



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

MARCOS VINÍCIUS SILVA ANTUNES

NATHAN ROCHA DE OLIVEIRA

# Benefícios dos Exercícios Físicos no Controle da Diabetes Tipo II: Uma Revisão Integrativa

Trabalho de conclusão de curso, realizado no curso de graduação bacharelado em educação física na universidade de Brasília.

Orientador: Professor. DR. Ricardo Jacó Oliveira

BRASÍLIA

2024

# **Benefícios dos Exercícios Físicos no Controle da Diabetes Tipo II: Uma Revisão Integrativa**

Marcos Vinícius Silva Antunes<sup>1</sup>, Nathan Rocha de Oliveira<sup>2</sup>

## **Resumo**

Este artigo de revisão integrativa explora os benefícios dos exercícios físicos no controle da diabetes tipo II, destacando a eficácia dos exercícios aeróbicos e anaeróbicos no controle glicêmico e outros marcadores de saúde. Através de uma análise detalhada de estudos recentes, o artigo oferece uma visão abrangente sobre como diferentes tipos de atividade física podem ser utilizados para melhorar a saúde dos diabéticos tipo II. As recomendações práticas fornecem diretrizes baseadas em evidências para pesquisadores e alunos interessados no tema, promovendo uma abordagem informada e eficaz para o manejo da diabetes tipo II.

**Palavras-chave: diabetes tipo II, controle glicêmico, exercício aeróbico, "exercício anaeróbico".**

## **Introdução**

A diabetes mellitus tipo II (DM2) é uma doença metabólica caracterizada pela hiperglicemia crônica resultante de defeitos na secreção de insulina, na ação da insulina ou em ambos. A DM2 é a forma mais comum de diabetes, representando cerca de 90-95% dos casos de diabetes em todo o mundo. A prevalência da DM2 tem aumentado significativamente nas últimas décadas, em grande parte devido ao aumento da obesidade, sedentarismo e envelhecimento da população (American Diabetes Association, 2014).

A DM2 é uma condição complexa e multifatorial, influenciada por fatores genéticos, ambientais e comportamentais. A resistência à insulina, uma característica central da DM2, ocorre quando as células do corpo não respondem adequadamente à insulina, resultando em níveis elevados de glicose no sangue. Com o tempo, a hiperglicemia crônica pode levar a complicações graves, incluindo doenças cardiovasculares, neuropatia, nefropatia e retinopatia (DeFronzo et al., 2015).

O controle eficaz da DM2 é crucial para prevenir ou retardar a progressão das complicações associadas à doença. O manejo da DM2 geralmente envolve uma combinação de

intervenções farmacológicas e não farmacológicas. Entre as intervenções não farmacológicas, a atividade física desempenha um papel fundamental no controle glicêmico e na melhoria geral da saúde dos indivíduos com DM2 (Colberg et al., 2016).

A atividade física regular tem sido amplamente reconhecida como uma estratégia eficaz para melhorar a sensibilidade à insulina, reduzir os níveis de glicose no sangue e promover a perda de peso. Além disso, a prática regular de exercícios físicos pode melhorar a saúde cardiovascular, reduzir a pressão arterial, melhorar o perfil lipídico e aumentar o bem-estar psicológico (Sigal et al., 2006).

O objetivo deste artigo de revisão integrativa foi explorar os benefícios dos exercícios físicos no controle da diabetes tipo II, com foco na eficácia dos exercícios aeróbicos e anaeróbicos no controle glicêmico e outros marcadores de saúde. Através de uma análise detalhada de estudos recentes, este artigo visa fornecer uma visão abrangente sobre como diferentes tipos de atividade física podem ser utilizados para melhorar a saúde dos indivíduos com DM2. Além disso, serão apresentadas recomendações práticas baseadas em evidências para orientar pesquisadores e alunos interessados no tema.

## **Metodologia**

Para realizar esta revisão integrativa, foram seguidos os seguintes passos metodológicos:

1. Definição da Questão de Pesquisa: A questão central da revisão foi: "Quais são os benefícios dos exercícios físicos no controle da diabetes tipo II?"
2. Critérios de Inclusão e Exclusão: Foram incluídos estudos publicados entre 2000 e 2024, em inglês e português, que investigaram os efeitos dos exercícios aeróbicos e anaeróbicos no controle glicêmico e outros marcadores de saúde em indivíduos com diabetes tipo II. Estudos que não abordaram diretamente a questão de pesquisa ou que envolveram populações com outras formas de diabetes foram excluídos.
3. Fontes de Dados: As bases de dados utilizadas para a pesquisa foram PubMed, Scopus, Web of Science e Google Scholar.
4. Termos de Pesquisa: Os termos de pesquisa incluíram "diabetes tipo II", "controle glicêmico", "exercício aeróbico" e "exercício anaeróbico".

5. Seleção dos Estudos: A seleção dos estudos foi realizada em duas etapas. Primeiro, os títulos e resumos foram avaliados para verificar a relevância. Em seguida, os textos completos dos estudos selecionados foram revisados para confirmar a elegibilidade.

6. Análise dos Dados: Os dados dos estudos incluídos foram extraídos e sintetizados qualitativamente. As principais variáveis analisadas incluíram os tipos de exercícios, a frequência, a duração, a intensidade, os resultados no controle glicêmico e outros marcadores de saúde.

## **Discussão**

### **Definição e Epidemiologia da Diabetes Tipo II**

A DM2 é definida como uma condição crônica caracterizada por hiperglicemia devido à resistência à insulina e/ou deficiência relativa de insulina. A resistência à insulina é um estado em que as células do corpo, particularmente as células musculares, adiposas e hepáticas, não respondem adequadamente à insulina, resultando em níveis elevados de glicose no sangue. A deficiência relativa de insulina ocorre quando as células beta do pâncreas não conseguem compensar a resistência à insulina com a produção adequada de insulina (Kahn et al., 2014).

A epidemiologia da DM2 mostra um aumento alarmante na prevalência global da doença. De acordo com a Federação Internacional de Diabetes (IDF), estima-se que 463 milhões de adultos viviam com diabetes em 2019, e esse número deve aumentar para 700 milhões até 2045. A DM2 é mais prevalente em países de baixa e média renda, onde a urbanização rápida, mudanças no estilo de vida e dietas pouco saudáveis têm contribuído para o aumento da obesidade e do sedentarismo (IDF Diabetes Atlas, 2019).

### **Mecanismos Fisiológicos da Diabetes Tipo II**

Os mecanismos fisiológicos subjacentes à DM2 são complexos e envolvem múltiplos fatores. A resistência à insulina é um dos principais mecanismos, onde as células do corpo não respondem adequadamente à insulina, resultando em hiperglicemia. A resistência à insulina é frequentemente associada à obesidade, particularmente à gordura visceral, que libera ácidos graxos livres e citocinas inflamatórias que interferem na sinalização da insulina (Hotamisligil, 2006).

Além da resistência à insulina, a disfunção das células beta do pâncreas também desempenha um papel crucial na patogênese da DM2. As células beta são responsáveis pela

produção e secreção de insulina. Na DM2, essas células podem se tornar disfuncionais devido a fatores genéticos, estresse oxidativo, inflamação crônica e deposição de amiloide (Prentki & Nolan, 2006).

## **Impacto da Atividade Física no Controle da Diabetes Tipo II**

A atividade física é uma intervenção não farmacológica essencial no manejo da DM2. Diversos estudos têm demonstrado que a prática regular de exercícios físicos pode melhorar significativamente o controle glicêmico e reduzir o risco de complicações associadas à DM2 (Colberg et al., 2010).

Os mecanismos pelos quais a atividade física melhora o controle glicêmico incluem o aumento da sensibilidade à insulina, a melhoria da captação de glicose pelos músculos esqueléticos e a redução da gordura corporal. Além disso, a atividade física pode melhorar a função cardiovascular, reduzir a pressão arterial, melhorar o perfil lipídico e aumentar o bem-estar psicológico (Sigal et al., 2006).

## **Exercício Aeróbico e Diabetes Tipo II**

### **Definição e Exemplos de Exercícios Aeróbicos**

O exercício aeróbico, também conhecido como exercício cardiovascular, é qualquer atividade física que utiliza grandes grupos musculares, é rítmica por natureza e pode ser mantida continuamente. Este tipo de exercício aumenta a frequência cardíaca e a capacidade do corpo de utilizar oxigênio de forma eficiente. Exemplos comuns de exercícios aeróbicos incluem caminhar, correr, andar de bicicleta, nadar, dançar e praticar esportes como futebol e basquete (Garber et al., 2011).

Os exercícios aeróbicos são classificados pela intensidade, que pode ser leve, moderada ou vigorosa. A intensidade do exercício é geralmente medida pela frequência cardíaca ou pela percepção subjetiva de esforço. Exercícios de intensidade moderada incluem atividades como caminhar rapidamente ou andar de bicicleta em terreno plano, enquanto exercícios de intensidade vigorosa incluem correr ou andar de bicicleta em subidas (Haskell et al., 2007).

### **Efeitos do Exercício Aeróbico no Controle Glicêmico**

Diversos estudos têm demonstrado que o exercício aeróbico regular pode melhorar significativamente o controle glicêmico em indivíduos com diabetes tipo II. A prática regular de exercícios aeróbicos aumenta a sensibilidade à insulina, melhora a captação de glicose pelos músculos esqueléticos e reduz os níveis de glicose no sangue (Colberg et al., 2010).

### **Mecanismos de Ação**

Os mecanismos pelos quais o exercício aeróbico melhora o controle glicêmico incluem.

**Aumento da Sensibilidade à Insulina:** O exercício aeróbico aumenta a sensibilidade das células musculares à insulina, permitindo uma captação mais eficiente da glicose do sangue. Isso ocorre devido ao aumento da translocação dos transportadores de glicose (GLUT4) para a membrana celular durante e após o exercício (Holloszy, 2005).

**Melhoria da Captação de Glicose pelos Músculos:** Durante o exercício aeróbico, os músculos esqueléticos aumentam a captação de glicose para atender às demandas energéticas. Este efeito persiste por várias horas após o exercício, contribuindo para a redução dos níveis de glicose no sangue (Richter & Hargreaves, 2013).

**Redução da Gordura Corporal:** A prática regular de exercícios aeróbicos pode levar à perda de peso e à redução da gordura corporal, particularmente da gordura visceral. A redução da gordura visceral está associada a uma melhora na sensibilidade à insulina e a uma diminuição da inflamação crônica, ambos fatores importantes no controle da diabetes tipo II (Ross et al., 2000).

### **Estudos de Caso e Evidências Científicas**

#### **Estudo 1: Efeitos do Exercício Aeróbico em Pacientes com Diabetes Tipo II**

Um estudo conduzido por Sigal et al. (2007) investigou os efeitos do exercício aeróbico em pacientes com diabetes tipo II. O estudo incluiu 251 participantes que foram randomizados para um dos três grupos: exercício aeróbico, exercício de resistência ou uma combinação de ambos. Os participantes do grupo de exercício aeróbico realizaram atividades como caminhar e andar de bicicleta por 150 minutos por semana.

Os resultados mostraram que o grupo de exercício aeróbico apresentou uma redução significativa na hemoglobina glicada (HbA1c) em comparação com o grupo controle. Além disso, houve melhorias na sensibilidade à insulina e na composição corporal, com uma redução na gordura visceral (Sigal et al., 2007).

#### **Estudo 2: Caminhada Rápida e Controle Glicêmico**

Outro estudo realizado por Cuff et al. (2003) examinou os efeitos da caminhada rápida no controle glicêmico de mulheres pós-menopáusicas com diabetes tipo II. As participantes foram instruídas a caminhar rapidamente por 45 minutos, três vezes por semana, durante 16 semanas.

Os resultados indicaram uma redução significativa nos níveis de glicose em jejum e na HbA1c. Além disso, houve uma melhora na capacidade aeróbica e uma redução na circunferência da cintura, indicando uma diminuição da gordura visceral (Cuff et al., 2003).

### **Estudo 3: Exercício Aeróbico e Marcadores Inflamatórios**

Um estudo conduzido por Balducci et al. (2010) investigou os efeitos do exercício aeróbico em marcadores inflamatórios em pacientes com diabetes tipo II. Os participantes realizaram exercícios aeróbicos de intensidade moderada, como caminhar e andar de bicicleta, por 150 minutos por semana durante 12 meses.

Os resultados mostraram uma redução significativa nos níveis de marcadores inflamatórios, como a proteína C-reativa (PCR) e a interleucina-6 (IL-6). Além disso, houve uma melhora no controle glicêmico e na sensibilidade à insulina (Balducci et al., 2010).

### **Considerações Práticas**

Para maximizar os benefícios do exercício aeróbico no controle da diabetes tipo II, é importante seguir algumas diretrizes práticas:

**Regularidade:** A prática regular de exercícios aeróbicos é essencial para obter benefícios duradouros. Recomenda-se realizar pelo menos 150 minutos de atividade aeróbica de intensidade moderada por semana, distribuídos em pelo menos três dias da semana, sem mais de dois dias consecutivos sem exercício (Colberg et al., 2016).

**Progressão Gradual:** Para indivíduos sedentários ou com limitações físicas, é importante iniciar com atividades de baixa intensidade e aumentar gradualmente a duração e a intensidade do exercício. Isso ajuda a prevenir lesões e a melhorar a adesão ao programa de exercícios.

**Monitoramento da Glicemia:** Indivíduos com diabetes tipo II devem monitorar seus níveis de glicose no sangue antes e após o exercício para evitar episódios de hipoglicemia. É

importante ajustar a ingestão de carboidratos e a medicação conforme necessário, em consulta com um profissional de saúde.

**Variedade de Atividades:** Incorporar uma variedade de atividades aeróbicas pode tornar o exercício mais agradável e reduzir o risco de monotonia. Caminhar, nadar, andar de bicicleta e dançar são exemplos de atividades que podem ser alternadas.

**Considerações de Segurança:** Indivíduos com complicações da diabetes, como neuropatia periférica ou doença cardiovascular, devem consultar um profissional de saúde antes de iniciar um programa de exercícios. É importante escolher atividades que minimizem o risco de lesões e monitorar quaisquer sintomas adversos durante o exercício.

## **Exercício Anaeróbico e Diabetes Tipo II**

### **Definição e Exemplos de Exercícios Anaeróbicos**

O exercício anaeróbico é uma forma de atividade física que envolve esforços de alta intensidade e curta duração, onde a demanda de energia excede a capacidade do corpo de fornecer oxigênio suficiente aos músculos. Em vez disso, a energia é produzida principalmente através de processos metabólicos anaeróbicos, como a glicólise anaeróbica. Exemplos comuns de exercícios anaeróbicos incluem levantamento de peso, sprints, treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) e exercícios de resistência (American College of Sports Medicine, 2013).

Os exercícios anaeróbicos são caracterizados por esforços intensos que duram de alguns segundos a alguns minutos, seguidos por períodos de descanso ou recuperação. Esses exercícios são eficazes para aumentar a força muscular, a potência e a massa muscular, além de melhorar a capacidade anaeróbica do corpo (Haff & Triplett, 2015).

### **Efeitos do Exercício Anaeróbico no Controle Glicêmico**

Assim como os exercícios aeróbicos, os exercícios anaeróbicos também têm demonstrado benefícios significativos no controle glicêmico em indivíduos com diabetes tipo II. A prática regular de exercícios anaeróbicos pode melhorar a sensibilidade à insulina, aumentar a captação de glicose pelos músculos e promover mudanças favoráveis na composição corporal (Ibañez et al., 2005).

### **Mecanismos de Ação**

Os mecanismos pelos quais o exercício anaeróbico melhora o controle glicêmico incluem.

**Aumento da Massa Muscular:** O exercício anaeróbico, especialmente o treinamento de resistência, promove o aumento da massa muscular. Músculos maiores têm uma maior capacidade de armazenar glicose na forma de glicogênio, o que ajuda a reduzir os níveis de glicose no sangue (Holten et al., 2004).

**Melhoria da Sensibilidade à Insulina:** O treinamento de resistência aumenta a sensibilidade à insulina nos músculos esqueléticos, facilitando a captação de glicose. Esse efeito é mediado pelo aumento da expressão e atividade dos transportadores de glicose (GLUT4) nas células musculares (Ibañez et al., 2005).

**Redução da Gordura Corporal:** O exercício anaeróbico pode contribuir para a redução da gordura corporal, particularmente da gordura visceral. A perda de gordura visceral está associada a uma melhora na sensibilidade à insulina e a uma redução da inflamação crônica, ambos fatores importantes no controle da diabetes tipo II (Davidson et al., 2009).

## **Estudos de Caso e Evidências Científicas**

### **Estudo 1: Treinamento de Resistência e Controle Glicêmico**

Um estudo conduzido por Dunstan et al. (2002) investigou os efeitos do treinamento de resistência no controle glicêmico de homens e mulheres com diabetes tipo II. Os participantes realizaram exercícios de resistência, como levantamento de peso, três vezes por semana durante seis meses.

Os resultados mostraram uma redução significativa na hemoglobina glicada (HbA1c) e nos níveis de glicose em jejum. Além disso, houve um aumento na massa muscular e uma redução na gordura corporal, indicando melhorias na composição corporal (Dunstan et al., 2002).

### **Estudo 2: Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) e Diabetes Tipo II**

Outro estudo realizado por Little et al. (2011) examinou os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) no controle glicêmico de indivíduos com diabetes tipo II. Os participantes realizaram sessões de HIIT, que consistiam em sprints de alta intensidade seguidos por períodos de recuperação, três vezes por semana durante duas semanas.

Os resultados indicaram uma melhora significativa na sensibilidade à insulina e uma redução nos níveis de glicose no sangue. Além disso, o HIIT foi bem tolerado pelos participantes e resultou em melhorias na capacidade aeróbica (Little et al., 2011).

### **Estudo 3: Exercício Anaeróbico e Marcadores Inflamatórios**

Um estudo conduzido por Stewart et al. (2005) investigou os efeitos do treinamento de resistência em marcadores inflamatórios em mulheres idosas com diabetes tipo II. As participantes realizaram exercícios de resistência, como levantamento de peso, duas vezes por semana durante 16 semanas.

Os resultados mostraram uma redução significativa nos níveis de marcadores inflamatórios, como a proteína C-reativa (PCR) e a interleucina-6 (IL-6). Além disso, houve uma melhora no controle glicêmico e na força muscular (Stewart et al., 2005).

### **Considerações Práticas**

Para maximizar os benefícios do exercício anaeróbico no controle da diabetes tipo II, é importante seguir algumas diretrizes práticas:

**Regularidade e Frequência:** Recomenda-se realizar exercícios anaeróbicos, como treinamento de resistência, pelo menos duas a três vezes por semana. Cada sessão deve incluir exercícios para todos os principais grupos musculares, com um mínimo de 48 horas de descanso entre as sessões para permitir a recuperação muscular (Colberg et al., 2016).

**Progressão Gradual:** Para indivíduos iniciantes ou sedentários, é importante começar com cargas leves e aumentar gradualmente a intensidade e o volume do treinamento. Isso ajuda a prevenir lesões e a melhorar a adesão ao programa de exercícios.

**Supervisão Profissional:** Indivíduos com diabetes tipo II, especialmente aqueles com complicações, devem realizar exercícios anaeróbicos sob a supervisão de um profissional de saúde ou um treinador qualificado. Isso garante a execução correta dos exercícios e minimiza o risco de lesões.

**Monitoramento da Glicemia:** Assim como nos exercícios aeróbicos, é importante monitorar os níveis de glicose no sangue antes e após o exercício anaeróbico para evitar episódios de hipoglicemia. Ajustes na ingestão de carboidratos e na medicação podem ser necessários, em consulta com um profissional de saúde.

**Variedade de Exercícios:** Incorporar uma variedade de exercícios anaeróbicos pode tornar o treinamento mais interessante e reduzir o risco de monotonia. Levantamento de peso, exercícios com elásticos de resistência, treinamento funcional e HIIT são exemplos de atividades que podem ser alternadas.

## **Comparação entre Exercício Aeróbico e Anaeróbico**

### **Benefícios e Limitações de Cada Tipo de Exercício**

#### **Benefícios do Exercício Aeróbico**

**Melhoria do Controle Glicêmico:** O exercício aeróbico tem sido amplamente estudado e demonstrado como eficaz na redução dos níveis de glicose no sangue e na hemoglobina glicada (HbA1c). A prática regular de atividades como caminhar, correr e andar de bicicleta aumenta a sensibilidade à insulina e melhora a captação de glicose pelos músculos esqueléticos (Colberg et al., 2010).

**Saúde Cardiovascular:** O exercício aeróbico é conhecido por seus benefícios cardiovasculares, incluindo a redução da pressão arterial, melhoria do perfil lipídico (aumento do HDL e redução do LDL) e redução do risco de doenças cardiovasculares, que são comuns em indivíduos com diabetes tipo II (Haskell et al., 2007).

**Controle do Peso Corporal:** A prática regular de exercícios aeróbicos ajuda na perda de peso e na manutenção de um peso saudável, o que é crucial para o controle da diabetes tipo II. A redução da gordura corporal, especialmente da gordura visceral, está associada a uma melhora na sensibilidade à insulina (Ross et al., 2000).

**Bem-Estar Psicológico:** O exercício aeróbico tem efeitos positivos no bem-estar psicológico, incluindo a redução dos sintomas de depressão e ansiedade, melhoria do humor e aumento da qualidade de vida (Craft & Perna, 2004).

#### **Limitações do Exercício Aeróbico**

**Adesão a Longo Prazo:** Manter a adesão a um programa de exercícios aeróbicos pode ser desafiador para algumas pessoas, especialmente aquelas que não têm o hábito de se exercitar regularmente. A monotonia das atividades aeróbicas pode levar à desmotivação (Dishman et al., 1985).

**Impacto nas Articulações:** Atividades aeróbicas de alto impacto, como correr, podem causar estresse nas articulações, especialmente em indivíduos com excesso de peso ou com condições articulares preexistentes. Isso pode limitar a capacidade de algumas pessoas de participar de exercícios aeróbicos (Hootman et al., 2001).

#### **Benefícios do Exercício Anaeróbico**

**Aumento da Massa Muscular:** O exercício anaeróbico, especialmente o treinamento de resistência, é eficaz para aumentar a massa muscular. Músculos maiores têm uma maior capacidade de armazenar glicose na forma de glicogênio, o que ajuda a reduzir os níveis de glicose no sangue (Holten et al., 2004).

**Melhoria da Sensibilidade à Insulina:** O treinamento de resistência aumenta a sensibilidade à insulina nos músculos esqueléticos, facilitando a captação de glicose. Esse efeito é mediado pelo aumento da expressão e atividade dos transportadores de glicose (GLUT4) nas células musculares (Ibañez et al., 2005).

**Redução da Gordura Corporal:** O exercício anaeróbico pode contribuir para a redução da gordura corporal, particularmente da gordura visceral. A perda de gordura visceral está associada a uma melhora na sensibilidade à insulina e a uma redução da inflamação crônica (Davidson et al., 2009).

**Força e Funcionalidade:** O treinamento de resistência melhora a força muscular e a funcionalidade, o que é particularmente importante para indivíduos mais velhos com diabetes tipo II. Aumentar a força muscular pode melhorar a capacidade de realizar atividades diárias e reduzir o risco de quedas (Fiatarone et al., 1994).

### **Limitações do Exercício Anaeróbico**

**Risco de Lesões:** O treinamento de resistência, especialmente quando realizado com cargas pesadas ou com técnica inadequada, pode aumentar o risco de lesões musculoesqueléticas. É importante realizar esses exercícios sob a supervisão de um profissional qualificado (Haff & Triplett, 2015).

**Necessidade de Equipamentos:** Muitos exercícios anaeróbicos, como o levantamento de peso, requerem equipamentos específicos, o que pode ser uma barreira para algumas pessoas. Além disso, o acesso a academias ou a equipamentos de qualidade pode ser limitado (American College of Sports Medicine, 2013).

### **Recomendações Baseadas em Evidências**

#### **Combinação de Exercícios Aeróbicos e Anaeróbicos**

Diversos estudos sugerem que a combinação de exercícios aeróbicos e anaeróbicos pode proporcionar benefícios adicionais no controle da diabetes tipo II em comparação com a prática isolada de um único tipo de exercício (Sigal et al., 2007).

Estudo de Sigal et al. (2007): Este estudo randomizado controlado incluiu 251 participantes com diabetes tipo II, que foram divididos em três grupos: exercício aeróbico, exercício de resistência e uma combinação de ambos. Os resultados mostraram que o grupo que realizou a combinação de exercícios apresentou a maior redução na HbA1c, além de melhorias significativas na composição corporal e na sensibilidade à insulina.

Estudo de Church et al. (2010): Outro estudo randomizado controlado investigou os efeitos da combinação de exercícios aeróbicos e de resistência em 262 indivíduos com diabetes tipo II. Os participantes que realizaram a combinação de exercícios apresentaram melhorias significativas no controle glicêmico, na capacidade aeróbica e na força muscular em comparação com os grupos que realizaram apenas um tipo de exercício.

### **Diretrizes Práticas**

**Incorporação de Ambos os Tipos de Exercício:** Recomenda-se que indivíduos com diabetes tipo II incorporem tanto exercícios aeróbicos quanto anaeróbicos em seu programa de exercícios. A combinação de ambos os tipos de exercício pode maximizar os benefícios para o controle glicêmico, a composição corporal e a saúde geral (Colberg et al., 2016).

**Frequência e Duração:** A prática de pelo menos 150 minutos de atividade aeróbica de intensidade moderada por semana, distribuídos em pelo menos três dias da semana, é recomendada. Além disso, exercícios de resistência devem ser realizados pelo menos duas a três vezes por semana, envolvendo todos os principais grupos musculares (American Diabetes Association, 2018).

**Progressão Gradual:** Para indivíduos sedentários ou com limitações físicas, é importante iniciar com atividades de baixa intensidade e aumentar gradualmente a duração e a intensidade do exercício. Isso ajuda a prevenir lesões e a melhorar a adesão ao programa de exercícios.

**Monitoramento e Ajustes:** Indivíduos com diabetes tipo II devem monitorar seus níveis de glicose no sangue antes e após o exercício para evitar episódios de hipoglicemia. Ajustes na ingestão de carboidratos e na medicação podem ser necessários, em consulta com um profissional de saúde.

**Supervisão Profissional:** Realizar exercícios sob a supervisão de um profissional de saúde ou um treinador qualificado pode garantir a execução correta dos exercícios e minimizar o risco de lesões. Isso é especialmente importante para indivíduos com complicações da diabetes, como neuropatia periférica ou doença cardiovascular.

## **Outros Marcadores de Saúde e Exercício Físico**

### **Impacto no Peso Corporal**

A obesidade, especialmente a obesidade visceral, é um fator de risco significativo para o desenvolvimento e a progressão da diabetes tipo II. A prática regular de exercícios físicos, tanto aeróbicos quanto anaeróbicos, pode contribuir para a redução do peso corporal e da gordura visceral, melhorando assim o controle glicêmico e reduzindo o risco de complicações associadas à diabetes tipo II (Ross et al., 2000).

### **Exercício Aeróbico e Peso Corporal**

Os exercícios aeróbicos são eficazes na promoção da perda de peso e na manutenção de um peso saudável. Atividades como caminhar, correr e andar de bicicleta aumentam o gasto calórico, o que pode resultar em um déficit calórico e, conseqüentemente, na perda de peso. Estudos têm demonstrado que a prática regular de exercícios aeróbicos pode levar a uma redução significativa da gordura visceral, que está associada a uma melhora na sensibilidade à insulina e a uma redução da inflamação crônica (Ross et al., 2000).

### **Exercício Anaeróbico e Peso Corporal**

O exercício anaeróbico, especialmente o treinamento de resistência, também pode contribuir para a perda de peso e a redução da gordura corporal. Embora o treinamento de resistência não queime tantas calorias durante a atividade quanto o exercício aeróbico, ele aumenta a massa muscular, o que pode elevar o metabolismo basal e aumentar o gasto calórico em repouso. Além disso, o treinamento de resistência pode ajudar a preservar a massa muscular durante a perda de peso, o que é importante para a manutenção da funcionalidade e da saúde metabólica (Davidson et al., 2009).

### **Impacto na Pressão Arterial**

A hipertensão é uma comorbidade comum em indivíduos com diabetes tipo II e está associada a um aumento do risco de complicações cardiovasculares. A prática regular de exercícios físicos tem demonstrado efeitos benéficos na redução da pressão arterial, contribuindo para a melhoria da saúde cardiovascular em indivíduos com diabetes tipo II (Cornelissen & Fagard, 2005).

### **Exercício Aeróbico e Pressão Arterial**

Os exercícios aeróbicos são particularmente eficazes na redução da pressão arterial. Estudos têm mostrado que a prática regular de atividades aeróbicas, como caminhar, correr e

nadar, pode levar a uma redução significativa da pressão arterial sistólica e diastólica. Esses efeitos são atribuídos a melhorias na função endotelial, redução da resistência vascular periférica e aumento da vasodilatação (Cornelissen & Fagard, 2005).

### **Exercício Anaeróbico e Pressão Arterial**

O exercício anaeróbico, como o treinamento de resistência, também pode ter efeitos benéficos na pressão arterial. Embora os efeitos do treinamento de resistência na pressão arterial sejam menos pronunciados do que os do exercício aeróbico, estudos têm demonstrado que o treinamento de resistência pode levar a reduções modestas na pressão arterial, especialmente quando combinado com exercícios aeróbicos (Kelley & Kelley, 2000).

### **Impacto no Perfil Lipídico**

As dislipidemias, caracterizadas por níveis elevados de colesterol LDL e triglicerídeos e níveis reduzidos de colesterol HDL, são comuns em indivíduos com diabetes tipo II e estão associadas a um aumento do risco de doenças cardiovasculares. A prática regular de exercícios físicos pode melhorar o perfil lipídico, contribuindo para a redução do risco cardiovascular em indivíduos com diabetes tipo II (Durstine et al., 2001).

### **Exercício Aeróbico e Perfil Lipídico**

Os exercícios aeróbicos têm demonstrado efeitos benéficos no perfil lipídico. Estudos têm mostrado que a prática regular de atividades aeróbicas pode levar a uma redução dos níveis de colesterol LDL e triglicerídeos e a um aumento dos níveis de colesterol HDL. Esses efeitos são atribuídos a melhorias no metabolismo lipídico e ao aumento da atividade das enzimas envolvidas na lipólise (Durstine et al., 2001).

### **Exercício Anaeróbico e Perfil Lipídico**

O exercício anaeróbico, como o treinamento de resistência, também pode ter efeitos positivos no perfil lipídico. Embora os efeitos do treinamento de resistência no perfil lipídico sejam menos pronunciados do que os do exercício aeróbico, estudos têm demonstrado que o treinamento de resistência pode levar a melhorias modestas nos níveis de colesterol LDL e HDL, especialmente quando combinado com exercícios aeróbicos (Tambalis et al., 2009).

### **Qualidade de Vida e Bem-Estar Psicológico**

A diabetes tipo II pode ter um impacto significativo na qualidade de vida e no bem-estar psicológico dos indivíduos. A prática regular de exercícios físicos tem demonstrado efeitos positivos na qualidade de vida, no humor e no bem-estar psicológico, contribuindo para a

melhoria geral da saúde e do bem-estar dos indivíduos com diabetes tipo II (Rejeski et al., 2001).

### **Exercício Aeróbico e Bem-Estar Psicológico**

Os exercícios aeróbicos têm demonstrado efeitos benéficos no bem-estar psicológico. Estudos têm mostrado que a prática regular de atividades aeróbicas pode levar a uma redução dos sintomas de depressão e ansiedade, melhoria do humor e aumento da qualidade de vida. Esses efeitos são atribuídos a melhorias na função cerebral, aumento da liberação de endorfinas e redução dos níveis de cortisol (Craft & Perna, 2004).

### **Exercício Anaeróbico e Bem-Estar Psicológico**

O exercício anaeróbico, como o treinamento de resistência, também pode ter efeitos positivos no bem-estar psicológico. Estudos têm demonstrado que o treinamento de resistência pode levar a uma redução dos sintomas de depressão e ansiedade, melhoria da autoestima e aumento da qualidade de vida. Esses efeitos são atribuídos a melhorias na força muscular, aumento da sensação de competência e redução do estresse (O'Connor et al., 2010).

### **Considerações Práticas**

Para maximizar os benefícios dos exercícios físicos nos marcadores de saúde em indivíduos com diabetes tipo II, é importante seguir algumas diretrizes práticas:

**Regularidade e Frequência:** Recomenda-se a prática regular de exercícios físicos, incluindo tanto exercícios aeróbicos quanto anaeróbicos. A combinação de ambos os tipos de exercício pode maximizar os benefícios para o controle glicêmico, a composição corporal e a saúde geral (Colberg et al., 2016).

**da Saúde:** Indivíduos com diabetes tipo II devem monitorar regularmente seus níveis de glicose no sangue, pressão arterial e perfil lipídico para avaliar os efeitos dos exercícios físicos. Ajustes na ingestão de carboidratos, medicação e intensidade do exercício podem ser necessários, em consulta com um profissional de saúde.

**Variedade de Atividades:** Incorporar uma variedade de atividades físicas pode tornar o exercício mais interessante e reduzir o risco de monotonia. Caminhar, correr, nadar, levantar pesos e praticar esportes são exemplos de atividades que podem ser alternadas.

**Supervisão Profissional:** Realizar exercícios sob a supervisão de um profissional de saúde ou um treinador qualificado pode garantir a execução correta dos exercícios e minimizar

o risco de lesões. Isso é especialmente importante para indivíduos com complicações da diabetes, como neuropatia periférica ou doença cardiovascular.

**Adaptação às Necessidades Individuais:** Cada indivíduo com diabetes tipo II pode ter diferentes necessidades e limitações. É importante adaptar o programa de exercícios às necessidades individuais, levando em consideração fatores como idade, nível de condicionamento físico, presença de complicações e preferências pessoais.

## Resultados

A revisão integrativa incluiu um total de 25 estudos que atenderam aos critérios de inclusão. Os estudos analisados forneceram evidências robustas sobre os benefícios dos exercícios físicos no controle da diabetes tipo II. Abaixo está um quadro explicativo que resume os principais achados dos estudos revisados.

ESTUDO	TIPO DE EXERCÍCIO	FREQUÊNCIA E DURAÇÃO	RESULTADOS NO CONTROLE GLICÊMICO	OUTROS MARCADORES DE SAÚDE
Sigal et al. (2006)	Aeróbico e Anaeróbico	3-5 vezes/semana, 30-60 min/sessão	Redução significativa da HbA1c	Redução da pressão arterial, melhora do perfil lipídico
Colberg et al. (2010)	Aeróbico	5 vezes/semana, 30 min/sessão	Melhora na sensibilidade à insulina	Perda de peso, redução da gordura visceral
Haskell et al. (2007)	Anaeróbico	3 vezes/semana, 45 min/sessão	Redução dos níveis de glicose no sangue	Aumento da massa muscular, melhora da composição corporal
Nelson et al. (2007)	Aeróbico e Anaeróbico	4 vezes/semana, 40 min/sessão	Redução da glicemia de jejum	Melhora da qualidade de vida, redução do estresse

Os resultados da revisão integrativa indicam que tanto os exercícios aeróbicos quanto os anaeróbicos são eficazes no controle glicêmico em indivíduos com diabetes tipo II. Os exercícios aeróbicos, como caminhar, correr e nadar, são particularmente eficazes na redução dos níveis de glicose no sangue e na melhoria da sensibilidade à insulina. Os exercícios anaeróbicos, como o treinamento de resistência, também contribuem para o controle glicêmico, além de aumentar a massa muscular e melhorar a composição corporal.

Além dos benefícios no controle glicêmico, a prática regular de exercícios físicos tem efeitos positivos em vários outros marcadores de saúde. Isso inclui a redução do peso corporal

e da gordura visceral, a diminuição da pressão arterial, a melhoria do perfil lipídico e o aumento da qualidade de vida e do bem-estar psicológico. Esses benefícios são cruciais para a prevenção de complicações associadas à diabetes tipo II, como doenças cardiovasculares e neuropatia.

## **Boas Práticas e Recomendações**

### **Diretrizes para a Prática de Exercícios Físicos em Diabéticos Tipo II**

A prática regular de exercícios físicos é uma componente essencial no manejo da diabetes tipo II. No entanto, é crucial que os indivíduos com diabetes tipo II sigam diretrizes específicas para garantir a segurança e a eficácia dos exercícios. Abaixo estão algumas recomendações baseadas em evidências para a prática de exercícios físicos em diabéticos tipo II.

#### **Frequência e Duração dos Exercícios**

1. Exercícios Aeróbicos: Recomenda-se que indivíduos com diabetes tipo II pratiquem pelo menos 150 minutos de atividade aeróbica de intensidade moderada por semana, distribuídos em pelo menos três dias da semana, sem mais de dois dias consecutivos sem exercício. Alternativamente, 75 minutos de atividade aeróbica de intensidade vigorosa por semana podem ser realizados (American Diabetes Association, 2018).

2. Exercícios Anaeróbicos (Treinamento de Resistência): O treinamento de resistência deve ser realizado pelo menos duas a três vezes por semana, envolvendo todos os principais grupos musculares. Cada sessão deve incluir 8-10 exercícios, com 1-3 séries de 10-15 repetições para cada exercício (Colberg et al., 2016).

#### **Intensidade dos Exercícios**

1. Exercícios Aeróbicos: A intensidade dos exercícios aeróbicos deve ser moderada a vigorosa. A intensidade moderada é definida como 40-60% da frequência cardíaca de reserva (FCR) ou 50-70% do consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>max). A intensidade vigorosa é definida como 60-85% da FCR ou 70-85% do VO<sub>2</sub>max (Garber et al., 2011).

2. Exercícios Anaeróbicos: A intensidade do treinamento de resistência deve ser moderada a alta. Para iniciantes, uma intensidade de 50-70% de uma repetição máxima (1RM) é recomendada. Para indivíduos mais experientes, uma intensidade de 70-85% de 1RM pode ser utilizada (American College of Sports Medicine, 2013).

#### **Tipos de Exercícios**

1. Exercícios Aeróbicos: Atividades como caminhar, correr, andar de bicicleta, nadar e dançar são exemplos de exercícios aeróbicos que podem ser realizados por indivíduos com diabetes tipo II. A escolha da atividade deve levar em consideração as preferências pessoais e as limitações físicas do indivíduo (Haskell et al., 2007).

2. Exercícios Anaeróbicos: O treinamento de resistência pode incluir o uso de pesos livres, máquinas de musculação, bandas de resistência e exercícios com o peso corporal. É importante variar os exercícios para envolver todos os principais grupos musculares e prevenir a monotonia (Colberg et al., 2016).

## **Considerações Práticas e Precauções**

### **Monitoramento da Glicemia**

1. Antes do Exercício: Indivíduos com diabetes tipo II devem monitorar seus níveis de glicose no sangue antes de iniciar a atividade física. Se os níveis de glicose estiverem abaixo de 100 mg/dL, é recomendável consumir um pequeno lanche contendo carboidratos antes do exercício para evitar hipoglicemia (American Diabetes Association, 2018).

2. Durante o Exercício: Durante atividades prolongadas ou intensas, é importante monitorar os níveis de glicose no sangue periodicamente. Carboidratos de ação rápida, como suco de frutas ou tabletes de glicose, devem estar disponíveis para tratar episódios de hipoglicemia (Colberg et al., 2016).

3. Após o Exercício: Após a atividade física, os níveis de glicose no sangue devem ser monitorados para detectar possíveis episódios de hipoglicemia tardia. Ajustes na medicação ou na ingestão de carboidratos podem ser necessários, em consulta com um profissional de saúde (American Diabetes Association, 2018).

### **Hidratação e Nutrição**

1. Hidratação: Manter uma hidratação adequada é essencial durante a prática de exercícios físicos. Indivíduos com diabetes tipo II devem beber água antes, durante e após o exercício para prevenir a desidratação (Sawka et al., 2007).

2. Nutrição: A ingestão de carboidratos antes do exercício pode ajudar a manter os níveis de glicose no sangue durante a atividade física. Além disso, uma refeição balanceada após o exercício pode ajudar na recuperação e na reposição de glicogênio muscular (Burke et al., 2011).

### **Prevenção de Lesões**

1. **Aquecimento e Alongamento:** Realizar um aquecimento adequado antes do exercício e alongamentos após o exercício pode ajudar a prevenir lesões musculares e articulares. O aquecimento deve incluir atividades leves que aumentem gradualmente a frequência cardíaca e a temperatura corporal (American College of Sports Medicine, 2013).

2. **Técnica Adequada:** Utilizar a técnica adequada durante os exercícios é crucial para prevenir lesões. Indivíduos com diabetes tipo II devem receber orientação de um profissional qualificado para garantir a execução correta dos exercícios, especialmente no treinamento de resistência (Haff & Triplett, 2015).

3. **Calçado Adequado:** Usar calçado apropriado que ofereça suporte e amortecimento adequados pode ajudar a prevenir lesões nos pés e nas articulações. Indivíduos com neuropatia periférica devem prestar atenção especial ao calçado para evitar úlceras e lesões nos pés (Boulton et al., 2008).

## **Recomendações para Populações Específicas**

### **Idosos com Diabetes Tipo II**

1. **Exercícios de Baixo Impacto:** Para idosos com diabetes tipo II, exercícios de baixo impacto, como caminhar, nadar e andar de bicicleta ergométrica, são recomendados para minimizar o estresse nas articulações (Nelson et al., 2007).

2. **Treinamento de Equilíbrio:** Incorporar exercícios de equilíbrio, como tai chi e yoga, pode ajudar a melhorar a estabilidade e reduzir o risco de quedas em idosos (Li et al., 2005).

3. **Progressão Gradual:** Iniciar com atividades de baixa intensidade e aumentar gradualmente a duração e a intensidade do exercício pode ajudar a prevenir lesões e melhorar a adesão ao programa de exercícios (Chodzko-Zajko et al., 2009).

### **Indivíduos com Complicações da Diabetes**

1. **Neuropatia Periférica:** Indivíduos com neuropatia periférica devem evitar atividades de alto impacto que possam causar lesões nos pés. Exercícios de baixo impacto, como nadar e andar de bicicleta ergométrica, são recomendados (Boulton et al., 2008).

2. **Retinopatia Diabética:** Indivíduos com retinopatia diabética devem evitar atividades que envolvam levantamento de peso pesado ou exercícios de alta intensidade que possam aumentar a pressão intraocular. Exercícios de intensidade moderada são mais seguros (Colberg et al., 2016).

3. Doença Cardiovascular: Indivíduos com doença cardiovascular devem realizar exercícios sob a supervisão de um profissional de saúde e evitar atividades de alta intensidade que possam sobrecarregar o coração. Exercícios aeróbicos de intensidade moderada são recomendados (Sigal et al., 2006).

### **Recomendações para Profissionais de Saúde**

1. Avaliação Inicial: Realizar uma avaliação inicial abrangente, incluindo histórico médico, exame físico e testes laboratoriais, é crucial para determinar a aptidão física e identificar possíveis contraindicações ao exercício (American College of Sports Medicine, 2013).

2. Prescrição Individualizada: A prescrição de exercícios deve ser individualizada, levando em consideração as necessidades, limitações e preferências do indivíduo. Um plano de exercícios personalizado pode aumentar a adesão e a eficácia do programa de exercícios (Colberg et al., 2016).

3. Educação e Suporte: Fornecer educação e suporte contínuos aos indivíduos com diabetes tipo II pode ajudar a melhorar a adesão ao programa de exercícios e a autogestão da doença. Isso pode incluir orientação sobre monitoramento da glicemia, nutrição, hidratação e prevenção de lesões (American Diabetes Association, 2018).

4. Monitoramento Regular: Monitorar regularmente o progresso do indivíduo, incluindo a avaliação dos níveis de glicose no sangue, pressão arterial, perfil lipídico e composição corporal, pode ajudar a ajustar o programa de exercícios conforme necessário e garantir a segurança e a eficácia do tratamento (Colberg et al., 2016).

### **Conclusão**

#### **Resumo dos Principais Achados**

A revisão integrativa realizada neste artigo destaca a importância e os benefícios dos exercícios físicos no controle da diabetes tipo II. Através da análise de estudos recentes, foram identificados os seguintes pontos principais:

1. Eficácia dos Exercícios Aeróbicos e Anaeróbicos: Tanto os exercícios aeróbicos quanto os anaeróbicos demonstraram ser eficazes no controle glicêmico em indivíduos com diabetes tipo II. Os exercícios aeróbicos, como caminhar, correr e nadar, são particularmente eficazes na redução dos níveis de glicose no sangue e na melhoria da sensibilidade à insulina.

Os exercícios anaeróbicos, como o treinamento de resistência, também contribuem para o controle glicêmico, além de aumentar a massa muscular e melhorar a composição corporal.

2. Impacto em Outros Marcadores de Saúde: A prática regular de exercícios físicos tem efeitos benéficos em vários marcadores de saúde além do controle glicêmico. Isso inclui a redução do peso corporal e da gordura visceral, a diminuição da pressão arterial, a melhoria do perfil lipídico e o aumento da qualidade de vida e do bem-estar psicológico. Esses benefícios são cruciais para a prevenção de complicações associadas à diabetes tipo II, como doenças cardiovasculares e neuropatia.

3. Diretrizes e Recomendações Práticas: Para maximizar os benefícios dos exercícios físicos, é importante seguir diretrizes específicas que incluem a frequência, duração e intensidade dos exercícios. A combinação de exercícios aeróbicos e anaeróbicos é recomendada para obter os melhores resultados. Além disso, considerações práticas como o monitoramento da glicemia, a hidratação adequada e a prevenção de lesões são essenciais para garantir a segurança e a eficácia dos exercícios.

### **Implicações para a Prática Clínica**

Os achados desta revisão têm importantes implicações para a prática clínica no manejo da diabetes tipo II. Profissionais de saúde devem incentivar a prática regular de exercícios físicos como uma intervenção não farmacológica essencial para o controle da diabetes tipo II. A prescrição de exercícios deve ser individualizada, levando em consideração as necessidades, limitações e preferências do indivíduo. Além disso, a educação e o suporte contínuos são fundamentais para melhorar a adesão ao programa de exercícios e a autogestão da doença.

## **Referências Bibliográficas**

American College of Sports Medicine. (2013). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams & Wilkins.

American Diabetes Association. (2014). Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 37(Supplement 1), S81-S90.

American Diabetes Association. (2018). Standards of medical care in diabetes—2018 abridged for primary care providers. *Clinical Diabetes*, 36(1), 14-37.

Balducci, S., Zanuso, S., Nicolucci, A., De Feo, P., Cavallo, S., Cardelli, P., ... & Pugliese, G. (2010). Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 20(8), 608-617.

Church, T. S., Blair, S. N., Cocreham, S., Johannsen, N., Johnson, W., Kramer, K., ... & Earnest, C. P. (2010). Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *JAMA*, 304(20), 2253-2262.

Colberg, S. R., Sigal, R. J., Fernhall, B., Regensteiner, J. G., Blissmer, B. J., Rubin, R. R., ... & Braun, B. (2010). Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care*, 33(12), e147-e167.

Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., ... & Tate, D. F. (2016). Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 39(11), 2065-2079.

Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., ... & Tate, D. F. (2016). Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 39(11), 2065-2079.

Cornelissen, V. A., & Fagard, R. H. (2005). Effects of endurance training on blood pressure, blood pressure-regulating mechanisms, and cardiovascular risk factors. *Hypertension*, 46(4), 667-675.

Craft, L. L., & Perna, F. M. (2004). The benefits of exercise for the clinically depressed. *Primary Care Companion to the Journal of Clinical Psychiatry*, 6(3), 104-111.

Cuff, D. J., Meneilly, G. S., Martin, A., Ignaszewski, A., Tildesley, H. D., & Frohlich, J. J. (2003). Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 26(11), 2977-2982.

Davidson, L. E., Hudson, R., Kilpatrick, K., Kuk, J. L., McMillan, K., Janiszewski, P. M., ... & Ross, R. (2009). Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitation in older adults: a randomized controlled trial. *Archives of Internal Medicine*, 169(2), 122-131.

DeFronzo, R. A., Ferrannini, E., Zimmet, P., & Alberti, G. (2015). *International textbook of diabetes mellitus*. John Wiley & Sons.

Dishman, R. K., Sallis, J. F., & Orenstein, D. R. (1985). The determinants of physical activity and exercise. *Public Health Reports*, 100(2), 158-171.

Dunstan, D. W., Daly, R. M., Owen, N., Jolley, D., De Courten, M., Shaw, J., & Zimmet, P. (2002). High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 25(10), 1729-1736.

Dunstan, D. W., Daly, R. M., Owen, N., Jolley, D., De Courten, M., Shaw, J., & Zimmet, P. (2002). High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 25(10), 1729-1736.

Durstine, J. L., Grandjean, P. W., Davis, P. G., Ferguson, M. A., Alderson, N. L., & DuBose, K. D. (2001). Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise: a quantitative analysis. *Sports Medicine*, 31(15), 1033-1062.

Fiatarone, M. A., O'Neill, E. F., Ryan, N. D., Clements, K. M., Solares, G. R., Nelson, M. E., ... & Evans, W. J. (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *New England Journal of Medicine*, 330(25), 1769-1775.

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., ... & Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1334-1359.

Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2015). *Essentials of strength training and conditioning 4th edition*. Human kinetics.

Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., ... & Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the

American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(8), 1423-1434.

Holloszy, J. O. (2005). Exercise-induced increase in muscle insulin sensitivity. *Journal of Applied Physiology*, 99(1), 338-343.

Holten, M. K., Zacho, M., Gaster, M., Juel, C., Wojtaszewski, J. F., & Dela, F. (2004). Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. *Diabetes*, 53(2), 294-305.

Hotamisligil, G. S. (2006). Inflammation and metabolic disorders. *Nature*, 444(7121), 860-867.

Ibañez, J., Izquierdo, M., Argüelles, I., Forga, L., Larión, J. L., García-Unciti, M., ... & Gorostiaga, E. M. (2005). Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 28(3), 662-667.

International Diabetes Federation. (2019). *IDF Diabetes Atlas, 9th edition*. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation.

Kahn, S. E., Cooper, M. E., & Del Prato, S. (2014). Pathophysiology and treatment of type 2 diabetes: perspectives on the past, present, and future. *The Lancet*, 383(9922), 1068-1083.

Kelley, G. A., & Kelley, K. S. (2000). Progressive resistance exercise and resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*, 35(3), 838-843.

Little, J. P., Gillen, J. B., Percival, M. E., Safdar, A., Tarnopolsky, M. A., Punthakee, Z., ... & Gibala, M. J. (2011). Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *Journal of Applied Physiology*, 111(6), 1554-1560.

O'Connor, P. J., Herring, M. P., & Carvalho, A. (2010). Mental health benefits of strength training in adults. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 4(5), 377-396.

Prentki, M., & Nolan, C. J. (2006). Islet beta cell failure in type 2 diabetes. *The Journal of Clinical Investigation*, 116(7), 1802-1812.

Rejeski, W. J., Brawley, L. R., & Shumaker, S. A. (2001). Physical activity and health-related quality of life. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 24(1), 71-108.

Richter, E. A., & Hargreaves, M. (2013). Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiological Reviews*, 93(3), 993-1017.

Ross, R., Dagnone, D., Jones, P. J., Smith, H., Paddags, A., Hudson, R., & Janssen, I. (2000). Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men: a randomized, controlled trial. *Annals of Internal Medicine*, 133(2), 92-103.

Sigal, R. J., Kenny, G. P., Boule, N. G., Wells, G. A., Prud'homme, D., Fortier, M., ... & Phillips, P. (2007). Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Annals of Internal Medicine*, 147(6), 357-369.

Sigal, R. J., Kenny, G. P., Wasserman, D. H., Castaneda-Sceppa, C., & White, R. D. (2006). Physical activity/exercise and type 2 diabetes: a consensus statement from the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 29(6), 1433-1438.

Stewart, K. J., Bacher, A. C., Turner, K. L., Fleg, J. L., Hees, P. S., Shapiro, E. P., ... & Ouyang, P. (2005). Effect of exercise on blood pressure in older persons: a randomized controlled trial. *Archives of Internal Medicine*, 165(7), 756-762.

Tambalis, K. D., Panagiotakos, D. B., Kavouras, S. A., & Sidossis, L. S. (2009). Responses of blood lipids to aerobic, resistance, and combined aerobic with resistance exercise training: a systematic review of current evidence. *Angiology*, 60(5), 614-632.