



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA
BACHARELADO EM PROMOÇÃO DA SAÚDE E LAZER



**A BIOMECÂNICA NA MARCHA DE INDIVÍDUOS COM FIBROMIALGIA:
ESTADO DA ARTE SOBRE OS ESTUDOS BIOMECÂNICOS CONDUZIDOS
NA POPULAÇÃO MUNDIAL.**

MANAUS – AM
2025



KARINE SOUZA DA SILVA

**A BIOMECÂNICA NA MARCHA DE INDIVÍDUOS COM FIBROMIALGIA:
ESTADO DA ARTE SOBRE OS ESTUDOS BIOMECÂNICOS CONDUZIDOS
NA POPULAÇÃO MUNDIAL.**

Trabalho de Conclusão de Curso, na forma de Pesquisa Científica, apresentado ao curso de graduação de Bacharelado em Educação Física-Promoção em Saúde e Lazer da Universidade Federal do Amazonas, como quesito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Educação Física.

Orientadora: Profa. Dra Carmen Silvia da Silva Martini

MANAUS – AM
2025



KARINE SOUZA DA SILVA

**A BIOMECÂNICA NA MARCHA DE INDIVÍDUOS COM FIBROMIALGIA:
ESTADO DA ARTE SOBRE OS ESTUDOS BIOMECÂNICOS CONDUZIDOS
NA POPULAÇÃO MUNDIAL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de graduação de Bacharelado em Educação Física- Promoção em Saúde e Lazer da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Educação Física.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 02/12/2025.

BANCA EXAMINADORA

Paralaxe de Educação Física - Fisioterapia
UFAM
Prof. Dr.ª Carmen Silvia S. Martini

Prof.ª Dr.ª Carmen Silvia da Silva Martini - UFAM
Orientadora

Prof. Ms. Raschelle Ramalho Rosas - UFAM
Avaliadora

Prof. Dr. Lionela da Silva Corrêa - UFAM
Avaliadora

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter-me concedido força, saúde e perseverança para chegar até a conclusão desta etapa tão importante da minha vida.

À minha mãe, Maria Dilza Batalha, por todo amor, apoio incondicional, paciência e por nunca medir esforços para que eu pudesse realizar meus sonhos.

Ao meu pai, Valdir Almeida (in memoriam), que mesmo não estando mais presente fisicamente, sempre foi e sempre será minha maior inspiração e exemplo de força.

Aos meus irmãos, Karolyne Souza e Leonardo Souza, e à minha sobrinha Isabella Oliveira, por todo carinho, compreensão e por estarem ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus tios e tias, pelo apoio, incentivo e orações, mesmo sem poder citar todos os nomes, saibam que cada um foi fundamental nessa trajetória.

Aos meus amigos Rafaella Seixas, Ana Beatriz Oliveira, Maria José Faianca, Felipe Nogueira e Carlos André Marques, que me ajudaram nas aulas, apresentações, provas e nos momentos de estudo, tornando a trajetória acadêmica mais leve e possível com companheirismo e dedicação.

Às minhas primas Marcella Jales e Sabrina Jales, que foram essenciais para que eu chegasse até aqui. Sem o apoio, os conselhos, a paciência e a força de vocês, eu não teria conseguido concluir a graduação com a mesma leveza. Minha eterna gratidão por acreditarem em mim e não me deixarem desistir.

À minha orientadora, Dra. Carmen Silvia da Silva Martini, pela dedicação, paciência, ensinamentos e por toda contribuição científica e humana ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

À Universidade Federal do Amazonas – UFAM, em especial à Faculdade de Educação Física e Fisioterapia (FEFF), por proporcionar a minha formação acadêmica e profissional.

Por fim, agradeço a todos os amigos e familiares que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste sonho e para a conclusão desta importante etapa da minha vida.

SUMÁRIO

i. Resumo	06
ii. Abstract	06
iii. Resúmen	07
1. Introdução	08
2. Metodologia	10
3. Resultados	10
4. Discussão	19
4.1. Alterações Cinemáticas da Marcha em Indivíduos com Fibromialgia	19
4.2. Equilíbrio Postural e Risco de Quedas	201
4.3. Déficits Dinamométricos e Fraqueza Muscular	222
4.4. Padrões Eletromiográficos e Controle Neuromuscular	223
4.5. Relação entre Dor, Fadiga, Depressão e Desempenho Funcional	223
4.6. Efeitos do Exercício Físico e da Terapia Cognitivo-Comportamental	22
4.7. Integração dos Achados e Lacunas na Literatura	225
5. Conclusão	25
6. Referências	

RESUMO

A fibromialgia (FM) é uma síndrome reumática crônica, dolorosa e não inflamatória, que afeta principalmente mulheres adultas, comprometendo músculos e articulações. Dissertar variáveis biomecânicas da marcha em indivíduos com FM, com enfoque em parâmetros cinemáticos, dinamométricos e eletromiográficos. Metodologia: Trata-se de uma revisão sistemática, do ano de 2011 e 2024, produzida a partir de 6 fases: 1ª Fase: elaboração da pergunta norteadora; 2ª Fase: busca ou amostragem na literatura; 3ª Fase: coleta de dados; 4ª Fase: análise crítica dos estudos incluídos; 5ª Fase: discussão dos resultados; 6ª Fase: apresentação da revisão integrativa, usando os descritores: “Fibromialgia” AND “Marcha” AND “Fenômenos Biomecânico” AND “Dor Crônica Generalizada” AND “Força muscular” Escolhidos a partir da busca por meio da plataforma DeCs – Descritores em Ciência da Saúde e Fibromyalgia Syndrome, FM, AND Gait AND Biomechanical Phenomena AND Chronic Pain AND Muscle Strength, na plataforma MeSH- Medical Subject Heading. A fibromialgia compromete a marcha em múltiplos níveis: biomecânico, com instabilidade e redução da velocidade; cinemático, com encurtamento da passada e alterações articulares; eletromiográfico, com padrões de ativação muscular anormais e fadiga precoce; e dinamométrico, com fraqueza significativa e torque reduzido. Os déficits estão relacionados à dor, fadiga, rigidez e depressão, constituindo um problema de saúde pública de elevada prevalência, caracterizado por impactos neurobiológicos, fisiológicos e funcionais. Contudo, há necessidade de ensaios clínicos controlados, com amostras representativas e recursos tecnológicos avançados, de modo a reduzir as incertezas ainda existentes, aprofundar a compreensão dos mecanismos envolvidos e subsidiar o desenvolvimento de estratégias terapêuticas efetivas e baseadas em evidências.

Palavras-chave: Fibromialgia. Marcha. Mecânica da Marcha. Dor crônica generalizada. Força Muscular.

ABSTRACT

Fibromyalgia (FM) is a chronic, painful, non-inflammatory rheumatic syndrome that primarily affects adult women, compromising muscles and joints. The goal is to discuss the biomechanical variables of gait in individuals with FM, focusing on kinematic, dynamometric, and electromyographic parameters. Methodology: This is a systematic review, from 2011 to 2024, produced in 6 phases: 1st Phase: elaboration of the guiding question; 2nd Phase: search or sampling in the literature; 3rd Phase: data collection; 4th Phase: critical analysis of the included studies; 5th Phase: discussion of the results; 6th Phase: presentation of the integrative review, using the descriptors: “Fibromyalgia Syndrome” AND “Gait” AND “Biomechanical Phenomena” AND “Chronic Pain” AND “Muscle Strength” Chosen by searching through the DeCs – Descriptors in Health Sciences platform and Fibromyalgia Syndrome, FM, AND Gait AND Biomechanical Phenomena AND Chronic Pain AND Muscle Strength, on the MeSH- Medical Subject Heading platform. Fibromyalgia compromises gait at multiple levels: biomechanical, with instability and reduced speed; kinematic, with stride shortening and joint alterations; electromyographic, with abnormal muscle activation patterns and early fatigue; and dynamometric, with significant weakness and reduced torque. The deficits are related to pain, fatigue, stiffness, and depression, constituting a public health problem with high prevalence, characterized by neurobiological, physiological, and functional impacts. However, there is a need for controlled clinical trials, with representative samples and



advanced technological resources, in order to reduce existing uncertainties, deepen the understanding of the mechanisms involved, and support the development of effective, evidence-based therapeutic strategies

Keywords: Fibromyalgia. Gait. Gait Mechanics. Generalized chronic pain. Muscle Strength.

RESUMEN

La fibromialgia (FM) es un síndrome reumático crónico, doloroso y no inflamatorio que afecta predominantemente a mujeres adultas, comprometiendo músculos y articulaciones. Este trabajo busca disertar sobre las variables biomecánicas de la marcha en individuos con FM, enfocándose en parámetros cinemáticos, dinamométricos y electromiográficos. La metodología utilizada es una revisión sistemática que abarca el período de 2011 a 2024, desarrollada en seis fases: la elaboración de la pregunta orientadora; la búsqueda o muestreo en la literatura; la recopilación de datos; el análisis crítico de los estudios incluidos; la discusión de los resultados; y finalmente, la presentación de la revisión integradora. Los descriptores clave para la búsqueda fueron: “Fibromialgia” AND “Marcha” AND “Fenómenos Biomecánico” AND “Dolor Crónico Generalizado” AND “Fuerza muscular” en la plataforma DeCs, y Fibromyalgia Syndrome, FM, AND Gait AND Biomechanical Phenomena AND Chronic Pain AND Muscle Strength en MeSH. Se encontró que la fibromialgia afecta la marcha en múltiples niveles: a nivel biomecánico, se observa inestabilidad y reducción de la velocidad; a nivel cinemático, hay un acortamiento del paso y alteraciones articulares; en el plano electromiográfico, se identifican patrones de activación muscular anormales y fatiga temprana; y dinamométricamente, se presenta una debilidad significativa con un torque reducido. Estos déficits funcionales están intrínsecamente relacionados con la experiencia de dolor, la fatiga, la rigidez y la depresión, conformando un problema de salud pública de alta prevalencia que genera importantes impactos neurobiológicos, fisiológicos y funcionales. Por lo tanto, se subraya la necesidad de realizar ensayos clínicos controlados, con muestras representativas y el uso de recursos tecnológicos avanzados, con el fin de disminuir las incertidumbres actuales, profundizar en la comprensión de los mecanismos implicados y así fundamentar el desarrollo de estrategias terapéuticas más efectivas y basadas en la evidencia.

Palabras-clave: Fibromialgia. Marcha. Mecánica de la marcha. Dolor crónico generalizado. Fuerza muscular.

1. INTRODUÇÃO

A fibromialgia é uma síndrome excruciante crônica e não inflamatória caracterizada por algia musculoesquelética difusa, fadiga, problemas no sono, alterações cognitivas e outros sintomas somáticos. Se trata de uma condição multifatorial e ainda não compreendida por completo, sendo reconhecida como uma disfunção no processamento da dor por meio do sistema nervoso central. (Heyman *et al.*, 2017)

O diagnóstico é clínico, conforme os critérios estabelecidos pelo Colégio Americano de Reumatologia (1990), que incluem a presença de dor generalizada por pelo menos três meses, além de sintomas associados que impactam significativamente a qualidade de vida (Heyman *et al.*, 2017). Entretanto, os mais comuns estão a dor difusa, a fadiga persistente, a rigidez muscular matinal, os distúrbios do sono, as cefaleias, os transtornos gastrointestinais, a ansiedade e a depressão, como manifestações clínicas diretamente relacionadas às alterações neurofisiológicas da síndrome, indicando a complexidade de sua fisiopatologia. (Queiroz; Jardim, 2023)

No que diz a respeito à fisiopatologia, a fibromialgia está associada à sensibilização central, fenômeno caracterizado pela amplificação da percepção da dor. Nessas condições, o que normalmente não causaria dor passa a ser doloroso (alodinia), enquanto estímulos dolorosos se tornam intensificados (hiperalgesia) e, não obstante a isso, há disfunções nos mecanismos bloqueadores da dor e alterações nos níveis de neurotransmissores como serotonina, dopamina e noradrenalina, que contribuem para a perpetuação do quadro clínico. (Góes *et al.*, 2014)

No entanto, se aponta outro aspecto crucial que é a prevalência da fibromialgia, significativamente maior entre as mulheres, representando de 80% a 90% dos casos diagnosticados. Esse predomínio feminino, pode estar relacionado a fatores hormonais, genéticos e a diferenças na forma como homens e mulheres percebem e reagem à dor e ao estresse, esse dado epidemiológico reforça a necessidade de estratégias terapêuticas sensíveis às especificidades de gênero (Heyman *et al.*, 2017), comprometendo a capacidade de concentração, desempenho profissional e o envolvimento social e emocional. (Antunes *et al.*, 2021)

Esse comprometimento funcional é observável nas alterações biomecânicas, especialmente na marcha. Estudos cinemáticos indicam que a FM induz mudanças no padrão da marcha, como a redução da velocidade média e do comprimento do passo, e o aumento do tempo de duplo apoio (Góes *et al.*, 2014; Steffens *et al.*, 2012). Estas

alterações, são padrões compensatórios do sistema locomotor para aumentar a estabilidade postural e minimizar o risco de quedas (Wolfe *et al.*, 2010). Além disso, a hipersensibilidade à dor é confirmada por estudos eletrofisiológicos, como o uso da eletromiografia de superfície (SEMG) para investigar o reflexo nociceptivo de flexão (RNF). Para Chakr (2011), o uso da EMG para avaliar o reflexo nociceptivo de flexão (RNF), um reflexo protetor desencadeado por estímulos elétricos aplicados ao nervo sural, mostram que pacientes com fibromialgia apresentam limiar de RNF reduzido, consistente com a hipersensibilidade à dor observada clinicamente, com a análise feita no intervalo de 90 a 150 milissegundos após o estímulo, evitando interferências de fibras não nociceptivas.

Na área da dinamometria, investigações como as de Munguía-Izquierdo e Legaz-Arrese (2012) apontam manifestação nos déficits da força e resistência muscular. Mas, com protocolos simples, como testes de sentar e levantar e flexões de cotovelo, evidenciam um desempenho significativamente menor em pacientes com a síndrome em comparação à indivíduos saudáveis, o que contribui para as limitações funcionais e no padrão da marcha. O estudo de Black *et al.* (2021) pode ser um divisor de águas no que diz a respeito à biomecânica da marcha de portadores de fibromialgia, trazendo consigo um impacto positivo ao evidenciar que a associação da terapia cognitiva comportamental (TCC) com o treinamento neuromuscular, por meio do seu programa intitulado por FIT Teens, promoveu avanços expressivos em aspectos biomecânicos de adolescentes com fibromialgia juvenil.

Diante da complexidade da FM e das limitações funcionais observadas, o presente estudo propõe-se realizar uma revisão de estudos que abordam os aspectos biomecânicos da marcha em indivíduos fibromialgicos e, o objetivo é identificar, analisar e sintetizar resultados de estudos independentes sobre fibromialgia, abordando estudos cinemáticos, dinamométricos e eletromiográficos conduzidos na população mundial. Estes elementos, em conjunto, permitem uma descrição mais precisa do fenômeno da marcha, oferecendo subsídios relevantes para a comunidade científica. (Steffens *et al.*, 2012)

Diante do exposto, surge a seguinte pergunta norteadora: Qual o impacto positivo dos estudos biomecânicos da marcha sobre a população mundial com fibromialgia, e quais são os resultados observados na melhora da qualidade de vida desses pacientes? A busca por essa resposta justifica-se pela necessidade de aprofundar o conhecimento sobre as

implicações funcionais da síndrome e, principalmente, de propor estratégias reabilitativas eficazes e sustentáveis.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma Revisão Bibliográfica, que determina o conhecimento atual sobre uma temática específica, uma vez que visa identificar, analisar e sintetizar resultados de estudos independentes sobre o mesmo assunto, sendo assim, a busca pelos trabalhos científicos será baseada em autores que publicaram trabalhos abordando a biomecânica na marcha de pessoas portadoras de fibromialgia, sobre os estudos cinemáticos, dinamométricos e eletromiográficos conduzidos na população mundial. É produzida a partir de 6 fases: 1ª Fase: elaboração da pergunta norteadora; 2ª Fase: busca ou amostragem na literatura; 3ª Fase: coleta de dados; 4ª Fase: análise crítica dos estudos incluídos; 5ª Fase: discussão dos resultados; 6ª Fase: apresentação da revisão integrativa.

Pergunta norteadora

A pesquisa é de natureza teórico-bibliográfico, de caráter exploratório com busca em conhecimentos específicos sobre o assunto abordado, nas referências de documentos e autores, predominantemente. Possui a seguinte pergunta norteadora: Qual o impacto positivo da arte dos estudos biomecânicos conduzidos na população mundial e quais seus resultados na melhora da qualidade de vida desses pacientes?

Busca ou amostragem na literatura

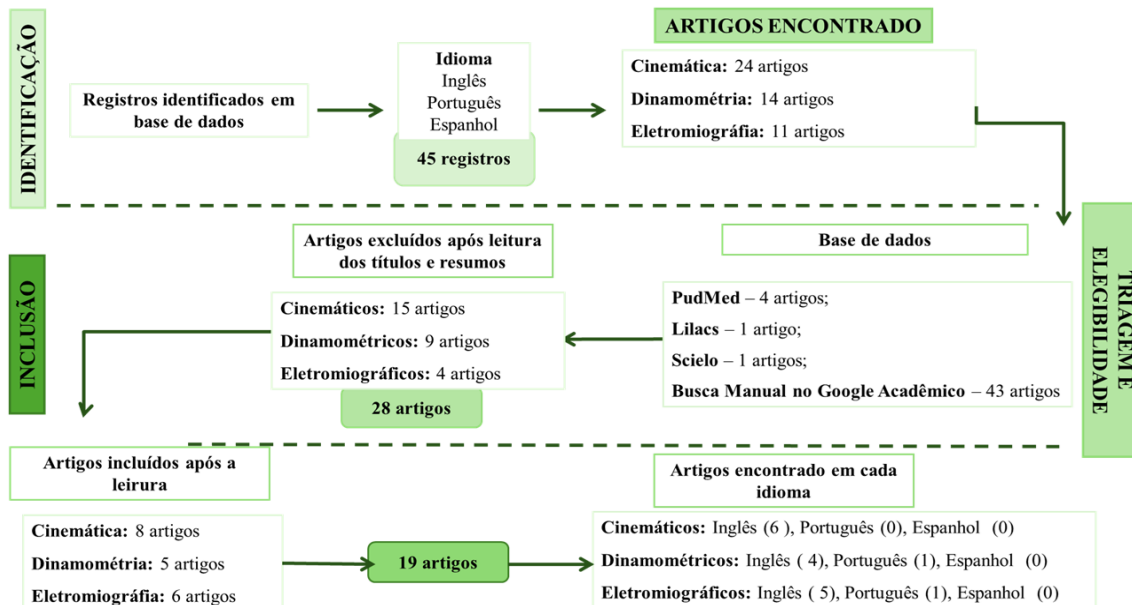
Foram utilizados para a busca dos artigos os seguintes descritores: “Fibromialgia” AND “Marcha” AND “Fenômenos Biomecânico” AND “Dor Crônica Generalizada” AND “Força muscular” Escolhidos a partir da busca por meio da plataforma DeCs – Descritores em Ciência da Saúde e Fibromyalgia Syndrome, FM, AND Gait AND Biomechanical Phenomena AND Chronic Pain AND Muscle Strength, na plataforma MeSH- Medical Subject Heading. Quanto aos critérios de inclusão foram selecionados os artigos que estavam em texto completo, em língua portuguesa, espanhola e em inglesa que compreendiam o período proposto de 2011 a 2024. Os critérios de exclusão foram excluídos por não se encaixarem no tema proposto e por não se enquadrarem em formato artigo; Literaturas cinzentas.

3. RESULTADOS

Para extrair os dados dos artigos selecionados, faz-se necessária a utilização de um instrumento previamente elaborado pelos autores: utilizou-se um quadro semiestruturado contendo: Base, Revista, Título, Autor, Objetivo, Metodologia e Ano,

bem como uma leitura minuciosa dos artigos. A partir da interpretação e síntese dos resultados, os dados evidenciados na análise dos artigos foram comparados ao referencial teórico, aclarando a existência de poucos artigos na língua portuguesa, inglesa e espanhola, conforme Figura 1, apontando os dados dos estudos que foram lidos, excluídos e inseridos, bem como o Quadro 1.

Figura 1: Fluxograma



Fonte: Autores

Tabela 1. Visão geral das publicações selecionadas

Autor (ano)	Objetivo	Amostra	Metodologia Cinemática	Resultados	Conclusões
Black <i>et al.</i> , 2021	Examinar os efeitos do programa FIT Teens (TCC + exercício neuromuscular) versus TCC isolada na força e biomecânica funcional em adolescentes com fibromialgia juvenil (JFM),	36 adolescentes com JFM (12 a 18 anos), amostra randomizada para FIT Teens ou TCC.	As avaliações pré e pós-tratamento. A força de quadril e joelho foi avaliada com dinamometria, a estabilidade postural dinâmica com o Star Excursion Balance Test, e a biomecânica do movimento com análises de movimento 3D durante um salto vertical em queda (DVJ). O FIT Teens combinou TCC com treinamento neuromuscular especializado, enquanto o grupo de TCC apenas recebeu TCC.	O grupo FIT Teens melhorou a força de abdução do quadril e a força de extensão do joelho, além de exibir maior rotação externa e menor adução do quadril durante o salto vertical em queda (DVJ). O grupo de TCC não mostrou nenhuma alteração no quadril ou joelho.	O programa FIT Teens é promissor para jovens com dor musculoesquelética, pois melhora a força e a biomecânica do quadril. Essas melhoras, aumentam a estabilidade, podem ajudar os jovens iniciarem e manter atividades físicas regulares,

	utilizando tecnologia de captura de movimento 3D.		As avaliações ocorreram antes e depois do programa. A força do quadril e joelho foi medida por dinamometria, a estabilidade postural com o Star Excursion Balance Test e a biomecânica do movimento com análise 3D de um salto vertical em queda (DVJ). O programa FIT Teens misturou TCC com treinamento neuromuscular, enquanto o grupo de controle fez apenas TCC.		preparando-os para exercícios mais intensos, o que está associado à redução da dor, inclusive na fibromialgia.
Costa <i>et al.</i> , 2017	Avaliar parâmetros cinemáticos da marcha, desempenho funcional e equilíbrio em mulheres com síndrome da fibromialgia (FM).	26 pacientes do sexo (F) com fibromialgia (idade média 49.2 pm8.0 anos) e 16 mulheres saudáveis sem dor (idade média 43.5 pm8.5 anos).	A marcha e o equilíbrio foram retirados de vídeos de tarefas motoras. O desempenho funcional e a dor foram avaliados com testes padronizados: escala de equilíbrio de Berg, o teste de caminhada de 6 minutos e questionários como o FIQ. Foram avaliados parâmetros de marcha (velocidade, duração, cadência, comprimento da passada e do passo, e tempo de apoio/balanço) e de equilíbrio (variabilidade do balanço corporal e, a dinâmica do balanço corporal foi analisada usando o expoente de Hurst.	Pacientes com fibromialgia (FM) apresentam marcha mais lenta, com passos menores e menor frequência, e um equilíbrio anormal, com maior balanço corporal, relacionadas a dor, depressão, rigidez, ansiedade e fadiga. O padrão de balanço corporal anormal pode indicar mudanças no controle motor e um risco maior de quedas.	A reabilitação para fibromialgia deve ser abrangente, abordando tanto aspectos psicológicos da dor quanto deficiências físicas na marcha e no equilíbrio. Deste modo, programas de intervenção precisam incluir atividades específicas para corrigir esses padrões alterados, visando a prevenção de quedas.
Góes <i>et al.</i> , 2012	Avaliar o desempenho funcional e a força muscular dos membros inferiores em mulheres com fibromialgia	16 mulheres com fibromialgia e 16 mulheres saudáveis, pareadas por idade e IMC.	A dor, o impacto da fibromialgia na qualidade de vida, o nível de atividade física e a prevalência de quedas foram avaliados. A força muscular foi medida pelo pico de torque e da taxa de desenvolvimento de torque em contrações	Mulheres com fibromialgia apresentaram déficits na força muscular dos membros inferiores, equilíbrio e agilidade. O grupo com FM exibiu menor força para extensão do joelho, adução e extensão do quadril.	Os protocolos de exercícios para indivíduos com fibromialgia devem focar na força e na taxa de desenvolvimento de torque dos extensores

	a (FM) e determinar a relação entre a força muscular e as quedas.		isométricas do quadril, joelho e tornozelo. O desempenho funcional foi caracterizado por testes como "30s chair stand", "8 ft up and go", "sit and reach" e "functional reach". O pico de torque e a taxa de desenvolvimento de torque (RTD) foram medidos em contrações isométricas máximas voluntárias dos músculos do quadril, joelho e tornozelo. Uma célula de carga (Modelo CZC500, Kratos, São Paulo, Brasil) foi usada, firmemente acoplada a um poste ajustável.	43,8% do grupo com FM relatou pelo menos uma queda nos últimos seis meses, significativamente maior que o grupo controle (12%). A taxa de desenvolvimento de torque da extensão do quadril, duração dos sintomas de FM, dor geral e dor no joelho foram fortes preditores do número de quedas em pacientes com FM.	da perna e no impacto dos sintomas da fibromialgia para reduzir o risco de quedas.
Goes <i>et al.</i> , 2014	Determinar e comparar os parâmetros de marcha de mulheres de meia-idade com fibromialgia (FM) com os de idosas sem a condição.	O estudo incluiu 25 mulheres, sendo 10 no grupo com fibromialgia e 15 no grupo de idosas. As participantes tinham estilo de vida sedentário.	Análise cinemática da marcha utilizando um sistema optoeletrônico para medir variáveis lineares e angulares. Mulheres com FM apresentaram um padrão de marcha semelhante ao das idosas, caracterizado por uma rotação pélvica maior e similaridade em velocidade, comprimento da passada e amplitude de movimento das articulações. Houve uma correlação negativa entre a dor e a rotação/obliquidade da pelve no grupo com FM.	O padrão de marcha de mulheres de meia-idade com FM é comparável ao padrão de idosas, caracterizado por velocidade de marcha, comprimento da passada e ADM reduzidos (em comparação com indivíduos saudáveis de idade equivalente). O grupo FM demonstrou maior rotação pélvica total (média de 14,3°) em comparação com o grupo IDO (média de 5,08°). Houve correlação negativa no grupo FM entre rotação pélvica e dor no glúteo ($r=-0,69$) e entre obliquidade pélvica e dor no trocanter maior ($r=-0,69$). O padrão similar ao das idosas sugere um declínio prematuro na mobilidade em pacientes com FM, aumentando o risco de quedas. Aplicações Práticas:	A semelhança no padrão de marcha sugere que a FM pode levar a um envelhecimento prematuro da marcha, aumentando o risco de quedas em mulheres com a síndrome. É importante que futuros estudos com amostras maiores investiguem se programas de exercícios podem modificar esses parâmetros.

				O achado de maior rotação pélvica pode ser uma estratégia compensatória da FM para tentar aumentar o comprimento da passada e manter um padrão de marcha.	
Sil <i>et al.</i> , 2015	Avaliar déficits funcionais em pacientes com fibromialgia juvenil (JFM) em comparação com controles saudáveis usando avaliação biomecânica objetiva.	17 adolescentes do sexo feminino com JFM e 14 controles saudáveis.	As participantes completaram avaliações biomecânicas (análise de marcha, força de membros inferiores, desempenho funcional em salto vertical) e medidas de autoavaliação (incapacidade, dor, depressão, medo do movimento). Cinemática: Sistema de análise de movimento 3D com 10 câmeras (Raptor-E) e 43 marcadores retrorrefletivos, incluindo passos auto selecionados e padronizados (1.2 m/s), dorsiflexão, eversão e rotação interna do joelho e, placas de força (AMTI) usadas para detectar o contato do calcanhar. Dinamometria: Força isocinética de extensão/flexão do joelho (Biodex System II, 300°/s) e abdução do quadril (Biodex System III, 120°/s).	Pacientes com JFM demonstraram déficits leves na marcha e desempenho funcional, força de extensão e flexão do joelho esquerdo (19-26% de déficit) e abdução bilateral do quadril (33-37%) foram significativamente menores e, maior incapacidade funcional, dor, sintomas depressivos e medo do movimento com alterações biomecânicas em uma resposta à dor e ao medo, reforçando a evitação de atividades.	A avaliação biomecânica objetiva pode guiar intervenções para JFM. Intervenções devem focar na correção de déficits funcionais e no aumento da confiança para o exercício, visando melhorar os resultados funcionais e a gestão da dor.
Steffens <i>et al.</i> , 2012	Investigar o efeito de 10 sessões de caminhada na qualidade de vida e autoeficácia de mulheres com fibromialgia (FM).	Oito mulheres com diagnóstico de FM participaram do estudo. A amostra foi selecionada de forma não-probabilística	As avaliações foram realizadas antes e após 10 sessões de caminhada, utilizando o Questionário de Impacto da Fibromialgia e a Escala de Autoeficácia para Dor Crônica. A prática de caminhada melhorou o domínio da autoeficácia para lidar com outros sintomas. Não houve melhorias significativas na qualidade de vida das	A prática de caminhada melhorou significativamente o domínio da autoeficácia para lidar com outros sintomas. Não ocorreram melhorias significativas na qualidade de vida (escore total do FIQ). Foi observada uma correlação negativa pós-teste entre o impacto da fibromialgia e a auto-	A caminhada pode ser uma intervenção de baixo custo e fácil aplicação para melhorar a autoeficácia em mulheres com fibromialgia. É sugerido que futuras pesquisas utilizem um número maior de sessões e

		intenciona l.	participantes. Foi observada uma correlação negativa entre o impacto da fibromialgia e a autoeficácia.	eficácia. A auto-eficácia para "Controle da Dor" e "Funcionalidade" não teve variação significativa. A caminhada, mesmo em um curto período (10 sessões), pode ser uma intervenção positiva para ajudar mulheres com FM a administrar e lidar melhor com os sintomas da síndrome (melhora na auto-eficácia). Para obter melhorias significativas na qualidade de vida, o tratamento de exercícios deve ter uma duração mais longa, possivelmente 15 semanas ou mais, pois curtos ensaios não promovem melhorias significativas na qualidade de vida.	um grupo de controle para obter resultados mais conclusivos.
Trevisan <i>et al.</i> , 2017	Comparar o balanço postural estático de mulheres com e sem síndrome da fibromialgia (FMS).	29 mulheres com FMS e 20 mulheres sem FMS (grupo controle). As participantes com FMS tinham entre 30 e 60 anos, e o grupo controle foi pareado por idade e peso.	Foi realizada uma avaliação de posturografia em seis situações diferentes: bipodal, tandem direito e esquerdo, com olhos abertos e fechados. Questionários para sintomas de depressão clínica, sintomas de ansiedade clínica, qualidade do sono e escalas visuais analógicas para dor e fadiga. O balanço postural estático avaliado por placa de força (BERTEC, EUA). As variáveis analisadas foram a área de oscilação (em cm ²), a amplitude média (obtida pelo cálculo da raiz quadrada média - RMS) e a velocidade média (em cm/s) nas direções	Mulheres com FMS apresentaram pior balanço postural estático em todas as situações testadas do que mulheres sem FMS. A piora no balanço postural foi mais proeminente em bases de suporte reduzidas e com os olhos fechados. Dor, fadiga, depressão e ansiedade podem ter influenciado diretamente o balanço postural em pacientes com FMS.	A avaliação quantitativa do balanço postural estático é importante para detectar pequenos déficits e pode ajudar a prever o risco de quedas em pacientes com FMS. Compreender os mecanismos subjacentes a essa condição pode ajudar a formular protocolos de reabilitação da FMS que incluam mais exercícios de equilíbrio.

			anteroposterior (AP) e mediolateral (ML).		
Tran <i>et al.</i> , 2016	Verificar se a avaliação biomecânica objetiva, incluindo análise de movimento 3D, seria útil para medir melhorias em força, equilíbrio, marcha e desempenho funcional após a participação no programa de 8 semanas FIT Teens em adolescentes com fibromialgia juvenil (JFM).	11 participantes do sexo feminino com JFM (12-18 anos).	Adolescentes participaram do programa FIT Teens. As avaliações pré e pós-programa incluindo a análise da marcha, força muscular, desempenho em saltos (DVJ) e estabilidade postural e atendimentos duas vezes por semana, combinando com a terapia cognitivo-comportamental (CBT) e treinamento neuromuscular. As variáveis biomecânicas pelos dados cinemáticos e cinéticos, usando scripts no Matlab: ciclo da marcha e a fase de apoio do salto vertical em queda (DVJ), padronizados para 101 pontos para a análise. A força muscular avaliada pelos equipamentos Biodex: a força isocinética do joelho foi avaliada a 300°/s (Biodex System II) e a força de abdução do quadril a 120°/s (Biodex System III). O pico de torque (Nm/kg) foi registrado.	A mecânica da marcha e o desempenho funcional melhoraram após o tratamento; a força de abdução do quadril e o controle postural dinâmico demonstraram melhoras bilateral; e, melhorias na flexão do quadril e do tronco, e no momento extensor interno do quadril durante o DVJ, respectivamente.	Ocorreram evidências iniciais da biomecânica objetiva, demonstrando mudanças desempenho para jovens com JFM. Se replicado em estudos maiores, os achados sugerem que o FIT Teens possa levar à normalização da força e biomecânica, aumentando a capacidade de engajamento em exercícios físicos.

Autor (ano)	Objetivo	Amostra	Metodologia Dinamometria	Resultados	Conclusões
Aparicio <i>et al.</i> , 2011	Examinar a associação entre dor (avaliada por pontos sensíveis e algometria) e capacidade funcional em mulheres com fibromialgia (FM).	123 mulheres com fibromialgia (idade média 51.7±7.2 anos).	Mulheres com fibromialgia (FM) realizaram testes de composição corporal, dor (algometria e pontos sensíveis) e capacidade funcional. A capacidade funcional avaliada em sentar e levantar da cadeira, força de preensão, sentar e alcançar, coçar as costas, flmingo cego e caminhada de 6 minutos.	Há uma associação inversa entre a contagem de pontos sensíveis e o teste de sentar e levantar da cadeira e a caminhada de 6 minutos. A pontuação do algômetro se associou positivamente com o teste de sentar e levantar, caminhada de 6 minutos e coçar as costas.	Profissionais de saúde e esportes devem considerar o baixo nível de capacidade funcional de pacientes com FM ao prescrever atividade física. A atividade física regular

			Um algômetro de pressão padrão (EFFEGI, FPK 20, Alfonsine, Itália) usado para medir a contagem de pontos sensíveis, pressão crescente no tecido, calculada a soma dos valores de dor-pressão obtidos para cada ponto sensível., onde pontuações mais altas indicam menor dor. A força de prensão manual: dinamômetro digital (TKK 5101 Grip-D, Takey, Tóquio, Japão), usando o melhor valor de duas tentativas para análise.	O status de peso (sobrepeso/obesidade) influenciou essas associações Pacientes com FM apresentaram capacidade, com funcional reduzida e, prevalência de sobrepeso e obesidade de 39,2% e 33,3%.	pode ser uma opção viável para aumentar a capacidade funcional e reduzir peso e dor.
Munguía-Izquierdo; Legaz-Arrese (2012)	Avaliar a confiabilidade, o erro padrão da média (SEM) e a validade de grupo conhecido de dois testes de força de resistência a baixas cargas em pacientes com síndrome da fibromialgia (FS).	95 mulheres de meia-idade com FS e 64 mulheres saudáveis (grupo controle), pareadas por idade, peso e IMC.	Os participantes realizaram testes de força de resistência a baixas cargas para as extremidades superiores e inferiores, envolvendo sentar e levantar de uma cadeira com halteres de 2,5 kg, seguindo o ritmo de um metrônomo e, flexionar o cotovelo com um halter de 2,5 kg, sentado e seguindo o ritmo de um metrônomo. Os testes de força de resistência a baixas cargas utilizavam halteres de 2,5 kg para ambas as extremidades (inferiores e superiores). A força foi pelo número total de repetições executadas corretamente até o participante não conseguir acompanhar o ritmo.	A força de resistência a baixas cargas mostrou boa confiabilidade e validade de grupo conhecido, sendo 4 vezes menor no grupo intervenção do que controles saudáveis em todos os testes, mas necessita de uma melhora entre 4 e 5 repetições para extremidades superiores e inferiores, respectivamente, para ser considerada uma mudança clínica substancial.	Os testes de força de resistência a baixas cargas podem ser recomendados para avaliar a força de resistência a baixas cargas em pacientes com FS na prática clínica.
Maciel (2017)	Investigar os efeitos de um programa de exercícios funcionais associado à terapia	22 mulheres com fibromialgia foram divididas em grupo placebo e grupo	Mulheres com FM realizaram um programa de 8 semanas de exercícios funcionais (3x/semana), com aplicação pós sessão de laser ativo ou placebo em músculos dos	Ambos os grupos (laser e placebo) apresentaram redução da dor e melhora do desempenho funcional e muscular, da depressão e da qualidade de vida. Contudo, não houve	O programa de exercício funcional é eficaz na melhora da dor, desempenho funcional e qualidade de

laser de baixa intensidade (TLBI) na dor, desempenho funcional e qualidade de vida de indivíduos com fibromialgia (FM).	laser. Os critérios para participar incluíam ser mulher em idade reprodutiva (30-50 anos), ter IMC normal a sobrepeso, diagnóstico de FM e não praticar exercícios há 6 meses.	membros inferiores. Avaliou-se dor, desempenho funcional (equilíbrio, testes funcionais) e muscular (flexibilidade, variáveis isocinéticas), depressão e qualidade de vida. O desempenho muscular foi avaliado por um dinamômetro isocinético (Biodex Multi-Joint System 3) para medir força (pico de torque - PT), potência (Pt), trabalho total (TT) e índice de fadiga (IF) de flexores e extensores do joelho em velocidades angulares de 60° /s e 120° /s.	diferença significativa entre os grupos, indicando que o laser não aumentou os efeitos positivos do exercício.	vida em indivíduos com fibromialgia. Sugere-se investigar parâmetros de aplicação da TLBI (maiores energias, melhor distribuição) e o momento ideal de aplicação para essa população.
---	--	---	--	---

Autor (ano)	Objetivo	Amostra	Eletromiografia Metodologia	Resultados	Conclusões
Chakr (2011).	Estudar os efeitos da terapia cognitivo-comportamental (TCC) na responsividade à dor em mulheres com fibromialgia (FM), focando na mudança do limiar nociceptivo medido pelo reflexo nociceptivo de flexão (RNF).	32 mulheres com fibromialgia.	Estudo randomizado e atendimento por 6 semanas de TCC por telefone ou tratamento usual. Avaliações do limiar do reflexo nociceptivo de flexão (RNF) e desfechos clínicos foram realizadas no início, 6 e 12 semanas. O reflexo nociceptivo de flexão (RNF) foi avaliado por eletromiografia (EMG) do músculo bíceps femoral após estimulação elétrica do nervo sural. O limiar do RNF foi o nível de estimulação que excedeu a atividade EMG basal em 1,37 desvios padrão.	A TCC aumentou o limiar RNF no grupo de intervenção, indicando menor sensibilidade à dor, enquanto o limiar diminuiu no grupo de tratamento usual. Essa diferença persistiu por 12 semanas. Embora ambos os grupos tenham redução na dor percebida, o grupo TCC demonstrou a capacidade de tolerar estímulos mais intensos.	A TCC pode reduzir a sensibilidade nociceptiva em pacientes com FM, sugerindo um mecanismo biológico subjacente para os benefícios da TCC.
Carvalho <i>et al.</i> , 2021	Analisar o efeito do exergaming na atividade muscular (EMG), pico de torque dos	35 mulheres com fibromialgia (16 no grupo WiiTM, 19 no grupo controle -	As voluntárias participaram de 20 sessões de tratamento (3x/semana, 1 hora). O grupo Wii usou subjugos Wii Fit™ Plus. O grupo controle realizou exercícios de alongamento. Foram	Tanto o grupo o grupo submetido a terapia com Wii quanto o grupo de controle apresentaram uma redução significativa na contagem de pontos sensíveis. O	O exergaming tem potencial para aumentar o pico de torque em mulheres com fibromialgia, além de diminuir a

	membros inferiores e equilíbrio estático em mulheres com fibromialgia.	alongamento).	realizadas avaliações antes e após a 10ª e 20ª sessões. Eletromiografia (EMG): Capturada de músculos selecionados (gastrocnêmio medial, gastrocnêmio lateral, tibial anterior, trapézio superior, paravertebrais). Analisou-se a atividade muscular em repouso e durante contração isométrica voluntária máxima (MVIC). Dinamometria (Célula de Carga): Avaliou-se o pico de torque para dorsiflexão e planteflexão dos músculos tibial anterior e gastrocnêmio usando uma célula de carga de 200 kgf fixada ao pé.	grupo Wii, demonstrou ganhos no pico de torque para dorsiflexão (após 20 sessões) e planteflexão (após 10 sessões). O grupo de controle mostrou melhora bilateral na atividade eletromiográfica do músculo tibial anterior (após 20 sessões),	contagem de pontos sensíveis, semelhante aos exercícios de flexibilidade, sem alterar o equilíbrio estático.
--	--	---------------	--	---	--

4. DISCUSSÃO

4.1 Alterações Cinemáticas da Marcha em Indivíduos com Fibromialgia

A análise cinemática da marcha em indivíduos com fibromialgia (FM) evidencia modificações significativas nos parâmetros espaço-temporais e articulares, refletindo estratégias compensatórias adotadas frente à dor crônica, fadiga e instabilidade postural (Wolfe *et al.*, 2010; Góes *et al.*, 2014). Estudos clássicos demonstram que esses indivíduos apresentam redução da velocidade de marcha, encurtamento do comprimento do passo e da passada, além de alterações no tempo de apoio e de balanço, configurando um padrão funcional semelhante ao observado em populações idosas (Góes *et al.*, 2014; Costa *et al.*, 2017).

Góes *et al.* (2014) observaram que mulheres de meia-idade com FM exibem padrão de marcha comparável ao de idosas sem a síndrome, com diminuição da velocidade, menor comprimento da passada e aumento da rotação pélvica, sugerindo um processo de “envelhecimento precoce” da mobilidade, onde a rotação pélvica é uma estratégia adaptativa compensando a limitação de amplitude articular, mantendo a progressão do corpo durante a locomoção, corroborando com os achados do estudo.

No entanto, Costa *et al.* (2017) identificaram redução da velocidade e da cadência da marcha, associadas a menor amplitude de passada, além de maior variabilidade do

balanço corporal, sendo interpretadas como reflexo de déficits no controle motor e na estabilidade dinâmica, diretamente relacionados à intensidade da dor, fadiga, rigidez e sintomas depressivos.

Em tarefas mais complexas, como a marcha associada a dupla tarefa, Radunović *et al.* (2021) observaram aumento do tempo de ciclo, redução do comprimento da passada e prolongamento do tempo de apoio duplo, caracterizando uma estratégia de segurança adotada para ampliar a base de suporte e reduzir o risco de quedas. Mas, no que envolve populações mais jovens, Sil *et al.* (2015) relataram que adolescentes com fibromialgia juvenil também apresentam alterações cinemáticas relevantes, como diminuição do comprimento da passada e mudanças nos ângulos de dorsiflexão, eversão do tornozelo e rotação interna do joelho, evidenciando que os comprometimentos biomecânicos não se restringem ao envelhecimento, mas fazem parte do quadro funcional da síndrome. Essas modificações articulares podem estar relacionadas à hipersensibilidade nociceptiva e ao medo do movimento, que induzem padrões de marcha mais rígidos e cautelosos.

Por outro lado, intervenções baseadas em exercício têm demonstrado potencial para atenuar tais alterações, sendo possível observar no estudo de Black *et al.* (2021) que, por meio de análise tridimensional do movimento, verificaram que programas que associam treinamento neuromuscular à terapia cognitivo-comportamental são capazes de melhorar o alinhamento do quadril, reduzir a adução excessiva e otimizar a mecânica dos membros inferiores em adolescentes com fibromialgia juvenil, indicando maior eficiência biomecânica e estabilidade durante tarefas funcionais. O que também, é possível averiguar nos resultados, semelhantes, apontados por Tran *et al.* (2016), que observaram melhora nos padrões de movimento e na estabilidade dinâmica após programas de treinamento integrativo.

Dessa forma, a literatura aponta de maneira consistente que a fibromialgia está associada a importantes alterações cinemáticas da marcha, caracterizadas por redução da velocidade, encurtamento da passada, modificações nos ângulos articulares e aumento do tempo de apoio duplo, parecendo constituir mecanismos compensatórios frente à dor crônica, à fraqueza muscular e ao déficit de controle neuromuscular, contribuindo para a diminuição da funcionalidade e para o aumento do risco de quedas (Góes *et al.*, 2014; Costa *et al.*, 2017; Radunović *et al.*, 2021).

4.2 Equilíbrio Postural e Risco de Quedas

Neste ponto, além das alterações cinemáticas, indivíduos com fibromialgia apresentam comprometimento significativo do equilíbrio postural, tanto em condições estáticas quanto dinâmicas, o que contribui para maior instabilidade durante a marcha e aumento do risco de quedas.

As avaliações por posturografia e plataformas de força demonstram maior oscilação do centro de pressão e pior desempenho em tarefas com base de suporte reduzida e privação visual. Portanto, em mulheres com FM, foi identificado maior área e velocidade de oscilação corporal em comparação a controles saudáveis, especialmente nas condições de olhos fechados e apoio unipodal, indicando dependência exacerbada de informações visuais e déficit na integração sensório-motora, sugerindo alterações nos mecanismos de controle postural, possivelmente relacionadas à dor, fadiga, distúrbios do sono e sintomas ansioso-depressivos. (Trevisan *et al.*, 2017)

Conseqüentemente, Góes *et al.* (2012) reforçam essa relação ao demonstrarem que a diminuição da força muscular dos membros inferiores, particularmente a menor taxa de desenvolvimento de torque dos extensores do quadril, está fortemente associada à ocorrência de quedas em mulheres com FM, apontando que, quase metade das participantes relatou, pelo menos, um episódio de queda nos seis meses anteriores, evidenciando a relevância clínica das alterações de equilíbrio e força.

De forma complementar, Costa *et al.* (2017) observaram que a maior oscilação corporal durante tarefas funcionais está correlacionada a maiores níveis de dor, rigidez, ansiedade, depressão e fadiga, que são fatores que interferem negativamente na capacidade de resposta postural e na adaptação a perturbações do ambiente.

No entanto, Radunović *et al.* (2021) no estudo com dupla tarefa, constataram que o aumento do tempo de apoio duplo e a redução do comprimento da passada configuram estratégias adotadas para ampliar a estabilidade, ainda que à custa da diminuição da velocidade e da eficiência da marcha. Estes resultados, indicam que o comprometimento do equilíbrio em indivíduos com fibromialgia decorre de uma interação complexa entre déficits neuromusculares, alterações sensoriais e fatores psicossociais, culminando em maior instabilidade e risco de quedas.

De tal modo, a avaliação biomecânica do equilíbrio e da marcha torna-se fundamental para o planejamento de intervenções que visem não apenas à redução da dor, mas também ao aprimoramento do controle postural e da segurança funcional dessa população (Trevisan *et al.*, 2017; Góes *et al.*, 2012; Costa *et al.*, 2017).

4.3 Déficits Dinamométricos e Fraqueza Muscular

A avaliação dinamométrica em indivíduos com fibromialgia assinala evidência de forma consistente a presença de fraqueza muscular e redução da capacidade de geração de torque, especialmente nos músculos dos membros inferiores, sendo fatores diretamente associados à limitação funcional e ao aumento do risco de quedas.

Góes *et al.* (2012) demonstraram que mulheres com FM apresentam menores valores de pico de torque e de taxa de desenvolvimento de torque nos músculos extensores do quadril, joelho e tornozelo, sendo esta última variável um importante preditor de instabilidade e ocorrência de quedas. Estes déficits, são semelhantes aos resultados observados por Carvalho *et al.* (2021), que identificaram redução significativa do pico de torque dos músculos flexores plantares e dorsiflexores, associada a prejuízos no equilíbrio estático e no desempenho funcional, comprometendo a capacidade de absorção de impacto, propulsão e estabilização durante a fase de apoio da marcha, contribuindo para padrões motores mais lentos e cautelosos.

Na população de jovens, Sil *et al.* (2015) também relataram diminuição da força de extensão e flexão do joelho, bem como da abdução do quadril, em adolescentes com fibromialgia juvenil, com déficits variando entre 19% e 37%, em relação a controles saudáveis, tendo as alterações acompanhadas por maior incapacidade funcional, dor, sintomas depressivos e medo do movimento, sugerindo que a fraqueza muscular está fortemente relacionada a fatores psicossociais e ao fenômeno de evitação por dor.

Do ponto de vista da resistência muscular, Munguía-Izquierdo e Legaz-Arrese (2012) evidenciaram que indivíduos com FM apresentam desempenho significativamente inferior em testes de força de resistência a baixas cargas, tanto em membros superiores quanto inferiores, quando comparados a indivíduos saudáveis. Esta redução da resistência pode explicar, em parte, a fadiga precoce observada durante a marcha e outras atividades funcionais prolongadas, onde intervenções baseadas em exercício têm demonstrado efeitos positivos sobre essas variáveis.

Black *et al.* (2021) observaram aumento da força de abdução do quadril e de extensão do joelho após a participação em programas de treinamento neuromuscular associados à terapia cognitivo-comportamental, enquanto Carvalho *et al.* (2021) relataram ganhos de torque após intervenções com exergaming. Estes achados reforçam que a fraqueza muscular na fibromialgia é um componente modificável e que o

treinamento sistematizado pode contribuir para a melhora da estabilidade, da eficiência da marcha e da redução do risco de quedas.

4.4 Padrões Eletromiográficos e Controle Neuromuscular

No decorrer deste estudo, foi identificado que a eletromiografia (EMG) de superfície (EMG) tem fornecido evidências importantes sobre alterações no padrão de ativação muscular em indivíduos com fibromialgia, indicando disfunções no controle neuromuscular e fadiga precoce durante a execução de tarefas motoras.

Chakr (2011), ao avaliar o reflexo nociceptivo de flexão por meio da EMG do bíceps femoral, demonstrou que pacientes com FM apresentam limiar nociceptivo reduzido, compatível com a hipersensibilidade central característica da síndrome. Portanto, com a elevação deste limiar após a terapia cognitivo-comportamental sugere modulação positiva da excitabilidade nociceptiva e melhora da tolerância à dor.

Maquet *et al.* (2010), ao realizarem a EMG, observaram que indivíduos com FM exibem interrupção precoce da contração muscular durante esforços isométricos, o que reflete menor capacidade de sustentação da atividade e maior instalação de fadiga, onde estes padrões eletromiográficos anormais contribuem para a redução da eficiência mecânica e para a adoção de estratégias motoras compensatórias durante a marcha.

Em estudos de intervenção, Carvalho *et al.* (2021) verificaram que o exergaming promoveu aumento do pico de torque dos músculos tibial anterior e gastrocnêmio, além de modificações na atividade eletromiográfica, indicando melhora da ativação neuromuscular, mesmo não havendo alterações significativas no equilíbrio estático, pois a redução da contagem de pontos sensíveis sugere efeito benéfico sobre a dor e, consequentemente, sobre o recrutamento muscular.

Estes achados, corroboram a noção de que as alterações da marcha na fibromialgia não se restringem a fatores mecânicos, mas envolvem também disfunções no processamento neural da dor e no controle motor, resultando em padrões de ativação muscular menos eficientes, maior co-contração e fadiga precoce (Chakr, 2011; Maquet *et al.*, 2010).

4.5 Relação entre Dor, Fadiga, Depressão e Desempenho Funcional

No que abarcam os déficits, diversos estudos apontam associação direta entre a intensidade dos sinais e sintomas clínicos da fibromialgia e o comprometimento da marcha, do equilíbrio e da força muscular. Costa *et al.* (2017) encontraram correlações significativas entre parâmetros espaço-temporais da marcha e níveis elevados de dor,

rigidez, ansiedade, depressão e fadiga, indicando que o agravamento dos sintomas está relacionado à piora do desempenho funcional. Deste modo, Radunović *et al.* (2021) reforçaram a relação ao demonstrar que o estado depressivo influencia variáveis como tempo de ciclo, comprimento da passada e tempo de apoio duplo, sobretudo em condições de dupla tarefa, nas quais a sobrecarga cognitiva acentua as limitações motoras.

Carbonell-Baeza *et al.* (2011) acrescentam que a sensibilidade à dor, avaliada por algometria, está inversamente associada ao desempenho em testes de força e resistência, evidenciando que indivíduos mais sensíveis à dor apresentam maior limitação funcional. Além dos aspectos físicos, Antunes *et al.* (2021) destacam que a dor crônica e a fadiga impactam negativamente a capacidade de concentração, o desempenho profissional e a participação em atividades sociais e de lazer, ampliando o comprometimento da qualidade de vida.

Estes fatores psicossociais contribuem para a adoção de padrões de movimento mais cautelosos e para a redução do nível de atividade física, perpetuando um ciclo de descondicionamento, fraqueza muscular e piora da marcha.

4.6 Efeitos do Exercício Físico e da Terapia Cognitivo-Comportamental

Evidências consistentes indicam que intervenções baseadas em exercício físico e terapia cognitivo-comportamental (TCC) são eficazes na melhora de variáveis biomecânicas, funcionais e psicossociais em indivíduos com fibromialgia.

Os estudos de Black *et al.* (2021) e Tran *et al.* (2016) demonstraram que programas integrativos, que associam TCC ao treinamento neuromuscular, promovem ganhos de força, melhora do alinhamento articular, aumento da estabilidade e normalização de padrões de movimento em adolescentes com fibromialgia juvenil.

Nos estudos realizados com adultos, Maciel (2017) e Larsson *et al.* (2015) observaram que programas de exercício funcional e de resistência resultam em redução da dor, aumento da força muscular e melhora da capacidade funcional, embora muitos desses estudos não tenham explorado de forma aprofundada as adaptações biomecânicas específicas.

Enquanto isso, Steffens *et al.* (2012) destacaram ainda que a prática regular de caminhada melhora a autoeficácia para lidar com os sintomas, fator relevante para a adesão ao tratamento e para a manutenção de um estilo de vida ativo.

No âmbito da modulação da dor, Chakr (2011) demonstrou que a TCC é capaz de aumentar o limiar nociceptivo, reduzindo a hipersensibilidade central e favorecendo a

participação em programas de exercício. Esses resultados reforçam a importância de abordagens multidimensionais que integrem componentes físicos e psicológicos no manejo da fibromialgia.

4.7 Integração dos Achados e Lacunas na Literatura

De forma integrada, os estudos analisados indicam que a fibromialgia compromete a marcha em múltiplos níveis: *cinemático*, com redução da velocidade, encurtamento da passada e alterações articulares; *dinamométrico*, com fraqueza muscular e diminuição do torque; e *eletromiográfico*, com padrões de ativação muscular anormais e fadiga precoce.

Tais déficits estão intimamente relacionados à dor crônica, fadiga, rigidez e sintomas depressivos, resultando em instabilidade postural e aumento do risco de quedas (Góes *et al.*, 2012; Góes *et al.*, 2014; Costa *et al.*, 2017; Radunović *et al.*, 2021).

Apesar dos avanços, observa-se escassez de estudos que integrem simultaneamente análises cinemáticas, dinamométricas e eletromiográficas em um mesmo protocolo experimental, o que limita a compreensão global dos mecanismos envolvidos na marcha de indivíduos com FM.

A maioria das investigações ainda se concentra em testes funcionais ou em avaliações isoladas, sem explorar de forma aprofundada a interação entre força, controle neuromuscular e padrões de movimento.

Nesse contexto, reforça-se a necessidade de ensaios clínicos controlados, com amostras representativas e uso de tecnologias avançadas de análise do movimento, a fim de elucidar as adaptações biomecânicas decorrentes das intervenções e subsidiar o desenvolvimento de estratégias terapêuticas baseadas em evidências, voltadas para a melhora da funcionalidade, da segurança e da qualidade de vida de indivíduos com fibromialgia.

5. CONCLUSÃO

A fibromialgia constitui um problema de saúde pública de elevada prevalência, caracterizado por impactos neurobiológicos, fisiológicos e funcionais que comprometem de forma significativa a qualidade de vida dos indivíduos.

Conquanto, a literatura atual tenha avançado na compreensão dessa síndrome, ainda persistem lacunas de conhecimento que dificultam a plena elucidação de seus mecanismos fisiopatológicos e a consolidação de protocolos terapêuticos eficazes.

Nesse contexto, a utilização de metodologias de avaliação precisas, como a eletromiografia e a dinamometria, mostra-se estratégica por fornecer medidas objetivas e reprodutíveis, permitindo maior robustez na análise dos efeitos das intervenções.

Entre estas, a terapia cognitivo-comportamental (TCC) destaca-se como abordagem promissora, ao contribuir para a ressignificação da dor, o fortalecimento da resiliência psicológica e a promoção da adesão à prática regular de atividade física, elementos diretamente relacionados à melhora funcional e ao bem-estar dos pacientes.

Contudo, reforça-se a necessidade de ensaios clínicos controlados, conduzidos com rigor metodológico, amostras representativas e recursos tecnológicos avançados, de modo a reduzir as incertezas ainda existentes, aprofundar a compreensão dos mecanismos envolvidos e subsidiar o desenvolvimento de estratégias terapêuticas efetivas e baseadas em evidências.

6. REFERÊNCIAS

ANG, Dennis C.; CHAKRAVARTHY, Rafael; MAZZUCA, Steve; FRANCE, Christopher R.; STEINER, Jennifer; STUMP, Timothy (2010). Cognitive-behavioral therapy attenuates nociceptive responding in patients with fibromyalgia: a pilot study. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, v. 62, n. 5, p. 618-623.

ANTUNES, M. D.; COUTO, L. A.; GOMES BERTOLINI, S. M. M.; DA ROCHA LOURES, F. C. N.; BASSO SCHMITT, A. C.; MARQUES, A. P. (2021). Effectiveness of interdisciplinary health education programs for individuals with fibromyalgia: A systematic review. *J Educ Health Promot.* Feb. 27;10:64.

BLACK, W. R.; DICESARE, C. A.; THOMAS, S.; PFEIFFER, M.; WILLIAMS, S. E.; KITCHEN, K.; TING, T. V.; MYER, G. D.; KASHIKAR-ZUCK, S. (2021). Preliminary Evidence for the Fibromyalgia Integrative Training Program (FIT Teens) Improving Strength and Movement Biomechanics in Juvenile Fibromyalgia: Secondary Analysis and Results from a Pilot Randomized Clinical Trial. *Clin J Pain.* Jan;37(1):51-60.

CARBONELL-BAEZA, A.; APARICIO, V. A.; SJÖSTRÖM, M.; RUIZ, J. R.; DELGADO-FERNÁNDEZ, M. (2011). Pain and functional capacity in female fibromyalgia patients. *Pain Med.* Nov;12(11):1667-75.

CHAKR, Rafael Mendonça da Silva. Efeitos da terapia cognitivo-comportamental na responsividade nociceptiva de mulheres com fibromialgia. 2011.

COSTA, I. D.; GAMUNDÍ, A.; MIRANDA, J. G.; FRANÇA, L. G.; DE SANTANA, N.; MONTOYA, P. (2017). Altered Functional Performance in Patients with Fibromyalgia. *Front Hum Neurosci.* Jan 26;11:14.

CARVALHO, M. S.; CARVALHO, L. C.; ALVES, R. D. S.; MENEZES, F. D. S.; GOMES, E. D. C.; FRAZIN, A.; IUNES, D. H. (2021). Analysis of the Muscular Activity, Peak Torque in the Lower Limbs, and Static Balance after Virtual Rehabilitation in



Women with Fibromyalgia: A Randomized Controlled Study. *Games Health J.* Jun;10(3):190-197.

GÓES, Suelen M.; LEITE, Neiva; SOUZA, Ricardo M. de; HOMANN, Diogo; OSIECKI, Ana V. C.; RODACKI, André L. F. (2014). Características da marcha de mulheres com fibromialgia: um padrão prematuro de envelhecimento. *Revista Brasileira de Reumatologia*, v. 54, n. 5, p. 335-341.

GÓES, S. M.; LEITE, N.; SHAY, B. L.; HOMANN, D.; STEFANELLO, J. M.; RODACKI, A. L. (2012). Functional capacity, muscle strength and falls in women with fibromyalgia. *Clin Biomech (Bristol)*. Jul;27(6):578-83.

HEYMANN, Roberto E.; PAIVA, Eduardo S.; MARTINEZ, José Eduardo; HELFENSTEIN JR., Milton; REZENDE, Marcelo C.; PROVENZA, José Roberto; RANZOLIN, Aline *et al.* (2017). Novas diretrizes para o diagnóstico da fibromialgia. *Revista Brasileira de Reumatologia*, v. 57, n. S2, p. S467-S476.

KOTOV-SMOLENSKIY, A. M.; KHIZHNIKOVA, A. E.; KLOCHKOV, A. S. *et al.* (2021). EMG de superfície: aplicabilidade na análise de movimento e oportunidades para reabilitação prática. *Hum Physiol* 47, 237–247.

LARSSON, A.; PALSTAM, A.; LÖFGREN, M.; ERNBERG, M.; BJERSING, J.; BILEVICIUTE-LJUNGAR, I.; GERDLE, B.; KOSEK, E.; MANNERKORPI, K. (2015). Resistance exercise improves muscle strength, health status and pain intensity in fibromyalgia--a randomized controlled trial. *Arthritis Res Ther.* Jun 18;17(1):161.

MACIEL, Daniel Germano (2017). Efeito de um programa de exercício funcional associado à terapia laser de baixa intensidade na dor, capacidade funcional e qualidade de vida em indivíduos com fibromialgia: ensaio clínico randomizado duplo-cego. 2017. 80f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

MAQUET, Didier; CROISIER, Louis-Jean; DUPONT, Catherine; MOUTSCHEN, Michel; ANSSEAU, Marc; ZEEVAERT, Bernard; CRIELAARD, Michael-Jean (2010). Fibromyalgia and related conditions: Electromyogram profile during isometric muscle contraction. *Joint Bone Spine, Paris*, v. 77, n. 3, p. 264-267.

MUNGUÍA-IZQUIERDO, D.; LEGAZ-ARRESE, A. (2012). Reliability and validity of a low load endurance strength test for upper and lower extremities in patients with fibromyalgia. *Arch Phys Med Rehabil.* Nov;93(11):2035-41.

QUEIROZ, A. B. A.; JARDIM, N. A. (2023). A influência da nutrição como tratamento complementar em pacientes com fibromialgia. *Revista Foco*, v. 16, n. 12, p. e3856.

RADUNOVIĆ, G.; VELIČKOVIĆ, Z.; RAŠIĆ, M.; JANJIĆ, S.; MARKOVIĆ, V.; RADOVANOVIĆ, S. (2021). Assessment of gait in patients with fibromyalgia during motor and cognitive dual task walking: a cross-sectional study. *Adv Rheumatol.* Aug 26;61(1):53.



SIL, S.; THOMAS, S.; DICESARE, C.; STROTMAN, D.; TING, T. V.; MYER, G.; KASHIKAR-ZUCK, S. (2015). Preliminary evidence of altered biomechanics in adolescents with juvenile fibromyalgia. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. Jan;67(1):102-11.

STEFFENS, Ricardo de A. K.; VALE, Bruno Ribeiro do; FONSECA, Alessandra Bertinato; VIANA, Maick da S.; BRANDT, Ricardo; ANDRADE, Alexandre (2012). Efeito da caminhada sobre a qualidade de vida e auto-eficácia de mulheres com síndrome da fibromialgia. *R. bras. Ci. e Mov.*, Brasília, v. 20, n. 1, p. 41-46.

TRAN, S. T.; THOMAS, S.; DICESARE, C.; PFEIFFER, M.; SIL, S.; TING, T. V.; WILLIAMS, S. E.; MYER, G. D.; KASHIKAR-ZUCK, S. (2016). A pilot study of biomechanical assessment before and after an integrative training program for adolescents with juvenile fibromyalgia. *Pediatr Rheumatol Online J*. Jul 22;14(1):43.

TREVISAN, D. C.; DRIUSSO, P.; AVILA, M. A.; GRAMANI-SAY, K.; MOREIRA, F. M. A.; PARIZOTTO, N. A. (2017). Static postural sway of women with and without fibromyalgia syndrome: A cross-sectional study. *Clin Biomech (Bristol)*. May;44:83-89.