



Obrigada por ver esta apresentação
Gostaríamos de recordar-lhe que esta apresentação é
propriedade do autor.

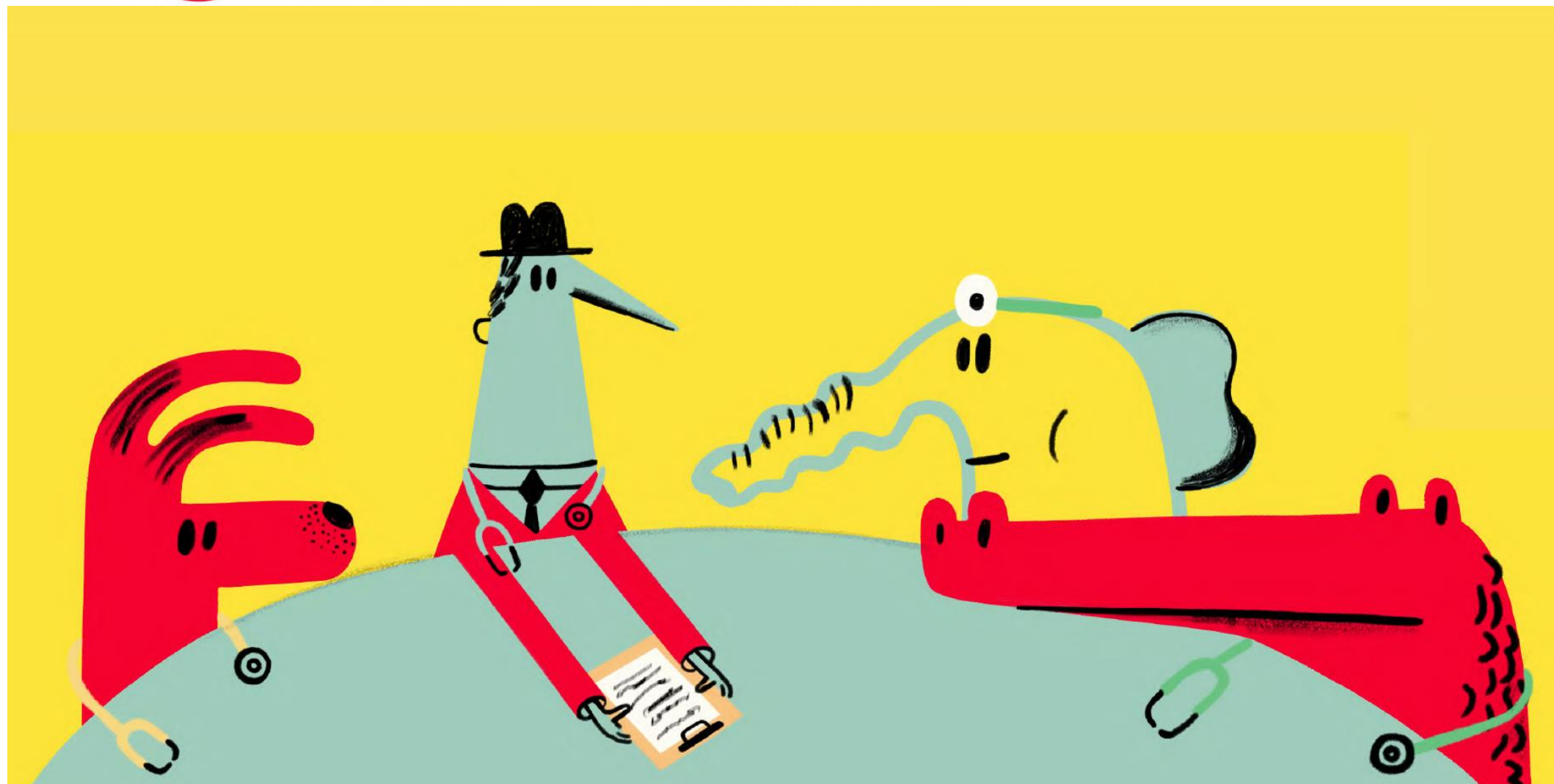
É-lhe fornecida pela Sociedade Portuguesa de Pediatria
no contexto do 18º Congresso Nacional de Pediatria,
para seu uso pessoal, tal como submetido pelo autor

© 2017 pelo autor



**18º CONGRESSO
NACIONAL
DE PEDIATRIA**

**25 — 27 out 2017
Centro de Congressos
Alfândega do Porto**



Medicina Nuclear em Pediatria

Gracinda Costa

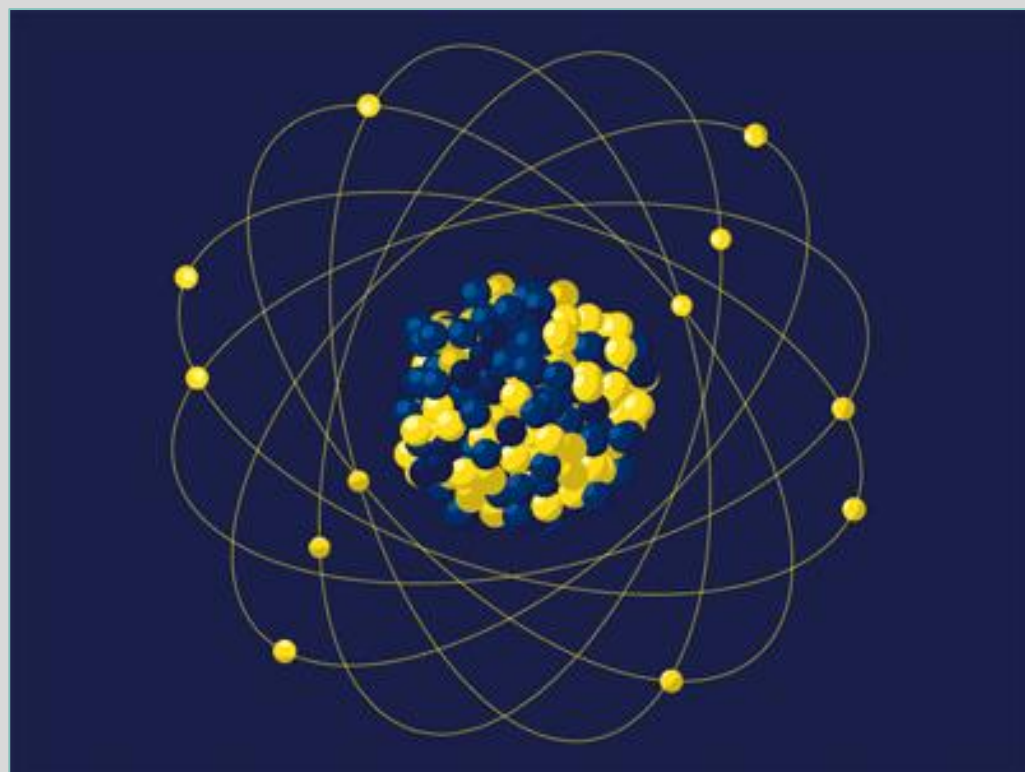
Medicina Nuclear . CHUC

27.10.2017





O que é a Medicina Nuclear





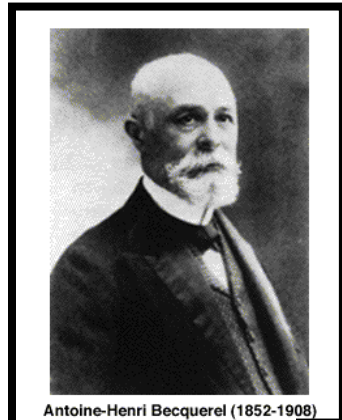
Paul Tibbets (1915-2007) – Piloto Brigadeiro General da *United States Air Force* que a bordo do *Enola Gay* lançou a 1ª bomba atômica (*Little Boy*) sobre Hiroshima a **6 de agosto de 1945**.
O *Enola Gay* está exposto no *National Air and Space Museum*, do *Smithsonian Institution*



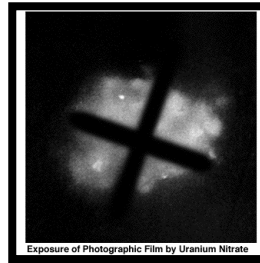




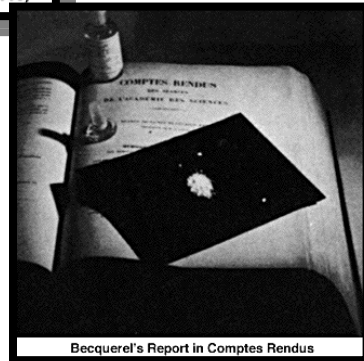
Radioactividade



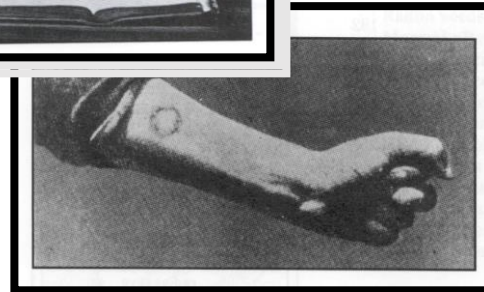
Antoine-Henri Becquerel (1852-1908)



Exposure of Photographic Film by Uranium Nitrate



Becquerel's Report in Comptes Rendus



R Mould in "A century of X-rays and radioactivity in medicine", 1993



Becquerel, os Curie e a Radi(um)atividade



- Descoberta em 1896

1903 Prémio Nobel da
Física

- Marie Curie (1867- 1934) descobriu dois novos elementos químicos

- **Radium**
- Polonium



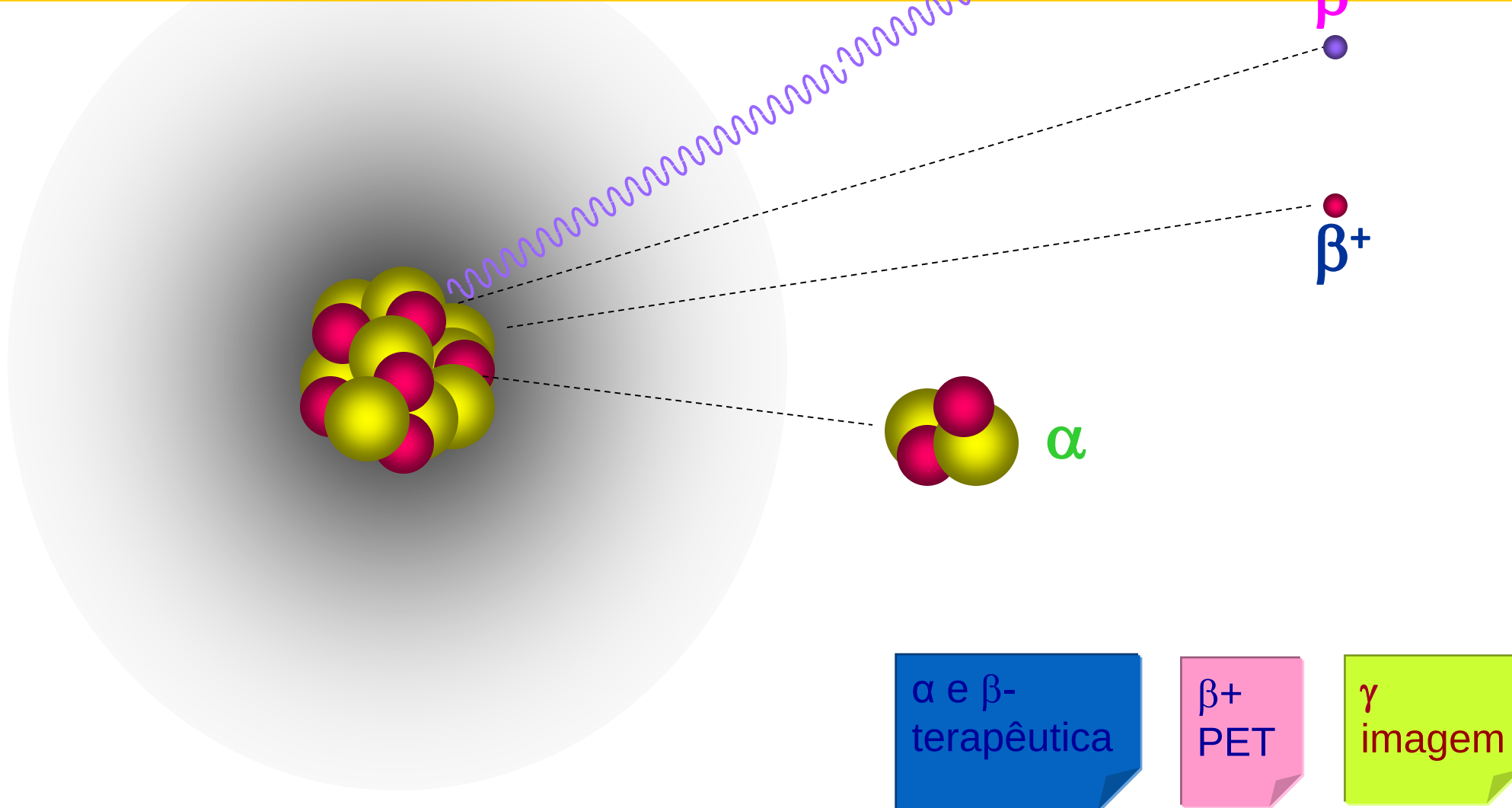
1898



1911 Prémio Nobel
da Química

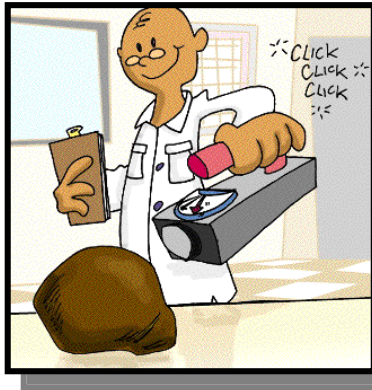


Decaimento Radioactivo

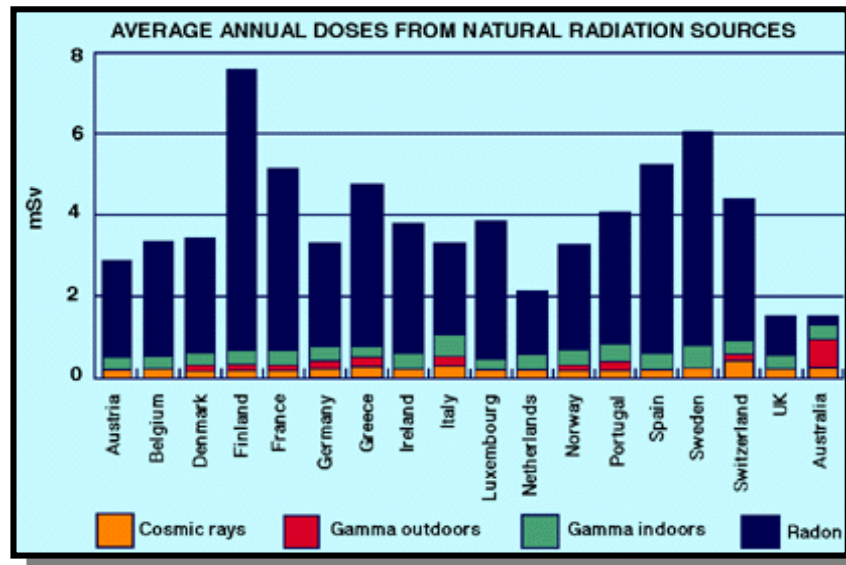




Exposição à Radiação Natural

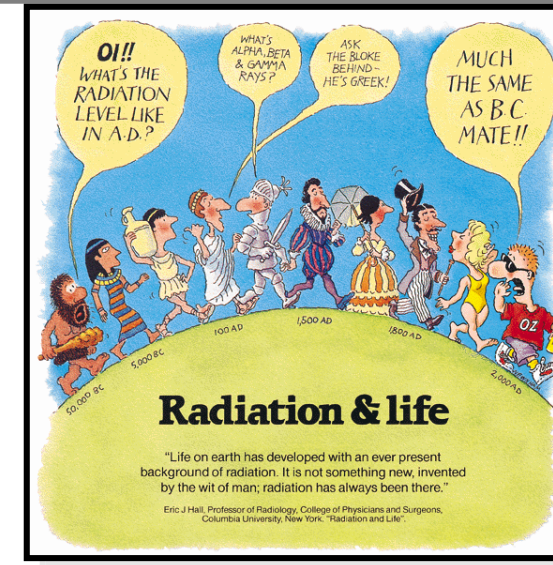
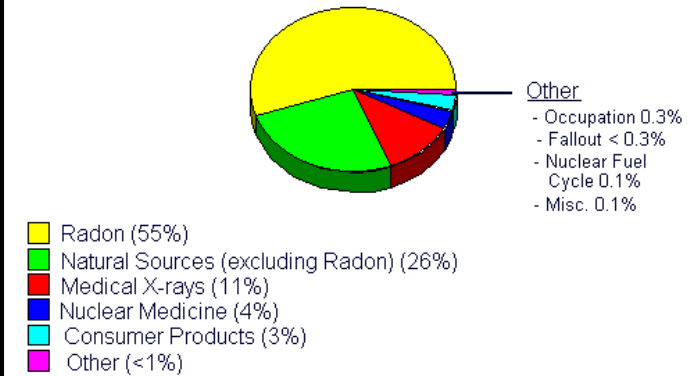


*Dose anual média de radiação
em Portugal = 4mSv*



Sources of Radiation Exposure

From: NCRP Report No. 93



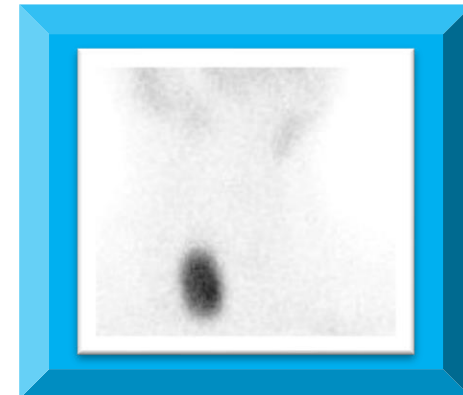




Medicina Nuclear

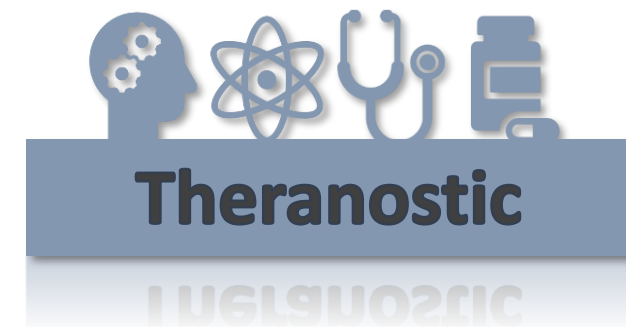
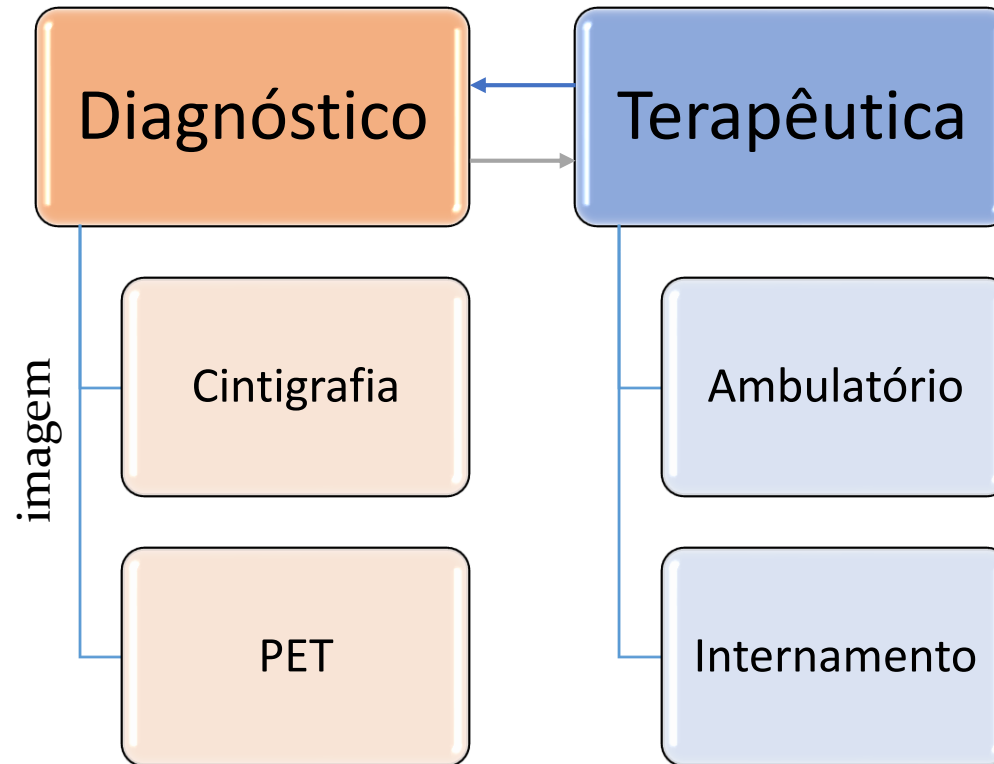


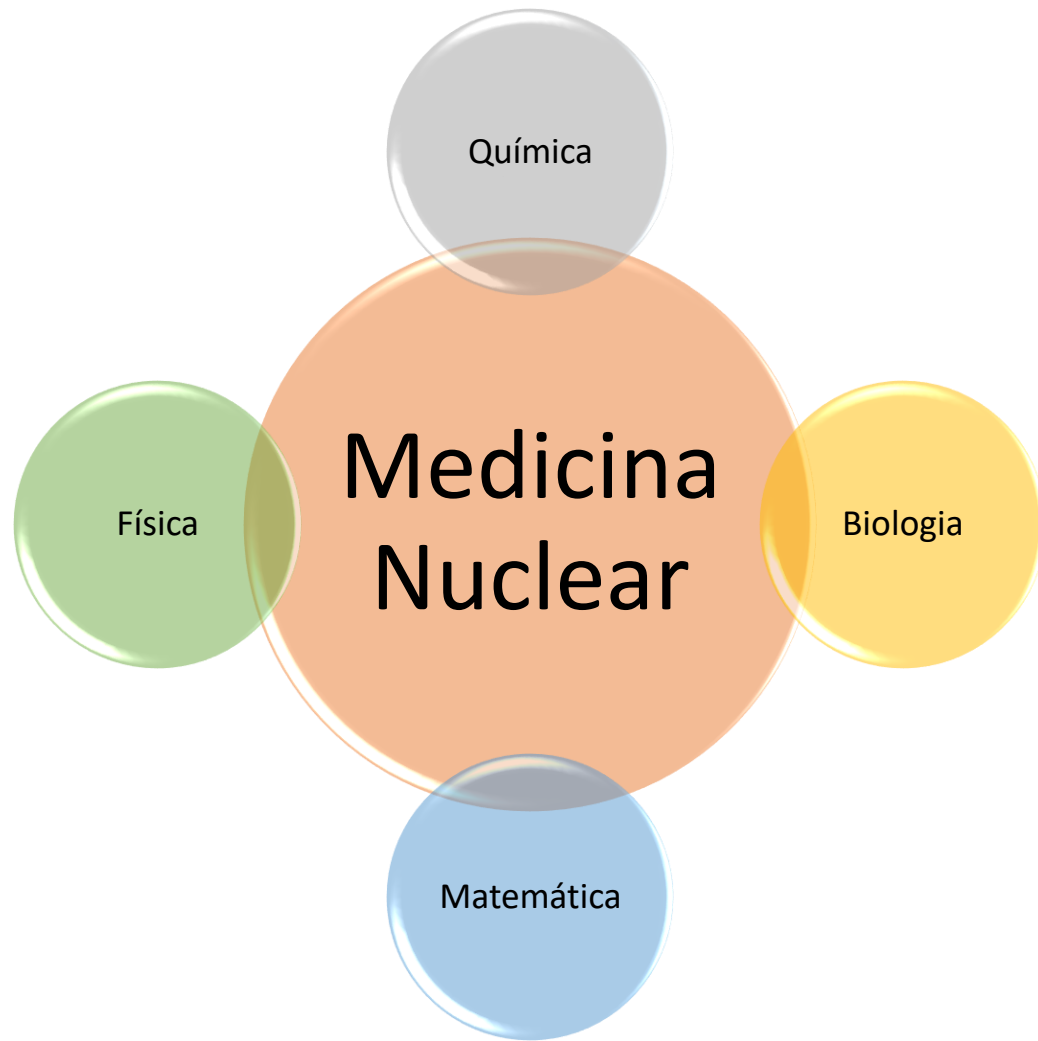
- Especialidade Médica
- Utiliza pequenas quantidades de uma substância radioativa (radiofármaco) com tropismo para um determinado órgão, tecido, células, etc.
 - Diagnóstico
 - Terapêutica
- Fornece informação funcional
- É necessário Enquadramento Clínico





Medicina Nuclear





Fisiologia
Farmacologia
Medicina
Engenharia
Informática

...

...



Radiofármaco

Imagem *by* Medicina Nuclear

Radiofármacos

Emissores de sinal

Equipamentos

Recetores de sinal

Organismo Vivo

Detetor
Radiação



Organismo
Vivo



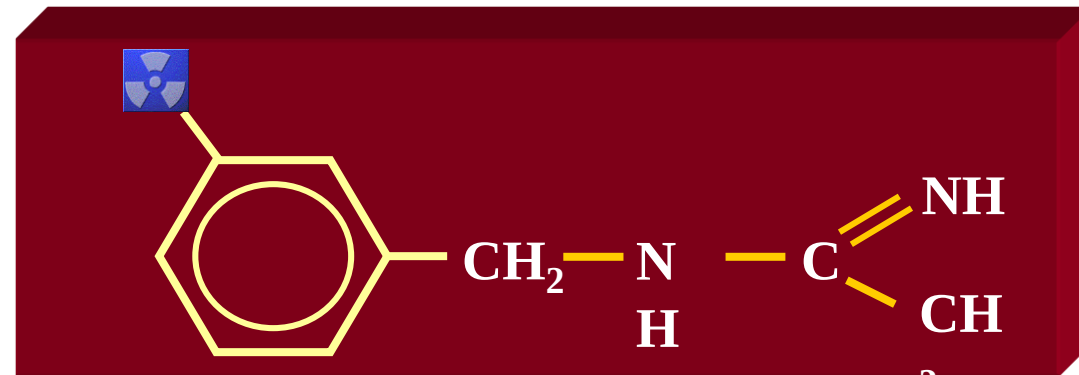


Medicina Nuclear: Radiofármaco



Radionuclídeo + Fármaco/células

(^{99m}Tc, ¹³¹I, ⁶⁷Ga, ²⁰¹Tl, ¹¹¹In, etc.) (MDP, HMPAO, MIBI, etc.)





(Radio)Fármaco



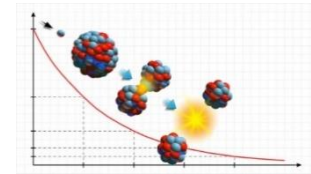
- Estatuto de **medicamento**
- Existe uma grande **variedade**
 - Comercializados (≈ 30)
 - Muitos em Investigação
 - Custos muito $\neq$
 - Poucos a vários milhares euros (20 000€)
- **Características** moleculares e biológicas muito **distintas**
 - Moléculas simples
 - Moléculas sofisticadas que se ligam a alvos celulares específicos
- **Características comuns:**
 - Administradas em quantidades muitíssimo pequenas 
 - Não interferem nos processos fisiológicos/fisiopatológicos dos tecidos e células
 - Ausência de efeito farmacológico
 - Ausência de efeitos secundários



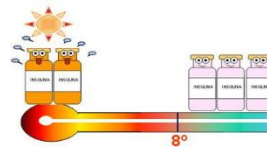
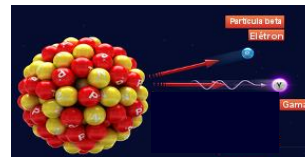
(Radio)Fármaco



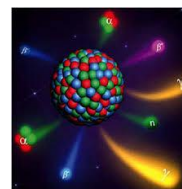
- Produzido em reator nuclear/gerador
- Semivida-vida física ($^{99m}\text{Tc} \cong 6$ horas)



- Emissor de radiação (γ)



- Medida: **Ci (Bq)**
 - 1 mCi=37 000 000 dps





Equipamento: Câmara Gama

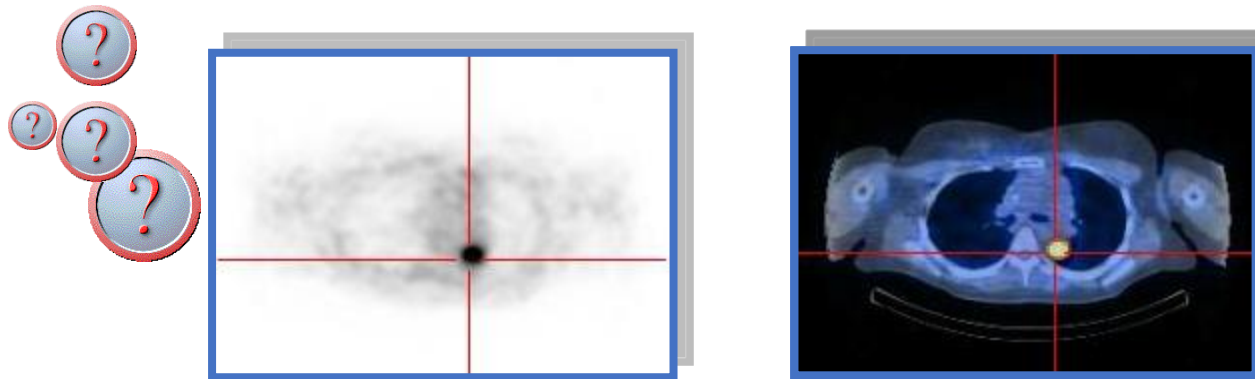




PET or SPECT/CT or PET/MRI



- Hybrid Solution





Procedimentos de MN em Pediatria



Cintigrafia

- Cintigrafia Óssea
- Cintigrafia Renal com ^{99m}Tc -MAG3
- Cintigrafia Renal com ^{99m}Tc -DMSA
- Cintigrafia da Tireoide
- Cintigrafia com $^{123/131}\text{I}$ -MIBG
- Cintigrafia Hepato-Biliar
- Cintigrafia Pulmonar
- Cintigrafia com ^{67}Ga
- Pesquisa de Mucosa Gástrica Ectópica
- Cintigrafia Testicular
- ...

Estudos PET/CT

- ^{18}F -FDG
- ^{18}F -DOPA
- ^{64}Ga -DotaX
-

Terapêutica

^{131}I
 ^{131}I -MIBG
 ^{177}Lu -DotaTate



Nefro-Urologia





Exames de Medicina Nuclear em Nefro-Urologia

*Estudo Renal
estático*

- Cintigrafia renal com ^{99m}Tc -DMSA

*Estudos Renais
dinâmicos*

- Cintigrafia renal com ^{99m}Tc -MAG3
- Cintigrafia renal com ^{99m}Tc -DTPA

Estudo in vitro

- Determinação *in vitro* da GFR

Cistografia

- Cistografia isotópica direta
- Cistografia isotópica indireta

*Cintigrafia
Testicular*

- Cintigrafia testicular



Exames de Medicina Nuclear em Nefro-Urologia

^{99m}Tc -DMSA

- Função Renal Diferencial
- Cicatrizes corticais

^{99m}Tc -MAG3/DTPA

- Função Renal Diferencial (global)
- Fase de eliminação
- Perfusão renal

GFR in vitro

- *GFR com colheitas de sangue*

Cistografia

- Refluxo vesico-ureteral

Cintigrafia Testicular

- Torsão aguda do cordão espermático



Cintigrafia Renal com ^{99m}Tc -MAG3/DTPA



- Características farmaco-cinéticas

^{99m}Tc -DTPA

Apenas eliminado
por filtração
glomerular

Estima a GFR

^{99m}Tc -MAG3

85% secretado
pelos túbulos

15% filtrado pelos
glomérulos

Estima a ERPF

Avalia

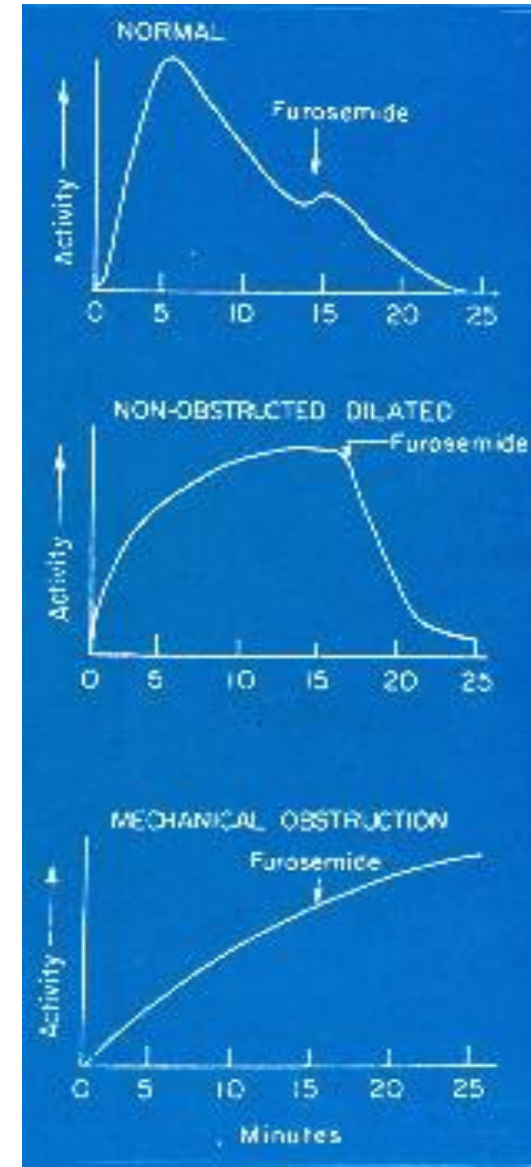
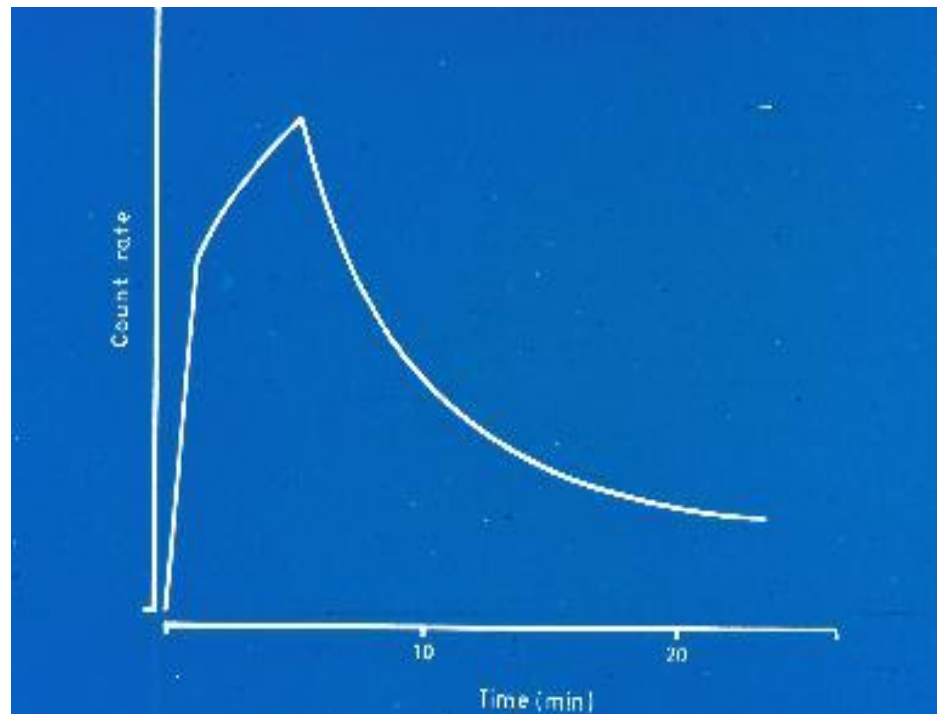
Função renal
Global
Diferencial

Eliminação

Cintigrafia Renal com ^{99m}Tc -MAG3/DTPA

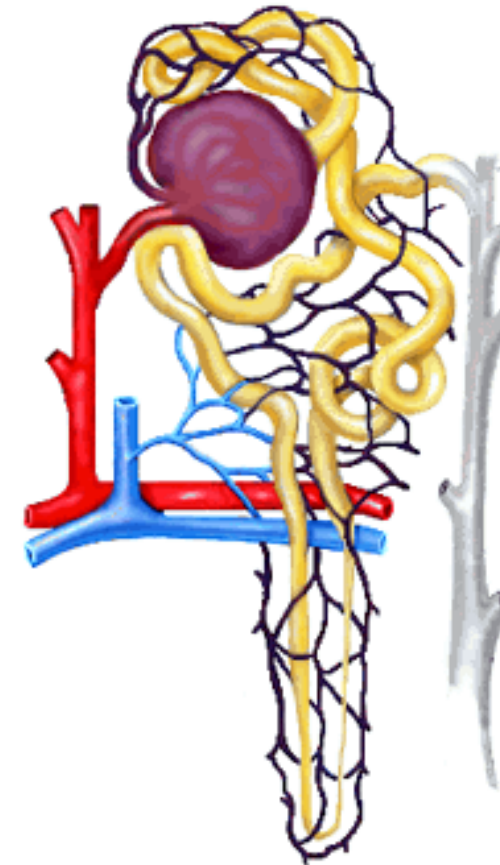
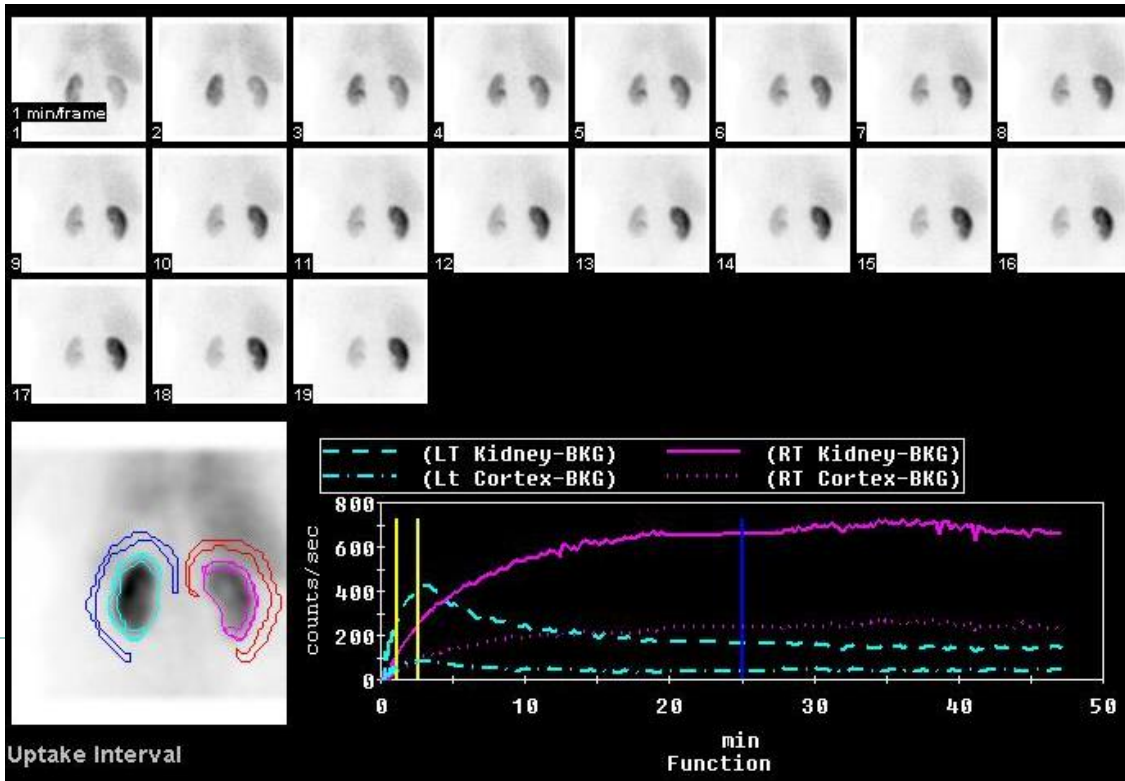


Cintigrafia Renal com ^{99m}Tc -MAG3/DTPA com Prova Diurética



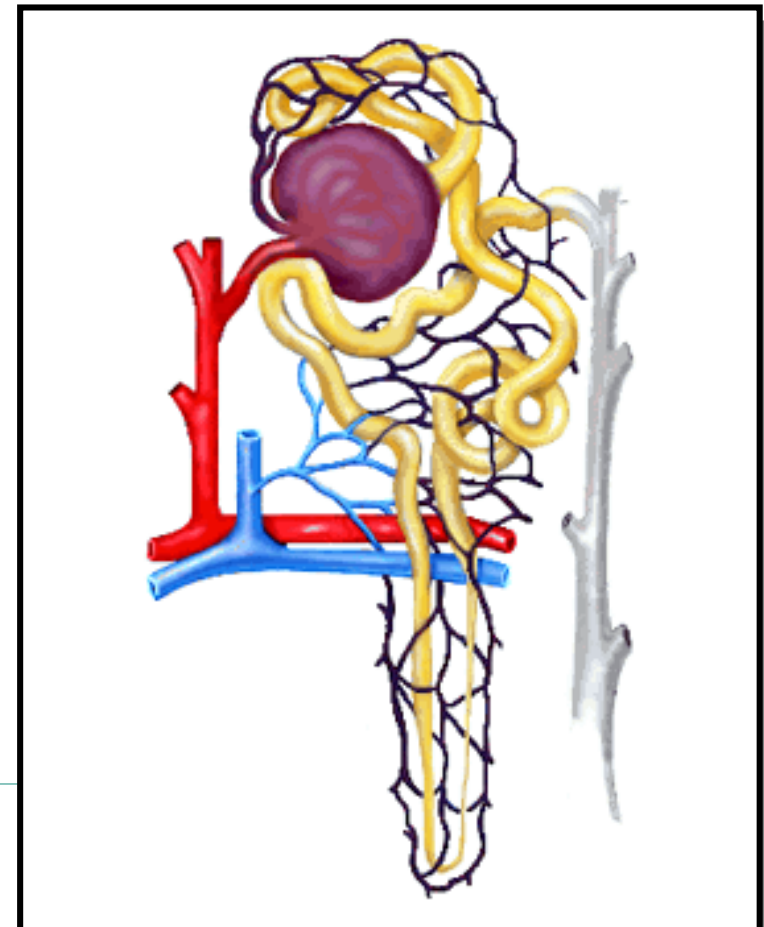
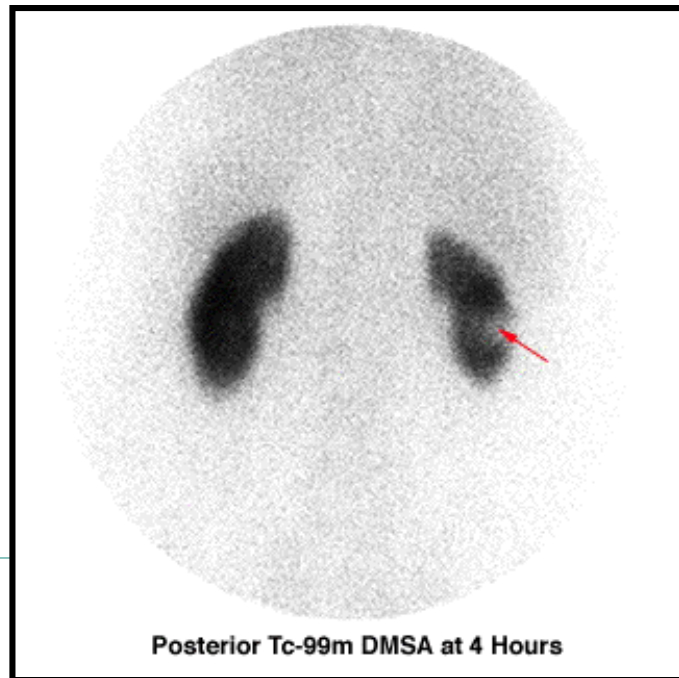


Cintigrafia Renal com ^{99m}Tc -MAG3/DTPA





Cintigrafia Renal com ^{99m}Tc -DMSA

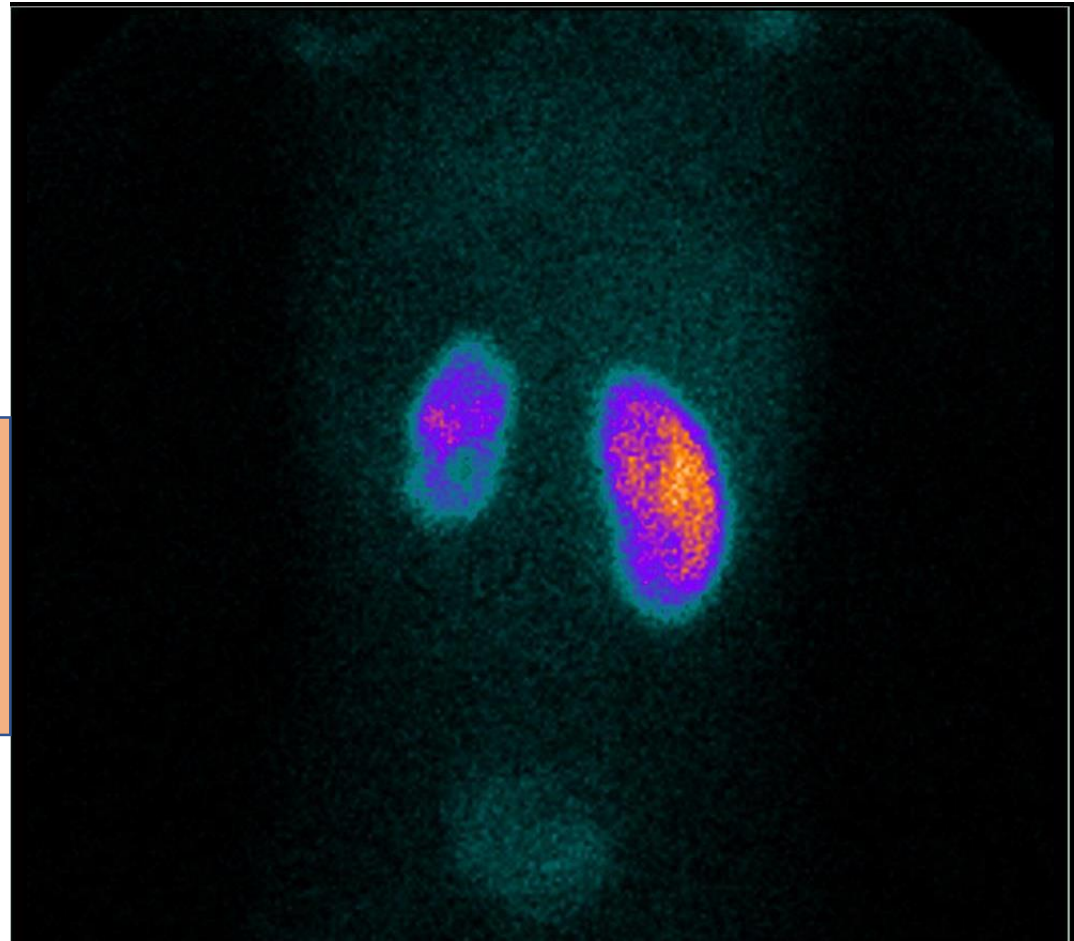




Cintigrafia Renal com ^{99m}Tc -DMSA



Função Renal Diferencial:
Rim direito **75%**
Rim esquerdo **25%**





^{99m}Tc -DMSA: Quando realizar?



- NICE *Clinical Guideline 54*
- Faz cintigrafia 4-6 meses após episódio de PNA
 - Criança com ≥ 3 anos
 - PNA recorrente
 - Criança < 3 anos
 - Má resposta ao tratamento nas primeiras 48 h
 - PNA atípica
 - PNA recorrente

Urinary tract infection in children
Diagnosis, treatment and long-term management

NICE clinical guideline 54

guidance.nice.org.uk/cg54

Issued: August 2007

Cintigrafia com ^{99m}Tc -DMSA



“...extensa lesão
focal no 1/3 superior
do rim direito...”

Cintigrafia com ^{99m}Tc -DMSA

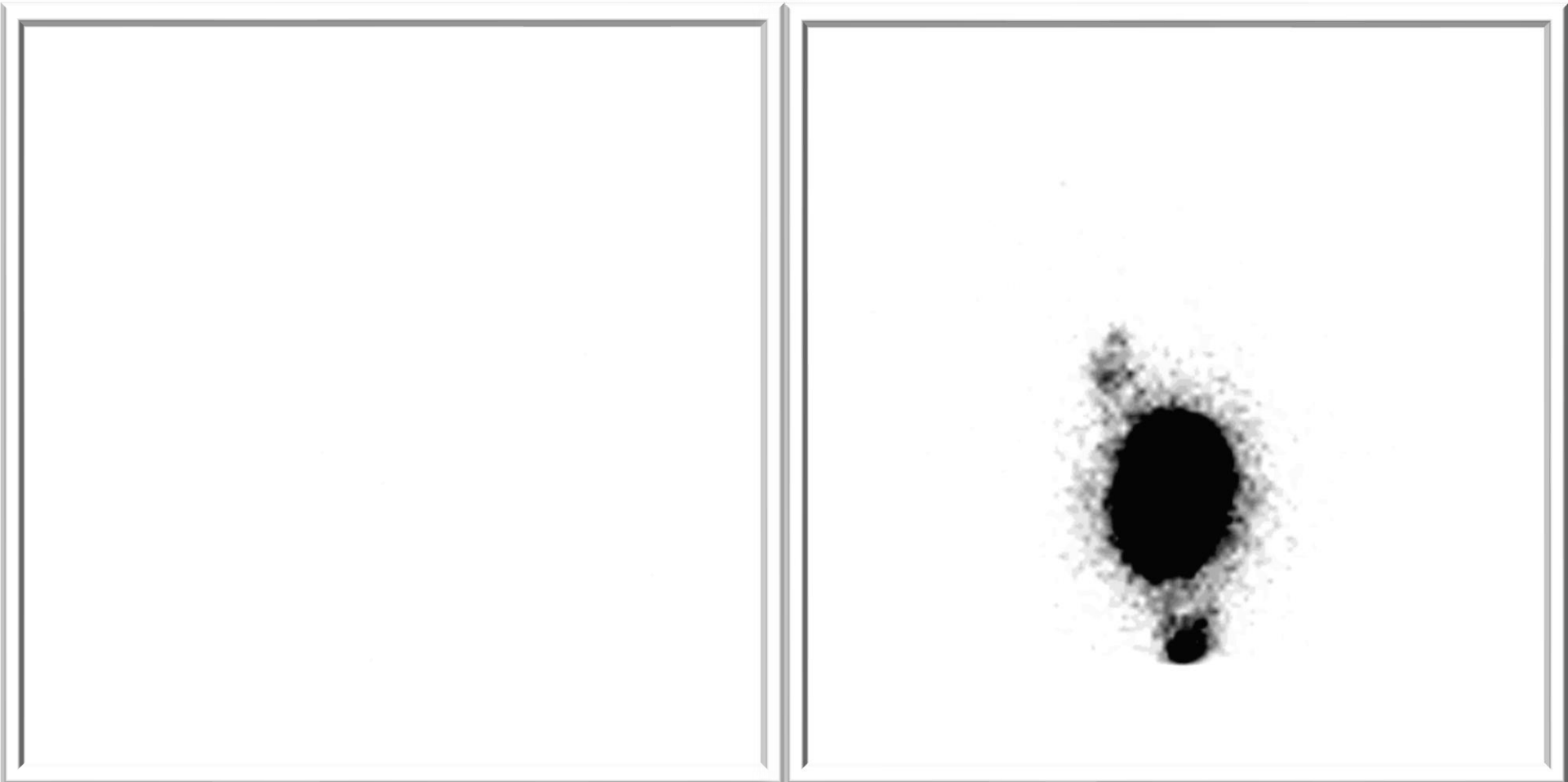


Exame de controlo
após 6 meses:

“...sem alterações
focais ou difusas...”



Cistografia isotópica direta

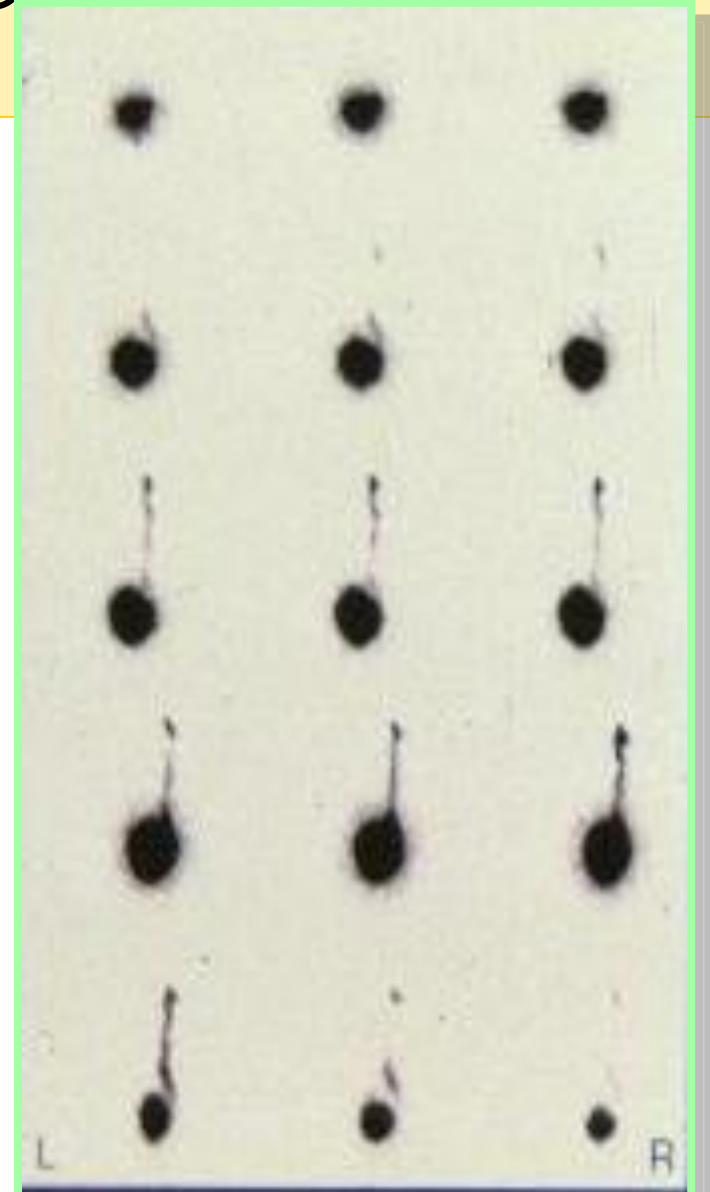




Cintigrafia Renal com ^{99m}Tc -DMSA



Função Renal Diferencial:
Rim direito **14%**
Rim esquerdo **86%**





Endocrinologia

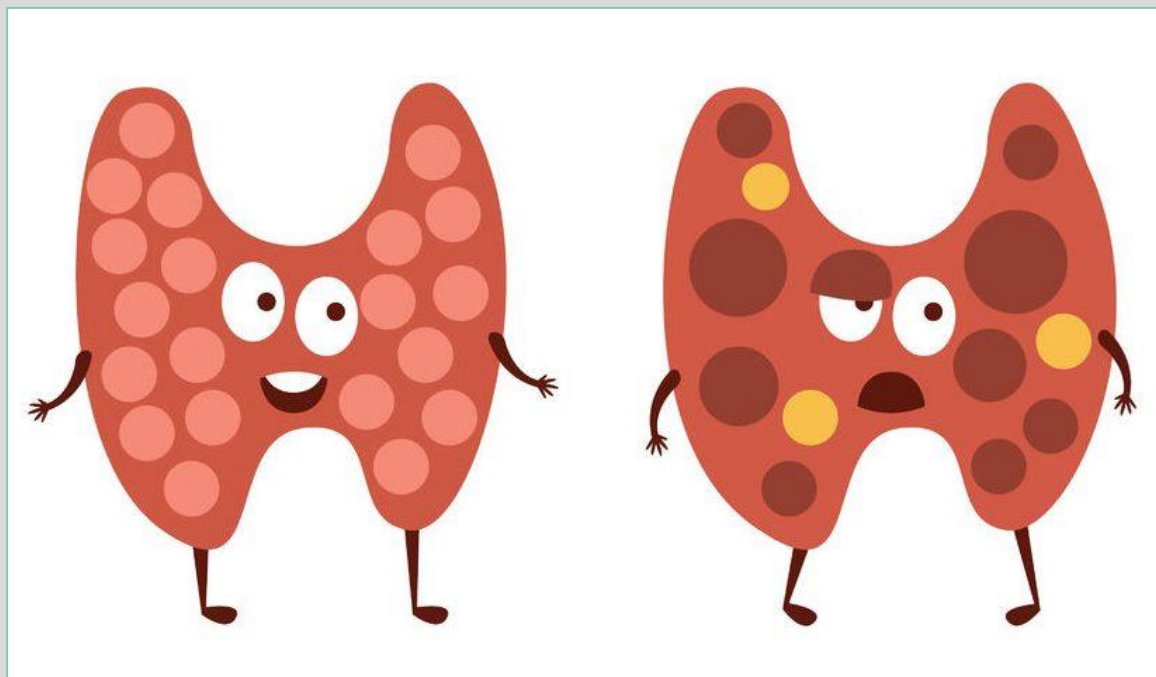


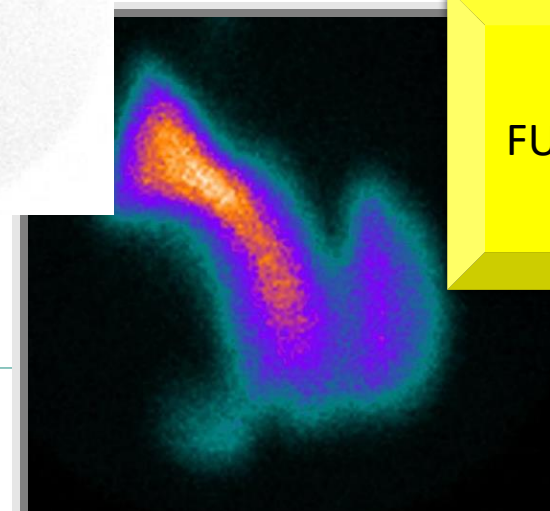
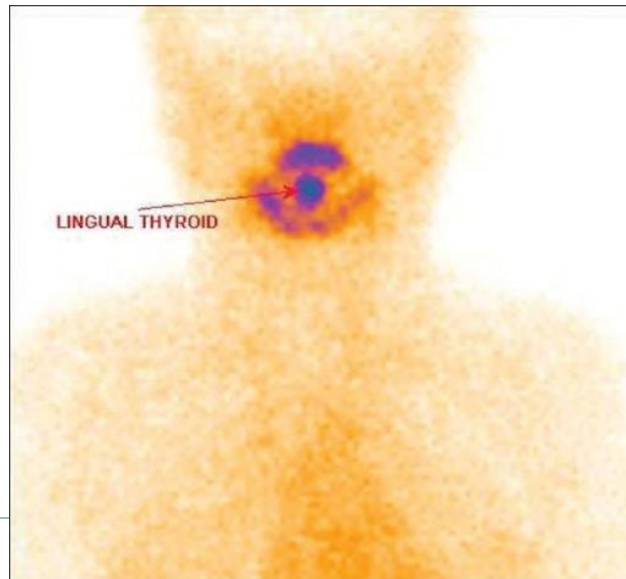
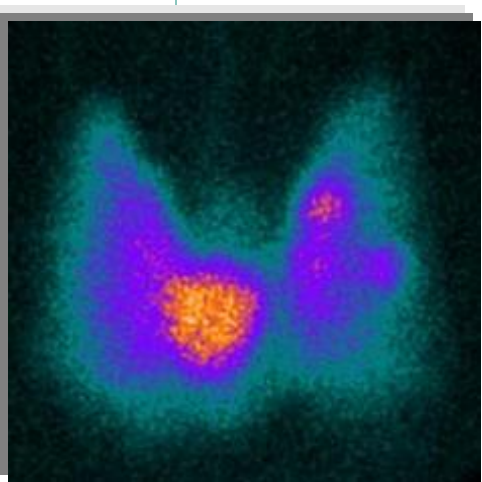


Imagem: Cintigrafia da Tireoide



- Cintigrafia da Tireoide com:
 - Tecnécio-99m (Tc-99m)
 - Iodo-131 (I-131)

Imagem que reflete o estado funcional da tireoide



FUNCIONAL????

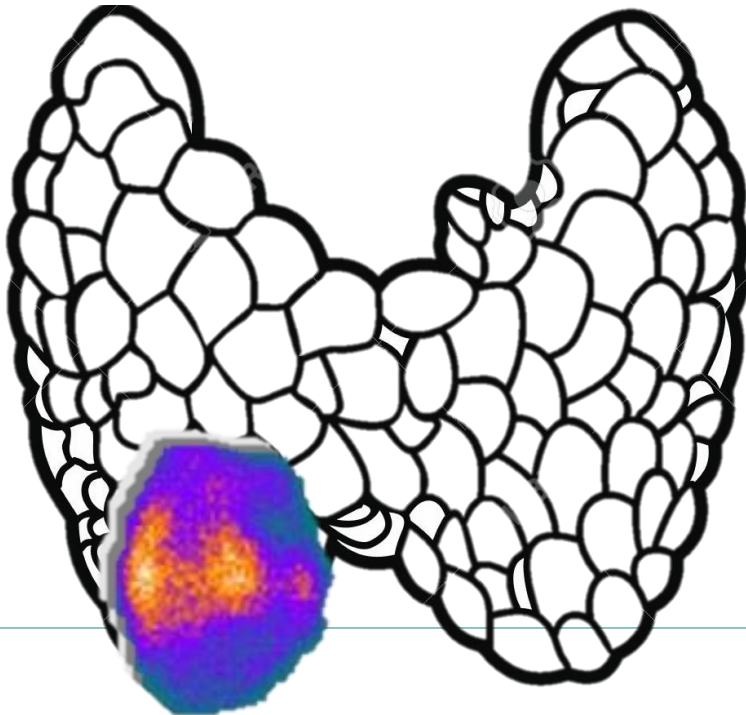


Imagem: Cintigrafia da Tireoide



- Cintigrafia da Tireoide com:
 - Tecnécio-99m (Tc-99m)
 - Iodo-131 (I-131)

Imagem que reflete o estado funcional da tireóide

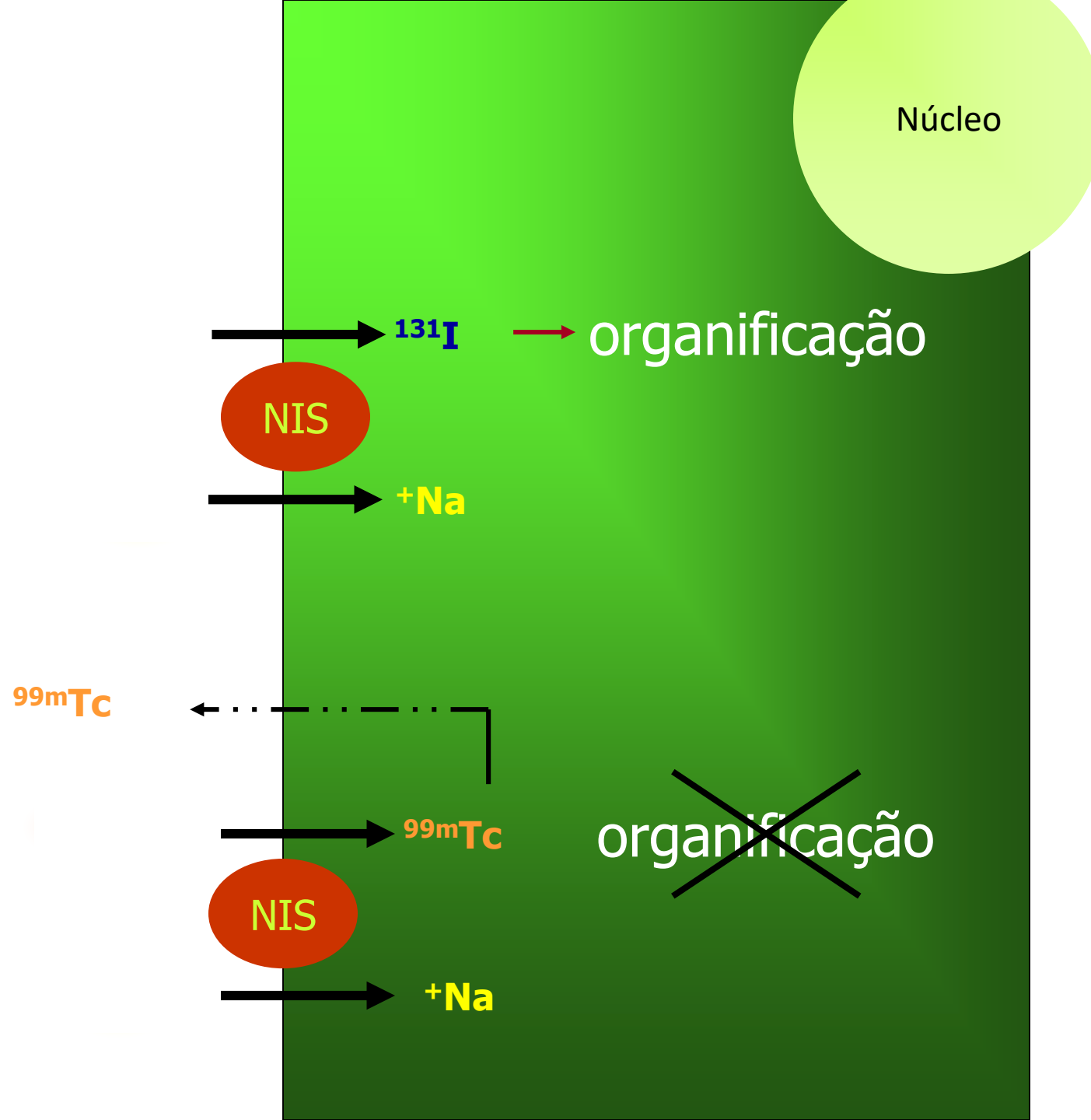




Cintigrafia da Tiróide



- Cintigrafia com $^{131/123}\text{I}$
 - Avalia todo o processo de produção hormonal
 - Captação (NIS)
 - Organificação do iodo
 - Libertação das hormonas
- Cintigrafia com $^{99\text{m}}\text{Tc}$
 - Avalia apenas a captação
 - O $^{99\text{m}}\text{Tc}$ não é organificado





Cintigrafia da Tiróide



	^{131}I	$^{99\text{m}}\text{Tc}$
Dose de radiação	+++++	+
Qualidade de imagem	+	+++
Custo	+++++	+
Tempo de execução	Dois dias	Um dia (< 1h)
Suspensão da amamentação	Permanente para o lactente	24 h
Reflecte todas as etapas do metabolismo do iodo	Sim	Não



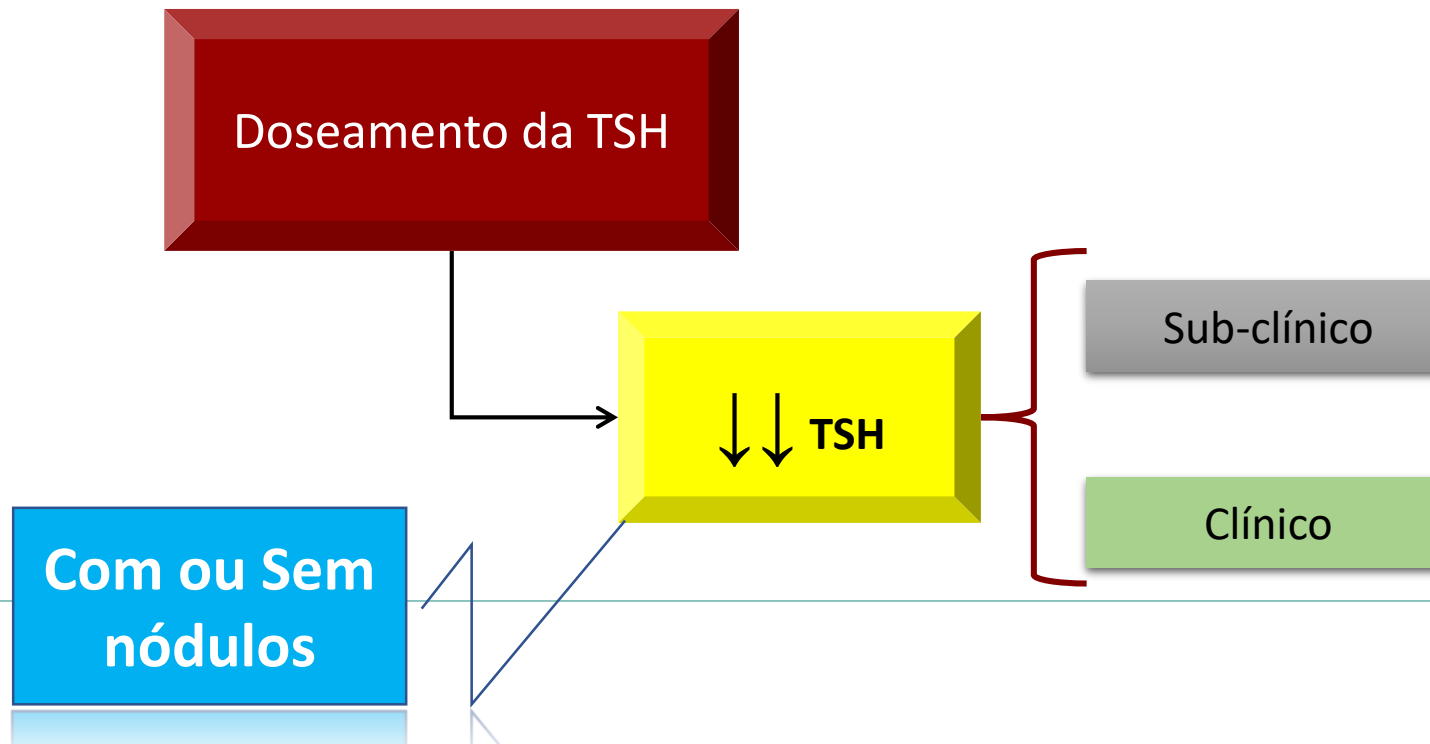
Cintigrafia da Tiróide: indicações



Alterações funcionais:

- ~~Hipofuncionamento/eutiroidia~~
- **Hiperfuncionamento**

Não é um exame de
1ª linha





TSH ↓: Padrões cintigráficos



Ausência de captação

- Tiroidite sub-aguda
- Libertação das hormonas já produzidas



Hipercaptação difusa

- Doença de Graves
- Hiperfuncionamento total da glândula

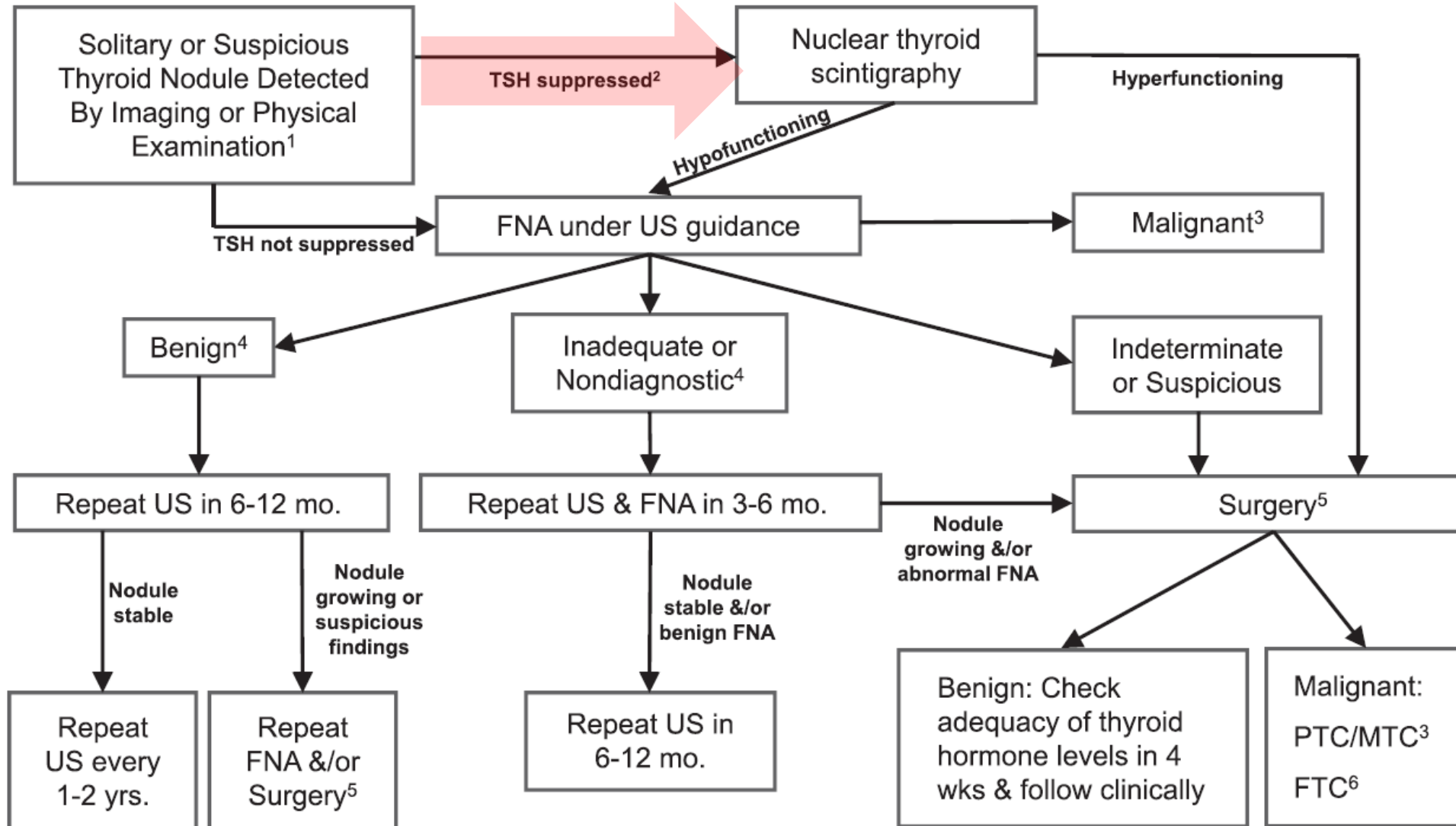


Área(s) de hipercaptação nodular(es)

- BMN tóxico
- Nódulo Autônomo

Management Guidelines for Children with Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer

The American Thyroid Association Guidelines Task Force
Pediatric Thyroid Cancer





Patologia Osteoarticular





Cintigrafia Óssea



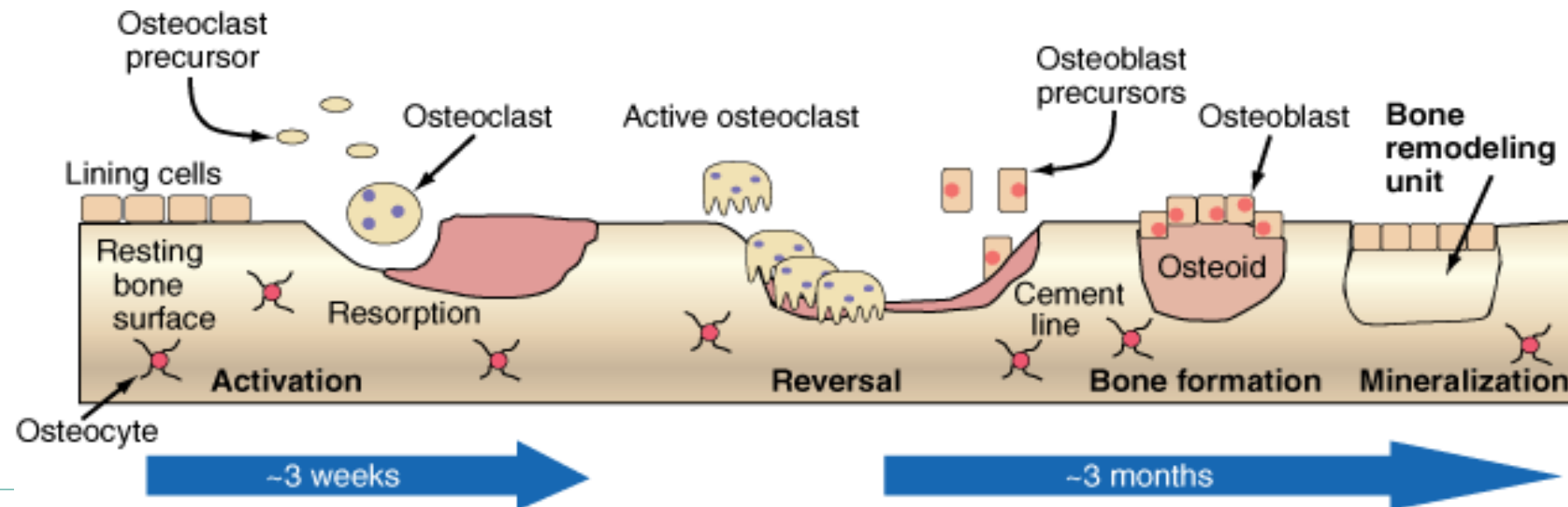
- Um dos estudo mais frequentemente realizados em Medicina Nuclear
- Marcação de um **difosfonato** com ^{99m}Tc
 - ^{99m}Tc -Metilenodifosfonato (^{99m}Tc -MDP)
 - ^{99m}Tc -Hidroximetilenodifosfonato (^{99m}Tc -HMDP)
- Metodologia simples
- Minimamente invasivo
 - Estudo de todo o esqueleto com baixa dose de radiação
 - $\approx 4\text{mSv}$ (1 ano de radiação natural em Portugal)
 - Pode ser efetuado em qualquer idade



Cintigrafia Óssea



- Mapeia a actividade osteoblástica associada à agressão óssea
 - Presente nos estadios iniciais da doença
 - Precocidade na detecção
 - Rx ➡ Perda de massa óssea > 30-40%

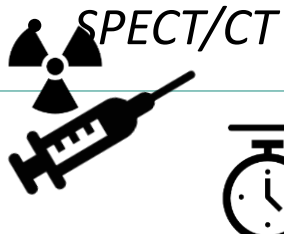




Cintigrafia Óssea – protocolo do exame



- **Sem preparação**
 - Excluir gravidez
 - Interrompe amamentação durante 24 horas
- Administração *i.v.* do radiofármaco
 - Estudo da perfusão
- **Hidratação**
- Aquisição de imagens 2-3 horas após injeção
 - Planares
 - Tomográficas
 - *SPECT* (tomografia computadorizada de fóton simples)



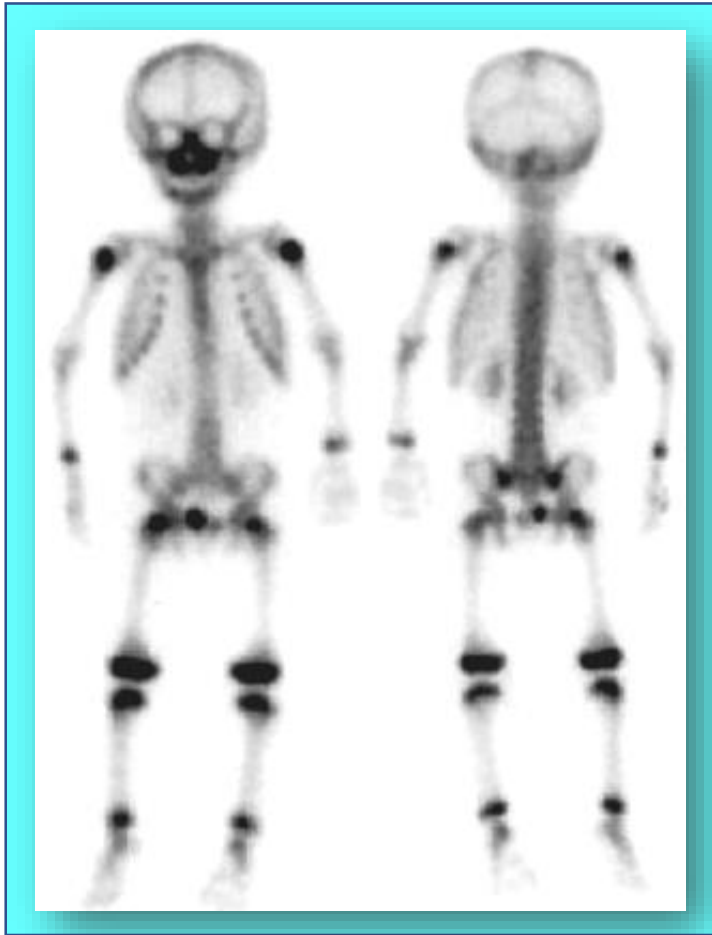


Cintigrafia Óssea em Pediatria



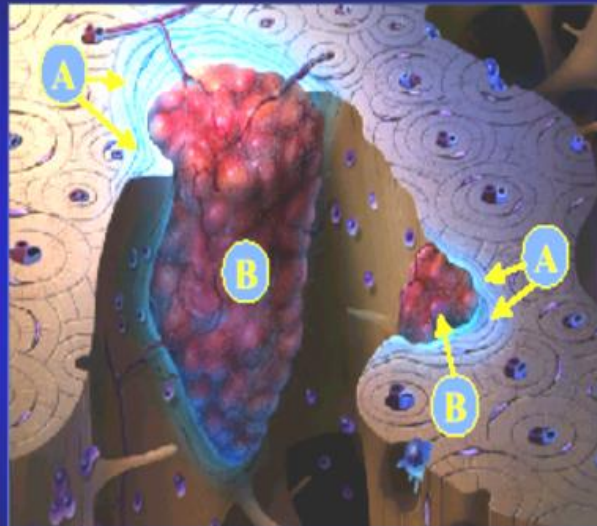
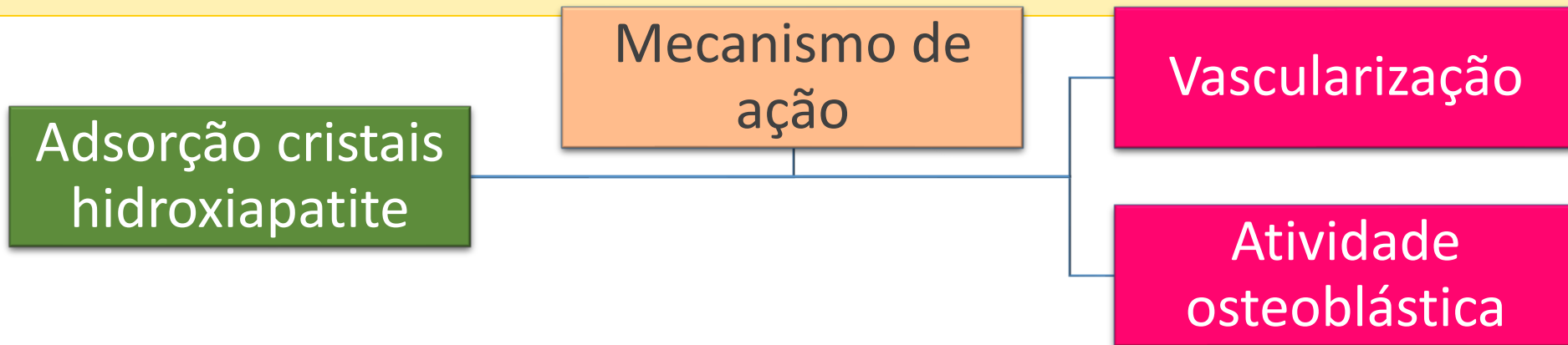


Cintigrafia Óssea





Mecanismo de ação



Cellular level: uptake in a new osseous layer (A) close to a metastlastic tumour (B)



Cintigrafia Óssea - Indicações



- **Oncologia**

- **Metástases**

- Tumores que cursam com mts. ósseas osteoblásticas ou mistas
 - Valor limitado nas mts. osteolíticas puras

- Primário

- Patologia osteoarticular inflamatória
- Patologia osteoarticular infecciosa
- Patologia traumática
- Patologia vascular
- Patologia óssea metabólica

Estadiamento
Seguimento



Caso Clínico

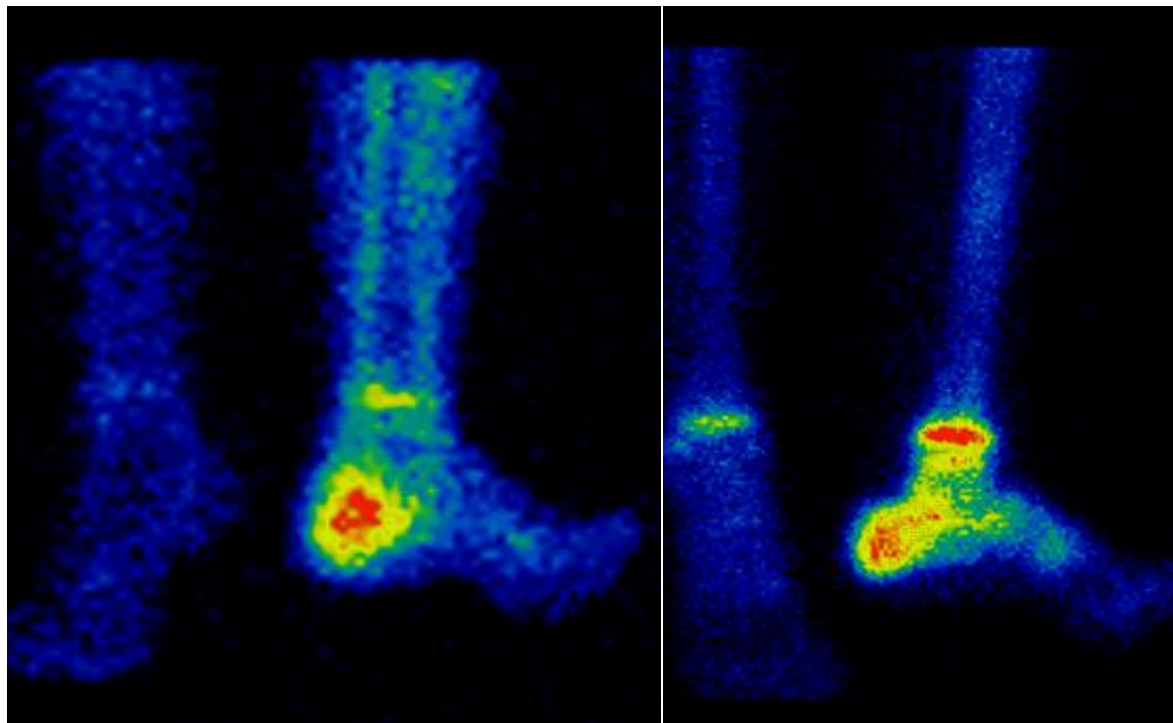
Menina de 9 anos

Clínica: Sinais inflamatórios
do pé direito

Suspeita: Algoneurodistrofia ?

Cintigrafia: Alterações na
perfusão e imagens tardias

Diagnóstico: Osteomielite
calcâneo





Caso Clínico

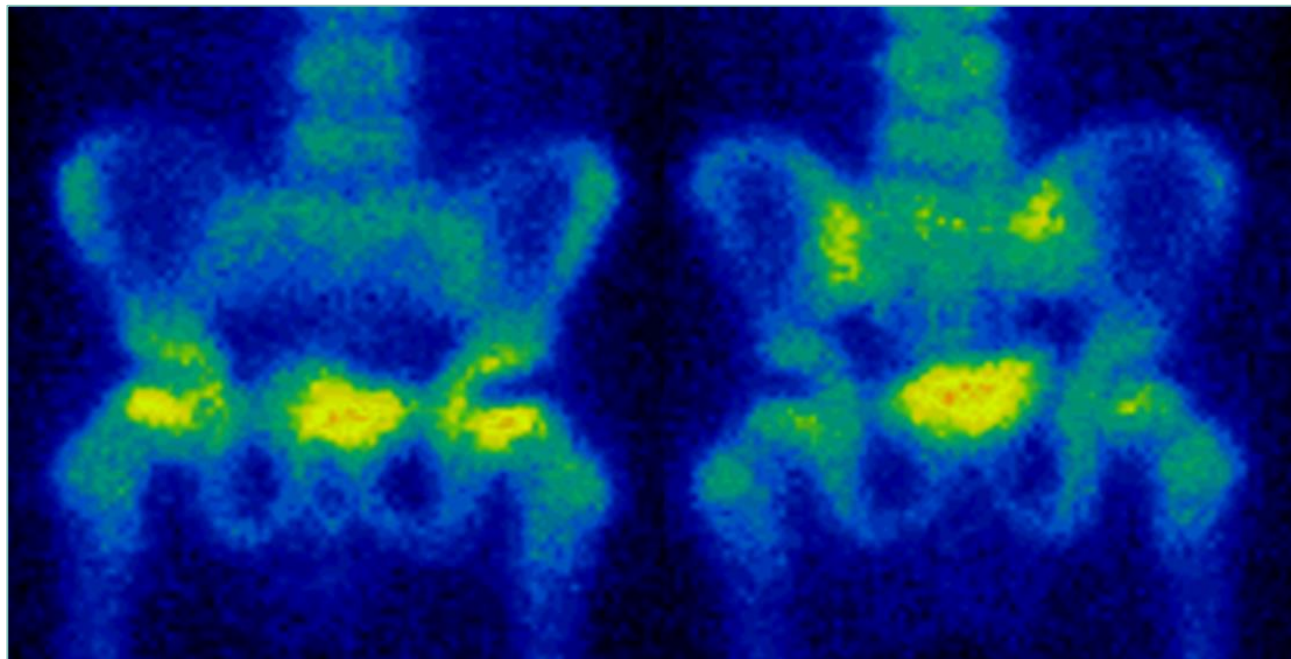
Menino de 4 anos

Clínica: Claudicação

Suspeita: Discite?/
Sacroileíte?

Cintigrafia: Legg-Perthes à
esquerda

Diagnóstico final: Legg-
Perthes à esquerda





Caso Clínico

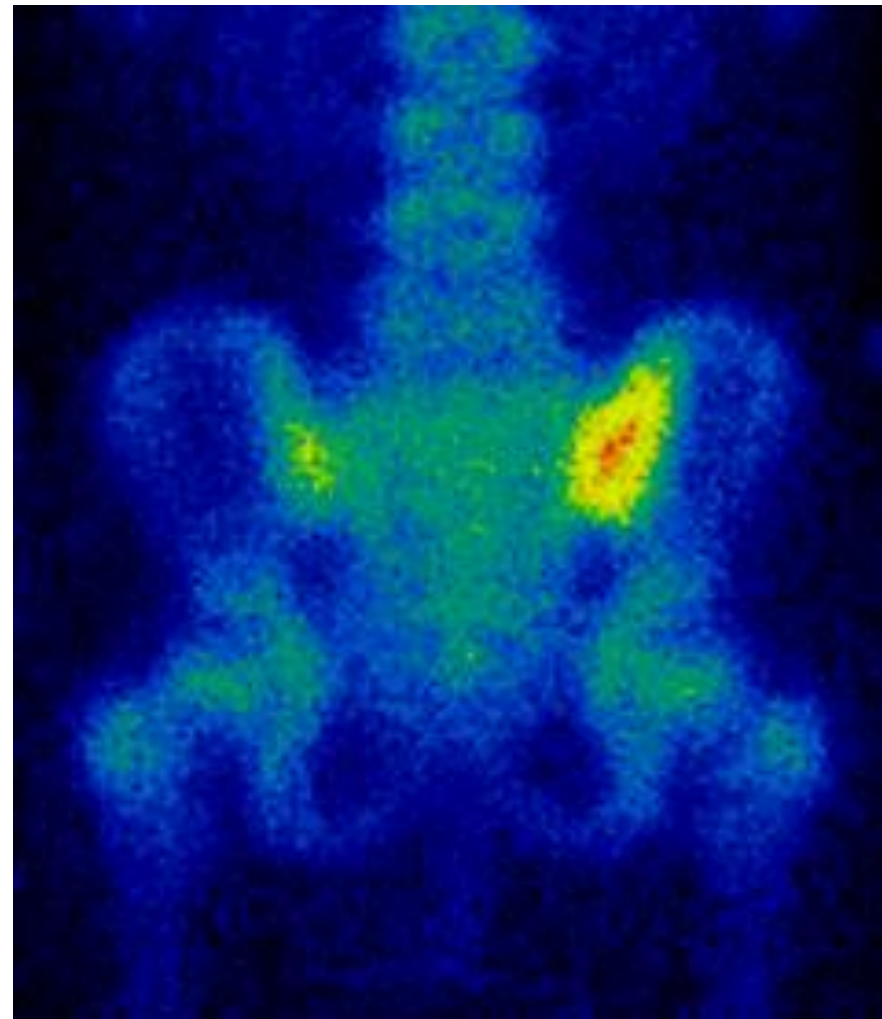
Menina de 3 anos

Clínica: Claudicação

Suspeita: Osteomielite

Cintigrafia: Sacroileíte direita

Diagnóstico final: Sacroileíte





Caso Clínico

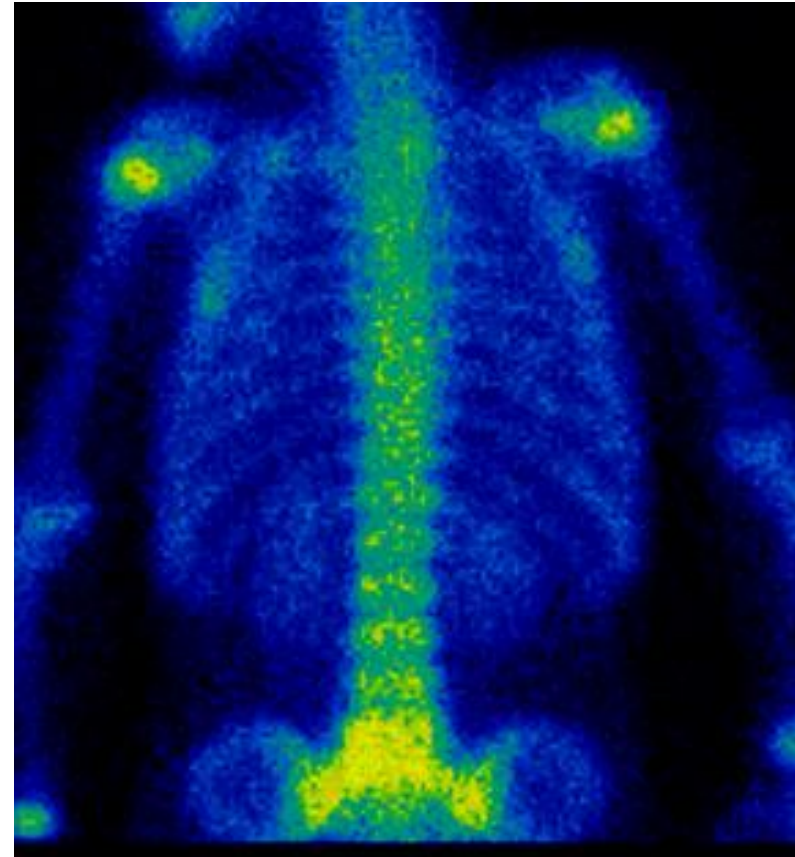
Menino de 2 anos

Clínica: Dor + claudicação

Suspeita: Discite

Cintigrafia: Discite L4-L5

Diagnóstico final: Discite L4-L5





Caso Clínico

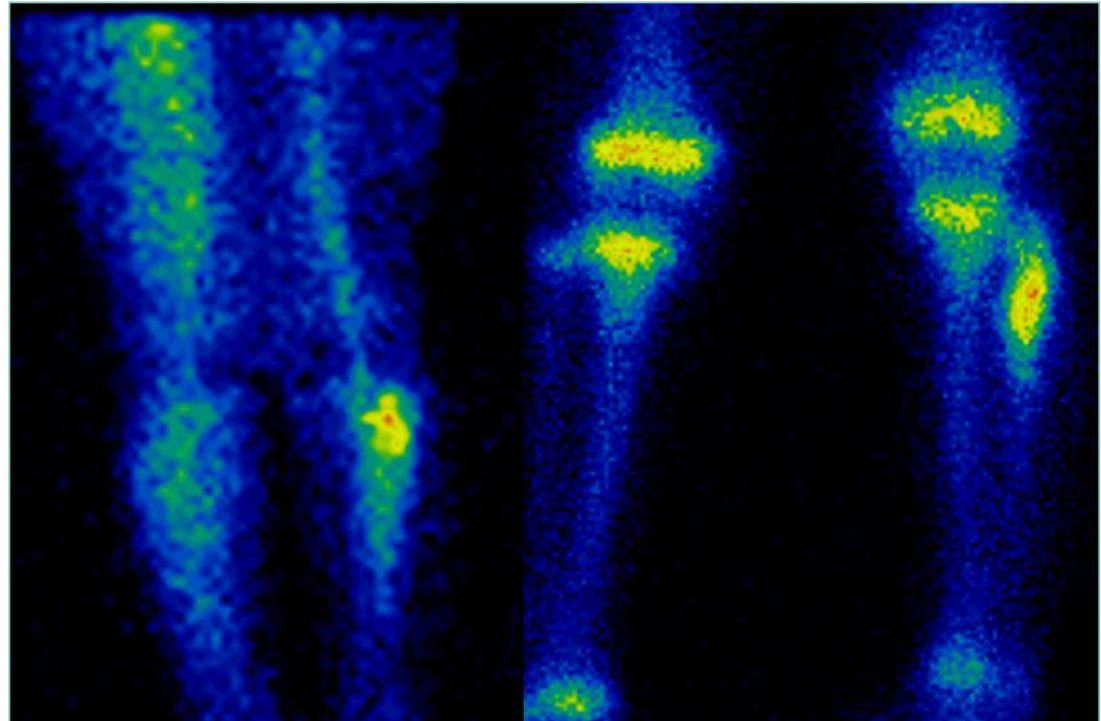
Menina de 4 anos

Clínica: Sinais inflamatórios
do joelho

Suspeita: Osteomielite ?

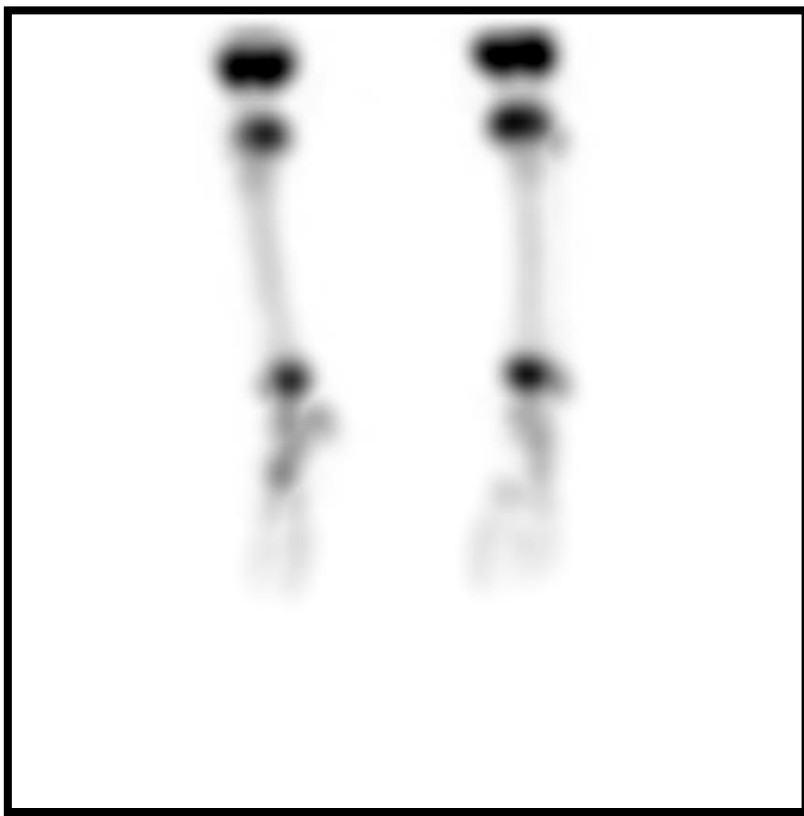
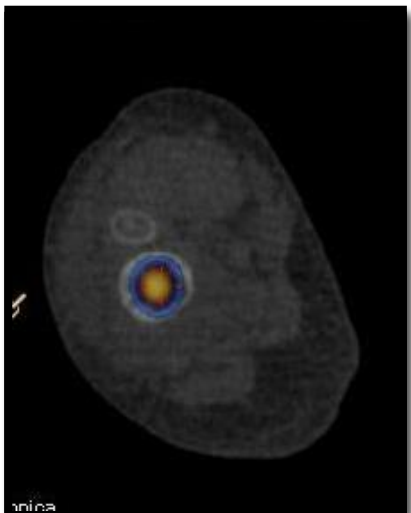
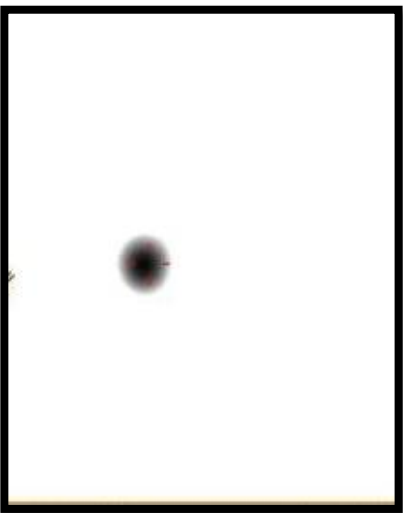
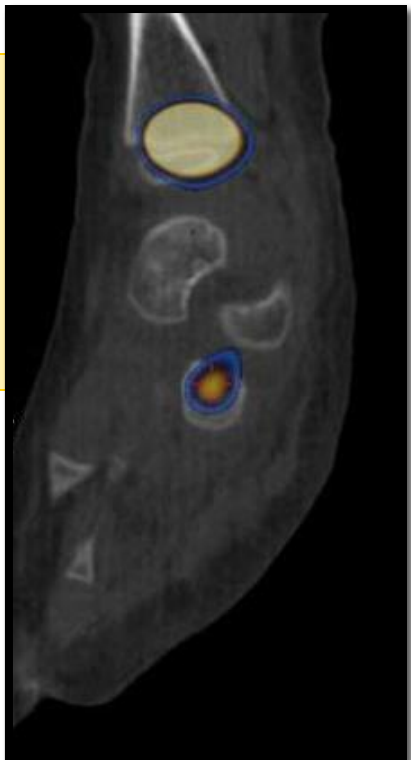
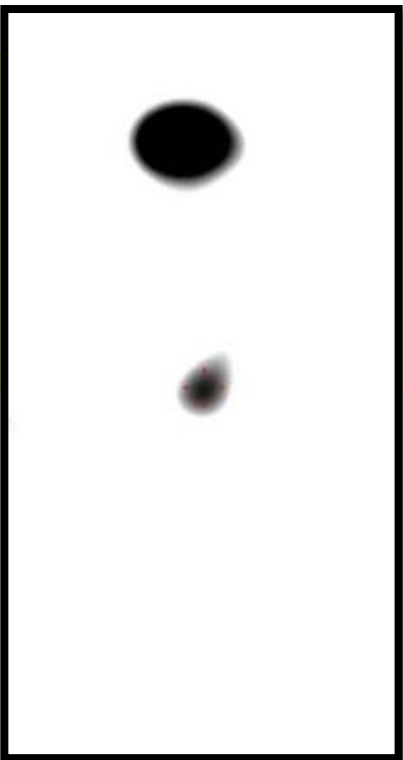
Cintigrafia: Osteomielite
perónio esquerdo

Diagnóstico final:
Osteomielite





S

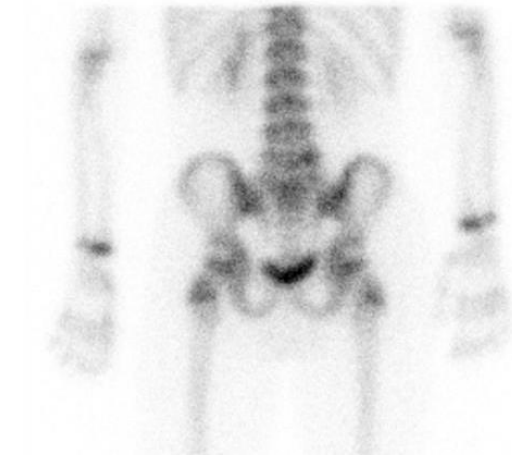
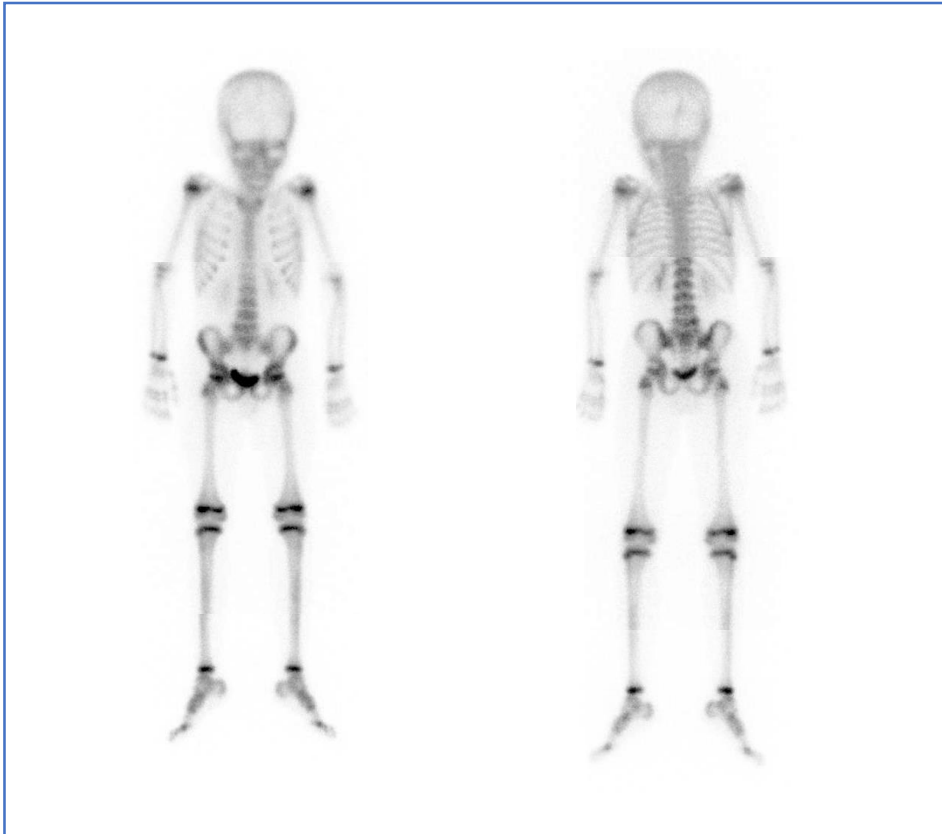




Caso Clínico Pediatria



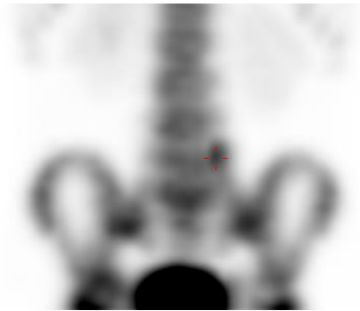
Fase óssea



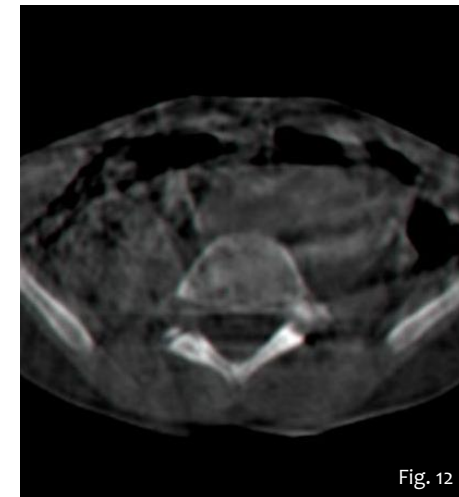
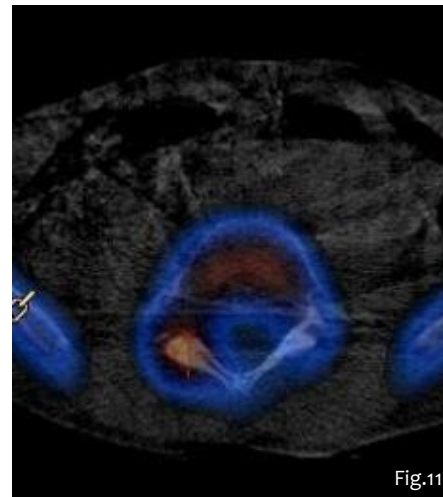
Face aos achados cintigráficos
opta-se pela realização de
SPECT/CT



Caso Clínico



Imagens SPECT/CT da região lombar, ao nível de L5



Espondilólise



Caso Clínico

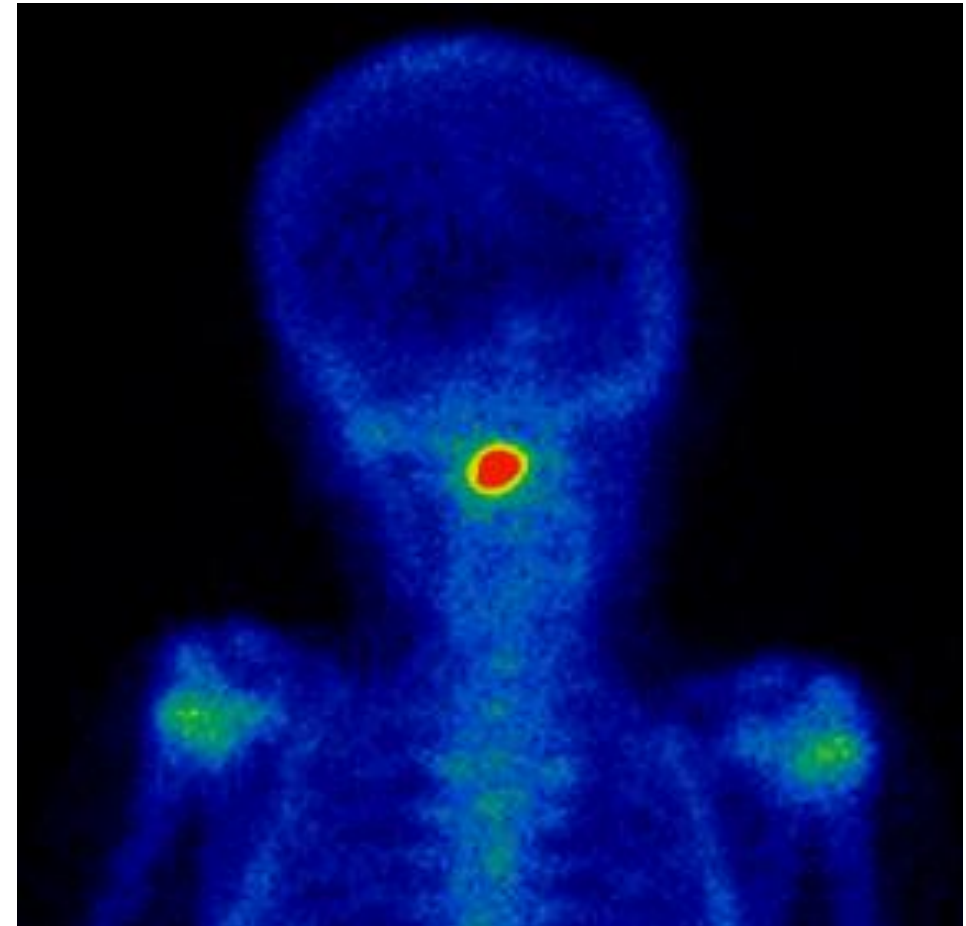
Menino de 5 anos

Clínica: Dor cervical

Suspeita: Osteoma osteóide

Cintigrafia: Osteoma osteóide

Diagnóstico final: Osteoma osteóide

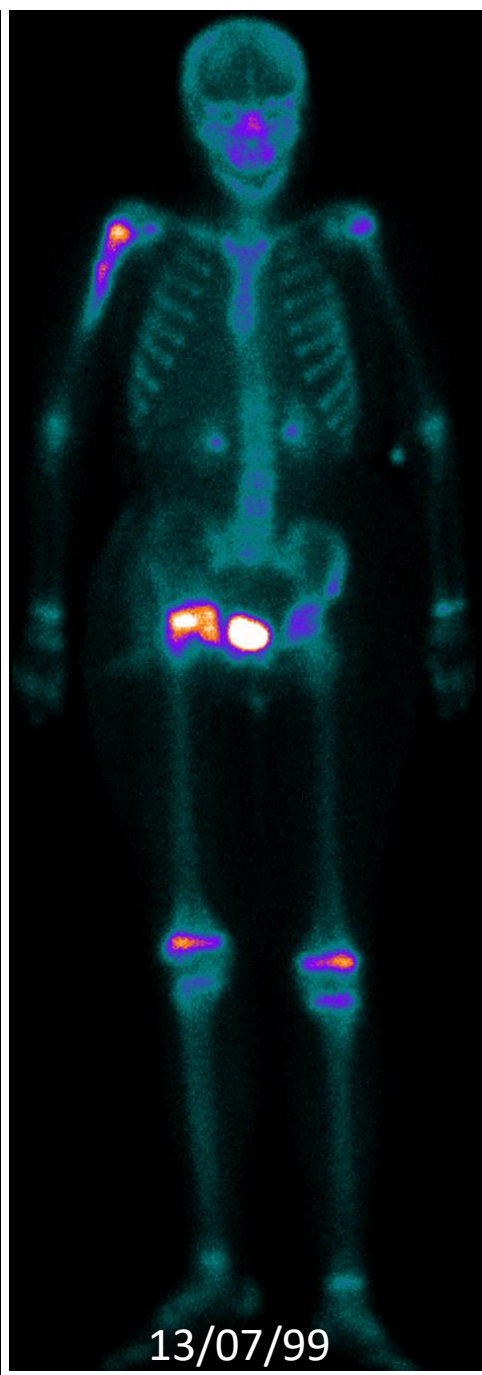
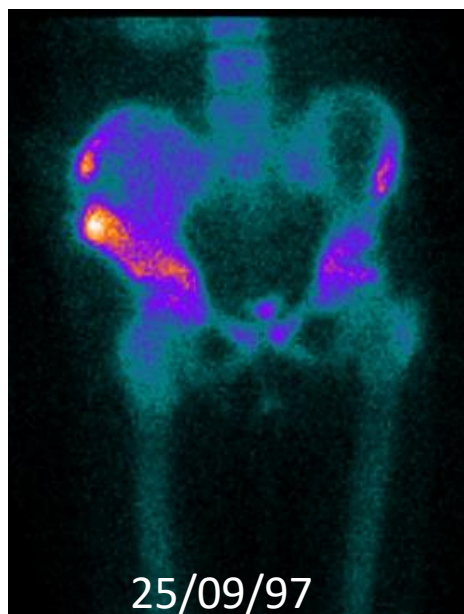




Oncologia



- Condrossarcoma
- Sarcoma de Ewing
- Osteocondroma
- Lesões Ósseas secundárias





Caso Clínico

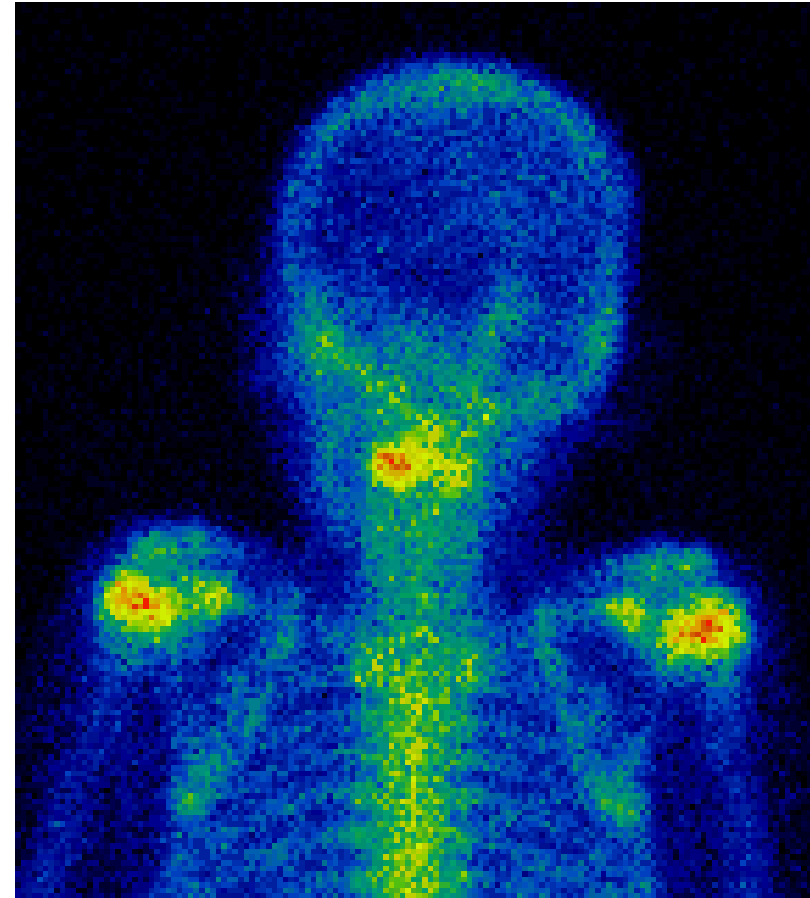
Menino de 7 anos

Clínica: Osteossarcoma do fémur + dor cervical

Suspeita: Recidiva cervical

Cintigrafia: Compatível com recidiva

Diagnóstico final: Recidiva cervical





Caso Clínico

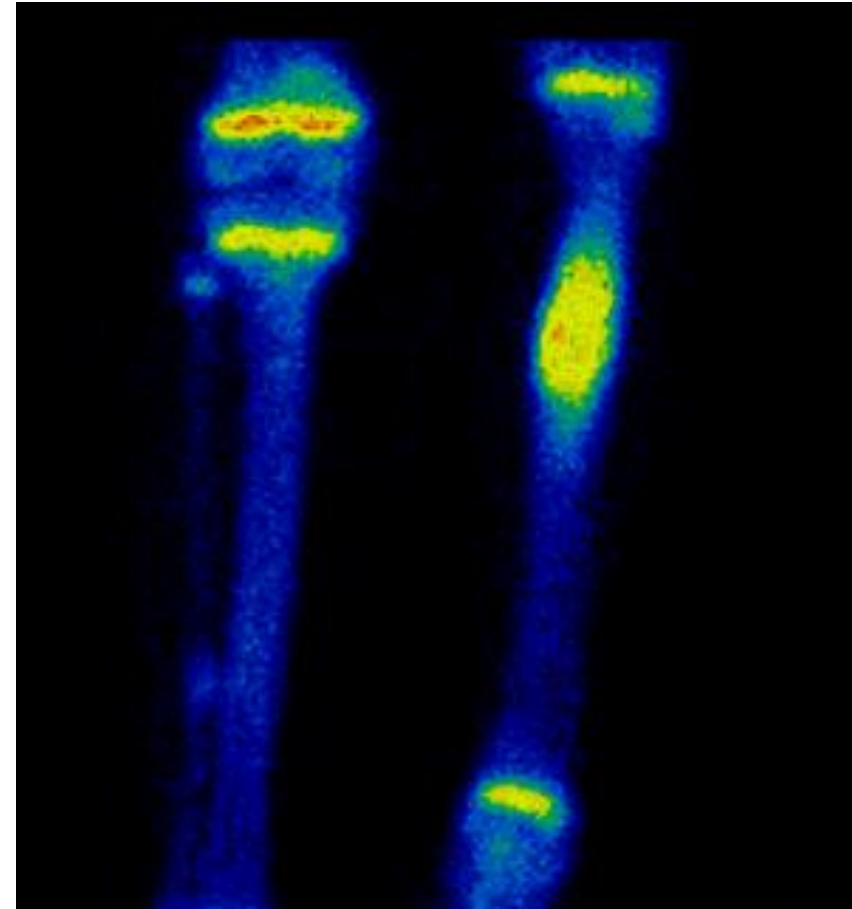
Menino de 11 anos

Clínica: S. Ewing do fémur
esq. + dor tíbia esq.

Suspeita: Recidiva

Cintigrafia: Recidiva

Diagnóstico final: Recidiva
perônio dto. e tíbia esq





Cintigrafia Óssea



Elevada Sensibilidade
Precocidade no diagnóstico

Mas

Baixa Especificidade

Padrão de
captação

Informação clínica
adequada

SPECT/CT

Localização
precisa das
lesões



Oncologia





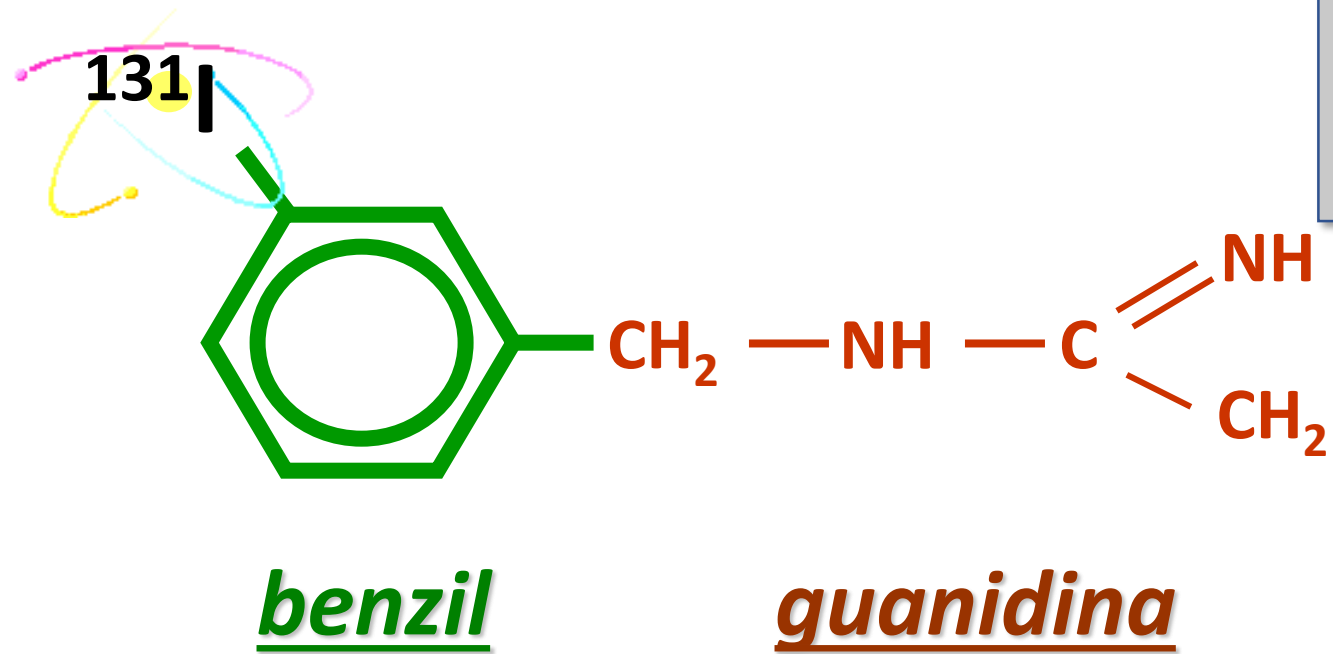
Oncologia Pediátrica



- Cintigrafia Óssea
- Cintigrafia com ^{123}I -MIBG
- Cintigrafia com ^{67}Ga
- PET/CT
 - ^{18}F -FDG
 - ^{18}F -DOPA
 - ^{68}Ga -DotaX



^{131}I -MIBG



Neuroblastoma

Captado pelas terminações nervosas adrenérgicas pré-sinápticas

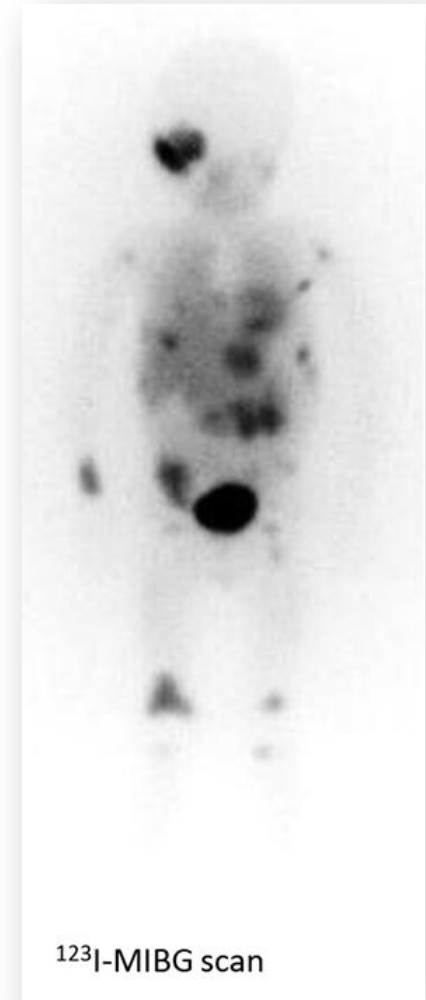
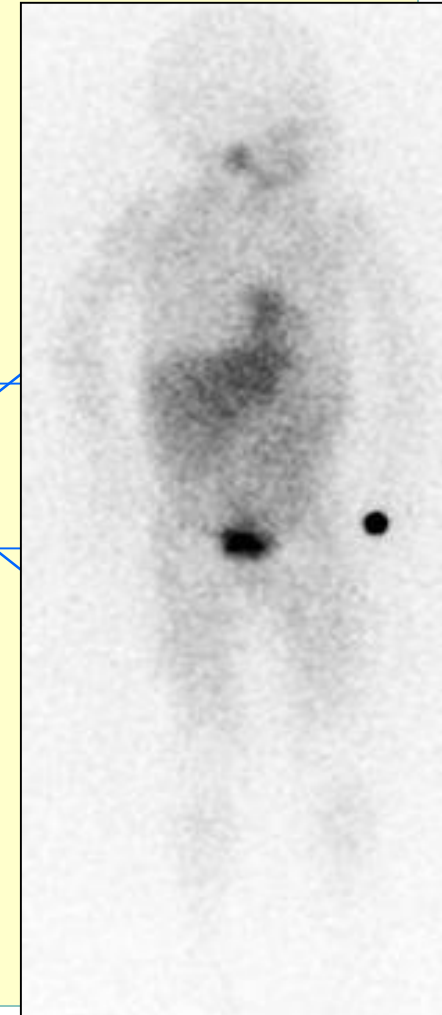


^{123}I -MIBG: biodistribuição normal



- Coração
- Pulmões
- Baço
- Suprarrenais (< 15% com ^{131}I)
- Fígado
- Rins
- Bexiga
- Intestino
- Tiróide

✓ Medula
✓ Osso



^{123}I -MIBG scan



Oncologia: PET/CT





PET



CICLOTRÃO: ^{18}F



SÍNTESE: ^{18}F FDG

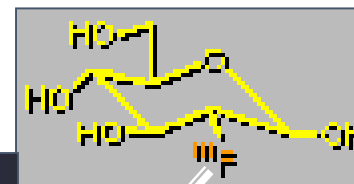
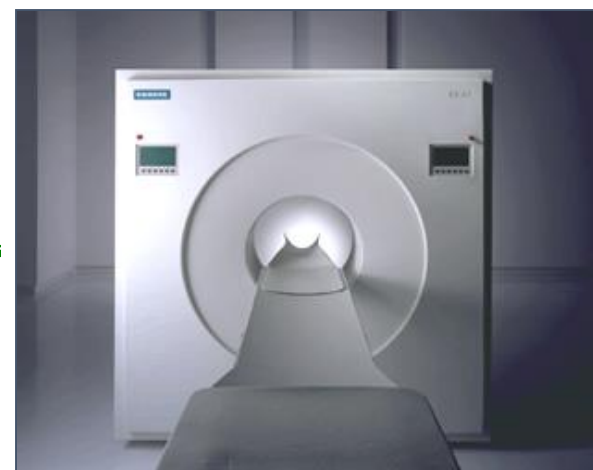


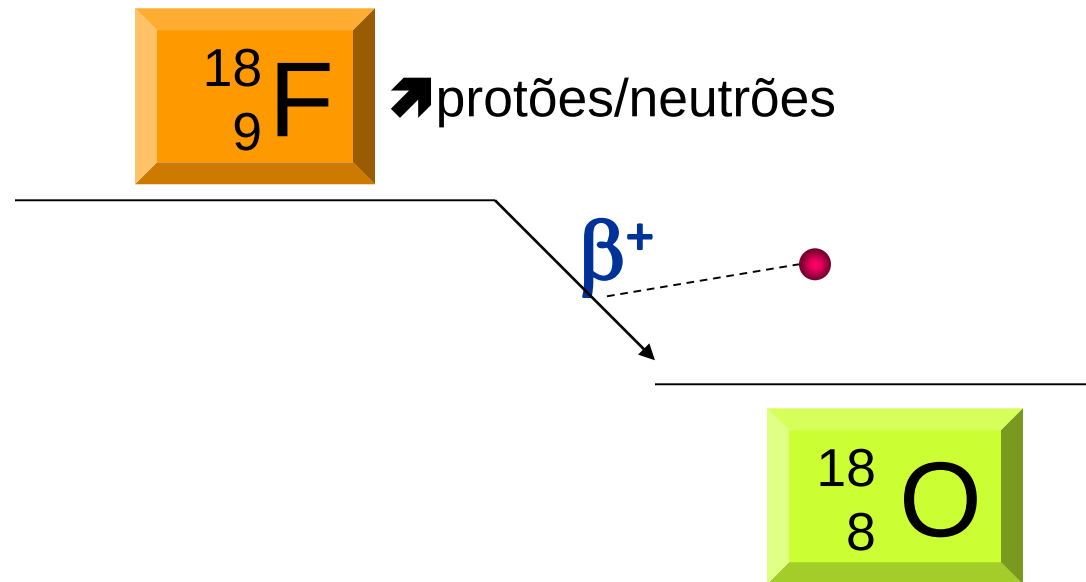
IMAGEM PET



CÂMARA PET



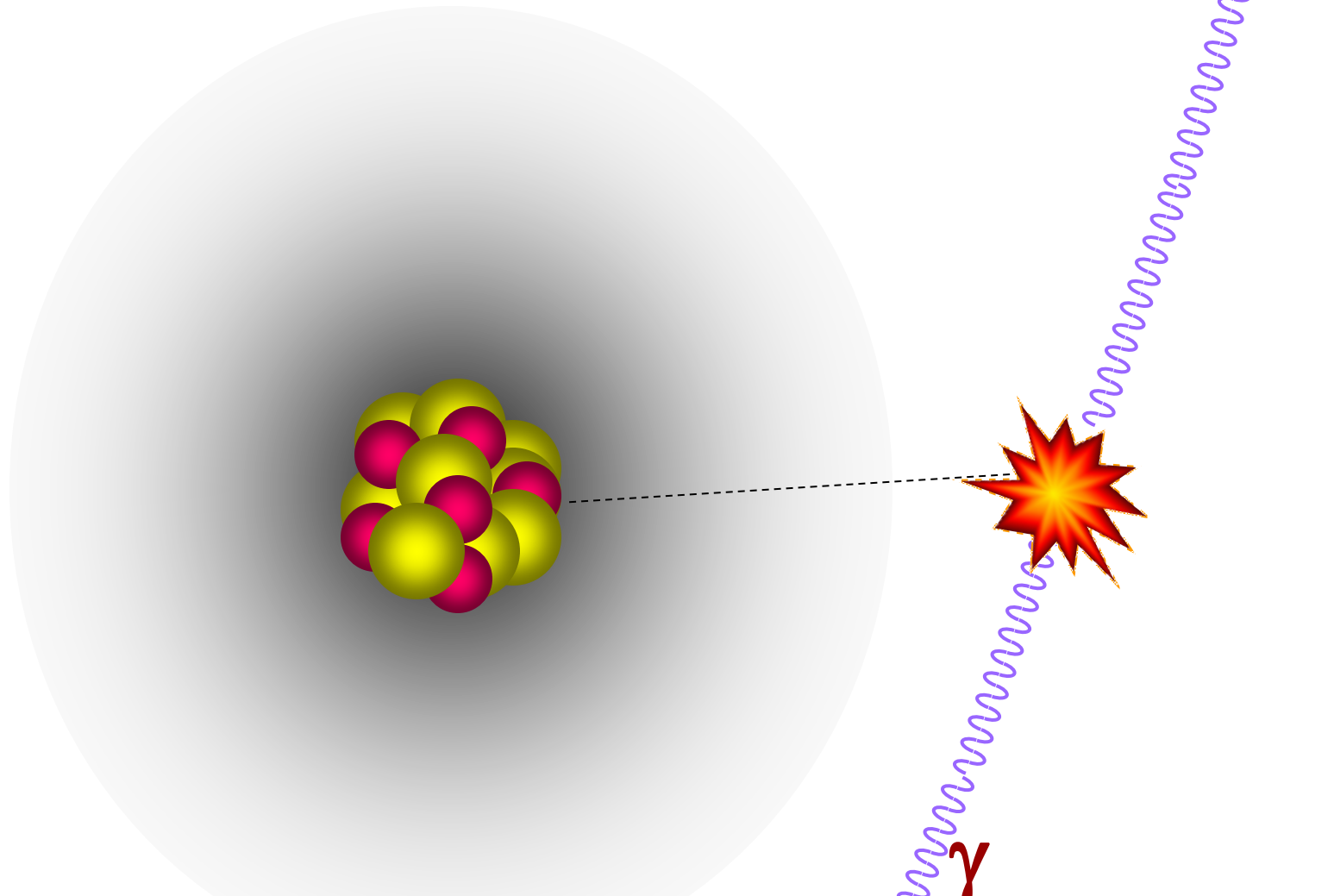
Decaimento Radioactivo: ^{18}F



$p = n + \beta^+ + u$
Semi-vida de 110 min.



PET: reacção de aniquilação

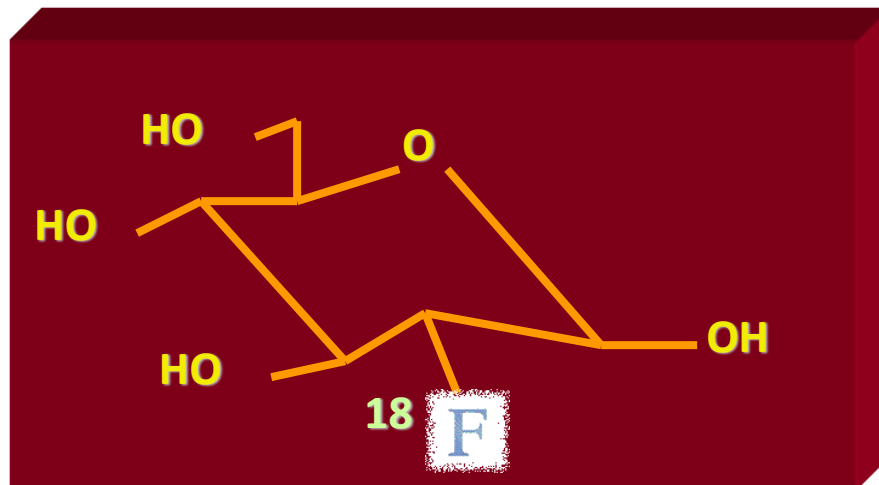




^{18}F -FDG

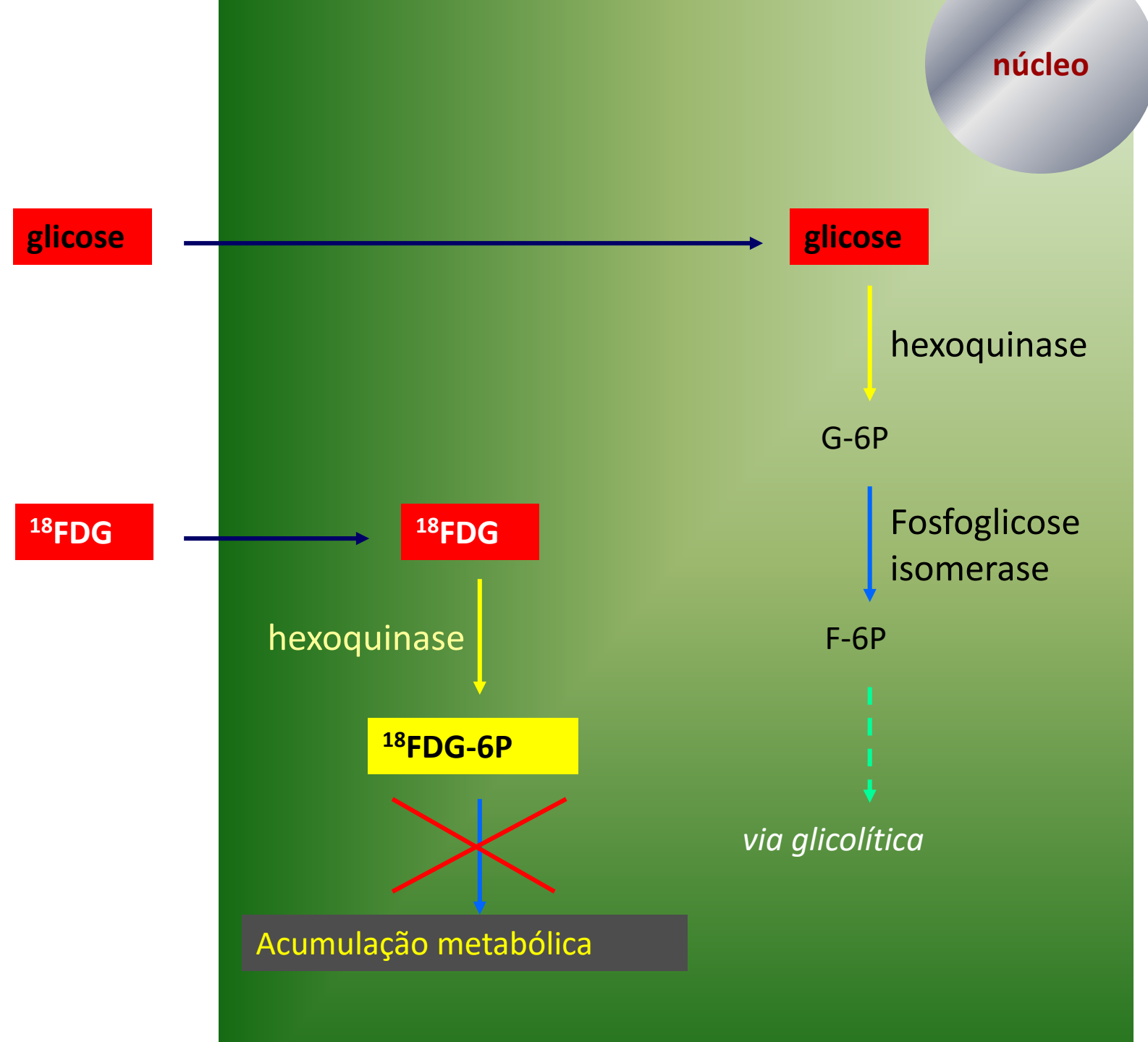


2- ^{18}F -*f*luoro-2-*d*eoxi-D-*g*lucose



- Análogo da Glicose
- Só é substrato da hexoquinase
- Não segue a via metabólica
- Fica aprisionado dentro da célula

Fluor-18: semi-vida física – 109.8 minutos





PET ^{18}F -FDG normal



Cérebro

Mucosas

Músculo

Medula óssea

Coração

Fígado

Baço

Rins

Intestino

Bexiga





Interferência



- Quimioterapia
 - **FN** - *stunning* metabólico
 - Pelo menos 4 semanas após QT
- Radioterapia
 - **FP** – inflamação
 - Pelo menos 6 semanas
- Patologia inflamatória
 - cirurgia



PET/CT com ^{18}F -FDG: preparação



- Informação ao doente e acompanhantes
- História clínica:
 - Antecedentes cirúrgicos
 - QT
 - Infecção/inflamação
 - Diabetes
 - Função renal
- Jejum: 4-6 horas
- Glicémia antes da administração de ^{18}F -FDG
 - $< 140 \text{ mg/ml}$
- Relaxantes musculares/ansiolíticos
 - Pescoço
- Anestesia/sedação



PET/CT com ^{18}F -FDG: preparação



- Administração e.v. de ^{18}F -FDG
- Repouso
 - 40-60 minutos
 - Cómodo
 - Evitar contração muscular

- Hidratação
 - Oral/e.v.
 - Escavação pélvica
- Algaliação
 - Lavagem vesical
 - Escavação pélvica
 - Furosemido
- Aquisição do exame
 - 30-60 minutos



PET/CT com ^{18}F -FDG: Indicações gerais

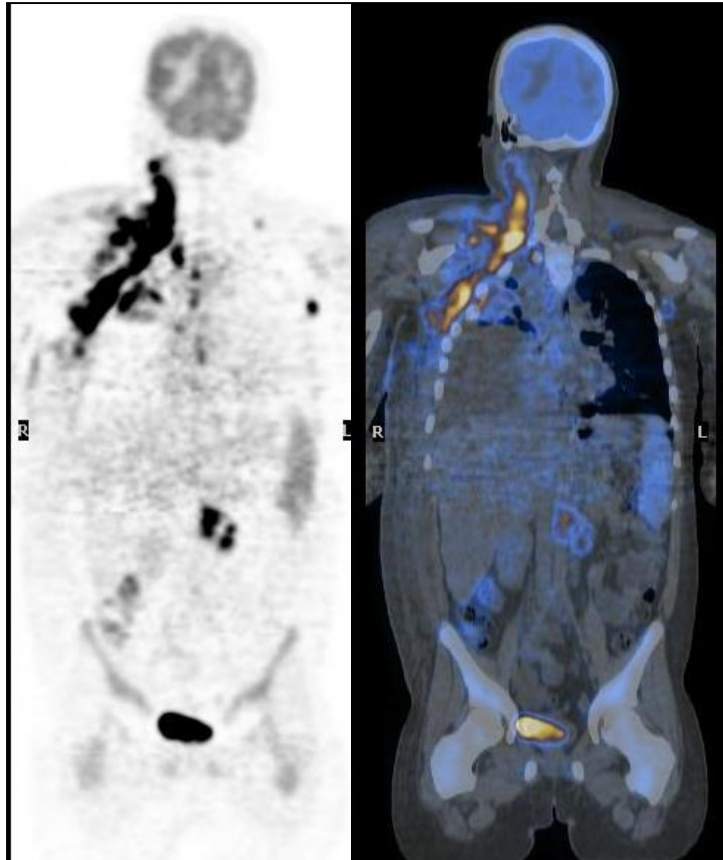


- Linfoma
- Sarcoma
- Osteossarcoma
- Sarcoma de Ewing
- Neuroblastoma neg para MIBG

- DD benignidade vs malignidade
- Estadiamento
- Elevação de marcadores tumorais
- Avaliação de resposta ao tratamento
- Fibrose vs recidiva/viabilidade tumoral
- Orientação de biopsia
- Planeamento de RTE

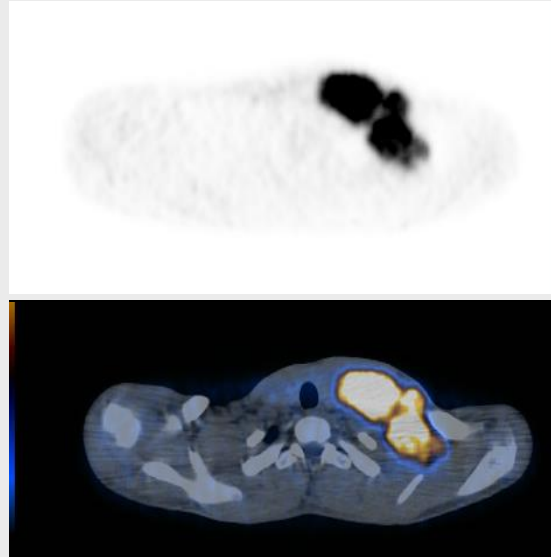
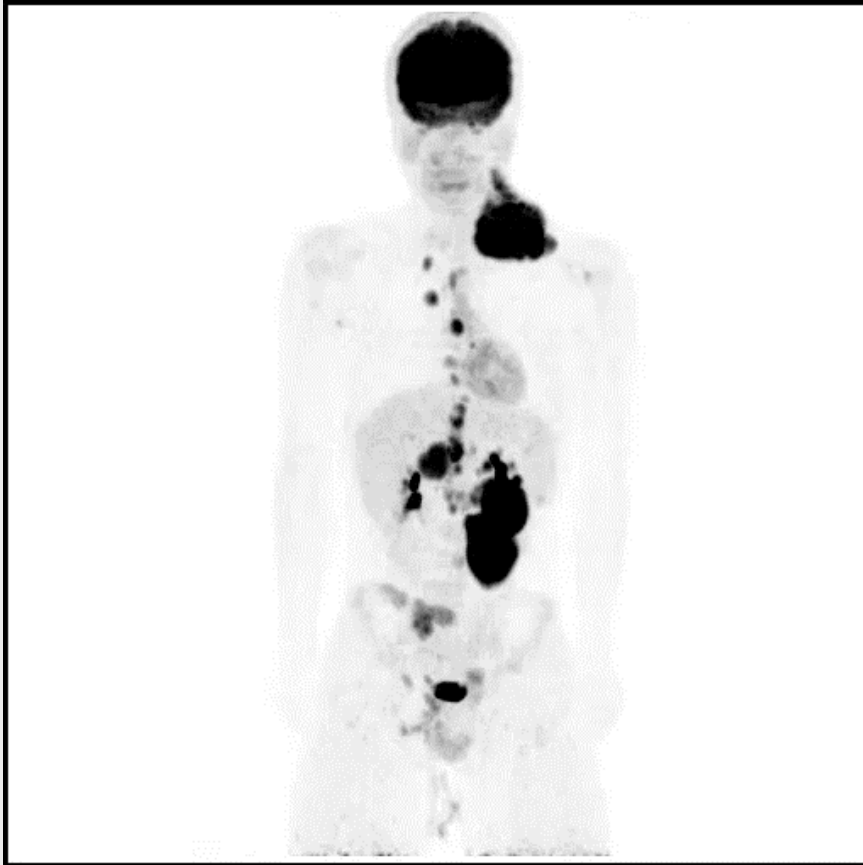


Caso Clínico: estadiamento com ^{18}F -FDG





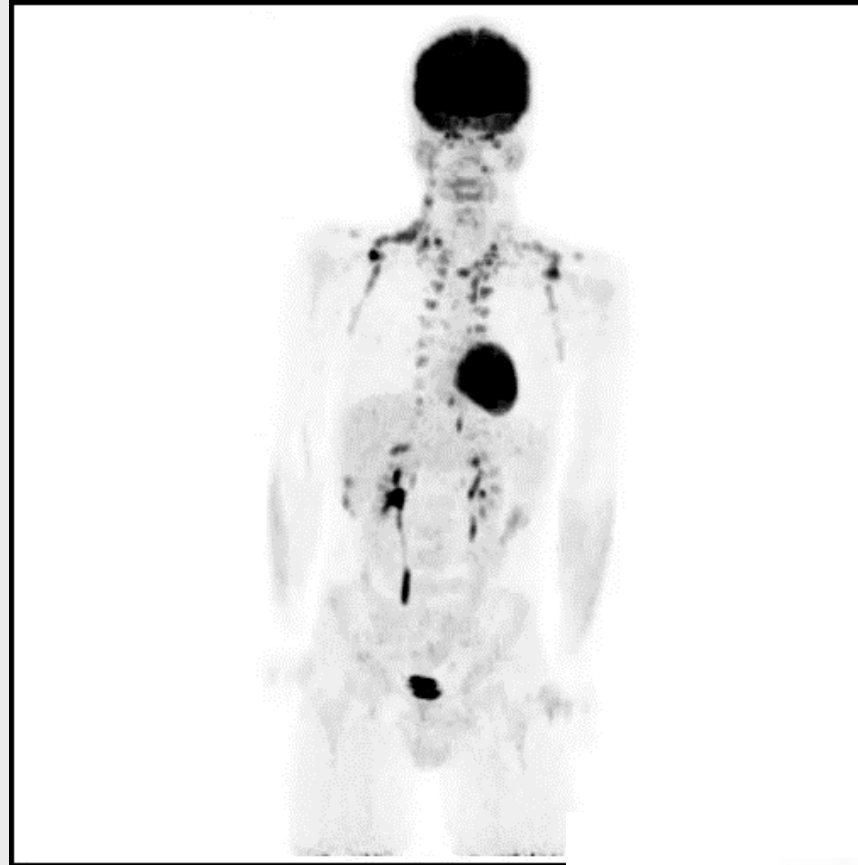
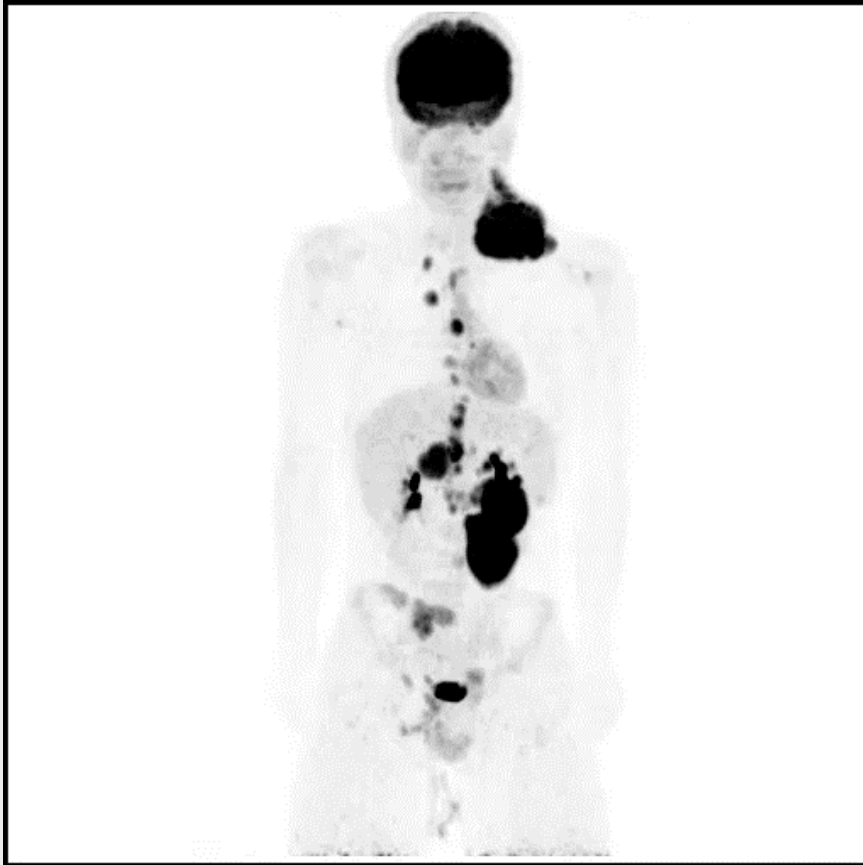
Caso Clínico: estadiamento com ^{18}F -FDG



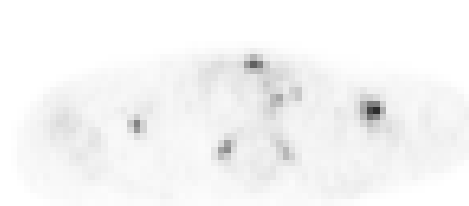
JM
15 anos
Linfoma de Hodgkin
PET/CT com ^{18}F -FDG



Caso Clínico: avaliação da resposta ao tratamento com ^{18}F -FDG



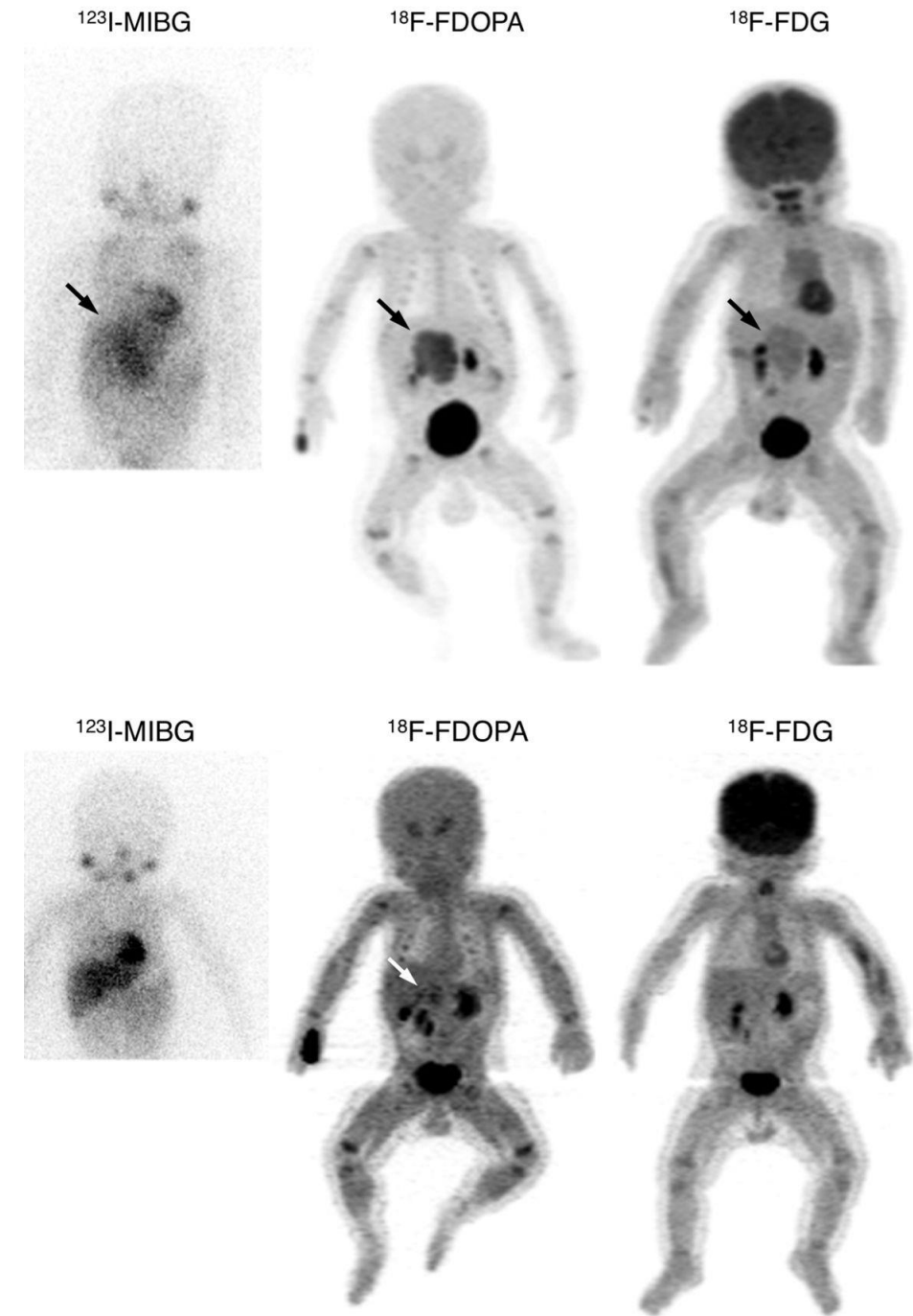
JM
15 anos
Linfoma de Hodgkin
PET/CT com ^{18}F -FDG
Avaliação Intermédia da resposta
ao tratamento após 3 ciclos do QT





PET/CT com ^{18}F -DOPA

- Neuroblastoma
- Substituto do ^{123}I -MIBG



Characterization of Neuroblastic Tumors Using ^{18}F -FDOPA PET
J Nucl Med January 1, 2013 vol. 54 no. 1 42-49



Neurologia





Técnicas



- SPECT Cerebral
 - ^{99m}Tc -HMPAO
- PET/CT Cerebral
 - ^{18}F -FDG

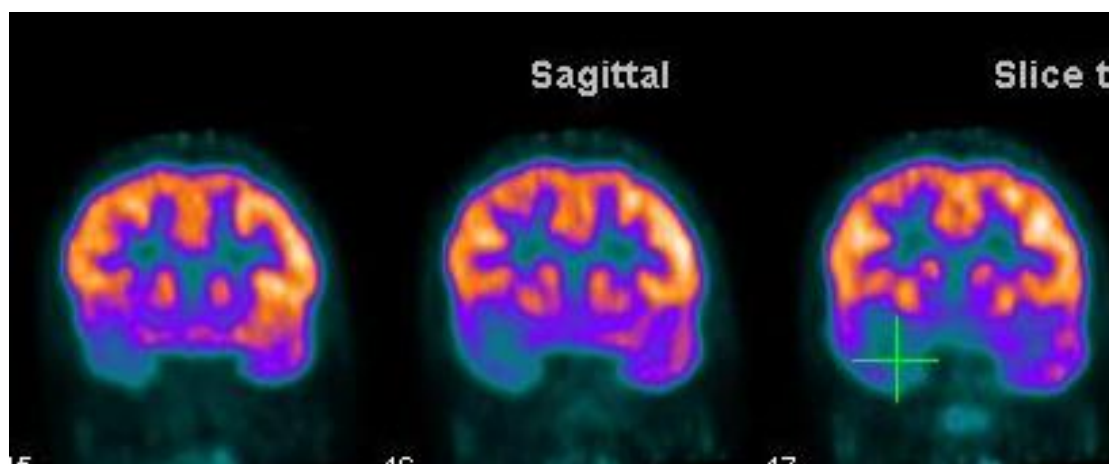
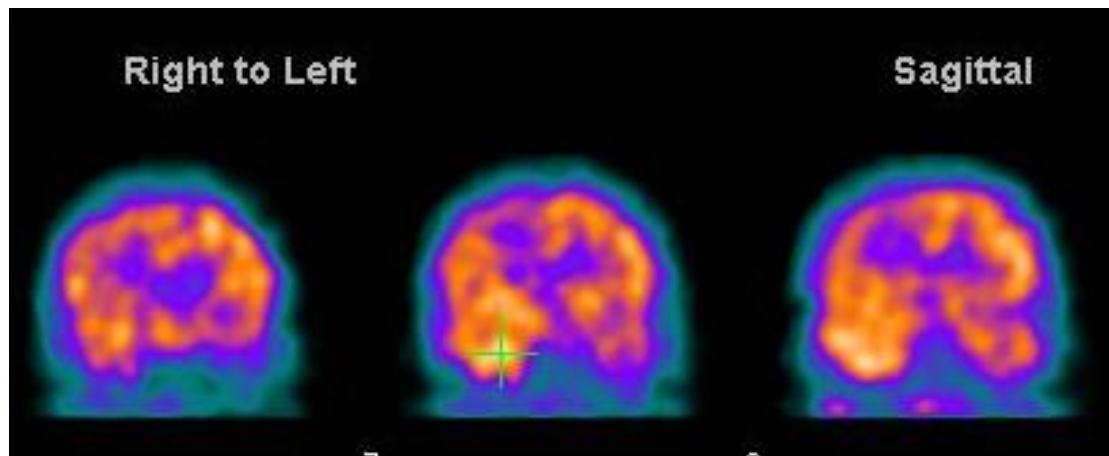
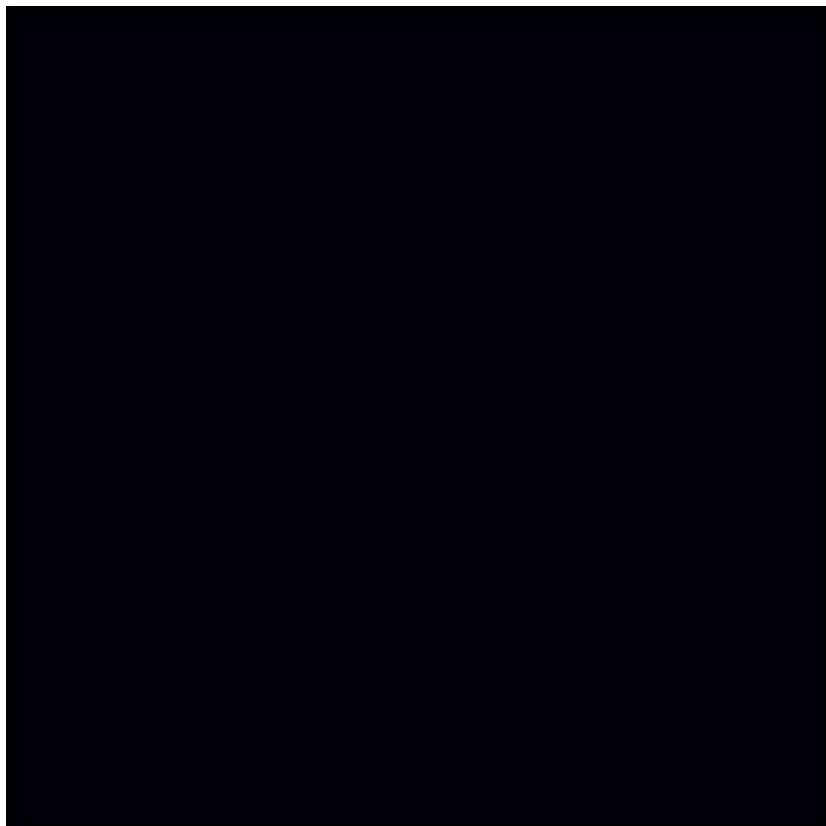
ictal

EPILEPSIA

Localização do
foco
epileptogénico



SPECT (^{99m}Tc -HMPAO) e PET (^{18}F -FDG) Cerebral

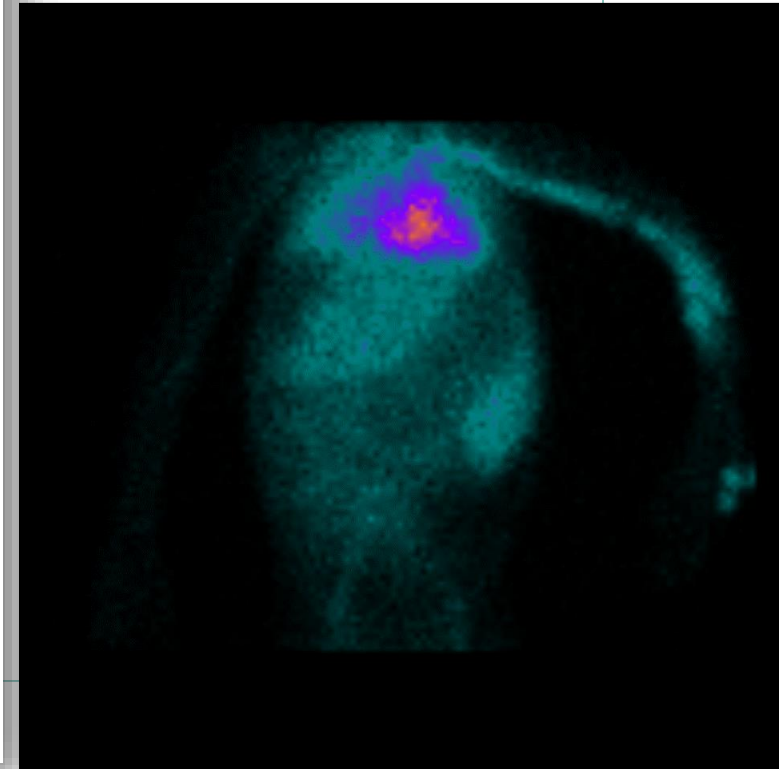
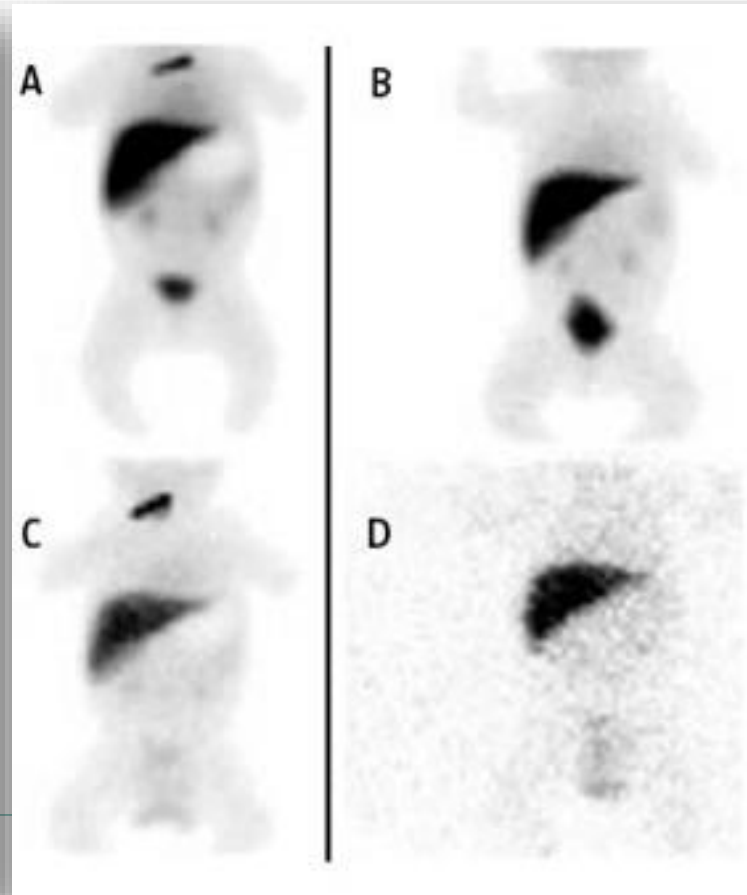




Outros estudos



- Avaliação *shunt* pulmonar
- HIDA





Terapêutica





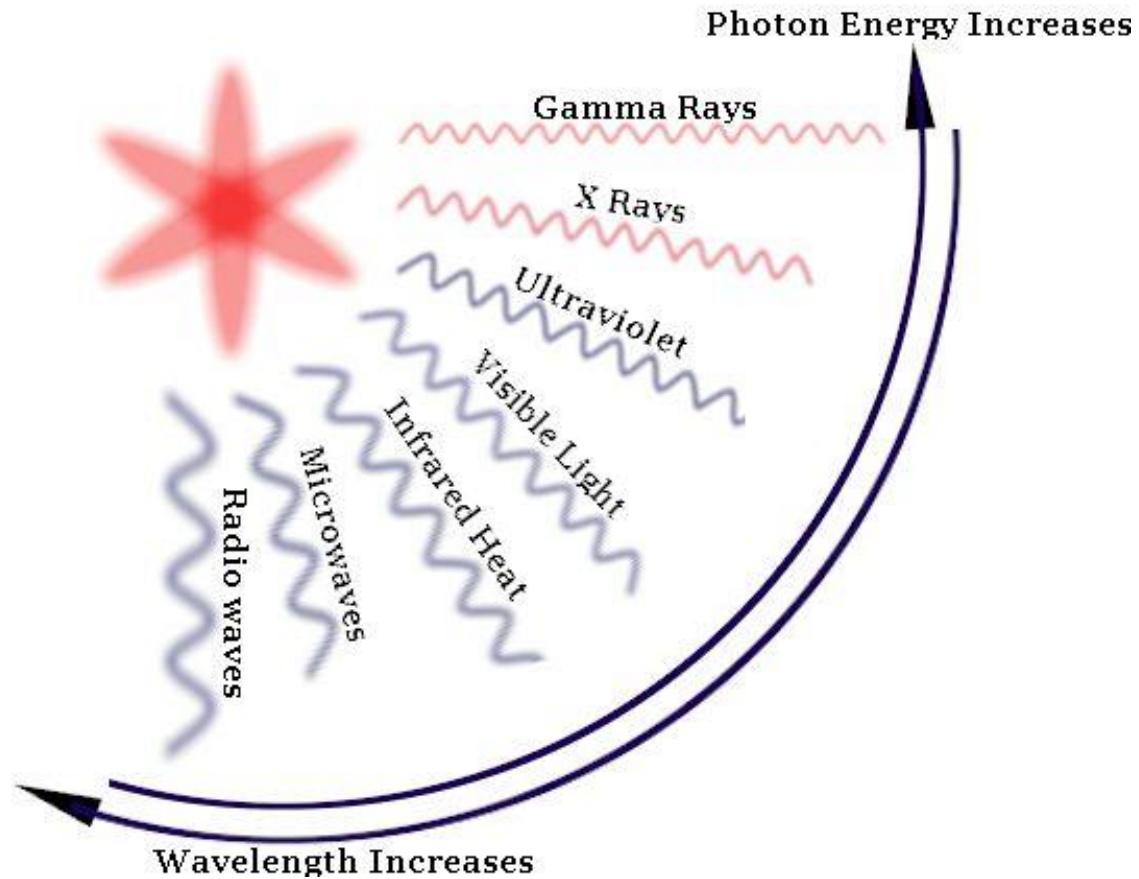
Terapêutica



- **Importante área da Medicina Nuclear**
- Privilégio reservado aos nuclearistas
 - avaliação *in vivo* dos locais de actuação do radiofármaco
 - das lesões a tratar
 - irradiação de outros órgãos
 - previsão de efeitos secundários



Radiação: Electromagnética/Partículas



- Neutrões
- **Electrões**
- Protões
- **Alfa**
- Positrões





Técnicas Avançadas em Terapêutica



- Radiofármacos Inovadores
 - Terapêutica alvo
 - Aplicação Clínica em patologia de adultos
 - ^{223}Ra
 - Metástases ósseas osteoblásticas do carcinoma da próstata
 - PRLT (PSMA-targeted radioligand therapy com ^{177}Lu -PSMA ligandos)
 - Carcinoma da próstata multimetastizado
 - PRRT (Peptide Receptor Radionuclide Therapy)
 - TNE multimetastizados

Adulto

Adulto

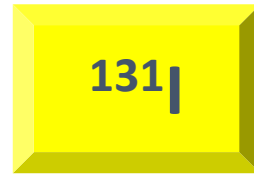


Terapêutica na Criança



- Prática Clínica

- Carcinoma diferenciado da tireoide de origem folicular
- Hipertireoidismo
- Neuroblastoma multimetastizado



Usados há várias décadas



Terapêutica na Criança – o que há de novo?



**Critérios de
utilização -
Indicações**

**Atividade
administrada**

**Técnicas de Imagem
após o tx**



131|



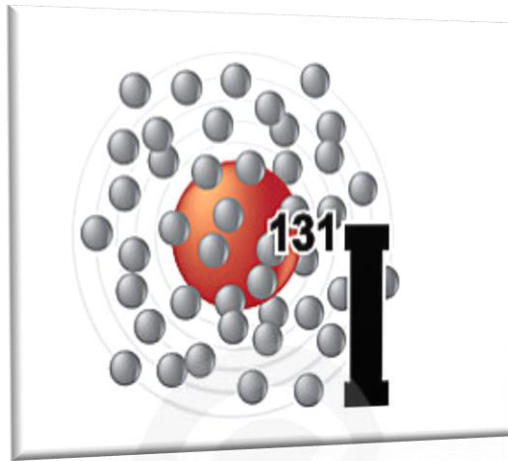
- Carcinoma
 - Administração cada vez mais seletiva
 - Menos frequente
 - Em contexto de “terapêutica ablativa adjuvante”
 - Menor atividade
 - Tratar nos casos de doença metastática
 - SPECT/CT
 - PET/CT com 18F-FDG
- Hipertireoidismo – Doença de Graves
 - Uso mais frequente
 - Alternativa à cirurgia e tratamento prolongado com ATS
 - Desmistificação dos perigos da radiação



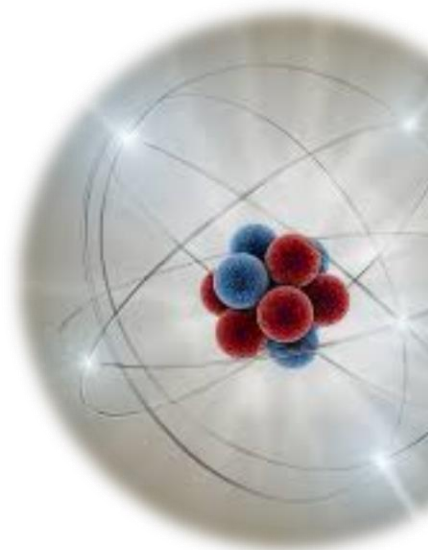
Med Nuclear Terapêutica em Pediatria: ^{131}I



- **Iodo-131** (um dos 37 isótopos do I)



- **Iodo-127** (estável)



Proton



"I'm positive!"

Protões

- 53 no I-127
- 53 no I-131

Neutron



"I don't give a fuck"

Neutrões

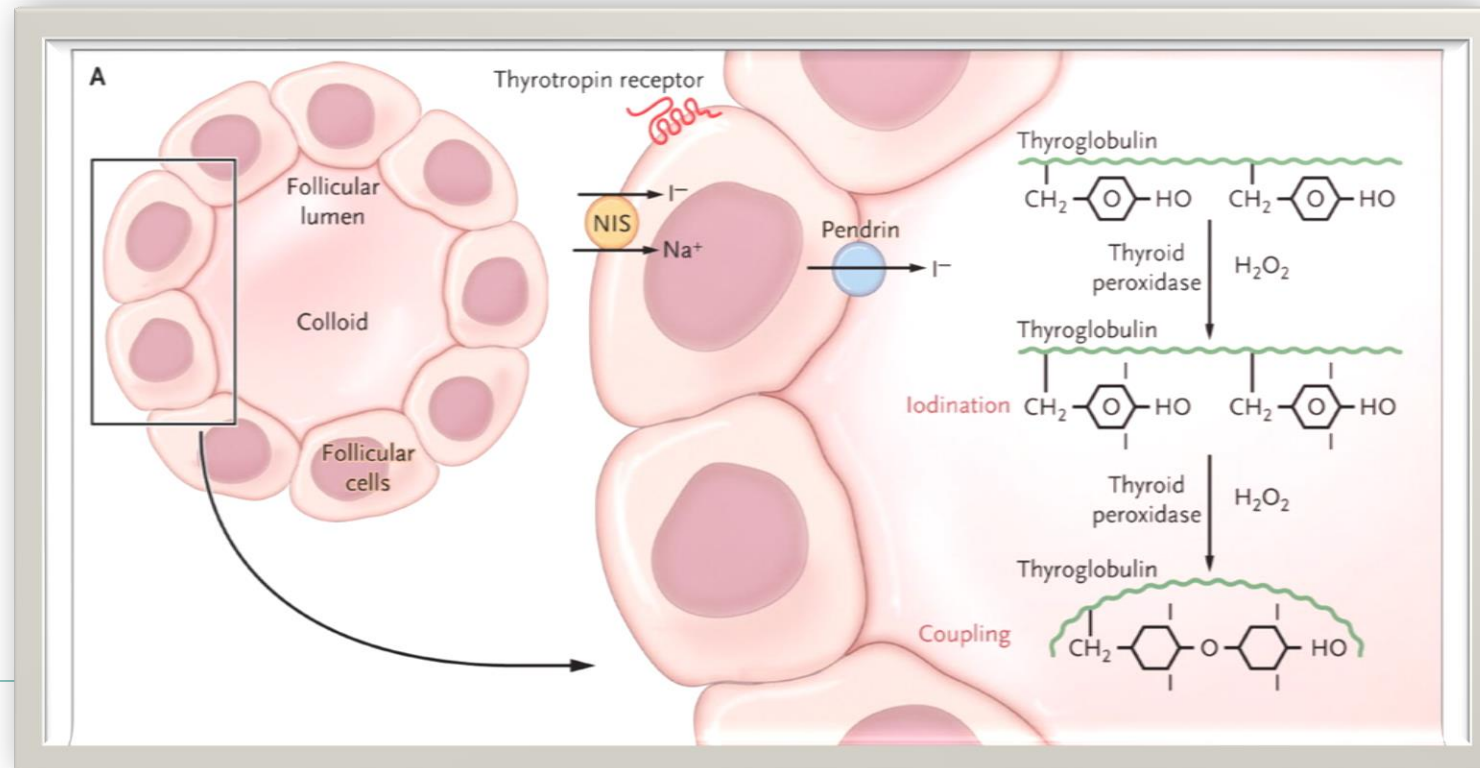
- 74 no I-127
- **78 no I-131**



(Radio)Fármaco: I-131



- Exemplo clássico de terapia alvo
 - Dependente da expressão celular dos mecanismos de captação e retenção de iodo





CDT: Internamento



- Dieta pobre em iodo
 - 1-2 semanas
- Estimulação TSH
 - Endógena
 - **rhTSH**
 - Menor dose absorvida medula óssea
- Contraindicações absolutas
 - Gravidez
 - Amamentação
- Internamento:
 - Exigido por lei ($> 20\text{mCi}$)
 - Instalações adequadas
 - Apenas para proteção radiológica da população
- Efeitos secundários muito modestos durante o internamento
 - Náusea/vômito
 - Dor/edema cervical



Quarto - Internamento





Administração

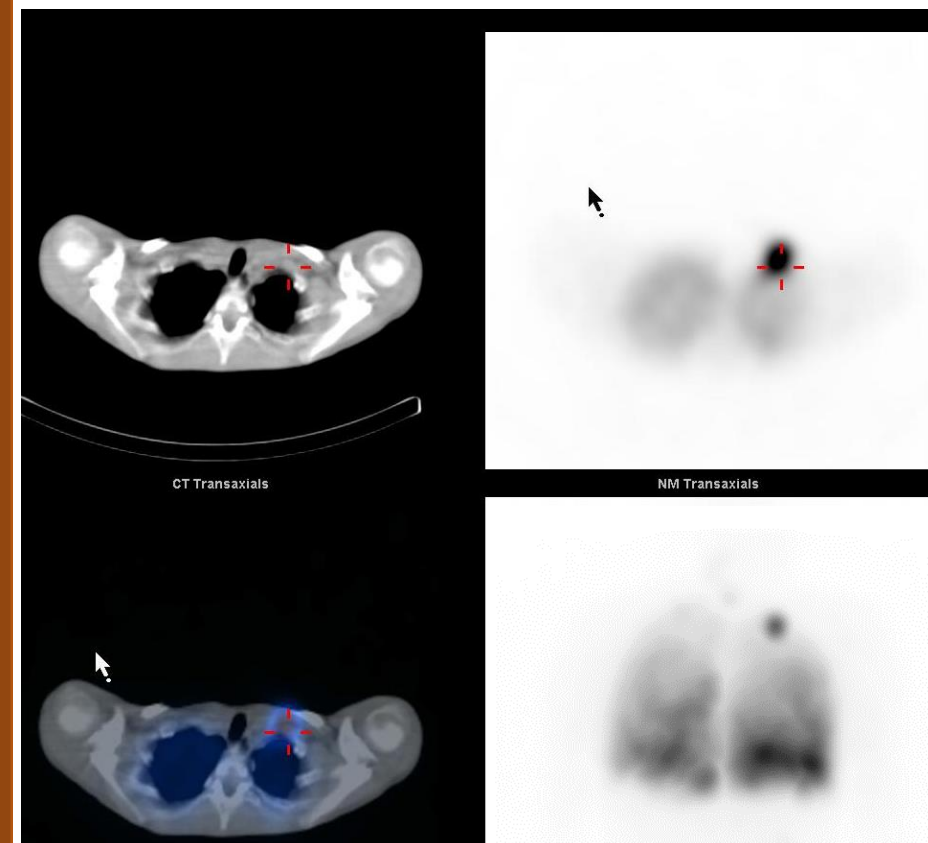




Caso Clínico: CDT



- João
- 14 anos
- CDT operado
 - T3N0Mx
- Tratamento ablativo com I-131
- Cintigrafia após tratamento
- “**ver o que tratamos**”

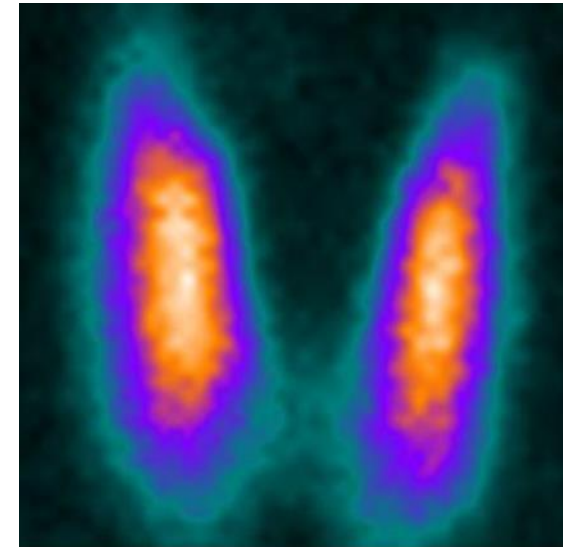




Caso Clínico - Hipertiroidismo



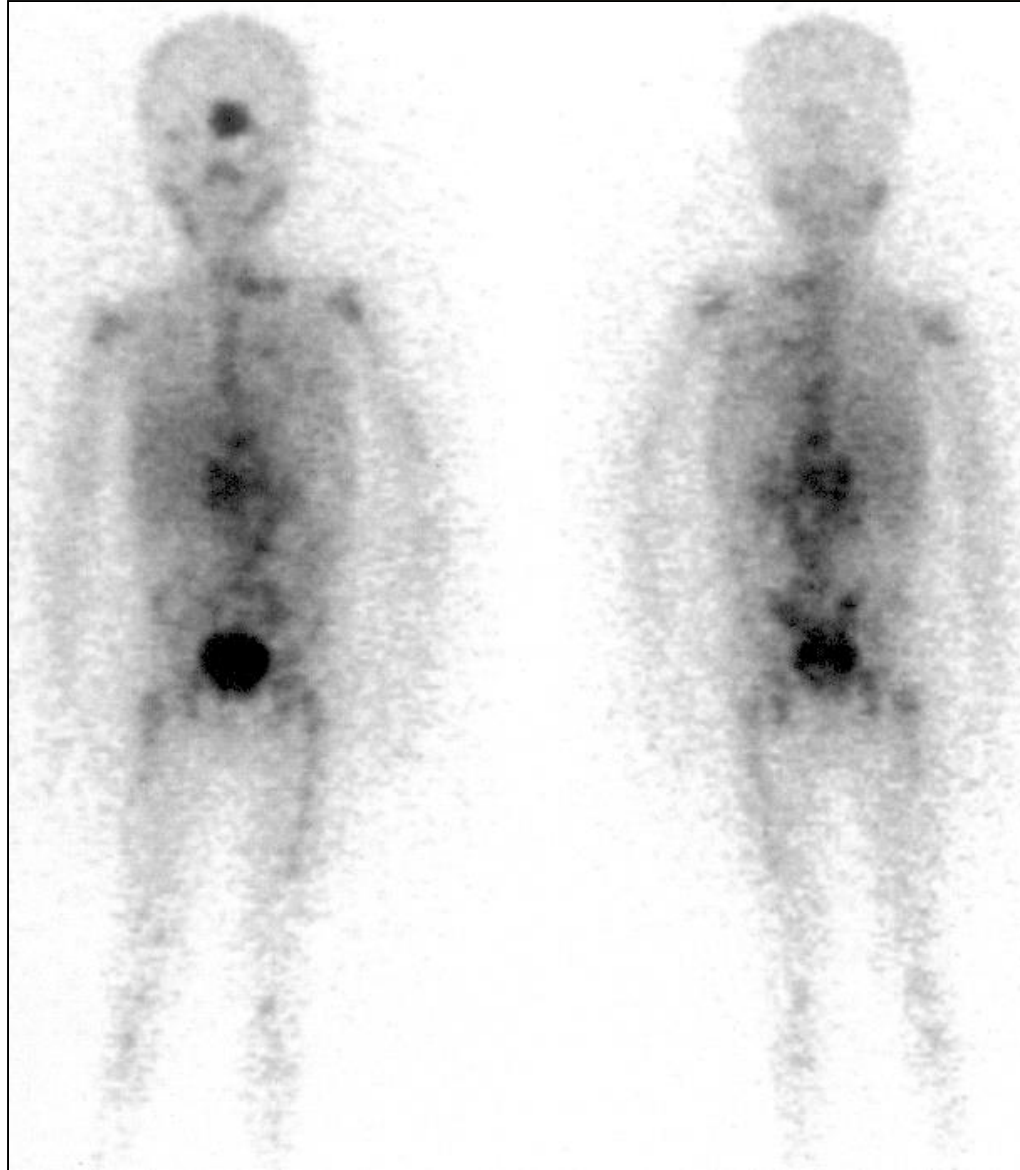
- Joana
- 16 anos
- Hipertiroidismo por Doença de Graves
- Tratamento com I-131



Doença Graves



^{123}I -MIBG - Neuroblastoma



GCG

M

6 anos

Neuroblastoma



Conclusão





Dosimetria



- Permite avaliar e “medir” a dose de radiação
- Associada maior imprecisão quando comparada com estudos radiológicos
- As medidas de proteção radiológica têm grande impacto, permitindo reduzir a exposição à radiação
 - As medidas principais são a boa hidratação e micções frequentes
- Assume maior importância em Pediatria



Dose de Radiação



- The SNMMI and SNMMI-TS believe that the right test with the right dose should be given to the right patient at the right time. When nuclear medicine and molecular imaging procedures are performed correctly on appropriate patients, the benefits of the procedure very far outweigh the potential risks. The procedure that provides the most useful clinical information is the one that should be performed.

Comparação de Doses (mSv) entre diversas fontes



Voo transatlântico

0,05



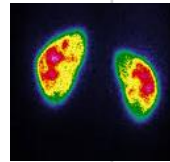
Rx tórax

0,1



Cintigrafia com ^{99m}Tc -DMSA

1



Radão

2



Radiação natural em Lisboa

4



CT abdomino-pélvica

10



Limite de Dose para Trabalhadores

50



0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50



Medicina Nuclear: conclusão



- Multidisciplinar
 - Medicina Nuclear
 - Médicos
 - Técnicos
 - Físicos
 - Farmacêuticos
 - Outras especialidades
- Futuro
 - Novos radiofármacos
 - Novos equipamentos
 - Novos protocolos clínicos