

MEDICINA NUCLEAR EM CARDIOLOGIA



**MANUAL
DE MEDICINA NUCLEAR EM
CARDIOLOGIA**

APRESENTAÇÃO

Os exames baseados no uso de isótopos radioativos são hoje parte integrante da rotina de investigação diagnóstica na Cardiologia, particularmente de investigação da doença arterial coronariana. Os numerosos estudos e a experiência clínica acumulada em 35 anos consolidaram o seu grande valor para o diagnóstico, o seguimento e o prognóstico, ainda não igualado por nenhuma das técnicas alternativas.

Dos vários procedimentos disponíveis, a cintilografia de perfusão do miocárdio combinada com o teste ergométrico ou o teste de estresse farmacológico tem se mostrado ser o de maior riqueza de informações. Com este exame não-invasivo podemos fazer uma sensível triagem dos pacientes com possíveis obstruções coronarianas. E conhecendo simultaneamente a repercussão sobre a função ventricular, podemos avaliar a eficácia do tratamento escolhido e prever a evolução de cada caso.

Contudo, os princípios das técnicas de Medicina Nuclear, baseados na fisiologia e na fisiopatologia dos vários órgãos e sistemas, distinguem-se das demais modalidades de diagnóstico por imagem que geralmente averiguam alterações morfológicas. Daí serem os exames com radioisótopos de interpretação mais dinâmicos e dedutivos do que simplesmente de observação estática.

O conhecimento desses princípios, assim como dos detalhes da metodologia dos exames, certamente é de grande utilidade para que seu potencial possa ser bem aquilatado pelo clínico e para que este possa devidamente explicá-los ao seu paciente.

Este Manual, pretende levar aos colegas cardiologistas e clínicos uma visão geral e atual desta parte da medicina diagnóstica que, pela sua importância, recebeu até a designação

de “Cardiologia Nuclear”.

Inicialmente é colocado ao leitor o panorama da doença arterial coronariana e da estratégia para o seu diagnóstico. O teste ergométrico, o mais difundido exame de triagem, é amplamente discutido quanto às suas vantagens e limitações, ficando clara a necessidade de um complemento que possa diminuir os resultados duvidosos ou falso-positivos. A seguir, são explicadas as técnicas em Medicina Nuclear e explica os vários protocolos, para que o médico possa estar informado sobre o preparo e os procedimentos a que seu paciente será submetido. Discute a interpretação dos resultados, ilustrando-os com exemplos clínicos.

Nesta época em que transformações e atualizações ocorrem em ritmo vertiginoso, o Manual Básico de Cardiologia Nuclear certamente corresponderá ao seu objetivo do seu autor, que é o de preencher as lacunas de currículo e de atualização que a formação acadêmica apresenta em nosso meio.

Autora

Dra. Annelise F. Thom

Assessora Científica do Serviço de Medicina Nuclear do Hospital Israelita Albert Einstein e Chefe da Seção de Medicina Nuclear do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia. São Paulo.

PREFÁCIO

A cintilografia miocárdica é um dos métodos mais úteis no diagnóstico da insuficiência coronária. A premissa básica para sua utilização é a de que, durante estresse físico ou farmacológico, ocorra redução do fluxo coronário em certas regiões do miocárdio e que essa redução seja conseqüente à estenose significativa da coronária que a irriga, enquanto em áreas servidas por coronárias sem obstrução significativa, o fluxo aumente adequadamente. Utilizando-se marcadores radioativos e processos computadorizados de reconstrução de imagens, é possível construir imagens cardíacas que demonstram essa distribuição não homogênea do fluxo coronário; assim se identificam defeitos de perfusão miocárdica fixos ou transitórios. Em termos simples, durante o teste se procura mimetizar o que ocorre em situações clínicas que podem induzir angina.

O método é de grande utilidade para o diagnóstico diferencial de dor precordial, para orientação terapêutica de síndromes clínicas dependentes de aterosclerose coronária, e também para medidas preventivas em longo prazo. Apesar de décadas de uso, alguns aspectos de indicação e interpretação continuam sujeitos a ambigüidades. Por outro lado, ocorreram recentemente aprimoramentos técnicos e refinamentos de interpretação dos vários parâmetros fornecidos pela cintilografia. Por exemplo, tornou-se claro o valor dos volumes ventriculares aumentados como indicadores prognósticos.

Especificamente a cintilografia miocárdica permite a identificação de isquemia miocárdica, necrose miocárdica, viabilidade miocárdica bem como análise da função ventricular. No caso de isquemia, não apenas sua presença, mas também a extensão da área envolvida são identificáveis, o que permite avaliação de risco a médio e longo prazo. A identificação do miocárdio hibernado, que é passível de recuperação funcional

mediante revascularização miocárdica, é de grande importância em decisões terapêuticas. Além disso, é especialmente útil em certas circunstâncias: no julgamento de testes de esforço eletrocardiográficos, potencialmente falso-positivos em mulheres; nas hipertrofias ventriculares; na isquemia silenciosa; para o seguimento de pacientes pós-angioplastia ou revascularização cirúrgica; para decidir sobre indicação de cateterismo em pacientes com risco intermediário pelo escore de Framingham. Convém aqui lembrar que o exame precisa sempre ser interpretado no contexto clínico global. Na maioria das vezes, o exame para fins diagnósticos deve ser empregado para dirimir dúvidas, e não apenas para confirmar o que já se sabe por outros meios; por exemplo, angina típica em pacientes com fatores de risco clássicos por si só faz o diagnóstico de doença coronária.

É neste contexto que o Manual representa uma contribuição prática significativa. Ele é dirigido a clínicos e cardiologistas, em linguagem acessível, porém precisa; contém ilustrações claras que exemplificam nitidamente a natureza das informações que o teste oferece. Traz ao mesmo tempo orientações práticas e conceitos fisiopatológicos que ajudam na compreensão das particularidades desse teste e, portanto, contribuem para o aprimoramento do seu uso. Assim, apresento meus cumprimentos por esta contribuição ao ensino da Cardiologia.

Dr. Protásio L. da Luz

Professor Associado, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Diretor da Unidade de Aterosclerose, INCOR, HCFMUSP. Membro da Academia Brasileira de Ciências

INTRODUÇÃO

A Medicina Nuclear encontra várias novas aplicações em Cardiologia, decorrente da introdução de traçadores com afinidade para diversos tipos de patologias.

Acresce a este fato o advento da tomografia computadorizada nuclear ou SPECT (“Single Photon Emission Computed Tomography”) e da tomografia por emissores pósitron ou PET (“Positron Emission Tomography”), este último devendo estar acoplado à equipamento de Tomografia Computadorizada multislice (PET-CT).

Estes procedimentos permitem o acesso ao corpo humano, total ou segmentado, nos planos transversal, coronal e sagital, possibilitando uma melhor localização anatômica e caracterização detalhada das lesões identificadas durante a realização dos exames.

Contudo, os princípios das técnicas de Medicina Nuclear, baseados na fisiologia e na fisiopatologia dos vários órgãos e sistemas, distinguem-se das demais modalidades de diagnóstico por imagem que geralmente averiguam alterações morfológicas. Daí serem os exames com radioisótopos de interpretação mais dinâmicos e dedutivos do que simplesmente de observação estática.

O conhecimento desses princípios, assim como dos detalhes da metodologia dos exames, certamente é de grande utilidade para que seu potencial possa ser bem aquilatado pelo clínico e para que este possa devidamente explicá-los ao seu paciente.

ÍNDICE

DOENÇA ARTERIAL CORONARIANA.....	13
CINTILOGRAFIA DE PERFUSÃO MIOCÁRDICA (CPM)	16
PROTOCOLO DO G-SPECT	24
TESTE FARMACOLÓGICO	26
ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO	30
VIABILIDADE MIOCÁRDICA	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
REFERÊNCIAS ON-LINE	41

SPECT SYMBIA™ Siemens



PET-CT BYOGRAPH™ Siemens



DOENÇA ARTERIAL CORONARIANA

Das causas de óbitos nos Estados Unidos, as doenças cardiovasculares (infarto do miocárdio) tem uma incidência de 54%, o câncer 19%, acidentes 5%, pneumonia e influenza 3%, diabetes 2% e outras causas 17%. A Medicina moderna assume, atualmente, caráter preventivo diagnosticando a doença antes que um evento fatal aconteça.

O **diagnóstico da doença arterial coronariana (DAC)** se faz pela: história, sintomas, exame físico, teste de esforço, e cateterismo. O Teste de Esforço tem especificidade média de 70 a 85% e sensibilidade média de 70%, sendo o exame preliminar utilizado para o diagnóstico da coronariopatia. A acurácia depende da população estudada. O objetivo do teste de esforço é o diagnóstico e o prognóstico. O exame consiste em determinar um aumento da demanda de oxigênio pelo miocárdio. O fluxo coronariano com o paciente em repouso, em geral, somente se apresenta comprometido quando o grau de estenose coronariana ultrapassa 75%, podendo, contudo, se apresentar comprometido com obstrução de 30 a 45%. Lesões moderadas podem apresentar isquemia devido à reserva coronariana anormal. Uma estenose coronariana de 90% com o paciente em repouso pode não apresentar sintomatologia ou alteração de perfusão. Pacientes de ambos os sexos, acima de 40 anos de idade, e principalmente aqueles com fatores de risco, a exemplo de atividade física sedentária ou estressante, obesidade, gorduras elevadas no sangue (hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia), hipertensão arterial, diabetes, fumo, álcool e histórico familiar de doença cardíaca, devem realizar o exame anualmente.

O **objetivo do teste de esforço** consiste em se alcançar a frequência cardíaca máxima, ou seja, $(220 - \text{idade em anos})$, ou a FCSM, ou seja, $(195 - \text{idade em anos})$, ou ainda atingir o critério do duplo produto, que é calculado multiplicando a frequência

cardíaca máxima pela pressão sistólica. Valores superiores a 25000 são indicativos de um teste de esforço adequado. O teste é negativo ou normal quando o paciente atinge a FCSM ou a FCM sem apresentar alterações clínicas ou de ECG.

Do ponto de vista diagnóstico, o teste de esforço (TE) se baseia em dois critérios para o diagnóstico de DAC:

1. Critério clínico - quando o paciente apresenta angina;

2. Critério eletrocardiográfico - quando ocorre depressão do segmento ST de 0,1 mv ou mais, depois do ponto J, no tempo de 0,8 segundos.

Existem condições que determinam o diagnóstico falso-positivo e falso-negativo para o teste de esforço, sendo os casos de diagnóstico falso-positivo menos comum que os falso-negativos. Os casos falso-negativos são predominantemente encontrados na DAC de um único vaso.

Causas de TE falso-positivos: Síndrome de Lown Ganong Lewin; anormalidade do segmento ST por hipertrofia ou alterações inespecíficas da repolarização; doenças cardíacas com prolapso da valva mitral; doença valvar da aorta; cardiomiopatias e taquicardia de repouso; drogas; digitálicos; diuréticos; metildopa; hipotireoidismo; hipocalcemia; anemia e hiperventilação. O bloqueio de ramo esquerdo (BRE) e marcapasso, podem apresentar resultados inconclusivos, exigindo melhor avaliação diagnóstica.

Causas de TE falso-negativos: Metodologia inapropriada em que o paciente não atinge a frequência cardíaca prevista; ECG com uma única derivação; ou interpretação incorreta. Pacientes com doença de um único vaso e ECG anormal com bloqueio de ramo direito ou anterior esquerdo; medicações anti-anginosas como nitratos; betabloqueadores; e bloqueadoras de cálcio.

Contra-indicações para a realização do TE

Contra-indicações absolutas: Infarto agudo recente do miocárdio (menos de uma semana). Insuficiência cardíaca descontrolada; dissecção de aorta; hipertensão arterial severa. Doença incapacitante de intercorrência severa como embolia pulmonar ou sistêmica; pericardite aguda e miocardite.

Contra-indicações relativas: Angina instável, bloqueio de 2º e 3º graus, lesão significativa do tronco da coronária esquerda. Hipertensão sistólica acima de 220 mm Hg e diastólica acima de 110 mm Hg e insuficiência cardíaca controlada.

Causas para interrupção do teste de esforço

Crítérios clínicos: dor anginosa, palidez, tonturas, desorientação (comprometimento cerebral), diminuição da PA sistólica, claudicação de MI, cansaço ou fadiga muscular severa. Dispnéia severa, aumento da PA sistólica de 250 mm Hg e diastólica de 130 mm Hg.

Crítérios eletrocardiográficos: elevação de ST em paciente sem infarto, depressão de ST de 0.4 mv da linha de base, taquicardia ventricular, arritmia supraventricular e arritmia ventricular de BRE ou alargamento de QRS.

Todas as causas de teste de esforço inconclusivos, falso positivos, ou falso negativos são indicações para a cintilografia de perfusão do miocárdio, considerada em Cardiologia um procedimento consagrado no diagnóstico da coronariopatia isquêmica (DAC) e do infarto do miocárdio.

CINTILOGRAFIA DE PERFUSÃO MIOCÁRDICA (CPM)

Nas décadas de 70 e 80, as técnicas de Cardiologia Nuclear foram estabelecidas como super efetivas na doença arterial coronariana fornecendo informações diagnósticas e prognósticas adicionais às fornecidas pelo exame clínico e o teste de esforço. A CPM tornou-se relevante na avaliação do prognóstico associado ao esforço físico e/ou ao teste farmacológico fornecendo informações importantes, confiáveis e de baixo custo.

A CPM é sensível à alteração fisiológica primária da oclusão coronariana, que é a alteração funcional da perfusão. Esta precede as demais alterações e continua com a disfunção diastólica e sistólica registrada no eco-estresse e alterações do ECG registradas no teste ergométrico, que clinicamente se evidenciam pela angina.

A análise da CPM permite a avaliação do fluxo coronário, a extensão, o grau e a localização do defeito perfusional, o tamanho da cavidade ventricular, a motilidade das paredes, o espessamento sistólico, a fração de ejeção do ventrículo esquerdo, o infarto do miocárdio e se correlaciona com os achados anatômicos da angiografia, fornecendo informações importantes para o prognóstico e estratificação de risco, conseqüentemente reduzindo o índice de eventos cardíacos, infarto agudo do miocárdio e óbitos.

Os indicadores radioativos de perfusão atualmente mais usados são os complexos catiônicos marcados com o radioisótopo tecnécio-99m, dos quais uma isonitrila conhecida por MIBI-99mTc é o mais difundido. É também bastante usado o Tetrafosmin-99mTc e, em menor escala, o Tálcio-201 (201Tl).

Os traçadores marcados com tecnécio-99m (MIBI-

^{99m}Tc e Tetrafosmin-^{99m}Tc) apresentam pequenas diferenças entre si na biodistribuição (relação hepato-renal) e pequenas diferenças técnicas (marcação a quente X marcação a frio). As imagens são praticamente indistinguíveis. É importante ressaltar que não há diferenças significativas de sensibilidade ou especificidade em termos diagnósticos entre os radiofármacos, independentemente do tipo de estresse utilizado.

Na grande rotina clínica, os traçadores marcados com tecnécio-^{99m} são mais utilizados por apresentarem características físicas mais adequadas à câmara de cintilação, devida a sua maior disponibilidade e menor custo operacional. Apenas em situações específicas, como na avaliação da presença de viabilidade miocárdica em pacientes com miocardiopatia isquêmica, o estudo com tálio-201 (com protocolo de reinjeção) apresenta sensibilidade superior ao estudo convencional utilizando radiofármacos marcados com tecnécio-^{99m}.

O estudo da perfusão deve ser feito em dois tempos: com o paciente em exercício físico máximo ou sob a ação de um potente vasodilatador coronariano; e com o paciente em repouso, ou seja, em condições basais. Os estudos devem ser comparados entre si.

Dois tipos de protocolo são disponíveis para o exame com MIBITc-^{99m}

O protocolo de dois dias, de acordo com sua denominação, realiza os dois tempos em dias diferentes e utiliza doses iguais do traçador que variam de 25 a 40 mCi, podendo iniciar-se por qualquer um dos tempos. O exame e imagens de estresse, ao invés de serem realizadas depois, podem anteceder as imagens de repouso.

O protocolo de um dia, em que os dois tempos são feitos no mesmo dia, começa pelo repouso, que usa doses baixas, em torno de 10 a 15 mCi, é seguido pelo tempo associado ao estresse (físico ou farmacológico), quando se injeta uma dose

maior, em torno de 30 a 45 mci.

O avanço tecnológico permitiu a obtenção de cintilografias em cortes tomográficos milimétricos e o miocárdio estudado passou a ser avaliado por fatias. Computadores modernos acoplados à câmara de cintilação geram imagens de alta definição, muito superiores às antigas imagens planares, permitindo uma melhor detecção das diferenças de concentração da atividade radioativa no miocárdio. As imagens tomográficas por SPECT (Single Photon Emission Computer Tomography) permitem que regiões isquêmicas, até mesmo de pequeno tamanho, sejam detectadas em meio a um tecido com concentração relativamente normal do traçador.

As arritmias cardíacas dificultam a aquisição das imagens sincronizadas pelo ECG, o que pode não só influenciar de forma significativa os resultados obtidos para a fração de ejeção, mas também causar artefatos nas imagens de perfusão miocárdica.

Aplicações clínicas da CPM: O diagnóstico da doença arterial coronariana é a grande indicação da cintilografia de perfusão do miocárdio, mas a sua importância cresce também no diagnóstico do Infarto Agudo do Miocárdio (IAM), no prognóstico e estratificação de risco, após o IAM e na avaliação do miocárdio viável frente à fibrose em paciente com doença crônica e triagem de pacientes com dor torácica aguda.

Outras indicações: pacientes sintomáticos ou assintomáticos com teste de esforço positivo ou negativo; precedendo o cateterismo; na avaliação de viabilidade miocárdica e de circulação colateral; precedendo cirurgia de revascularização; na avaliação pré-operatória do risco cirúrgico de pacientes que irão se submeter a cirurgia não cardíaca; na avaliação pós-cirúrgica de revascularização ou da angiografia transluminal com trombolíticos e stents, determinando o prognóstico; e na avaliação de isquemia na população pediátrica nos casos de anomalia coronariana congênita e na doença de Kawasaki.

Os indicadores prognósticos da CPM são: presença e extensão da isquemia, número e extensão de defeito de perfusão, dilatação ventricular esquerda transitória induzida por estresse, aumento das pressões sistólica e diastólica finais, e análise do desempenho contrátil do VE.

A sensibilidade e a especificidade na detecção da DAC (estenose de 50% ou mais) varia de acordo com os métodos empregados. O teste ergométrico tem sensibilidade e especificidade de 60% e 85%, CPM 90% e 90%, PET 95 e 95%, e o eco-estresse 80% e 90% respectivamente.

A cintilografia de perfusão do miocárdio tem uma sensibilidade de 85 a 90% para detectar a DAC. Por outro lado, os casos de isquemia severa, como a causada pela doença tri-arterial, cursam com um teste ergométrico francamente alterado. Dor severa, como a causada pela doença tri-arterial, cursam com um teste ergométrico francamente alterado. Dor precordial anginosa e depressão do segmento ST-T no teste de esforço, de 02 mm ou mais, e arritmia com extra-sístoles e taquicardia ventricular são achados sugestivos de isquemia e que recomendam parar o teste.

A interpretação da cintilografia de perfusão do miocárdio se faz através da análise das imagens tomográficas. As imagens são apresentadas no eixo curto, eixo longo segundo o plano vertical e eixo longo segundo o plano horizontal e são avaliadas nos múltiplos cortes ao longo do coração, e em cada um dos eixos (figuras 1, 2 e 3).

A artéria coronária descendente anterior esquerda (LAD) irriga a região anterior e septal do miocárdio esquerdo, a coronária circunflexa (LCX), a parede lateral, e a coronária direita (RCA) à parede inferior.

Ausência de defeito de perfusão no repouso e no esforço significa normalidade. Defeito de perfusão no esforço e normal no repouso significa isquemia e defeito de perfusão no esforço e no repouso significa infarto ou fibrose.

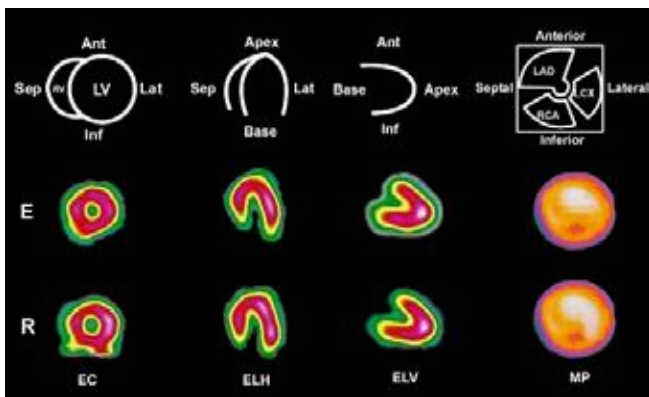


Figura 1 - Exame Normal

E = ESFORÇO	MP = MAPA POLAR (BULLS EYES)
R = REPOUSO	LAD = ARTÉRIA CORONÁRIA DESCENDENTE ANTERIOR ESQUERDA.
EC = EIXO CURTO	
ELH = EIXO LONGO HORIZONTAL	
ELV = EIXO LONGO VERTICAL	LCX = ARTÉRIA CIRCUNFLEXA.
	RCA = ARTÉRIA CORONÁRIA DIREITA

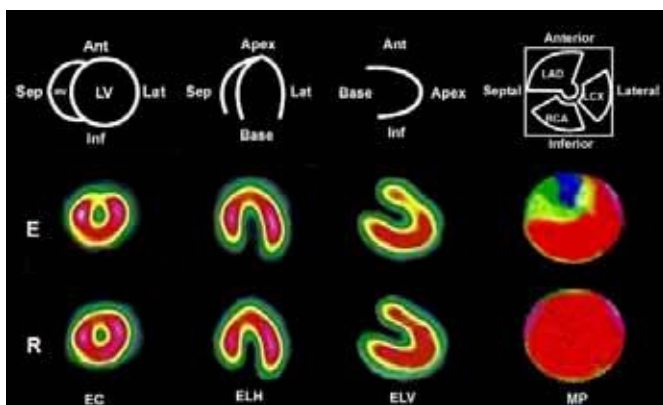


Figura 2 - Isquemia

E = ESFORÇO	MP = MAPA POLAR (BULLS EYES)
R = REPOUSO	LAD = ARTÉRIA CORONÁRIA DESCENDENTE ANTERIOR ESQUERDA.
EC = EIXO CURTO	
ELH = EIXO LONGO HORIZONTAL	
ELV = EIXO LONGO VERTICAL	LCX = ARTÉRIA CIRCUNFLEXA.
	RCA = ARTÉRIA CORONÁRIA DIREITA

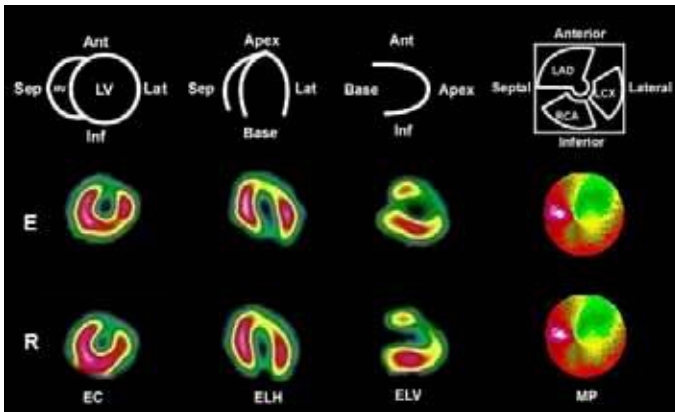


Figura 3 - Infarto (Fibrose)

E = ESFORÇO	MP = MAPA POLAR (BULLS EYES)
R = REPOUSO	LAD = ARTÉRIA CORONÁRIA DESCENDENTE ANTERIOR ESQUERDA.
EC = EIXO CURTO	
ELH = EIXO LONGO HORIZONTAL	
ELV = EIXO LONGO VERTICAL	LCX = ARTÉRIA CIRCUNFLEXA.
	RCA = ARTÉRIA CORONÁRIA DIREITA

FUNÇÃO VENTRICULAR:

O estudo do SPECT do miocárdio sincronizado com o ECG recebeu universalmente o nome de “gated SPECT” ou, de forma abreviada, G-SPECT. A apresentação das imagens em cine permite a análise da motilidade e do espessamento sistólico das diversas paredes ventriculares.

Este exame completo e de alta especificidade fornece informações funcionais adicionais como fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE), espessamento e movimento de parede. A captação dos traçadores da perfusão é proporcional ao fluxo sanguíneo regional. A adição do gated SPECT à cintilografia do miocárdio e o uso das isonitilas reduziu o número de falso-positivos de 17 para 4%.

A análise da função ventricular deve ser realizada na fase de estresse e na fase de repouso, sendo importante para detecção

da disfunção transitória ou reversível do ventrículo esquerdo induzida pelo estresse isquêmico, ou mesmo pelo atordoamento do miocárdio (stunning), e na coronariopatia balanceada.

Os exames falso-positivos na região ínfero-apical nos pacientes obesos, o artefato de atenuação causado pela superposição da mama localizado na parede anterior e septo, além do provocado pelo diafragma alto na parede inferior, são reconhecidos no exame funcional.

O espessamento sistólico normal na área de hipoperfusão permite concluir que o defeito é um artefato de atenuação, ao invés de cicatriz, enquanto a cicatriz de fibrose mostra redução no espessamento sistólico (figura 4).

Na interpretação da função ventricular, temos que acinesia ou hipocinesia em repouso e esforço corresponde a infarto. Acinesia de esforço e normocinesia de repouso são compatíveis com isquemia. Normocinesia de esforço e repouso correspondem a um exame normal.

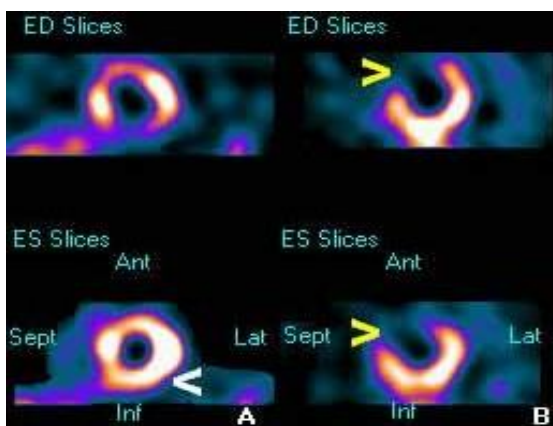


Figura 4 – Movimento de Parede (Wall Motion)

A: espessamento normal evidente na parede inferior (seta) em final de sístole, indicando provável artefato por atenuação diafragmática.

ED = Diástole Final

B: ausência de espessamento na parede antero-septal em final de diástole e sístole (seta) indicando a presença de fibrose.

ES = Sístole Final

Outros parâmetros funcionais e importantes para o diagnóstico podem ser analisados:

a) A Fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) em repouso varia de 45 a 50% (com o esforço estresse), há um incremento de cinco ou mais pontos percentuais.

Existem fatores que podem diminuir a resposta fisiológica do VE ao esforço, como: idade, sexo feminino e falta de condicionamento físico (exercício insuficiente).

b) O volume sistólico (stroke volume) que é gerado pela diferença entre a imagem da diástole da imagem em sístole, a imagem paradoxal que gera resultados negativos e somente é positiva em regiões de discinesias (aneurismas), sendo representada pela diferença entre a imagem de sístole da diástole.

c) A imagem de amplitude mostra as mudanças espaciais das margens ventriculares na sístole e na diástole, ou seja, a motilidade das paredes ventriculares.

d) A imagem de fase aumenta a percepção de discinesia ventricular e assincronismo, mostrando diferenças de função regional, importantes na doença coronariana e na avaliação dos aneurismas ventriculares. Fornece também informações a respeito da condução ventricular, sendo útil na identificação dos bloqueios de condução elétrica intracardíaca.

PROTOCOLO DO G-SPECT

O Gated SPECT também é importante para diagnosticar a causa das disfunções ventriculares. A combinação de perfusão e função permite diferenciar a cardiomiopatia isquêmica da não isquêmica.

A função ventricular sistólica e diastólica é um importante índice prognóstico e da mortalidade e é inversamente proporcional à fração de ejeção ventricular.

A mortalidade aumenta nos pacientes com FEVE menor do que 45% e VSF maior que 70ml e um VDF maior de 100ml.

Um outro importante índice prognóstico é o aumento da cavidade do ventrículo esquerdo.

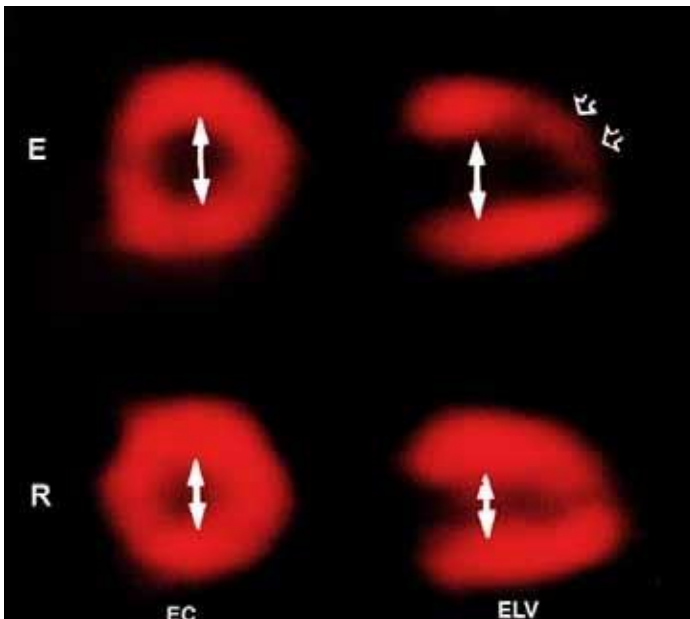


Figura 5 – Dilatação transitória do ventrículo esquerdo com esforço

A correlação entre os níveis de FE está estreitamente relacionada com o prognóstico e a mortalidade. Numa população com DAC crônica estudada num período de 14 anos. O grupo com FEVE > de 50% mostra uma sobrevida de 80%, o de FEVE entre 35 a 50% mostra uma sobrevida de 50% e o grupo com FEVE < de 35% mostra uma sobrevida de 20%.

O diagnóstico da DAC se faz associado ao teste de esforço (exercício na esteira) em que o paciente é preparado para a CPM da mesma forma que para o teste de esforço convencional, devendo estar em jejum, medicação de ação cardiogênica suspensa, lembrando que o nitrato e os bloqueadores de cálcio podem mascarar a isquemia, ou o teste farmacológico com dipiridamol que é um potente vasodilatador capaz de provocar um aumento de 3 a 4 vezes do fluxo sanguíneo coronariano.

TESTE FARMACOLÓGICO

O teste farmacológico é indicado nas seguintes condições:

Paciente incapaz de exercitar-se ou com baixo condicionamento físico não atingindo a FCSM, obesidade mórbida, doenças vasculares periféricas; doenças músculo-esqueléticas e/ou neurológicas, doenças pulmonares (exceto asma) medicações beta-bloqueadoras e do canal de cálcio.

O estresse farmacológico é preferencial em pacientes portadores de bloqueio de ramo esquerdo (BRE) ao eletrocardiograma.

Se o paciente for realizar o estímulo farmacológico, deve suspender todos os alimentos e bebidas contendo xantinas (basicamente café, chá e chocolate) desde 24 horas antes do exame.

O dipiridamol pode produzir efeitos colaterais como cefaléia, sensação de opressão no peito, mal-estar, sudorese, raramente náuseas fortes ou vômitos. Pode surgir dor anginosa, atribuída como decorrente do fenômeno de roubo de fluxo sanguíneo de uma parede alimentada por circulação colateral.

Cerca de 20 a 25% dos pacientes que realizam o estresse farmacológico referem-se a dor torácica. O antídoto do dipiridamol é a aminofilina na dose de 125 a 250 mg intravenosamente, em injeção muito lenta, dose esta que pode ser repetida e que reverte rapidamente todos os sintomas. Alguns serviços costumam aplicar 50 mg de aminofilina após o término do exame. Nos casos de angina severa, nitroglicerina sublingual deve ser aplicada. Quando se usa o dipiridamol, uma veia periférica deve ser mantida com solução salina. A dose de dipiridamol é de 4 mg/kg/minuto injetada no tempo de 4 minutos, a dose máxima recomendada de dipiridamol é da 60 mg, conforme diretriz da SBC (site: www.cardiol.br) e o

traçador é aplicado 7 a 10 minutos após, seguido pela aquisição das imagens nos 10 minutos seguintes. O interessante é injetar a dose com o paciente de pé, ou sentado, a fim de diminuir a atividade esplâncnica.

Contra-indicações do estresse farmacológico: Pacientes com sibilos ativo ao exame físico, História de asma ou DPOC, Hipotensão, PA sistólica < 90 mm Hg e Bradicardia severa, BAV (bloqueio A-V de 2º. Grau), Doença do nó sinusal.

Antecipar o diagnóstico e avaliar o prognóstico permanece a melhor maneira de controlar os custos. O retardamento na realização de exames implica, em muitos casos, na piora da situação clínica dos pacientes aumentando a morbidade e a mortalidade.

Nas duas últimas décadas, a medicina preventiva vem priorizando o diagnóstico precoce, a estratificação de risco e o prognóstico conferindo uma boa qualidade da saúde pública, resultando numa expressiva contenção de despesas pelas empresas, caixas de assistência e previdências.

Definir o prognóstico é uma das mais importantes metas de qualidade de atendimento e economia, reflexo direto do índice custo/benefício do manage care (previdência privada e pública do USA) e, por conseqüência, de nosso Brasil.

É fundamental avaliar o prognóstico, definindo o risco. O risco de uma doença é a probabilidade de um indivíduo desenvolver uma determinada doença, um evento cardíaco ou uma alteração da saúde num devido tempo. É importante definir pacientes de baixo e de alto risco. Paciente de baixo risco tem baixa probabilidade prognóstica de desenvolver uma doença; já o paciente de alto risco tem grande probabilidade de desenvolver a doença e deve ter um tratamento agressivo e uma intervenção precoce.

Entre os métodos para avaliar a acurácia dos testes não invasivos se incluem a sensibilidade, especificidade, índices

preditivos positivo e negativo, a prevalência da doença e a estratificação de risco, no qual se faz uma seleção apropriada de pacientes que podem se beneficiar da técnica, avaliando inclusive o prognóstico.

Estudos multicêntricos revelam que pacientes com isquemias têm maior probabilidade de infarto, e que a extensão do infarto, dos defeitos fixos extensos e da disfunção ventricular têm maior índice de mortalidade (probabilidade de subseqüentes infartos e óbitos). Além disso, detectou-se que pacientes com uma boa fração de ejeção têm baixa probabilidade de infarto, enquanto que pacientes com fração de ejeção abaixo de 35% têm um prognóstico ruim.

No doente com DAC, os seguintes achados indicam que há alto risco de evento grave (infarto ou morte):

Hipoconcentração do indicador de perfusão fortemente diminuída em uma extensão de pelo menos 2/3 de uma das paredes do miocárdio e que reverte totalmente no repouso. O achado revela particular gravidade quando o defeito se localiza na parede anterior. Ao encontrar este padrão de cintilografia, compatível com isquemia extensa e grave, o médico nuclear deve imediatamente notificar o cardiologista responsável pelo paciente.

Outros elementos indicativos de comprometimento cardíaco grave referem-se à função ventricular, avaliada pela inspeção dos próprios cortes tomográficos e pelo gated SPECT.

Dilatação da cavidade ventricular, principalmente se esta dilatação for maior no estudo pós-esforço (é um parâmetro difícil de avaliar porque a normalização de imagens com estatística de contagem muito diferente pode causar o efeito de volume parcial).

Paredes ventriculares muito adelgadas podem levar a uma FEVE com valor inferior a 30%.

Se o radiofármaco usado for tálio-201, um elemento adicional de gravidade é a presença de radioatividade nos pulmões no estudo após o teste ergométrico (indicativo de um pequeno grau de edema pulmonar durante a realização de exercício).

ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO

O volume diastólico final (VDF) aumentado é também um fator de prognóstico ruim. Pacientes que antes de serem revascularizados tinham VDF de 113 ± 31 ml/m², após cirurgia de revascularização bem sucedida tiveram queda para 91 ± 22 ml/m². Já nos pacientes de resultados ruins, o VDF aumentou para 118 ± 16 ml/m².

O volume sistólico final (VSF) acima de 70 ml é um outro fator de prognóstico ruim. Pacientes que antes de serem revascularizados tinham VSF de 72 ± 23 ml/m², após cirurgia de revascularização bem sucedida tiveram queda para 57 ± 17 ml/m²; nos de resultados ruins, o VSF aumentou para 78 ± 11 ml/m².

É importante selecionar em termos de custo/benefício, e em termos de Medicina Preventiva, os pacientes que podem se beneficiar do exame utilizando o critério de estratificação de risco, classificando como baixo risco o grupo em que a probabilidade de eventos cardíacos (infarto e óbito) é inferior a 1% (população em geral), e alto risco o grupo em que a taxa de mortalidade é acima de 5%.

Entre estes dois grupos, temos uma população com uma possibilidade intermediária de eventos cardíacos. Com base na classificação acima orientamos os pacientes da seguinte maneira:

O grupo de baixo risco e assintomático, sem história de angina ou precordialgia, não tem indicação de realizar CPM.

O grupo de alto risco e com diagnóstico estabelecido é encaminhado diretamente para o cateterismo e cirurgia de revascularização, ou angioplastia.

O grupo com probabilidade intermediária de eventos

cardíacos, com exames inconclusivos, são encaminhados para CPM.

Aqueles com CPM normais voltam para o grupo de baixo risco e são tratados clinicamente e poupados da indicação prematura e desnecessária de avaliação invasiva.

Paciente com CPM positiva vai para o grupo de alto risco.

Trabalho recente, apresentado no Congresso Brasileiro de Cardiologia Nuclear, dividiu em 2 grupos 321 pacientes realizando a CPM por suspeita de DAC e acompanhados por um período de 6, 12 e 24 meses para registrar a ocorrência de Grandes Eventos Cardíacos (GEC): Morte (M), Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) e Revascularização do Miocárdio (RVM).

Grupo um: pacientes com CPM positiva independente do resultado do teste de esforço se positivo ou negativo. Neste grupo, GEC e RVM foram respectivamente, com 6 meses: 3,27% e 26,22%; 12 meses: 4,91% e 30,32%; e 24 meses: 8,88% e 36,66%. Do grupo um com CPM positiva, foram levantados os pacientes com teste de esforço positivo e ocorrência de GEC (IAM e M) e RVM com os seguintes resultados com 06 meses: 1,63% e 14,75%; com 12 meses: 3,27% e 18% e com 24 meses: 4,4% e 20%.

Grupo dois: pacientes com cintilografia de perfusão do miocárdio negativo. A incidência de GEC com 6 meses: nenhum caso de GEC nem de RVM; com 12 meses: 0,5% e com 24 meses 0,86%.

Do exposto conclui-se, portanto que o valor preditivo positivo da CPM é duas vezes maior que o teste de esforço e que o valor preditivo negativo da CPM, com dois anos é de praticamente 100%. Portanto, um paciente com uma cintilografia de perfusão do miocárdio negativa tem praticamente 2 anos de garantia contra grandes eventos cardíacos uma vez que o índice normal de grandes eventos cardíacos (óbitos e infarto agudo do miocárdio) é de 0,4%, na população com mais de 40 anos

de idade.

Resumindo, respeitadas as indicações específicas, a cintilografia de perfusão do miocárdio apresenta um elevado índice custo/benefício, refletindo numa grande economia para as empresas, caixas de assistência, previdência privada e pública, poupando vidas, prevenindo internamentos, cateterismos, cirurgias, diárias de UTI e óbitos.

A literatura mostra que 14% dos pacientes com angina, dor torácica e suspeita de DAC que realizam a CPM e cateterismo, com CPM positivos e cateterismos normais, são considerados falso-positivos conforme tem sido descritos na literatura.

Segundo Verna (2000) os seguintes fatores são associados com CPM falso-positivos: Sexo feminino, Síndrome X (angina com artérias coronarianas normais, vasos epicárdicos angiograficamente normais e pequenos vasos anormais não-demonstráveis pela angio e sim pela CPM), Bloqueio de Ramo Esquerdo, Cardiomiopatias e PVM (Prolapso da Válvula Mitral). Vinte pacientes submetidos ao exame de ecocardiódoppler intravascular mostraram presença de pelo menos duas coronárias obstruídas, revelando tratar-se de defeito de perfusão reversível, nas imagens do SPECT, freqüentemente associado a alterações ateroscleróticas ocultas angiograficamente e com uma capacidade anormal de vasodilatação da circulação coronariana de acordo com estudo feito no Departamento de Cardiologia da Fundação Hospital Macchi - Universidade de Vazeze -Itália.

A prevalência de DAC em mulheres de 40 a 80 anos portadoras de Diabetes Mellitus tipo 2, sem sintomas cardiovasculares e sem cirurgia cardíaca prévia, é elevada (32,7%) representando a principal causa de óbitos nos pacientes com Diabetes Mellitus, pois para Wackers (2004) "A associação entre Diabetes e DAC tem sido extensivamente documentada devendo esta população ser investigada do ponto de vista cardiovascular".

A CPM com Dipiridamol mostra na presença de DAC significativa: isquemia, fibrose, extensão e a gravidade das alterações da contratilidade e do espessamento sistólico,

dilatação transitória isquêmica, captação pulmonar, elevação de VSF e VDF, devendo ser este o método diagnóstico de escolha para esta população a ser estudada.

De acordo com Beppu (1997) o bloqueio de ramo esquerdo pode causar alterações estruturais regionais da perfusão do miocárdio causando uma isquemia funcional e resultando numa progressiva disfunção do miocárdio.

Candell-Riera (2003) diz que a indicação da CPM com o estresse farmacológico com dipiridamol nos pacientes portadores de bloqueio de ramo esquerdo mostra um elevado índice preditivo positivo e uma elevada especificidade no diagnóstico da DAC, evitando os resultados falso-positivos, e vem sendo usado de modo crescente no diagnóstico da DAC.

“Em pacientes submetidos a tratamento trombolítico após o infarto agudo do miocárdio (IAM), qual o papel da cintilografia na fase aguda?”

De regra, o cardiologista não pede uma cintilografia de controle após o uso de trombolítico se o paciente se encontra estável. Se o paciente continua a ter dor, deverá ser submetido a uma cintilografia com stress farmacológico (dipiridamol) e em repouso, para verificar se ainda existem áreas em risco, ou seja, que apresentem hipoperfusão transitória. Em caso positivo, o doente é em via de regra, submetido a novo cateterismo. A cintilografia sob stress farmacológico pode ser feita a partir de 48h do evento agudo.

Se a cintilografia for normal, comprova-se o sucesso da trombólise. Se mostrar área com hipoperfusão persistente, pode-se deduzir que a trombólise não foi bem sucedida. Porém, o tecido revascularizado pode ainda estar “atordoado” (stunned).

De qualquer forma, não se indica nova intervenção. Acontece frequentemente que em cintilografias posteriores venha a se observar a paulatina recuperação da capacidade de “captação” da área que parecia fibrosada (desaparecimento do efeito de entorpecimento do miocárdio). (THOM fonte on-line)

VIABILIDADE MIOCÁRDICA

Definição – é uma disfunção do miocárdio na presença da doença arterial coronária crônica que melhora a função do miocárdio e o prognóstico do paciente, após o sucesso da cirurgia de revascularização.

“Como e para que é caracterizada a viabilidade miocárdica pela Medicina Nuclear?”

Após o infarto do miocárdio, a área infartada pode necrosar e ser substituída por fibrose ou permanecer viável, apesar de metabolicamente alterada. Após um evento isquêmico agudo, esse miocárdio metabolicamente alterado é chamado de miocárdio “stunned” (atordoadado).

Se o miocárdio encontra-se cronicamente isquêmico, ocorre um fenômeno adaptativo de modo que o tecido passa a metabolizar quase que exclusivamente glicose como substrato energético. Essa adaptação é chamada de “hibernação” miocárdica.

O termo “viabilidade miocárdica” em geral se refere aos tecidos “stunned” e “hibernante”. A viabilidade miocárdica é caracterizada na Medicina Nuclear pela demonstração de tecido miocárdico metabolicamente ativo em determinada parede do coração que se encontra acinética (ou acentuadamente hipocinética ou discinética) em geral, após a ocorrência de infarto do miocárdio.

A demonstração de miocárdio metabolicamente ativo, e, portanto, viável, pode ser feita com diferentes radiofármacos, sendo os mais comuns: SESTAMIBI-99mTc, que mostra atividade mitocondrial; o tálio-201 que avalia a integridade da membrana celular e o funcionamento da bomba de sódio-potássio; e o FDG-18F, um análogo radioativo da glicose, usado para detectar o metabolismo glicolítico. Na prática clínica da maior

parte dos serviços de Medicina Nuclear, o cloreto de tálio-201 é o radiofármaco mais utilizado para pesquisar viabilidade miocárdica. (RAMOS fonte on-line).

A maioria dos pacientes tem uma cardiopatia isquêmica sendo hoje a razão mais comum para admissão em hospital e a prevalência está aumentando muito em função do aumento da idade da população.

A mortalidade é alta nos casos avançados, de 40 a 50%, diante disto, a ACC/AHA - American College of Cardiology/ American Heart Association, incluíram o teste de viabilidade miocárdica nos pacientes com insuficiência cardíaca congestiva nos guidelines.

O Tecnécio-99m-MIBI se acumula por difusão na membrana interna da mitocôndria e a sua distribuição é dependente do fluxo sanguíneo e da perfusão do miocárdio. Sua retenção é dependente da integridade da membrana e, portanto, do miocárdio viável.

A avaliação da reserva contrátil do miocárdio de segmentos assínérgicos após o uso de nitrato vem apresentando um papel relevante na seleção dos pacientes que se beneficiarão com a cirurgia de revascularização.

Avaliar a reserva contrátil dos segmentos através do Gated SPECT com nitrato, representa uma ferramenta útil para predizer a recuperação pós-revascularização, mostrando a eficiência da avaliação na detecção da viabilidade miocárdica pela associação da CPM com MIBI-Tecnécio 99m e o dinitrato de isorsorbida. O padrão ouro para este teste é o PET.

Após a administração
do nitrato.

Cintilografia com
MIBI em repouso.

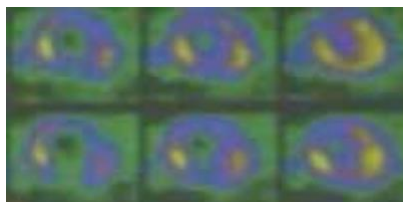


Figura 6

O miocárdio viável apresenta o tecido miocárdico sem evidência de contratilidade com ou sem isquemia provocada, capaz de recuperar-se em períodos variáveis. Neste miocárdio encontramos tecido de necrose (fibrose), recanalização no miocárdio atordado, isquemia endógena e músculo hibernante.

A avaliação da função ventricular é um forte indicador de eventos cardíacos após o infarto agudo do miocárdio. A fração de ejeção ventricular < de 30%, associada à insuficiência cardíaca após IAM revela que a sobrevida é baixa se tratada somente com medicamentos.

É importante distinguir disfunção de VE e fibrose irreversível do miocárdio viável. É relevante a associação da CPM com nitrato para a seleção de pacientes para CRM (cirurgia de revascularização ventricular). (DI CARLI MF, 2003)

Estudo multicêntrico e de metanálise mostra que pacientes tratados somente com medicamentos tem uma mortalidade elevada.

A taxa de mortalidade cardíaca anual (TMCA) nos pacientes com miocárdio viável e revascularizados é de 3,2%, enquanto, o paciente tratado com medicamentos mostra uma TMCA de 16%. Pacientes com miocárdio não viável revascularizados tem uma taxa de 7,7%, e os tratados com medicamentos de 6,2%.

PET – Positron Emission Tomography – é considerado padrão ouro para o diagnóstico de viabilidade miocárdica e se baseia no Mismatch, termo que se refere à diferença de distribuição do traçador quando compara imagens obtidas de diferentes traçadores e designa regiões do miocárdio no qual há diminuição do fluxo sanguíneo e o correspondente aumento do metabolismo de glicose usando dois diferentes traçadores, um de perfusão (MIBI, Tálío, amônia) e outro de metabolismo Flúor 18.

Estas regiões são importantes clinicamente, porque

elas significam áreas em que há tecido de miocárdio viável evidenciadas pela persistência do metabolismo da glicose. Apesar da diminuição do fluxo sanguíneo, com a cirurgia cardíaca, estas áreas podem ter sua perfusão restabelecida e a imagem metabólica se tornar novamente homogênea.

Uma área em que há uma diminuição ou ausência de fluxo tanto na perfusão quanto no metabolismo (imagem de match – figura 7), significa uma região que tem pouco ou nenhum tecido viável e que é pouco provável se beneficiar de uma cirurgia cardíaca para restabelecer o fluxo.

Em pacientes com significativo mismatch (figura 8), é esperado haver uma grande melhora da função ventricular com revascularização.

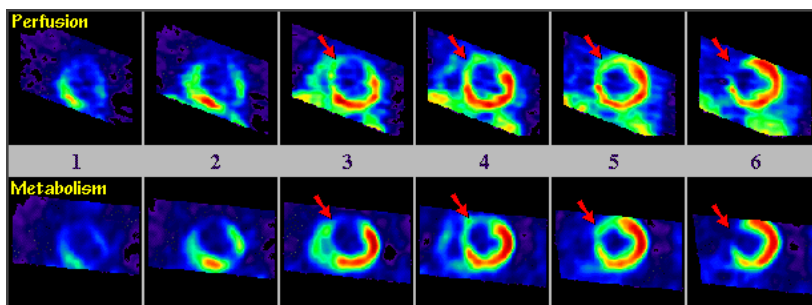


Figura 7

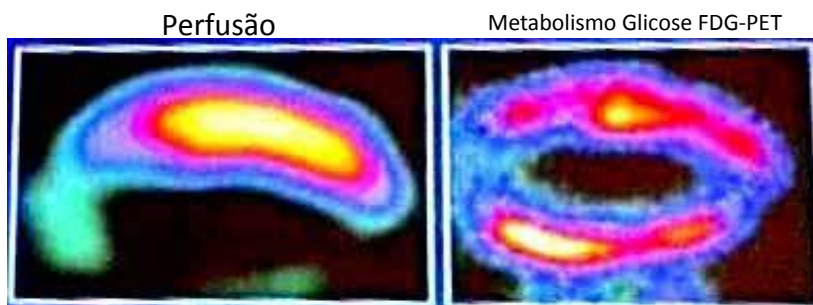


Figura 8

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERMAN, D.S. et al. Prognostic risk stratification with SPECT imaging: results from a 20340 patient multicentric registry. **Journal of the American College of Cardiology**, New York, v.32, p.410A, 1998.

BERMAN, D.S. et al. Risk stratification in coronary artery disease: implications for stabilization and prevention. **The American Journal of Cardiology**, Denver, 79(12B), p.110-116, 1997.

BROWN, K. A. et al. Early post-myocardial infarction dipyridamole Tc-99m sestamibi myocardial perfusion imaging predicts future cardiac death or myocardial infarction. (abstract). **Circulation**, Philadelphia, v.96, p.1-195, 1997.

BONOW, R. O. Myocardial viability and prognosis in patients with ischemic left ventricular dysfunction. **Journal of the American College of Cardiology**, New York, v.39, n.7, p.1159-1162, 2002.

DEMIR, H. et al. Clinical validation of Technetium-99m MIBI-gated single photon emission computed tomography (SPECT) for avoiding false positive results in patients with the left bundle-branch block. **Journal Clinical Cardiology**, [s.l.], v.26, n.4, p.182-187, Apr. 2003.

JOURNAL NUCLEAR CARDIOLOGY, St. Louis, v. 10, p.696-699, 2003.

GIORGETTI, A. Baseline post-nitrate tetrofosmin mismatch for the assessment of myocardial viability in patients with severe left ventricular dysfunction: comparison with baseline Tc-99m tetrofosmin scintigraphy/FDG PET imaging. **Journal Nuclear Cardiology**, St. Louis, v.11, n.2, p.142-151, Mar. 2004.

HACHAMOVITCH, R.; BERMAN, D. S., SHAW, L. J. Incremental prognostic value of myocardial perfusion single photon emission computed tomography for the prediction of cardiac death and myocardial infarction. **Circulation**, Philadelphia, n.97, p.535-543, 1998.

HACHAMOVITCH, R.; BERMAN, D. S.; KIAT, H. et al.: Gender-related differences in clinical management after exercise nuclear testing. **Journal of the American College of Cardiology**, New York, n.26, p.1457-1464, 1995.

LUFT, H.S. Medicare and managed care. **Annual Review Public Health**, [s.l.], n.9, p.459-475, 1998.

LUZ, Protásio Lemos da; BERTINI, Paulo José; FAVARATO Desiderio. Non-invasive detection of coronary artery disease: challenges for prevention of disease and clinical events. **Clinics**, [s.l.], v.60, n.5, p.415-428, out. 2005.

MARIN NETO, J. A. Miocárdio hibernante: uma realidade clínica. **Revista Associação Medicina Brasileira, São Paulo**, v.43, n.4, out/dez. 1997.

MARINHO, N. V. S. et al. Pathophysiology of left ventricular dysfunction. **Circulation**, Philadelphia, v.93, n.4, p.737-744, 1996.

MAUREA, S. et al. Myocardial viability index in chronic coronary artery disease: technetium-99m-methoxy isobutyl isonitrile redistribution. **Journal of Nuclear Medicine**, New York, v.36, n.11, p. 1953-1960, Nov. 1995.

PETERSON, et al. Risk stratification after myocardial infarction. **Annual Internal Medicine**, [s.l.], n. 126, p.561-582, 1977.

RIBEIRO, G. C. A. et al. Benefício da revascularização do miocárdio em pacientes com disfunção ventricular e músculo viável: remodelamento ventricular reverso e prognóstico. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, [s.l.], v.20, n. 2, abr/jun. 2005.

RYAN, T. J. et al. ACC/AHA guidelines for the management patients with acute myocardial infarction. **Journal of the American College of Cardiology**, São Paulo, n. 28, p.1328-1348, 1996. (Edição Brasileira)

SCIAGRA, R. Nitrates and Viability: a durable affair. **Journal**

Nuclear Medicine, New York, v.44, n.5, p.752-755, May, 2003.

SHAW, L. J. et al.: Prognostic value of noninvasive risk stratification and coronary revascularization on non elderly patients referred for evaluation of clinically suspected coronary artery disease. **Journal of the American Geriatric Society**, [s.l.], n.44, p.1190-1197, 1996.

SHAW, Leslie J.; HACHAMOVITCH, Rory; PAPTHTHOANIS, Frank J. Outcomes and Technology Assessment. In: Nuclear Medicine. **Society of Nuclear Medicine**, 1999.

SHAW, L. J. et al. The relationship between resource use and outcome in stable angina patients. **Journal of Nuclear Cardiology**, St. Louis, v.4, p.98, 1997.

SHAW, L. J., HACHAMOVITCH, R. et al. Diagnostic and prognostic risk stratification in 7024 women undergoing SPECT imaging: results from a multicenter prospective registry. **Journal of Nuclear Medicine**, New York, v.39, p.115, 1998.

TRAVIN, M. I. et al.: Relation of gender to physician use of test results and the prognostic value of stress technetium 99m sestamibi myocardial single emission computed tomography scintigraphy. **American Heart Journal**, [s.l.], n.134, p.73-82, 1997.

TZONEVSKA, A. et. al. Increased redistribution of Tc- MIBI under the action of nitrate administration – a good tool for detection of myocardial vitality in patients with severe CAD. **Nuclear Medicine Review C. East Europe**, [s.l.], v.4, n.1, p.57-58, 2001.

VOM, Dahl J. et al. recovery of regional left ventricular dysfunction after coronary revascularization. **Journal of the American College of Cardiology**, São Paulo, v.28, p.948-958, 1996. (Edição Brasileira).

REFERÊNCIAS ONLINE

AMERICAN Heart Association. Dallas. Apresenta textos sobre problemas cardíacos. Disponível em: <<http://www.amhrt.org>> Acesso em 20 dez. 2005.

BEPPU, S. et. al. Functional myocardial perfusion abnormality induced by left ventricular asynchronous contraction: experimental study using myocardial contrast echocardiography. **Journal of American College of the Cardiology**, v.29, Jun 1997 p.1632/1638 Disponível em: <<http://content.onlinejacc.org/cgi/content/abstract/29/71632>> Acesso em 22 nov. 2005

CANDELL-RIERA, J. et. al. Usefulness of myocardial perfusion SPECT in patients with left bundle branch block and previous myocardial infarction. **Heart**, v.89, Sep. 2003. p.1039-1042. Disponível em: <<http://heart.bmjournals.com/cgi/content/abstract/89/9/1039>> Acesso em 01 dez. 2005.

CHAREONTHAITAWEE, Panithaya et. al. Revascularization in severe left ventricular dysfunction: the role of viability testing. **Journal of the American College of Cardiology**, v.46, Aug. 2005. p. 567-574. Disponível em: <<http://content.onlinejacc.org/cgi/content/abstract/46/4/567>> Acesso em 01 dez. 2005.

RAMOS, Celso Dário. Disponível em: <http://www.sbbmn.org.br/tutorial/medicos_ao_nucleares/cardiologia.php> Acesso em 01 dez. 2005.

THOM, Annelise. Disponível em: <http://www.sbbmn.org.br/tutorial/medicos_ao_nucleares/cardiologia.php> Acesso em 01 dez. 2005.

VERNA, Edoardo. et. al. "False-Positive" Myocardial Perfusion Scintigraphy Findings in Patients with Angiographically Normal Coronary Arteries: Insights from Intravascular Sonography Studies.

Journal of Nuclear Medicine, v.41, 2000. p.1935-1940.
Disponível em: <<http://jnm.snmjournals.org/cgi/content/abstract/41/12/1935>> Acesso em 01 dez. 2005.

WACKERS, Frans J. et. al. Detection of Silent Myocardial Ischemia in Asymptomatic Diabetic Subjects: The DIAD study. **Diabetes Care**, v.27, p.1954-1961. Disponível em: <<http://care.diabetesjournals.org/cgi/content/abstract/27/8/1954>> Acesso em 01 dez. 2005.

Responsável Técnico
DR. ANTÔNIO FIEL CRUZ JÚNIOR
CRM-PR 14.467
RQE: 7.062

