CARDIOLOGIA
TEORIA E PRÁTICA

EDIÇÃO XXVII

Capítulo 65

CONTRAINDICAÇÕES AO TESTE ERGOMÉTRICO: AVALIAÇÃO CLÍNICA E ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO BASEADAS NAS EVIDÊNCIAS ATUAIS

VICTOR HUGO GODINHO DE OLIVEIRA SILVA[1]
GABRIELE ALVIM TIBÉRIO[1]
MARIA CLARA DE PAULA VALDIER[1]
SABRINE TEIXEIRA FERRAZ GRUNEWALD[2]
RAPHAELA DE MEIRA VIANA[3]

[1]Graduando em Medicina pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).
[2]Professora Adjunta do Departamento Materno Infantil da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).
[3]Médica. Pós-graduada em Cardiologia. Sócia da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC). Clínica privada, Caratinga, Minas Gerais, Brasil.

Palavras-chave: *Teste Ergométrico; Risco; Contraindicações.*

DOI 10.59290/2160303620

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

O teste ergométrico é amplamente reconhecido como um método seguro para a avaliação diagnóstica, prognóstica e funcional de pacientes com suspeita ou confirmação de doenças cardiovasculares (DVC).

Fisiologicamente, a realização do exame baseia-se na indução controlada de um estresse capaz de reproduzir as adaptações desencadeadas pelo exercício físico, o que inclui a elevação progressiva da frequência cardíaca, do volume sistólico, do débito cardíaco, da pressão arterial sistólica e do consumo de oxigênio pelo miocárdio.

No entanto, em pacientes com determinadas condições cardiovasculares ou sistêmicas, essa resposta exacerbada deixa de ser um mecanismo adaptativo fisiológico e passa a constituir um importante fator desencadeante de instabilidade clínica (WASSERMAN *et al*., 2021).

Um dos principais fundamentos que justificam as restrições e contraindicações ao exame é o desequilíbrio gerado entre a oferta e a demanda miocárdica de oxigênio durante o esforço, situação que pode culminar em isquemia extensa, arritmias malignas ou choque cardiogênico em indivíduos predispostos.

Por essa razão, estabelecem-se as contraindicações absolutas, que correspondem a quadros clínicos como o infarto agudo do miocárdio recente, angina instável não estabilizada, doenças inflamatórias agudas do coração (como miocardite e pericardite) e arritmias cardíacas não controladas.

Nesse contexto, a sobrecarga hemodinâmica gera um risco inaceitavelmente elevado de complicações potencialmente fatais, superando qualquer potencial benefício diagnóstico (CARVALHO *et al.,* 2024).

Além disso, a aplicação do exame em populações especiais, como idosos, atletas de alto rendimento e pacientes com insuficiência cardíaca ou dispositivos eletrônicos, exige uma atenção diferenciada, requerendo modificações estruturais ou protocolos individualizados (FLETCHER *et al*., 2013).

Dado a importância deste tema, este capítulo tem como objetivo apresentar de forma sistematizada as evidências científicas atuais sobre as contraindicações ao teste ergométrico, abordando aspectos fundamentais como a avaliação clínica pré-teste, a estratificação de risco, o manejo adequado em populações especiais e a indicação de métodos diagnósticos alternativos.

MÉTODO

Este trabalho é um estudo de revisão realizado através do levantamento bibliográfico de artigos científicos nas principais bases de dados científicas como PubMed, Google Acadêmico, BVS e SciELO.

Foram utilizados os Descritores em Ciências da Saúde/*Medical Subject Headings* (DeCS/MeSH): “teste ergométrico”, “contraindicações” e “risco”, combinados por meio do operador booleano AND, seguindo uma combinação específica: “teste ergométrico” AND “risco” AND “contraindicações”, resultando em um conjunto inicial de 154 trabalhos.

Foram incluídas na pesquisa artigos que seguissem os critérios: disponíveis nos idiomas inglês ou português e possuem resumo e texto completo.

Foram excluídos artigos: disponibilizados somente por acesso restrito (por assinatura) e os que fugiam da proposta estudada. A partir dessa seleção, restaram 31 artigos incluídos, dos quais foram analisados o título e o resumo, sendo selecionados 19 artigos completos para leitura na íntegra para a coleta de dados.

Os resultados foram apresentados de forma descritiva, divididos em categorias temáticas

abordando: populações especiais, fundamentos das contraindicações ao teste ergométrico, contraindicações absolutas, situações clínicas específicas no teste ergométrico, métodos alternativos ao teste ergométrico e algoritmo prático de tomada de decisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Populações especiais

A realização do teste ergométrico em populações especiais requer abordagem individualizada, pois características fisiológicas, limitações funcionais e condições clínicas específicas podem modificar tanto a resposta cardiovascular ao exercício, quanto a interpretação dos resultados.

Embora seja considerado seguro quando adequadamente indicado e realizado em ambiente apropriado, sua aplicação nesses grupos exige criteriosa avaliação clínica prévia, seleção do protocolo mais adequado e monitorização contínua.

As diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), *American Heart Association (AHA), American College of Cardiology (ACC) e European Society of Cardiology (ESC*) enfatizam que a indicação deve considerar a relação entre risco e benefício e a probabilidade de que os resultados influenciem a tomada de decisão clínica (CARVALHO *et al*., 2024; FLETCHER *et al*., 2013; GULATI *et al*., 2021; PELLICCIA *et al*., 2021).

Idosos

O envelhecimento promove modificações estruturais e funcionais no sistema cardiovascular que influenciam diretamente o desempenho durante o exercício.

Destacam-se a redução progressiva da frequência cardíaca máxima prevista, da complacência vascular, da reserva cronotrópica, do consumo máximo de oxigênio (VO_2máx) e da capacidade funcional, alterações mais pronunciadas após a sétima década de vida (ACSM, 2021).

Paralelamente, aumenta a prevalência de doença arterial coronariana, hipertensão arterial sistêmica, insuficiência cardíaca e valvopatias, frequentemente coexistentes.

Além das alterações cardiovasculares, limitações osteomusculares, neurológicas e articulares podem impedir o alcance do esforço máximo e levar à interrupção precoce do exame.

Dessa forma, protocolos convencionais, como o de Bruce, podem não ser ideais. Recomenda-se a utilização de protocolos individualizados, preferencialmente em rampa, Naughton, Balke ou Bruce modificado, caracterizados por incrementos graduais da carga e melhor adaptação fisiológica (CARVALHO *et al*, 2024).

Nessa população, o teste ergométrico apresenta importante papel na estratificação de risco cardiovascular, investigação de sintomas relacionados ao esforço, avaliação para programas de reabilitação cardíaca e prescrição individualizada de exercícios. Entretanto, a interpretação deve considerar as alterações fisiológicas inerentes ao envelhecimento (FLETCHER *et al.*, 2013).

Atletas

Em indivíduos altamente treinados, adaptações decorrentes do exercício crônico modificam significativamente as respostas cardiovasculares durante o esforço.

Entre elas destacam-se bradicardia sinusal de repouso, aumento do volume sistólico, maior capacidade aeróbica, elevação do VO_2 máximo e maior eficiência cardiovascular.

Alterações eletrocardiográficas frequentemente observadas nesses indivíduos podem representar adaptações fisiológicas ao treinamento, reforçando a necessidade de interpretação especializada (PELLICCIA *et al*., 2021).

O teste ergométrico é empregado na avaliação funcional de atletas, permitindo estimar a capacidade aeróbica, orientar a prescrição do treinamento, acompanhar o desempenho e investigar sintomas desencadeados pelo exercício. Também pode auxiliar na estratificação do risco de morte súbita relacionada ao esporte, especialmente em atletas competitivos e naqueles com suspeita ou diagnóstico de cardiopatias estruturais, canalopatias ou arritmias hereditárias (PELLICCIA *et al*., 2021).

Sempre que possível, recomenda-se o teste cardiopulmonar de exercício (TCPE), que permite mensuração direta do consumo de oxigênio, determinação dos limiares ventilatórios e avaliação objetiva do desempenho cardiorrespiratório. Também é desejável utilizar ergômetros específicos da modalidade praticada, proporcionando maior fidelidade às demandas fisiológicas do esporte (ALBOUANI *et al*., 2007).

Pacientes com insuficiência cardíaca

Os pacientes com insuficiência cardíaca representam um dos grupos em que o teste cardiopulmonar apresenta maior impacto clínico. A limitação funcional resulta da incapacidade do sistema cardiovascular em aumentar adequadamente o débito cardíaco durante o exercício, ocasionando redução da perfusão muscular, metabolismo anaeróbio precoce e intolerância ao esforço (HEIDENREICH *et al*., 2022).

O teste cardiopulmonar é considerado método objetivo para avaliação funcional, permitindo quantificar a capacidade funcional, estratificar o prognóstico, monitorar a resposta terapêutica, orientar programas de reabilitação e auxiliar na seleção de candidatos ao transplante cardíaco.

Parâmetros como pico de VO_2, inclinação VE/VCO_2, limiar anaeróbio ventilatório e recuperação da frequência cardíaca possuem valor prognóstico, sendo que valores reduzidos de VO_2 pico associam-se a maior mortalidade (VEST *et al*., 2023).

As diretrizes enfatizam que o exame deve ser realizado exclusivamente em pacientes clinicamente estáveis. Na insuficiência cardíaca descompensada, o exercício pode precipitar edema agudo de pulmão, instabilidade circulatória e arritmias, configurando contraindicação até adequada estabilização clínica.

Recomenda-se a utilização de protocolos em rampa, com incrementos inferiores a 1 MET por minuto e duração aproximada entre oito e doze minutos, preferencialmente associados à mensuração direta do consumo de oxigênio (CARVALHO *et al*., 2024).

Portadores de dispositivos cardíacos eletrônicos

O teste ergométrico também desempenha papel importante na avaliação de pacientes portadores de dispositivos cardíacos eletrônicos implantáveis, incluindo marcapassos, cardiodesfibriladores implantáveis (CDI) e dispositivos de terapia de ressincronização cardíaca.

Nesses indivíduos, o exame permite avaliar a competência cronotrópica, verificar o funcionamento do dispositivo, identificar perda de captura e investigar arritmias induzidas pelo esforço (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2010).

Pacientes portadores de CDI exigem atenção especial, pois o aumento da frequência cardíaca durante o exercício pode atingir a zona programada para terapia e desencadear choques inapropriados.

Recomenda-se conhecer previamente a frequência de ativação do dispositivo e interromper o exame aproximadamente 10 a 20 batimentos por minuto antes do limiar programado, ou considerar a desativação temporária da terapia quando testes máximos forem imprescindíveis em ambiente especializado (CARVALHO *et al.*, 2024).

Em pacientes com marcapasso, fibrilação atrial permanente ou terapia de ressincronização cardíaca, a frequência cardíaca pode não refletir adequadamente a intensidade real do exercício.

Nessas situações, a prescrição do treinamento deve considerar parâmetros como carga de trabalho, velocidade e limiares ventilatórios, em vez da frequência cardíaca isoladamente (CARVALHO *et al*., 2024).

Outras condições especiais

Diversas outras condições clínicas exigem adaptações na realização e interpretação do teste ergométrico. Entre os pacientes com valvopatias, destaca-se a estenose aórtica, cuja forma grave sintomática constitui contraindicação absoluta ao esforço.

Em indivíduos assintomáticos com estenose aórtica moderada ou grave, o exame pode auxiliar na identificação de sintomas ocultos e na avaliação funcional, desde que realizado sob rigorosa supervisão médica (CARVALHO *et al.*, 2024).

Nas cardiomiopatias, particularmente hipertrófica, arritmogênica e dilatada, o teste pode contribuir para avaliação funcional e estratificação de risco, porém deve ser realizado com cautela devido ao potencial para arritmias ventriculares, hipotensão induzida pelo exercício e morte súbita. Pacientes com miocardite ou pericardite agudas não devem ser submetidos ao exame até completa resolução do processo inflamatório (ARABELO *et al*., 2023).

Em indivíduos com hipertensão pulmonar, o teste cardiopulmonar auxilia na avaliação funcional, estratificação prognóstica e monitorização terapêutica, mas deve ser realizado em centros experientes e com monitorização adequada.

Pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica também podem se beneficiar do exame para diferenciação entre limitações ventilatórias, cardiovasculares e descondicionamento físico, exigindo atenção quanto à dessaturação durante o esforço (AMERICAN THORACIC SOCIETY; AMERICAN COLLEGE OF CHEST PHYSICIANS, 2003).

Pacientes com dispneia de etiologia indefinida constituem outra população de interesse, pois o teste cardiopulmonar permite distinguir causas cardíacas, pulmonares, musculoesqueléticas, neuromusculares e psicogênicas da intolerância ao exercício. Indivíduos com limitações físicas, neurológicas ou deficiência sensorial também podem realizar o exame desde que sejam implementadas adaptações apropriadas (WASSERMAN *et al*., 2021).

Fundamentos das contraindicações ao teste ergométrico

A realização do teste ergométrico baseia-se na indução controlada de um estresse fisiológico capaz de reproduzir adaptações cardiovasculares, respiratórias e metabólicas desencadeadas pelo exercício.

Em indivíduos saudáveis, essas respostas incluem elevação progressiva da frequência cardíaca, volume sistólico, débito cardíaco, pressão arterial sistólica, contratilidade miocárdica e consumo de oxigênio, acompanhadas por ativação simpática e aumento do fluxo coronariano.

Entretanto, na presença de determinadas condições cardiovasculares ou sistêmicas, essas adaptações podem desencadear instabilidade clínica, justificando a contraindicação do teste até a adequada estabilização (WASSERMAN *et al*., 2021).

Um dos principais mecanismos responsáveis pelas contraindicações ao esforço é o desequilíbrio entre oferta e demanda miocárdica de oxigênio.

Durante o exercício, o aumento da frequência cardíaca, contratilidade ventricular e pressão arterial eleva o trabalho cardíaco e o consumo de oxigênio pelo miocárdio.

Em pacientes com doença arterial coronariana instável ou obstrução coronariana crítica, a capacidade de aumentar a oferta de oxigênio encontra-se comprometida, favorecendo isquemia extensa, angina, arritmias malignas, choque cardiogênico e infarto agudo do miocárdio.

O produto entre frequência cardíaca e pressão arterial sistólica constitui importante determinante indireto desse aumento do consumo miocárdico de oxigênio (CARVALHO *et al*., 2024).

Outro mecanismo fundamental refere-se à sobrecarga hemodinâmica induzida pelo exercício. O aumento do retorno venoso e a necessidade de elevação do débito cardíaco dependem da capacidade de aumentar adequadamente a frequência cardíaca e o volume sistólico.

Em condições como insuficiência cardíaca descompensada, estenose aórtica grave sintomática e disfunção ventricular importante, essa reserva funcional encontra-se reduzida, favorecendo hipotensão, redução da perfusão sistêmica, congestão pulmonar, edema agudo de pulmão, síncope e choque cardiogênico.

Na estenose aórtica grave, a obstrução fixa da via de saída do ventrículo esquerdo impede o aumento adequado do débito cardíaco durante o esforço, aumentando o risco de isquemia e morte súbita (FLETCHER *et al*., 2013).

A ativação simpática constitui outro importante fundamento fisiopatológico das contraindicações ao teste ergométrico. O exercício aumenta a liberação de catecolaminas, elevando a automaticidade cardíaca e favorecendo mecanismos de atividade deflagrada e reentrada elétrica.

Pacientes com cicatriz miocárdica, cardiomiopatias, insuficiência cardíaca, canalopatias ou distúrbios eletrolíticos apresentam maior suscetibilidade ao desenvolvimento de taquicardia ventricular sustentada, fibrilação ventricular e morte súbita.

A presença de fibrose ou substituição fibrogordurosa pode fornecer substrato anatômico para circuitos de reentrada, potencializando o efeito pró-arrítmico do exercício (ARABELO *et al*., 2023).

As doenças inflamatórias cardíacas, particularmente miocardite e pericardite agudas, também representam importante fundamento para a contraindicação do esforço físico.

Durante a fase aguda, o miocárdio apresenta processo inflamatório que compromete sua estabilidade elétrica e mecânica.

O aumento da frequência cardíaca e da contratilidade pode favorecer progressão da lesão, disfunção ventricular e arritmias potencialmente fatais. Assim, recomenda-se que esses pacientes sejam submetidos ao teste somente após resolução completa do processo inflamatório e adequada reavaliação clínica (CARVALHO *et al*., 2024).

Em pacientes com tromboembolismo pulmonar agudo ou hipertensão pulmonar grave, o exercício aumenta a demanda ventilatória, o fluxo sanguíneo pulmonar e a carga imposta ao ventrículo direito.

Na presença de obstrução vascular significativa, esse incremento pode resultar em deterioração da função ventricular direita, redução do débito cardíaco, agravamento da hipoxemia, síncope e choque obstrutivo.

Esses mecanismos justificam a contraindicação do teste durante a fase aguda do tromboembolismo pulmonar e a necessidade de extrema cautela em pacientes com hipertensão pulmonar avançada (AMERICAN THORACIC SOCIETY; AMERICAN COLLEGE OF CHEST PHYSICIANS, 2003).

Outro aspecto relevante envolve o aumento do estresse mecânico vascular provocado pela

elevação da pressão arterial sistólica durante o exercício. Em pacientes com aneurismas, síndromes aórticas agudas ou doenças hereditárias da aorta, esse aumento do estresse parietal pode favorecer progressão da dissecção, ruptura vascular e outras complicações potencialmente fatais (CARVALHO *et al*., 2024).

Embora o teste ergométrico apresente baixa incidência de eventos adversos quando corretamente indicado e realizado por equipe treinada, pacientes portadores de doenças instáveis podem desenvolver síncope, dessaturação importante, insuficiência respiratória, arritmias graves e descompensação cardiovascular.

Dessa forma, a decisão pela realização do exame deve resultar de criteriosa análise entre risco e benefício, considerando a probabilidade de que os resultados modifiquem a conduta clínica e a disponibilidade de infraestrutura adequada para o manejo de possíveis complicações (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2010).

Em síntese, os fundamentos fisiopatológicos das contraindicações ao teste ergométrico baseiam-se na incapacidade de determinados pacientes em responder de forma segura às adaptações cardiovasculares e metabólicas impostas pelo exercício.

O aumento da demanda miocárdica de oxigênio, a sobrecarga hemodinâmica, a ativação simpática, o risco arrítmico, a exacerbação de processos inflamatórios cardíacos, a sobrecarga do ventrículo direito e o aumento do estresse vascular constituem os principais mecanismos responsáveis pela ocorrência de eventos graves durante o esforço (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2010).

Contraindicações absolutas

O teste ergométrico é amplamente reconhecido como método seguro para avaliação diagnóstica, prognóstica e funcional de pacientes com suspeita ou confirmação de doenças cardiovasculares.

Entretanto, sua segurança depende fundamentalmente da adequada seleção dos candidatos ao exame. As contraindicações absolutas correspondem a condições nas quais o estresse fisiológico induzido pelo exercício representa risco inaceitavelmente elevado de eventos graves, superando qualquer potencial benefício diagnóstico.

Dessa forma, as diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), *American Heart Association* (AHA), *American College of Cardiology* (ACC), *European Society of Cardiology* (ESC) e *American Thoracic Society/ American College of Chest Physicians* (ATS/ACCP) recomendam que essas condições sejam rigorosamente excluídas antes da realização do exame (CARVALHO *et al*., 2024; FLETCHER *et al*., 2013).

Entre as principais contraindicações absolutas destaca-se o infarto agudo do miocárdio recente, particularmente durante os primeiros dias após o evento isquêmico.

Nessa fase, o miocárdio encontra-se vulnerável em decorrência do processo inflamatório, da necrose celular e da instabilidade elétrica, tornando-se suscetível à expansão da área infartada, ruptura miocárdica, insuficiência cardíaca aguda e arritmias ventriculares malignas.

O exercício pode agravar a isquemia residual e comprometer a recuperação do tecido cardíaco, motivo pelo qual o teste deve ser adiado até adequada estabilização clínica (CARVALHO *et al.*, 2024).

A angina instável também constitui contraindicação absoluta, uma vez que representa manifestação de instabilidade da placa aterosclerótica e elevado risco de progressão para infarto agudo do miocárdio.

Durante o esforço, o aumento da demanda miocárdica de oxigênio diante de oferta limitada favorece isquemia extensa, deterioração

hemodinâmica e arritmias potencialmente fatais.

Pacientes com dor torácica instável devem ser inicialmente submetidos ao tratamento da síndrome coronariana aguda antes da realização de qualquer teste provocativo de isquemia (GULATI *et al*., 2021).

Outra contraindicação absoluta corresponde às arritmias cardíacas não controladas associadas a sintomas ou comprometimento hemodinâmico.

Taquiarritmias sustentadas, fibrilação ventricular, taquicardia ventricular instável ou outras alterações capazes de comprometer o débito cardíaco podem ser agravadas pela ativação simpática desencadeada durante o exercício, elevando o risco de síncope, colapso circulatório e morte súbita (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2010).

As doenças inflamatórias agudas do coração, incluindo miocardite, pericardite e endocardite infecciosa ativa, também representam contraindicações absolutas.

A presença de inflamação miocárdica favorece instabilidade elétrica, redução da contratilidade ventricular e maior predisposição a arritmias graves.

No caso da endocardite infecciosa, o exercício pode contribuir para deterioração hemodinâmica e aumentar o risco de complicações embólicas. Recomenda-se que o teste seja realizado apenas após resolução completa do processo infeccioso ou inflamatório (CARVALHO *et al*., 2024).

A estenose aórtica grave sintomática permanece entre as principais contraindicações absolutas ao teste ergométrico. A obstrução fixa da via de saída do ventrículo esquerdo limita o aumento do débito cardíaco durante o esforço, podendo ocasionar hipotensão, isquemia miocárdica, síncope e morte súbita.

Embora alguns pacientes assintomáticos possam ser submetidos ao teste em centros especializados para investigação de sintomas ocultos, a presença de sintomas relacionados à valvopatia caracteriza situação de elevado risco (CARVALHO *et al.*, 2024).

Pacientes com insuficiência cardíaca descompensada apresentam importante comprometimento da reserva cardíaca, sendo incapazes de aumentar adequadamente o débito cardíaco durante o exercício.

O esforço físico pode precipitar congestão pulmonar, edema agudo de pulmão, hipotensão grave, choque cardiogênico e arritmias ventriculares.

Pacientes com cardiomiopatias associadas a elevado risco arrítmico ou insuficiência cardíaca avançada também devem ser cuidadosamente avaliados antes da indicação do teste (HEIDENREICH *et al*., 2022).

Entre as contraindicações de origem não exclusivamente cardíaca destacam-se a embolia pulmonar aguda, o infarto pulmonar, a trombose venosa profunda de membros inferiores, a insuficiência respiratória aguda, o edema agudo de pulmão, a asma não controlada e a hipoxemia grave, definida por saturação periférica de oxigênio inferior a 85% em ar ambiente.

Nessas situações, o aumento da demanda ventilatória pode agravar a insuficiência respiratória, aumentar a sobrecarga do ventrículo direito e favorecer deterioração clínica rápida.

No caso da trombose venosa profunda, o exercício pode aumentar o risco de embolização pulmonar, justificando a contraindicação até adequado tratamento e estabilização clínica (AMERICAN THORACIC SOCIETY; AMERICAN COLLEGE OF CHEST PHYSICIANS, 2003).

Outra condição de extrema gravidade é a suspeita de dissecção aguda da aorta. O aumento da pressão arterial sistólica e da força de ejeção ventricular durante o exercício eleva o

estresse parietal sobre a parede aórtica, favorecendo progressão da dissecção, ruptura vascular e hemorragia maciça. Em razão da elevada mortalidade associada a essa condição, o teste ergométrico é absolutamente contraindicado até a definição diagnóstica e tratamento apropriado (CARVALHO *et al*., 2024).

As diretrizes também incluem como contraindicações absolutas doenças agudas não cardiopulmonares potencialmente agravadas pelo exercício, como infecções sistêmicas importantes, insuficiência renal aguda, distúrbios metabólicos graves e tireotoxicose.

Pacientes com incapacidade cognitiva importante ou impossibilidade de compreender e seguir as orientações também não devem ser submetidos ao teste, uma vez que a cooperação adequada constitui requisito indispensável para sua realização segura e interpretação confiável (FLETCHER *et al*., 2013).

Embora as contraindicações absolutas estejam bem estabelecidas nas principais diretrizes internacionais, documentos recentes ressaltam a importância da avaliação individualizada do risco-benefício.

A decisão clínica deve considerar a estabilidade do paciente, a probabilidade de o exame modificar a conduta, a experiência da equipe e a disponibilidade de recursos para o manejo imediato de complicações.

Pacientes de maior risco podem, em situações selecionadas, ser avaliados por métodos diagnósticos alternativos ou submetidos ao teste em centros especializados (MYERS *et al*., 2009).

Em síntese, o reconhecimento das contraindicações absolutas representa etapa essencial da avaliação pré-teste e constitui um dos principais determinantes da segurança do procedimento.

A identificação precoce de condições associadas à instabilidade cardiovascular, inflamação miocárdica, isquemia aguda, comprometimento respiratório grave ou elevado risco arrítmico permite evitar complicações potencialmente fatais e assegurar que o teste ergométrico seja empregado apenas quando seus benefícios diagnósticos e prognósticos superem claramente os riscos inerentes ao esforço físico (CARVALHO *et al*., 2024).

Situações clínicas específicas no teste ergométrico

O teste ergométrico (TE) é amplamente seguro e bem tolerado quando respeitadas suas indicações. Entretanto, cenários clínicos específicos podem elevar o risco de complicações, exigindo decisão individualizada baseada nas características clínicas, no objetivo do exame e na relação risco-benefício.

As diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) estabelecem graus e níveis de recomendação para orientar sua utilização na prática cardiológica (CARVALHO *et al*., 2024).

Doença coronariana e síndromes isquêmicas

Na cardiopatia isquêmica, a segurança do paciente é prioritária. O teste ergométrico é contraindicado nas síndromes coronarianas agudas ainda não estabilizadas clínica ou hemodinamicamente, especialmente diante de alterações eletrocardiográficas dinâmicas ou marcadores de necrose miocárdica inconclusivos.

A presença de lesão sintomática no tronco da artéria coronária esquerda ou equivalente funcional ativo também constitui impedimento formal ao exame.

Além disso, quando o eletrocardiograma de repouso é ininterpretável para isquemia, o teste convencional perde utilidade diagnóstica, como ocorre no bloqueio de ramo esquerdo, síndrome de Wolff-Parkinson-White, ritmo de marcapasso artificial e uso de digitálicos com depressão basal do segmento ST (GULATI *et al*., 2021).

Valvopatias, miocárdio e instabilidade elétrica

Valvopatias graves e sintomáticas, como estenoses aórtica e mitral, podem impedir o aumento adequado do débito cardíaco durante o exercício, elevando o risco de síncope e falência ventricular aguda.

O mesmo princípio se aplica à miocardite e pericardite agudas e à insuficiência cardíaca descompensada. Sob o aspecto elétrico, o aumento do tônus simpático durante o esforço pode desencadear arritmias em pacientes com substratos instáveis, tornando o exame inadequado diante de arritmias ativas e sintomáticas com comprometimento hemodinâmico.

A contraindicação também se estende ao bloqueio atrioventricular total adquirido com baixa resposta ventricular e ao marcapasso de frequência estritamente fixa, nos quais a frequência cardíaca não acompanha adequadamente a demanda metabólica (CARVALHO *et al*., 2024).

Limitações em atletas e populações de baixo risco

Em atletas de alto rendimento com síndrome do excesso de treinamento físico e overtraining clinicamente manifesto, o esforço do teste não apresenta benefício diagnóstico relevante.

Da mesma forma, o teste ergométrico rotineiro não apresenta utilidade clínica em indivíduos assintomáticos de baixo risco cardiovascular, definidos como aqueles com menos de 35 anos, sem fatores de risco e que desejam iniciar apenas atividades físicas de intensidade leve a moderada (PELLICCIA *et al*., 2021).

Dextrocardia e situs inversus

Pacientes com dextrocardia e alterações do posicionamento visceral exigem adaptações na monitorização eletrocardiográfica. No *situs inversus*, deve-se inverter os eletrodos dos membros e as derivações precordiais, registrando a alteração no laudo com a letra R ou D (direita).

Na dextrocardia com *situs solitus*, a inversão restringe-se aos eletrodos precordiais, enquanto no situs ambíguo não se recomenda modificar a posição dos eletrodos em relação ao ECG convencional. Essas adaptações permitem registro e interpretação adequados do traçado (CARVALHO *et al*., 2024).

Doença de Chagas

Na cardiopatia chagásica, o protocolo de esforço deve ser individualizado, sendo frequente o uso de rampas ou protocolos atenuados conforme a classe funcional.

A disfunção autonômica pode manifestar-se por incompetência cronotrópica ou resposta deprimida da frequência cardíaca, associando-se à gravidade da doença e ao surgimento de arritmias ventriculares complexas durante o esforço, inclusive nas formas indeterminada ou digestiva isolada.

Para prescrição de exercícios e reabilitação cardiovascular, o exame deve ser realizado com as medicações habituais, inclusive betabloqueadores, digitálicos e antiarrítmicos. Sempre que possível, recomenda-se associar oximetria de pulso ou teste cardiopulmonar de esforço para melhor quantificação das limitações funcionais (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2010).

Doença arterial periférica

Os pacientes acometidos por doença arterial periférica frequentemente apresentam claudicação intermitente e dor isquêmica muscular nos membros inferiores desencadeada pelo esforço.

Nesses indivíduos, o teste ergométrico desempenha um papel fundamental ao mapear o limiar da dor, mensurar a capacidade funcional, estratificar o risco de eventos cardiovasculares maiores e orientar os programas de reabilitação

física. Durante a preparação, o paciente deve ser instruído a evitar esforços físicos prévios e a abster-se do tabagismo.

Recomenda-se a adoção de produtos ou protocolos de rampa atenuados, e o esforço deve ser interrompido imediatamente assim que o paciente atinja o nível de claudicação limitante ou dor máxima tolerada.

A interrupção também pode ocorrer por critérios cardiológicos tradicionais, e, a critério clínico, pode-se complementar a investigação com a medida do Índice Tornozelo-Braquial (ITB) imediatamente após o esforço (CARVALHO *et al*., 2024).

Doença de Parkinson e doenças valvares

Na doença de Parkinson, o teste avalia a aptidão cardiorrespiratória e auxilia na prescrição segura de exercícios, sendo importante registrar o comportamento da marcha e a ocorrência de congelamento ou festinação, caracterizada por passos curtos, rápidos e de menor amplitude.

Nas doenças valvares crônicas, o exame pode desmascarar pacientes aparentemente assintomáticos que reduzem espontaneamente suas atividades para evitar sintomas, permitindo definir a capacidade funcional e auxiliar no planejamento terapêutico, na indicação de intervenções e na liberação para atividades físicas (CARVALHO *et al*., 2024).

Avaliação pós-revascularização miocárdica

Por fim, no cenário pós-revascularização miocárdica — seja cirúrgica ou percutânea —, o teste ergométrico consolida-se como uma ferramenta de excelência para esclarecer sintomas residuais, avaliar a eficácia do tratamento farmacológico instituído, estratificar o risco residual, monitorar o comportamento de arritmias e guiar o retorno seguro do paciente ao trabalho e às atividades esportivas (DHOOT *et al*., 2020; MARQUIS-GRAVEL; SAMUEL, 2023).

Métodos alternativos ao teste ergométrico

Uma parcela significativa de pacientes apresenta limitações ortopédicas, neurológicas ou vasculares que os impedem de atingir a carga de trabalho necessária no ergômetro. Para esse grupo, a medicina diagnóstica dispõe de métodos alternativos baseados em estresses farmacológicos associados a técnicas de imagem de alta resolução (MASTROCOLA *et al*., 2020).

Provas farmacológicas na cintilografia perfusional miocárdica

As provas farmacológicas substituem o estresse físico por alterações hemodinâmicas ou microvasculares capazes de evidenciar heterogeneidades do fluxo miocárdico, utilizando principalmente agentes vasodilatadores ou estimulantes do consumo de oxigênio.

São particularmente úteis na avaliação diagnóstica e prognóstica de pacientes com risco intermediário para doença arterial coronariana.

Sempre que a capacidade funcional for preservada (>5 METs) e houver condições de deambulação, deve-se preferir o estresse físico associado à cintilografia.

Entretanto, pacientes com bloqueio de ramo esquerdo, marcapasso artificial ou síndrome de Wolff-Parkinson-White devem realizar estresse farmacológico com dipiridamol ou adenosina, evitando possíveis falsos-positivos associados ao esforço (MASTROCOLA *et al*., 2020).

A cintilografia farmacológica também pode ser útil em pacientes assintomáticos com teste ergométrico alterado, na suspeita de isquemia após cirurgia ou angioplastia, na piora de sintomas anginosos e na avaliação de dor torácica aguda com ECG e biomarcadores normais ou inconclusivos, apresentando elevado valor preditivo negativo. Na disfunção ventricular es-

querda grave, auxilia na avaliação de viabilidade miocárdica e na seleção de candidatos à revascularização (GOPAL *et al*., 2025).

Fármacos vasodilatadores primários e estimulantes cardíacos

Os vasodilatadores primários promovem dilatação máxima das coronárias saudáveis, gerando o fenômeno de "roubo de fluxo" nas regiões irrigadas por artérias gravemente estenosadas.

O dipiridamol inibe a adenosina-deaminase e bloqueia a recaptação celular da adenosina, aumentando sua concentração extracelular e promovendo vasodilatação.

Possui meia-vida de aproximadamente 45 minutos e é administrado por via intravenosa na dose de 0,56 mg/kg/min durante 4 minutos, com limite máximo de 60 mg.

A adenosina atua diretamente nos receptores purínicos vasculares e apresenta meia-vida inferior a 10 segundos, proporcionando rápida reversão dos efeitos após a interrupção da infusão. É administrada continuamente por via intravenosa na dose de 140 µg/kg/min durante 6 minutos (GULSIN *et al*., 2019).

Em pacientes com contraindicação aos vasodilatadores, como asmáticos graves com broncoespasmo ativo, utiliza-se a dobutamina, agente predominantemente beta-1 adrenérgico que aumenta contratilidade, frequência cardíaca e pressão arterial.

Sua infusão é incremental a cada 3 minutos, iniciando em 5–10 µg/kg/min e atingindo até 40 µg/kg/min. Se a frequência cardíaca submáxima não for atingida e não houver isquemia, pode-se associar atropina intravenosa (0,25–2 mg) e esforço isométrico. Efeitos adversos ou arritmias podem ser revertidos com betabloqueadores de ação rápida, como esmolol ou metoprolol (MASTROCOLA *et al.*, 2020).

Ecocardiografia sob estresse farmacológico (ECOE)

O ecocardiograma sob estresse avalia em tempo real a contratilidade segmentar do ventrículo esquerdo, comparando imagens de repouso e sob estresse.

A dobutamina é o fármaco de escolha por aumentar a demanda miocárdica de oxigênio por estímulo inotrópico e cronotrópico.

Doses baixas (2,5–10 µg/kg/min) podem ser utilizadas para investigar viabilidade miocárdica em regiões com disfunção contrátil em repouso.

Em pacientes em uso crônico de betabloqueadores, a atropina fracionada (0,25–0,50 mg) pode ser necessária para aumentar a frequência cardíaca e evidenciar alterações contráteis relacionadas à isquemia.

Em indivíduos com janela acústica difícil, como obesos ou portadores de DPOC, agentes de realce ultrassonográfico à base de microbolhas melhoram a visualização da borda endocárdica e a identificação de alterações contráteis durante o estresse máximo (PORTER *et al*., 2018).

CONCLUSÃO

Conclui-se que o teste ergométrico é um procedimento valioso e seguro na prática cardiológica diária, desde que as suas indicações fundamentais, bem como as restrições anatômicas e fisiológicas do paciente, sejam rigorosamente respeitadas (**Figura 65.1**).

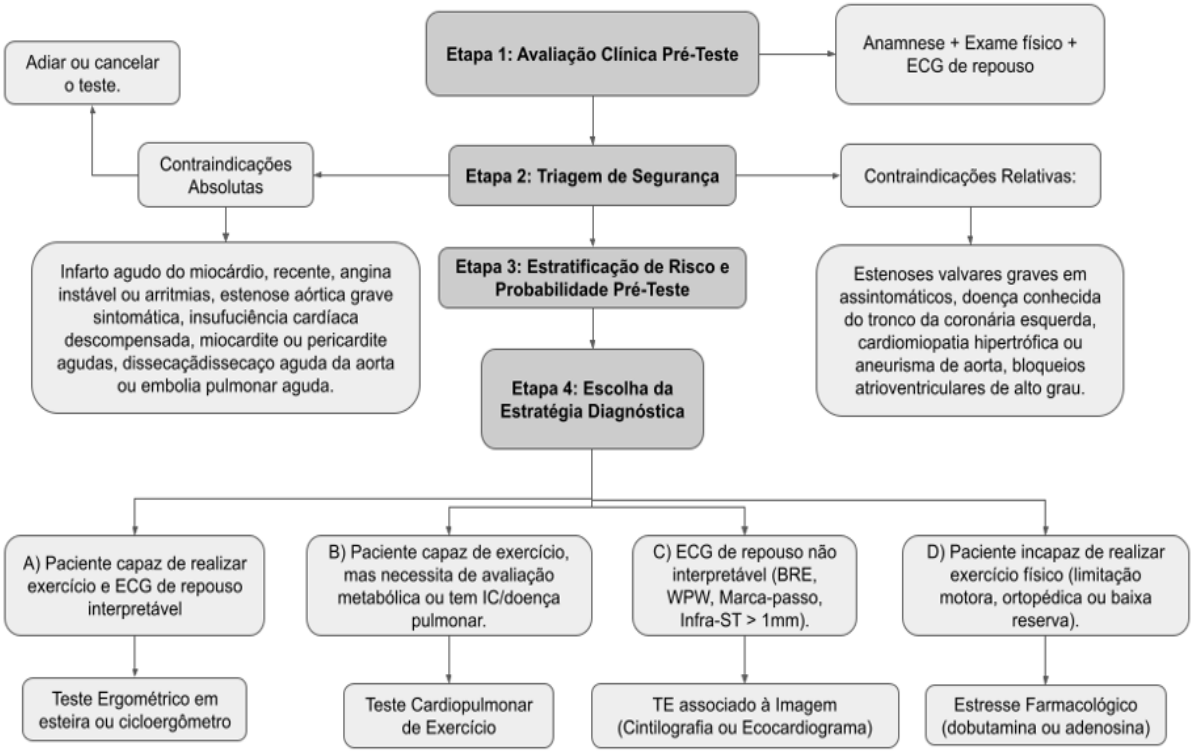
As contraindicações absolutas ao exame pautam-se na incapacidade do sistema cardiovascular de tolerar o aumento abrupto do trabalho cardíaco e da ativação simpática, situações em que o estresse do exercício atuaria como gatilho para a descompensação hemodinâmica ou para a exacerbação de patologias pré-existentes.

Logo, o reconhecimento ágil e precoce de condições clínicas que denotem instabilidade

cardiovascular — como isquemia miocárdica aguda, inflamações ativas ou risco elevado de arritmias ventriculares — é a etapa central e obrigatória da avaliação médica pré-teste.

Dessa forma, a indicação do teste ergométrico deve ser uma decisão estritamente individualizada, fortemente baseada na avaliação criteriosa da relação risco-benefício, no cumprimento das diretrizes clínicas atuais e na disponibilidade contínua de suporte infraestrutural apropriado para o manejo de eventuais emergências, mitigando a morbimortalidade cardiovascular durante o esforço.

Figura 65.1 Fluxograma do algoritmo prático de tomada de decisão



Fonte: Adaptado de Diretriz Brasileira de Ergometria em População Adulta (CARVALHO *et al.,* 2024).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBOUAINI, K. *et al.* Cardiopulmonary exercise testing and its application. Heart, v. 93, n. 10, p. 1285–1292, 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1136/hrt.2007.121558.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 11. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2021.

AMERICAN THORACIC SOCIETY; AMERICAN COLLEGE OF CHEST PHYSICIANS. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, v. 167, n. 2, p. 211–277, 2003. Disponível em: https://doi.org/10.1164/rccm.167.2.211.

ARBELO, E. *et al.* 2023 ESC Guidelines for the management of cardiomyopathies. European Heart Journal, v. 44, n. 37, p. 3503–3626, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad194.

CARVALHO, T. *et al.* Diretriz Brasileira de Ergometria em População Adulta – 2024. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 121, n. 3, art. e20240110, mar. 2024. Disponível em: https://doi.org/10.36660/abc.20240110.

DHOOT, A. *et al.* Cardiac Stress Testing After Coronary Revascularization. American Journal of Cardiology, v. 136, p. 9-14, dez. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2020.08.051.

FLETCHER, G. F. et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation, v. 128, n. 8, p. 873–934, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31829b5b44.

GOPAL, S.; HESTON, T. F.; MURPHY, C. Nuclear Medicine Stress Test. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, jul. 2025.

GULATI, M. *et al*. 2021 AHA/ACC Guideline for the Evaluation and Diagnosis of Chest Pain. Circulation, v. 144, n. 22, p. e368–e454, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001029.

GULSIN, G. S. *et al.* Haemodynamic effects of pharmacologic stress with adenosine in patients with left ventricular systolic dysfunction. International Journal of Cardiology, v. 278, p. 157-161, mar. 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.12.006.

HEIDENREICH, P. A. *et al.* 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure. Circulation, v. 145, n. 18, p. e895–e1032, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001063.

MARQUIS-GRAVEL, G.; SAMUEL, M. Can We Define the Role of Cardiac Stress Testing After Percutaneous Coronary Intervention With the Use of Observational Data? Canadian Journal of Cardiology, v. 39, n. 11, p. 1522-1524, nov. 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cjca.2023.07.015.

MASTROCOLA, L. E. *et al.* Atualização da Diretriz Brasileira de Cardiologia Nuclear – 2020. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 114, n. 2, p. 325-429, fev. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.36660/abc.20200087.

MYERS, J. *et al.* Recommendations for clinical exercise laboratories: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation, v. 119, n. 24, p. 3144–3161, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192520.

PELLICCIA, A. *et al*. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. European Heart Journal, v. 42, n. 1, p. 17–96, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa605.

PORTER, T. R. *et al.* Clinical Applications of Ultrasonic Enhancing Agents in Echocardiography: 2018 American Society of Echocardiography Guidelines Update. Journal of the American Society of Echocardiography, v. 31, n. 3, p. 241-274, mar. 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.echo.2017.11.013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 95, n. 5, supl. 1, p. 1–26, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0066-782X2010000800001.

VEST, A. R. *et al*. Clinician's Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults: A Scientific Statement from the American Heart Association. Circulation, v. 147, n. 18, p. e694–e719, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001127.

WASSERMAN, K. *et al.* Wasserman & Whipp's Principles of Exercise Testing and Interpretation. 6. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2021.