



JESIENNA SZKOŁA FIZYKI MEDYCZNEJ

16-18 września 2016

Diagnostyka pozytonowa

Kamil Gorczewski

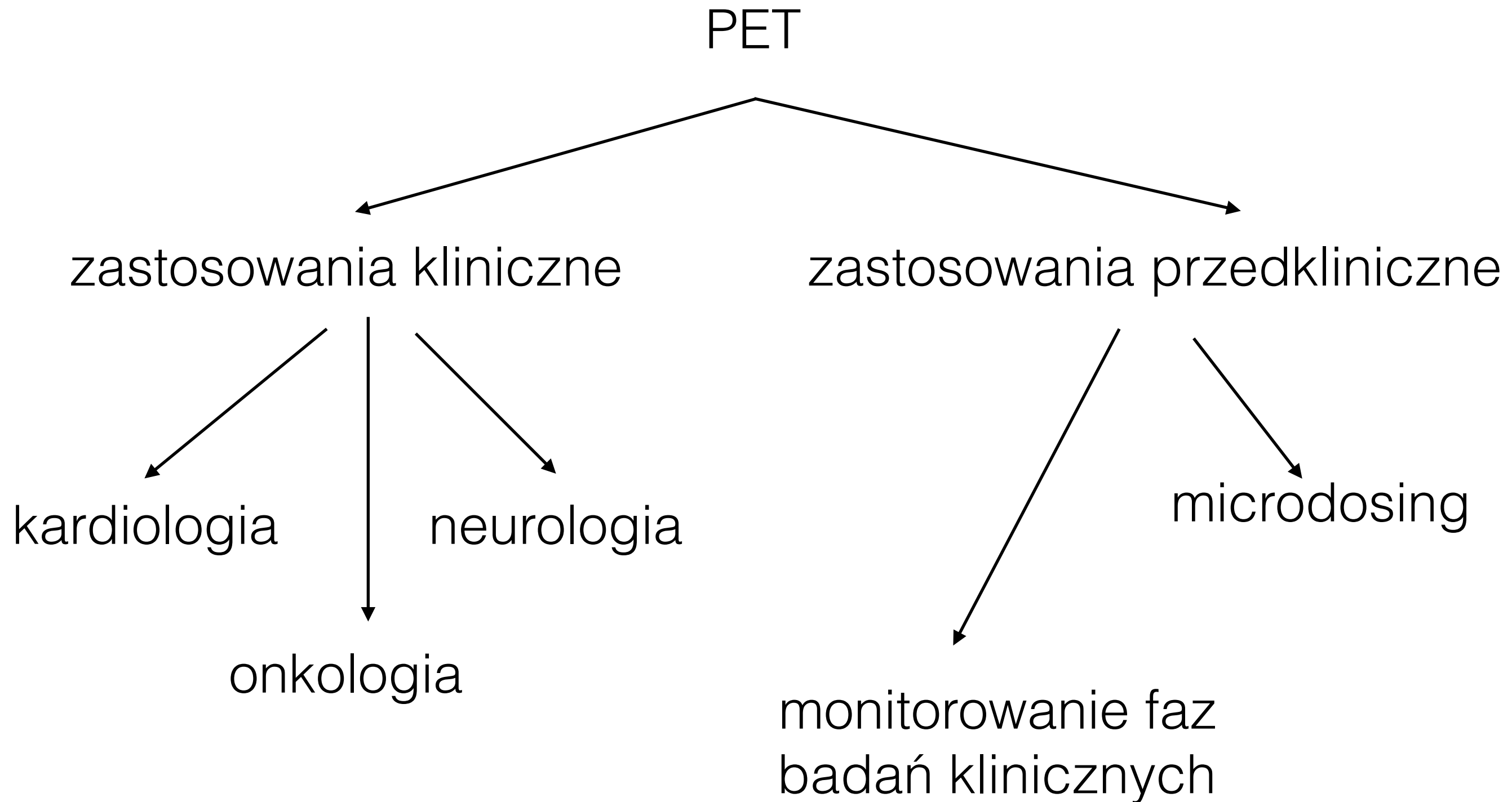


Pozytonowa Tomografia Emisyjna, PET

jest techniką obrazowania, w której (zamiast jak w tomografii komputerowej - zewnętrznego źródła promieniowania rentgenowskiego lub radioaktywnego) rejestruje się promieniowanie powstające podczas anihilacji pozytonów (anty-elektronów).

Źródłem pozytonów jest podana pacjentowi substancja promieniotwórcza, ulegająca rozpadowi beta plus. Substancja ta zawiera krótko żyjące izotopy promieniotwórcze, dzięki czemu większość promieniowania powstaje w trakcie badania, co ogranicza powstawanie uszkodzeń tkanek wywołanych promieniowaniem.







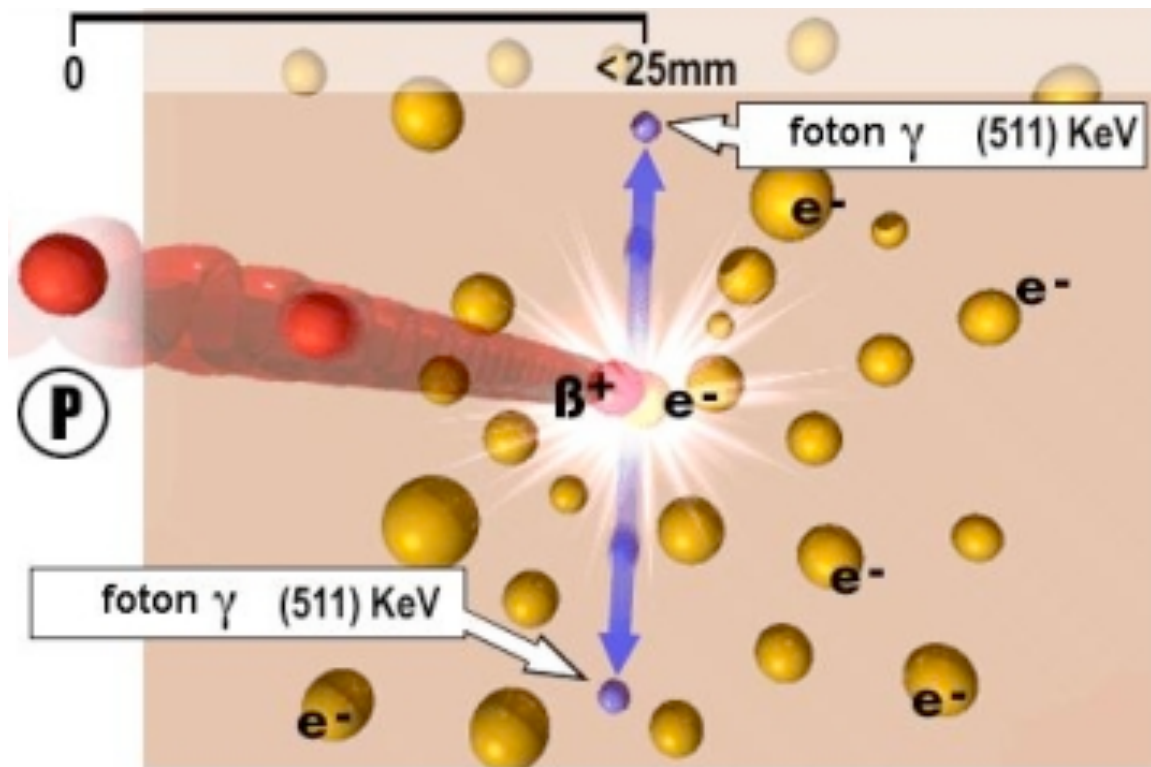
PET stosuje się w medycynie nuklearnej przy
badaniach mózgu,
serca,
stanach zapalnych niejasnego pochodzenia
nowotworów.

Zastosowanie PET wpłynęło na znaczne poszerzenie
wiedzy o etiologii i przebiegu
w przypadku choroby:
Alzheimera,
Parkinsona
oraz różnych postaci schizofrenii.

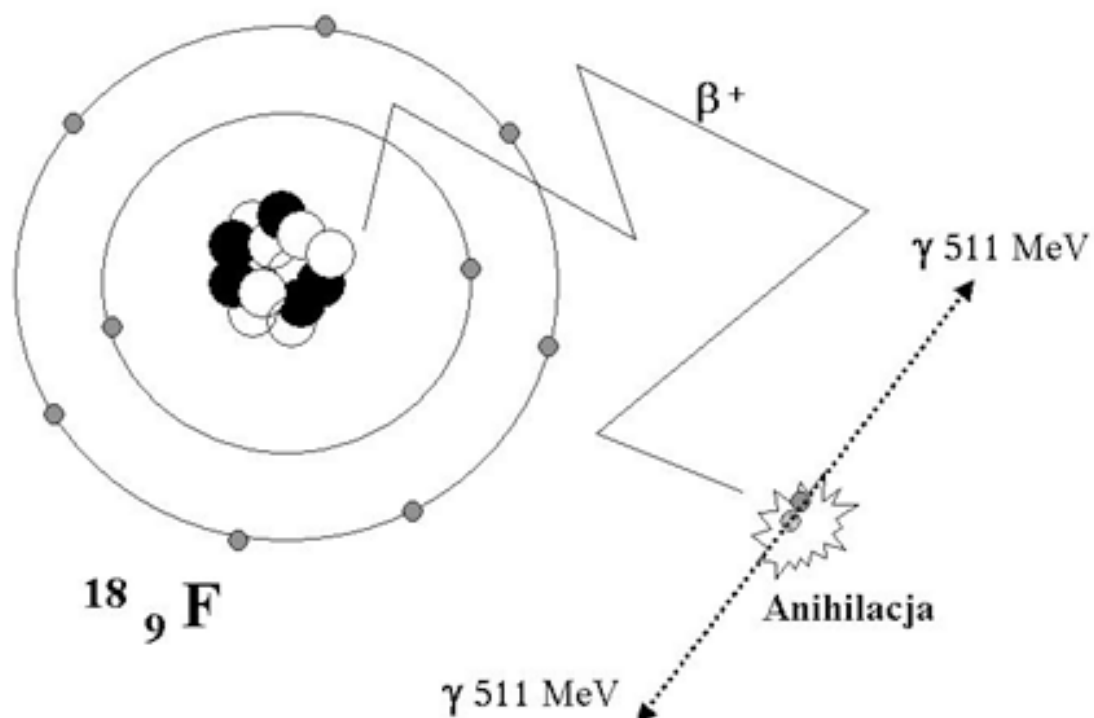
Szacuje się, iż dzięki diagnostyce PET czułość rozpoznania nowotworów
wynosi około 90% badanych przypadków.

Takiego wyniku nie daje się osiągnąć przy pomocy żadnej innej techniki obrazowania.

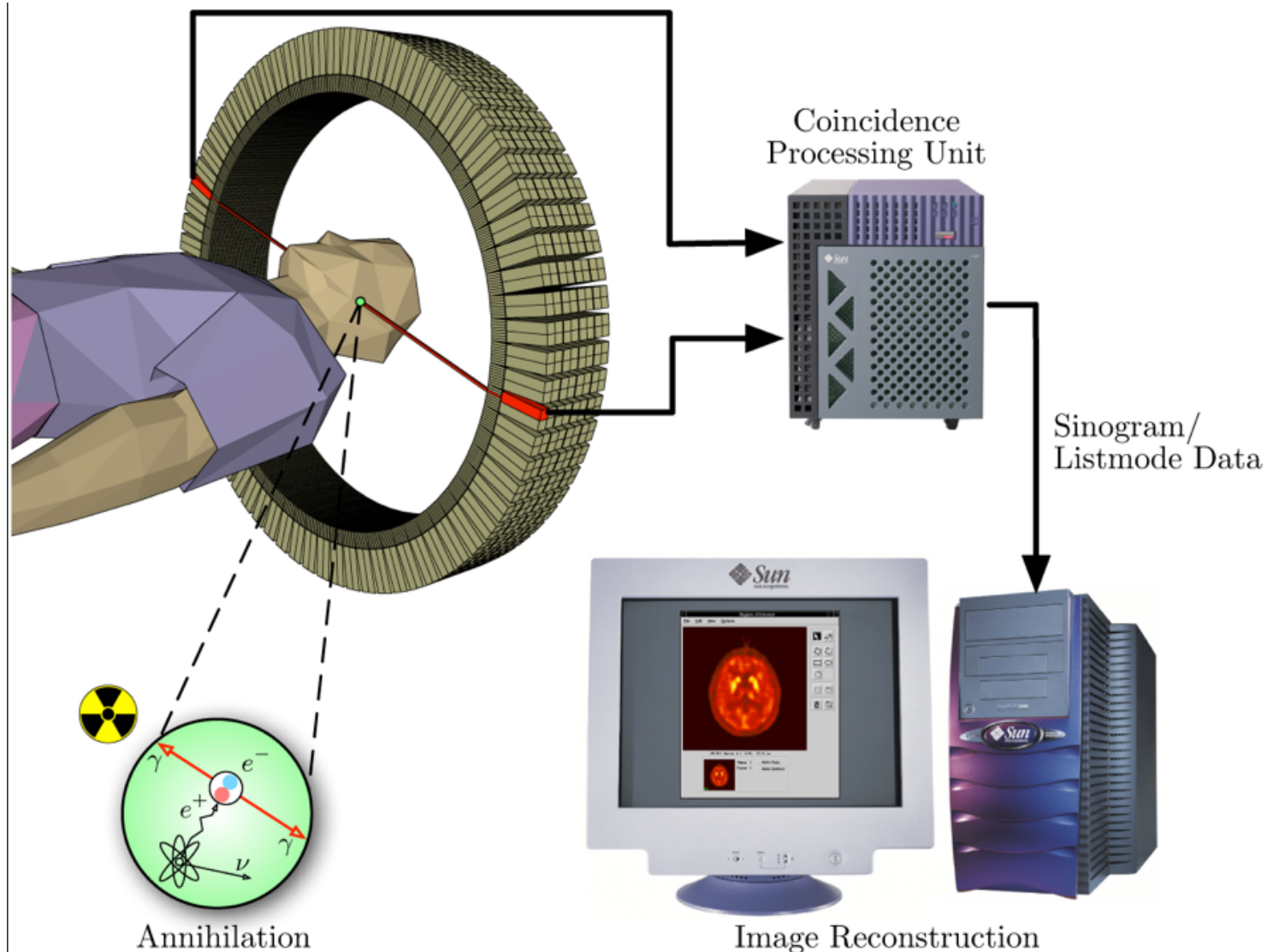
PET daje także możliwość kontroli efektów terapeutycznych w trakcie leczenia chorób nowotworowych,
np. za pomocą chemioterapii.



Metoda PET oparta jest na zjawisku anihilacji elektronu i pozytonu, prowadzącym do zmiany ich masy na energię, emitowaną w postaci dwóch kwantów gamma o energii 511 keV, pod kątem 180 stopni.



Anihilacja nie powstaje w miejscu wystąpienia rozpadu izotopu, lecz w pewnej odległości od izotopu, jaką przebył pozyton (rzędu 1 mm). Im większa energia pozytonu (rzędu 1 - 3 MeV), tym większa maksymalna droga, jaką może on przejść (17 mm).



Rejestracja koincydencji w PET stanowi jeden z podstawowych zadań pomiarowych w tej technice.

RODZAJE KOINCYDENCJI:

prawdziwa koincydencja

(poruszające się po linii LOR fotony pochodzące od źródła są rejestrowane w danym wąskim przedziale czasowym przez detektory)

koincydencja rozproszenia

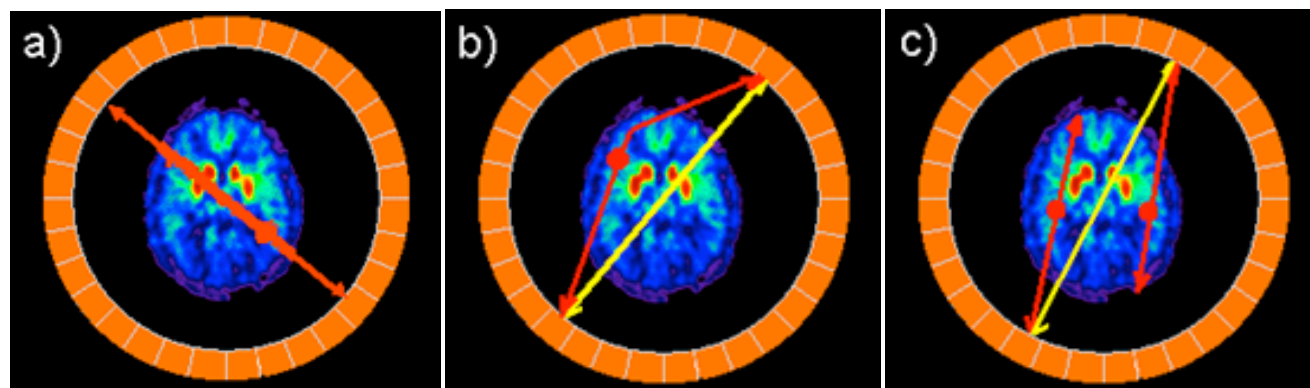
(fotony pochodzące od źródła ulegają częściowemu rozproszeniu powodującemu zmianę ich drogi, a przez to ich rejestrację w danym wąskim przedziale czasowym przez detektory inne niż te wyznaczające dla danego źródła linię LOR)

koincydencje losowe

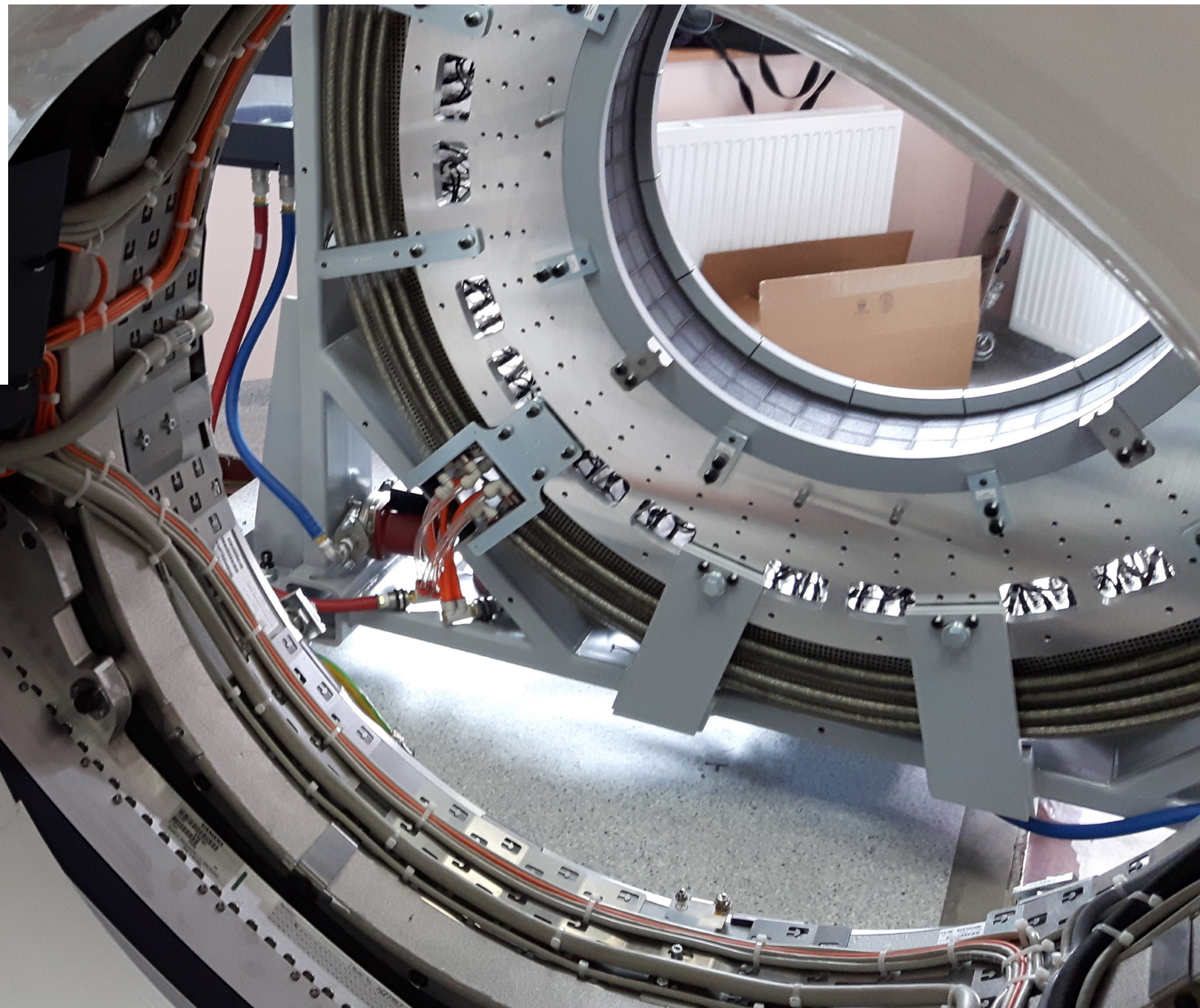
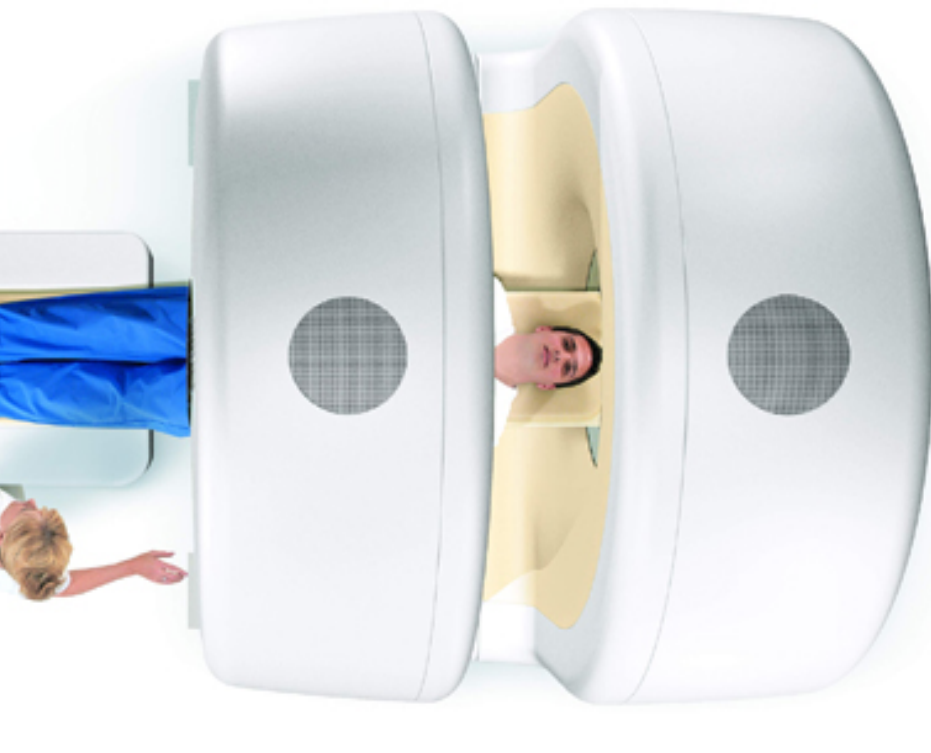
(fotony pochodzące od różnych źródeł są rejestrowane w danym wąskim przedziale czasowym przez detektory zlokalizowane w pierścieniu naprzeciw siebie)

koincydencje wielokrotne

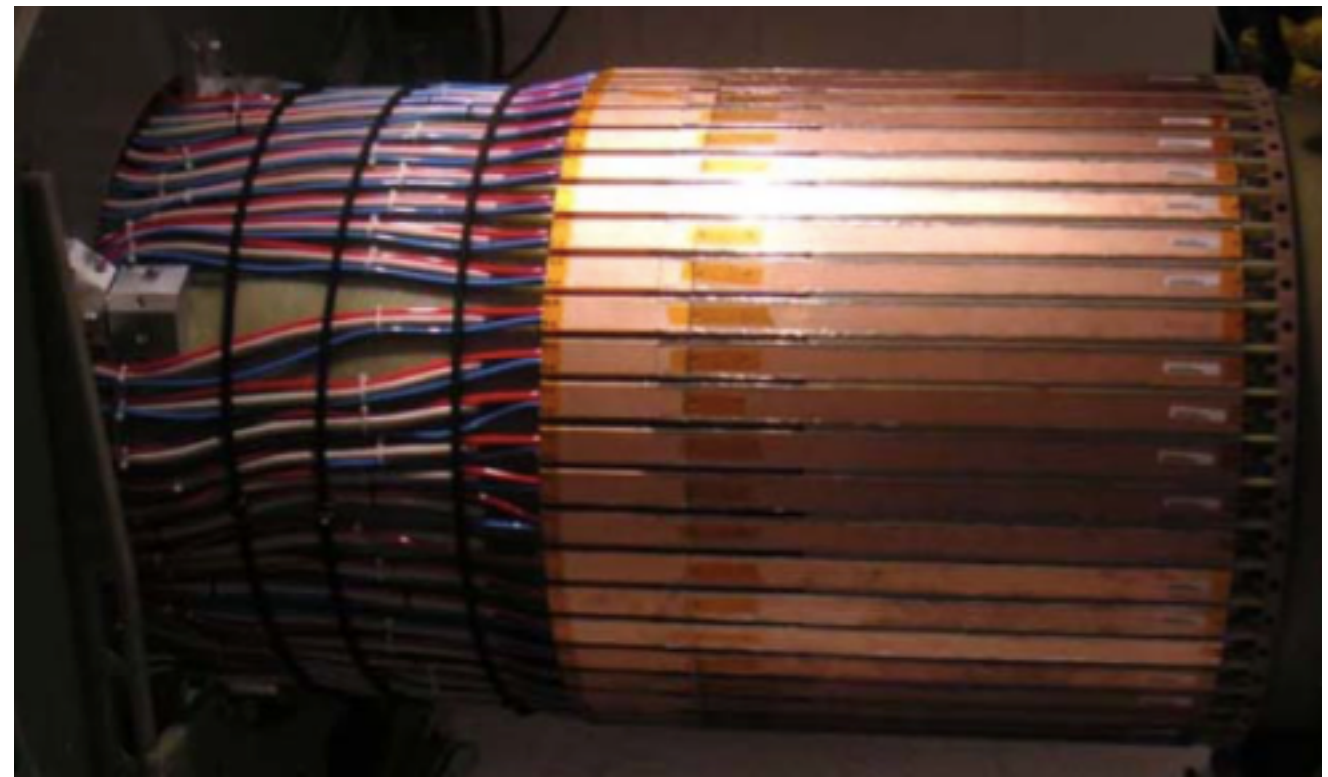
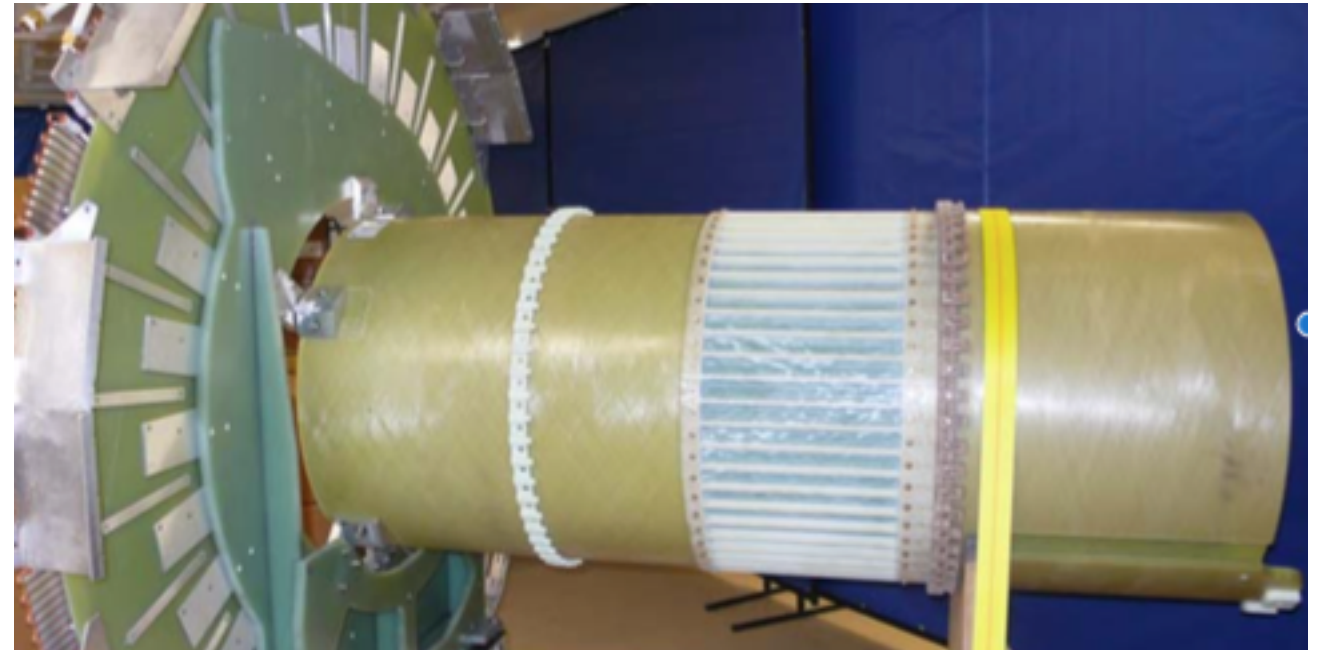
(więcej niż dwa fotony są rejestrowane przez odpowiednie detektory w danym wąskim przedziale czasowym
Nie można wówczas określić przebiegu linii LOR, dlatego zderzenia takie są odrzucane)



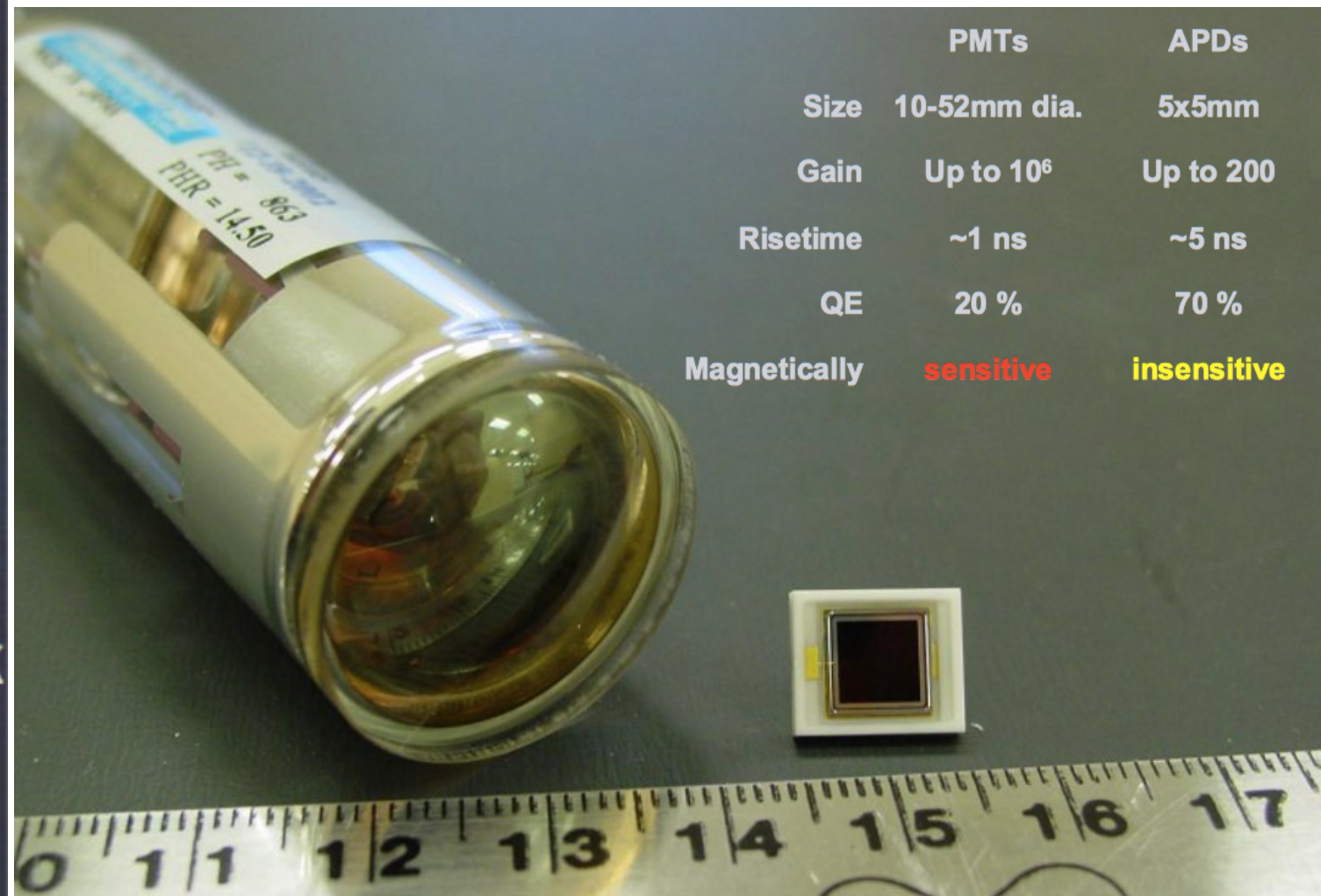
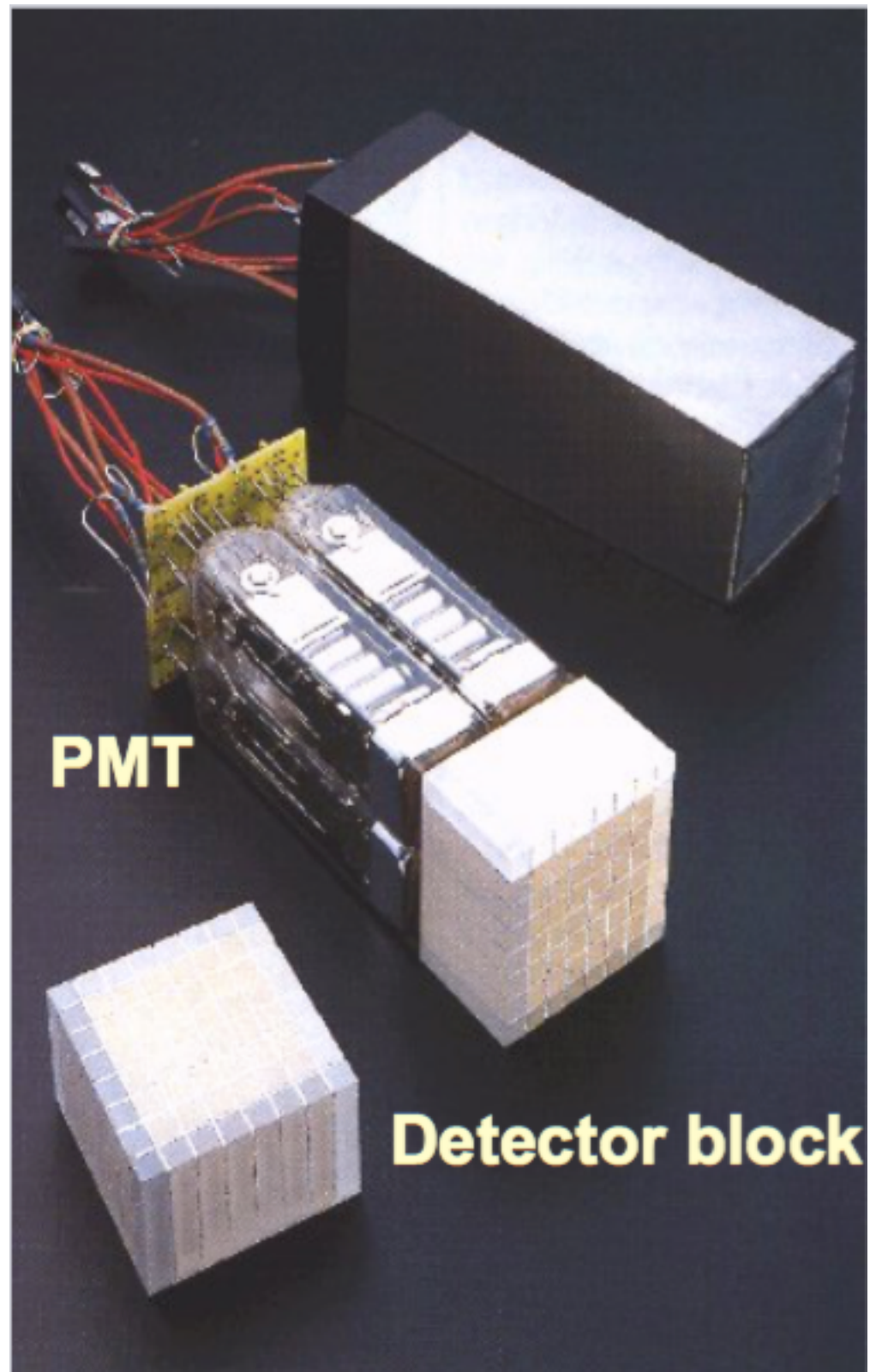
PET-CT



PET-MR



CT czy MR?



	PMTs	APDs
Size	10-52mm dia.	5x5mm
Gain	Up to 10^6	Up to 200
Risetime	~1 ns	~5 ns
QE	20 %	70 %
Magnetically	sensitive	insensitive

$X - R$

Całość medycyny nuklearnej opiera się na połączeniu sondy
 X z substancją fizjologicznie czynną R .

W przypadku diagnostyki PET część X jest już w miarę
poznana i zamknięta, natomiast praktycznie każdą
substancję biologicznie czynną można wyznakować.

Tak jak w przypadku leków, radiofarmaceutyki są listą
otwartą.

18F-FDG

Znaczna część podanej fluorodeoxyglukozy (FDG) znakowanej ^{18}F gromadzi się w tkankach ciała w zależności od poziomu ich metabolizmu.

Fizjologicznie ogniska wzmożonego gromadzenia radioznacznika obserwujemy w przypadku narządów o wysokim poziomie metabolizmu

(tj. mózg, szpik kostny)

lub biorących udział w jego eliminacji z organizmu

(nerki, moczowody, pęcherz moczowy, jelito).

W przypadku obecności stanu zapalnego albo rozsiewu nowotworowego obserwuje się ogniskowe, lecz rozproszone gromadzenie FDG.

68Ga-DOTATAE

Znaczna część podanego analogu somatostatyny Dotatate znakowanej 68Ga gromadzi się w tkankach ciała w zależności od ekspresji receptorów dla somatostatyny.

Fizjologicznie ogniska wzmożonego gromadzenia radioznacznika obserwujemy w przypadku narządów o wysokim poziomie ekspresji receptorów (tj. przysadka) lub biorących udział w jego eliminacji z organizmu (śledziona, wątroba, trzustka, nerki, moczowody, pęcherz moczowy).

Czasami mogą wystąpić fizjologiczne gromadzenia w tarczycy lub w mięszu stercza.

11C/18F-Cholina

Znaczna część podanej Choliny znakowanej 18F lub 11C gromadzi się w tkankach ciała w zależności od metabolizmu fosfolipidów w błonach komórkowych. W ciągu kilku minut po dożylnym podaniu Cholina gromadzi się selektywnie w komórkach nowotworowych raka prostaty zlokalizowanych w miększu stercza oraz w przerzutach (węzłowych i kostnych). Dodatkowo fizjologiczne ogniska wzmożonego gromadzenia radioznacznika obserwuje się w nerkach, w wątrobie oraz w drogach moczowych. Czasami obserwuje się intensywny wychwyt w rzucie węzłów chłonnych we wnękach płuc, o charakterze zapalnym i niezwiązanym z lokalizacją raka. Cholina zaznaczona fluorem jest wydalana z moczem w większym stopniu, niż ta zaznaczona węglem.

18F-NaF

Cechy farmakokinetyczne ^{18}F -NaF sprawiają, że jest on doskonałym znacznikiem zarówno w ocenie przerzutów do układu kostnego, jak i zmian chorobowych w przebiegu urazów i chorób metabolicznych. ^{18}F -NaF wykazuje wysokie powinowactwo do macierzy kości, w związku z tym jest 3-10-krotnie intensywniej gromadzony w obszarach kości zajętych przez procesy nowotworowe, zarówno ze zwiększoną aktywnością osteoblastyczną, jak i w ubytkach osteolitycznych. Wychwyt ^{18}F -NaF jest odzwierciedleniem przepływu krwi i procesów przebudowy kostnej. Fizjologicznie znacznik ten gromadzi się symetrycznie w układzie kostnym. Zwiększone fizjologiczne gromadzenie radiofarmaceutyku obserwuje się w obrębie kręgosłupa, okolicach około stawowych i chrząstkach wzrostowych u dzieci.

Również zmiany nienowotworowe związane ze zwiększonym metabolizmem kostnym (pourazowe, nadżerkowe lub zapalne) wykazują zwiększone gromadzenie znacznika. Ze względu na zalety techniczne badania PET/CT oraz wysokie wiązanie się ^{18}F -NaF z tkanką kostną, pozwala ono na lepszą diagnostykę.

18F-DOPA

18F-DOPA jest wykorzystywana do diagnostyki pierwotnej i wykrywania nawrotów guzów mózgu oraz innych zmian onkologicznych.

W diagnostyce onkologicznej badanie jest szczególnie przydatne w diagnostyce guzów neuroendokrynnych (NET). 18F-DOPA jest transportowana do wnętrza komórki przez L-transporter aminokwasów (LAT), a następnie ulega dekarboksylacji przez L-dekarboksylazę aromatycznych aminokwasów (AADC), czego wynikiem jest powstawanie 18F-dopaminy. Ta jest następnie transportowana do specyficznych pęcherzyków przez pęcherzykowy transporter monoamin, dzięki czemu chroniona jest przed degradacją enzymatyczną. Niezmagazynowana 18F-dopamina ulega degradacji w cytozolu, a metabolity usuwane są z komórki przez dyfuzję. Zwiększone zapotrzebowanie na prekursor amin indukuje wysoki wychwyt 18F-DOPA w komórkach nowotworowych.

Fizjologiczne gromadzenie znacznika obserwuje się w drogach żółciowych, zwłaszcza pęcherzyku żółciowym oraz układzie moczowym, w przewodzie pokarmowym w dwunastnicy i trzustce oraz zróżnicowane gromadzenie w jelitach, w mózgowiu w prążkowi.

Dziękuję za uwagę

