

CICLISMO: IMPACTOS NOS SISTEMAS DE SUPORTE E METABOLISMO – UMA REVISÃO NARRATIVA DAS ADAPTAÇÕES CARDIORRESPIRATÓRIAS, MUSCULOESQUELÉTICAS E METABÓLICAS

CYCLING: IMPACTS ON SUPPORT SYSTEMS AND METABOLISM – A NARRATIVE REVIEW OF CARDIORESPIRATORY, MUSCULOSKELETAL, AND METABOLIC ADAPTATIONS

CICLISMO: IMPACTOS EN LOS SISTEMAS DE SOPORTE Y EL METABOLISMO – UNA REVISIÓN NARRATIVA DE LAS ADAPTACIONES CARDIORRESPIRATORIAS, MUSCULOESQUELÉTICAS Y METABÓLICAS

Elise Gabrieli Wisniewsky Trevisan¹

Alan Christhian Bahr²

Elizama de Gregório³

Rafael Ingo Lincoski⁴

Fabiula Aparecida Kurtz⁵

Daiane Aparecida Santore⁶

Daniela dos Santos⁷

Liamara Basso Dala Costa⁸

Micheli Martinello⁹

Bruno Woehl Oleksyszzen¹⁰

André Trevisan¹¹

RESUMO: O ciclismo é uma atividade física amplamente praticada, utilizada como esporte, lazer e meio de transporte. Esta revisão narrativa teve como objetivo sintetizar as evidências científicas sobre os impactos do ciclismo nos sistemas de suporte e metabolismo: cardiovascular, pulmonar, musculoesquelético e metabólico. Foram analisados artigos publicados majoritariamente entre 2015 e 2026, indexados nas bases PubMed, Scopus e Web of Science. Os resultados demonstraram que o ciclismo promove redução da frequência cardíaca de repouso, aumento da variabilidade da frequência cardíaca e melhora da capacidade aeróbica. No sistema pulmonar, o ciclismo melhora a capacidade ventilatória, a difusão pulmonar de gases e a eficiência dos músculos respiratórios. No sistema musculoesquelético, o ciclismo recruta predominantemente os músculos dos membros inferiores, promovendo adaptações neuromusculares específicas, embora o ciclismo isolado prejudique a saúde óssea, exigindo a incorporação de exercícios de impacto e treino de força. No sistema metabólico, o ciclismo melhora o controle glicêmico e reduz a resistência à insulina em pessoas com diabetes tipo 2, pré-diabetes, sobrepeso e obesidade. Conclui-se que o ciclismo é uma ferramenta acessível e eficaz para a promoção da saúde cardiovascular, pulmonar, musculoesquelética e metabólica.

Palavras-chave: Ciclismo. Sistema cardiovascular. Sistema respiratório. Sistema musculoesquelético. Metabolismo energético.

¹Graduanda em Fisioterapia, Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP.

²Doutor em Ciências da Reabilitação, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre.

³Doutorado em Fisiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

⁴Especialização em Fisioterapia Traumatológica de desportiva, Faculdade Inspirar.

⁵Especialista em fisioterapia em Oncologia e em Fisioterapia Neurofuncional, Universidade Pitágoras – Unopar.

⁶Especialista em Fisioterapia Dermato-funcional, Faculdade de Tecnologia – IBRATE.

⁷Doutorado em Saúde e Meio Ambiente, Universidade da região de Joinville – Univille.

⁸Mestre em Biotecnologia e Inovação em Saúde, Universidade Anhanguera de São Paulo.

⁹Doutorado em Ciências da Saúde, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP.

¹⁰Graduando em Medicina, Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP.

¹¹Doutor em Zoologia, Universidade Federal do Paraná

ABSTRACT: Cycling is a widely practiced physical activity, used as sport, leisure and means of transportation. This narrative review aimed to synthesize the scientific evidence on the impacts of cycling on the support and metabolism systems: cardiovascular, pulmonary, musculoskeletal and metabolic. Articles published mainly between 2015 and 2026, indexed in PubMed, Scopus, and Web of Science databases, were analyzed. The results demonstrated that cycling promotes reduced resting heart rate, increased heart rate variability, and improved aerobic capacity. In the pulmonary system, cycling improves ventilatory capacity, pulmonary gas diffusion, and respiratory muscle efficiency. In the musculoskeletal system, cycling predominantly recruits lower limb muscles, promoting specific neuromuscular adaptations, although cycling alone impairs bone health, requiring the incorporation of impact exercises and strength training. In the metabolic system, cycling improves glycemic control and reduces insulin resistance in people with type 2 diabetes, prediabetes, overweight, and obesity. It is concluded that cycling is an accessible and effective tool for promoting cardiovascular, pulmonary, musculoskeletal and metabolic health.

Keywords: Cycling. Cardiovascular system. Respiratory system. Musculoskeletal system. Energy metabolism.

RESUMEN: El ciclismo es una actividad física ampliamente practicada, utilizada como deporte, ocio y medio de transporte. Esta revisión narrativa tuvo como objetivo sintetizar las evidencias científicas sobre los impactos del ciclismo en los sistemas de soporte y metabolismo: cardiovascular, pulmonar, musculoesquelético y metabólico. Se analizaron artículos publicados mayoritariamente entre 2015 y 2026, indexados en las bases PubMed, Scopus y Web of Science. Los resultados demostraron que el ciclismo promueve la reducción de la frecuencia cardíaca en reposo, el aumento de la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la mejora de la capacidad aeróbica. En el sistema pulmonar, el ciclismo mejora la capacidad ventilatoria, la difusión pulmonar de gases y la eficiencia de los músculos respiratorios. En el sistema musculoesquelético, el ciclismo recluta predominantemente los músculos de los miembros inferiores, promoviendo adaptaciones neuromusculares específicas, aunque el ciclismo aislado perjudica la salud ósea, lo que exige la incorporación de ejercicios de impacto y entrenamiento de fuerza. En el sistema metabólico, el ciclismo mejora el control glucémico y reduce la resistencia a la insulina en personas con diabetes tipo 2, prediabetes, sobrepeso y obesidad. Se concluye que el ciclismo es una herramienta accesible y eficaz para la promoción de la salud cardiovascular, pulmonar, musculoesquelética y metabólica.

Palabras clave: Ciclismo. Sistema cardiovascular. Sistema respiratorio. Sistema musculoesquelético. Metabolismo energético.

INTRODUÇÃO

O ciclismo é uma atividade física amplamente praticada em todo o mundo, sendo utilizado como esporte, lazer e meio de transporte. A infraestrutura ciclovitária e a segurança no trânsito são fatores determinantes para a promoção dessa atividade. A chegada das bicicletas eletricamente assistidas tem ampliado a prática, especialmente entre idosos e pessoas com limitações físicas.

No campo cardiovascular, o ciclismo está associado à redução significativa do risco de doenças cardiovasculares e da mortalidade relacionada. Estudos sugerem uma diminuição de 22% no risco de incidência de doenças cardiovasculares (Nordengen et al., 2019), além de contribuição para o envelhecimento saudável do sistema cardiovascular. O ciclismo melhora a capacidade aeróbica, reduz a pressão arterial e melhora o perfil lipídico.

No sistema musculoesquelético, o ciclismo recruta predominantemente os músculos dos membros inferiores, promovendo adaptações neuromusculares específicas. No entanto, por ser uma atividade não impactante, o ciclismo isolado pode prejudicar a saúde óssea, exigindo a incorporação de exercícios de impacto e treino de força (Hilkens et al., 2022).

O ciclismo também apresenta benefícios metabólicos importantes, contribuindo para o controle glicêmico e a redução da resistência à insulina em indivíduos com diabetes tipo 2, pré-diabetes e sobrepeso (Pan et al., 2025). Quando utilizado como meio de transporte, o ciclismo pode ter impacto positivo na saúde pública e no meio ambiente.

Esta revisão responde a quatro perguntas principais: (1) Como o ciclismo afeta o coração e os vasos sanguíneos? (2) Quais os impactos na função pulmonar e na dispneia? (3) Quais músculos são mais recrutados e como se adaptam? (4) Como o ciclismo modula o metabolismo energético e a glicemia?

Desta forma, o objetivo geral deste estudo é revisar e sintetizar as evidências científicas sobre os impactos fisiológicos do ciclismo nos sistemas cardiovascular, pulmonar, musculoesquelético e metabólico.

SISTEMA CARDIOVASCULAR

Impacto do ciclismo na fisiologia cardíaca e capacidade aeróbica

O ciclismo estimula aumentos na frequência cardíaca (FC), no volume sistólico (VS) e no débito cardíaco (DC). Durante a prática, essas respostas hemodinâmicas acompanham o aumento da demanda metabólica e da necessidade de oferta de oxigênio aos tecidos.

Implicação prática: Essa diferença provavelmente reflete o maior recrutamento de massa muscular e a posição corporal mais vertical no remo, que favorece o retorno venoso e a pré-carga cardíaca. Para praticantes de ciclismo, a combinação com exercícios que envolvam maior massa muscular pode potencializar as adaptações cardíacas.

O ciclismo exerce papel importante na variação do volume sistólico (VSV) durante o início do exercício. O débito cardíaco aumenta rapidamente devido à elevação da FC e do VS.

A VSV é influenciada pela frequência respiratória e pelo volume corrente, especialmente nos primeiros segundos do exercício. A coordenação entre respiração e função cardíaca é essencial para otimizar o desempenho cardiovascular durante o ciclismo.

O ciclismo com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) surge como alternativa promissora para melhorar a função muscular e a capacidade aeróbica. A RFS durante o ciclismo reduz o fluxo sanguíneo e a saturação de oxigênio nos tecidos, aumentando o estresse metabólico (Kilgas et al., 2022). A RFS em pressões moderadas pode ser uma alternativa viável ao exercício aeróbico de alta intensidade para indivíduos que não toleram cargas elevadas.

A frequência cardíaca em repouso (FCR) é um importante indicador da saúde cardiovascular. O treinamento regular de ciclismo reduz a FCR de forma significativa. Reimers, Knapp e Reimers (2018) realizaram uma meta-análise de estudos intervencionais e concluíram que diferentes tipos de exercícios, incluindo o ciclismo, resultam em diminuição da FCR.

A intensidade do treinamento modula a FCR de maneira crucial. Alansare et al. (2018) compararam o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) com o treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT) em adultos fisicamente inativos. Ambos os protocolos melhoraram a variabilidade da frequência cardíaca (HRV), mas o HIIT mostrou-se superior.

O estado de exaustão durante o ciclismo influencia a FCR e a modulação autonômica cardíaca. A intensidade do exercício e o período de recuperação interferem na variabilidade da frequência cardíaca, especialmente após esforços intensos.

Regulação do acoplamento excitação-contração e cinética de pontes cruzadas

O ciclismo influencia a regulação do acoplamento excitação-contração no músculo cardíaco. Essa regulação afeta a cinética de ciclagem de pontes cruzadas. A eficiência e a capacidade de contração muscular dependem desses processos.

A contratilidade cardíaca é regulada por mudanças na concentração intracelular de cálcio ($[Ca^{2+}]_i$). O influxo de sódio via canais de sódio (NaV) regula o acoplamento excitação-contração, influenciando a liberação de cálcio.

A cinética de ciclagem de pontes cruzadas é influenciada pela velocidade de contração muscular. A taxa de ciclagem aumenta durante contrações concêntricas e diminui durante

contrações excêntricas. O comprimento do músculo modula a taxa de ciclagem, com desaceleração em comprimentos musculares mais longos.

Capacidade aeróbica e diferentes protocolos de treinamento

O ciclismo com restrição de fluxo sanguíneo (BFR) melhora a função muscular e a capacidade aeróbica. O BFR aumenta o estresse metabólico e reduz o fluxo sanguíneo, comprometendo a função neuromuscular em pressões moderadas de oclusão (Kilgas et al., 2022).

O treinamento de alta intensidade e o treinamento de baixa intensidade com BFR aumentam a massa muscular, a força e a capacidade aeróbica. O treinamento de baixa intensidade com BFR (LI-BFR) pode ser tão eficaz quanto o treinamento de alta intensidade no aumento da força muscular e da massa magra das pernas.

O treinamento intervalado de sprint (SIT) e o treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT) afetam diferentemente a composição corporal e a capacidade aeróbica. O SIT mostrou reduções maiores na massa de gordura total e aumento mais significativo na capacidade aeróbica em comparação com o MICT (Higgins et al., 2016).

A capacidade aeróbica (VO_{2max}) está negativamente relacionada à economia de locomoção. A respiração mitocondrial acoplada e desacoplada desempenha papel crucial na capacidade aeróbica e na economia de ciclismo. A perna dominante possui maior capacidade aeróbica do que a perna não dominante.

Prevenção de doenças cardiovasculares

O ciclismo é amplamente recomendado para a promoção da saúde cardiovascular, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares e melhorando os fatores de risco associados (Nordengen et al., 2019).

Síntese do sistema cardiovascular

O ciclismo promove adaptações cardiovasculares robustas, incluindo redução da FCR, melhora da HRV e aumento da capacidade aeróbica. O HIIT demonstra superioridade sobre o MICT para adaptações autonômicas e composição corporal. O BFR surge como alternativa para populações que não toleram alta intensidade.

SISTEMA PULMONAR

Como o ciclismo melhora a capacidade pulmonar e a eficiência respiratória

O ciclismo aumenta a ventilação e a demanda de oxigênio durante o exercício. O treinamento regular de ciclismo melhora a capacidade aeróbica e a eficiência do uso de oxigênio (Hebisz & Hebisz, 2024). Oito semanas de treino intervalado de sprint, alta intensidade e endurance aumentaram o $VO_{2\text{máx}}$ e a ventilação pulmonar máxima ($VE_{\text{máx}}$) em ciclistas treinadas.

O treinamento de endurance mais intenso melhora a difusão pulmonar de gases. Dridi et al. (2021) demonstraram aumento da capacidade de difusão pulmonar (TLCO) em jovens atletas, com aumento do volume de sangue capilar pulmonar e da capacidade da membrana alvéolo-capilar.

O treino específico de músculos respiratórios potencializa os benefícios do ciclismo. Em ciclistas, esse tipo de treinamento pode aumentar a ventilação voluntária máxima e favorecer maior volume corrente durante esforços de alta intensidade.

Diferenças entre modalidades de ciclismo na demanda ventilatória

O ciclismo concêntrico convencional gera alta demanda ventilatória para uma determinada carga (Nahmias et al., 2021). O ciclismo excêntrico produz menor consumo de oxigênio e menor ventilação para a mesma carga mecânica, reduzindo a dispneia em pacientes com DPOC.

Implicação prática: O ciclismo excêntrico representa estratégia promissora para reabilitação pulmonar, permitindo maior carga mecânica com menor estresse ventilatório.

Benefícios do ciclismo em populações com doenças respiratórias

Programas de treinamento com ciclismo melhoram a tolerância ao exercício em pacientes com DPOC. Neunhaeuser et al. (2020) demonstraram aumento do consumo de oxigênio e redução da dispneia, com melhora significativa da qualidade de vida, mesmo sem grandes mudanças nas provas espirométricas clássicas.

Em pacientes com fibrose pulmonar intersticial, o treino com cicloergômetro aumentou a ventilação e o volume corrente no esforço máximo, melhorando a sensação de falta de ar (Essam et al., 2022). Indivíduos treinados em endurance apresentam maior ventilação voluntária máxima do que indivíduos treinados em força.

Ciclismo e controle da dispneia

O ciclismo excêntrico em pacientes com DPOC produz a mesma carga mecânica com menor consumo de oxigênio e menor ventilação (Kammerlander et al., 2025). Em pacientes com DPOC grave, no entanto, o ciclismo excêntrico pode gerar padrão ventilatório mais hiperpneico e maior hiperinsuflação dinâmica, exigindo cautela.

Intervenções para reduzir a dispneia durante o ciclismo

O treino de músculos inspiratórios associado ao ciclismo melhora a força e a endurance dos músculos respiratórios, podendo reduzir a dispneia na vida diária e aumentar o tempo de ciclismo em carga constante.

A ventilação não invasiva de alta intensidade (HI-NIV) durante o treino em cicloergômetro pode melhorar a dispneia em DPOC muito grave. O oxigênio suplementar durante o ciclismo aumenta o tempo de exercício e a eficiência ventilatória em DPOC moderada.

Situações que podem piorar a dispneia durante o ciclismo

O uso de máscara de treino "altitude" (resistiva) durante o ciclismo aumenta a dispneia em indivíduos saudáveis. A pressão expiratória positiva (EPAP) durante o ciclismo em DPOC aumenta a dispneia e a assincronia tóraco-abdominal.

7

Percepção da dispneia versus demanda ventilatória

Em crianças e mulheres com obesidade, a percepção de falta de ar é maior para o mesmo nível de ventilação durante o ciclismo. Mudanças na sensação respiratória podem ocorrer sem alterações importantes nas variáveis ventilatórias.

Síntese do sistema pulmonar

O ciclismo melhora a função pulmonar por mecanismos ventilatórios, de difusão e de eficiência muscular respiratória. Em populações com doenças respiratórias crônicas, o ciclismo excêntrico e o treino de músculos inspiratórios representam estratégias promissoras. A dispneia é determinada não apenas pela demanda ventilatória, mas também por componentes perceptivos e afetivos.

SISTEMA MÚSCULOESQUELÉTICO

Grupos musculares mais ativados durante o ciclismo

O ciclismo recruta predominantemente os músculos dos membros inferiores. O quadríceps femoral (especialmente o vasto lateral), o reto femoral, o bíceps femoral, o glúteo máximo e os gastrocnêmios são os mais ativados (Jurasz et al., 2022).

O reto femoral e o bíceps femoral, por serem biarticulares, ajudam a transferir energia entre o quadril e o joelho e controlam a direção da força no pedal (Pouliquen et al., 2021). O glúteo máximo tem sua ativação aumentada em cargas altas.

Os gastrocnêmios e o tibial anterior contribuem para a potência e a estabilização do tornozelo, sendo os gastrocnêmios menos afetados pelo aumento de potência do que outros músculos (Pouliquen et al., 2021).

Padrões de ativação muscular com o aumento da carga

A partir de aproximadamente 70% da potência aeróbia máxima, ocorre aumento significativo da ativação do reto femoral, bíceps femoral, glúteo máximo e tibial anterior, com ativação começando mais cedo no ciclo do pedal (Pouliquen et al., 2021). A saturação de oxigênio muscular (SmO_2) tende a cair no vasto lateral e no bíceps femoral.

Tabela 1: Diferenças entre músculos de potência e músculos estabilizadores

Função no ciclismo	Músculos principais	Resposta típica em teste incremental
Potência na pedalada	Vasto lateral, bíceps femoral	Grande aumento de ativação, queda de oxigenação
Estabilização	Gastrocnêmio anterior, tibial medial	Aumento de EMG menor, oxigenação mais estável

Fonte: Jurasz et al. (2022).

Tipos de fibras musculares e adaptações ao ciclismo

Atletas de endurance apresentam alta proporção de fibras tipo I (lentas, oxidativas), enquanto ciclistas de sprint apresentam maior proporção de fibras tipo II (rápidas, glicolíticas) (Plotkin et al., 2021).

O treino de endurance em bicicleta aumenta a capacidade oxidativa das fibras tipo I, com aumento da atividade da succinato desidrogenase e da capilarização (Hendrickse et al.,

2021). Treinos curtos e intensos (sprint intervalado) recrutam fortemente as fibras tipo II, promovendo adaptações proteômicas nessas fibras.

Mecanismos moleculares no músculo durante o ciclismo

Uma única sessão de ciclismo (40 minutos a 70% do VO_{2max}) ativa programas regulatórios específicos de genes, com centenas de fatores de transcrição modulando mais de 2.000 genes.

O ciclismo com glicogênio muscular baixo altera o uso de combustível, com aumento do uso de ácidos graxos conjugados à carnitina, especialmente em fibras tipo I, associado a menor sinalização anabólica via mTORC1.

Fadiga neuromuscular durante e após o ciclismo

Durante o ciclismo incremental, a fadiga neuromuscular se manifesta pelo aumento quase linear da atividade EMG e da percepção de esforço (Jurasz et al., 2022). Após sessões intensas, ocorre redução da força máxima voluntária do quadríceps (10% a 40%) e elevação da dor muscular.

Homens e mulheres apresentam fadiga periférica semelhante, com diferenças pequenas que não justificam estratégias de treino totalmente diferentes.

Compatibilidade entre ciclismo e treino de força

Acrescentar ciclismo de endurance a praticantes de musculação aumenta a capacidade oxidativa e a capilarização, sem perda de força ou área de secção transversal do quadríceps (Hendrickse et al., 2021).

Uma meta-análise mostrou que combinar treino aeróbio e de força não prejudica a hipertrofia muscular global. A interferência negativa observada com a corrida não aparece quando o aeróbio é ciclismo (Lundberg et al., 2022).

Implicação prática: O ciclismo é preferível à corrida como componente aeróbio em programas de treino concorrente quando o objetivo é maximizar a hipertrofia de fibras tipo I.

Diferenças entre ciclistas de endurance e sprint

O desempenho em sprints de bicicleta depende da potência muscular máxima cíclica, limitada pela área de secção transversal muscular, composição de fibras (mais tipo II) e

coordenação neuromuscular (Douglas et al., 2021). Ciclistas de sprint apresentam músculos dos membros inferiores mais volumosos do que atletas de endurance.

Ciclismo e saúde óssea

O ciclismo apresenta um impacto negativo sobre a saúde óssea. Ciclistas de estrada de elite apresentam alta prevalência de baixa densidade mineral óssea (DMO), especialmente na coluna lombar e no quadril (Hilken et al., 2022).

Uma única temporada profissional já leva a reduções significativas da DMO em pernas, tronco, costelas e pelve (Martínez-Noguera et al., 2023). Em jovens atletas, ciclistas apresentam DMO mais baixa do que outros esportistas de alto impacto.

Em mulheres ciclistas de elite, além da baixa DMO, ocorre microarquitetura óssea prejudicada, com cortical mais fina e trabéculas reduzidas (Proia et al., 2021).

Tabela 2: Comparações entre diferentes tipos de ciclistas

Grupo comparado			Resultado principal sobre os ossos
Ciclistas competitivos	vs.	corredores	Corredores com DMO maior em quadril e tíbia
Ciclistas de estrada	vs.	montanha	Ambos com DMO lombar menor que controles; semelhantes entre si
Profissionais de estrada	vs.	amadores	Profissionais com menor DMO, menor conteúdo mineral e menor massa magra

Fonte: Chen et al. (2021).

Por que o ciclismo prejudica a saúde óssea?

O ciclismo é um esporte não impactante e não suportado pelo peso corporal, oferecendo pouca carga mecânica sobre o esqueleto, essencial para a formação e manutenção óssea (Hilken et al., 2022).

Fatores associados à baixa DMO incluem baixo IMC, baixa atividade física específica para os ossos, maior incidência de fraturas e provável baixa disponibilidade energética (Hilken et al., 2022).

Como proteger os ossos de ciclistas

O treino de força, os exercícios pliométricos (saltos), a vibração de corpo inteiro e os saltos combinados com colágeno podem melhorar ou preservar a DMO, especialmente no fêmur e pescoço femoral (Florvåg et al., 2025).

Síntese do sistema musculoesquelético

O ciclismo recruta predominantemente músculos dos membros inferiores, com adaptações específicas conforme a especialidade (endurance vs. sprint). A compatibilidade com treino de força é excelente. O principal efeito adverso é a redução da DMO, exigindo a incorporação de exercícios de impacto e treino de resistência.

SISTEMA METABÓLICO

Como o ciclismo afeta o uso de combustíveis e o gasto energético

Durante o ciclismo, o corpo produz ATP usando carboidratos (glicogênio e glicose) e gorduras. A mistura desses combustíveis muda conforme intensidade, duração, sexo, idade, dieta e suplementos.

Em exercícios prolongados de intensidade moderada, ocorre equilíbrio entre o uso de carboidratos e gorduras, ajudando a manter a glicemia e poupar glicogênio. Com o aumento da intensidade, a dependência de carboidratos cresce e a oxidação de gordura diminui.

11

Tabela 3: Fatores que modificam a oxidação de substratos no ciclismo

Fator	Efeito principal no ciclismo submáximo
Maior duração do exercício	Diminuição do RER* → maior oxidação de gordura
Maior intensidade do exercício	Aumento do RER → maior oxidação de carboidratos
Sexo masculino	Maior uso de carboidratos, menor uso de gordura
Dieta rica em carboidratos	Maior utilização de carboidratos
Déficit de energia por exercício (jejum)	Aumento da oxidação de gordura

*RER = Razão de Intercâmbio Respiratório

Fonte: Rothschild et al. (2022).

Efeitos da suplementação e da nutrição no metabolismo do ciclismo

A cafeína (aproximadamente 3 mg/kg) aumenta a oxidação de gordura durante o exercício contínuo na intensidade de máxima oxidação de gordura (Fatmax), reduzindo o uso de carboidratos sem alterar o gasto energético total (Ruíz-Moreno et al., 2020).

Em uma hora de ciclismo autorregulado, a cafeína aumenta a potência escolhida e o gasto energético total, sem alterar a proporção entre gorduras e carboidratos.

A ingestão de proteína antes do exercício (até 40 g) não reduz a oxidação de gordura. Em idosos, o aumento da carnitina muscular elevou em aproximadamente 20% a oxidação de gordura.

Adaptações metabólicas com o treino de ciclismo

O treino de endurance em ciclistas de elite está associado a maior capacidade mitocondrial e melhor capacidade de oxidar gorduras (San-Millán et al., 2020).

Efeitos do ciclismo no controle glicêmico e na resistência à insulina

O ciclismo melhora o controle glicêmico em pessoas com diabetes tipo 2. Uma meta-análise mostrou que o ciclismo apresentou o melhor desempenho para reduzir a glicemia de jejum e melhorar os índices de resistência à insulina (Pan et al., 2025).

O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) não sustentado, realizado em ergômetros de remo e bicicleta três vezes por semana durante oito semanas, aumentou a sensibilidade à insulina em aproximadamente 30% a 40% em homens com diabetes tipo 2 (Petersen et al., 2022).

Tabela 4: Efeitos de diferentes formatos de ciclismo na glicemia

Situação / População	Efeito principal na glicose
Sessão de ciclismo em diabetes tipo 1	Queda média de ~2,7 mmol/L durante o exercício
Ciclismo contínuo ou intervalado em diabetes tipo 2	Redução da glicemia de jejum e melhora do HOMA-IR
Jejum + ciclismo em adultos com sobrepeso	Melhora da resposta glicêmica no dia seguinte

Fonte: Eckstein et al. (2022).

Ciclismo em pré-diabetes e indivíduos saudáveis

Em indivíduos com pré-diabetes, os exercícios aeróbios (incluindo ciclismo) melhoram a HbA_{1c}, o HOMA-IR e a glicemia de jejum (Huang, Fang & Tang, 2021).

Em adultos com sobrepeso, 60 minutos de ciclismo na intensidade do limiar de lactato melhoraram a resposta glicêmica e a resposta da insulina no dia seguinte (Tee et al., 2024).

Particularidades no diabetes tipo 1 e em atletas de endurance

Em indivíduos com diabetes tipo 1, a queda de glicemia é menor com o ciclismo do que com a corrida, oferecendo maior segurança contra hipoglicemia (Eckstein et al., 2022).

Em atletas de endurance, três horas de ciclismo contínuo e intenso podem reduzir a tolerância à glicose e a sensibilidade à insulina no dia seguinte — um cenário específico de treino extremo.

Síntese do sistema metabólico

O ciclismo modula o metabolismo energético de forma intensidade-dependente. Clinicamente, é particularmente eficaz para melhorar o controle glicêmico e reduzir a resistência à insulina em diabetes tipo 2, pré-diabetes e obesidade, com vantagens de segurança em diabetes tipo 1.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Síntese dos principais achados

Esta revisão sintetizou as evidências científicas sobre os impactos do ciclismo nos sistemas cardiovascular, pulmonar, musculoesquelético e metabólico.

No sistema cardiovascular, o ciclismo melhora a função cardíaca, reduz a frequência cardíaca em repouso e aumenta a variabilidade da frequência cardíaca. O HIIT mostra-se superior ao MICT para adaptações autonômicas e composição corporal. O BFR surge como alternativa para indivíduos que não toleram alta intensidade.

No sistema pulmonar, o ciclismo melhora a capacidade ventilatória, a difusão pulmonar de gases e a eficiência dos músculos respiratórios. Em populações com DPOC e fibrose pulmonar, o ciclismo reduz a dispneia e melhora a qualidade de vida.

No sistema musculoesquelético, o ciclismo combinado com treino de força não prejudica a hipertrofia muscular. O ciclismo isolado, no entanto, prejudica a saúde óssea, exigindo a incorporação de exercícios de impacto e treino de força para proteção óssea.

No sistema metabólico, o ciclismo melhora o controle glicêmico e reduz a resistência à insulina em diabetes tipo 2, pré-diabetes, sobrepeso e obesidade.

Implicações para a prática

O ciclismo é uma atividade física acessível, de baixo impacto e com excelente relação custo-benefício para a promoção da saúde cardiovascular, pulmonar, musculoesquelética e metabólica. Ciclistas devem incorporar treino de força e exercícios de impacto para proteger a saúde óssea.

Fechamento

O ciclismo é uma ferramenta poderosa para a promoção da saúde nos sistemas de suporte e metabolismo. Os benefícios superam amplamente os riscos, desde que praticado com segurança e recuperação adequada.

REFERÊNCIAS

1. ALANSARE, A. et al. The Effects of High-Intensity Interval Training vs. Moderate-Intensity Continuous Training on Heart Rate Variability in Physically Inactive Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 15, n. 7, p. 1508, 2018.
2. CHEN, Z. et al. Site-Specific Bone Differences and Energy Status in Male Competitive Runners and Road Cyclists. *Journal of Clinical Densitometry*, v. 25, n. 2, p. 187-196, 2021.
3. DOUGLAS, J.; ROSS, A.; MARTIN, J. Maximal muscular power: lessons from sprint cycling. *Sports Medicine - Open*, v. 7, n. 1, p. 48, 2021.
4. DRIDI, R. et al. Effects of Endurance Training Intensity on Pulmonary Diffusing Capacity at Rest and after Maximal Aerobic Exercise in Young Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 23, p. 12359, 2021.
5. ECKSTEIN, M. et al. Blood glucose response to running or cycling in individuals with type 1 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Diabetic Medicine*, v. 40, n. 3, e14981, 2022.
6. ESSAM, H. et al. Effects of different exercise training programs on the functional performance in fibrosing interstitial lung diseases: A randomized trial. *PLoS ONE*, v. 17, n. 6, e0268589, 2022.
7. FLORVÅG, A. et al. Exercise interventions to improve bone mineral density in athletes participating in low-impact sports: a scoping review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 26, n. 1, p. 245, 2025.

8. HEBISZ, R.; HEBISZ, P. Greater improvement in aerobic capacity after a polarized training program including cycling interval training at low cadence (50-70 RPM) than freely chosen cadence (above 80 RPM). *PLoS ONE*, v. 19, n. 10, e0311833, 2024.
9. HENDRICKSE, P. et al. Endurance training-induced increase in muscle oxidative capacity without loss of muscle mass in younger and older resistance-trained men. *European Journal of Applied Physiology*, v. 121, n. 11, p. 3161-3172, 2021.
10. HIGGINS, S. et al. Sprint interval and moderate-intensity cycling training differentially affect adiposity and aerobic capacity in overweight young-adult women. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 41, n. 11, p. 1177-1183, 2016.
11. HILKENS, L. et al. Low Bone Mineral Density and Associated Risk Factors in Elite Cyclists at Different Stages of a Professional Cycling Career. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 55, n. 5, p. 957-965, 2022.
12. HUANG, L.; FANG, Y.; TANG, L. Comparisons of different exercise interventions on glycemic control and insulin resistance in prediabetes: a network meta-analysis. *BMC Endocrine Disorders*, v. 21, n. 1, p. 112, 2021.
13. JURASZ, M. et al. Neuromuscular Fatigue Responses of Endurance- and Strength-Trained Athletes during Incremental Cycling Exercise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 14, p. 8839, 2022.
14. KAMMERLANDER, A. et al. Effect of Eccentric Cycling on Oxygen Uptake and Hemodynamics in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized Controlled Crossover Trial. *Respiration*, v. 104, n. 8, p. 637-647, 2025.
15. KILGAS, M. et al. Physiological Responses to Acute Cycling With Blood Flow Restriction. *Frontiers in Physiology*, v. 13, p. 800155, 2022.
16. LUNDBERG, T. et al. The Effects of Concurrent Aerobic and Strength Training on Muscle Fiber Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, v. 52, n. 10, p. 2391-2403, 2022.
17. MARTÍNEZ-NOGUERA, F. et al. One Season in Professional Cycling Is Enough to Negatively Affect Bone Health. *Nutrients*, v. 15, n. 16, p. 3632, 2023.
18. NAHMIAS, O. et al. Ventilatory adaptation during eccentric cycling in patients with severe COPD: potential implications for exercise training. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, v. 294, p. 103706, 2021.
19. NEUNHAEUSERER, D. et al. Impact of exercise training and supplemental oxygen on submaximal exercise performance in patients with COPD. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 31, n. 3, p. 710-719, 2020.
20. NORDENG, S. et al. Cycling is associated with a lower incidence of cardiovascular diseases and death: Part 1 - systematic review of cohort studies with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, v. 53, n. 14, p. 870-878, 2019.

21. PAN, Y. et al. Effect of nine different exercise interventions on insulin sensitivity in diabetic patients: a systematic review and mesh meta-analysis. *Frontiers in Endocrinology*, v. 16, p. 1409474, 2025.
22. PETERSEN, M. et al. High-intensity interval training combining rowing and cycling efficiently improves insulin sensitivity, body composition and VO₂max in men with obesity and type 2 diabetes. *Frontiers in Endocrinology*, v. 13, p. 1032235, 2022.
23. PLOTKIN, D. et al. Muscle Fiber Type Transitions with Exercise Training: Shifting Perspectives. *Sports*, v. 9, n. 9, p. 127, 2021.
24. POULIQUEN, C. et al. Impact of Power Output on Muscle Activation and 3D Kinematics During an Incremental Test to Exhaustion in Professional Cyclists. *Frontiers in Sports and Active Living*, v. 2, p. 516911, 2021.
25. PROIA, P. et al. The Impact of Diet and Physical Activity on Bone Health in Children and Adolescents. *Frontiers in Endocrinology*, v. 12, p. 704647, 2021.
26. REIMERS, A.; KNAPP, G.; REIMERS, C. Effects of Exercise on the Resting Heart Rate: A Systematic Review and Meta-Analysis of Interventional Studies. *Journal of Clinical Medicine*, v. 7, n. 12, p. 503, 2018.
27. ROTHCHILD, J. et al. Factors Influencing Substrate Oxidation During Submaximal Cycling: A Modelling Analysis. *Sports Medicine*, v. 52, n. 11, p. 2775-2795, 2022.
28. RUÍZ-MORENO, C. et al. Caffeine increases whole-body fat oxidation during 1 h of cycling at Fatmax. *European Journal of Nutrition*, v. 60, n. 4, p. 2077-2085, 2020.
29. SAN-MILLÁN, I. et al. Metabolomics of Endurance Capacity in World Tour Professional Cyclists. *Frontiers in Physiology*, v. 11, p. 578, 2020.
30. TEE, C. et al. Effects of exercise modality combined with moderate hypoxia on blood glucose regulation in adults with overweight. *Frontiers in Physiology*, v. 15, p. 1396108, 2024.