

REVISÃO

Reabilitação protética e marcha após amputação arterial ou disvascular de membro inferior: Uma revisão narrativa

Prosthetic rehabilitation and walking after arterial or dysvascular lower limb amputation: A narrative review

Rafael Viana dos Santos Coutinho¹, Igor Parada Marangoni², Matheus Moreira Silva³, Maria Fernanda Valadares Silva³, Felipe Gomes Paranhos³

¹Médico RQE 29566 pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, BA, Brasil

²Médico CRM 239563/SP pela Faculdade de Medicina de Presidente Prudente, Presidente Prudente, SP, Brasil

³Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH), Belo Horizonte, MG, Brasil

Recebido em: 15 de Setembro de 2026; Aceito em: 21 de Setembro de 2026.

Correspondência: Rafael Viana dos Santos Coutinho, trabalhocientificomed@gmail.com

Como citar

Coutinho RVS, Marangoni IP, Silva MM, Silva MFV, Paranhos FG. Reabilitação protética e marcha após amputação arterial ou disvascular de membro inferior: Uma revisão narrativa. Fisioter Bras. 2026;27(8):5470-5482. doi: [10.62827/fb.v27i8.1298](https://doi.org/10.62827/fb.v27i8.1298).

Resumo

Introdução: Após amputação por doença arterial, receber uma prótese não assegura marcha útil no cotidiano. **Objetivo:** Analisar evidências sobre reabilitação protética e recuperação da marcha em adultos com amputação maior por doença arterial e, complementarmente, estudos disvasculares ou de etiologia mista pertinentes à reabilitação. **Métodos:** Revisão narrativa com buscas no PubMed realizadas em agosto e setembro de 2026, complementadas por rastreamento de referências e consulta a diretrizes oficiais. Priorizaram-se publicações de 2021 a 2026, preservando estudos anteriores pertinentes. A síntese distinguiu acesso à prótese, capacidade de caminhar, atividade habitual e segurança e classificou a aplicabilidade conforme a composição etiológica. **Resultados:** Mobilidade prévia, comorbidades, nível da amputação e acesso à reabilitação relacionaram-se aos resultados protéticos. Os benefícios de programas com exercícios e treino de marcha derivaram predominantemente de populações heterogêneas e não demonstram eficácia específica para amputação

exclusivamente arterial. Ensaios exclusivos de amputação disvascular foram escassos. Joelhos com controle por microprocessador reduziram quedas em idosos com deambulação comunitária limitada já usuários de prótese; a evidência para a primeira protetização permaneceu preliminar. Intervenções comportamentais tiveram resultados divergentes, e a atividade cotidiana permaneceu reduzida após a cirurgia. **Conclusão:** A reabilitação deve integrar avaliação clínica, preparação do membro residual, adaptação protética e treinamento progressivo acompanhado. A magnitude do benefício e sua manutenção dependem do perfil funcional, da etiologia e do contexto assistencial, sem protocolo universal demonstrado para amputações arteriais.

Palavras-chave: Membros Artificiais; Terapia por Exercício; Equilíbrio Postural.

Abstract

Introduction: After amputation for arterial disease, receiving a prosthesis does not ensure useful everyday walking. *Objective:* To analyze evidence on prosthetic rehabilitation and walking recovery in adults with major amputation due to arterial disease and, as complementary evidence, dysvascular or mixed-etiology studies relevant to rehabilitation. *Methods:* Narrative review with PubMed searches conducted in August and September 2026, supplemented by reference tracking and official guidelines. Publications from 2021 to 2026 were prioritized, while relevant earlier studies were retained. The synthesis distinguished prosthetic access, walking capacity, habitual activity, and safety and classified applicability according to etiological composition. *Results:* Previous mobility, comorbidities, amputation level, and rehabilitation access were associated with prosthetic outcomes. Benefits of exercise and gait training programs were derived predominantly from heterogeneous populations and do not demonstrate efficacy specific to exclusively arterial amputation. Trials restricted to dysvascular amputation were scarce. Microprocessor-controlled knees reduced falls in older limited community ambulators who already used a prosthesis; evidence for initial prosthetic fitting remained preliminary. Behavioral interventions produced conflicting results, and everyday activity remained low after surgery. *Conclusion:* Rehabilitation should integrate clinical assessment, residual limb preparation, prosthetic fitting, and supervised progressive training. Benefit magnitude and maintenance depend on functional characteristics, etiology, and care context, with no universally established protocol for arterial amputations.

Keywords: Artificial Limbs; Exercise Therapy; Postural Balance.

Introdução

A decisão de amputar um membro inferior por doença arterial pode encerrar uma tentativa de salvamento do membro, mas não encerra o tratamento da doença vascular nem define o resultado funcional. A pessoa continua exposta às repercussões da aterosclerose sistêmica e necessita reorganizar

atividades em um corpo com novas exigências mecânicas. Nesse percurso, o cuidado vascular e a reabilitação precisam compartilhar objetivos: preservar a saúde do membro contralateral, reduzir complicações e alcançar mobilidade compatível com as condições clínicas e as prioridades individuais [1,2].

Um problema central é a utilização de resultados diferentes como se representassem o mesmo sucesso terapêutico. Ser considerado elegível para protetização, receber o dispositivo, caminhar em ambiente supervisionado e utilizá-lo na comunidade são eventos distintos. Em uma coorte recente de pacientes submetidos a amputação maior, a proporção considerada elegível foi superior àquela que efetivamente recebeu a prótese, evidenciando que a análise funcional começa antes do treinamento da marcha [3]. A avaliação restrita aos usuários que chegam ao ambulatório protético omite parte importante desse percurso.

O nível da amputação também modifica a demanda locomotora. Síntese sobre custo energético encontrou diferenças relacionadas simultaneamente à etiologia, à altura da amputação e à velocidade escolhida para caminhar, com maior custo entre pessoas com amputação transfemoral vascular [4]. Assim, recuperar a marcha envolve conciliar a capacidade cardiovascular e muscular disponível com a exigência de utilizar um dispositivo, e não apenas reaprender uma sequência de passos.

Métodos

O percurso entre amputação, protetização e marcha habitual orientou a construção desta revisão narrativa. Esse delineamento foi escolhido para integrar estudos prognósticos, ensaios de intervenções e recomendações assistenciais que respondem a etapas diferentes da recuperação, sem pressupor que seus resultados possam ser agregados em uma estimativa única de eficácia.

As buscas bibliográficas foram executadas no PubMed em agosto e setembro de 2026. Utilizaram-se as seguintes expressões completas, sem filtros de idioma ou data na recuperação: (dysvascular OR “peripheral arterial disease” OR

Esta revisão focaliza amputações maiores, principalmente transtibiais e transfemorais, em adultos com doença arterial periférica. A literatura frequentemente emprega o termo disvascular para reunir doença arterial e/ou diabetes; essa categoria não comprova arteriopatia documentada em todos os participantes [5]. A distinção é relevante porque uma amostra de amputações traumáticas ou predominantemente neuropáticas não representa integralmente a população arterial. Na síntese, estudos com doença arterial documentada foram considerados evidência diretamente aplicável; estudos exclusivamente diabéticos, disvasculares sem confirmação etiológica e de etiologia mista foram tratados como evidência indireta e utilizados apenas para aspectos específicos da reabilitação, com essa condição indicada na interpretação. O objetivo foi analisar criticamente as evidências específicas sobre reabilitação protética e retorno à marcha após amputação arterial e examinar, de forma complementar, evidências indiretas sobre treinamento, componentes e mensuração funcional.

“peripheral vascular disease”) AND (amputation OR amputee) AND (rehabilitation OR prosthesis OR walking OR gait); e (“lower limb amputation” OR transtibial OR transfemoral) AND (exercise OR “gait training” OR “microprocessor knee” OR “physical activity”). As consultas utilizaram termos livres e o mapeamento automático da plataforma. Foram examinados os primeiros 70 resultados de cada uma das duas consultas, totalizando 140 ocorrências, sem que o número de registros únicos após possíveis sobreposições pudesse ser reconstruído com segurança. Esse limite correspondeu a um recorte operacional da busca e não a um critério

validado de relevância. Como a ordenação empregada também não pôde ser reconstruída com segurança a partir dos registros preservados, o procedimento não é integralmente reproduzível e pode ter introduzido seleção por conveniência entre os estudos recuperados. No mesmo período, a recuperação complementar incluiu buscas na web por títulos completos, por combinações do sobrenome do primeiro autor com termos centrais do título e por identificadores digitais (DOI), com conferência cruzada dos registros bibliográficos. Também se realizou rastreamento retrospectivo das listas de referências de revisões sistemáticas e metanálises pertinentes. As diretrizes foram localizadas diretamente nas páginas institucionais do VA/DoD Health Quality e das sociedades coordenadas pelo American College of Cardiology e pela American Heart Association. PubMed Central, páginas dos periódicos e repositórios de acesso aberto foram utilizados para obter os textos, sem serem contabilizados como bases pesquisadas separadamente. A priorização de publicações de 2021 a 2026 ocorreu na seleção das fontes, sem aplicação de filtro de data na recuperação inicial.

Na seleção, priorizaram-se publicações de 2021 a 2026, incluindo trabalhos anteriores necessários para prognóstico, cuidados pós-operatórios e intervenções comportamentais diretamente estudadas em amputações disvasculares. Foram considerados estudos originais, revisões sistemáticas, consensos de avaliação e diretrizes relacionados a adultos com amputação maior de membro inferior. Fontes com etiologias mistas foram mantidas

quando esclareciam treinamento, componentes ou mensuração funcional, com indicação dessa condição na interpretação. Excluíram-se estudos exclusivamente pediátricos, amputações isoladas de dedos ou antepé, descrições técnicas sem desfechos clínicos pertinentes e documentos sem informação bibliográfica verificável. Foram utilizados textos em inglês; a busca não impôs esse idioma como filtro. Os descritores das palavras-chave e seus equivalentes foram conferidos nos Descritores em Ciências da Saúde e no Medical Subject Headings.

A pertinência foi examinada por títulos e resumos, seguida da leitura dos textos acessíveis. Todos os autores participaram do processo de seleção dos trabalhos. Quando o texto integral não estava disponível, utilizaram-se apenas informações verificáveis no resumo e no registro bibliográfico, sem reconstrução de detalhes ausentes. Registraram-se etiologia, nível da amputação, estágio da protetização, desenho, intervenção ou exposição, comparador, desfechos e seguimento. A síntese organizou os achados conforme acesso e preparação para a prótese, capacidade locomotora, segurança e atividade habitual. Relatórios relacionados de uma mesma coorte foram interpretados conjuntamente, sem tratá-los como replicações independentes. O julgamento crítico considerou comparabilidade das populações, natureza dos desfechos e limitações relatadas, sem atribuição própria de graus formais de certeza. Não foi aplicado instrumento formal de avaliação do risco de viés nem sistema próprio de graduação da certeza.

Resultados

A elegibilidade protética apresentou relação com características prévias e com o percurso assistencial. Na coorte de Gomes-Ferreira et al., com

218 pacientes, 30,7% foram considerados elegíveis, enquanto 12,8% receberam o dispositivo. Autonomia prévia e participação em reabilitação

permaneceram associadas ao resultado protético na análise multivariável [3]. Revisão prognóstica anterior identificou capacidade física, condições de vida antes da cirurgia, nível da amputação e comorbidades entre os fatores associados à capacidade de caminhar [6]. Esses estudos descreveram associações e processos de seleção, sem testar uma regra universal de indicação.

A idade avançada não correspondeu a impossibilidade uniforme de reabilitação. Revisão de estudos com pessoas que sofreram amputação maior aos 80 anos ou mais identificou uso bem-sucedido de prótese e retorno ao domicílio em parte dos participantes, embora os resultados fossem variáveis e o avanço da idade se relacionasse a menor frequência de protetização [7]. Em outra coorte, restrita a doença arterial periférica e composta por 585 pacientes, o uso de prótese foi maior após amputação abaixo do joelho do que acima dele, com proporções de 38% e 14%, respectivamente; reamputações foram mais frequentes no grupo abaixo do joelho. Insuficiência cardíaca e dependência de diálise estiveram entre os fatores associados à mortalidade [8].

Nos cuidados que antecedem a marcha protética, a diretriz norte-americana atual inclui avaliação cognitiva e funcional, prevenção de contraturas, mobilidade sem prótese, manejo do membro residual e educação para autocuidado. O documento apresenta recomendação condicional favorável a curativos rígidos ou semirrígidos após amputação transtibial [2]. Entretanto, a revisão Cochrane que comparou curativos rígidos e macios encontrou evidência de certeza muito baixa para cicatrização, eventos adversos, prontidão para prescrição e tempo até caminhar. A maior parte dos estudos incluía amputações vasculares, mas os resultados não estabeleceram superioridade clínica segura de uma abordagem [9].

Em usuários de prótese de etiologias diversas, programas multicomponentes com fortalecimento, equilíbrio e treino de marcha mostraram efeitos favoráveis. A revisão de Madou et al. incluiu 16 artigos e encontrou melhora padronizada pequena na fase subaguda e moderada na fase crônica. Os programas subagudos variaram de 2 a 12 semanas e os crônicos de 4 a 16 semanas, com diferenças importantes na frequência das sessões. A própria revisão não definiu duração ou frequência ótimas [10].

A diretriz dos departamentos norte-americanos de Assuntos de Veteranos e de Defesa apresenta recomendação condicional favorável a um programa individualizado de reabilitação especializada que combine exercício e treino de marcha para melhorar estado funcional, capacidade de caminhar e qualidade de vida. O documento orienta que o planejamento seja discutido com profissional qualificado e adaptado às habilidades, necessidades e objetivos individuais. Sua fundamentação reconhece variações entre programas e limitações na comparação dos resultados, sem estabelecer um protocolo único de treinamento [2].

Quando a pergunta foi restrita à amputação transtibial por doença arterial ou diabetes, a base experimental tornou-se menor. A revisão Cochrane de 2023 reuniu dois ensaios com 30 participantes, todos já usuários de prótese. Não identificou diferenças claras entre treinamento centrado em déficits e treinamento centrado em tarefas, nem entre prática da marcha com imagética motora e prática isolada. A certeza foi classificada pelos revisores como muito baixa, e o desenho dos estudos não permitiu avaliar aquisição inicial do uso protético [5].

Uma metanálise de 2026 sobre intervenções terapêuticas relacionadas à prevenção de quedas reuniu populações com amputação de diferentes características. Foram encontrados efeitos estatísticos favoráveis em marcha, equilíbrio e

< independência funcional, mas somente 7 de 54 resultados avaliados quanto à relevância clínica alcançaram os limiares adotados de mudança clinicamente importante ou de mudança detectável [11]. Os valores de referência considerados, conforme o instrumento disponível em cada estudo, incluíram mudanças clinicamente importantes de 4,5 s no L Test, 0,21 m/s na velocidade de marcha (IC95% 0,13–0,29), redução de 1,7° no Gait Profile Score (IC95% 1,10–2,45) e 37,2 m no teste de caminhada de 2 min (IC95% 28,8–45,5). Para mudança mínima detectável no nível de 95%, foram adotados 3,6 s no Timed Up and Go, 112,5 m no teste de caminhada de 2 min, 147,5 m no teste de 6 min e 3,4 pontos no Amputee Mobility Predictor; para PEQ-MS e LCI-5, os pares mudança mínima detectável/mudança clinicamente importante foram, respectivamente, 5,5/8 pontos (IC95% da mudança clinicamente importante 6,5–9,5) e 5,66/7 pontos [11]. Em paralelo, uma coorte de reabilitação comunitária apresentou melhora da mobilidade entre o início da marcha fora das barras paralelas e o final do programa. A análise incluiu 199 participantes com avaliações nos dois momentos, provenientes de 265 inicialmente recrutados, e não contou com grupo sem reabilitação [12].

Para componentes transfemorais, a evidência recente incluiu pacientes com menor mobilidade. O ensaio ASsessing Clinical outcomes with microprocEссор kNee uTilization in a K2 population, denominado ASCENT K2, acompanhou por 12 meses 107 usuários com mais de 65 anos e deambulação comunitária limitada. Em ambos os grupos predominaram diabetes ou etiologia disvascular. O grupo que recebeu joelho com controle por microprocessador apresentou menos quedas e quase quedas que o grupo com joelho sem esse controle. Os participantes já utilizavam prótese, de modo que o ensaio examinou a troca do componente em usuários selecionados [13].

Na primeira protetização, o ensaio piloto de Morgan et al. incluiu adultos com amputação trans-femoral recente e etiologias mistas. Dos 18 inscritos, 15 receberam a prótese e completaram três meses. Houve diferenças favoráveis ao joelho com microprocessador em medidas autorreferidas de mobilidade, confiança no equilíbrio e reintegração, mas não nos testes de desempenho nem no número de quedas. Apenas cinco dos inscritos apresentavam etiologia disvascular [14]. A diretriz de reabilitação também diferencia classes de componentes: sugere joelhos com microprocessador para deambuladores protéticos, mas não estabelece superioridade de um desenho específico de encaixe transfemoral ou de um determinado pé entre alternativas de armazenamento e retorno de energia e opções com microprocessador [2].

Os resultados de estratégias para aumentar a atividade após a protetização foram divergentes. Em ensaio piloto com 38 pessoas com amputação transtibial disvascular, acompanhamento telefônico semanal durante 12 semanas não melhorou o desfecho principal, o teste Timed Up and Go. Houve aumento do número diário de passos em análise exploratória, sem diferenças consistentes nos demais resultados funcionais [15]. Em outro ensaio de viabilidade, com 31 veteranos com amputação não traumática, intervenção remota de mudança comportamental apresentou boa aceitação e retenção, mas baixo alcance da meta de caminhada e ausência de sinal de eficácia para atividade física ou incapacidade [16].

Uma coorte longitudinal de 81 adultos com amputação maior disvascular documentou aumento da atividade física ao longo dos primeiros nove meses, acompanhado de níveis persistentemente baixos. A avaliação incluiu questionários e acelerometria, com participação menor nas medidas instrumentadas [17]. Relatórios relacionados desse

programa de investigação associaram desnutrição a menor mobilidade aos seis meses, sem manutenção dessa associação aos nove meses, e atividade física a alguns domínios de qualidade de vida. A associação entre atividade e sobrevida deixou de ser estatisticamente significativa após ajuste por covariáveis; não houve associação significativa com o nível de mobilidade [18,19].

A experiência cotidiana acrescentou aspectos não capturados pelos testes. Metassíntese qualitativa específica de amputações vasculares identificou barreiras ambientais, medo, luto, mudanças na identidade e dificuldades financeiras, além do papel facilitador do apoio social e de estratégias de

enfrentamento [20]. O consenso internacional de avaliação protética recomenda combinar medidas de desempenho e autorrelato, incluindo mobilidade, condição do membro residual e experiência com a prótese [21]. A atualização de uma revisão sobre desfechos em amputações disvasculares também encontrou grande variedade de definições e indicadores entre publicações [22].

O Quadro 1 reúne dimensões distintas de recuperação observadas nas fontes e os registros utilizados para descrevê-las. Sua organização permite identificar o que foi efetivamente medido em cada etapa do percurso protético.

Quadro 1 – Dimensões de recuperação e formas de mensuração descritas na literatura.

Dimensão	Registros ou instrumentos presentes nas fontes	Resultado descrito
Acesso à protetização	Elegibilidade, prescrição e recebimento do dispositivo [3]	Alcance de etapas assistenciais antes do uso funcional.
Capacidade de marcha	Amputee Mobility Predictor, Timed Up and Go e teste de caminhada de dois minutos [21]	Desempenho em tarefas padronizadas no momento da avaliação.
Atividade habitual	Passos diários, acelerometria e questionários de atividade [15,16,17]	Movimento realizado fora dos testes; pode incluir propulsão da cadeira de rodas.
Segurança e tolerância	Quedas, quase quedas, condição cutânea e saúde do membro residual [13,21]	Eventos e condições que acompanham o uso do dispositivo.
Participação e experiência	Reintegração, adaptação psicossocial, qualidade de vida e relatos qualitativos [14,20,21]	Repercussão da recuperação sobre a vida percebida e as atividades valorizadas.

Fonte: Elaborado pelos autores com base na literatura consultada.

Discussão

A principal dificuldade de interpretar o retorno à marcha está no ponto em que cada estudo começa a observar os pacientes. Uma coorte que acompanha todas as amputações descreve também aqueles que não chegam à protetização; um ensaio com

usuários de prótese pressupõe que essa seleção já ocorreu. Portanto, melhora obtida durante um programa ou após troca de componente não pode ser convertida na probabilidade de um paciente recém-amputado recuperar marcha comunitária.

A diferença entre elegibilidade e recebimento do dispositivo ilustra uma perda assistencial que estudos iniciados no treinamento protético não conseguem explicar integralmente [3,12].

Essa distinção também modifica o uso dos fatores prognósticos. Mobilidade prévia, cognição, reserva física e comorbidades ajudam a definir objetivos, necessidade de supervisão e intensidade da assistência. Não constituem, isoladamente, critérios suficientes para negar uma avaliação protética. Os resultados encontrados em pessoas com 80 anos ou mais mostram que idade cronológica e potencial funcional não são equivalentes [6,7]. Além disso, uma associação entre participação em reabilitação e protetização admite seleção de pacientes com melhor prognóstico para ambos os processos. Não demonstra, por si, o tamanho do efeito causal do atendimento nem justifica prometer protetização a todos.

Preservar o joelho oferece vantagens mecânicas potenciais, mas a decisão cirúrgica depende da viabilidade tecidual e da possibilidade de cicatrização. O maior uso protético observado após amputação abaixo do joelho coexistiu com mais reamputações, e os grupos diferiram nas condições clínicas [1,8]. A leitura proporcional é reconhecer um compromisso entre preservar função e obter um membro residual viável. Também não se deve transpor estimativas médias de gasto energético para um limite individual de indicação: o custo por distância percorrida depende da velocidade e da etiologia, e não equivale à reserva cardiorrespiratória disponível [4]. O condicionamento cardiorrespiratório também constitui alvo da reabilitação. A diretriz de doença arterial periférica recomenda exercício estruturado e admite modalidades sem marcha, como ergometria de membros superiores, quando apropriadas [1]. Na pessoa amputada, essa aplicação requer avaliação clínica e adaptação

às limitações funcionais; as recomendações para doença arterial sintomática não demonstram, por si, a eficácia de um protocolo aeróbio específico após amputação maior [1].

Para a fisioterapia, o período pré-protético é parte ativa da recuperação. Posicionamento para limitar encurtamentos em flexão, manutenção da amplitude de quadril e joelho quando preservado, fortalecimento de musculatura proximal e treino de transferências sustentam tanto a marcha futura quanto a autonomia sem prótese. A progressão exige acompanhamento da ferida, edema, dor e tolerância clínica. Na amputação arterial, aplicar uma rotina de compressão ou iniciar carga com base apenas no tempo decorrido desde a cirurgia desconsidera a condição local. A escolha do recurso deve permitir proteção e vigilância do membro residual, de acordo com a equipe cirúrgica e de reabilitação [2,9].

O contraste entre a recomendação clínica favorável a curativos protetores e a baixa certeza das comparações experimentais não representa uma contradição insolúvel. Uma diretriz considera benefícios plausíveis, preferências e contexto de uso; uma revisão de ensaios estima a confiança nas diferenças observadas. Assim, a proteção pode ser clinicamente pertinente sem que se afirme redução comprovada do tempo até a marcha. Essa separação entre prática recomendada e efeito demonstrado também se aplica a várias condutas de preparação protética [2,9].

Após a adaptação, o treinamento precisa articular força, equilíbrio e tarefas de locomoção. Transferência de peso, controle do apoio, avanço do membro, mudanças de direção e adequação do dispositivo auxiliar podem ser progressivamente integrados à caminhada. Percursos, desníveis e outras demandas devem corresponder às atividades pretendidas pelo paciente, com aumento

da dificuldade conforme controle e tolerância. Os intervalos e a dose de prática podem ser ajustados para preservar execução segura e permitir recuperação. As sínteses favoráveis aos programas multicomponentes apoiam essa organização, mas não identificam uma combinação universal de minutos, repetições ou semanas para pessoas com arteriopatia [2,10].

A escassez de comparações exclusivas de amputações disvasculares não demonstra ineficácia da reabilitação. Os pequenos ensaios da revisão Cochrane compararam estratégias entre pessoas que já caminhavam com prótese, deixando sem resposta tanto a aquisição inicial da marcha quanto o benefício frente à ausência de um programa [5]. Em contrapartida, resultados positivos de populações mistas não eliminam essa incerteza. A progressão deve ser acompanhada por mudanças funcionais relevantes para a pessoa, especialmente porque efeitos estatísticos em escalas e testes nem sempre ultrapassam o erro de medida ou representam benefício percebido [11].

Os resultados com joelhos microprocessados questionam a associação automática entre tecnologia mais avançada e usuários de alta mobilidade. O ensaio com idosos de deambulação comunitária limitada fornece evidência mais próxima da população disvascular do que estudos restritos a jovens com amputação traumática. Ainda assim, sua aplicação permanece circunscrita a usuários previamente protetizados [13]. O estudo da primeira prótese é promissor, mas pequeno, com diferenças sobretudo autorreferidas e sem demonstração de redução de quedas [14]. A indicação deve relacionar recursos de segurança às demandas reais, capacidade de manejo e suporte para ajustes, sem extrapolar resultados de um joelho para todo o sistema protético.

A adequação do encaixe continua decisiva para sustentar a exposição ao treinamento, mesmo

sem superioridade comprovada de um desenho [2]. Dor localizada, lesão cutânea, variações de volume e desconforto exigem avaliação conjunta com o profissional responsável pela prótese. A dor no membro residual e a dor fantasma podem limitar a tolerância ao uso e reduzir a exposição ao treinamento protético. A diretriz recomenda sua avaliação e manejo ao longo da reabilitação, considerando a interferência sobre a função [2]. Aumentar o treino diante de uma interface mal tolerada pode comprometer a continuidade do uso. Da mesma forma, o membro contralateral não deve ser tratado como saudável por definição: doença arterial, neuropatia e feridas podem limitar apoio e transferências. Inspeção, proteção dos pés e seguimento vascular precisam acompanhar o planejamento locomotor [1,2].

A passagem do desempenho supervisionado para a atividade habitual demanda objetivos próprios. A discrepância entre o resultado principal e a contagem exploratória de passos no primeiro ensaio comportamental, somada à ausência de sinal de eficácia no segundo, indica que aceitação de uma intervenção e aumento de atividade não são intercambiáveis [15,16]. Metas negociadas, identificação de barreiras e acompanhamento após a alta são estratégias justificáveis, mas sua efetividade deve ser medida. A cadeira de rodas pode complementar a marcha para distâncias ou situações específicas e manter participação quando a tolerância protética é insuficiente; seu uso não deve, isoladamente, caracterizar falha da reabilitação [2].

Os estudos longitudinais recentes reforçam a necessidade de acompanhar condições que interferem na prática, sem transformar associações em mecanismos demonstrados. Desnutrição pode coexistir com doença mais grave e menor atividade; a associação com mobilidade variou entre

momentos de avaliação. Do mesmo modo, pessoas com melhores condições clínicas podem realizar mais atividade e relatar melhor qualidade de vida, introduzindo causalidade reversa. A perda de significância da relação com sobrevida após ajuste impede afirmar, com esses dados, que aumentar a atividade reduz mortalidade nessa população [18,19]. Os relatórios relacionados não oferecem confirmações independentes de um mesmo efeito.

O seguimento funcional ganha precisão quando combina testes repetidos em condições comparáveis, relato de uso e observação de barreiras cotidianas. Um teste de caminhada informa capacidade naquele ambiente; a atividade registrada por sensores descreve comportamento, e a avaliação qualitativa esclarece por que determinada atividade continua evitada. Essas informações são complementares. Na coorte com acelerometria, a menor participação nas medições instrumentadas restringiu as análises temporais e mostra que a coleta objetiva também pode selecionar quem consegue ou aceita ser monitorado [17]. Medo, apoio social e acessibilidade precisam ser considerados para que o objetivo de caminhar represente participação possível e desejada [20,21].

A evidência sobre elegibilidade, recebimento e uso de próteses discutida nesta revisão descreve sistemas de saúde estrangeiros [3,8]. O percurso de indicação, concessão e acompanhamento protético depende dos critérios e recursos de cada sistema, incluindo disponibilidade de profissionais, componentes e seguimento especializado [2]. Essas diferenças limitam a transferência das proporções observadas de elegibilidade e uso para

outros contextos assistenciais. Assim, os percentuais apresentados não constituem estimativas do acesso ou do retorno à marcha no Brasil.

Esta revisão tem limitações próprias de uma seleção narrativa. A restrição aos primeiros 70 resultados de cada consulta, a impossibilidade de reconstruir a ordenação empregada e o uso de uma única base bibliográfica reduziram a completude e a reprodutibilidade da busca e podem ter introduzido seleção por conveniência. As buscas web direcionadas e o rastreamento de referências não asseguram recuperação completa das publicações pertinentes. Embora não tenha sido aplicado filtro linguístico na recuperação, a seleção efetiva restringiu-se a textos em inglês, o que pode ter introduzido viés linguístico na composição da evidência. O acesso parcial a textos integrais restringiu o exame de alguns métodos e estimativas. A ausência de avaliação formal do risco de viés impede comparar sistematicamente a robustez interna dos estudos incluídos. Além disso, a heterogeneidade na definição de etiologia disvascular e nos desfechos impede transportar diretamente resultados entre estudos. Revisões recentes podem incorporar ensaios já discutidos, não constituindo amostras adicionais. A diversidade de indicadores documentada na literatura reforça a utilidade de acompanhar separadamente acesso, capacidade, segurança e participação [22]. Estudos que iniciem o acompanhamento na decisão cirúrgica e mantenham no denominador aqueles que não recebem ou deixam de usar a prótese poderão esclarecer melhor onde o percurso até a marcha é interrompido.

Conclusão

A recuperação da marcha após amputação de membro inferior por doença arterial exige um

percurso que começa na avaliação clínica e funcional e prossegue pela preparação do membro

residual, adaptação da prótese, treinamento progressivo e acompanhamento do uso cotidiano. Exercícios associados ao treino de marcha apresentam resultados favoráveis em populações heterogêneas, enquanto a evidência específica de amputações arteriais permanece limitada. Joelhos com microprocessador podem melhorar a segurança de idosos com deambulação comunitária limitada já protetizados, com maior incerteza na primeira protetização. O sucesso deve ser julgado pela mobilidade útil, tolerância e participação alcançadas, incluindo recursos complementares quando necessários. Nem o recebimento da prótese nem a melhora isolada em um teste asseguram marcha habitual sustentada.

Declaração de uso de inteligência artificial

O ChatGPT 5.6 foi utilizado como recurso auxiliar na pesquisa

e organização da literatura, na elaboração da síntese e na redação e revisão formal do manuscrito. A ferramenta não integra a autoria. Os autores revisaram e validaram o conteúdo científico, as referências e as interpretações e assumem responsabilidade integral pela versão submetida. Os dados e resultados apresentados foram extraídos das fontes consultadas, sem fabricação de dados, resultados ou referências.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Financiamento

O trabalho não recebeu financiamento.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Coutinho RVS, Marangoni IP, Silva MM, Silva MFV, Paranhos FG; Redação do manuscrito: Coutinho RVS, Marangoni IP, Silva MM, Silva MFV, Paranhos FG; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Coutinho RVS, Marangoni IP, Silva MM, Silva MFV, Paranhos FG.

Referências

1. Gornik HL, Aronow HD, Goodney PP, Arya S, Brewster LP, Byrd L, et al. 2024 ACC/AHA/AACVPR/APMA/ABC/SCAI/SVM/SVN/SVS/SIR/VESS Guideline for the Management of Lower Extremity Peripheral Artery Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2024;149(24):e1313-e1410. doi:10.1161/CIR.0000000000001251.
2. US Department of Veterans Affairs; US Department of Defense. VA/DoD clinical practice guideline for rehabilitation of individuals with lower limb amputation [Internet]. Version 3.0. 2024 [citado 2026 set]. Disponível em: https://www.healthquality.va.gov/guidelines/Rehab/amp/LLA-CPG_2024-Guideline_final_20250110.pdf
3. Gomes-Ferreira M, Marques-Vieira M, Rocha-Neves J, Myrcha P, Marcel-Rodrigues R, Oliveira J. Predictors of Prosthetic Eligibility after Major Lower Limb Amputation: A Retrospective Cohort Study. *Ann Vasc Surg*. 2026;128:385-392. doi:10.1016/j.avsg.2026.02.052.
4. Ettema S, Kal E, Houdijk H. General estimates of the energy cost of walking in people with different levels and causes of lower-limb amputation: a systematic review and meta-analysis. *Prosthet Orthot Int*. 2021;45(5):417-427. doi:10.1097/PXR.0000000000000035.
5. B Aledi L, Flumignan CD, Trevisani VF, Miranda F Jr. Interventions for motor rehabilitation in people with transtibial amputation due to peripheral arterial disease or diabetes. *Cochrane Database Syst Rev*. 2023;6(6):CD013711. doi:10.1002/14651858.CD013711.pub2.

6. Kahle JT, Highsmith MJ, Schaepper H, Johannesson A, Orendurff MS, Kaufman K. Predicting walking ability following lower limb amputation: an updated systematic literature review. *Technol Innov.* 2016;18(2-3):125-137. doi:10.21300/18.2-3.2016.125.
7. Frengopoulos C, Fuller K, Payne MWC, Viana R, Hunter SW. Rehabilitation outcomes after major lower limb amputation in the oldest old: a systematic review. *Prosthet Orthot Int.* 2021;45(6):446-456. doi:10.1097/PXR.000000000000038.
8. Marcelo Cabral J, Mendes D, Bandeira M, Cardoso S, Queirós M, Almeida H, et al. Determinants of Survival, Reamputation, and Prosthetic Use after Major Lower-Limb Amputation for Peripheral Artery Disease: A Retrospective Cohort Study. *Ann Vasc Surg.* 2026;129:332-339. doi:10.1016/j.avsg.2026.03.042.
9. Kwah LK, Webb MT, Goh L, Harvey LA. Rigid dressings versus soft dressings for transtibial amputations. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;6(6):CD012427. doi:10.1002/14651858.CD012427.pub2.
10. Madou E, Sureshkumar A, Payne MW, Viana R, Hunter SW. The effect of exercise interventions on gait outcomes in subacute and chronic rehabilitation from lower-limb amputation: A systematic review and meta-analysis. *Prosthet Orthot Int.* 2024;48(2):128-148. doi:10.1097/PXR.0000000000000255.
11. Dhariwal A, Heitzmann D, Barnett C, Rusaw D, Nilsson PV, Scheepers L, et al. Multilevel Meta-analysis of Therapeutic Interventions to Improve Fall-Related Outcomes in Individuals With Lower Limb Amputation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2026;107(7):1802-1815. doi:10.1016/j.apmr.2025.11.033.
12. Mechlenburg I, Tønning LU, Ørholm R, Iversen C, Lindberg K, Kristensen MT. Changes in mobility after community-based prosthesis fitting and rehabilitation in people with major lower limb amputations: a cohort study. *Clin Rehabil.* 2025;39(7):967-975. doi:10.1177/02692155251336566.
13. Wurdeman SR, Hafner BJ, Sawers A, England DL, Lundstrom R, Kannenberg A. ASsessing Clinical outcomes with microprocEссор kNee uTilization in a K2 population (ASCENT K2): randomized controlled trial results for above-knee prosthesis users over age 65. *Disabil Rehabil.* 2026;48(5):1476-1493. doi:10.1080/09638288.2025.2530172.
14. Morgan SJ, Friedly JL, Nelson IK, Rosen RE, Humbert AT, Hafner BJ. The effects of microprocessor prosthetic knee use in early rehabilitation: A pilot randomized controlled trial. *PM R.* 2025;17(4):371-383. doi:10.1002/pmrj.13321.
15. Christiansen CL, Miller MJ, Murray AM, Stephenson RO, Stevens-Lapsley JE, Hiatt WR, et al. Behavior-Change Intervention Targeting Physical Function, Walking, and Disability After Dysvascular Amputation: A Randomized Controlled Pilot Trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2018;99(11):2160-2167. doi:10.1016/j.apmr.2018.04.011.
16. Christiansen CL, Miller MJ, Kline PW, Fields TT, Sullivan WJ, Blatchford PJ, et al. Biobehavioral Intervention Targeting Physical Activity Behavior Change for Older Veterans after Nontraumatic Amputation: A Randomized Controlled Trial. *PM R.* 2020;12(10):957-966. doi:10.1002/pmrj.12374.
17. Kolen AM, Krops LA, Jager-Wittenaar H, Horemans H, Bussmann JBJ, Dijkstra ML, et al. Physical activity levels are low in the days, weeks, and months following dysvascular major lower limb amputation. *J Rehabil Med.* 2026;58:jrm44666. doi:10.2340/jrm.v58.44666.

18. Kolen AM, Kroops LA, Jager-Wittenaar H, Dijkstra ML, Keller BPJA, Oskam J, et al. Undernutrition is associated with higher rate of reamputation or survival, lower mobility and lower quality of life following dysvascular major lower limb amputation: a longitudinal observational study. Arch Phys Med Rehabil. 2026. Publicação antecipada online em 18 de julho de 2026. doi:10.1016/j.apmr.2026.07.014.
19. Kroops LA, Jager-Wittenaar H, Krijnen WP, Dijkstra ML, Keller BPJA, Oskam J, et al. Physical activity is associated with positive patient and clinical outcomes following dysvascular major lower limb amputation. J Vasc Surg. 2026;83(3):866-878. doi:10.1016/j.jvs.2025.10.040.
20. Giese IE, Chræmmer TM, Rasmussen HL, Laursen SH. Psychosocial Perspectives Following Lower Limb Amputation Due to Vascular Etiology: A Systematic Meta-Aggregation. Rehabil Nurs. 2026. Publicação antecipada online em 30 de março de 2026. doi:10.1097/RNJ.0000000000000543.
21. Tan JM, Halford GRJ, Lukin M, Kohler F. Recommendations from the ISPO lower-limb COMPASS: Patient-reported and performance-based outcome measures. Prosthet Orthot Int. 2023;47(1):13-25. doi:10.1097/PXR.0000000000000197.
22. Ghai S, Hitzig SL, Edrees M, Mayo AL, Blanchette V, Habra N, et al. Outcomes following major dysvascular lower limb amputation: an updated systematic review. BMC Cardiovasc Disord. 2026;26(1):674. doi:10.1186/s12872-026-06377-5.



Este artigo de acesso aberto é distribuído nos termos da Licença de Atribuição Creative Commons (CC BY 4.0), que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.