

Faculdade de Medicina de Catanduva - FAMECA

Pesquisa de isquemia miocárdica não invasiva na Doença Coronária Crônica: Panorama dos métodos atuais

Teste ergométrico

Dr. Edson R. A. Sinhorini
Cardiologista – SBC
Arritmologista clínico

A isquemia miocárdica

- Isquemia miocárdica é um importante preditor de eventos adversos – como morte e infarto não fatal, e sua detecção é parte importante de estratégias diagnósticas nos consensos atuais
- A não demonstração de isquemia demonstra excelente prognóstico, com baixa taxa de eventos cardíacos

Indications for revascularization in patients with stable angina or silent ischaemia

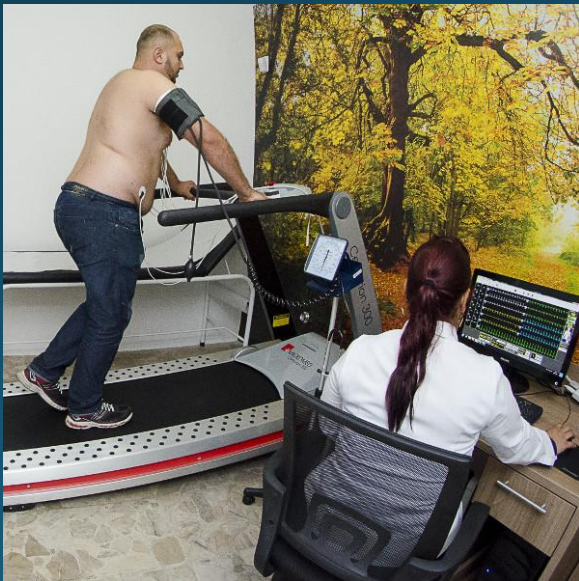
Extent of CAD (anatomical and/or functional)		Class ^a	Level ^b
For prognosis	Left main disease with stenosis >50%. ^{c 68–71}	I	A
	Proximal LAD stenosis >50%. ^{c 62,68,70,72}	I	A
	Two- or three-vessel disease with stenosis >50% with impaired LV function (LVEF ≤35%). ^{c 61,62,68,70,73–83}	I	A
	Large area of ischaemia detected by functional testing (>10% LV) or abnormal invasive FFR. ^{d 24,59,84–90}	I	B
	Single remaining patent coronary artery with stenosis >50%. ^c	I	C
For symptoms	Haemodynamically significant coronary stenosis ^c in the presence of limiting angina or angina equivalent, with insufficient response to optimized medical therapy. ^{e 24,63,91–97}	I	A



*Cohn PF et al. Circulation. 2003;108;1263-77.
Adaptado de Braunwald's Heart Disease. 11ª ed.*

O teste ergométrico

- “O teste ergométrico é um exame que avalia de forma não invasiva o comportamento do sistema cardiovascular diante do esforço físico, sob monitorização clínica, eletrocardiográfica e hemodinâmica”



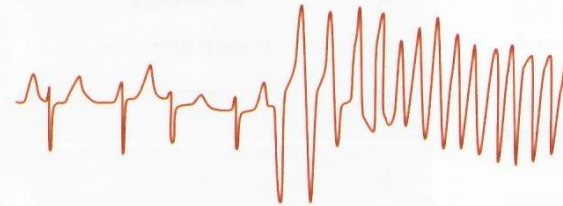
Exame seguro

Teste Ergométrico

FATOS

A incidência cardíaca de taquicardia ou de fibrilação ventricular durante o teste ergométrico:

1: 5.000
exames



Taxa de óbito ou infarto agudo do miocárdio durante o teste ergométrico :

1: 10.000
exames



Taxa de falso-positivos em mulheres:



Acurácia média para diagnóstico de coronariopatia:



Sensibilidade



Especificidade



RODRIGO TONAN

Indicações do teste ergométrico

- Investigação de doença coronária
- Avaliação prognóstica de coronariopatia documentada
- Estratificação de risco pós-infarto do miocárdio
- Avaliação da capacidade funcional
- Avaliação do comportamento da resposta da PA
- Avaliação terapêutica
- Avaliação de marcapasso dotado de biossensor e de desfibrilador implantável

Indicações do teste ergométrico

- Investigação de doença coronária
- Avaliação prognóstica de coronariopatia documentada
- Estratificação de risco pós-infarto do miocárdio
- Avaliação da capacidade funcional
- Avaliação do comportamento da resposta da PA
- Avaliação terapêutica
- Avaliação de marcapasso dotado de biossensor e de desfibrilador implantável

Avaliação de coronariopatia

- Sensibilidade: 68 %
- Especificidade: 77 %
- Acurácia: 73 %

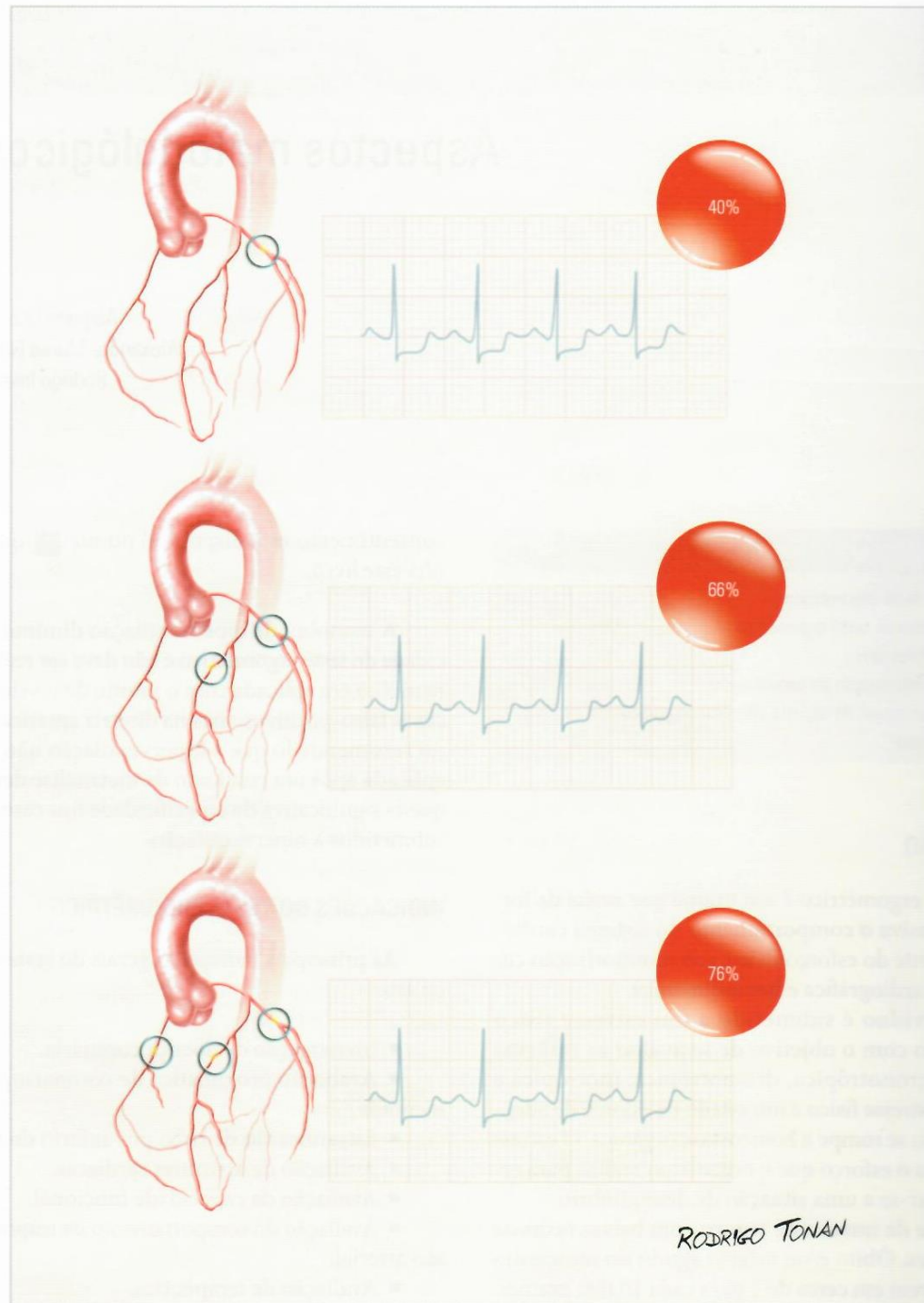


Figura 1.1 Sensibilidade do teste ergométrico para a detecção de coronariopatia com base no padrão de obstrução coronária.

Isquemia miocárdica

- Diminuição absoluta ou relativa do fluxo sanguíneo para o miocárdio, o que determina um menor aporte de O_2 e de nutrientes com consequente acúmulo dos produtos do metabolismo que promove acidose tecidual

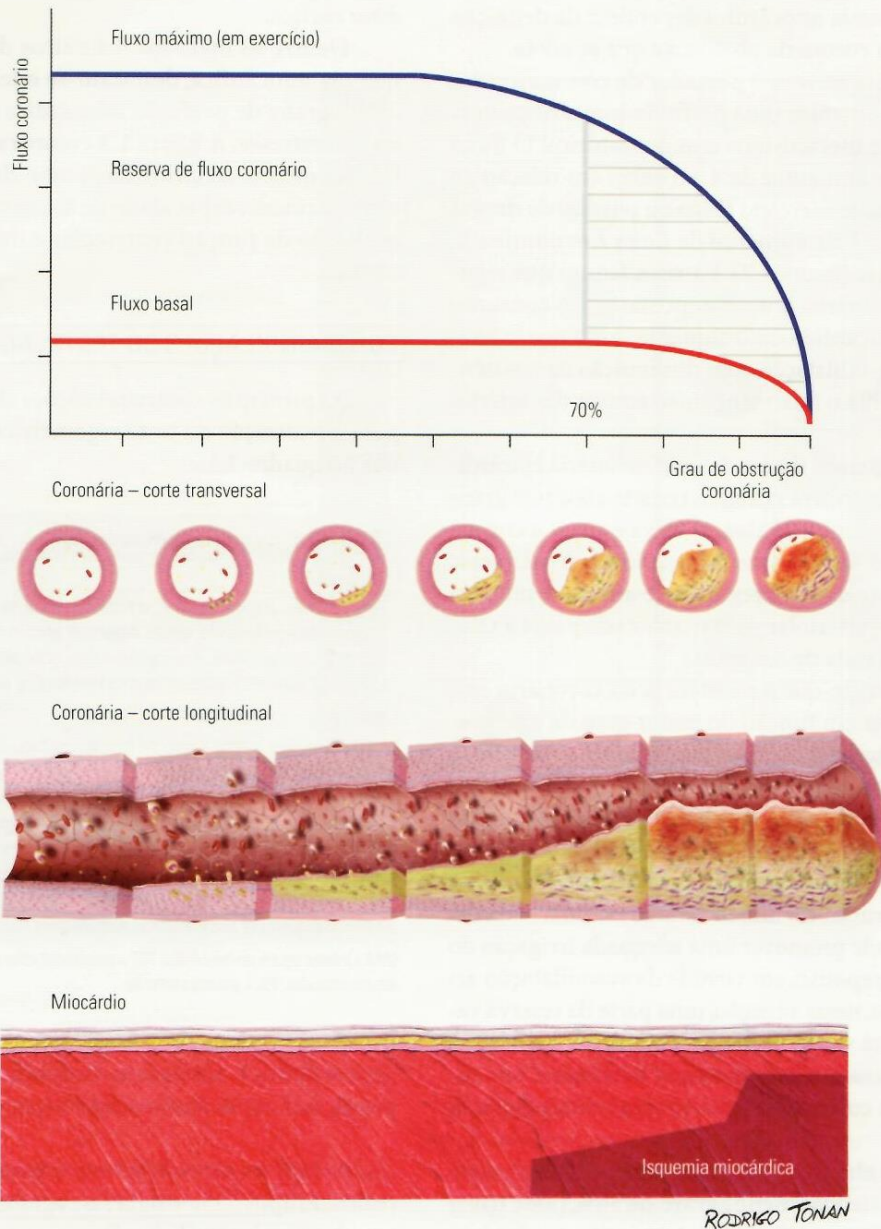
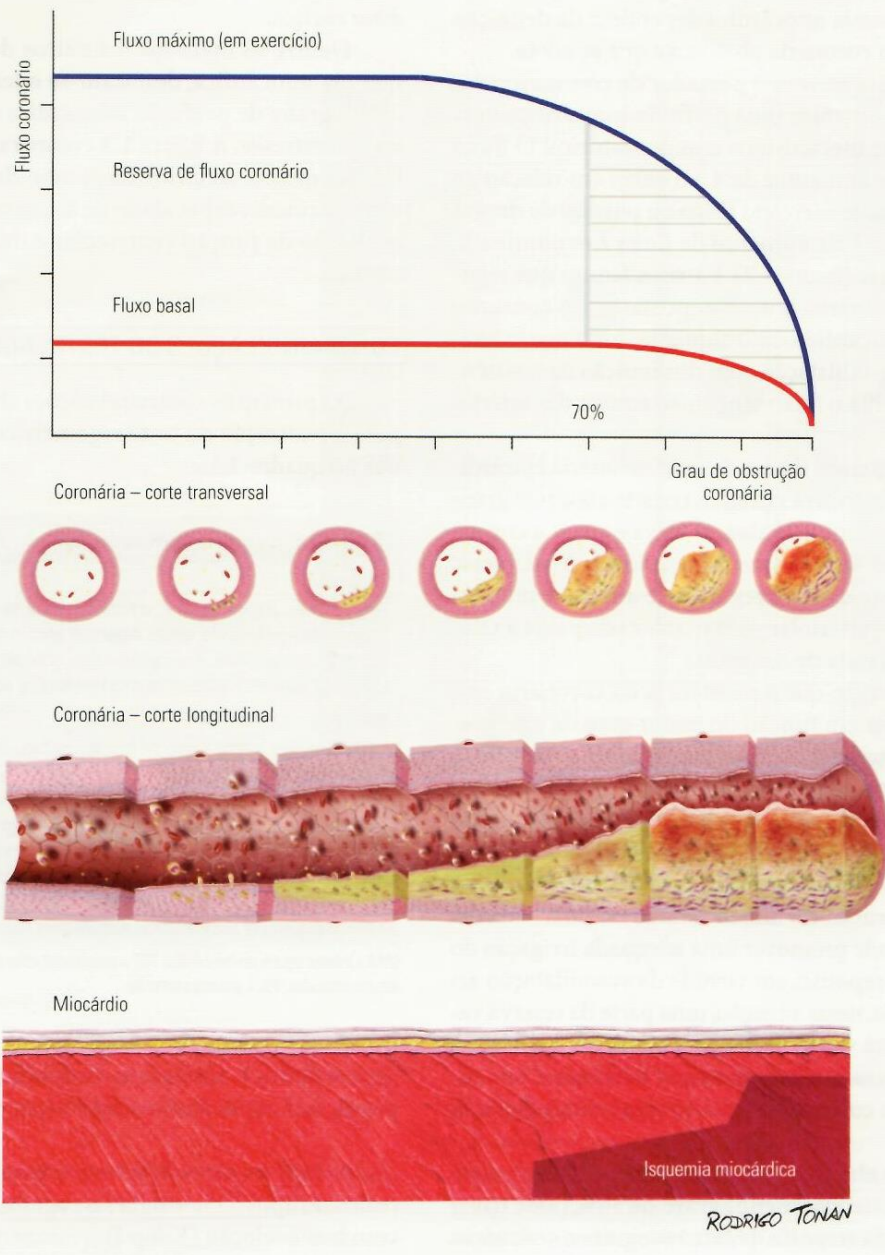


Figura 1.2 Demonstração de como o esgotamento da reserva coronária determina o quadro de isquemia miocárdica. A partir de 70% de obstrução coronária, a aplicação do estresse físico promove uma redução dramática do fluxo sanguíneo pelas coronárias epicárdicas. Em repouso, os mecanismos regulatórios do fluxo mantêm o miocárdio livre de isquemia. Modificado de: Gould KL, Am J Cardiol. 1974.



Causas

- Obstrução intrínseca das coronárias (trombose, embolia, **aterosclerose**)
- Vasoespasmo
- Distúrbios na distribuição sanguínea (hemorragias, hipotensão, hiperviscosidade sanguínea)
- Doença microvascular
- Compressões extrínsecas das coronárias
- Desvios de fluxo e anomalias congênitas das coronárias
- Hipertrofia ventricular
- Estenose aórtica

Figura 1.2 Demonstração de como o esgotamento da reserva coronária determina o quadro de isquemia miocárdica. A partir de 70% de obstrução coronária, a aplicação do estresse físico promove uma redução dramática do fluxo sanguíneo pelas coronárias epicárdicas. Em repouso, os mecanismos regulatórios do fluxo mantêm o miocárdio livre de isquemia. Modificado de: Gould KL, Am J Cardiol. 1974.

Contraindicações absolutas ao TE



Principais protocolos usados - BRUCE

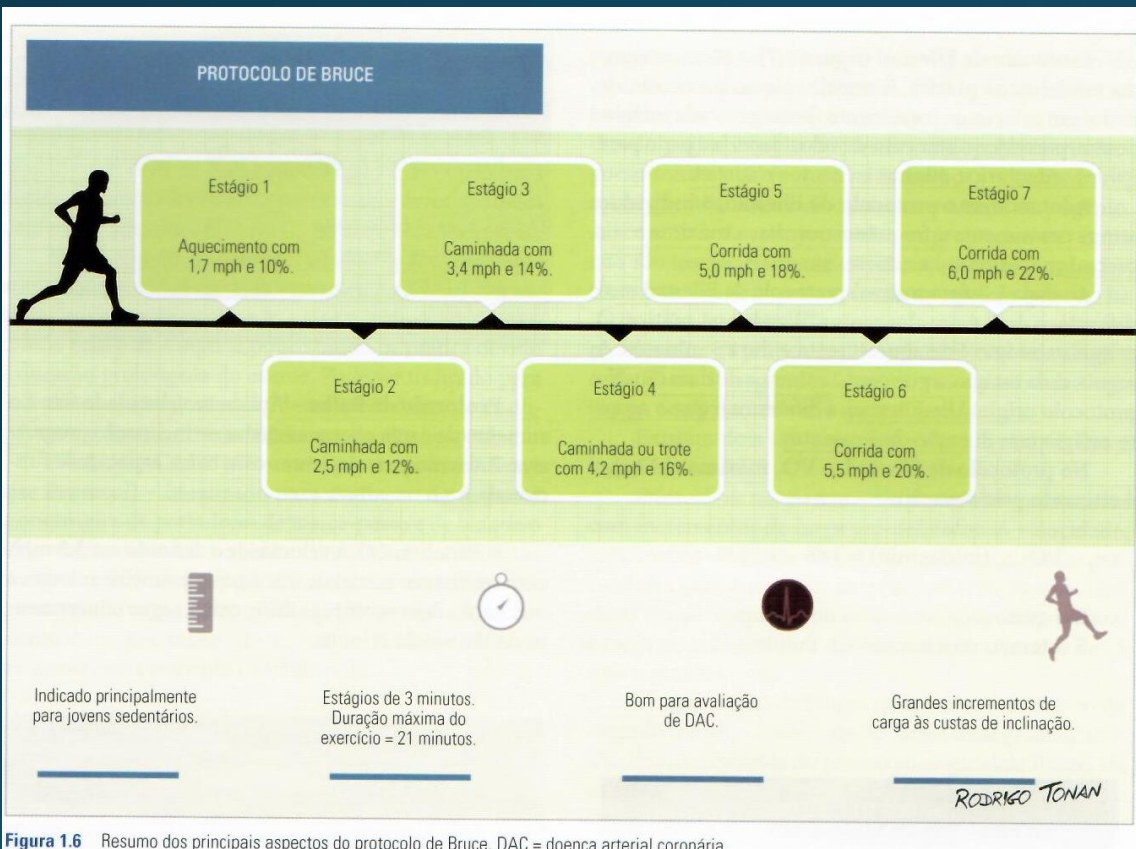


Figura 1.6 Resumo dos principais aspectos do protocolo de Bruce. DAC = doença arterial coronária.

Tabela 1.1 Protocolo de Bruce.

Estágio	Velocidade		Elevação (%)	MET estimado
	mph	km/h		
1	1,7	2,7	10	5,5
2	2,5	4,0	12	7
3	3,4	5,4	14	10
4	4,2	6,7	16	13
5	5,0	8,0	18	16
6	5,5	8,8	20	19
7	6,0	9,6	22	22

Principais protocolos usados – ELLESTAD

Tabela 1.2 Protocolo de Ellestad modificado (Memorial Hospital).

Estágio	Velocidade		Elevação (%)	MET estimado
	mph	km/h		
1	1,7	2,7	10	5
2	3	4,8	10	7
3	4	6,4	10	9
4	5	8	10	14
5	5	8	15	17
6	6	9,6	15	19

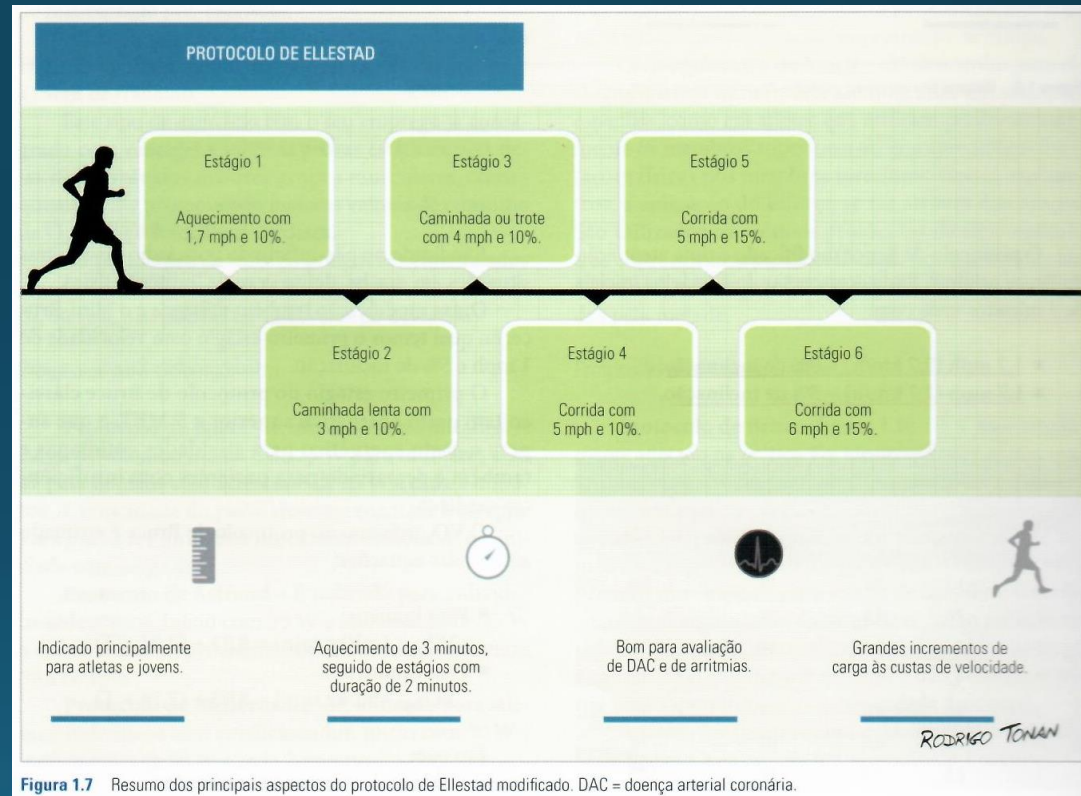


Figura 1.7 Resumo dos principais aspectos do protocolo de Ellestad modificado. DAC = doença arterial coronária.

Critérios para interrupção do TE

Quadro 1.2 Critérios para interrupção do teste ergométrico.

Critérios técnicos

Falência do sistema de registro

Critérios hemodinâmicos

PAD $\geq$ 120 mmHg em normotensos

PAD $\geq$ 140 mmHg em hipertensos

PAS $\geq$ 260 mmHg

Queda da PAS $>$ 20 mmHg durante o exercício

Critérios clínicos

Angina progressiva

Sinais de baixo débito: ataxia, tontura, cianose, palidez e pré-síncope

Dispneia progressiva

Incoordenação motora

Sintomas de insuficiência vascular periférica

Cansaço físico intenso ou exaustão

Critérios eletrocardiográficos

Elevação do segmento ST (em área sem onda Q) de 1 mm ou mais

Depressão do segmento ST igual ou superior a 3 mm

Arritmia ventricular complexa

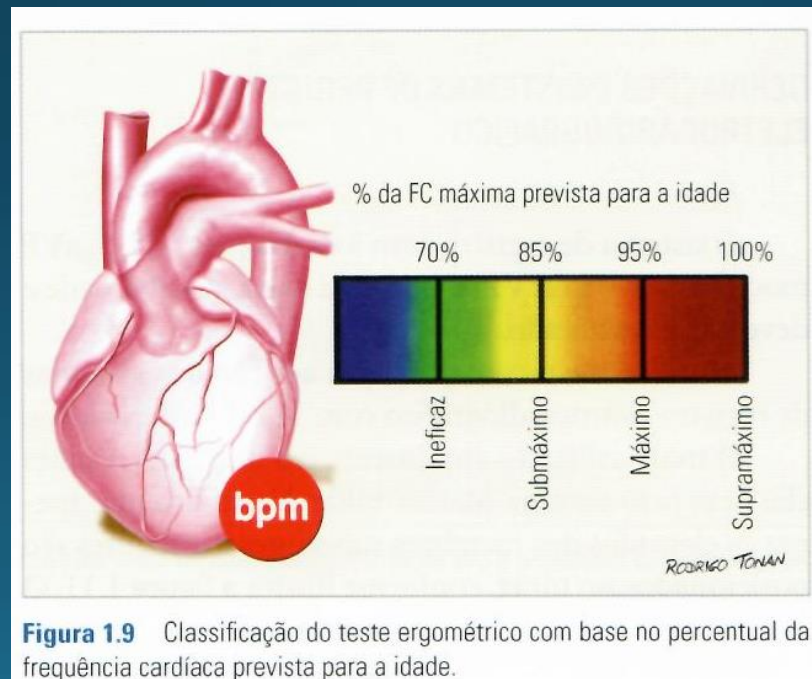
Qualquer taquicardia sustentada

Bloqueio atrioventricular de segundo grau Mobitz II ou avançado

Alargamento do QRS de difícil distinção com taquicardia ventricular

Classificação com base na Fc atingida

- Estimativa da FC máxima:
 - $220 - \text{idade (anos)}$



Sintomas e sinais

Angina pectoris típica:

Opressão ou queimação

Região precordial ou retroesternal

Irradiação para os membros superiores ou mandíbula

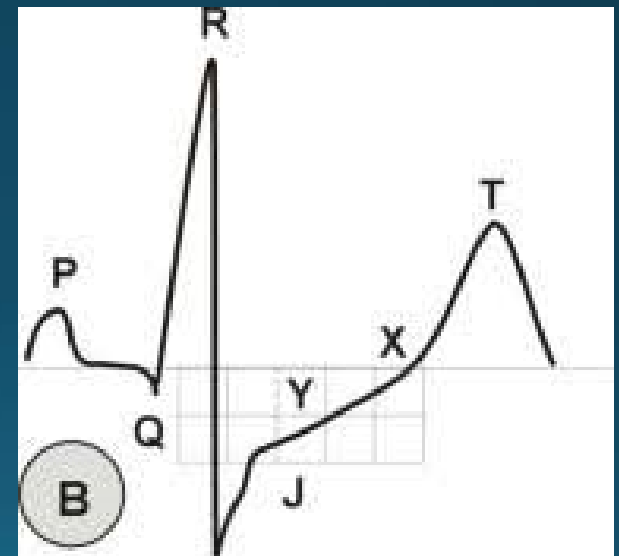
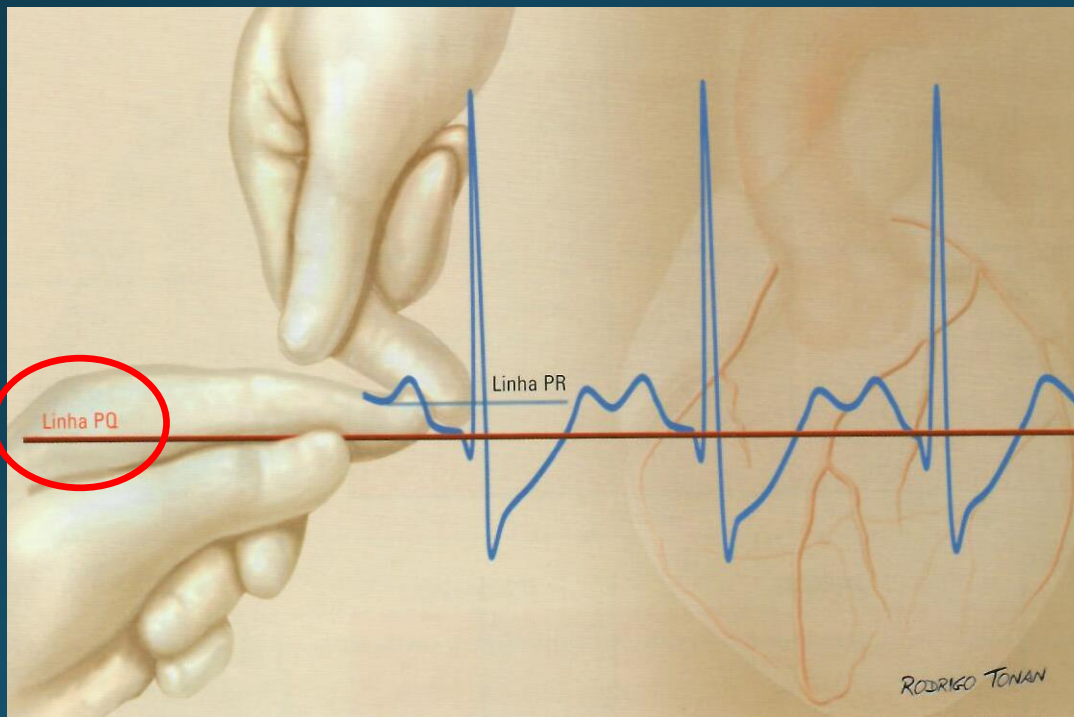
Piora com exercício

Melhora com repouso e/ou uso de nitrato



- Mesmo a angina típica não define teste positivo, pois não é considerada como prova documental de isquemia miocárdica
- Quando a angina é típica e limitante, ou seja, motiva a interrupção, o valor diagnóstico é maior, mas, mesmo assim, não é critério de positividade

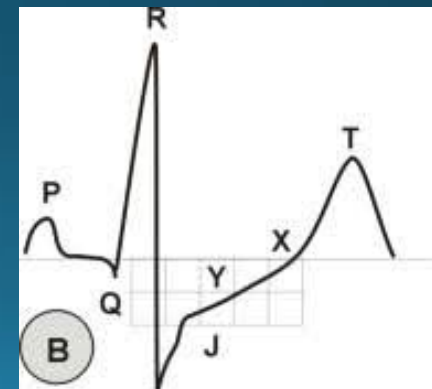
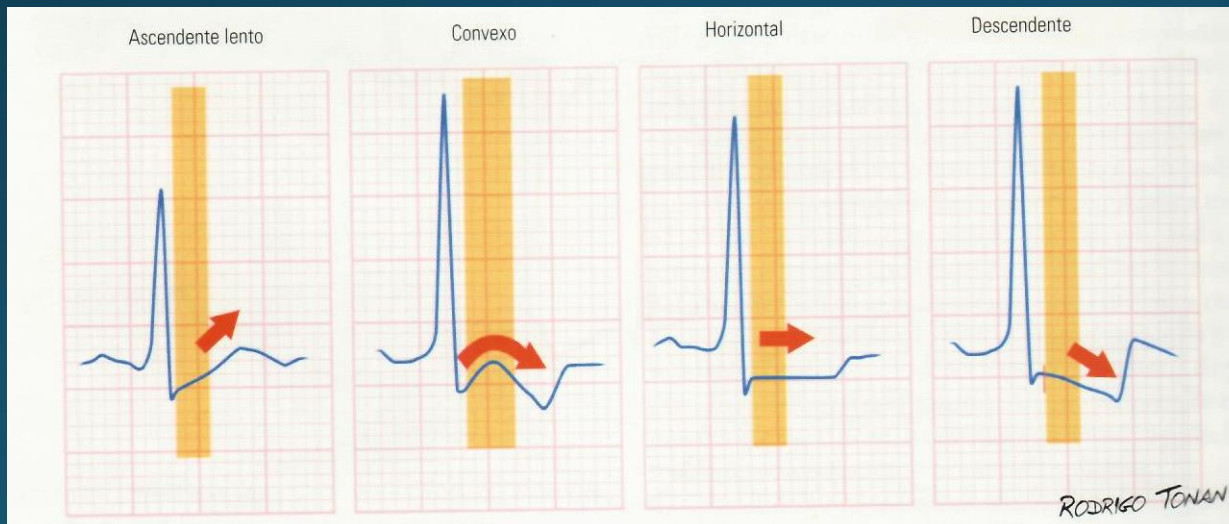
Onde medir ?



União das junções PQ (término do segmento PR e início do complexo QRS)

Resposta eletrocardiográfica

- Depressões do segmento ST com morfologia descendente são mensuradas no ponto J
- Depressões do segmento ST com morfologia horizontal, ascendente e convexa são mensuradas no ponto Y (0,08 s do ponto J)

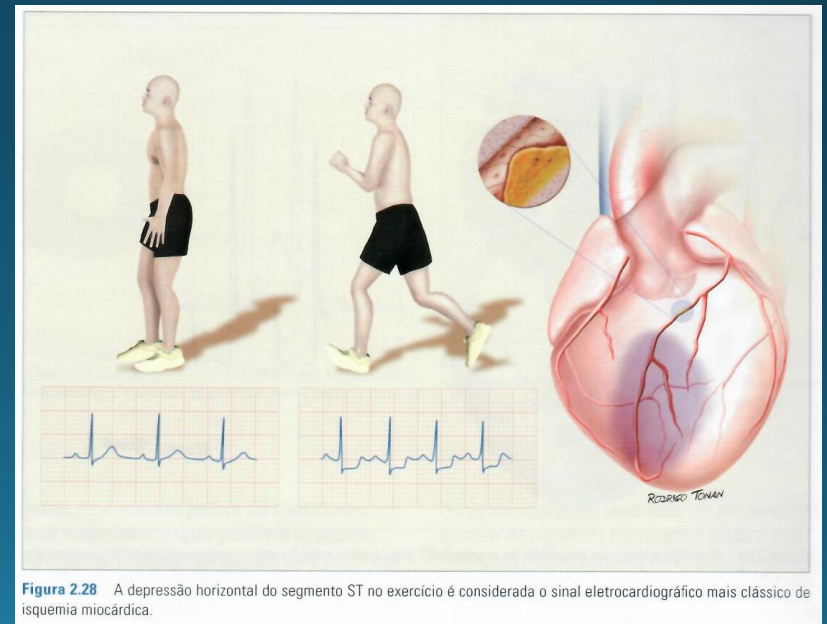
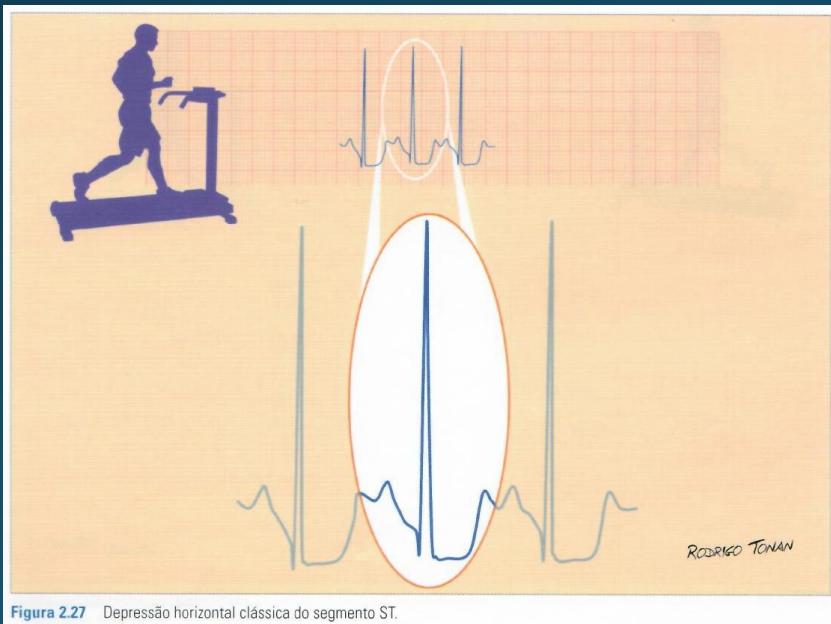


Critérios de positividade do TE

- 1- Depressão horizontal do segmento ST igual ou superior a 1 mm
- 2- Depressão descendente do segmento ST igual ou superior a 1 mm
- 3- Elevação do segmento ST igual ou superior a 1 mm

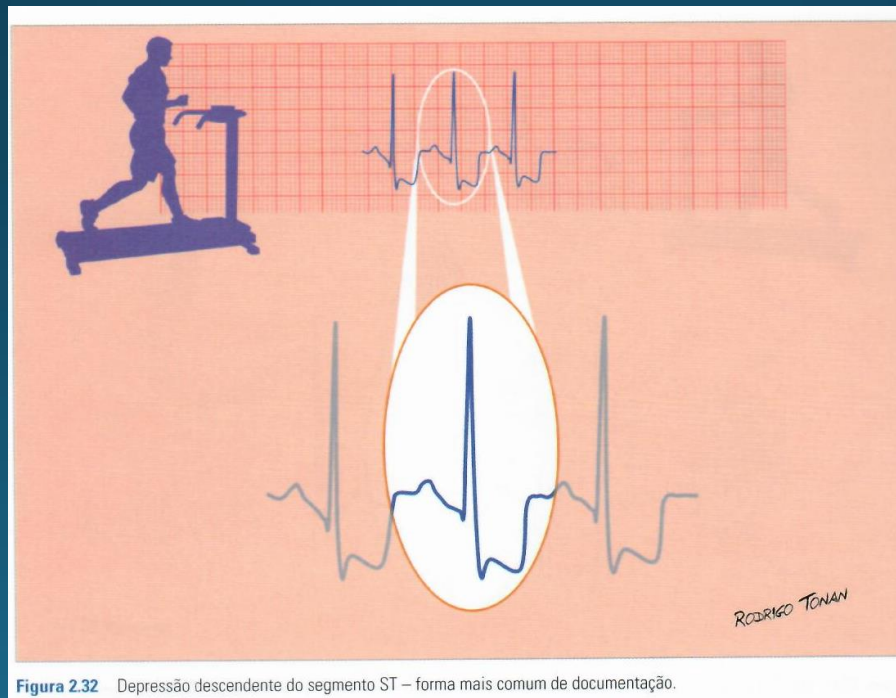
Critérios de positividade do TE

- 1- Depressão horizontal do segmento ST igual ou superior a 1 mm
- Sinal mais clássico de isquemia miocárdica no TE



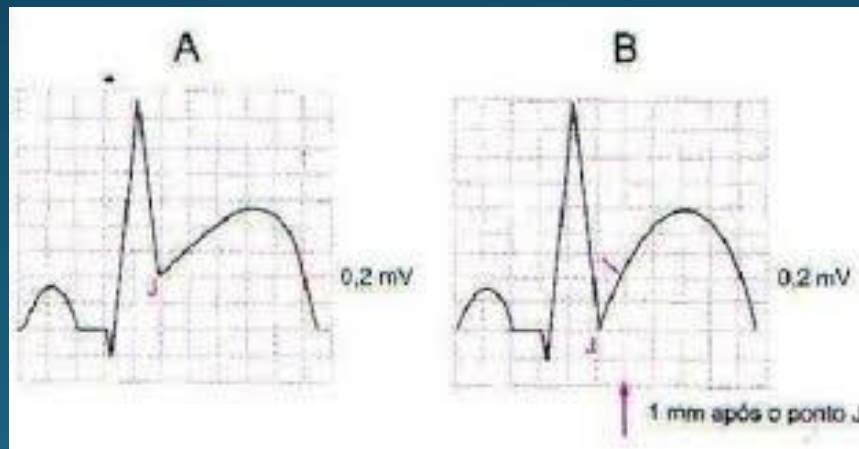
Critérios de positividade do TE

- 2- Depressão descendente do segmento ST igual ou superior a 1 mm
- Indica isquemia miocárdica mais grave que o horizontal



Critérios de positividade do TE

- 3- Elevação do segmento ST igual ou superior a 1 mm (medido 1 mm após ponto J)
- Na ausência de onda Q patológica no ECG basal, define isquemia miocárdica transmural com valor localizatório



Padrões localizatórios

- Lesão crítica em DA (supra aVR + infra V5)

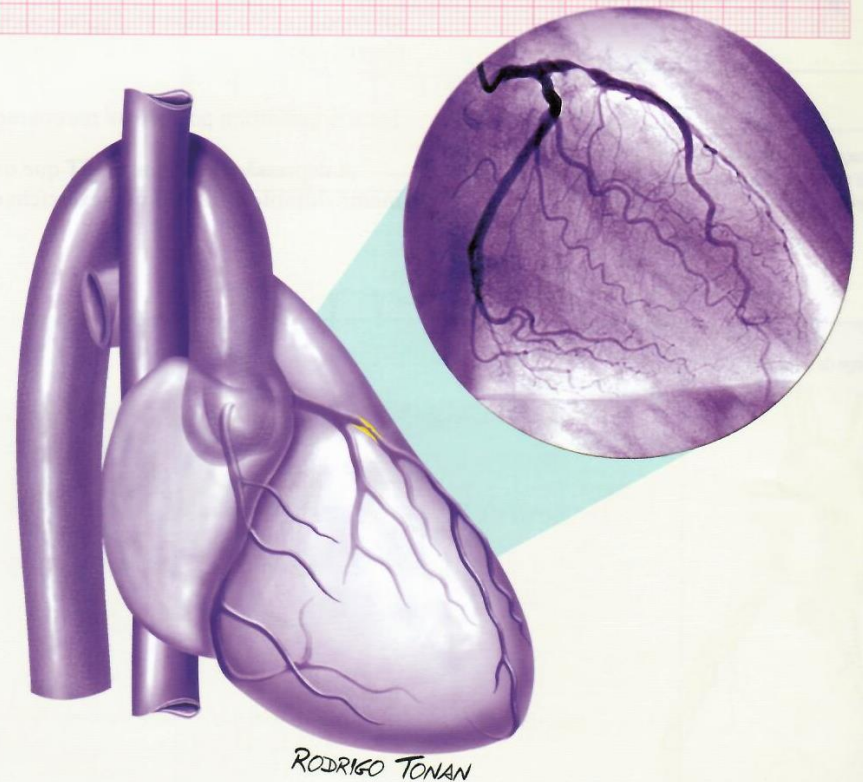
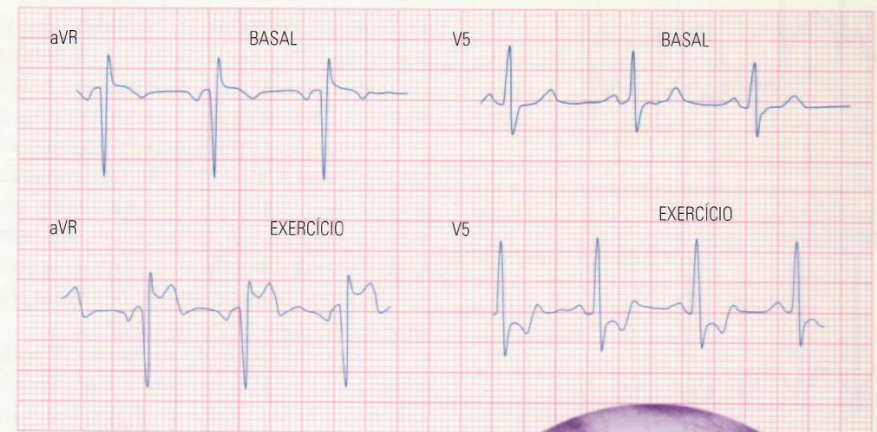


Figura 2.44 Elevação do segmento ST em aVR combinada com depressão do segmento ST em V5 indica lesão crítica em descendente anterior.

Padrões localizatórios

- Tronco de CE (supra V1 + supra aVR)

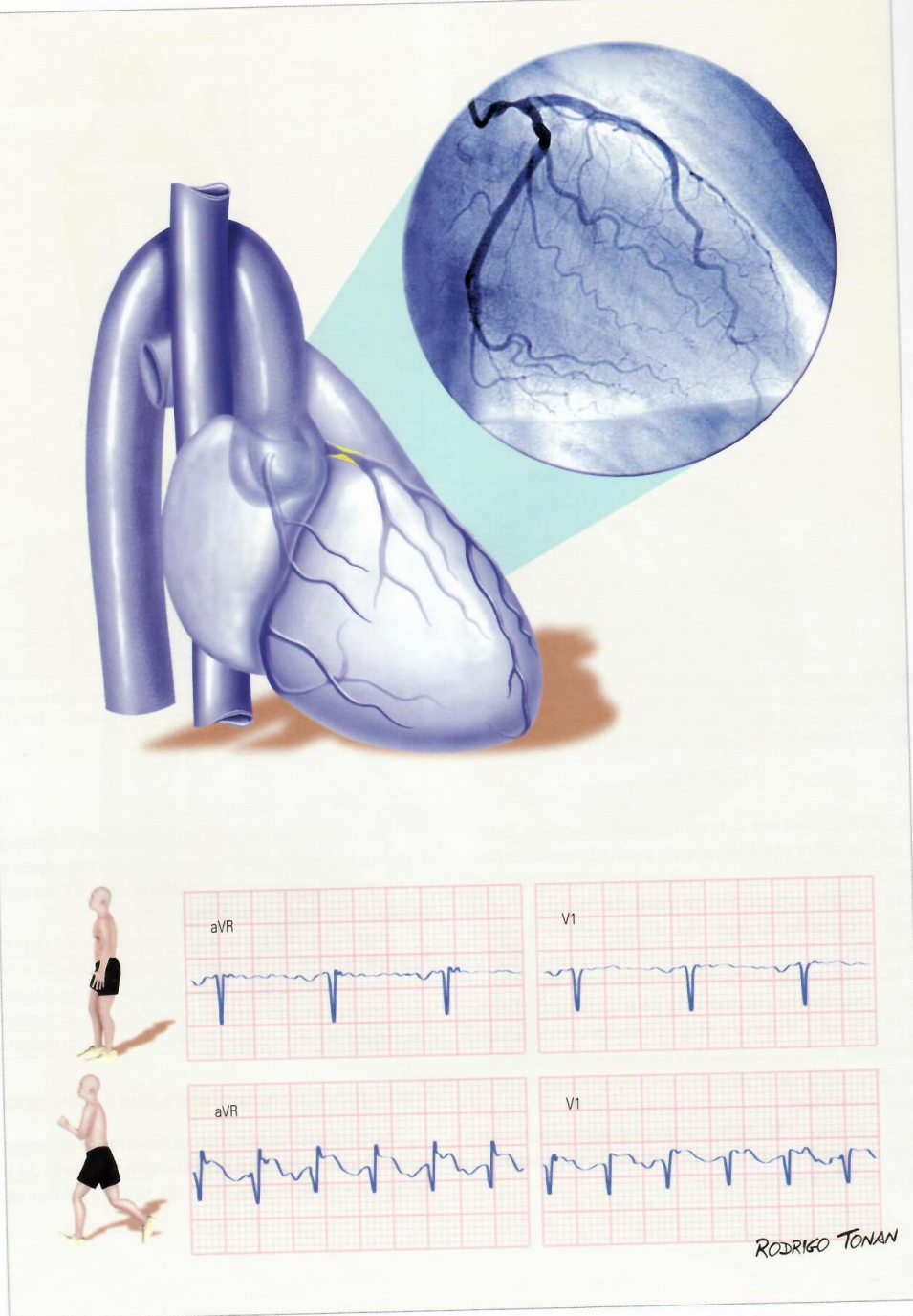
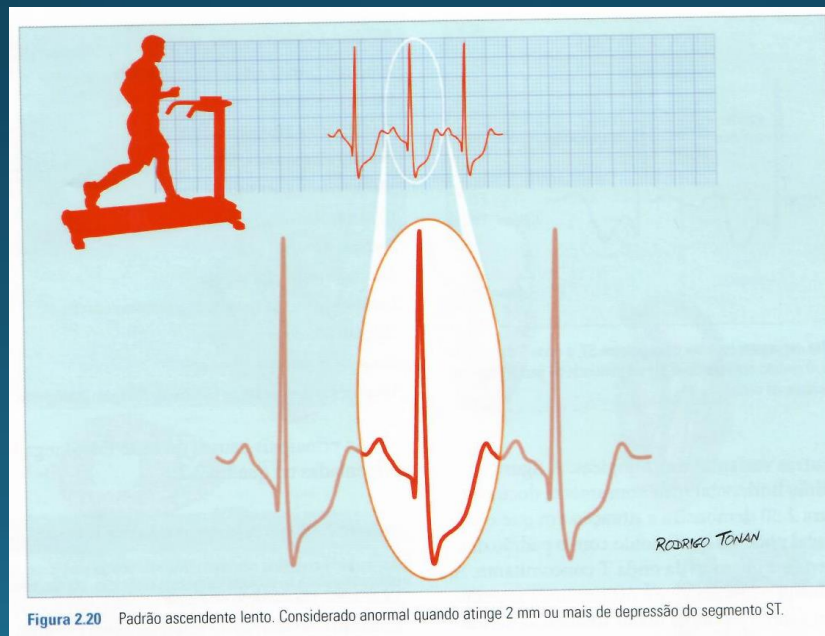


Figura 2.47 Padrão de resposta eletrocardiográfica indicativo de lesão de tronco de coronária esquerda: elevação combinada do segmento ST em aVR e V1.

Padrões anormais

- 4- Ascendente lento
- Considerado sugestivo de isquemia quando atinge 1,5 mm em pacientes de risco cardiovascular moderado e alto e 2 mm em pacientes de baixo risco (medido a 80 ms do ponto J)



Padrões anormais

- 5- **Padrão convexo** (corcova de camêlo)
- Sugere quadro de insuficiência coronária não obstrutiva, quando aparece no pico do exercício (habitualmente normaliza rapidamente na recuperação)
- Causas: HVE, atleta, Eao, CMH, PVM, WPW.

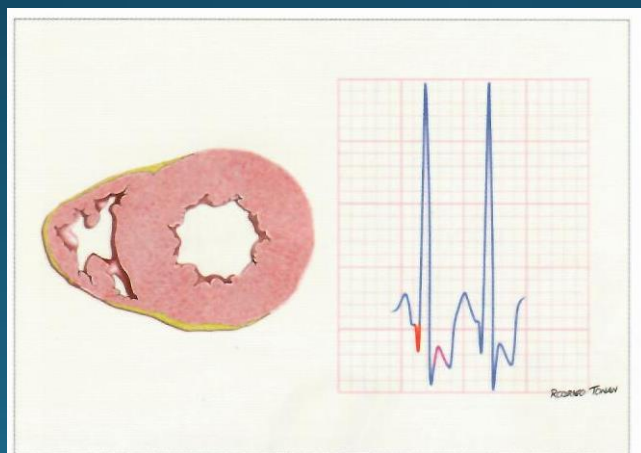


Figura 2.24 Depressão do segmento ST com padrão convexo. Em atletas é comum o aumento fisiológico acentuado da onda Q e onda T negativa proeminente.

Padrões anormais

- 5- Padrão convexo

- Pode ser expressão de isquemia miocárdica
- Anormal quando igual ou superior a 2 mm

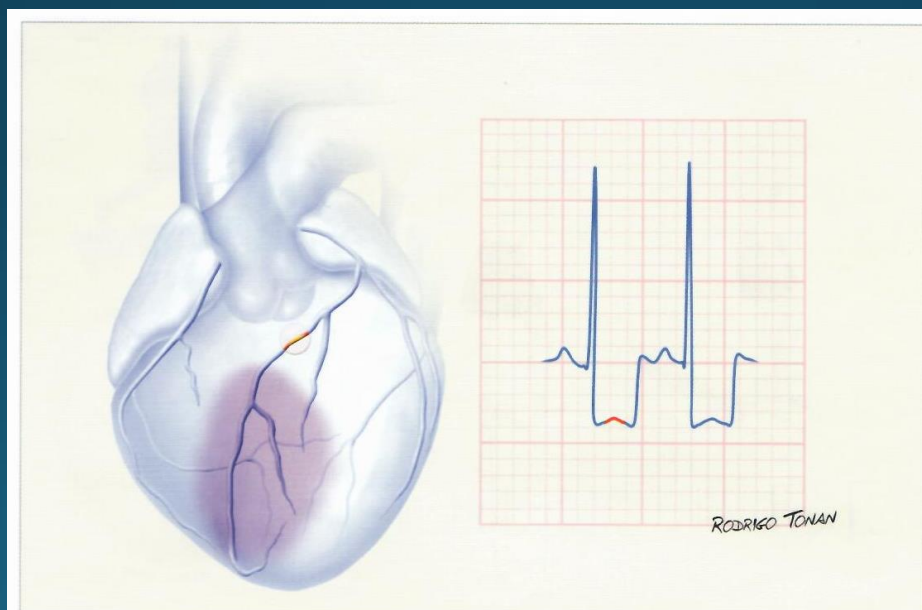


Figura 2.26 O padrão convexo de depressão do segmento ST pode ocorrer também em portadores de insuficiência coronária obstrutiva. Quando de grande magnitude, início precoce no exercício e com demora para normalização no pós-exercício, indica isquemia miocárdica.

Alterações hemodinâmicas

- 1- Recuperação lenta da PA na recuperação
- Marcador de risco para óbito cardiovascular
- Aumenta a probabilidade de doença coronária
- Não pode ser usado como critério de positividade do teste ergométrico

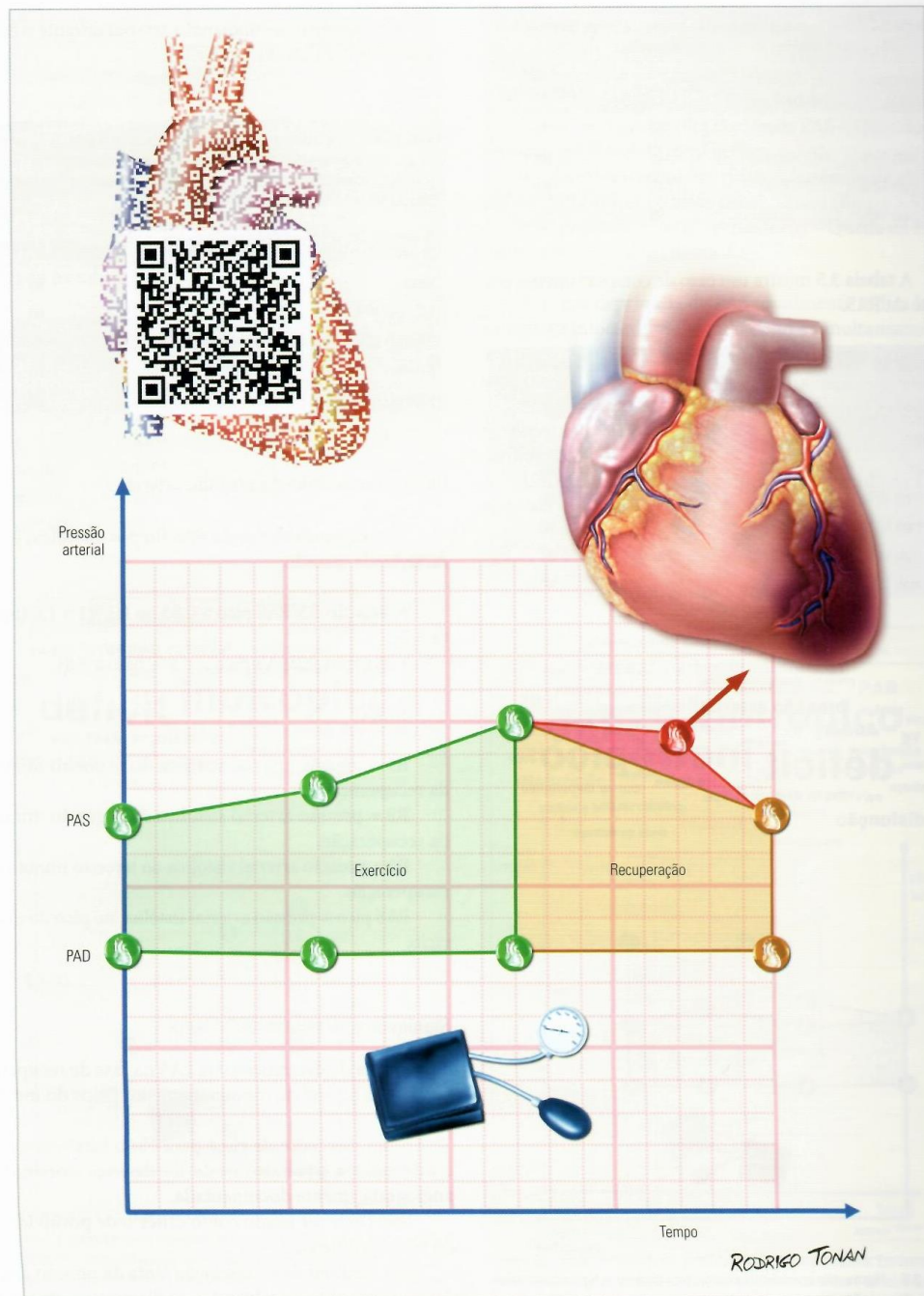


Figura 3.7 Recuperação lenta da pressão arterial sistólica no pós-exercício. Marcador independente de risco para óbito cardiovascular e aumenta a probabilidade de insuficiência coronária obstrutiva. PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica.

Alterações hemodinâmicas

- 2- Capacidade funcional
- Quanto pior a capacidade funcional, maior a mortalidade
- Depende da integração entre os sistemas cardiovascular, pulmonar e musculoesquelético

Quando não pedir para avaliação de coronariopatia:

- Diagnóstico de DAC em portadores de BRE, WPW, marca-passo artificial, depressão segmento ST > 1 mm no ECG basal, SVE, uso de digital (III-B)
- Na angina instável não estabilizada ou com alterações ECG ou MNM anormais (III-B)
- Portadores de lesão de tronco de CE ou equivalente (III-B)

Principais indicações na prática para diagnóstico de ICO

- Probabilidade pré-teste intermediária (I-B)
- Angina instável de baixo risco (I-B)
- Coronariopata antes da alta hospitalar para estratificar risco e prescrever exercícios (I-B)
- Diagnóstico diferencial de dor torácica aguda (I-B)
- Estratificação de risco na angina estável (I-C)

Principais indicações na prática para diagnóstico de ICO

- Suspeita de angina vasoespástica (IIa-B)
- Avaliação de lesões coronárias intermediárias (IIa-B)
- Avaliação seriada de coronariopatas em programas de reabilitação (IIa-B)
- Assintomáticos com 2 ou mais fatores de risco clássicos (IIa-B)
- Avaliação de terapia farmacológica (IIa-B)

Probabilidade pré-teste de coronariopatia

- Método de Diamond-Forrester

Tabela 4.1 Probabilidade pré-teste de coronariopatia pelo método de Diamond-Forrester para o sexo masculino.

Idade (anos)	AT	AA	DNA	ASS
30-39	I	I	B	MB
40-49	A	I	I	B
50-59	A	I	I	B
60-69	A	I	I	B

AT = angina típica; AA = angina atípica; DNA = dor não anginosa; ASS = assintomático; A = alta; I = intermediária; B = baixa; MB = muito baixa.

Tabela 4.2 Probabilidade pré-teste de coronariopatia pelo método de Diamond-Forrester para o sexo feminino.

Idade (anos)	AT	AA	DNA	ASS
30-39	I	MB	MB	MB
40-49	I	B	MB	MB
50-59	I	I	B	MB
60-69	A	I	I	B

AT = angina típica; AA = angina atípica; DNA = dor não anginosa; ASS = assintomático; A = alta; I = intermediária; B = baixa; MB = muito baixa.

Probabilidade pré-teste de coronariopatia

- Escore pré-teste de Morise (escore de West Virginia)

Tabela 4.3 Escore pré-teste de Morise.

Variáveis	Pontuação			
	Homem		Mulher	
Idade	< 40 anos	3	< 50 anos	3
	40 a 54 anos	6	50 a 64 anos	6
	> 55 anos	9	> 65 anos	9
Relato de angina	Típica	5	Típica	5
	Atípica	3	Atípica	3
	Não cardíaca	1	Não cardíaca	1
Diabetes	Presente	2	Presente	1
Dislipidemia	Presente	1	Presente	1
Hipertensão	Presente	1	Presente	1
Tabagismo	Presente	1	Presente	1
História familiar	Presente	1	Presente	1
Obesidade	Presente	1	Presente	1
Estado estrogênico	Não se aplica		Positivo	-3
			Negativo	+3

- Baixa probabilidade de DAC: 0 a 8 pontos
- Probabilidade intermediária de DAC: 9 a 15 pontos
- Probabilidade alta de DAC: > 15 pontos

Escores Pós-teste

- Escore de DUKE
- Estima o prognóstico (porcentagem média de mortalidade cardiovascular anual e sobrevida em 5 anos)
- Tempo de exercício – (5 x desnível ST) – (4 x índice e angina)
 - Tempo de esforço: medido em minutos do protocolo de Bruce
 - Desnível ST: depressão ou elevação do ST medido em milímetros
 - Angina:
 - 0 = ausência
 - 1= angina intra esforço
 - 2= angina limitante

Escores Pós-teste

- Escore de DUKE
- Baixo risco – (pontuação superior a + 5):
 - Mortalidade cardiovascular anual baixa (igual ou inferior a 1 % ao ano, com 60 % não apresentando obstrução coronária e 16 % demonstrando padrão uniarterial)
- Risco intermediário – (pontuação entre – 10 a +4):
 - Mortalidade anual de 1 a 3 %
- Risco alto – (pontuação igual ou inferior a -10):
 - Mortalidade igual ou superior a 3 % ao ano, com mais de 80 % dos pacientes apresentando coronariopatia grave

Referências

- 1- Meneghelo RS, Araújo CGS, Stein R, Mastrocolla LE, Albuquerque PF, Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. Arq Bras Cardiol. 2010; 95(5 supl.1): 1-26.
- 2- Uchida A, Murad A, Chalela WA, Ergometria: teoria e prática – Barueri, SP: Manole, 2013 – (série educação continuada em eletrocardiologia; v. 3).