski@pw.edu.pl

Laboratoria: zaczynają się pod koniec października

Zaliczenie:

Wykład:

Egzamin 0 i w sesji, 3 kolokwia (2h), średnia ocena z kolokwiów lub z egzaminu

Laboratoria:

1 laboratorium może być niezaliczone. W ocenę z laboratoriów wliczane są punkty ze wszystkich labów, również z niezaliczonych. Na ostatnich laboratoriach jest zaliczenie. Zajęcia laboratoryjne oceniane są na podstawie wejściówki oraz sprawozdania

Ocena końcowa = $0.5O_W + 0.45O_L + 0.05O_{ZL}$, gdzie O_W - ocena z wykładu, O_L - ocena z laboratorium, O_{ZL} - ocena z zaliczenia laboratorium

Serwer: Lkstudia3

Literatura: Wykłady z obrazowania medycznego na Politechnice Gdańskiej

Harmonogram wykładu:

- 4 wykłady
- kolokwium 1
- 3 wykłady
- kolokwium 2
- 3 wykłady
- kolokwium 3
- egzamin

1.2 Czym jest obrazowanie?

Przedstawienie pewnej cechy fizycznej organizmu w postaci obrazu, zwykle 2D

(rozkład radiofarmaceutyku w tkankach – gamma kamera, scyntygrafia lub gammagrafia)

(gęstość protonów w tkankach – tomografia rezonansu magnetycznego) Rzutowanie obiekt 3D (+ ewentualnie czas) na obraz 2D

1.3 Cel obrazowania medycznego

- wgląd w anatomię struktur wewn organizmu i ich fizjologie
- analiza i interpretacja obrazów w diagnostyce

1.4 Systemy obrazowania medycznego

- RTG,
- tomografia komputerowa,
- scyntygrafia,
- tomografia PET,
- tomografia rezonansu magnetycznego,
- USG,
- termografia,
- SPECT (tomografia pojedynczego fotonu)

1.5 Od czego zależy wartość diagnostyczna?

- jakość obrazu (kontrast, rozdzielczość przestrzenna, stosunek sygnału użytecznego do szumu SNR, poziom artefaktów, poziom zniekształceń przestrzennych),
- warunki obserwacji,
- wiarygodność diagnostyczna,
- charakterystyka pracy lekarza-specjalisty

Rozdzielczość obrazowania - najmniejsza odległość w obiekcie obrazowanym między dwoma punktami o maksymalnym kontraście które można rozróżnić jako dwa obiekty na obrazie (FWHM – Full Width at Half Maximum, FWTM – Full Width at Tenth Maximum)

Rozdzielczość warstwy może być większa (np. ok 1 mm)

Jakość obrazu - funkcja przenoszenia modulacji - iloraz między kontrastem fizycznym do kontrastu obrazowego $MTF = \frac{K_f}{K_o}$ gdzie K_f jest kontrastem fizycznego obiektu, natomiast K_o to kontrast danego obiektu na obrazie. Więcej o MTF i CTF (funkcji przenoszenia kontrastu) na stronie pod linkiem

Wzorce w postaci sinusoidy.

$MTF = 1$ - gdy częstotliwość danego wzorca wynosi zero, obraz jest idealnie odwzorowany. Wraz z częstotliwością maleje funkcja przenoszenia modulacji.

Funkcja przenoszenia modulacji całkowitej jest iloczynem funkcji przenoszenia modulacji składowych systemu obrazowania.

$MTF_c = \prod_{i=1}^N MTF_i$, gdzie N - jest liczba systemów.

Na kolokwium

Stosunek sygnał/szum (NSR)

Artefakty

Zniekształcenia:

- geometryczne
- zmiany pola magnetycznego
- przekrzywienie powierzchni odbiornika
- spowodowane fizjologią tkanek, narządów

1.6 Warunki obserwacji

Negatoskop - silna lampa do podświetlania negatywów z RTG

Wiarygodność diagnostyczna obrazów

Jeśli przesuniemy próg decyzyjny, może sprawić, że diagnoza będzie błędna.

Procedura decyzyjna

Macierz decyzyjna (prawdziwie pozytywna, fałszywie pozytywna, fałszywie negatywna, prawdziwie negatywna)

Wiarygodność metody diagnostycznej

Na kolokwium

$$czulosc = TP / (TP + FN)$$

$$specyficzosc = TN / (TN + FP)$$

Krzywa ROC - służy do oceny metody badawczej

Krzywa A - czysto przypadkowa

2 Wykład (11.10.2023r.)

2.1 Techniki Medycyny Nuklearnej

Funkcje:

- terapia
- diagnostyka

Jak wprowadzić izotop promieniotwórczy do ciała:

- doustnie - dożylnie - przez układ oddechowy

Radiofarmaceutyk: Podział w zależności od sposobu uzyskiwania: - radionuklidy reaktorowe - powstające w wyniku reakcji jądrowej danego izotopu i neutronów - radionuklidy cyklotronowe - radionuklidy generatorowe

Technet-99m (Tc-99m) generatorowy

Gammakamera

Jakie własności musi mieć dobry izotop promieniotwórczy

- fizyczne
 - $T_{1/2}$ - czas połowicznego rozpadu - musi być na tyle krótki, aby nie przekroczyć maksymalnej dawki dla pacjenta, oraz na tyle długi, aby móc go przetransportować. Dla przykładu czas połowicznego rozpadu dla technetu-99m wynosi 6h.
 - $A[Bq]$ - jednostką w układzie SI jest Bekerel [$1Bq = 1\text{rozpad}/1s$], dawniej jednostką aktywności były kiury [$1Ci = 3,7 \cdot 10^{10} Bq$]. Aktywność promieniotwórcza, na tyle duża, aby promieniowanie mogło opóścić organizm pacjenta, ale też nie za duża, żeby nie przekroczyć dopuszczalnej dawki
 - Rozpad gamma monoenergetyczny - najbardziej przenikliwy rodzaj promieniowania, dzięki temu możliwe jest obrazowanie na podstawie promieniowania wydostającego się z ciała pacjenta
 - Energia - wykorzystywane są izotopy o energiach 30 – 360 keV, najczęściej stosowany izotop - technet posiada dla przykładu energię 141 keV
- Chemiczne
 - Czystość - ile izotopu promieniotwórczego zawiera dana próbka. Czysta izotop musi zawierać największą ilość tegoż izotopu, bez znaczącej ilości innych pierwiastków, czyli zanieczyszczeń.
- Biologiczne
 - Powinowactwo do badanego organu/narządu - zdolność substancji do wiązania się z komórkami określonego narządu/tkanki/organu. Dzięki temu, że radiofarmaceutyki wiążą się z konkretnymi organami, gromadzą się one w nich i dzięki ich dużej koncentracji w określonym organie pozwala na analizę jego struktury i fizjologii. Różne radiofarmaceutyki mogą wiązać się z różnymi organami. Np. jod gromadzi się w tarczycy.

- Czas rozpadu biologicznego T_B - jest to czas wydalania radioizotopu z organizmu. Pożądany czas rozpadu biologicznego musi być wystarczająco długi, aby móc wykonać badanie diagnostyczne, oraz na tyle krótki, aby pacjent szybko pozbył się farmaceutyku z organizmu po badaniu.

Czas połowicznego rozpadu i czas rozpadu biologicznego razem składają się na tzw. efektywny czas połowicznego zaniku.