



Aplicação da Medicina Nuclear em Cardiologia

***Gustavo Borges
Barbirato***

**Mestre em
Cardiologia**

**Diretor científico do
departamento de
Medicina Nuclear da
SOCERJ**

Médico do CDPI-MDX

**Clínica EXÂMINA – Nova
Friburgo**



Cintilografia de Perfusão Miocárdica

- Exame funcional que avalia a perfusão, funções, discincronismo, inervação e metabolismo miocárdicos através de materiais radioativos que possuem propriedades biológicas no coração.
- Materiais mais utilizados:
 - { Tálio
 - { Agentes ligados ao Tecnécio(tetrofosmin e sestamibi)



Propriedades do Tálcio:

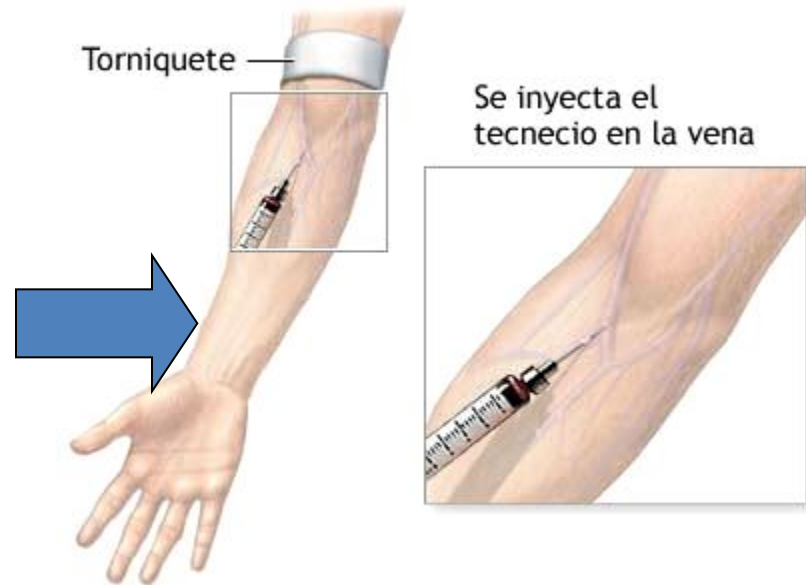
- Emite radiação gama e raios X
- Radiação gama de baixa energia (69-83KeV).
- Meia vida de 73 horas.
- Acúmulo miocárdico proporcional ao fluxo sanguíneo
- Propriedades biológicas similares ao K^+ .
- Entra no miócito por transporte ativo através da bomba Na/K-ATPase.
- Redistribuição. **Importante no estudo de viabilidade miocárdica.**



Propriedade dos Agentes ligados ao Tecnécio:

- Emite exclusivamente radiação gama.
- Raios gama de baixa energia (140 KeV).
- Meia vida de 6 horas.
- Acúmulo miocárdico proporcional ao fluxo sanguíneo.
- Entra no miócito por difusão passiva, penetrando na mitocôndria miocitária.
- Não sofre redistribuição significativa.

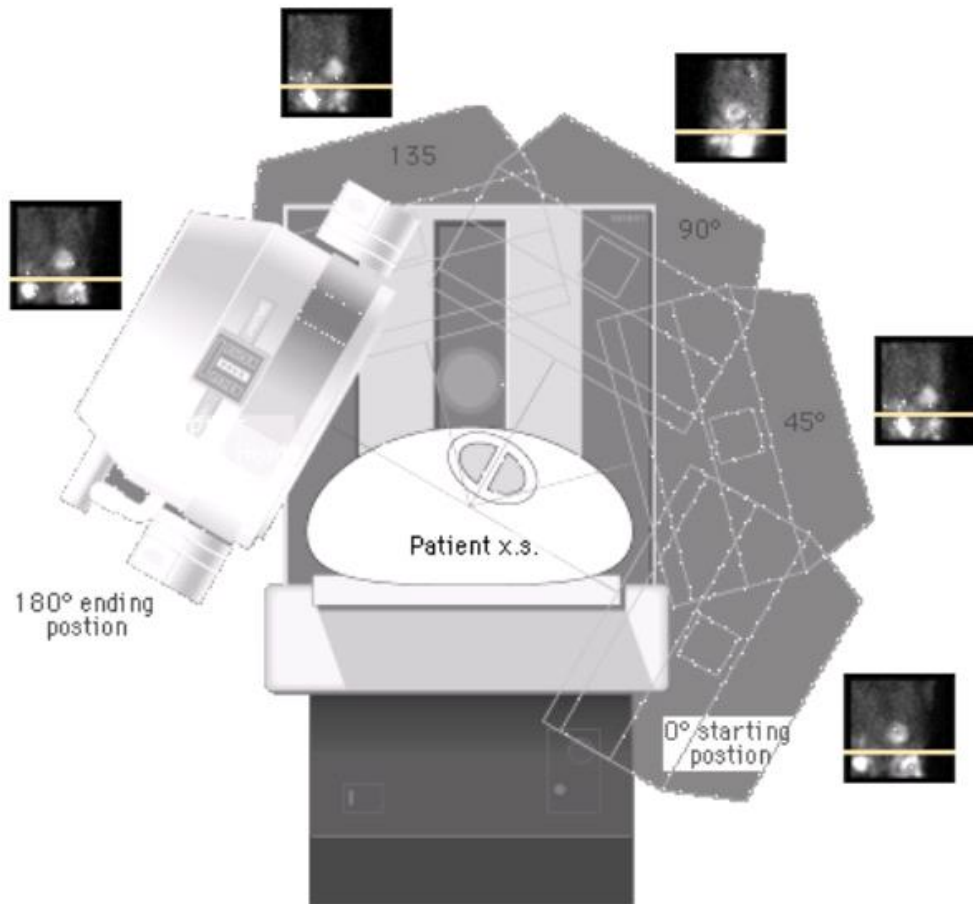
Aplicação clínica dos radiofármacos



Gama-câmara

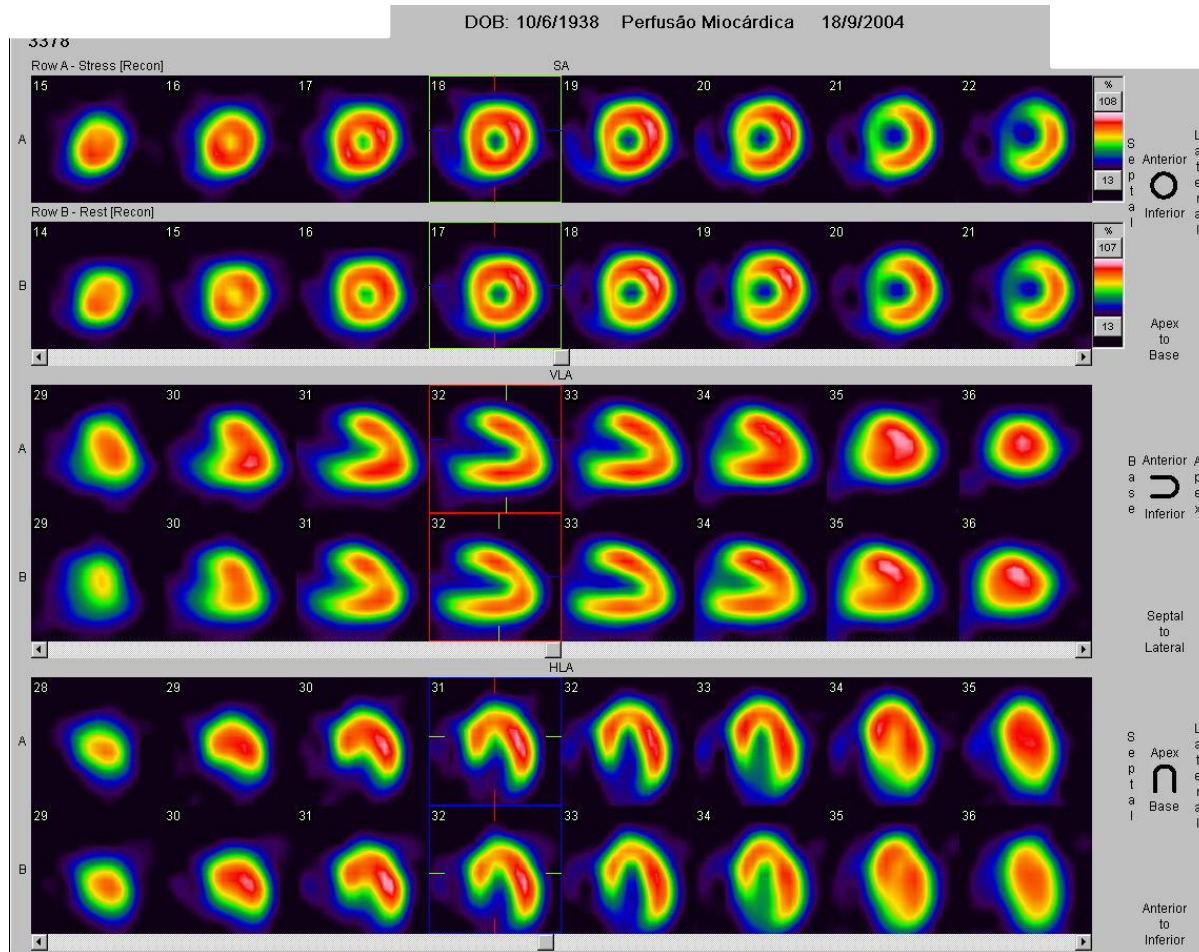


SPECT



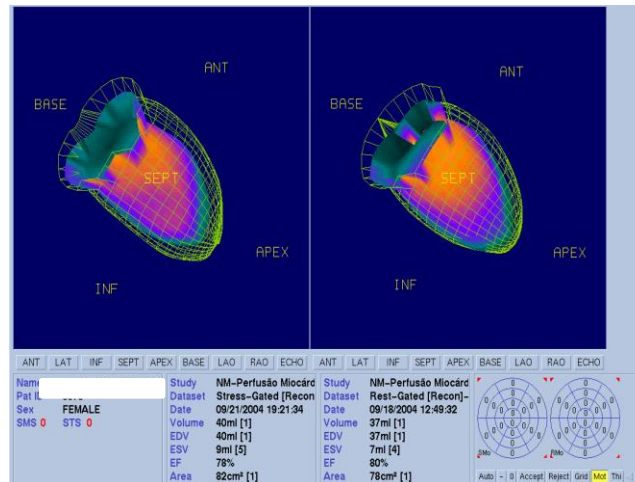
SPECT

- Sigla que significa “Single photon emission tomography”
- Através de imagens adquiridas entre o intervalo R-R são construídas, através de softwares, imagens dinâmicas, onde são avaliadas funções, discincronismo cardíaco e quantificação, de forma automática e semiautomáticas.





Gated SPECT





Tipos de estresse:

- Esforço físico
- Estresse farmacológico:

{
dipiridamol
adenosina
dobutamina



Indicações para uso de estresse farmacológico:

- Incapacidade de se exercitar
- Alterações eletrocardiográficas basais que tornam o teste ergométrico de difícil interpretação: BRE, HVE, WPW
- Ritmo de marcapasso definitivo

Adenosina e Dipiridamol:

198 Hendel, Jamil, and Glover
Pharmacologic stress testing

Journal of Nuclear Cardiology
March/April 2003

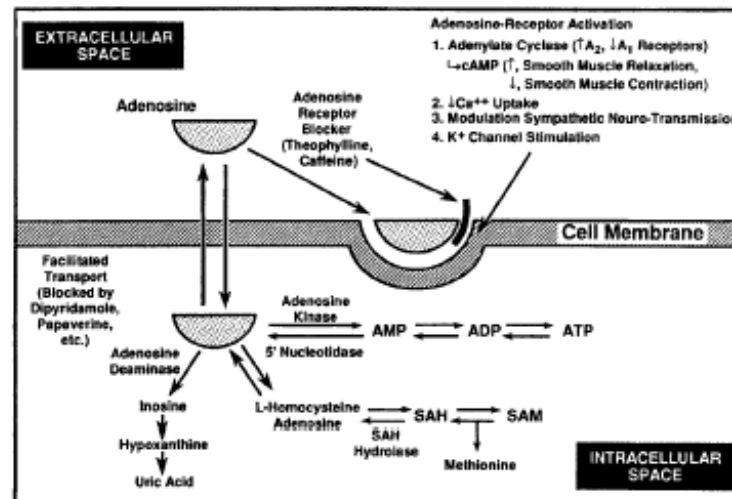


Figure 1. Mechanism of action of adenosine-mediated vasodilation. cAMP, Cyclic adenosine monophosphate; AMP, adenosine monophosphate; ADP, adenosine diphosphate; ATP, adenosine triphosphate; SAH, S-Adenosyl homocysteine; SAM, S-Adenosyl methionine. (Reprinted with



Segurança e Contra-indicações:

- Risco de eventos graves é $< 0,1\%$, comparável ao teste ergométrico.
- Contra-indicações:
 - potencial para broncoespasmo
 - bradicardia importante
 - hipotensão arterial
 - uso de teofilina
 - alergia ao dipiridamol ou aminofilina
 - doença cerebrovascular instável

Dobutamina:

- Agonista do receptor β_1 adrenérgico que aumenta a demanda de oxigênio miocárdico por aumento do inotropismo e cronotropismo.
- Geralmente, reservada a pacientes com contra-indicações ao dipiridamol.
- Contra-indicações:
 - Arritmia ventricular grave
 - Hipotensão ou hipertensão arterial grave
 - Alergia à dobutamina
 - Hipocalcemia

Efeitos Colaterais dos estressores farmacológicos:

Journal of Nuclear Cardiology
Volume 10, Number 2;197-204

Hendel, Jamil, and Glover 199
Pharmacologic stress testing

Table 1. Side effects attributable to vasodilator stress testing

	Adenosine* (n = 9,256)	Dipyridamole† (n = 3,911)	Dobutamine‡ (n = 1,076)
Chest pain	35%	20%	39%
Flushing	37%	3%	<1%
Dyspnea	35%	3%	6%
Dizziness	9%	3%	4%
Gastrointestinal discomfort	15%	1%	1%
Headache	14%	12%	7%
Arrhythmia	3%	5%	45%
AV block	8%	0%	0%
STΔ	6%	8%	20%-31%
Any adverse effect	81%	50%	50%-75%

STΔ, ST-segment changes on electrocardiogram.

*From reference 19.

†From Ranjhosky A, Kempthorne-Rawson J. The safety of intravenous dipyridamole thallium myocardial perfusion imaging. Intravenous Dipyridamole Thallium Imaging Study Group. Circulation 1990;81:1205-9.

‡Reprinted by permission of the Society of Nuclear Medicine from Bhendy A, et al. Safety of dobutamine-atropine stress myocardial perfusion scintigraphy. J Nucl Med 1998;39:1662-6.



Avaliação Diagnóstica e Prognóstica da Doença Coronariana Crônica



Aplicações da Cintilografia Miocárdica na DAC Crônica

- Detecção de isquemia miocárdica em pacientes sintomáticos e avaliação prognóstica.
- Avaliação funcional de lesões coronarianas.
- Estratificação de risco no pré-operatório de cirurgias não-cardíacas.
- Avaliação de isquemia miocárdica após intervenção coronariana.
- Complementação diagnóstica em casos de Teste Ergométrico inconclusivo ou falso-positivo.
- Investigação de isquemia miocárdica em pacientes com alterações no ECG tipo: BRE, HVE, etc.

Sempre que possível realiar estresse físico ou combinado (físico + farmacológico) para utilização dos dados clínicos e hemodinâmicos na tomada de decisão

Valor incremental do Exame

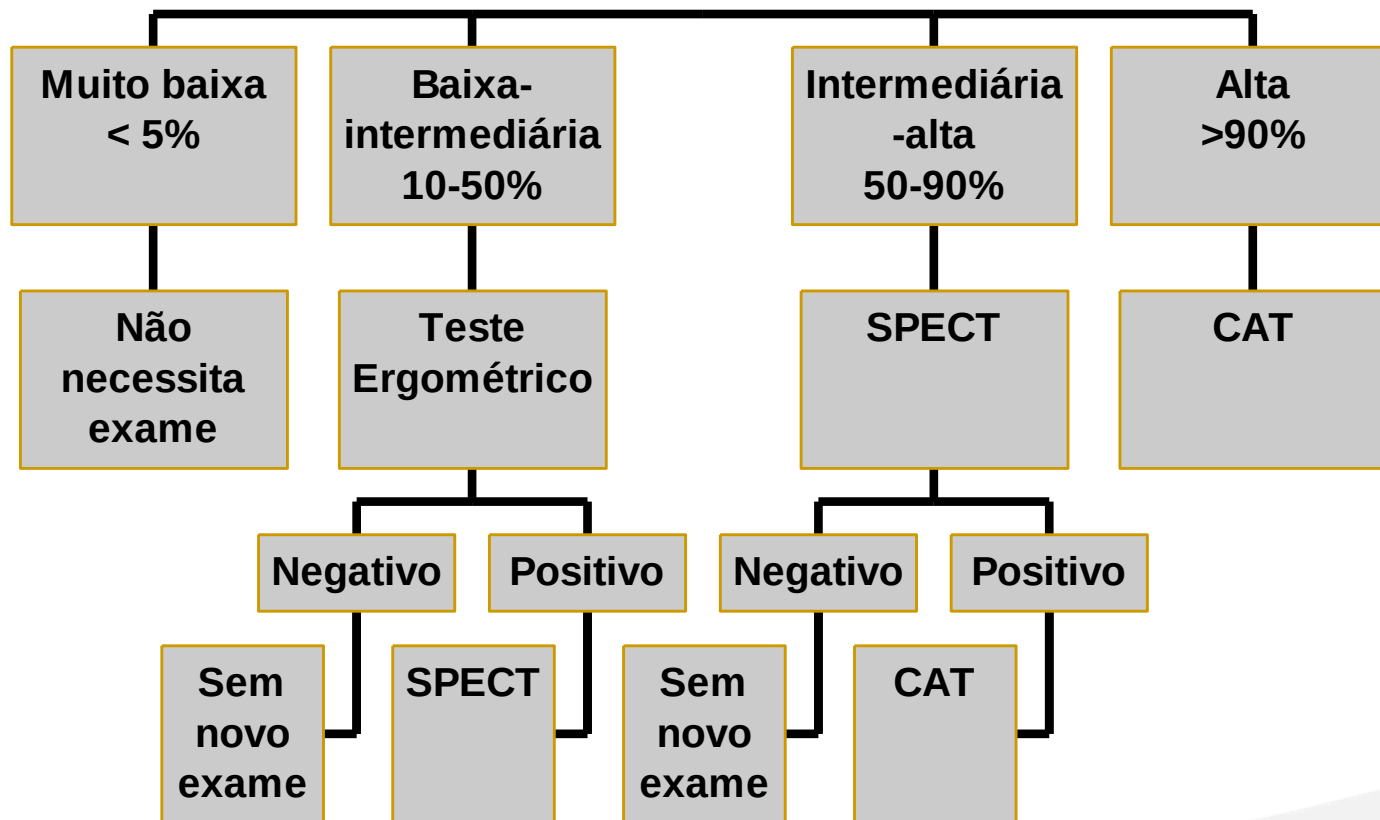
- Habitualmente é realizada uma análise **bayseana** para definir a probabilidade de doença de um indivíduo acrescentando à probabilidade clínica, dados do estresse e da imagem
- Não menos importante também é análise multivariada onde alguns preditores fortalecem a probabilidade de eventos .

Diagnóstico de DAC Crônica

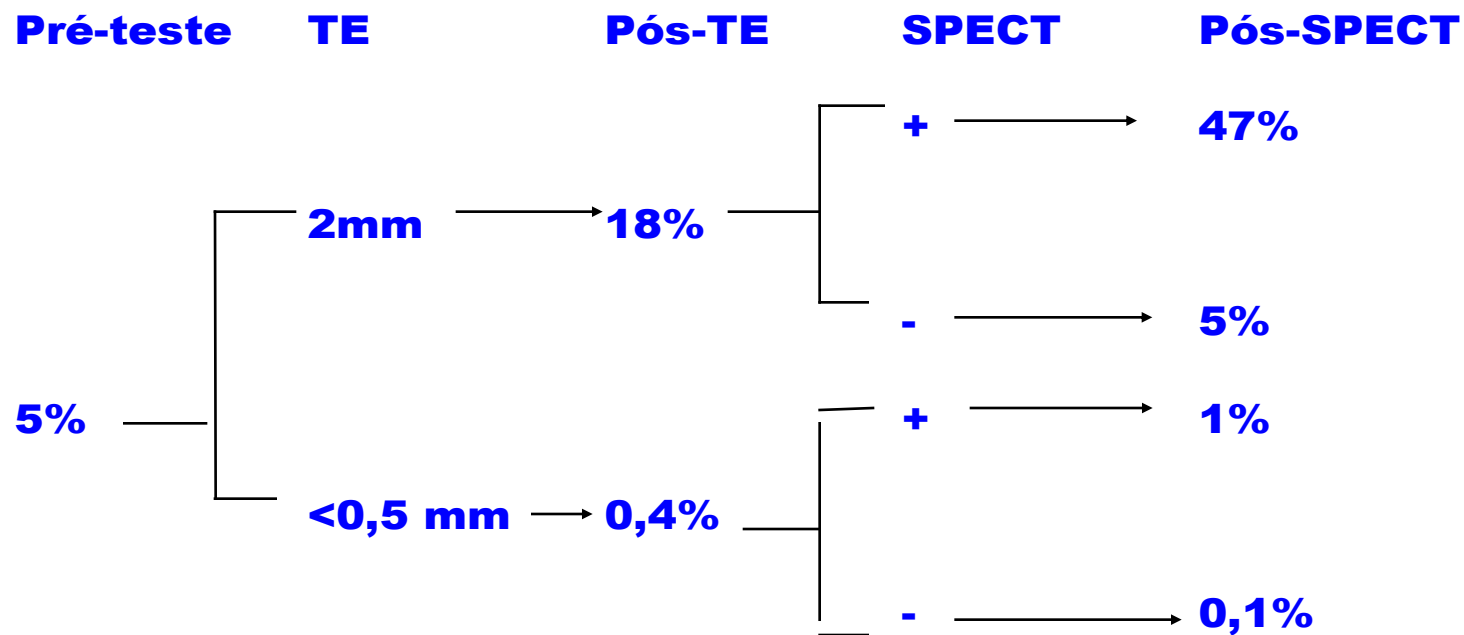
Probabilidade Pré-teste

idade	Dor torácica não anginosa		Dor atípica		Dor típica	
	H	M	H	M	H	M
30-39	4	2	34	12	76	26
40-49	13	3	51	22	87	55
50-59	20	7	65	31	93	73
60-69	27	14	72	51	94	86

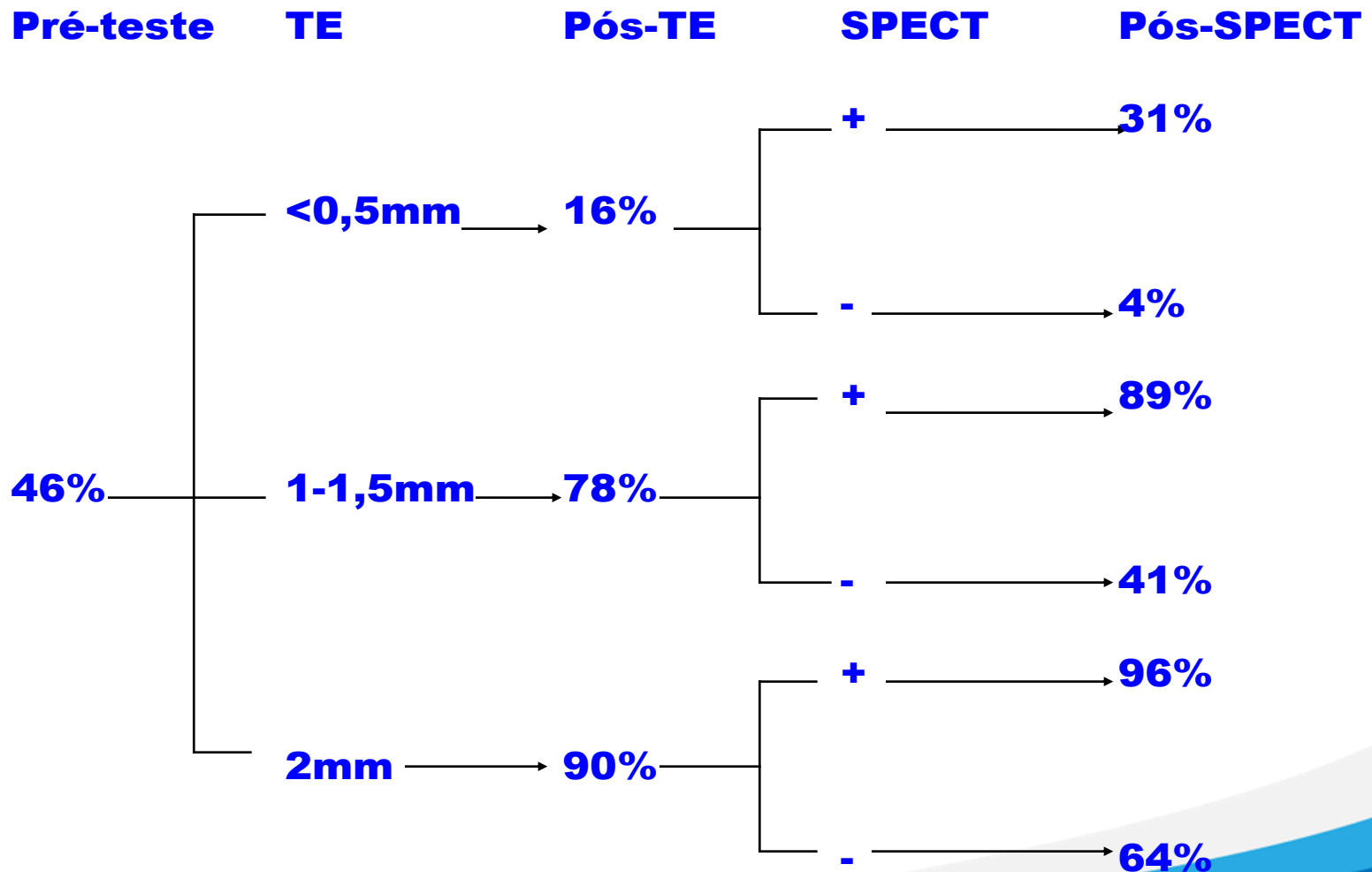
Probabilidade Pré-teste de DAC



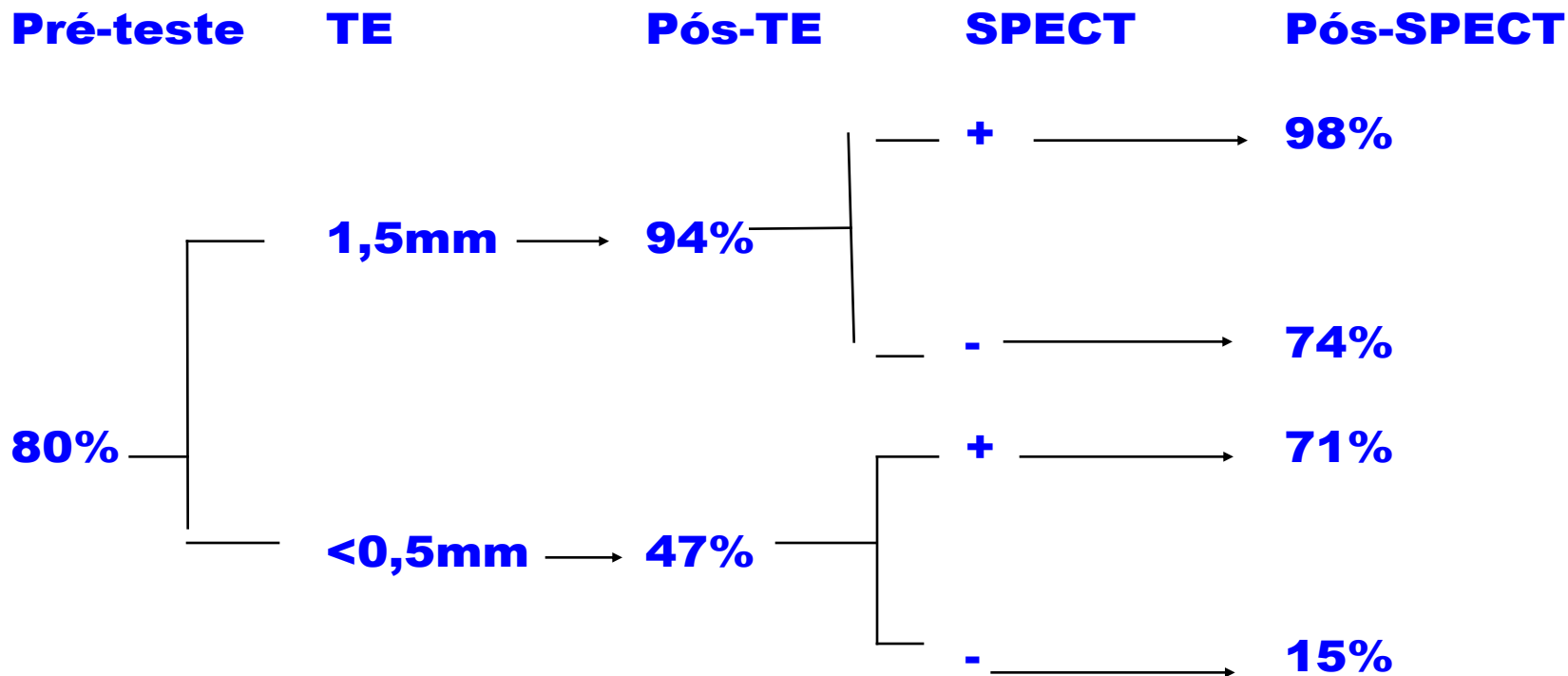
Probabilidade Pós-teste



Probabilidade Pós-teste



Probabilidade Pós-teste

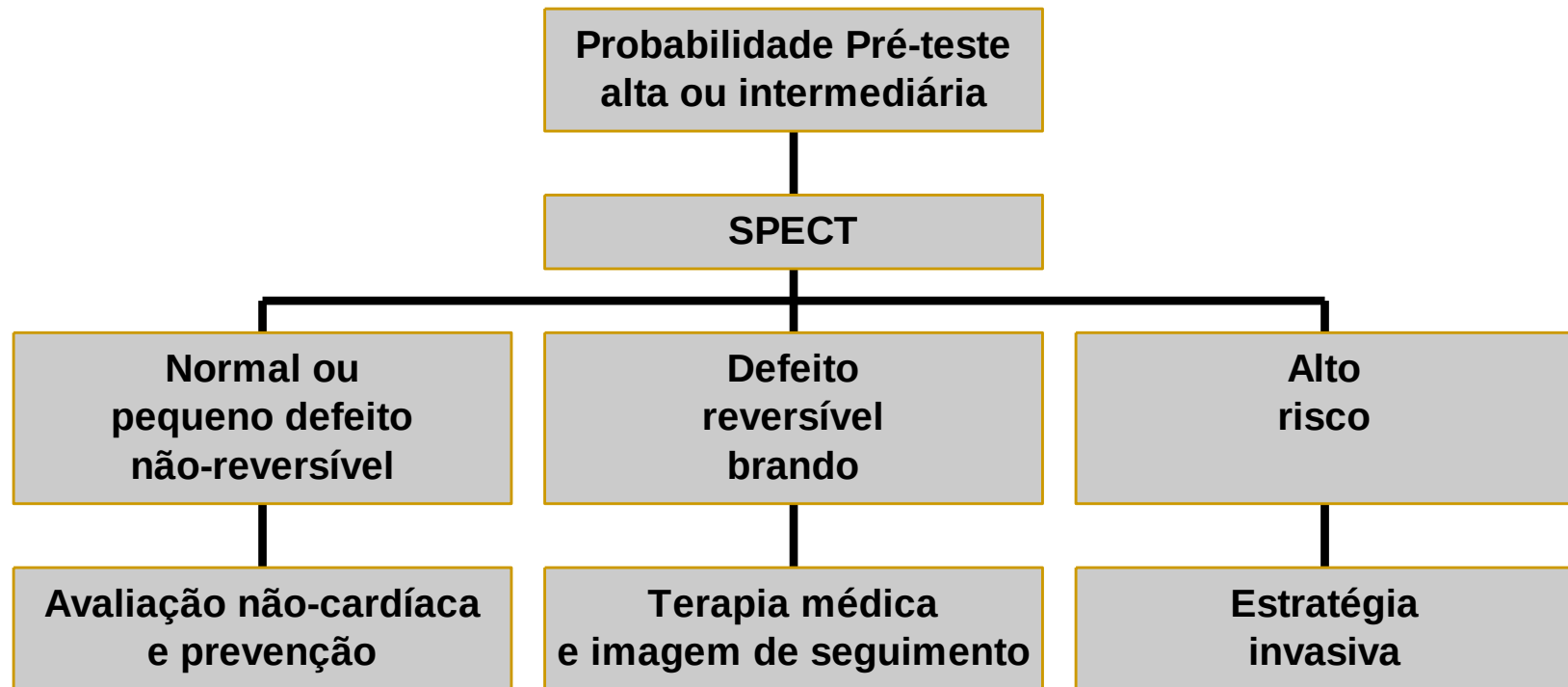




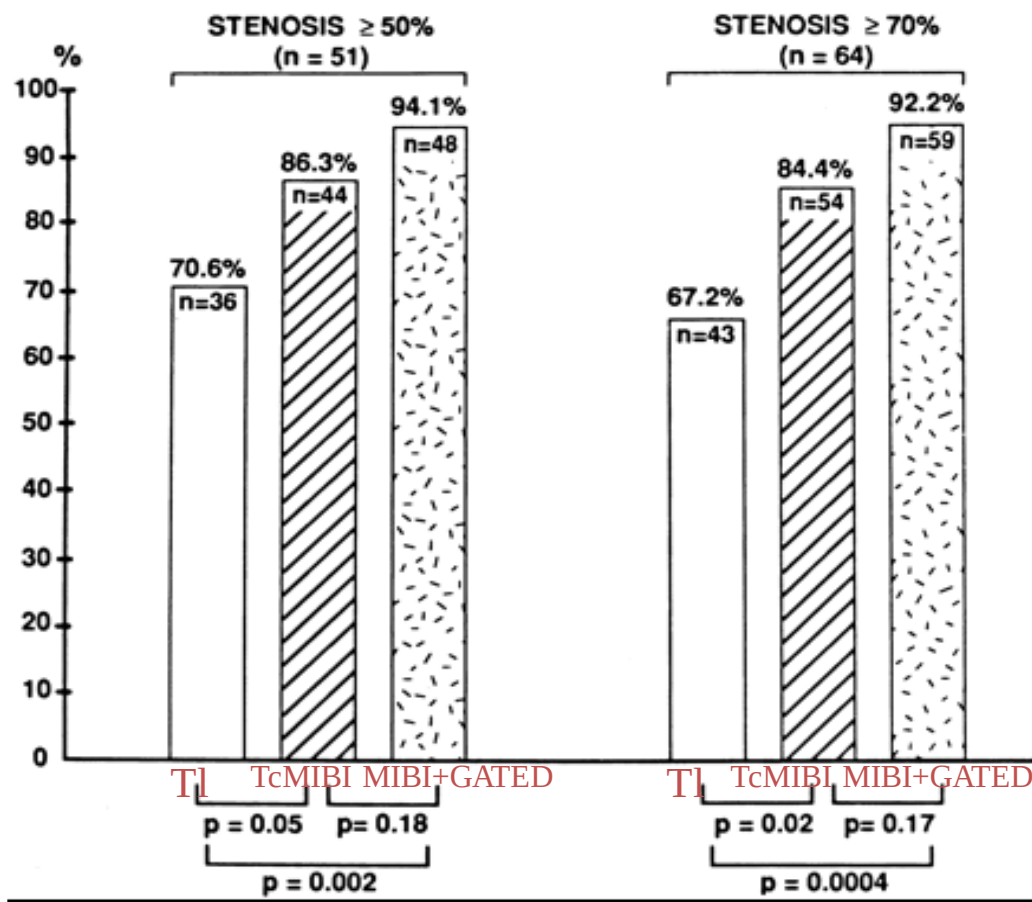
Indicações de SPECT como abordagem inicial

- BRE completo
- Síndrome de pré-excitação(WPW)
- Ritmo de Marcapasso
- Depressão do segmento ST > 1 mm
- Incapacidade para se exercitar
- História de revascularização prévia
- **Escore de cálcio elevado > 400**

SPECT X Manejo Clínico



Especificidade da Cintilografia Miocárdica





Variáveis Prognósticas do SPECT

- Tamanho dos defeitos de perfusão
- SSS > 8
- Defeitos em + de 1 região de suprimento vascular
- Dilatação da cavidade de VE nas imagens pós-estresse (TID)
- Queda da FE nas imagens pós-estresse (> 8%)
- FE < 45% nas imagens pós-estresse.
- Captação pulmonar aumentada (Tálio)

Valor prognóstico

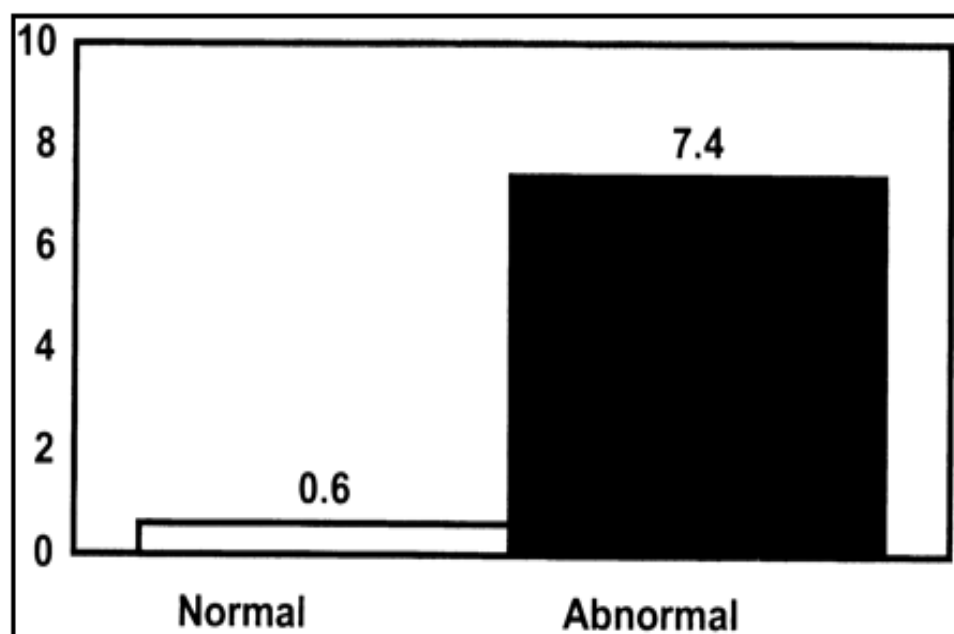
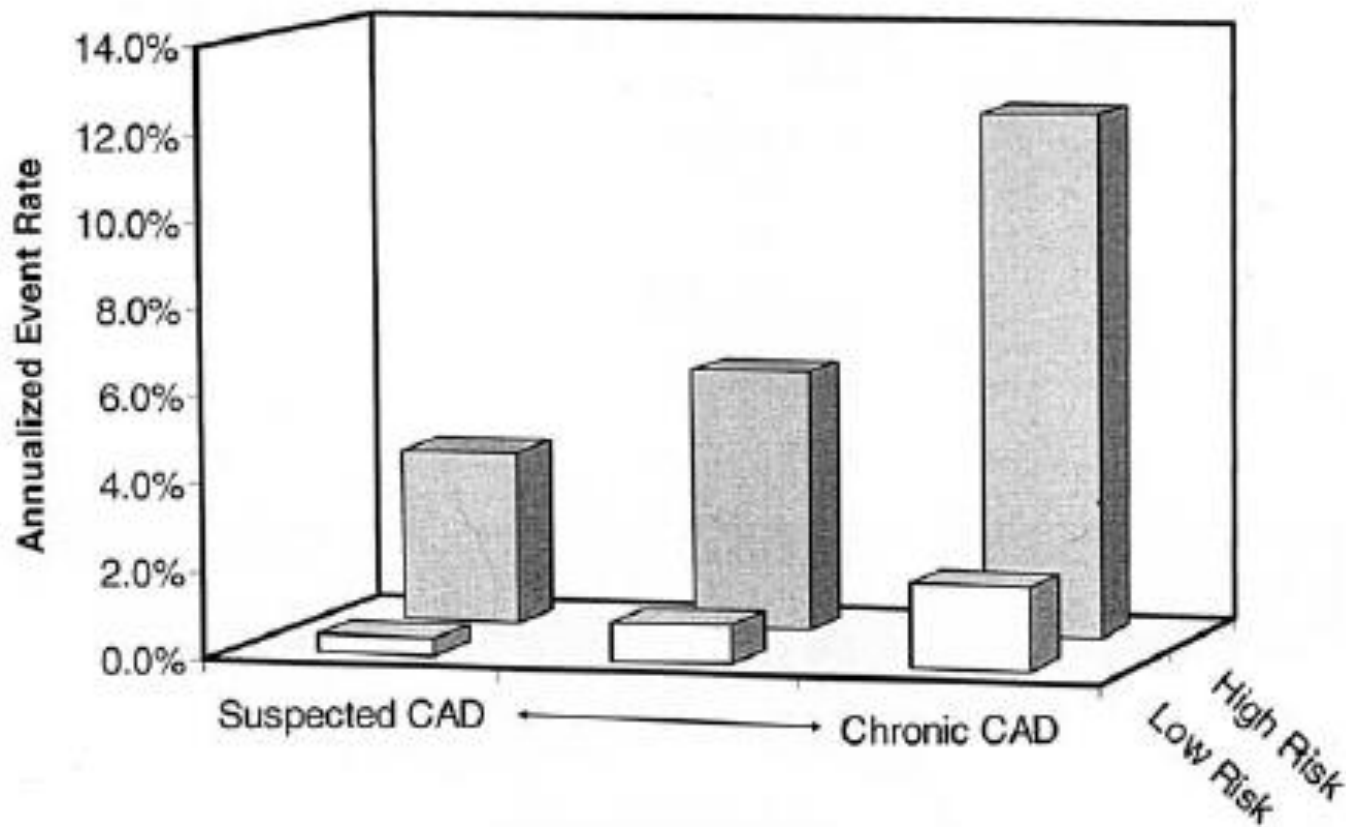
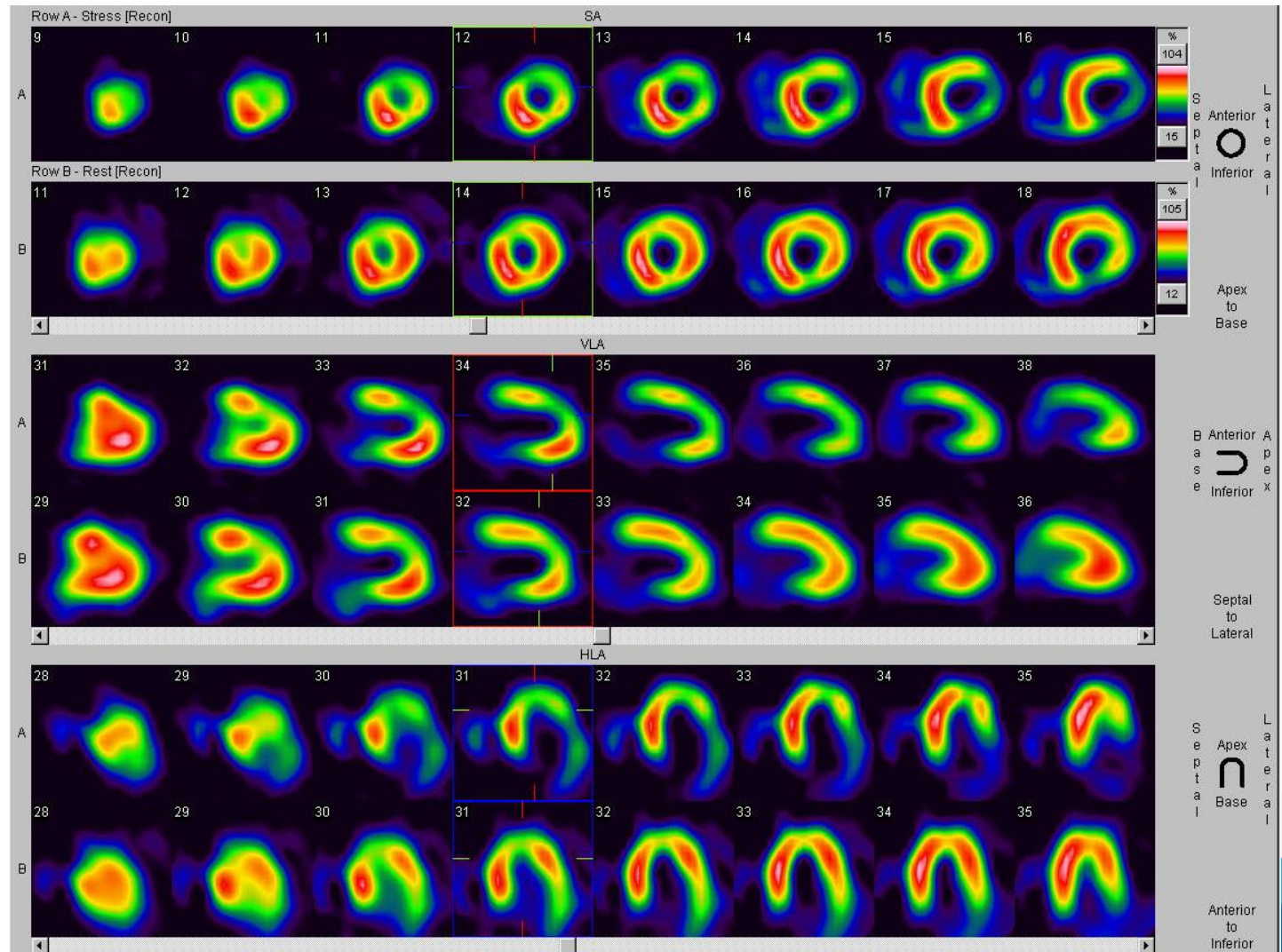


Figure 2. Rate of death or nonfatal myocardial infarction in patients with normal and abnormal stress SPECT images from 14 published reports comprising >12 000 patients. Reprinted with permission from the American College of Cardiology.²⁶

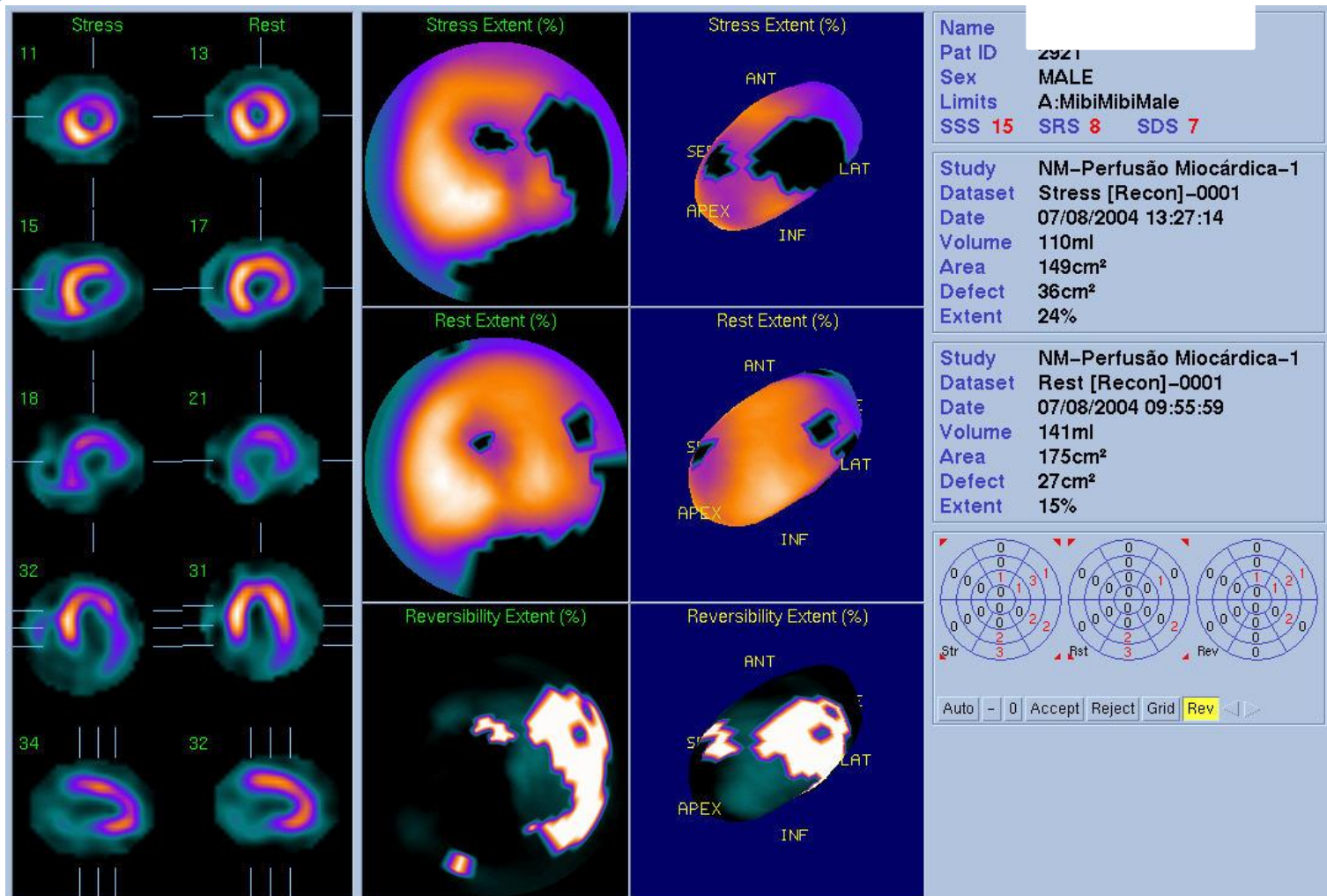
Valor Prognóstico do SPECT

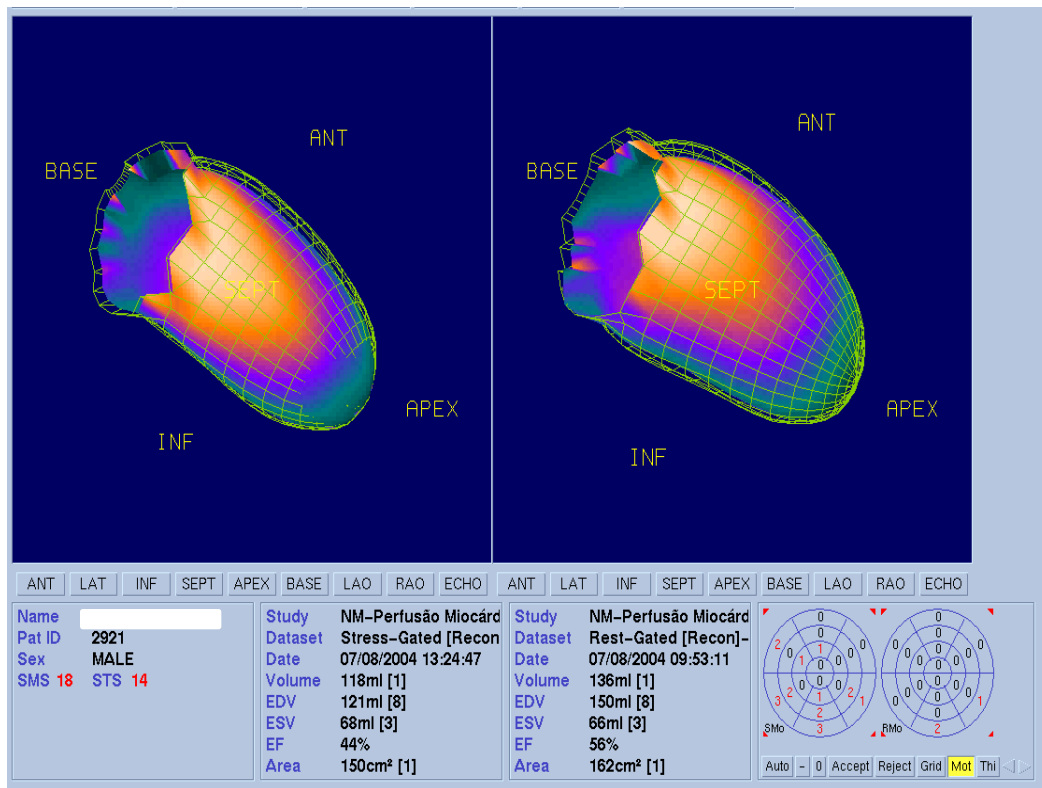


Cintilografia Miocárdica



QPS





Medium Term Prognostic Value of Stress Myocardial Perfusion Scintigraphy in a Chest Pain Unit

Jader Cunha de Azevedo, Renata Christian Martins Félix, Patrícia Lavatori Corrêa, Gustavo Borges Barbirato, Hans Fernando da Rocha Dohmann, Paulo Roberto Dutra da Silva, Evandro Tinoco Mesquita, Cláudio Tinoco Mesquita
Hospital Pró-Cardíaco – PROCEP, Universidade Federal Fluminense – Rio de Janeiro, RJ - Brazil

Summary

Objective: To evaluate the prognostic value of stress myocardial perfusion scintigraphy (MPS) applied to patients with suspected acute coronary syndrome (ACS).

Methods: Retrospective study. Patients with suspected acute coronary syndrome (ACS) admitted into the chest pain unit (CPU) from December 2002 to April 2004, after exclusion of acute myocardial infarction (AMI) and high risk unstable angina they underwent stress MPS.

Results: Selected 301 patients, 65.3 ± 12.5 years and 164 (54.5%) male gender. The test was performed 13 ± 12 hours after admission. Myocardial ischemia (ISQ) was found in 142 patients (47.2%). Male gender ($n=94$, $p < 0.0001$), history of diabetes mellitus ($n=31$, $p=0.033$), past of AMI ($n=52$, $p < 0.0001$), past of surgical myocardial revascularization ($n=46$, $p < 0.0001$) and past of percutaneous revascularization ($n=68$, $p < 0.0001$) presented correlation with ISQ. The follow-up was 697.7 ± 326.6 days. No MPS variable correlated with the occurrence of primary outcome. Abnormal scintigraphy ($n=76$, $p < 0.0001$), ISQ ($n=73$, $p < 0.0001$) and post-stress left ventricular ejection fraction below 45% ($n=21$, $p=0.006$) correlated with secondary outcome. The presence of ISQ was the major variable in the multivariate analysis for the prediction of secondary outcome (RR = 6.5; CI 95% = 0.009).

Conclusion: Presence of ISQ was the major independent factor in prediction of adverse events for patients admitted into the CPU.



Cintilografia na Avaliação de Risco Cirúrgico



Evidências:

- Diversos trabalhos foram realizados sempre utilizando Tálcio + dipiridamol em pacientes de cirurgia vascular e outras cirurgias de alto risco.
- Impacto prognóstico a longo prazo.

- Conclusões:

Valor preditivo negativo de 99%

Valor preditivo positivo de 23 a 69%

Defeitos fixos determinam maior risco que cintilografia normal, mas o risco é menor que na presença de defeitos reversíveis.



Diretrizes da AHA/ACC:

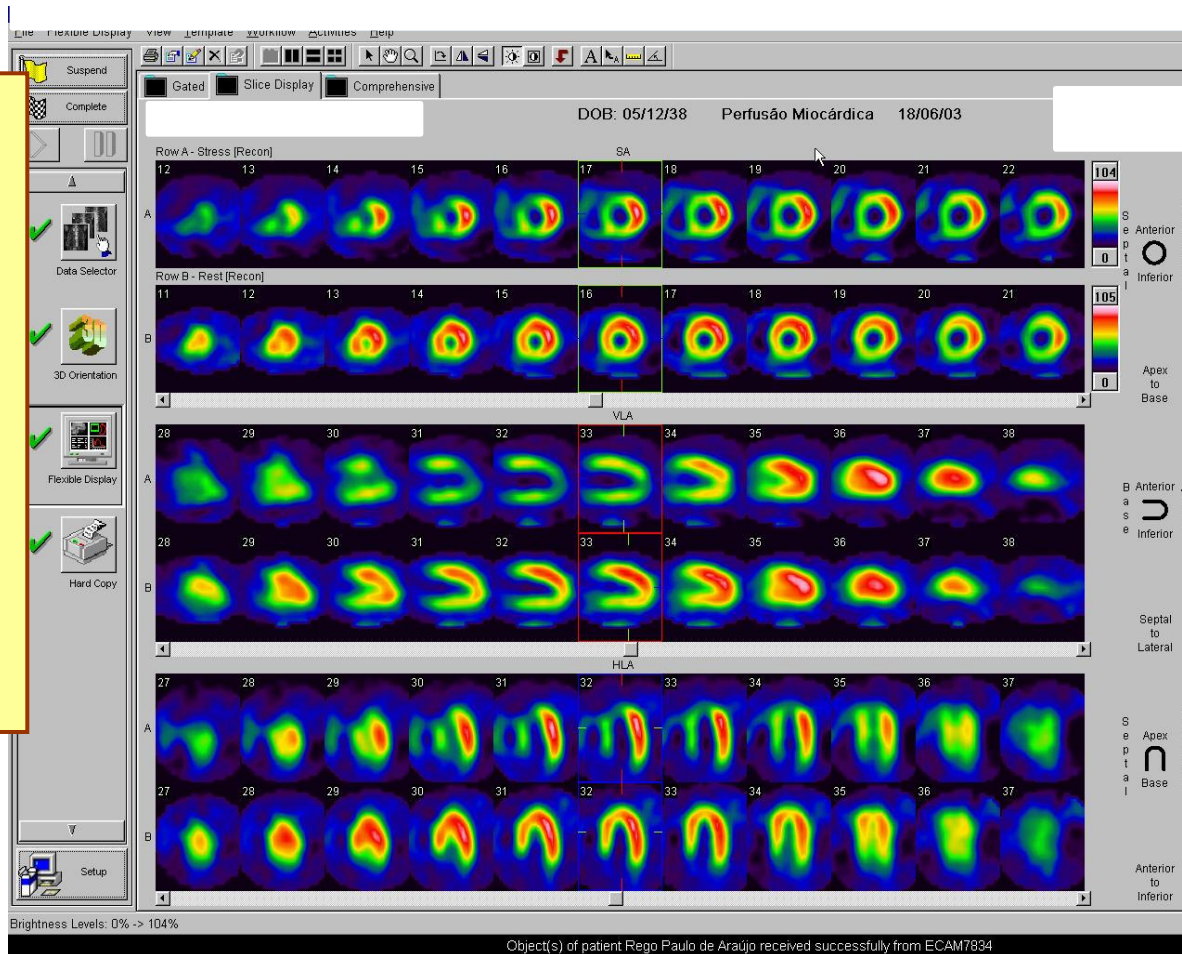
Presença de 2 ou mais dos seguintes fatores:

- Preditores clínicos intermediários
- Cirurgia de alto risco
- Capacidade funcional ruim



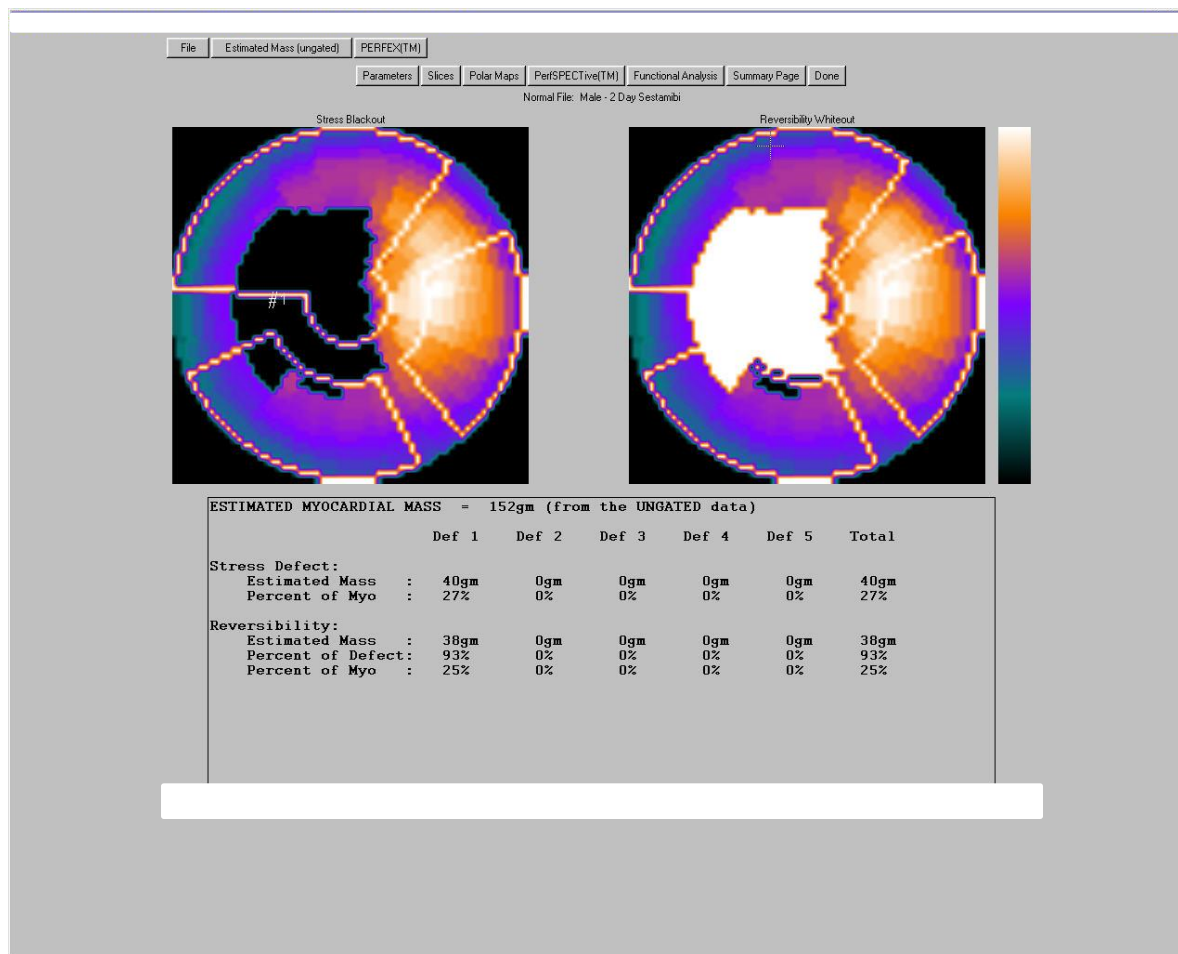
Cintilografia de Perfusão Miocárdica

Homem,
67 anos.
AAA
HAS, HF,
Tabagismo
Assintomático
Limitação
funcional.



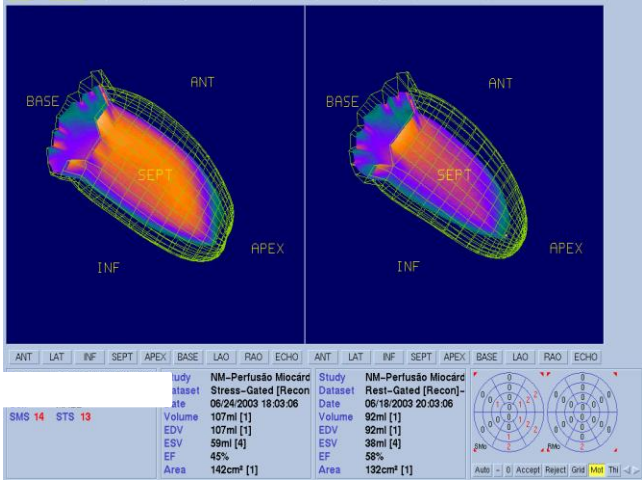
Mapa Polar

Quantificação da Área Isquêmica





Gated SPECT





Cintilografia de Perfusão Miocárdica na dor torácica aguda

Diagnóstico de SCA

Prognóstico na SCA

Cintilografia de Perfusão Miocárdica na dor torácica aguda

- Cintilografia Miocárdica de Repouso durante episódio de dor torácica aguda.
- Diagnóstico de DAC na sala de emergência.
- Estratificação de risco para evento coronariano em pacientes coronariopatas.
- Avaliação funcional de lesão coronariana.

Com a utilização da troponina de alta sensibilidade e angioTC de coronárias as sociedades e diretrizes têm buscado uma racional para abordagem da dor torácica



Cintilografia Miocárdica de Repouso durante episódio de dor torácica aguda

- População apropriada: Pacientes com dor torácica e ECG normal ou não-diagnóstico.
- Define a área miocárdica em risco no momento da injeção do radiotraçador.
- Injeção do radiotraçador em repouso durante o episódio de dor torácica aguda ou até 6 horas após.
- Aquisição de imagem de 1 a 6 horas após injeção.

Cintilografia Miocárdica de Repouso durante episódio de dor torácica aguda

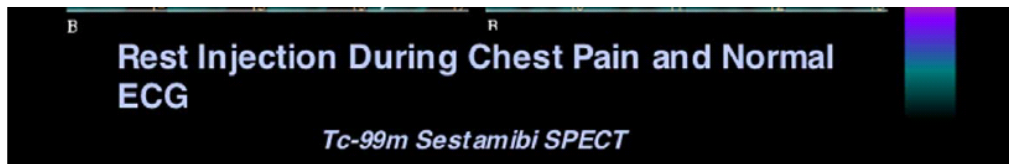


Figure 2. Rest Tc-99m sestamibi SPECT images acquired in 2000 of a 52-year-old man with atypical chest pain and normal electrocardiogram on presentation in the chest pain center. A relatively large inferoseptal myocardial perfusion defect is present (arrows).

Table 1. Diagnostic yield of rest myocardial perfusion imaging in patients with acute chest pain syndrome and normal or nonischemic rest electrocardiogram

	Year	n	Tracer	Sensitivity	Specificity	Negative predictive value	Endpoint
Wackers et al ¹	1979	203	Tl-201	100%	72%	100%	AMI
Varetto et al ⁹	1993	64	Tc-99m sestamibi	100%	92%	100%	CAD
Hilton et al ¹⁰	1994	102	Tc-99m sestamibi	94%	83%	99%	CAD/AMI
Tatum et al ¹¹	1997	438	Tc-99m sestamibi	100%	78%	100%	AMI
Kontos et al ¹²	1997	532	Tc-99m sestamibi	93%	71%	99%	AMI
Heller et al ¹³	1998	357	Tc-99m tetrofosmin	90%	60%	99%	AMI
Kontos et al ¹⁴	1999	620	Tc-99m sestamibi	92%	67%	99%	AMI

AMI, Acute myocardial infarction; CAD, angiographic coronary artery disease.

but who ruled in for an MI, a significantly lower CK value than in those with acute infarction and abnormal

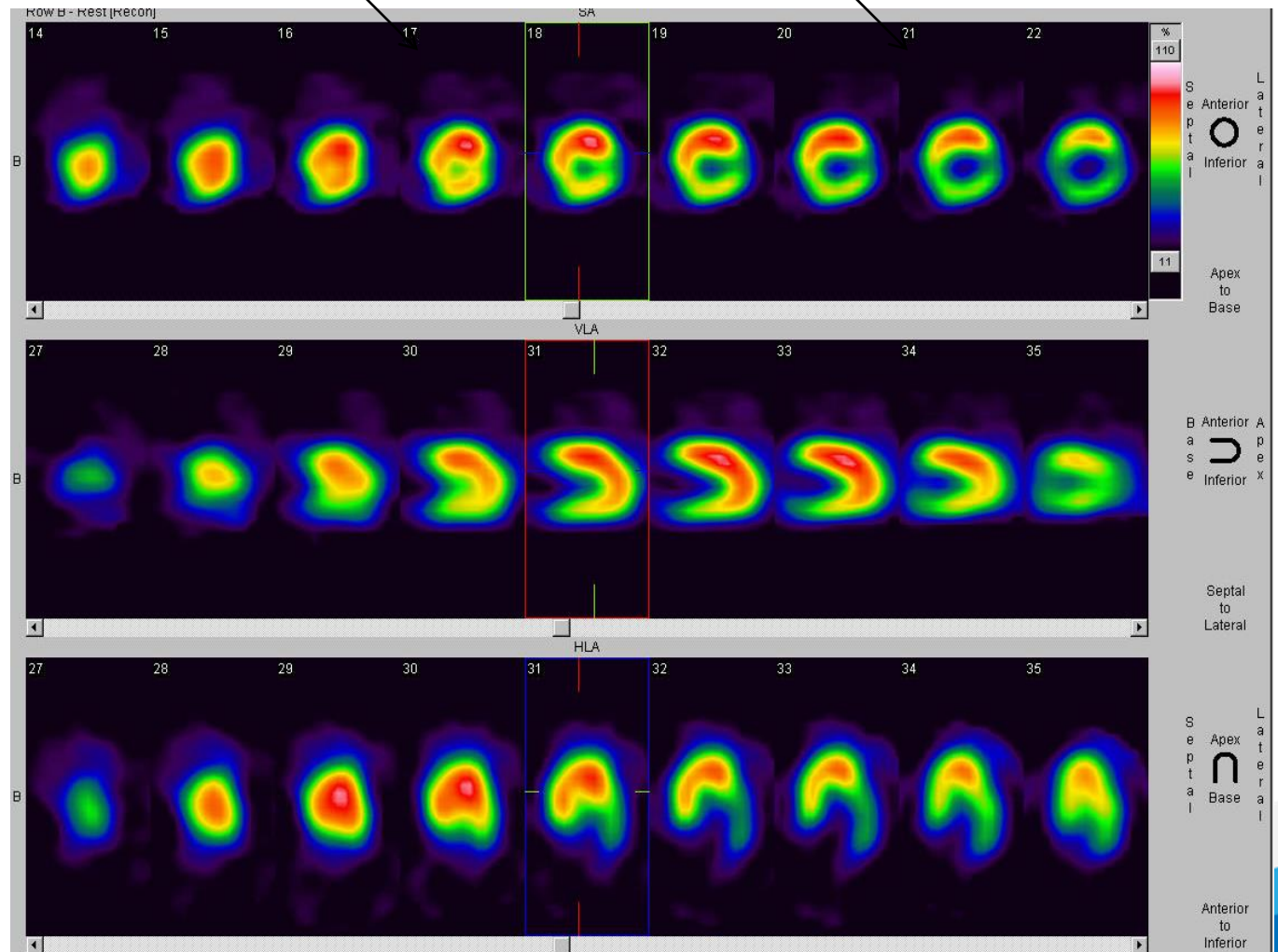
as troponin levels, are used for diagnosing acute infarction, rather than CK or CK-MB. In a recent study of 319

Todos os estudos demonstram um VPN extremamente alto para pacientes de baixo risco. Mesmo em pacientes injetados até 12 horas após o evento de dor os achados cintilográficos superaram ao do ECG no diagnóstico de SCA.

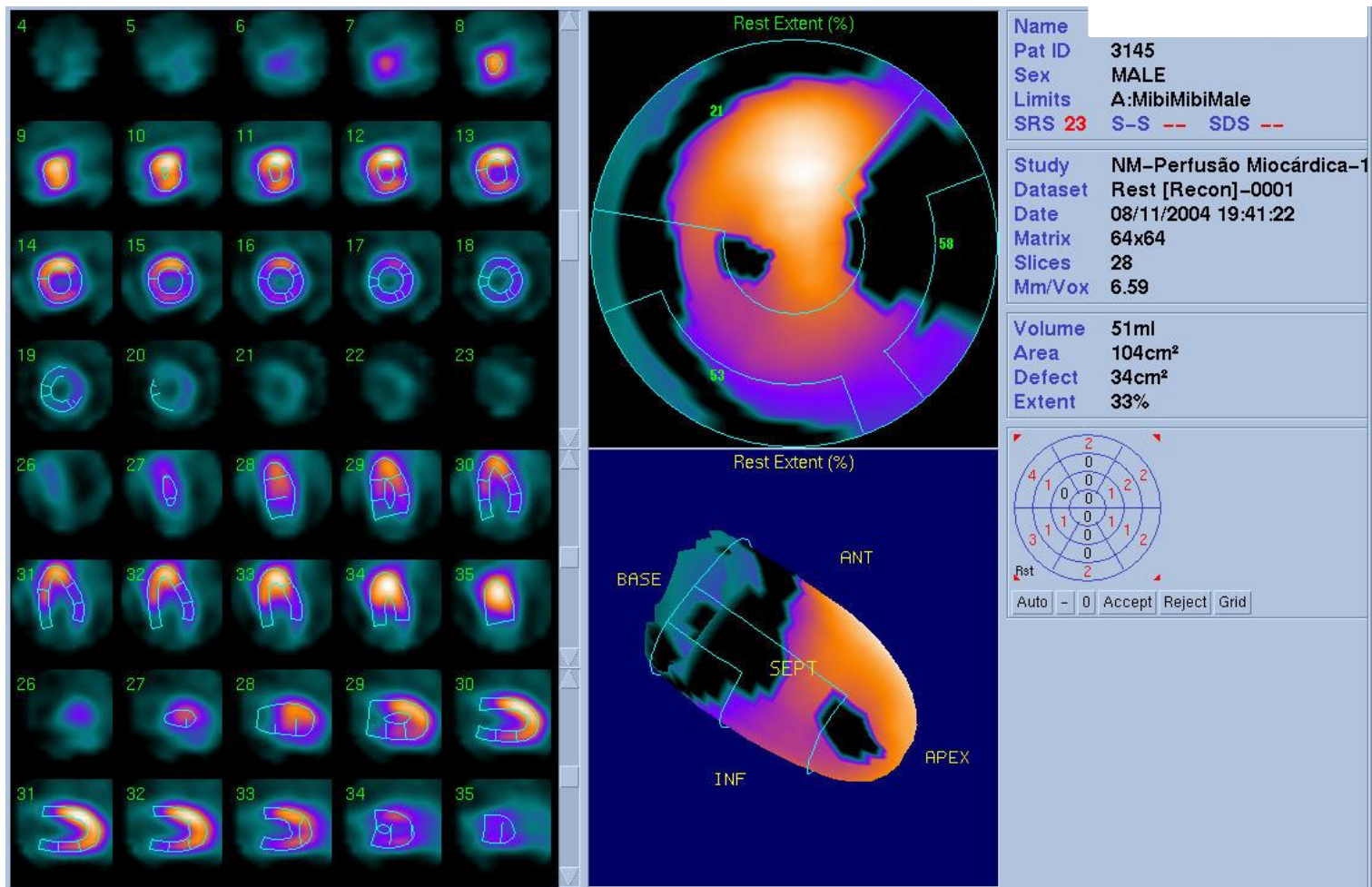


Caso 1:

- ES, masculino, 67 anos.
- Dor retroesternal opressiva com irradiação para o dorso com duração de 1h.
- HAS e dislipidemia.
- Sem história de DAC prévia.



QPS



Injeção na dor

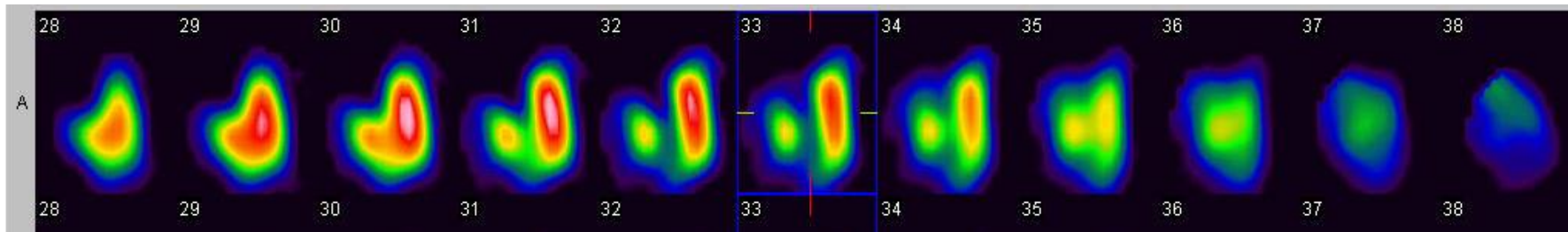
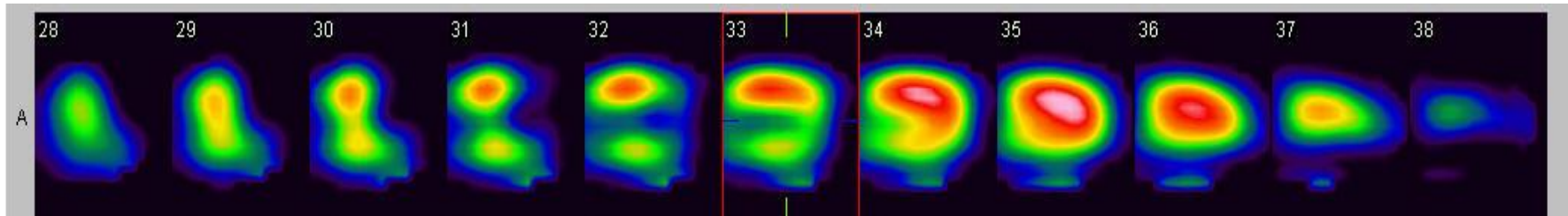
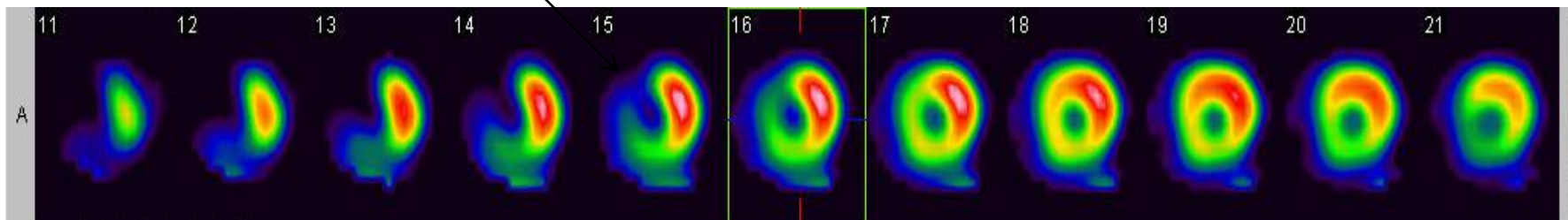
- Observa-se grande área de miocárdio comprometido nas paredes lateral e inferior do VE.
- Área de miocárdio hipocaptante estimado em 33% pelo QPS (**Quantitative Perfusion SPECT**)



Caso 2:

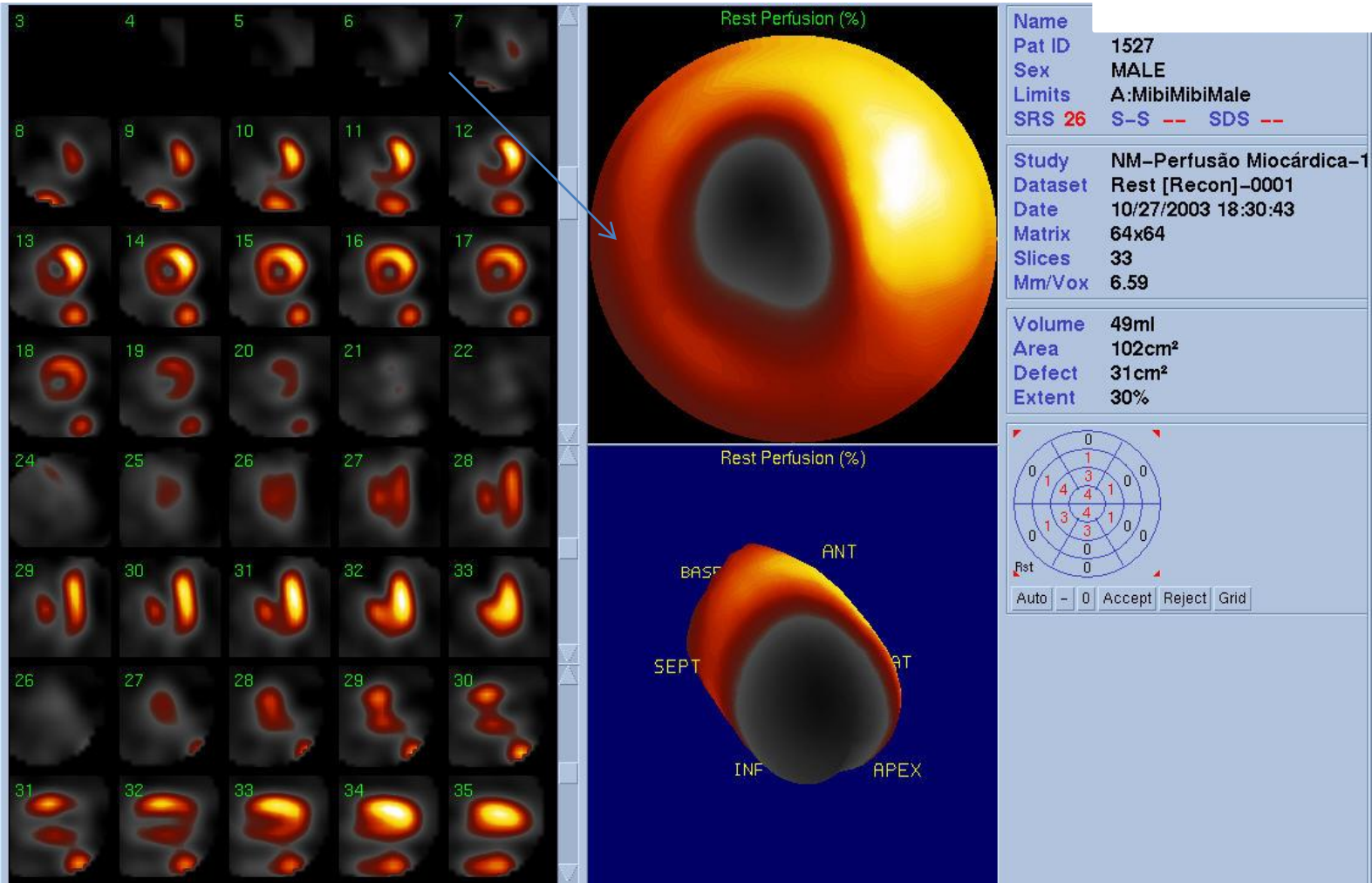
- MARM, masculino, 71 anos.
- Dor retroesternal em opressão, de duração prolongada, sem alívio com nitrato.
- Tabagista, HAS, dislipidemia.

Cintilografia miocárdica de repouso durante episódio de dor torácica aguda





QPS



Use of Resting Myocardial Scintigraphy during Chest Pain to Exclude Diagnosis of Acute Myocardial Infarction

Gustavo Borges Barbirato, Jader Cunha de Azevedo, Renata Christian Martins Felix, Patricia Lavatori Correa, André Volschan, Monica Viegas, Lucia Pimenta, Hans Fernando Rocha Dohmann, Evandro Tinoco Mesquita, Claudio Tinoco Mesquita

Centro de Estudos do Hospital Pró-Cardíaco (Procep), Rio de Janeiro, RJ - Brazil

Summary

Background: Images of myocardial perfusion taken during an episode of chest pain have been used for patients in the emergency department.

Objective: To evaluate the operating characteristics of ^{99m}Tc -Tetrofosmin scintigraphy during an episode of chest pain to exclude the diagnosis of acute myocardial infarction.

Methods: One hundred and eight patients admitted with chest pain, or up to four hours after the end of symptoms and nondiagnostic electrocardiogram, underwent resting scintigraphy and measurement of troponin I concentrations. Patients with a history of myocardial infarction (MI) were not excluded (24 patients). Troponin I concentrations were determined at admission and 6 hours later. Nuclear physicians performed a blind analysis of the images, and myocardial infarction was confirmed whenever troponin I level increase was three times that of the control.

Results: Resting perfusion image was abnormal in all 6 patients with MI. Only 1 patient had a normal image and increased troponin levels. Fifty-five patients had positive images without MI, and 46 patients had normal images and troponin levels. The prevalence of the disease was 6.5%. The sensitivity and specificity of the resting images during an episode of chest pain to diagnose MI was 85.7% and 45.5%, respectively. The negative predictive value was 97.7%.

Conclusion: Patients undergoing chest pain protocol with SPECT showed an excellent negative predictive value to exclude diagnosis of myocardial infarction. These results suggest that resting perfusion image is an important tool at the chest pain unit. (Arq Bras Cardiol 2009;92(4):255-260)

Injeção na Dor

- No estudo acima, vale ressaltar, que não excluídos pacientes com doença coronariana prévia e foi realizado em UDT (Unidade de Dor Torácica), apresentando VPN semelhante ao da literatura mundial.



Objetivos

- Segurança: < radiação;
- Aplicabilidade;
- **Custo efetividade;**
- **Tempo de aquisição;**
- Aumento da capacidade diagnóstica;
- Prognóstico

Objetivos interligados



A visão atual da MN na cardiologia

Single-Photon Emission Computed Tomography Myocardial Perfusion Imaging and the Risk of Sudden Cardiac Death in Patients With Coronary Disease and Left Ventricular Ejection Fraction >35%

Jonathan P. Piccini, MD, MHS,*† Aijing Z. Starr, MS,† John R. Horton, MS,† Linda K. Shaw, MS,†
Kerry L. Lee, PhD,† Sana M. Al-Khatib, MD, MHS,*† Ami E. Iskandrian, MD,‡
Christopher M. O'Connor, MD,*† Salvador Borges-Neto, MD*†

Durham, North Carolina; and Birmingham, Alabama

Methods

The study population included 4,865 patients with CAD and LVEF >35% who underwent gated SPECT MPI. We used Cox proportional hazard modeling to examine the relationship between patient characteristics and SCD.

Conclusions

Among patients with CAD and LVEF >35%, the extent of stress MPI perfusion defects is associated with an increased risk of SCD. Future large prospective studies should address the role of perfusion imaging in the identification of high-risk patients with LVEF >35% who might benefit from ICD implantation. (J Am Coll Cardiol 2010;56:206–14) © 2010 by the American College of Cardiology Foundation



Risco de morte súbita

- Estudo realizado na Universidade de Duke (Carolina do Norte) onde o defeito perfusional foi preditor de morte súbita mesmo em pacientes com fração de ejeção preservada.



MN na IC e CMPD

- Método capaz de avaliar a inervação e perfusão miocárdica
- SPECT e PET (QUANTIFICAÇÃO DE FLUXO)

Table 1 Myocardial perfusion PET/SPECT tracers

	Half-life	Production	First-pass extraction (%)	Kinetic properties
<i>SPECT tracers</i>				
²⁰¹ Thallium	73 h	Delivery	70	Na/K ATPase channel
^{99m} Tc-tetrofosmin	6 h	Generator/delivery	40	Diffusible, mitochondrial binding
^{99m} Tc-sestamibi	6 h	Generator/delivery	50	Mitochondrial membrane potential
<i>PET Tracers</i>				
¹³ N NH ₃	10 min	Cyclotron	85	Metabolic trapping
⁸² Rb	76 s	Generator	65	Na/K ATPase channel
¹⁵ O H ₂ O	122 s	Cyclotron	100	Freely diffusible
¹⁸ F BMS747158	110 min	Cyclotron/Delivery	90	Binds to mitochondrial complex-1

PET positron emission tomography, *SPECT* single-photon emission computed tomography

13NH3 e 82Rb são capazes de definir o fluxo miocárdico absoluto regional.



Aspectos gerais

- Novos protocolos de aquisição;
- Novos métodos de estresse;
- Novas substâncias vasodilatadoras;
- Radiotraçadores;
- Inovações tecnológicas;
- Associação com a radiologia;
- PET



Protocolos

- **Imagem única de estresse**
 1. Reduz o tempo de aquisição;
 2. Administração de 61% da dose total;
 3. Utiliza 99mTc-Sestamibi;
 4. Mortalidade semelhante ao protocolo usual

Protocolos de Aquisição

Journal of the American College of Cardiology
© 2010 by the American College of Cardiology Foundation
Published by Elsevier Inc.

Vol. 55, No. 3, 2010
ISSN 0735-1097/10/\$36.00
doi:10.1016/j.jacc.2009.09.022

Cardiac Imaging

Normal Stress-Only Versus Standard Stress/Rest Myocardial Perfusion Imaging

Similar Patient Mortality With Reduced Radiation Exposure

Su Min Chang, MD,* Faisal Nabi, MD,* Jiaqiong Xu, PhD,† Umara Raza, MD,*
John J. Mahmarian, MD*

Houston, Texas

Methods

We determined all-cause mortality in 16,854 consecutive patients who had a normal gated stress SPECT. Median follow-up was 4.5 years. A stress-only protocol was used in 8,034 patients (47.6%), whereas 8,820 (52.4%) had both stress and rest imaging.



Protocolos

- **Prona:**
 1. Desaparecimento do defeito na parede inferior = atenuação
 2. Permanência do defeito = fibrose
 3. Defeito em mulheres = $1/3$ das pacientes
 4. Utilizar os dados associado ao Gated SPECT

Research article

Open Access

Disappearance of myocardial perfusion defects on prone SPECT imaging: Comparison with cardiac magnetic resonance imaging in patients without established coronary artery disease

Bo Hedén, Eva Persson, Marcus Carlsson, Olle Pahlm and Håkan Arheden*

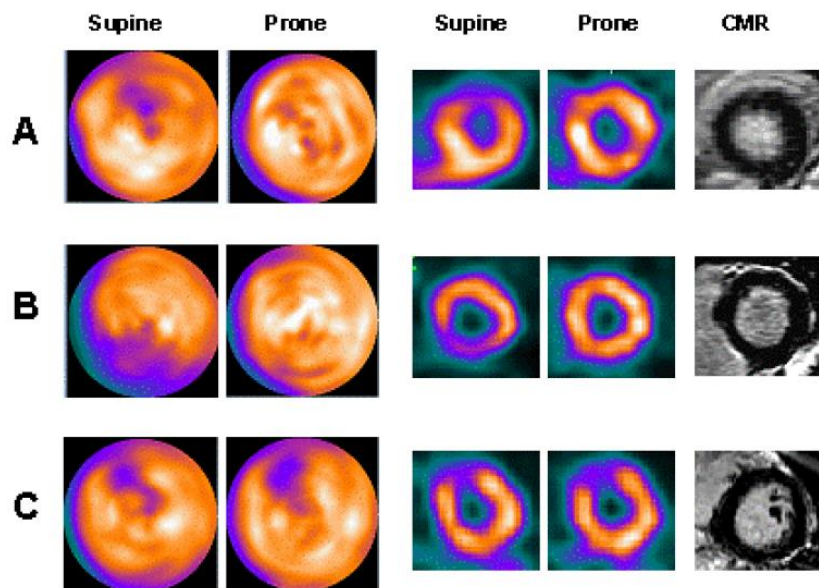


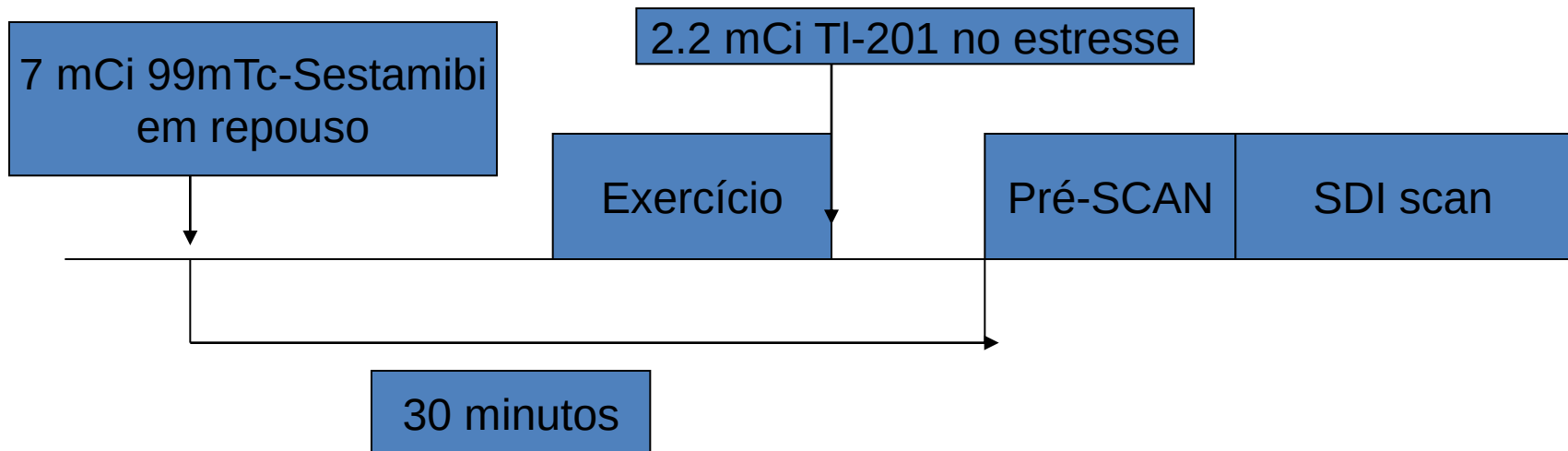
Imagem A: Mulher com melhora do defeito em prona

Imagem B: Homem com melhora do defeito em prona.

Imagem C: Mulher sem melhora com prona

Protocolos

- **Simultaneous Dual Isotope**
 1. Reduz o tempo em $\frac{1}{2}$;



Novos tipos de estresse

- **Estresse mental ou sensorial**
 1. Mecanismo de atuação próprio;
 2. Relação direta com a dinâmica vascular endotélio dependente;
 3. Valor adicional na investigação de dor torácica de origem cardíaca;
 4. Realização fácil.

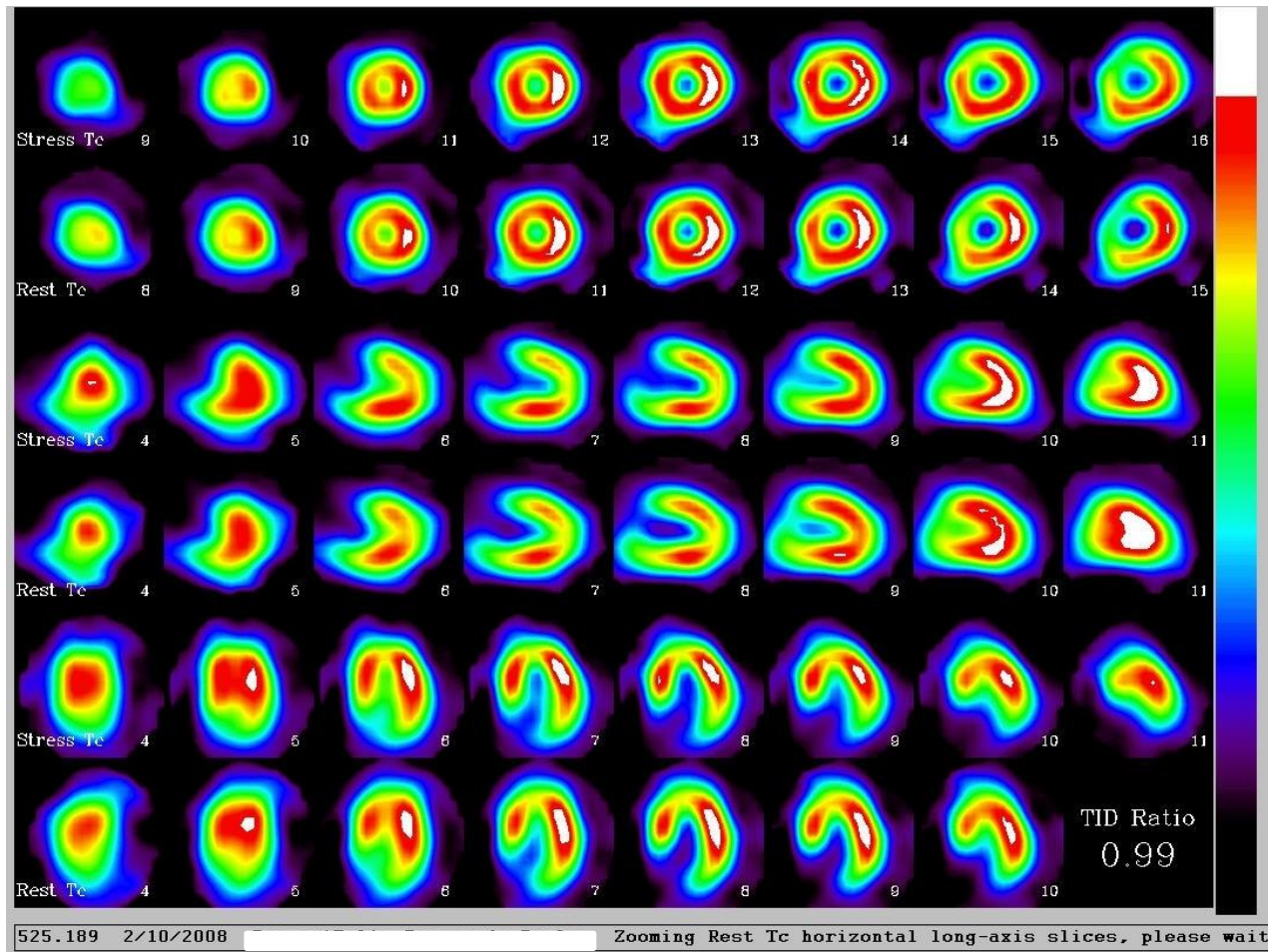
Tratamento específico quando positivo



Novos tipos de estresse

- Paciente de 67 anos, feminina,
- com desconforto retroesternal opressivo associado a vertigens no momento da admissão na sala de emergência.
- hipertensa, diabética, dislipidêmica, obesa, sedentária em tratamento de síndrome do pânico.
- Realizou cintilografia miocárdica com estresse com dipiridamol que foi negativa para isquemia.
- Encaminhada para realização de fase adicional com estresse mental.

SPECT – Dipi/Rep



Stroop color test

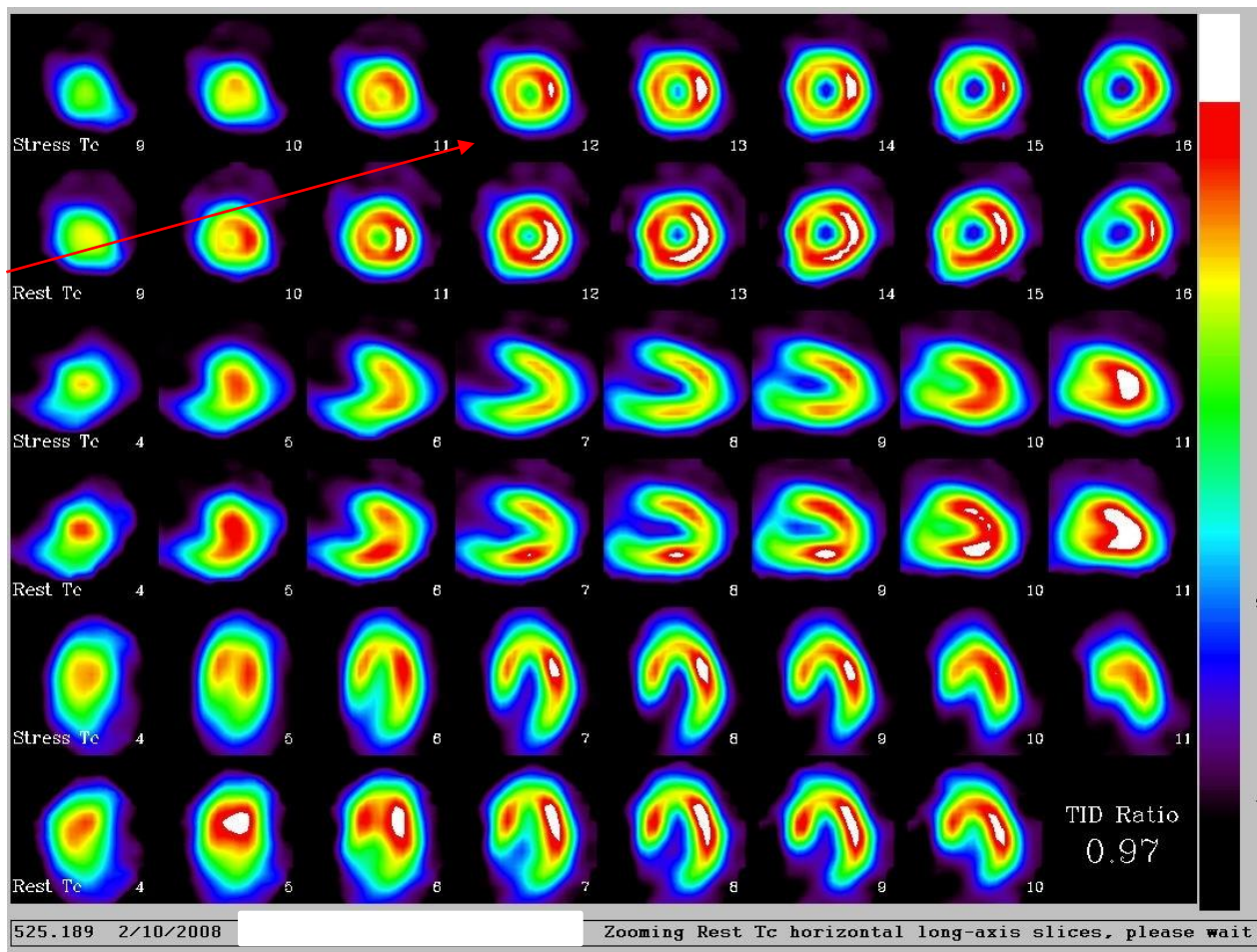
Conflito de cores



Fig. 2 – Telas apresentadas no teste stroop-color. A cor da letra deve ser dita em voz alta na velocidade de apresentação das telas. Pode ser usado um conflito auditivo.

SPECT estresse mental/rep

Defeito reversível septal





Novos protocolos

Prevalencia de Isquemia Inducida por Estrés Mental

Gustavo Borges Barbirato^{1,2}, Renata Félix², Jader Cunha de Azevedo², Patrícia Lavatori Corrêa², Antônio Claudio Lucas de Nóbrega^{1,2}, Alexandro Coimbra², André Volschan², Evandro Tinoco Mesquita^{1,2}, Hans Fernando Rocha Dohmann², Cláudio Tinoco Mesquita^{1,2}

Universidade Federal Fluminense - Hospital Universitário Antonio Pedro¹; Hospital Pró-Cardíaco - PROCEP², Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Arq Bras Cardiol 2010; 94(3) : 302-308



Novos tipos de estresse

- **Protocolo combinado**
 1. Esforço + vasodilatador: promove melhor qualidade de imagens
 2. Utilização das variáveis do esforço na avaliação
 3. Minimiza os efeitos adversos do vasodilatador.

Importante

Survival by Stress Modality in Patients With a Normal Myocardial Perfusion Study

Nils P. Johnson, MD, MS, Daniel R. Schimmel, Jr., MD, Sean P. Dyer, BS,
Scott M. Leonard, MS, CNMT, and Thomas A. Holly, MD*

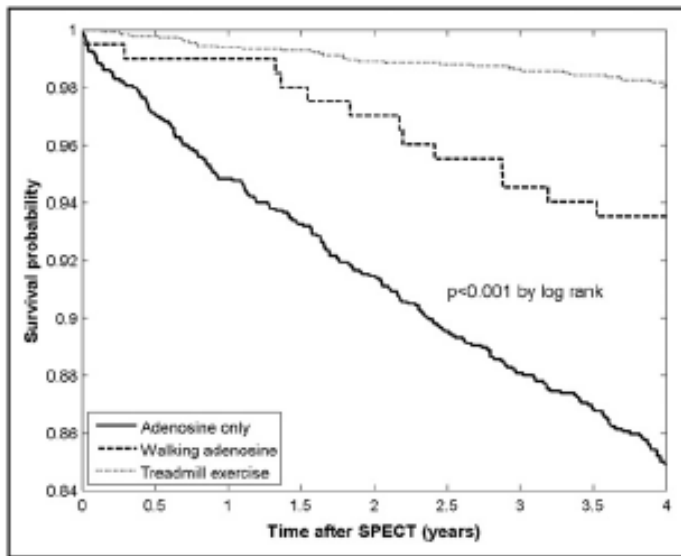


Figure 1. Kaplan-Meier survival curves by stress modality.

Number at Risk	Years				
	0	1	2	3	4
Adenosine only	1,451	1,377	1,328	1,279	996
Walking adenosine	201	200	196	191	122
Treadmill exercise	1,827	1,817	1,808	1,803	1,342

Sempre que puder realizar esforço

Vasodilatadores

- **Agonista seletivo do receptor A2A – Regadenoson:**

1. Reduz efeitos adversos;
2. Administração EV em bolus;
3. Efeito hemodinâmico mínimo;
4. Redução do tempo de exame;
5. Não interfere na biodisponibilidade e clearance dos radiotraçadores.

Mais vantajoso

6. Caro e não disponível no mercado atual



Evidência

Effects of Adenosine and a Selective A_{2A} Adenosine Receptor Agonist on Hemodynamic and Thallium-201 and Technetium-99m–SestaMIBI Biodistribution and Kinetics

JACC: CARDIOVASCULAR IMAGING
© 2009 BY THE AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY FOUNDATION
PUBLISHED BY ELSEVIER INC.

Choukri Mekkaoui, PhD,* Farid Jadbabaie, MD,* Donald P. Dione, BS,*
David F. Meoli, MD, PhD,* Kailasnath Purushothaman, PhD,† Luiz Belardinelli, MD,‡
Albert J. Sinusas, MD*†

New Haven, Connecticut; and Palo Alto, California

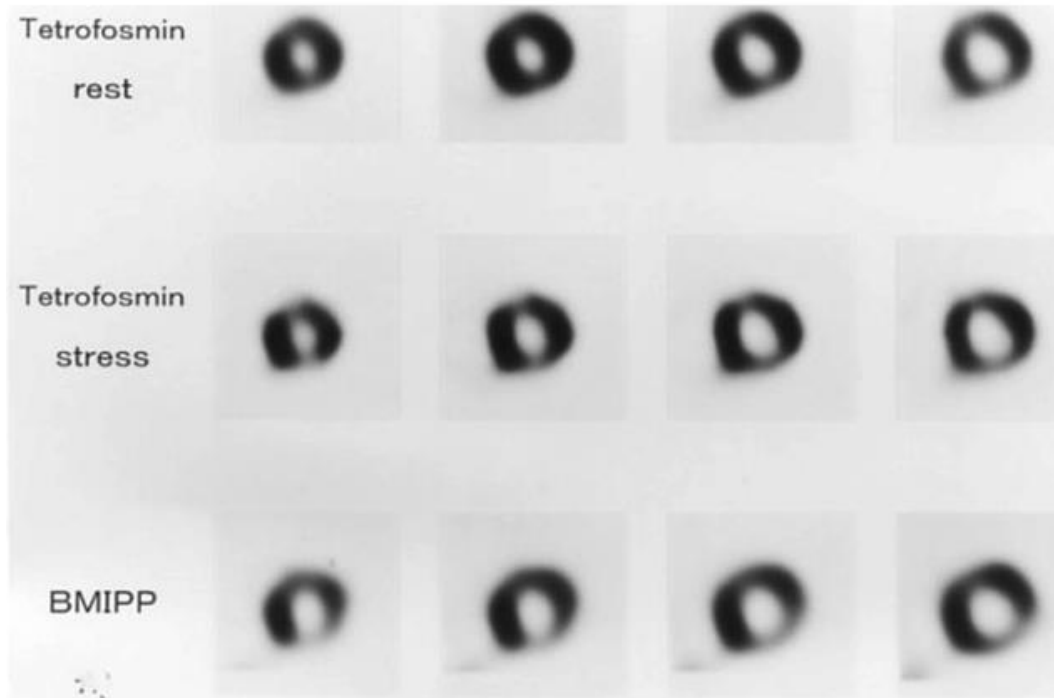


Radiotraçadores

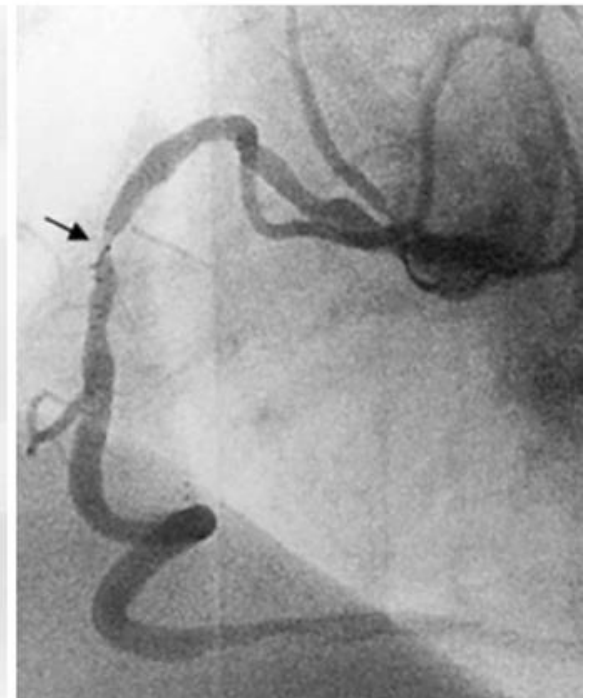
- **^{123}I -beta-methyl-P-iodophenylpentadecanoic acid (BMIPP)**
BMIPP:
 1. Análise do metabolismo miocitário de ác. Graxos: Inversão de ác. Graxos em glicose
 2. “Mismatch” com a perfusão; fenômeno de “impressão digital”; Imagens podem ser adquiridas até 48hs após o evento isquêmico.
 3. Realizado em imagens SPECT;
 4. Valor diagnóstico e prognóstico.

123I-BMIPP

A



B



Journal of Nuclear Cardiology Tamaki and
Yoshinaga 139
Volume 18, Number 1;135-43



Radiotraçadores

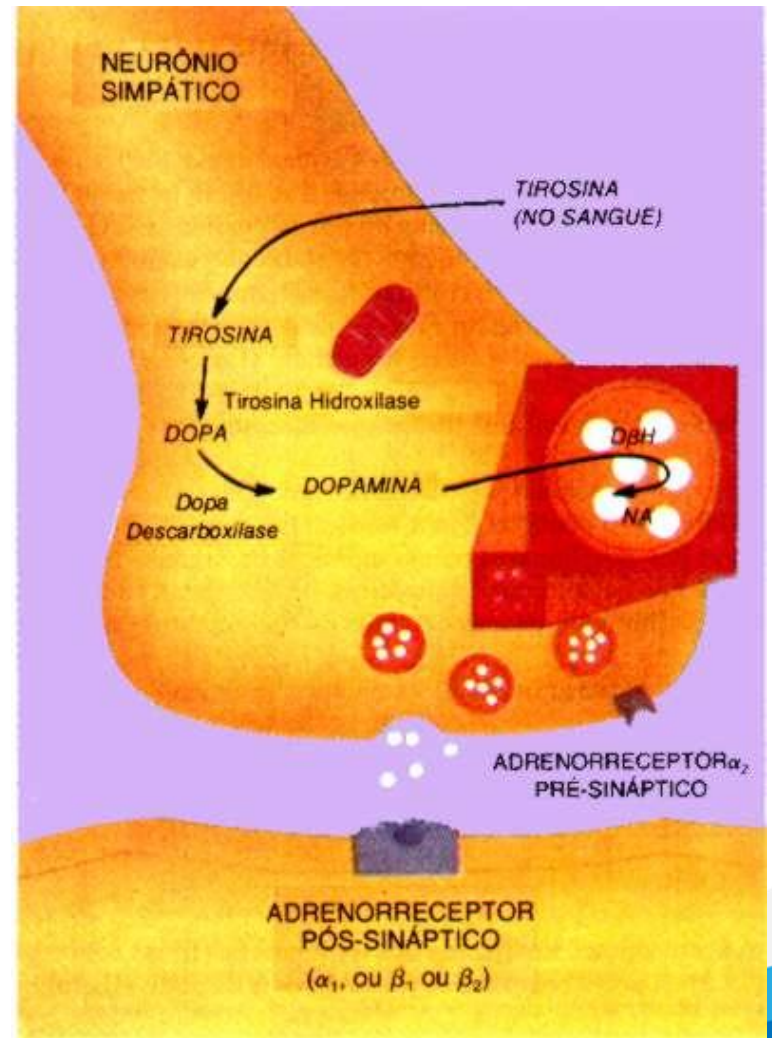
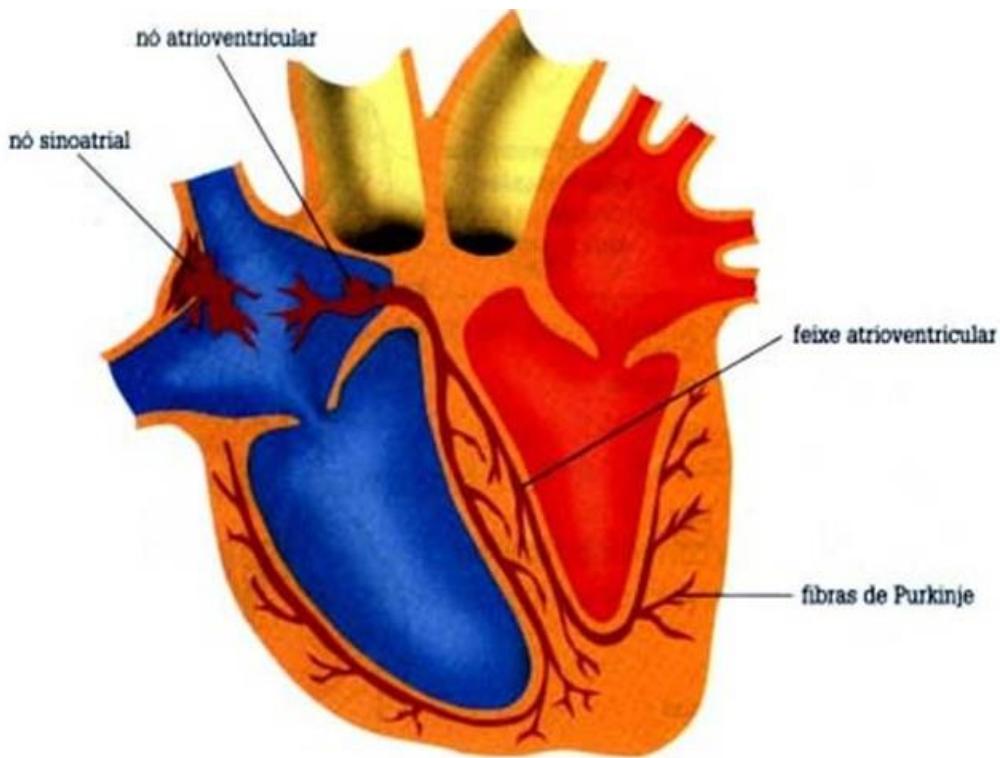
- **^{123}I -MIBG:**
 1. Análogo da guanetidina – falso neurotransmissor;
 2. Captado pelo neurônio de forma semelhante a norepinefrina;
 3. Não sofre metabolismo intracelular;
 4. Não tem ação nos receptores.



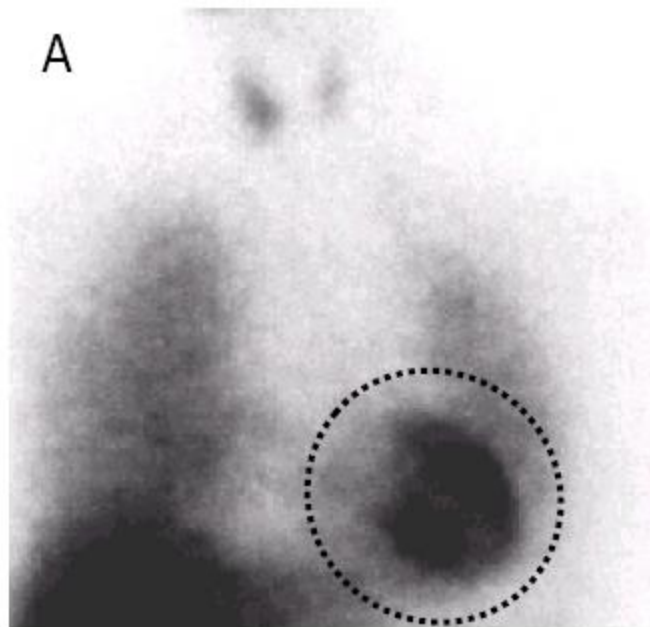
Radiotraçadores

- C/M inicial $\Rightarrow$ densidade de receptores no miocárdio.
- Taxa de *washout* $\Rightarrow$ atividade e o tônus adrenérgico.
- SPECT $\Rightarrow$ avaliação da inervação miocárdica regional.

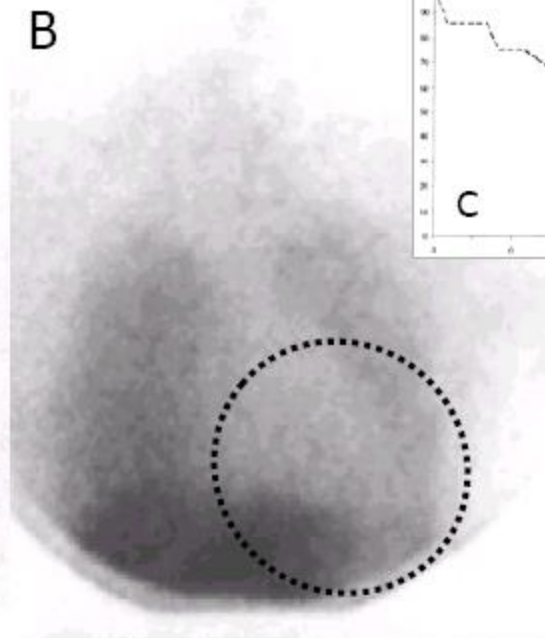
SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO



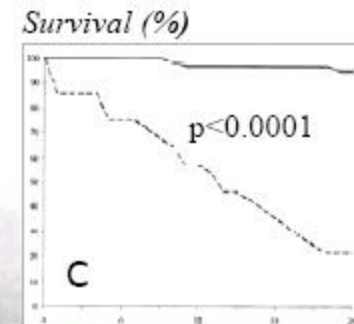
Retenção de MIBG: estado da
Inervação adrenérgica cardíaca
Washout de MIBG: função neuronal adrenérgica



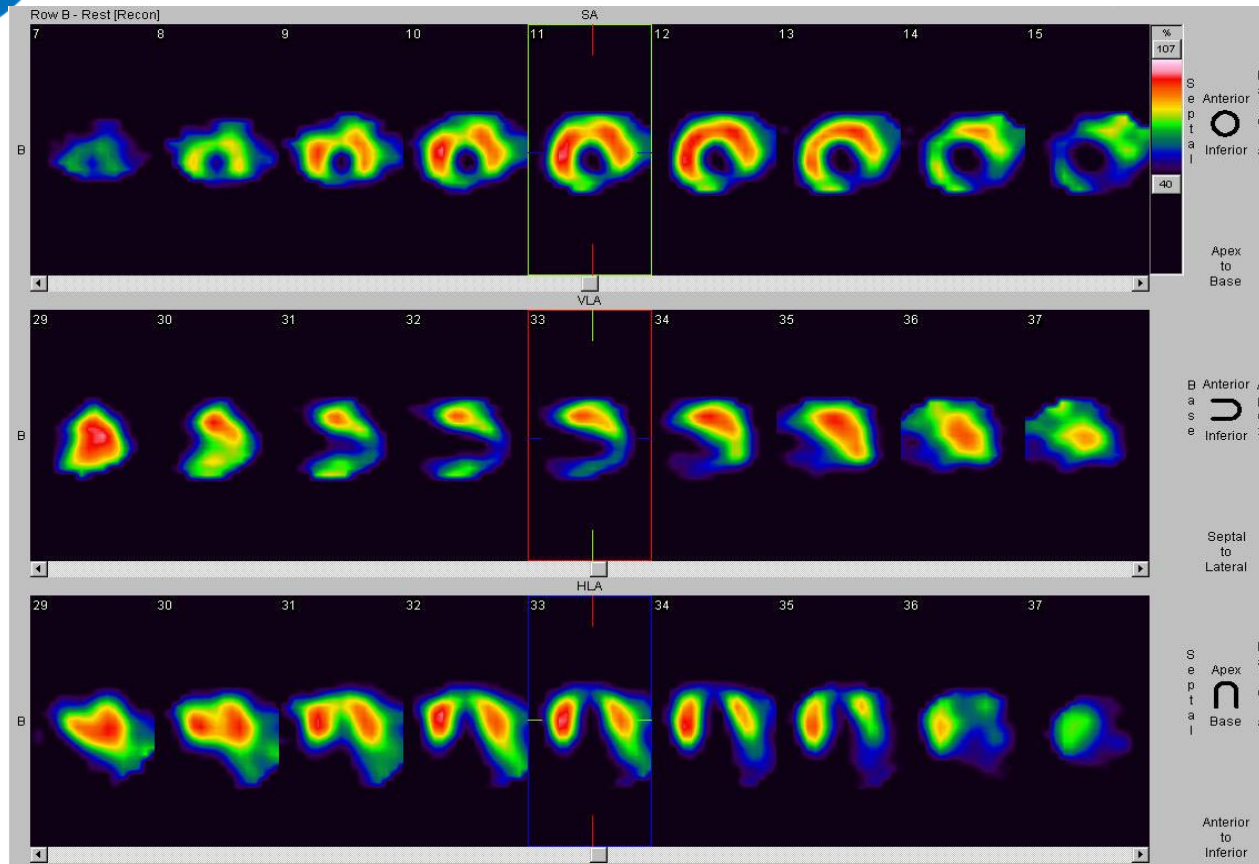
Normal Myocardial Innervation



End-stage Heart Failure



SPECT



Radiotraçadores

- **Indicações:**

1. Estenose aórtica
2. **CMPH**
3. Demências
4. DM
5. HAS com HVE
6. Parkinson
7. Síndrome de Brugada
8. Doença de Chagas
9. Estratificação de MS
10. HAP
11. Cardiotoxicidade
12. Avaliação de transplante cardíaco
13. Espasmo coronariano
14. Ressincronização

Effects of Short-term Carvedilol on the Cardiac Sympathetic Activity Assessed by ^{123}I -MIBG Scintigraphy

Sandra Marina Ribeiro de Miranda¹, Evandro Tinoco Mesquita^{1,2}, Hans Fernando da Rocha Dohmann³, Jader Cunha Azevedo², Gustavo Borges Barbirato², Fabiano de Lima Freire¹, Mário Luiz Ribeiro¹, Antonio Cláudio Lucas da Nóbrega^{1,2}, Alexandro Coimbra², Cláudio Tinoco Mesquita^{1,2}

Abstract

Background: Autonomic alterations in heart failure are associated with an increase in morbimortality. Several noninvasive methods have been employed to evaluate the sympathetic function, including the Meta-Iodobenzylguanidine (^{123}I -MIBG) scintigraphy imaging of the heart.

Objective: to evaluate the cardiac sympathetic activity through ^{123}I -MIBG scintigraphy, before and after three months of carvedilol therapy in patients with heart failure and left ventricular ejection fraction (LVEF) $< 45\%$.

Patients and methods: Sixteen patients, aged 56.3 ± 12.6 years (11 males), with a mean LVEF of $28\% \pm 8\%$ and no previous use of beta-blockers were recruited for the study. Images of the heart innervation were acquired with ^{123}I -MIBG, and the serum levels of catecholamines (epinephrine, dopamine and norepinephrine) were measured; the radioisotope ventriculography (RIV) was performed before and after a three-month therapy with carvedilol.

Results: Patients' functional class showed improvement: before the treatment, 50% of the patients were FC II and 50% were FC III. After 3 months, 7 patients were FC I (43.8%) and 9 were FC II (56.2%), ($p = 0.0001$). The mean LVEF assessed by RIV increased from 29% to 33% ($p = 0.017$). There was no significant variation in cardiac adrenergic activity assessed by ^{123}I -MIBG (early and late resting images and washout rate). No significant variation was observed regarding the measurement of catecholamines.

Conclusion: The short-term treatment with carvedilol promoted the clinical and LVEF improvement. However, this was not associated to an improvement in the cardiac adrenergic activity, assessed by ^{123}I -MIBG scintigraphy, as well as the measurement of circulating catecholamines. (Arq Bras Cardiol 2010; 94(3):308-312)



Avanços tecnológicos

- **Objetivos:**

1. Reduzir tempo de exame
2. Reduzir dose administrada
3. Aumentar o conforto do paciente
4. Melhorar a qualidade da imagem
5. **Correlação radiológica com escore de cálcio e angio TC de coronárias.**

Avanços tecnológicos

- **Gama Câmara:**
 1. Cardious XPO camera – posição sentada
 2. D-SPECT – “Multi-pinhole” e CZT (detector sólido)



Avanços tecnológicos

Table 1 Recent clinical studies demonstrating possibility of shortened imaging times with MPS

Study	System	N	Protocol	Injected dose	Acquisition time
Herzog et al. [13]	Discovery NM 530c	20	1-day ^{99m}Tc -tetrofosmin adenosine stress-rest	Stress/rest 8.8/25.1 mCi	3 min/2 min optimal
Buechel et al. [14]	Discovery NM 530c	75	1-day ^{99m}Tc -tetrofosmin adenosine stress-rest	Stress/rest 9.1/25.6 mCi	3 min/2 min
Maddahi et al. [22]	Digirad 2/3-head	189 3-head 239 2-head	Rest/stress ^{99m}Tc	Rest/Stress 7–10 mCi/20–30 mCi	4.8 min/4.3 min 6.5 min/4.3 min
Esteves et al. [15•]	Discovery NM 530c	168	1-day ^{99m}Tc -tetrofosmin rest/stress	Rest/stress 10–15/30–45 mCi	4 min/2 min
Sharir et al. [16]	D-SPECT	44	1-day ^{99m}Tc stress/rest sestamibi	Stress/rest 11/28 mCi	4 min/2 min
Berman et al. [17•]	D-SPECT	374 262	Stress TI/rest ^{99m}Tc Rest/stress Tc/Tc	Stress/rest TI/Tc 2–2.5/8–10 mCi; Tc/Tc 8–10/25–40 mCi	6 min/4 min 4 min/2 min
Sharir et al. [19••]	D-SPECT	238	Rest/stress tetrofosmin/sestamibi ^{99m}Tc	Rest/stress 10/30 mCi	4 min/2 min
Gambhir et al. [31]	D-SPECT	18	1-day ^{99m}Tc -sestamibi stress/rest	Stress/rest 11/28 mCi	4 min/2 min
DePuey et al. [23]	UltraSPECT Widebeam Reconstruction	209	Rest/stress ^{99m}Tc -sestamibi	Rest/stress 9/32 mCi	4.5 min/4 min
Bateman et al. [30•]	Stress only Astonish	110	Stress only ^{99m}Tc -sestamibi	Stress 25–35 mCi	6 min/

MPS myocardial perfusion SPECT, SPECT single photon emission CT



Avanços tecnológicos

- **Física:**
 1. Atua paralelamente
 2. Melhorar contraste
 3. Reduzir ruído
 4. OSEM

- **Escore de cálcio**

Journal of the American College of Cardiology
© 2009 by the American College of Cardiology Foundation
Published by Elsevier Inc.

Vol 54, No. 20, 2009
ISSN 0735-1097/09/\$36.00
doi:10.1016/j.jacc.2009.05.071

Cardiac Imaging

The Coronary Artery Calcium Score and Stress Myocardial Perfusion Imaging Provide Independent and Complementary Prediction of Cardiac Risk

Su Min Chang, MD, Faisal Nabi, MD, Jiaqiong Xu, PhD, Leif E. Peterson, PhD, Arup Achari, MD, Craig M. Pratt, MD, John J. Mahmarian, MD

Houston, Texas

MN/RX

- **Escore de cálcio:**

1. SPECT anormal + SC > 100 **400**[↑] = “hard events”
2. SPECT normal + SC > 400 = 3,55_↓X em risco relativo para eventos cardiovasculares

- **SPECT-CT e PET-CT:**

Endothelial Dysfunction in Diabetic Patients with Abnormal Myocardial Perfusion in the Absence of Epicardial Obstructive Coronary Artery Disease

Roxana Djaberi¹, Jos op 't Roodt², Joanne D. Schuijff¹, Ton J. Rabelink², Eelco J. de Koning², Alberto M. Pereira³, Marcel P. Stokkel⁴, Jan W. Smit³, Jeroen J. Bax¹, and J. Wouter Jukema^{1,5}

¹Department of Cardiology, Leiden University Medical Center, Leiden, The Netherlands; ²Department of Nephrology, Leiden University Medical Center, Leiden, The Netherlands; ³Department of Endocrinology, Leiden University Medical Center, Leiden, The Netherlands; ⁴Department of Nuclear Medicine, Leiden University Medical Center, Leiden, The Netherlands; and ⁵Eindhoven Laboratory of Experimental Vascular Medicine, Leiden, The Netherlands



MN/RX

- **SPECT-CT e PET-CT**
 1. 130 pcts, assintomáticos, diabéticos
 2. Estratificação com score de cálcio
 3. Angio TC de coronárias (lesões > 50%)
 4. SPECT = SSS>3 positivo
 5. Hiperemia reativa braquial

MN/RX

- **SPECT-CT**

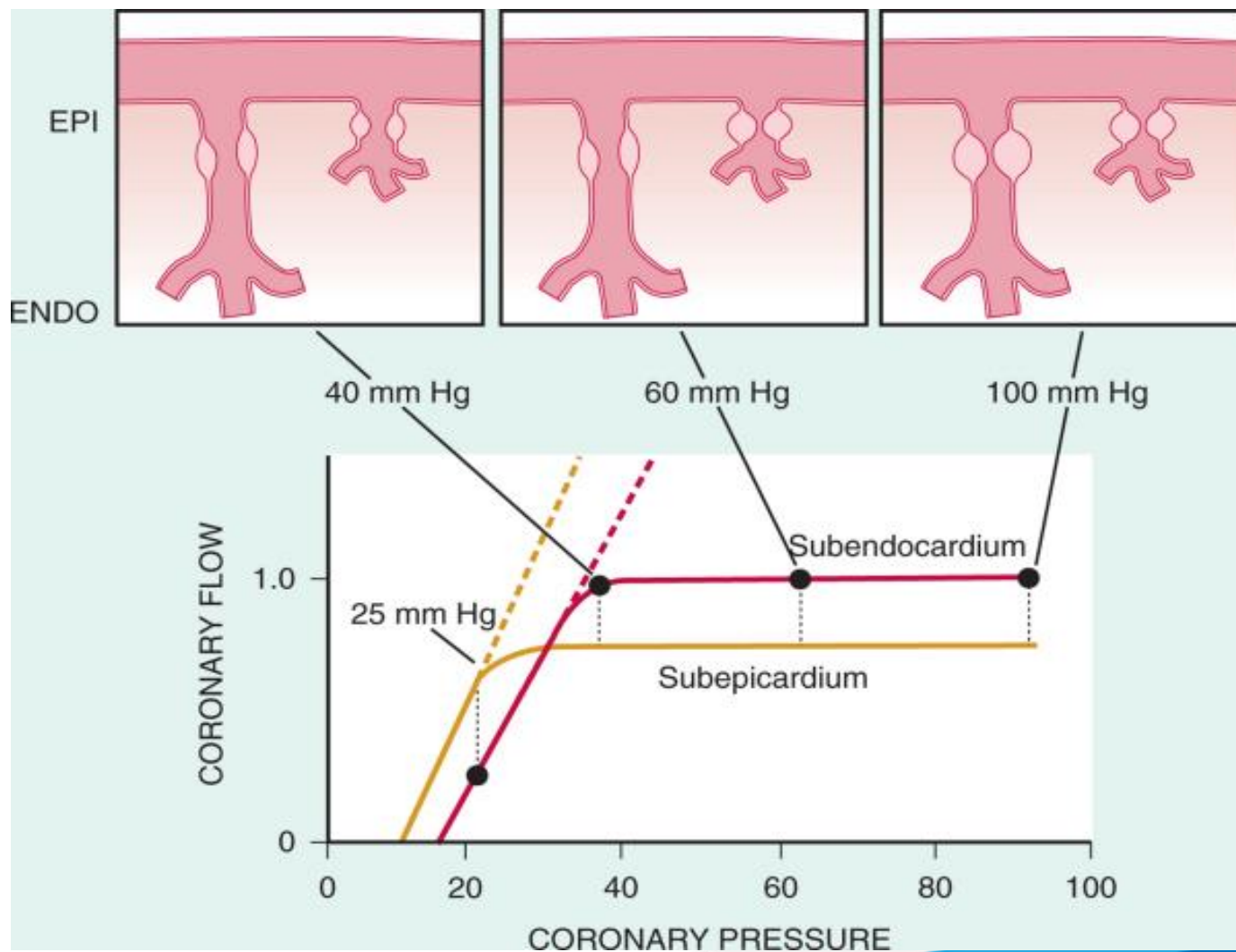
1. 27% lesão $> 50\%$ = exclusão;
2. Nos 95 pcts restantes = SSS > 3 em 32%;
3. Disfunção endotelial + evidente nos pcts com SSS > 3 ;
4. Não houve correlação com escore de cálcio e SSS > 3 ;



Fatores de Risco Associados com diminuição da Vasodilatação Endotélio-Dependente

- Dislipidemia
- HAS
- DM
- Tabagismo
- Menopausa
- Hiperhomocisteinemia
- Idade
- História familiar positiva para DAC
- Mutação da NOs

Controle do Fluxo



Isquemia balanceada

- Uma das dificuldades apresentadas na prática durante a análise das imagens cintilográficas.
- A avaliação da reserva de fluxo miocárdico (RFM) tanto através de PET e mais recentemente SPECT (câmaras de CZT) podem contribuir para maior acurácia destes casos.



Radioproteção

- **ALARA** (*AS LOW AS REASONABLY ACHIEVABLE*) ou princípio ALARA.
- **Justificação**: Parte do princípio de que há necessidade de uma exposição justificada à radiação através de uma indicação precisa do exame.
- **Otimização**: ajustes nos protocolos, inclusive empregando os melhores recursos tecnológicos disponíveis (software e hardware modernos) para a realização do exame, tarefa esta de responsabilidade direta de uma equipe multiprofissional.



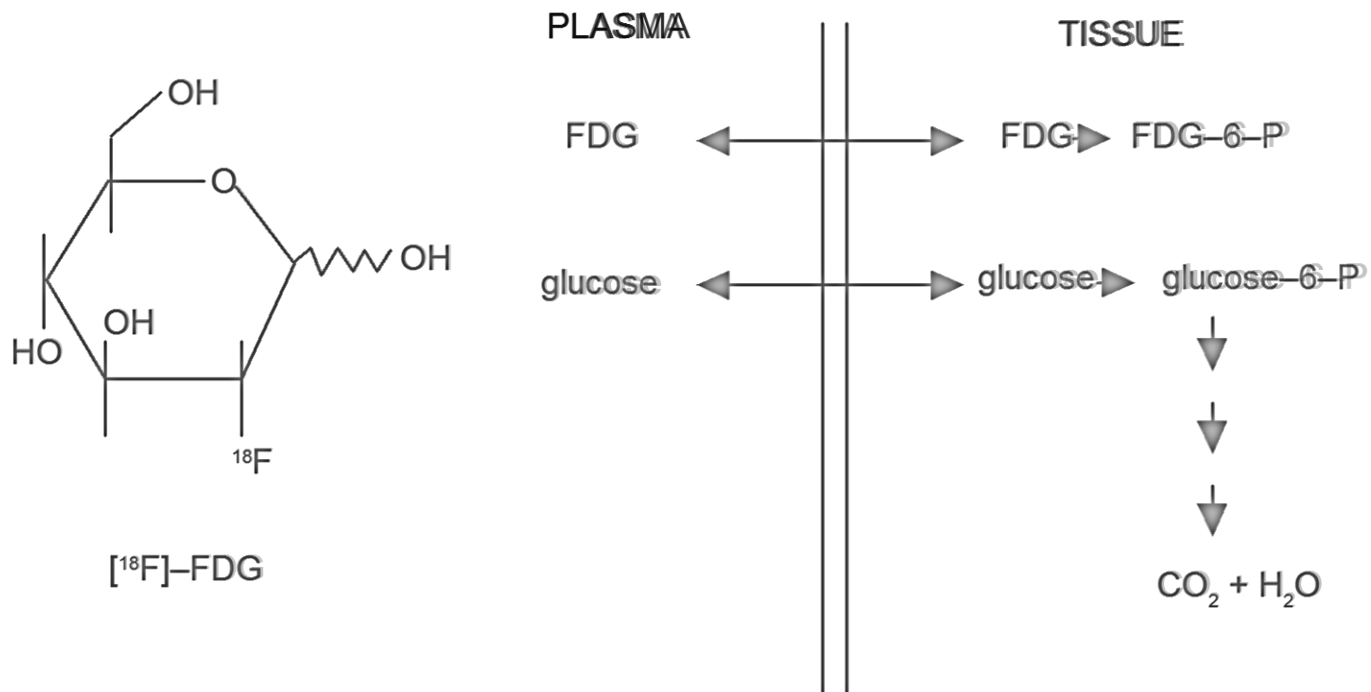
Radioproteção

- IAEA – Sugere a otimização das doses administradas baseada no IMC.
- A dose máxima recomendada nesse caso seria de 9 Msv.
- A tecnologia com câmaras de CZT por exemplo promovem boa qualidade de imagens com menor exposição do paciente.

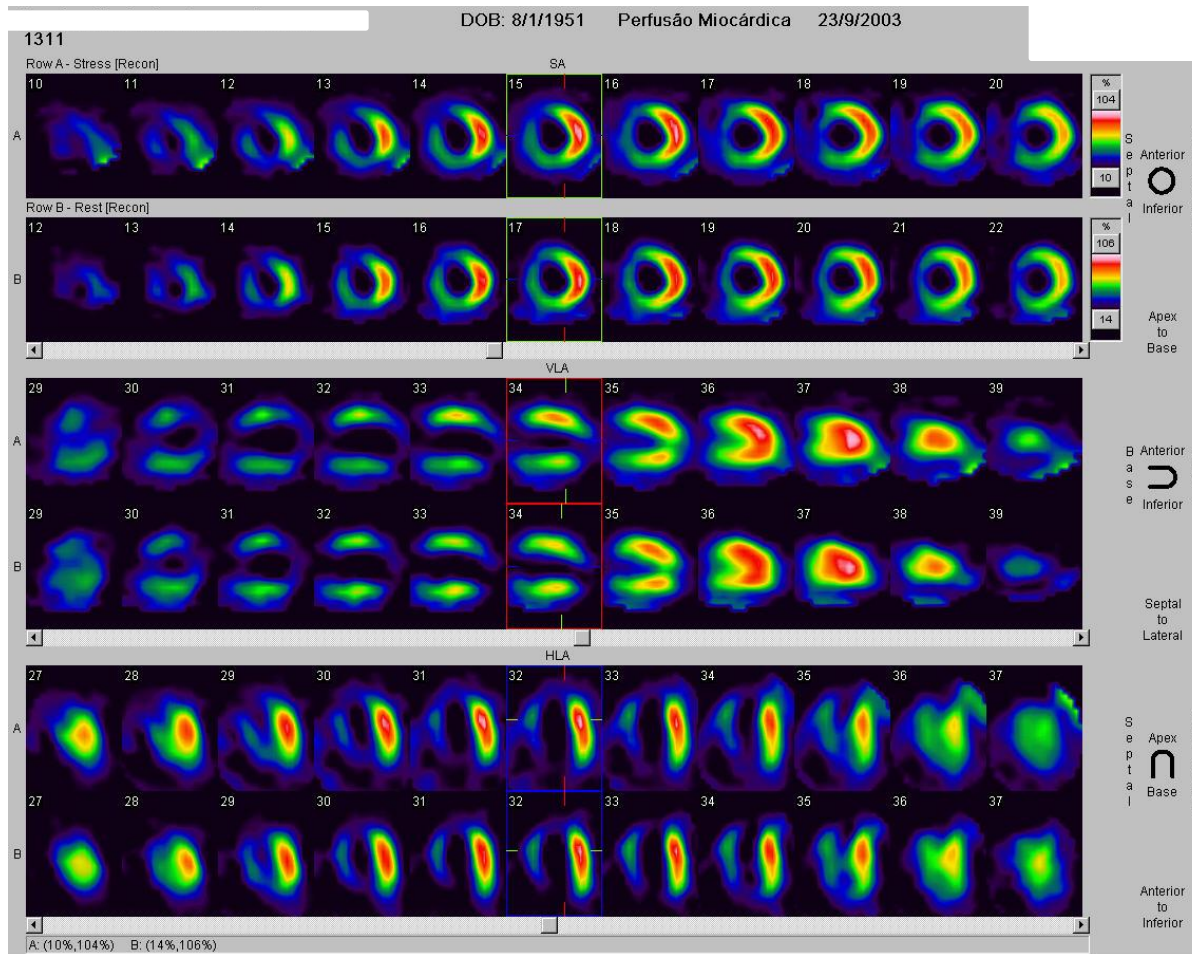
PET

- **Metabolismo:**
 1. ^{18}F FDG – Estudo de viabilidade miocárdica
 2. Baixa especificidade = conceito de viabilidade

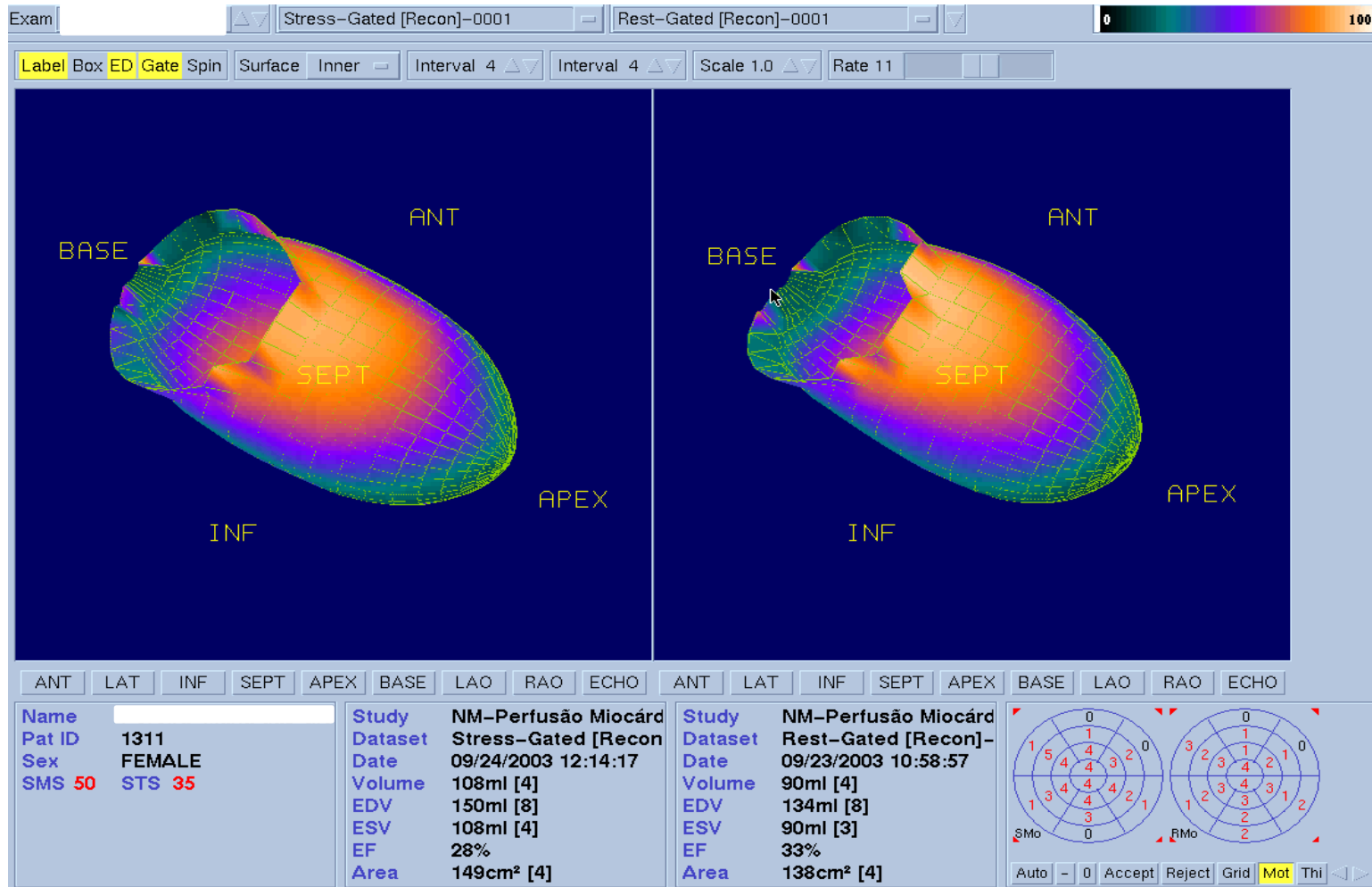
18F-FDG



SPECT



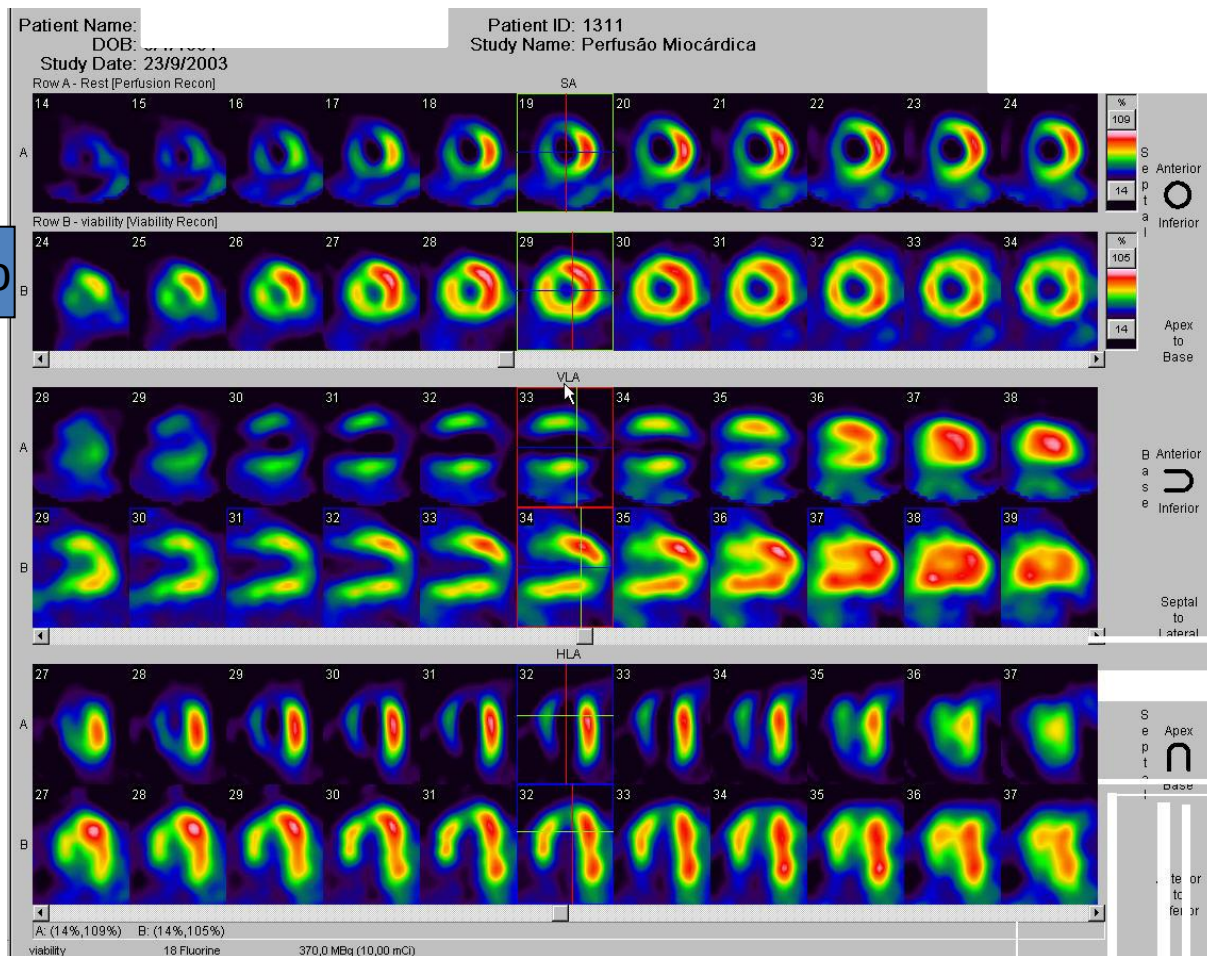
Gated SPECT



PET

Perfusão

Metabolismo



PET

- **Estudo Perfusional**
 1. Avaliação da perfusão em $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de tecido;
 2. $\text{H}_2\text{O}-15$; NH_3-13 ; $\text{Rb}-82$

PET

Table 1 Characteristics of SPECT vs. PET.

	SPECT	PET
Availability	Wide	Limited
Attenuation correction	Less accurate	Accurate
Spatial resolution	12-15 mm	5-7 mm
Protocol	2 days	<1 hour
Radiation	>10 mSv	<10 mSv
Images	Qualitative	Quantitative
Hybrid with CT	Yes	Yes

PET=positron emission tomography, SPECT=single photon emission computed tomography.

PET

Table 2. Characteristics of oxygen-15-labelled water (H_2^{15}O), nitrogen-13-labelled ammonia ($^{13}\text{NH}_3$), and $^{82}\text{Rubidium}$ chloride for PET perfusion imaging.

	H_2^{15}O	$^{13}\text{NH}_3$	$^{82}\text{Rubidium}$	Comment
Half-life	123 sec	9.97 min	76 sec	Mandatory on-site production of the tracers, given their short physical half-life
Production	Cyclotron	Cyclotron	Generator	Generator equipment far lower in costs regarding installment and maintenance
Kinetics	Freely diffusible; metabolically inert	Metabolically trapped in myocardium	Metabolically trapped in myocardium	Complete extraction into myocardial tissue renders H_2^{15}O an ideal perfusion tracer
Mean positron range in tissue	1.1 mm	0.4 mm	2.8 mm	$^{82}\text{Rubidium}$'s high tissue penetration depth limits the spatial resolution of the perfusion imaging
Radiation exposure per flow measurement	~ 0.5 mSv	~ 1.0 mSv	~ 4.0 mSv	Actual exposure depends on administered tracer dosage adjusted for scanner hardware

PET-CT

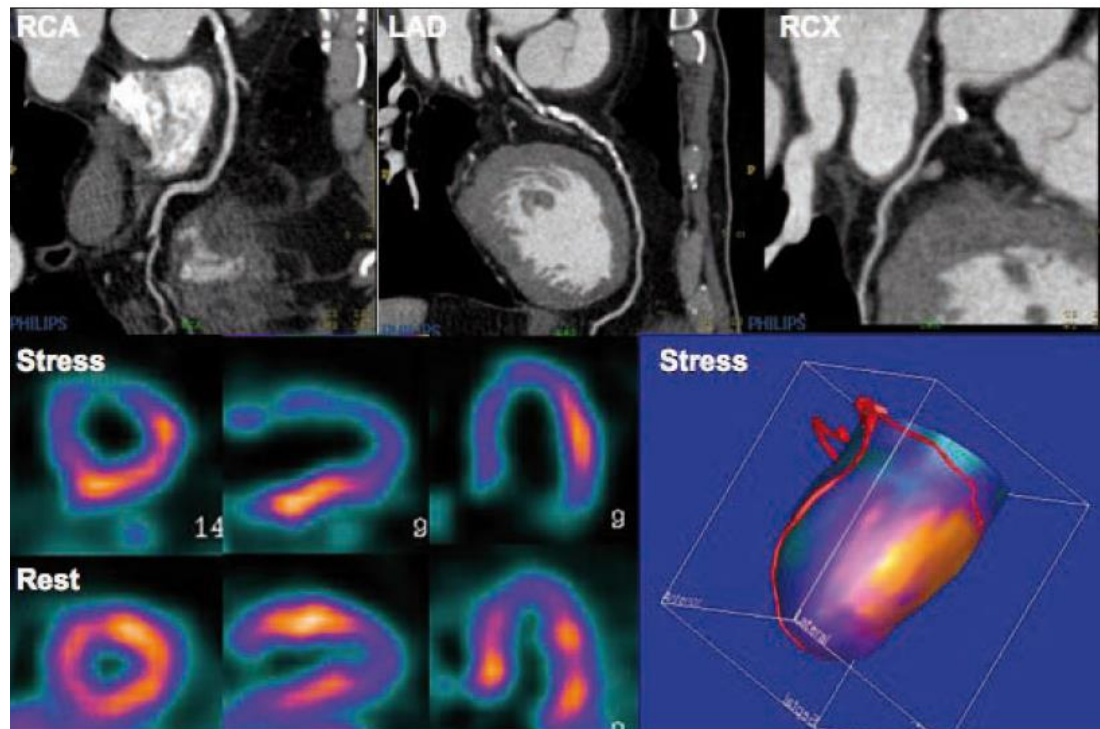


Figure 5. Cardiac PET-CT images of a patient who is being evaluated for coronary artery disease. CTCA images display calcified lesions in the proximal RCA and throughout the proximal course of the LAD. PET images display a large reversible perfusion defect in the anterior wall, coinciding with the LAD territory on the fusion images, whereas the RCA perfusion territory has a normal hyperaemic response. This type of imaging therefore facilitates target vessel revascularisation in case of multivessel disease. Please note that the entire acquisition protocol is completed in less than 45 minutes.



Estudos relevantes

- **Courage:**
- Racional do estudo – PCI já havia mostrado diminuir IAM e morte em ptes coronarianos agudos. Em ptes crônicos, não havia estudos mostrando diminuição destes desfechos. Contudo, a maioria dos estudos que haviam sido realizados até 2007 não usavam os recursos mais modernos da hemodinâmica (stent, tienopiridínico, inibidor 2b3a, etc)

Courage

- Critérios de inclusão: lesão coronariana >70% + demonstração de isquemia (ou por teste não invasivo ou por ECG basal com infra de ST ou inversão de onda T) OU lesão >80% e angina típica.
- – 95% dos ptes tinham evidência objetiva de isquemia. Os 5% restantes possuíam lesões críticas e angina CCS 3.
- – Critérios de exclusão – angina CCS 4, teste não invasivo de muito alto risco (hipotensão ou infra de ST no estágio 1 de bruce), icc refratária, FE<30%, revascularização miocárdica nos últimos 6 meses ou anatomia não adequada para realização de PCI.
- – 2.287 ptes estudados. Os ptes foram selecionados entre 1999 e 2004. Todos eram dos EUA ou do Canadá.
- – 58% dos ptes tinham angina CCS 2 ou 3
- – 90% dos ptes que fizeram cintilografia miocárdica possuíam evidência de isquemia. Em 2/3 destes, a isquemia era no território de mais de uma artéria.
- – Aproximadamente 1/3 dos ptes eram uniarteriais, 1/3 biarteriais e 1/3 triarteriais.
- – Randomização para tratamento clínico otimizado x tratamento clínico otimizado + PCI

Courage

- – 2.287 ptes estudados. Os ptes foram selecionados entre 1999 e 2004. Todos eram dos EUA ou do Canadá.
- – 58% dos ptes tinham angina CCS 2 ou 3
- – 90% dos ptes que fizeram cintilografia miocárdica possuíam evidência de isquemia. Em 2/3 destes, a isquemia era no território de mais de uma artéria.
- – Aproximadamente 1/3 dos ptes eram uniarteriais, 1/3 biarteriais e 1/3 triarteriais.
- – Randomização para tratamento clínico otimizado x tratamento clínico otimizado + PCI



Courage

- End point primário – morte por qualquer causa + iam não fatal
- End point secundário – morte + IAM + interação por angina instável + AVCi. Infarto silencioso (surgimento de nova onda Q não acompanhado de sintomas) foi incluído na contagem de IAM.
- Follow up médio de 4,7 anos

Courage

- End point primário – 19% no grupo de PCI e 18,5% no grupo tto clínico – sem diferença estatisticamente significativa (1.05; 95% CI, 0.87 to 1.27; P = 0.62)
- – Internação por angina instável – 12,4% x 11,8% (hazard ratio, 1.07; 95% CI, 0.84 to 1.37; P = 0.56)
- – IAM – 13,2% x 12,3% (hazard ratio, 1.13; 95% CI, 0.89 to 1.43; P = 0.33)
- – morte – 7,6% x 8,3% (hazard ratio, 0.87; 95% CI, 0.65 to 1.16)
- – AVC – 2,1% x 1,8% (hazard ratio, 1.56; 95% CI, 0.80 to 3.04; P = 0.19).
- – Ao longo do seguimento de 4,6 anos 21,1% dos ptes inicialmente submetidos a PCI tiveram que realizar nova angioplastia. No grupo de tto clinico – 32,6%. Isso ocorreu devido a piora da angina ou por novos testes não invasivos que revelaram achados de alto risco.
- – No final do seguimento 74% dos ptes no grupo de PCI estavam sem angina. No grupo clínico, 72%.

Courage

- Ao longo do seguimento de 4,6 anos 21,1% dos ptes inicialmente submetidos a PCI tiveram que realizar nova angioplastia. No grupo de tto clinico – 32,6%. Isso ocorreu devido a piora da angina ou por novos testes não invasivos que revelaram achados de alto risco.
- No final do seguimento 74% dos ptes no grupo de PCI estavam sem angina. No grupo clínico, 72%.



Questionamentos

- Os **pctes de alto risco foram excluídos. Se estes tivessem sido mantidos provavelmente haveria diferença de desfechos.**
- Nos critérios de exclusão foram retirados os pctes com risco extremamente elevado (hipotensão ou infra significativa já no primeiro estágio de Bruce). Os pctes com outros critérios de alto risco foram randomizados.
- Mas **retiraram os pctes com FE<30%. Se tivessem randomizados estes pctes teria dado diferença de desfecho.**
- Extrapolando os resultados do STICH trial, provavelmente o trial mostraria resultados não muito diferentes caso tivesse sido incluído este grupo de pctes.
- **Usaram poucos stents farmacológico. Se tivessem usado talvez os resultados seriam diferentes.**

ISCHEMIA

- foi conduzido em 320 centros, de 37 países, tendo sido arrolados 5.179 pacientes com doença aterosclerótica do coração estável, fração de ejeção preservada e moderada a severa isquemia em testes funcionais não invasivos (por ex, cintilografia miocárdica com estresse, ecocardiograma com estresse, teste ergométrico).

ISCHEMIA

- Nesse cenário, os dados obtidos com o estudo ISCHEMIA trouxeram a resposta de que mesmo usando-se as melhores tecnologias atualmente disponíveis, tanto no cenário clínico quanto no intervencionista, os dados do COURAGE continuam válidos, não se tendo verificado benefício clínico em termos de redução de desfechos adicionando-se tratamento intervencionista em ao manejo de pacientes portadores de cardiopatia isquêmica estável.



ISCHEMIA

Critérios de exclusão

- Portadores de insuficiência cardíaca (IC) classes III e IV da classificação da *New York Heart Association* (NYHA),
- síndrome coronariana aguda, os com angina cardíaca refratária ao tratamento clínico otimizado, aqueles com fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) menor do que 35%
- submetidos ICP ou cirurgia de revascularização miocárdica (CRM) no último ano
- (TFG) abaixo de 30% ou são portadores de doença renal crônica em estágio final já em uso crônico de hemodiálise e finalmente aqueles
- placa aterosclerótica obstrutiva de 50% ou mais num tronco da coronária esquerda não protegido por enxerto vascular (enxerto de artéria mamária ou de ponte de safena).

ISCHEMIA

- Em resumo, o ISCHEMIA comparou a terapia médica ideal isoladamente *versus* essa terapia médica ideal juntamente com ICP como estratégia de tratamento inicial em pacientes com doença arterial coronariana estável e testes isquêmicos positivos para isquemia miocárdica moderada a grave.

ISCHEMIA

- A conclusão do estudo é de que adicionar ICP à TMO reduz a prevalência de angina, mas não reduz as taxas de óbito a longo prazo.
- O ISCHEMIA considerou a lacuna deixada pelo COURAGE, ao testar as novas tecnologias atualmente utilizadas tanto na atual abordagem clínica, quanto na intervencionista.

ISCHEMIA – CONSIDERAÇÕES E RELEVÂNCIAS

- As curvas de mortalidade começaram a se separar após 2 anos de acompanhamento demonstrando um possível benefício da intervenção invasiva nos pacientes em mais longo prazo.
- Cabe ressaltar que o GI apresentou melhora na avaliação da qualidade de vida, redução na frequência de angina e menor uso de medicação específica em comparação com o grupo TMO.

ISCHEMIA – CONSIDERAÇÕES E RELEVÂNCIAS

- principal é se o estudo ISCHEMIA avaliou adequadamente número expressivo de P com isquemia moderada/acentuada, objetivando saber se a revascularização do miocárdio traz benefício prognóstico a estes pacientes avaliados pela cintilografia, que não foi método exclusivo de documentação.
- Houve a inclusão (randomização) de casos com isquemia inexistente ou considerada leve (12% do total randomizado), surpreendente para um estudo que se propôs inicialmente a incluir apenas pacientes com isquemia moderada a acentuada.



Questionamentos

- Uma das principais vantagens da CPM é afastar a necessidade de intervenção em pacientes de baixo risco com DAC conhecida.
- Essa vantagem diminui o número de intervenção desnecessária e “overtreatment”. Impacto no custo.



Novas Aplicações em Cardiologia Nuclear

- Endocardite.
- Miocardites.
- Pericardite.
- Sarcoidose Cardíaca.
- Amiloidose Cardíaca.

Endocardite

- Condição grave e difícil diagnóstico muitas vezes
- Critérios de Duke modificado pode não ser conclusivo.
- Com o aumento do uso de dispositivos e próteses, exames de imagem têm acrescentado valor diagnóstico incremental.



Endocardite

- PET-CT
- Cintilografia com Leucócitos marcados
- PET-RM

Endocardite

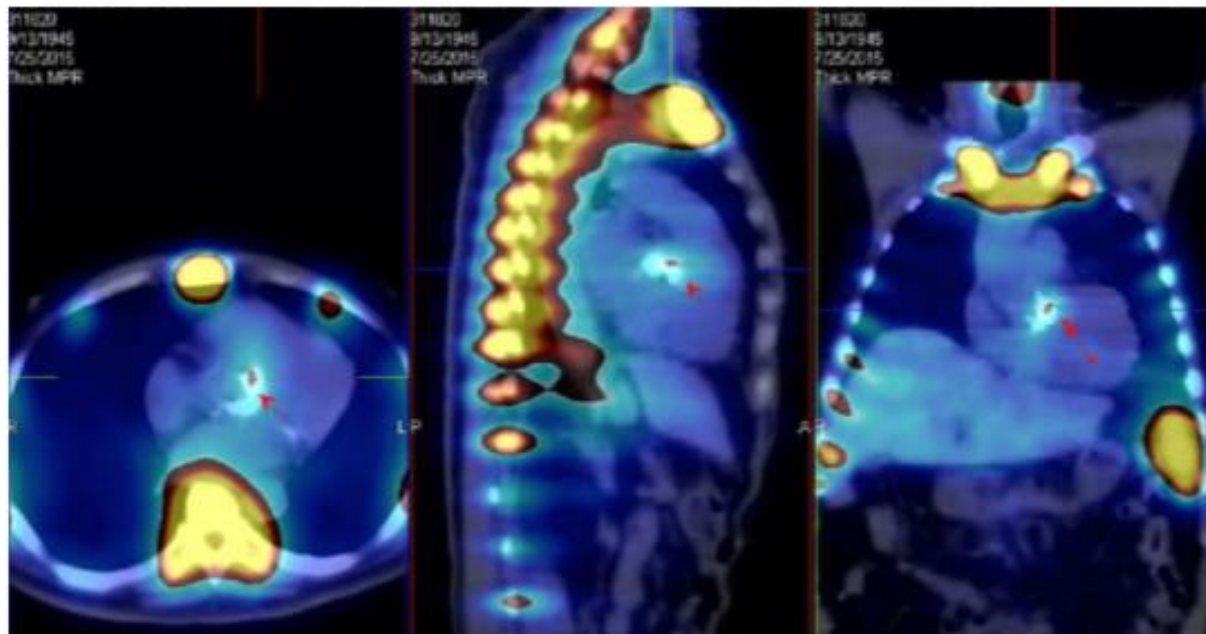


Figura 56 – Imagens de SPECT/TC de cintilografia com leucócitos marcados demonstram acúmulo anômalo em área de valva aórtica (seta vermelha) implantada por via percutânea (setas). Ecocardiograma transesofágico inconclusivo e hemoculturas positivas para *Staphylococcus aureus*. O paciente recebeu o diagnóstico de endocardite infecciosa em prótese valvar. Fonte pessoal (cortesia Dr. Alan Chambi).

Miocardites

- Doença de origem etiológica variada, desde vírus à doenças autoimunes
- A biópsia endomiocárdica com análise através dos critérios de Duke possuem baixa sensibilidade
- Pode comprometer o miocárdio de variadas formas
- Mortalidade alta, principalmente em países com EUA e Japão.

Miocardites

- O exame de escolha é RM cardíaca.
- Detecta características da doença como hiperemia inflamatória e edema, necrose e cicatrizes no miocárdio, alterações no tamanho e geometria do ventrículo, anormalidades regionais e globais do movimento das paredes e identificação de efusão pericárdica.
- Os critérios de RM para o diagnóstico de miocardite foram resumidos como os denominados de Lake Louise.
- Possui limitações mais evidentes na miocardite crônica, com baixa precisão diagnóstica (acurácia de 50%).

Miocardites

- PET-CT com FDG -18F pode visibilizar a inflamação aguda sugerindo miocardite ativa.
- A imagem PET pode ajudar a diferenciar a doença ativa e crônica, com protocolos estabelecidos.
- Os dois métodos podem ser complementares.
- PET-RM por isso, pode ser uma ferramenta promissora.

Pericardites

- Condição que envolve o pericárdio, tecido que envolve o coração, também sendo multifatorial.
- Ecocardiograma, RM e TC são exames já comprovadamente aceitos e com ampla experiência no diagnóstico e acompanhamento.
- O PET-CT com 18F-FDG também pode ser usado, sendo interessante nos casos sem ainda alterações anatômicas significativas.

Sarcoidose

- A sarcoidose doença granulomatosa de etiologia desconhecida, que afeta mais comumente os gânglios linfáticos e pulmões, podendo envolver qualquer sistema de órgãos.
- Frequentemente ocorre envolvimento cardíaco.

Sarcoidose

- ^{18}F -FDG PET-CT: Capacidade de detectar confiavelmente as formas cardíaca e não cardíaca da doença.
- Vantagem em pacientes com insuficiência renal e próteses (limitação da RM)

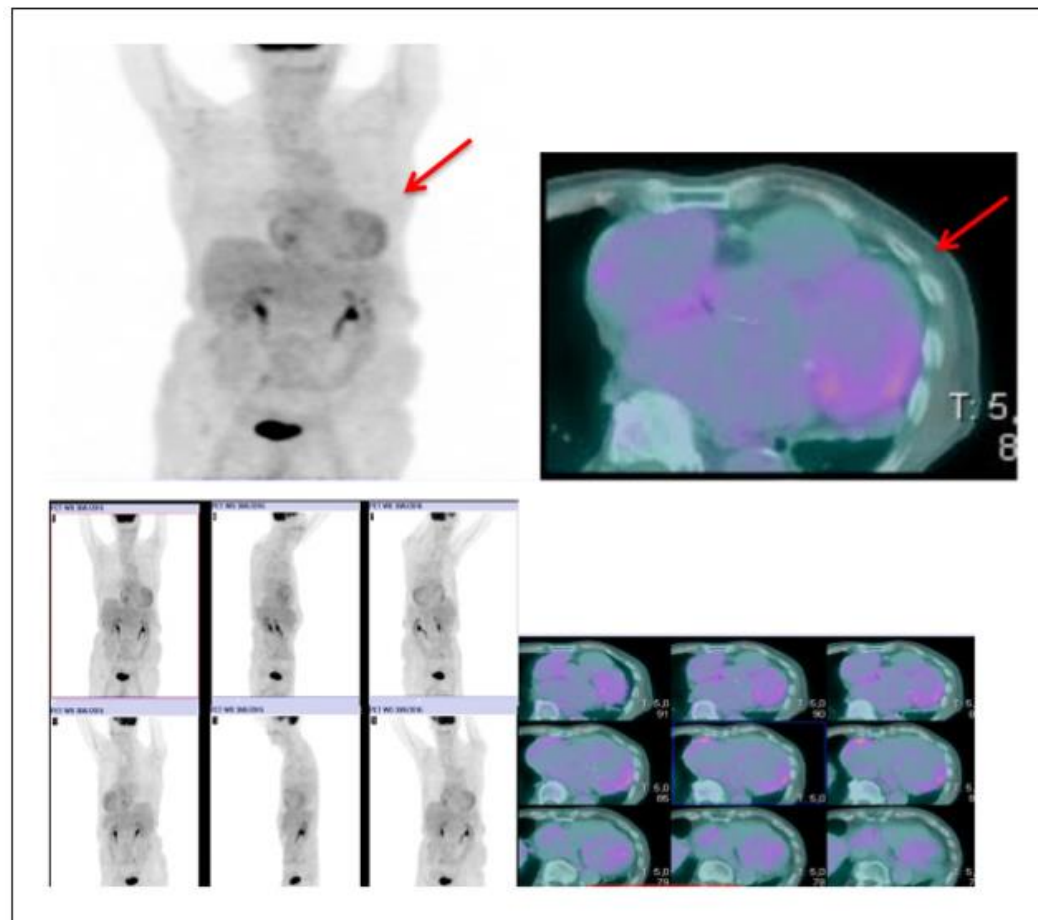


Figura 59 – PET/TC FDG -¹⁸F com protocolo de supressão da captação miocárdica de glicose (dieta), imagem MIP à esquerda e correlogram com TC à direita. Paciente de 88 anos com insuficiência cardíaca, fração de ejeção reduzida e taquicardia ventricular. Biópsia endomiocárdica compatível com sarcoidose. As imagens demonstram captação anormal do traçador no ventrículo direito e ventrículo esquerdo (setas). Após imunossupressão o paciente apresentou melhora clínica e desaparecimento das



Amiloidose Cardíaca

- A AC é forma rara de cardiomiopatia, frequentemente subdiagnosticada e caracterizada por deposição extracelular de fibrilas, constituídas por subunidades de proteínas séricas variadas.
- Descritas mais de 30 proteínas amiloides diferentes.
- Duas que mais frequentemente infiltram o coração são: imunoglobulina de cadeia leve (AL) e a transtirretina (TTR).
- As formas AL e TTR possuem diferentes cursos clínicos, prognóstico e formas distintas de tratamento.

Amiloidose Cardíaca

- Na forma TTR, os depósitos são formados por monômeros ou dímeros anômalos da proteína tetramérica de produção hepática, cuja origem pode ser relacionada às mutações genéticas de origem familiar (TTRmutada ou TTRm) ou a forma selvagem, anteriormente chamada tipo senil (TTRs).
- herança autossômica dominante.

Amiloidose Cardíaca

- Manifestação mais comum da AC é a IC com fração de ejeção preservada. Em seu estágio final, apresenta-se como cardiomiopatia restritiva.
- Prognóstico sombrio.
- O diagnóstico definitivo: depósitos amiloides na biópsia endomiocárdica ou, em pacientes com achados cardíacos sugestivos, depósitos amiloides no exame histológico de biópsia de outros tecidos.

Amilodose Cardíaca

- A ecocardiografia é o exame inicial não invasivo de escolha. Especificidade limitada.
- RM: sensibilidade satisfatória, pode sugerir padrão de miocardiopatia por depósito de amiloide, à exceção de pacientes com doença renal moderada a grave.



Amiloidose Cardíaca

- A cintilografia com radiotraçadores bifosfonatos marcados com tecnécio-99m (em nosso meio o mais usado é o pirofosfato – 99mTc) tem sido relatada para localizar deposição cardíaca de amiloide.
- É considerada sensível e altamente específica para AC forma TTR, identificada logo ao início da doença. A hipótese seria o grande depósito de cálcio nesta condição.

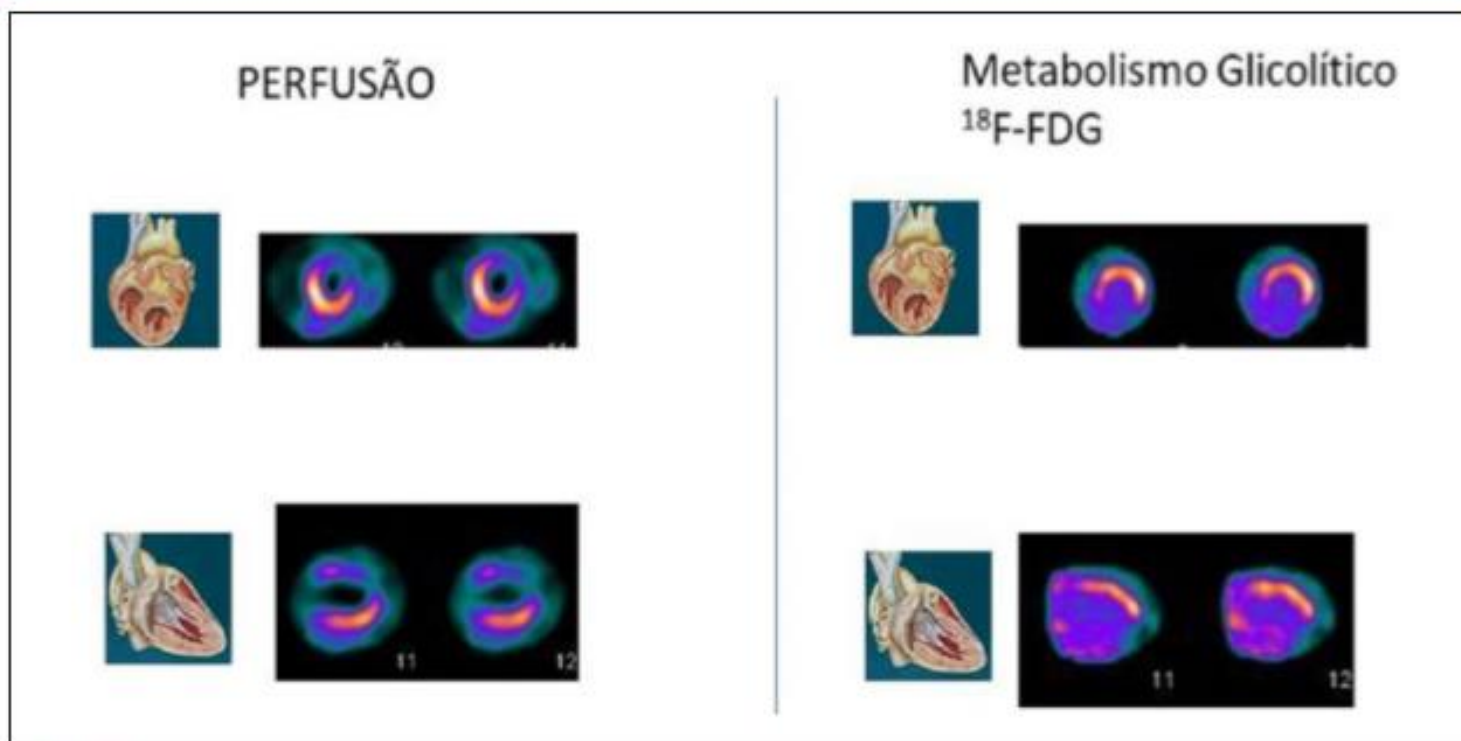


Figura 60 – Paciente com sarcoidose cardíaca. Cintilografia de perfusão miocárdica com $\text{MIBI-}^{99\text{m}}\text{Tc}$ à esquerda, evidenciando hipoperfusão persistente acentuada nas paredes anterior e anterolateral do ventrículo esquerdo; na imagem de PET FDG ^{18}F à direita o estudo metabólico mostra que as regiões com aparente fibrose eram de fato acometimento inflamatório por sarcoidose. Fonte: INCOR, FMUSP, SP.



Conclusões

- 1. A tecnologia está presente em todas as áreas**
2. Como utilizar ?
3. Qual o melhor método ?
4. Em que podemos melhorar ?
5. Como fazer um uso racional dos métodos de imagem