

Universidade de Brasília
Faculdade de Ceilândia
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

ANA REGINA DINIZ DE MENEZES

Efeito da fadiga motora induzida nos parâmetros espaço-temporais da marcha
de pessoas com esclerose múltipla.

Brasília
2020

ANA REGINA DINIZ DE MENEZES

Efeito da fadiga motora induzida nos parâmetros espaço-temporais da marcha de pessoas com esclerose múltipla.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Ciências da Reabilitação, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientadora: Prof^a Dr^a Ana Cristina de David.

Brasília
2020

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

DM543e DINIZ DE MENEZES, ANA REGINA
Efeito da fadiga motora induzida nos parâmetros espaço
temporais da marcha de pessoas com esclerose múltipla / ANA
REGINA DINIZ DE MENEZES; orientador Ana Cristina de David.
-- Brasília, 2020.
45 p.

Tese (Doutorado - Mestrado em Ciências da Reabilitação) -
Universidade de Brasília, 2020.

1. esclerose múltipla. 2. fadigabilidade. 3. marcha. 4.
parâmetros espaço-temporais. I. de David, Ana Cristina,
orient. II. Título.

ANA REGINA DINIZ DE MENEZES

Efeito da fadiga motora induzida nos parâmetros espaço-temporais da marcha de pessoas com esclerose múltipla.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Ciências da Reabilitação, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Brasília, 20 de março de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Professora Dra. Ana Cristina de David

Professor Dr. João Luiz Quaglioti Durigan

Professor Dr. Felipe Von Glehn Silva

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido Rafael que despertou em mim a ideia de realizar este mestrado e esteve ao meu lado durante todo este processo.

Aos meus pais, Antonio e Ana Rute e minhas irmãs, Adriana e Fabiana grandes incentivadores em meus estudos durante toda minha vida.

À minha amiga Cíntia Ramari, grande parceira nesta pesquisa.

À minha orientadora, Prof^a Ana Cristina de David, que teve sensibilidade para entender os momentos difíceis e me motivou para concluir da melhor forma possível este trabalho.

Aos voluntários, pessoas com esclerose múltipla ou não, que se dispuseram a participar desta pesquisa.

Aos amigos do Laboratório de Análise do Movimento Humano que compartilharam horas de estudos.

Aos professores, que com seus ensinamentos me permitiram a realização deste trabalho.

Minha eterna gratidão!

Dedico este trabalho com todo meu amor à minha filha Mariana. Ainda tão pequena e tão frágil partilhou comigo dos momentos finais desta conquista.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Caracterização de passo e passada | 12 |
| Figura 2. Fases do ciclo da marcha | 13 |
| Figura 3. Procedimentos | 20 |
| Figura 4. Protocolo de fadigabilidade | 20 |
| Figura 5. Parâmetros espaço-temporais da marcha antes e depois do protocolo de fadigabilidade do grupo controle (GC); grupo esclerose múltipla (EM); grupo MFIS < 38; MFIS > 38..... | 26 |
| Figura 6. Parâmetros espaço-temporais da marcha antes e depois do protocolo de fadigabilidade do grupo controle (GC); grupo esclerose múltipla (EM); grupo MFIS < 38; MFIS > 38 (continuação)..... | 26 |
| Tabela 1. Características clínicas e demográficas dos participantes do grupo controle (GC), grupo esclerose múltipla (EM), grupo MFIS < 38 e grupo MFIS > 38, em média e intervalo de confiança (IC 95%). | 24 |
| Tabela 2. Comparação antes e depois do protocolo de fadigabilidade GC e EM e GC, MFIS < 38 e MFIS > 38. | 25 |
| Tabela 3. Teste de comparações múltiplas GC, MFIS < 38 e MFIS > 38..... | 27 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 09 |
| 1.1 Esclerose Múltipla | 09 |
| 1.2 Marcha..... | 11 |
| 1.3 Fadiga..... | 14 |
| 2. JUSTIFICATIVA..... | 17 |
| 3. OBJETIVOS..... | 18 |
| 3.1 Objetivo Geral..... | 18 |
| 3.2 Objetivos Específicos | 18 |
| 4. MÉTODOS | 19 |
| 4.1 Tipo de estudo..... | 19 |
| 4.2 Participantes..... | 19 |
| 4.3 Procedimentos | 19 |
| 4.3.1 Protocolo de fadigabilidade | 20 |
| 4.3.2 Avaliação da marcha..... | 21 |
| 4.4 Análise dos dados..... | 21 |
| 5. RESULTADOS..... | 23 |
| 6. DISCUSSÃO | 28 |
| 7. CONCLUSÃO | 31 |
| 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 32 |
| ANEXO I..... | 35 |
| ANEXO II..... | 36 |
| APENDICE I..... | 38 |
| APENDICE II..... | 39 |
| APENDICE III..... | 42 |
| APENDICE IV | 43 |

RESUMO

Objetivo: Avaliar os parâmetros espaço-temporais da marcha de pessoas com esclerose múltipla, após protocolo de indução de fadigabilidade.

Métodos: Estudo quase-experimental com um grupo de esclerose múltipla (n=27), o qual também foi subdividido de acordo com Escala Modificada de Impacto da Fadiga (MFIS), em MFIS < 38 e MFIS > 38; e um controle saudável (n=25). Os parâmetros espaço-temporais da marcha foram medidos pelo GAITRite electronic antes e após um protocolo de indução de fadigabilidade que consiste em seis sessões de 2 minutos de caminhada e 30 segundos de descanso. As análises estatísticas comparam diferenças entre os grupos antes e depois do protocolo.

Resultados: Na comparação do grupo controle e grupo esclerose múltipla antes do protocolo de indução de fadigabilidade foram encontradas diferenças significativas na velocidade, comprimento do passo, apoio simples e apoio duplo. No momento pós protocolo as diferenças significativas foram na velocidade, cadência, comprimento do passo, tempo de passo, apoio simples e apoio duplo. Quando subdividimos o grupo esclerose múltipla em MFIS < 38 e MFIS > 38 e comparamos com grupo controle, apenas a base de suporte pré e pós não apresentam diferença significativa.

Conclusão: Os parâmetros espaço-temporais da marcha pioram após a realização de um protocolo de indução de fadigabilidade, como o de seis sessões de dois minutos de caminhada proposto neste estudo, em pessoas com esclerose múltipla. A tendência dessas alterações consiste em diminuições na velocidade da marcha, cadência, comprimento do passo e apoio simples e aumento no tempo do passo e apoio duplo.

Palavras-chave: marcha, parâmetros espaço-temporais, fadigabilidade, esclerose múltipla.

ABSTRACT

Objective: to analyze the spatiotemporal gait parameters of people with multiple sclerosis, after a fatigue induction protocol.

Methods: Quasi-experimental study with a group of multiple sclerosis (n = 27), which was also subdivided according to the Modified Fatigue Impact Scale (MFIS), in MFIS < 38 and MFIS > 38; and healthy control (n = 25). The spatiotemporal parameters of gait were measured by GAITRite electronic before and after a fatigue induction protocol consisting of six sessions of 2 minutes of walking and 30 seconds of rest. Statistical analyzes compare differences between groups before and after the protocol.

Results: Comparing the control group and the multiple sclerosis group before the fatigue induction protocol, significant differences were found in speed, step length, single support and double support. In the post-protocol period, significant differences were in speed, cadence, step length, step time, single support and double support. When we subdivided the multiple sclerosis group into MFIS <38 and MFIS > 38 and compared it with the control group, only the pre and post support base did not show any significant difference.

Conclusion: The spatiotemporal parameters of gait worsen after the fatigue induction protocol, such as the six sessions of two minutes of walking proposed in this study, in people with multiple sclerosis. The tendency of these changes consists in decreases in gait speed, cadence, step length and single support and increase in step time and double support.

Keywords: gait, spatiotemporal parameters, fatigability, multiple sclerosis.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Esclerose Múltipla

A Esclerose Múltipla (EM) é uma doença do Sistema Nervoso Central (SNC), associada com inflamação, desmielinização e morte axonal, que pode afetar as funções cognitivas, integração da informação sensorial multimodal e saída motora durante o progresso da doença (1)(2).

Estima-se que 2.3 milhões de pessoas são afetadas no mundo. A EM é a doença inflamatória do SNC mais comum em adultos jovens. É uma doença imunomediada, que evolui para degeneração, caracterizada por sintomas neurológicos heterogêneos, imprevisíveis, englobando aspectos físicos, emocionais, de comunicação, social e domínios cognitivos (3).

O aparecimento da EM ocorre mais frequentemente em adultos com idades entre 20 e 50 anos, sendo duas a três vezes mais comuns em mulheres do que em homens. Caracterizada por múltiplos déficits neurológicos e diminuição significativa da qualidade de vida, levando muitos pacientes à incapacidade (4).

A doença pode evoluir com danos irreversíveis tanto da substância cinzenta quanto da branca cerebral, resultando no acúmulo de incapacidade física e cognitiva (5,6).

A perda da bainha de mielina que envolve os axônios diminui a transmissão do potencial de ação resultando em padrões anormais de condução nervosa, causando os sintomas clínicos da doença. Sabe-se também que neurônios se degeneram em consequência da inflamação que atinge a cobertura de mielina e da perda do apoio trófico dos oligodendrócitos ao axônio. Dessa forma, a degeneração neural também contribui para as deficiências funcionais na EM, em especial nas formas crônicas e progressivas da doença (7).

A condução do impulso nervoso é menos eficiente nos axônios desmielinizados. Em axônios normalmente mielinizados, a velocidade de condução é governada pela condução saltatória, caracterizada pela geração sequencial de potenciais de ação em sucessivos nós de Ranvier, sem propagação de potenciais de ação ao longo do tempo. Em outras palavras, o potencial de ação “pula” de um nó para o próximo. Quando a mielina é perdida, esse tipo mais rápido de propagação do potencial de ação não é possível. Além disso, a perda de mielina permite vazamento de corrente agora passando ao longo do axônio. O resultado é uma

velocidade de condução mais lenta, bloqueio de condução e transmissão reduzida de sinais de alta frequência. Durante a recuperação de uma exacerbação, ocorre remielinização, mas a mielina reconstituída é mais fina que a mielina normal, portanto a velocidade de condução mostra apenas uma recuperação parcial (8).

A resposta autoimune é desencadeada por fatores genéticos podendo ter fatores ambientais como gatilho. Dentre os fatores ambientais, os que estão mais associados à EM são: tabagismo, estresse, condições de higiene, imunizações e infecções virais. A má exposição ao sol e a deficiência de vitamina D nas latitudes mais setentrionais e meridionais do mundo também aparecem como importantes fatores (9).

Os sinais e sintomas da EM são determinados pela localização das regiões afetadas, como por exemplo, cegueira monocular (devido à lesão do nervo óptico), fraqueza motora ou paralisia (devido às lesões no trato corticoespinal), sensações somáticas anormais (devido à lesão na rota somatossensorial, frequentemente nas colunas posteriores), visão dupla (devido à lesão no fascículo longitudinal medial) e tonturas (devido à lesão nas rotas vestibulares) (7).

Os sintomas da EM também são heterogêneos e podem incluir neurite óptica, fadiga, fraqueza, ataxia da marcha, espasticidade, espasmos musculares, dor, tremor, dormência, parestesia, disfunção da bexiga e intestino e déficits cognitivos (4).

A EM costuma ser tratada com drogas modificadoras da doença que têm como objetivo diminuir a atividade do sistema imune adaptativo e inato, como, por exemplo, depletando linfócitos B e T ou induzindo apoptose de células encefalíticas autoreativas. Essa abordagem controla consideravelmente a atividade inflamatória, mas não os processos neurodegenerativos e também não cura a doença, de modo que as pessoas com esclerose múltipla frequentemente experimentam sintomas residuais e disfunção (10).

A incapacidade na EM pode ser medida por scores clínicos, a mais utilizada é o Expanded Disability Status Scale (EDSS). O EDSS permite ao médico avaliar a incapacidade neurológica em cada um dos oito sistemas funcionais: (piramidal, sensorial, cerebelar, visual, bexiga, intestino, tronco cerebral e mental) , bem como uma avaliação da deambulação, para fornecer uma pontuação global em uma escala de 10 pontos variando de 0 (normal) a 10 (morte). Um EDSS de 6,0 indica um

paciente que requer suporte/ unilateral para mobilidade. Um aumento na pontuação EDSS de 1 ponto (para pontuações EDSS abaixo de 6,0) ou 0,5 (para pontuação EDSS de 6,0 ou maior) sustentada por 3 ou 6 meses é rotineiramente usado como uma medida da progressão da incapacidade em ensaios clínicos de EM (11).

A PDDS (Patient Determined Disease Steps) é uma medida autoadministrada de incapacidade e representa a descrição do paciente sobre o impacto da EM na marcha. É composta por nove níveis ordinais que variam entre 0 (normal) e 8 (acamado) (12) (13) (14), conforme Anexo 1.

Um estudo examinou a validade do estudo na versão em inglês do PDDS em 96 pessoas com EM e encontrou forte correlação entre os escores da EDSS e PDDS (12). Outro estudo validou a versão em italiano da PDDS também com 96 pessoas com EM encontrando forte correlação entre EDSS e PDDS (13).

Um recente trabalho de validação no Brasil mostrou forte relação entre os escores PDDS/ BR e EDSS. Os resultados indicaram excelente teste-reteste de reprodutibilidade para o PDDS/ BR. Os escores do PDDS/ BR fornecem uma avaliação válida e confiável da incapacidade de mobilidade e podem ser usados por pesquisadores e neurologistas para avaliar o status de incapacidade em brasileiros com EM (14).

1.2 Marcha

Durante a marcha normal há uma sequência de repetições de movimento do membro para mover o corpo para frente, enquanto simultaneamente, mantém a postura estável. A marcha é resultado da integração sensorial dos sistemas visual, auditivo, proprioceptivo e tátil, associados a uma boa mobilidade articular, força muscular e controle neuromuscular sendo dependente principalmente do desenvolvimento e amadurecimento dos sistemas nervoso e musculoesquelético (15).

Conforme o corpo move-se para frente um membro serve como fonte móvel de apoio enquanto o outro membro avança para uma nova posição de apoio. Em seguida, os membros invertem seus papéis. Para a transferência do peso do corpo de um membro para outro, ambos os pés estão em contato com o solo. Uma sequência única dessas funções por um membro é chamada de ciclo de marcha que possui dois períodos: apoio e balanço, frequentemente chamados de fases da

marcha. Apoio é o termo utilizado para designar todo o período durante o qual o pé está em contato com a superfície e começa com o contato inicial. Já o termo balanço aplica-se ao tempo em que o pé está no ar para o avanço do membro e inicia-se no momento em que o pé é elevado da superfície. A distribuição dos períodos de contato com o solo é 60% para o apoio e 40% para o balanço, sendo que das fases de apoio 10% é para cada intervalo de duplo apoio e 40% para apoio simples. O apoio simples de um membro equivale ao balanço do outro, já que eles ocorrem ao mesmo tempo. Um ciclo de marcha é equivalente a uma passada. O intervalo entre dois contatos iniciais do mesmo membro com o solo está representado na Figura 1 (15)(16).

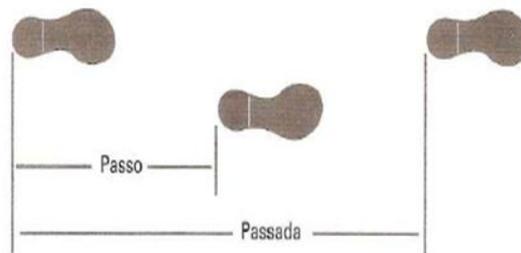


FIGURA 1. Caracterização de passo e passada (Fonte: Perry, 2005) (15)

Cada passada contém oito padrões funcionais. Cada um desses padrões tem um objetivo funcional e um padrão crítico de movimento seletivo sinérgico para realizar essa meta. A combinação sequencial das fases também possibilita ao membro realizar três tarefas básicas: aceitação de peso, apoio simples e avanço do membro. A aceitação de peso inicia o período de apoio e utiliza as duas primeiras fases da marcha (contato inicial e resposta à carga). O apoio simples do membro dá continuidade ao apoio com as próximas duas fases da marcha (apoio médio e apoio terminal). O avanço do membro começa na fase final do apoio (pré-balanço) e então continua através das três fases do balanço (balanço inicial, médio e terminal) (15)(16) conforme representada na Figura 2.

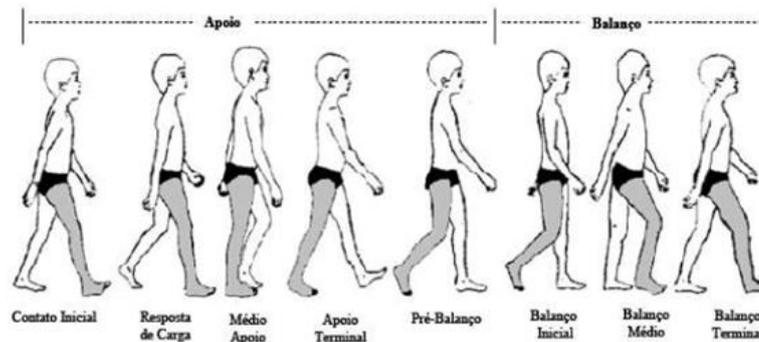


FIGURA 2. Fases do ciclo da marcha (Fonte: Perry, 2005) (15)

Embora a marcha seja automática, não é necessariamente estereotipada. Os mamíferos usam constantemente aferências sensoriais para ajustar seus padrões de passadas em função de variações do terreno e para condições antecipadas ou inesperadas. Essa aferência é fornecida predominantemente por três sistemas sensoriais: visual, vestibular e somatossensorial. Os proprioceptores nos músculos e nas articulações fornecem informações sobre os movimentos do corpo e estão envolvidos na regulação automática dos passos. Os receptores cutâneos da pele, referidos, algumas vezes, como exteroceptores, ajustam os passos aos estímulos externos e também podem fornecer retroalimentação importante sobre os movimentos corporais(17).

O comprometimento da marcha é uma característica clínica da EM, frequentemente resultante da combinação de múltiplos sintomas e déficits comuns como: fadiga, problemas de fraqueza, espasticidade, ataxia e equilíbrio (7).

Até 85% das pessoas com EM relatam prejuízos na mobilidade e a marcha é percebida como a função corporal mais importante em todo o espectro de incapacidades da doença. Esta população freqüentemente exhibe um padrão de marcha cauteloso, hipotetizado como uma tentativa de reduzir a instabilidade postural e aumentar o controle global do movimento (18). As modificações da marcha que são características de uma estratégia de proteção podem refletir uma tentativa de aumentar a estabilidade. Passos mais largos permitem manter uma base de suporte mais larga ao caminhar e o tempo de duplo suporte aumentado prolonga o contato com o solo, o que pode refletir uma tentativa de melhora da estabilidade durante a caminhada (19).

As taxas de queda nesta população são consideravelmente altas; com a literatura recente indicando que aproximadamente 56% experimentarão uma queda em qualquer período de três meses. A maioria dessas quedas ocorre durante atividades envolvendo a marcha (18).

Déficits na caminhada e na função cognitiva são características bem reconhecidas da esclerose múltipla (EM), sendo que até 85% das pessoas com EM queixam-se de deambulação prejudicada e até 65% das pessoas com EM demonstram comprometimento cognitivo (20).

Givon, Uri et al (21), avaliaram 81 pacientes com EM, que apresentavam habilidade para realizar marcha independente, e 25 sujeitos saudáveis pareados por idade, utilizando o GaitRite como instrumento. No grupo com EM a velocidade, cadência e comprimento do passo (direito e esquerdo) foram reduzidas significativamente e a base de suporte (direita e esquerda) foram maiores que os indivíduos saudáveis. Os resultados de uma revisão sistemática e meta-análise indicam que a EM tem um efeito significativo na marcha, tanto a um ritmo autosselecionado quanto rápido. A velocidade, cadência, comprimento do passo, comprimento da passada e tempo da fase de balanço apresentaram valores significativamente inferiores na população com EM quando comparados com os indivíduos saudáveis. Já o tempo de duplo suporte e a largura do passo apresentaram valores significativamente maiores na população com EM. Este efeito é considerável, apesar dos escores EDSS relativamente baixos das populações incluídas (entre 1.8 e 4.5), e pode ser mais evidente naqueles com estado de doença mais avançado. Estes achados ressaltam uma série de implicações clínicas relacionadas tanto à avaliação quanto ao tratamento da marcha para a pessoa com EM. Investigações adicionais relacionadas à natureza preditiva ou protetora desses déficits em relação às quedas são necessárias para o desenvolvimento de intervenções de prevenção de quedas nesta população (18).

1.3 Fadiga

A fadiga é um dos sintomas mais comuns e incapacitantes da EM sendo relatado por 70-90% da população acometida por esta patologia. Além disso, 55% de todas as pessoas com EM descrevem a fadiga como um dos piores sintomas, o

que demonstra o efeito negativo da fadiga na saúde mental e no estado geral de saúde dessa população (22).

A fadiga da EM é denominada “fadiga primária” quando está diretamente relacionada aos mecanismos da doença enquanto a fadiga causada por fatores não específicos da doença é denominada “fadiga secundária”. A fadiga primária pode surgir de processos mediados centralmente que são específicos da EM, como inflamação, desmielinização ou perda axonal, enquanto a fadiga secundária pode ser consequência de problemas de sono, dor, uso de medicamentos, descondicionamento, depressão ou funcionamento psicológico (22).

Uma das discussões mais importantes sobre fadiga é a distinção entre fadiga e fadigabilidade. Fadiga refere-se a sensações subjetivas de cansaço, aumento da sensação de esforço, incompatibilidade entre esforço despendido e desempenho real ou exaustão e é definida com base no excesso de pontos em questionários específicos. Por outro lado, fadigabilidade é definida como a taxa de alteração de um critério de desempenho em relação a um valor de referência em um determinado tempo de realização da tarefa, ou medida da produção mecânica, com base em uma diferença estatisticamente significativa em relação a um grupo de controle (23). A quantificação da fadiga motora na EM tem sido referida como fadigabilidade - definida como a magnitude da mudança no desempenho em relação a um critério objetivo durante um período de tempo, ou antes e depois de uma determinada tarefa fadigante (24).

A mensuração da fadiga é considerada o aspecto central da sua avaliação e, devido ao seu caráter multidimensional e subjetivo, tem sido realizada através de escalas de auto-avaliação. Usualmente os instrumentos utilizados para mensurar a fadiga na EM são de auto-resposta, em que o indivíduo descreve e pontua a sua fadiga. A Escala Modificada de Impacto da Fadiga (MFIS) tem foco multidimensional e fornece maiores informações sobre as características da fadiga ou sobre o seu impacto. (25), Anexo 2.

A MFIS é recomendada para ser usada na prática clínica e em pesquisa sendo classificada como instrumento qualificado para avaliar a fadiga na EM. Composta por 21 questões distribuídas em três domínios: físico (9 itens), cognitivo (10 itens) e psicossocial (2 itens). O formato das respostas permite escores de 0 a 4 para cada item, onde os escores maiores refletem maior impacto da fadiga. O

domínio físico permite escores de 0 a 36, o cognitivo de 0 a 40 e o psicossocial de 0 a 8. O escore total da MFIS é dado pela soma dos três domínios e varia de 0 a 84 pontos⁴. Valores abaixo de 38 correspondem à ausência de fadiga, e acima deste valor, quanto maior o escore, maior o grau de fadiga do indivíduo (25).

Nenhuma fadiga foi percebida em pessoas com EM e um grupo controle os quais realizaram três vezes o Teste de 6 minutos de caminhada (6MWT) com um intervalo de 1 hora entre eles nos dois grupos. No entanto, o grupo controle andou mais rápido e uma maior distância do que aqueles com esclerose múltipla. Também foi possível demonstrar uma diferença no desempenho do teste. O grupo de controle desacelerou no primeiro minuto e acelerou no minuto final para a velocidade original ou mais rápida. O grupo com EM, por outro lado, começa com menos velocidade e desacelera ao longo do teste (26).

Na comparação do 6MWT com o Teste de 2 minutos de caminhada (2MWT) ficou evidente que ambos os testes capturam os mesmos aspectos da marcha de pessoas com esclerose múltipla em ambiente ambulatorial. A possibilidade de optar pelo 2MWT otimiza os procedimentos clínicos de rotina, visto que períodos de 6 minutos de caminhada é incomum na vida diária de pessoas com esclerose múltipla (27) (28).

Apesar da semelhança na prevalência de fadiga e déficit de marcha na EM, não está claro se existe uma relação entre esses dois sintomas. Caso exista uma relação, o manejo e o tratamento da fadiga podem oferecer um alvo terapêutico que também pode melhorar a mobilidade (29) (30).

2. JUSTIFICATIVA

Considerando que a fadiga e os distúrbios da marcha são os sintomas mais relatados pelos portadores de Esclerose Múltipla, e que quando precocemente percebida pode predizer maiores incapacidades no futuro, faz-se necessário estudos nesta temática a fim de compreender os mecanismos da fadiga, gerando subsídios para o desenvolvimento de instrumentos que possam avaliá-la de forma mais objetiva e facilmente aplicável.

O protocolo utilizado é de fácil realização e reproduz pequenos períodos de caminhada, o que pode estar mais próximo da realidade diária de pessoas com esclerose múltipla.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar os parâmetros espaço-temporais da marcha de pessoas com esclerose múltipla, após protocolo de indução de fadigabilidade.

3.2 Objetivos Específicos

- Comparar os parâmetros espaço-temporais da marcha de pessoas com esclerose múltipla que apresentam escore acima de 38 na MFIS, com pessoas com esclerose múltipla e escore abaixo de 38 e um grupo controle antes e depois de um protocolo de indução de fadigabilidade.
- Comparar os parâmetros espaço-temporais da marcha de pessoas com esclerose múltipla após protocolo de indução de fadigabilidade.

4. MÉTODOS

4.1 Tipos de estudo

Esta pesquisa se caracteriza por um estudo quase experimental com comparação entre grupo experimental e grupo controle antes e depois de um protocolo de indução de fadigabilidade.

4.2 Participantes

Uma amostra conveniente de 27 pessoas com esclerose múltipla foi recrutada em clínicas neurológicas particulares e em uma organização comunitária de esclerose múltipla em Brasília - Brasil, por e-mail e anúncios em boletins. Os participantes eram elegíveis se tivessem um diagnóstico confirmado de EM remitente recorrente (EMRR) de seu neurologista. Os participantes foram excluídos se tivessem uma exacerbação ou recaída confirmada de EM no mês anterior ao teste; apresentassem doença cardíaca ou respiratória significativa que poderia ser arriscada ao executar o protocolo de caminhada; se eles não pudessem andar por dois minutos sem parar. Vinte e cinco pessoas saudáveis fizeram parte do grupo controle (GC) sendo pareados em termos de idade, sexo, altura e peso. O GC foi recrutado pela equipe da universidade e pelas pessoas conhecidas dos pacientes. Todos os participantes forneceram consentimento informado por escrito antes do envolvimento no estudo, que foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa - Faculdade de Ciências da Saúde (CEP / FS), Universidade de Brasília (CAAE: 05142918.7.0/000.0030), Apendice 1.

4.3 Procedimentos

Inicialmente, todos os participantes assinaram termo de consentimento livre esclarecido (TCLE) (Apendice 2) e preencheram ficha de anamnese (Apendice 3). Aos participantes com EM foi solicitado que determinassem a gravidade da doença de acordo com a versão brasileira da PDDS. Foram incluídos no estudo pessoas com PDDS entre 0 (normal) e 5 (bengala tardia) que fossem capazes de caminhar com ou sem equipamento auxiliar por um período de 2 minutos sem parar. A MFIS foi utilizada para todos os participantes como forma de caracterizar os grupos. O protocolo experimental tinha como objetivo induzir a fadiga motora durante a

caminhada. Todos os procedimentos foram realizados no mesmo dia, conforme Figura 3.

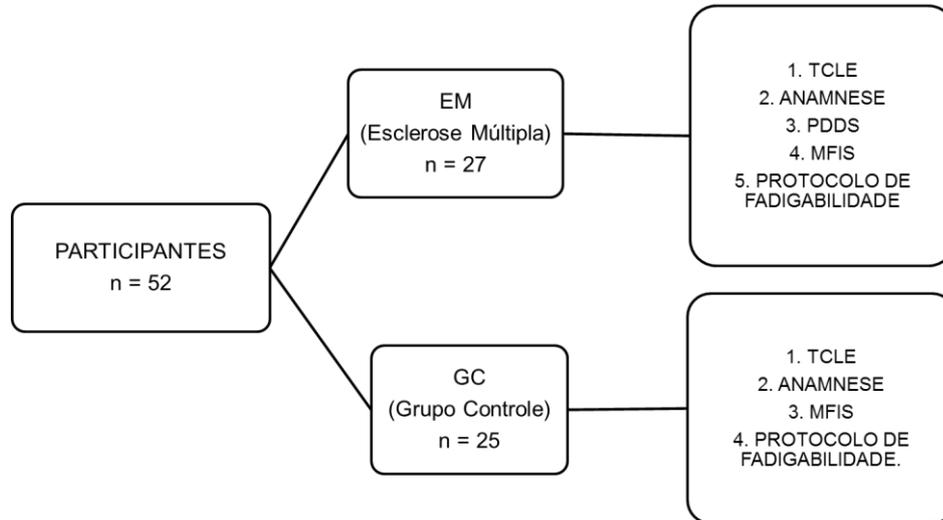


FIGURA 3. Procedimentos

4.3.1 Protocolo de Fadigabilidade

O protocolo experimental teve como objetivo induzir a fadiga motora usando sessões de 2 minutos de caminhada (2MW). Os participantes foram instruídos a caminhar ao longo de um corredor de 10 metros, girando 180 graus, por 2 minutos. O protocolo completo consistiu em seis sessões de 2 minutos de caminhada com um período de descanso de 30 segundos entre as sessões. Cada participante teve que caminhar 12 minutos no total. Se necessário, era permitido o uso de um equipamento auxiliar para mobilidade. As instruções a seguir foram dadas antes de iniciar cada sessão de caminhada de 2 minutos: "ande o mais rápido possível, mas com segurança".



FIGURA 4. Protocolo de fadigabilidade. 2MW (2 minutos de caminhada) 30'' (30 segundos de descanso).

4.3.2 Avaliação da marcha

Os parâmetros espaço-temporais da marcha foram avaliados usando uma passarela eletrônica GaitRite de 4,88 metros (CIR Systems Inc., Haverton, Pensilvânia, EUA). A avaliação aconteceu em dois momentos, antes e depois da realização do protocolo de fadigabilidade, ambos os momentos calçados. Os participantes foram instruídos a caminhar pelo GaitRite o mais rápido possível, mas em segurança, partindo de uma distância de 2m antes da passarela eletrônica até uma distância de 2m depois. Antes de iniciar, o participante pode caminhar pela passarela eletrônica para familiarizar-se com o equipamento. Foi realizada apenas uma tentativa antes e uma tentativa depois do protocolo de fadigabilidade. É importante salientar que a tentativa pós protocolo de fadigabilidade aconteceu imediatamente quando o participante terminou a última sessão de 2 minutos de caminhada, sem ter descansado. A avaliação aconteceu em ambiente externo e coberto. Os parâmetros incluídos nas análises foram: velocidade, cadência, comprimento do passo, base de suporte, tempo do passo, apoio simples e apoio duplo. Com exceção da velocidade e cadência que são parâmetros bilaterais, os demais parâmetros foram analisados considerando o membro inferior direito.

4.4 Análise dos dados

Os participantes foram divididos em grupo controle (GC) e pessoas com esclerose múltipla (EM) e dois subgrupos das pessoas com EM de acordo com a escala de fadiga MFIS < 38 (não fadigados) e MFIS > 38 (fadigados). O teste de Shapiro-Wilks foi usado para verificar a normalidade dos resultados. As características demográficas e clínicas foram descritas usando as médias e intervalo de confiança de 95% (IC 95%). Para comparação dos parâmetros espaço temporais da marcha pré e pós protocolo de fadigabilidade entre GC e EM foi utilizado teste Teste *t* independente (para dados com distribuição normal) e Teste Mann-Whitney (para dados com distribuição não normal). A comparação dos parâmetros espaço-temporais da marcha pré e pós protocolo de fadigabilidade entre GC, MFIS < 38 e MFIS > 38 foi realizada utilizando ANOVA para as variáveis que não violaram a hipótese de normalidade e homocedasticidade e para as que violaram pelo menos um destes, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Para avaliar quais grupos diferem

entre si foi utilizado Teste de Tukey onde foi realizado a ANOVA e o teste de Wilcoxon pareado para as variáveis que utilizaram o Teste de Kruskal-Wallis. A análise dos dados foi realizada utilizando o software SPSS Statistics versão 23.0.

5. RESULTADOS

Cinquenta e dois participantes foram incluídos neste estudo e divididos em: grupo controle (GC n = 25) e pessoas com EM (EM n=27). Dividimos também 2 subgrupos da EM da seguinte forma: pessoas com EM e MFIS < 38 (MFIS < 38 n=11), pessoas com EM e MFIS > 38 (MFIS > 38 n=16). As características demográficas e informações clínicas são fornecidas na Tabela 1.

Os resultados são apresentados como valores das médias e intervalo de confiança de 95%, exceto para o gênero descrito em proporção (%) para o sexo feminino. Há prevalência do gênero feminino em todos os grupos, GC (84%), EM (85%), MFIS < 38 (90%) e MFIS > 38 (81%).

Quando consideramos GC e EM, as médias de idade, altura e peso foram iguais para ambos os grupos e a MFIS total foi maior para o grupo EM.

Considerando GC, MFIS < 38 e MFIS >38, as médias de idade, altura e peso foram iguais para todos os grupos, sendo que o grupo MFIS > 38 apresentou maior tempo de duração da doença em anos, assim como valores mais altos na PDDS em relação ao grupo MFIS < 38.

Os resultados das comparações dos parâmetros espaço-temporais em velocidade rápida antes e após o protocolo de fadigabilidade são mostrados na Tabela 2, tanto para comparação do GC com EM quanto para comparação do GC, MFIS < 38 e MFIS > 38.

Em relação à comparação dos parâmetros espaço-temporais da marcha do GC e EM antes do protocolo de fadigabilidade (Tabela 2), foram observadas diferenças significativas entre os grupos em velocidade ($p = 0,000$), comprimento do passo ($p = 0,000$), apoio simples ($p = 0,001$) e apoio duplo ($p = 0,000$). Após o protocolo de fadigabilidade, foram encontradas diferenças significativas em velocidade ($p = 0,000$), cadência ($p = 0,042$), comprimento do passo ($p = 0,000$), tempo do passo ($p = 0,031$), apoio simples ($p = 0,003$) e apoio duplo ($p = 0,000$), conforme Tabela 2.

Tabela 1. Características clínicas e demográficas dos participantes do grupo controle (GC), grupo esclerose múltipla (EM), grupo MFIS < 38 e grupo MFIS > 38, em média e intervalo de confiança (IC 95%).

| | GC (n = 25) (Média: IC95%) | EM (n = 27) (Média: IC95%) | MFIS < 38 (n = 11) (Média: IC95%) | MFIS > 38 (n = 16) (Média: IC95%) | GC EM p – valor | GC MFIS < 38 MFIS > 38 p – valor (F) |
|----------------------------|---|---|---|---|--|---|
| Gênero Feminino [n (%)] | 21 (84%) | 23 (85%) | 10 (90%) | 13 (81%) | | |
| Idade (anos) | 41,88 (37,44: 46,32) | 43,26 (38,9: 47,6) | 44,45 (37,9: 51,01) | 42,44 (36,03: 48,85) | 0,650* | 0,809** (0,212) |
| Altura (m) | 1,65 (1,61: 1,69) | 1,64 (1,60: 1,68) | 1,65 (1,60: 1,70) | 1,63 (1,57: 1,69) | 0,791* | 0,833** (0,184) |
| Peso (kg) | 65,60 (59,88: 71,31) | 67,25 (61,04: 73,46) | 69,54 (58,61: 80,47) | 65,68 (57,36: 74,01) | 0,690* | 0,744** (0,298) |
| Duração EM (anos) | - | 8,04 (5,38: 10,69) | 6,91 (3,08: 10,74) | 8,81 (4,06: 12,76) | – | 0,480* |
| PDDS | - | 1,37 (0,75: 1,99) | 0,45 (0: 0,92) | 2 (1,09: 2,91) | – | 0,004* |
| MFIS total | 24,40 (18,92: 29,88) | 40,56 (32,95: 48,16) | 20,91 (14,19: 27,63) | 54,06 (48,84: 59,29) | 0,001* | 0,000** (38,72) |

Nota: PDDS (Patient Determined Disease Steps); MFIS (Escala Modificada de Impacto da Fadiga).
(*) Teste t independente, (**) Anova.

Na comparação entre GC, MFIS < 38 e MFIS > 38, apenas a base de suporte pré e pós não apresentaram diferença significativa.

No momento pré as diferenças significativas foram na velocidade ($p = 0,001$), cadência ($p = 0,012$), comprimento do passo ($p = 0,001$), tempo do passo ($p = 0,046$), apoio simples ($p = 0,006$) e apoio duplo ($p = 0,001$). No momento pós as diferenças significativas foram velocidade ($p = 0,001$), cadência ($p = 0,026$), comprimento do passo ($p = 0,001$), tempo do passo ($p = 0,033$), apoio simples ($p = 0,012$) e apoio duplo ($p = 0,001$), conforme Tabela 2.

Tabela 2. Comparação antes e depois do protocolo de fadigabilidade GC e EM e GC, MFIS < 38 e MFIS > 38.

| Variáveis | GC, EM – valor. | p | GC, MFIS < 38, MFIS > 38 p – valor (F). |
|-------------------------------|--------------------|-----|--|
| Velocidade pré (cm/s) | 0,000 * | | 0,001* (17,19) |
| Velocidade pós (cm/s) | 0,001 * | | 0,001** |
| Cadência pré (passos/min) | 0,071 ** | | 0,012** |
| Cadência pós (passos/min) | 0,042 ** | | 0,026** |
| Comprimento do passo pré (cm) | 0,000 ** | | 0,001* (17,83) |
| Comprimento do passo pós (cm) | 0,000 ** | | 0,001* (16,47) |
| Base de suporte pré (cm) | 0,234 * | | 0,191* (1,71) |
| Base de suporte pós (cm) | 0,940 * | | 0,966* (0,03) |
| Tempo do passo pré (seg) | 0,053 ** | | 0,046** |
| Tempo do passo pós (seg) | 0,031 ** | | 0,033** |
| Apoio simples pré (%CM) | 0,001 ** | | 0,006** |
| Apoio simples pós (%CM) | 0,003 ** | | 0,012** |
| Apoio duplo pré (%CM) | 0,000 ** | | 0,001** |
| Apoio duplo pós (%CM) | 0,000 ** | | 0,001** |

Nota:(%CM) porcentagem do ciclo da marcha.

Para coluna GC - EM: (*) Teste t independente; (**) Teste Mann – Whitney.

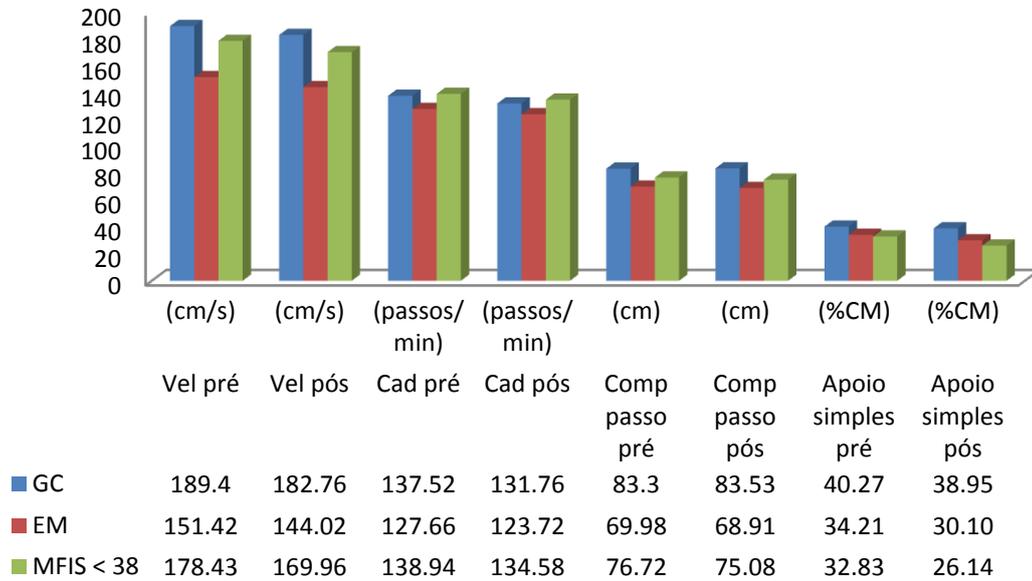
Para coluna GC - MFIS < 38 e MFIS > 38: (*) Anova; (**) Kruskal Wallis.

Em negrito estão os valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$).

Nas Figuras 5 e 6 observamos os resultados dos parâmetros espaço-temporais da marcha antes e depois do protocolo de fadigabilidade do GC, EM, MFIS < 38 e MFIS > 38. Os valores médios de velocidade, cadência, comprimento do passo e apoio simples são mais baixos nos grupos EM, MFIS < 38 e MFIS > 38 do que no GC, antes e depois do protocolo de fadigabilidade, conforme Figura 5. Os valores da base de suporte e apoio duplo são maiores nos grupos EM, MFIS < 38 e

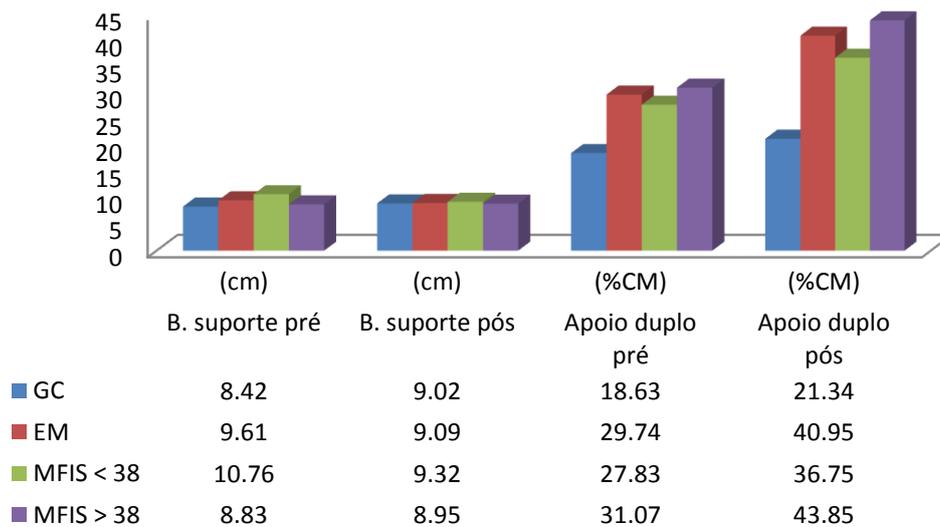
MFIS > 38 do que no GC, antes e depois do protocolo de fadigabilidade, conforme Figura 6.

FIGURA 5 – Parâmetros espaço-temporais da marcha antes e depois do protocolo de fadigabilidade do grupo controle (GC); grupo esclerose múltipla (EM); grupo MFIS < 38; MFIS > 38.



Nota: (%CM) porcentagem do ciclo da marcha; Vel (velocidade); Cad (cadência); Comp passo (comprimento do passo).

FIGURA 6 – Parâmetros espaço-temporais da marcha antes e depois do protocolo de fadigabilidade do grupo controle (GC); grupo esclerose múltipla (EM); grupo MFIS < 38; MFIS > 38.



Nota: (%CM) porcentagem do ciclo da marcha; B. suporte (base de suporte).

Os dados dos parâmetros espaço temporais da marcha antes e depois do protocolo de fadigabilidade do grupo controle (GC); grupo esclerose múltipla (EM); grupo MFIS < 38 e MFIS > 38 em média e intervalo de confiança 95% também estão disponíveis no Apêndice 4.

No teste de comparações múltiplas, Tabela 3, observamos que para os grupos MFIS < 38 e MFIS > 38 as variáveis que apresentaram diferenças significativas foram: velocidade pré ($p = 0,001$), velocidade pós ($p = 0,045$), cadência pré ($p = 0,045$), comprimento do passo pré ($p = 0,009$) e comprimento do passo pós ($p = 0,036$).

Já em relação à diferença entre o MFIS < 38 e GC, as variáveis que apresentaram diferença significativa foram: apoio simples pré ($p = 0,034$), apoio simples pós ($p = 0,033$), apoio duplo pré ($p = 0,011$) e apoio duplo pós ($p = 0,002$).

Tabela 3. Teste de comparações múltiplas GC, MFIS < 38 e MFIS > 38.

| Variável | MFIS < 38 MFIS > 38 (p - valor) | MFIS < 38 GC (p - valor) | MFIS > 38 GC (p - valor) |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Velocidade pré (cm/s) * | 0,001 | 0,587 | 0,001 |
| Velocidade pós (cm/s) ** | 0,045 | 0,126 | 0,001 |
| Cadência pré (passos/min) ** | 0,045 | 0,823 | 0,015 |
| Cadência pós (passos/min) ** | 0,100 | 0,640 | 0,030 |
| Comprimento do passo pré (cm) * | 0,009 | 0,139 | 0,001 |
| Comprimento do passo pós (cm) * | 0,036 | 0,069 | 0,001 |
| Tempo do passo pré (seg) ** | 0,312 | 0,770 | 0,031 |
| Tempo do passo pós (seg) ** | 0,326 | 0,583 | 0,021 |
| Apoio simples pré (%CM) ** | 0,843 | 0,034 | 0,012 |
| Apoio simples pós (%CM) ** | 0,941 | 0,033 | 0,033 |
| Apoio duplo pré (%CM) ** | 0,430 | 0,011 | 0,001 |
| Apoio duplo pós (%CM) ** | 0,844 | 0,002 | 0,001 |

Nota: (*) Teste de Tukey; (**) Wilcoxon pareado; (%CM) porcentagem do ciclo da marcha. Em negrito estão representados os valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$).

Por fim, em relação ao grupo MFIS > 38 e o GC, todas as variáveis apresentaram diferenças significativas. Velocidade pré ($p = 0,001$), velocidade pós ($p = 0,001$), cadência pré ($p = 0,015$), cadência pós ($p = 0,030$), comprimento do passo pré ($p = 0,001$), comprimento do passo pós ($p = 0,001$), tempo do passo pré ($p = 0,031$), comprimento do passo pós ($p = 0,021$), apoio simples pré ($p = 0,012$), apoio simples pós ($p = 0,033$), apoio duplo pré ($p = 0,001$) e apoio duplo pós ($p = 0,001$).

6. DISCUSSÃO

Este estudo comparou os parâmetros espaço-temporais da marcha antes e depois de um protocolo de indução de fadigabilidade em um grupo de pessoas com esclerose múltipla e um grupo controle saudável. No que se refere a comparação realizada entre GC e EM, os resultados indicaram que os parâmetros da marcha diferiram no grupo EM comparado ao GC. As diferenças do momento pré consistem em diminuição na velocidade da marcha, no comprimento do passo e no apoio simples e aumentos no tempo do passo e no duplo apoio para o grupo EM. No momento pós houve redução da velocidade, da cadência, do comprimento do passo e do apoio simples, enquanto o tempo do passo e o apoio duplo aumentaram para o grupo EM. Nossos resultados se assemelham a estudos anteriores que também descreveram alterações nestes mesmos parâmetros espaço-temporais da marcha em pessoas com EM (18).

Um estudo que avaliou apenas pessoas em estágios iniciais da doença já observou alterações semelhantes as que encontramos no grupo com EM, como a diminuição da velocidade, do comprimento do passo, da base de suporte e do apoio duplo (31).

Acreditamos que a constatação precoce das alterações da marcha decorrentes da EM é importante para promover programas de intervenção que beneficiem estes pacientes prevenindo maiores comprometimentos.

O aumento do duplo apoio sugere a tentativa de prolongar o contato com o solo, o que pode levar a uma maior estabilidade durante a caminhada. O aumento do tempo do passo também permite um incremento no que se refere ao feedback sensorial da superfície do pé, que pode ser de vital importância naqueles com EM que apresentam sensibilidade cutânea reduzida (19).

Ainda neste estudo, comparamos as alterações dos parâmetros espaço-temporais da marcha antes e depois do protocolo de indução de fadigabilidade dividindo o grupo com esclerose múltipla em 2 subgrupos de acordo com o escore da MFIS (MFIS < 38 e MFIS > 38) e o grupo controle. Quando comparamos pessoas com MFIS < 38 e MFIS > 38, as diferenças aparecem na redução da velocidade, da cadência e do comprimento do passo para o grupo com MFIS > 38, ou seja, o grupo considerado fadigado. A redução na cadência da marcha pode ter levado a diminuição da velocidade da marcha e os passos mais curtos são sinais de uma

possível compensação para melhora da estabilidade, visto que o grupo com alterações já se encontra fadigado.

Nossos resultados são consistentes com outro estudo que comparou as alterações dos parâmetros espaço-temporais da marcha em pessoas com esclerose múltipla de um grupo moderado-severo e um grupo leve, sendo que o grupo leve apresentava MFIS < 38 e o grupo moderado-severo MFIS > 38. As alterações deste estudo consistiram na queda da velocidade, cadência e comprimento do passo e aumento do tempo do passo e do apoio duplo (32).

A comparação feita entre o grupo MFIS < 38 e GC mostrou apenas a redução do apoio simples e aumento do apoio duplo para o grupo MFIS < 38. Se considerarmos que a média do escore da MFIS para o GC foi de 24,4 e do grupo MFIS < 38 foi de 20,91 podemos sugerir que não foram encontradas mais variáveis com alterações significativas, pois o GC já apresentava uma fadiga percebida maior que o grupo com EM e MFIS < 38. Quando comparamos o GC com o grupo MFIS > 38 encontramos o maior número de variáveis com diferenças significativas, tais como: redução da velocidade, da cadência, do comprimento do passo e do apoio simples e aumento tempo do passo e no apoio duplo. Salientamos que para estes grupos as médias da MFIS foram 24,4 para o GC e 54,06 para o grupo MFIS > 38.

As alterações observadas após a realização de um protocolo de caminhada longa podem ser interpretadas como estratégias compensatórias que aparecem após a fadiga motora. A instabilidade postural durante a marcha não apenas impede a capacidade funcional do indivíduo, mas também aumenta a probabilidade de ocorrência de queda (18).

Em um estudo anterior, pessoas com esclerose múltipla e consideradas fadigadas de acordo com a MFIS, apresentaram redução da velocidade da marcha, do comprimento do passo, do apoio simples, além do aumento do apoio duplo quando realizaram uma caminhada em esteira elétrica, comparadas a um grupo de não fadigados com esclerose múltipla e um grupo controle saudável (33). As alterações dos parâmetros da marcha de pessoas com esclerose múltipla podem ser atribuídas a uma menor capacidade que esta população apresenta de adaptar-se às demandas do ambiente. Esta menor capacidade de adaptação pode estar relacionada a fatores fisiológicos, visto que a condução do impulso nervoso é menos eficiente em axônios desmielinizados, resultando em uma velocidade de condução mais lenta. (8).

Estudos com uma maior amostra e a seleção do grupo controle com um menor escore na MFIS poderiam ter contribuído para diferenciar melhor os grupos. Além desta, outra limitação do estudo é o fato de não haver um controle sobre o tratamento medicamentoso e a variabilidade no tempo de doença entre os sujeitos.

7. CONCLUSÃO

Os parâmetros espaço-temporais da marcha pioram após a realização de um protocolo de indução de fadigabilidade, como o de seis sessões de dois minutos de caminhada proposto neste estudo, em pessoas com esclerose múltipla. A tendência dessas alterações consiste em diminuições na velocidade da marcha, cadência, comprimento do passo e apoio simples e aumento no tempo do passo e apoio duplo. A identificação de alterações da marcha de forma precoce pode prevenir o aparecimento de incapacidades nas pessoas com esclerose múltipla. Ter um instrumento capaz de identificar estas alterações de forma objetiva auxiliaria a avaliação ambulatorial e contribuiria para o desenvolvimento de programas de treinamento em reabilitação.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Kelly G, Shanley J. Rehabilitation of ataxic gait following cerebellar lesions: Applying theory to practice. *Physiother Theory Pract.* 2016;32(6):430–7.
2. Prosperini L, Castelli L, Sellitto G, Luca F De, Giglio L De, Gurreri F, et al. Gait & Posture Investigating the phenomenon of “ cognitive-motor interference ” in multiple sclerosis by means of dual-task posturography. *Gait Posture [Internet].* 2015;41(3):780–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.02.002>
3. Morrison JD, Mayer L. Physical activity and cognitive function in adults with multiple sclerosis : an integrative review. 2016;8288(October). Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/09638288.2016.1213900>
4. Larocca NG. Impact of Walking Impairment in Multiple Sclerosis Perspectives of Patients and Care Partners Conclusions: Difficulty walking is a common impairment in people with MS, with adverse effects on the QOL of people with MS and care partners of a person with MS. *Patient [Internet].* 2011;4(3):189–201. Available from: <https://link-springer-com.proxy.library.uu.nl/content/pdf/10.2165%2F11591150-000000000-00000.pdf>
5. Sandroff BM. Ac ce p te d us t. *Neurosci Biobehav Rev [Internet].* 2015; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2015.10.012>
6. Trapp BD, Nave K-A. Multiple Sclerosis: An Immune or Neurodegenerative Disorder? *Annu Rev Neurosci.* 2008;31(1):247–69.
7. Purves D, Augustine GJ, Hall WC, Lamantia A, Mcnamara JO, White LE. *Neurociências | 4ª Edição.* Porto Alegre: Artmed; 2010. 936 p.
8. Cantor F. Central and Peripheral Fatigue: Exemplified by Multiple Sclerosis and Myasthenia Gravis. *PM R [Internet].* 2010;2(5):399–405. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.04.012>
9. Vasconcelos CCF, Thuler LCS, Rodrigues BC, Calmon AB, Alvarenga RMP. Multiple sclerosis in Brazil: A systematic review. *Clin Neurol Neurosurg.* 2016;151:24–30.
10. Motl RW, Sandroff BM, Kwakkel G, Dalgas U, Feinstein A, Heesen C, et al. Exercise in patients with multiple sclerosis. *Lancet Neurol [Internet].* 2017;16(10):848–56. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422\(17\)30281-8](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(17)30281-8)
11. Kumfor F, Halliday GM, Piguet O. Clinical Aspects of Alzheimer ’ s Disease Chapter 2 Clinical Aspects of Alzheimer ’ s Disease. 2017. 403–425 p.
12. Learmonth YC, Motl RW, Sandroff BM, Pula JH, Cadavid D. Validation of patient determined disease steps (PDDS) scale scores in persons with multiple sclerosis. *BMC Neurol.* 2013;13.

13. Lavorgna L, Sparaco M, Esposito S, Motl RW, Gallo A, Bisecco A, et al. Validity and reproducibility of the Italian version of the patient determined disease steps scale in people with multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord* [Internet]. 2017;18:173–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.msard.2017.09.027>
14. de David AC, Sasaki JE, Ramari C, Tauil CB, Moraes AG, Martins F, et al. Validation of the Brazilian version of the patient-determined disease steps scale in persons with multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord*. 2019;30(February):208–14.
15. Perry J. *Análise da Marcha - Marcha Normal*. São Paulo: Manole; 2005. 171 p.
16. Rose J, Gamble JG. *Marcha Humana*. São Paulo: Premier; 1998.
17. Kandel ER et al. *Princípios da Neurociência*. 5 edição. Manole; 2014.
18. Comber L, Galvin R, Coote S. Gait & Posture Gait de fi cits in people with multiple sclerosis : A systematic review and. *Gait Posture* [Internet]. 2017;51:25–35. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.09.026>
19. Emmerik REA Van, Jones SL, Busa MA, Remelius JG, Averill JL. Enhancing Postural Stability and Adaptability in Multiple Sclerosis. 2014;251–76.
20. Leone C, Patti F, Feys P. Measuring the cost of cognitive-motor dual tasking during walking in multiple sclerosis. 2015;
21. Givon U, Zeilig G, Achiron A. Gait analysis in multiple sclerosis: Characterization of temporal-spatial parameters using GAITRite functional ambulation system. *Gait Posture*. 2009;29(1):138–42.
22. Langeskov-Christensen M, Bisson EJ, Finlayson ML, Dalgas U. Potential pathophysiological pathways that can explain the positive effects of exercise on fatigue in multiple sclerosis: A scoping review. *J Neurol Sci* [Internet]. 2017;373:307–20. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jns.2017.01.002>
23. Kluger BM, Krupp LB, Enoka RM. Fatigue and fatigability in neurologic illnesses: Proposal for a unified taxonomy. *Neurology*. 2013;80(4):409–16.
24. Seamon BA, Harris-Love MO. Clinical assessment of fatigability in multiple sclerosis: A shift from perception to performance. *Front Neurol*. 2016;7(NOV).
25. Pavan K, Schmidt K, Marangoni B, Mendes MF, Tilbery CP, Lianza S. Esclerose múltipla: Adaptação transcultural e validação da escala modificada de impacto de fadiga. *Arq Neuropsiquiatr*. 2007;65(3 A):669–73.
26. Goldman MD, Marrie RA, Cohen JA. Evaluation of the six-minute walk in multiple sclerosis. *Mult Scler J*. 2008;14(July 2007):383–90.
27. Gijbels D, Eijnde BO, Feys P. Comparison of the 2- and 6-minute walk test in multiple sclerosis. *Mult Scler J*. 2011;17(10):1269–72.

28. Ehling R, Bsteh G, Muehlbacher A, Hermann K, Brenneis C. Ecological validity of walking capacity tests following rehabilitation in people with multiple sclerosis. *PLoS One*. 2019;14(8):1–12.
29. Dalgas U, Langeskov-Christensen M, Skjerbæk A, Jensen E, Baert I, Romberg A, et al. Is the impact of fatigue related to walking capacity and perceived ability in persons with multiple sclerosis? A multicenter study. *J Neurol Sci* [Internet]. 2018;387:179–86. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jns.2018.02.026>
30. Feys P, Gijbels D, Romberg A, Santoyo C, Gebara B, De Noordhout BM, et al. Effect of time of day on walking capacity and self-reported fatigue in persons with multiple sclerosis: A multi-center trial. *Mult Scler J*. 2012;18(3):351–7.
31. Kalron A, Dvir Z, Achiron A. Gait & Posture Walking while talking — Difficulties incurred during the initial stages of multiple sclerosis disease process §. *Gait Posture* [Internet]. 2010;32(3):332–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.06.002>
32. Escudero-Uribe S, Hochsprung A, Izquierdo-Ayuso G. Gait pattern changes after six-minute walk test in persons with multiple sclerosis. *Physiother Res Int*. 2019;24(1):1–10.
33. Kalron A. Association between perceived fatigue and gait parameters measured by an instrumented treadmill in people with multiple sclerosis : a cross-sectional study. 2015;1–9.

ANEXO I

Nome: _____

Graus da Doença Determinados pelo Paciente

Por favor leia as opções listadas abaixo e escolha uma que melhor descreva a sua situação. Essa escala foca principalmente na sua capacidade de caminhar. Nem todos acharão uma descrição que reflita exatamente sua condição, mas, por favor, marque uma categoria que descreva o mais próximo de sua situação.

0. Normal : Eu posso ter alguns sintomas leves, na sua maioria sensitivos, devido à esclerose múltipla, mas eles não limitam minhas atividades. Se eu tenho um surto, eu retorno ao normal depois que ele passa.

1. Incapacidade Leve: Eu apresento alguns sintomas visíveis relacionados à esclerose múltipla, mas eles são leves e possuem apenas um pequeno efeito no meu estilo de vida.

2. Incapacidade Moderada : Eu não tenho quaisquer limitações na minha habilidade de andar. No entanto, eu tenho problemas significativos devido à esclerose múltipla que limitam minhas atividades diárias em outros aspectos.

3. Incapacidade no caminhar: A esclerose múltipla interfere em minhas atividades, especialmente no meu caminhar. Eu posso trabalhar um dia inteiro, mas atividades atléticas ou fisicamente exigentes são mais difíceis do que costumavam ser. Geralmente, eu não preciso de uma bengala ou outro auxílio para andar, mas eu posso precisar de alguma assistência durante um surto.

4. Bengala Precoce: Eu uso bengala ou uma muleta ou alguma outra forma de suporte para caminhar (tal como me apoiar em uma parede ou no braço de alguém) durante todo o tempo, ou parte do tempo, especialmente quando caminho ao ar livre. Acho que posso andar aproximadamente 8 metros em 20 segundos sem uma bengala ou muleta. Eu sempre preciso de alguma assistência (bengala ou muleta) se eu quero andar uma distância detrés quarteirões.

5. Bengala Tardia: Para ser capaz de caminhar aproximadamente 8 metros, eu tenho que usar uma bengala, muleta ou me apoiar em alguém. Eu posso andar pela casa ou por outros prédios segurando nos móveis ou me apoiando nas paredes. Posso usar uma scooter ou uma cadeira de rodas se eu quero percorrer distâncias maiores.

6. Apoio Bilateral: Para ser capaz de caminhar aproximadamente 8 metros eu tenho que usar duas bengalas, duas muletas ou um andador. Eu posso usar uma scooter ou cadeira de rodas para distâncias maiores.

7. Cadeira de Rodas/Scooter: Minha principal forma de mobilidade é uma cadeira de rodas. Eu consigo ficar de pé e/ou dar um ou dois passos, porém não consigo andar aproximadamente 8 metros, mesmo com muletas ou um andador.

8. Acamado: Sou incapaz de permanecer sentado em uma cadeira de rodas por mais de uma hora.

ANEXO II

Escala Modificada de Impacto da Fadiga (MFIS)

Você deverá marcar uma alternativa:

| | Nunca | Raro | Poucas Vezes | Muitas Vezes | Sempre |
|--|-------|------|-----------------|-----------------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 01) Eu tenho estado menos atento (a) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 02) Eu tenho tido dificuldades de prestar atenção pôr longos períodos | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 03) Eu tenho sido incapaz de pensar claramente | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 04) Eu tenho sido desajeitado e descoordenado | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 05) Eu tenho estado esquecido | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 06) Eu tenho tido que me adequar nas minhas atividades físicas | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 07) Eu tenho estado menos motivado para fazer qualquer coisa que requer esforço físico | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 08) Eu tenho estado menos motivado para participar de atividades sociais | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 09) Eu tenho estado limitado nas minhas habilidades para fazer coisas fora de casa | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 10) Eu tenho dificuldades em manter esforço físico pôr longos períodos | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 11) Eu tenho tido dificuldades em tomar decisões | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 12) Eu tenho estado menos motivado para fazer algo que requer pensar | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 13) Meus músculos têm sentido fraqueza | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 14) Eu tenho estado fisicamente desconfortável | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 15) Eu tenho tido dificuldades em terminar tarefas que requerem esforço pensar | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 16) Eu tenho tido dificuldades em organizar meus pensamentos quando estou fazendo coisas em casa ou no trabalho | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 17) Eu tenho estado menos capaz de completar tarefas que requerem esforço físico | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 18) Meu pensamento tem estado mais lento | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 19) Eu tenho tido dificuldades em concentração | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 20) Eu tenho limitação nas minhas atividades físicas | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 21) Eu tenho precisado descansar com mais frequência ou pôr longos períodos | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

APENDICE I

Aprovação do comitê de ética em pesquisa

- DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Os efeitos da fadiga em pessoas com esclerose múltipla
Pesquisador Responsável: Ana Cristina de David
Área Temática:
Versão: 2
CAAE: 05142918.7.0000.0030
Submetido em: 20/02/2019
Instituição Proponente: Faculdade de Educação Física - UnB
Situação da Versão do Projeto: Aprovado
Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio



Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_1262628

- DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA

| | Tipo de Documento | Situação | Arquivo | Postagem | Ações |
|--|-------------------|----------|---------|----------|-------|
| <ul style="list-style-type: none"> ▼ Versão Atual Aprovada (PO) - Versão 2 <ul style="list-style-type: none"> ▼ Pendência de Parecer (PO) - Versão 2 <ul style="list-style-type: none"> ▶ Currículo dos Assistentes ▼ Documentos do Projeto <ul style="list-style-type: none"> ▶ Comprovante de Recepção - Submissã ▶ Cronograma - Submissão 3 ▶ Declaração de Instituição e Infrastrutu ▶ Declaração de Pesquisadores - Submis ▶ Folha de Rosto - Submissão 3 ▶ Informações Básicas do Projeto - Subm ▶ Orçamento - Submissão 3 ▶ Outros - Submissão 3 ▶ Projeto Detalhado / Brochura Investiga ▶ TCLE / Termos de Assentimento / Justif ▶ Apreciação 3 - UnB - Faculdade de Ciênci ▶ Projeto Completo | | | | | |

APENDICE II**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE**

Convidamos _____ o _____ senhor _____ (a) _____ a

participar do projeto de pesquisa de doutorado **OS EFEITOS DA FADIGA NA MARCHA DE PESSOAS COM ESCLEROSE MÚLTIPLA: FATORES CENTRAIS E PERIFÉRICOS** sob a responsabilidade dos pesquisadores **Ana Cristina de David e Cintia Ramari Ferreira**. O projeto se dará por dois dias de avaliações físicas e respostas a questionários de atividade física e fadiga. Após as avaliações será entregue um relatório ao paciente, contendo os resultados das avaliações propostas. O objetivo das avaliações e deste estudo é verificar os efeitos da fadiga motora e cognitiva em pacientes com esclerose múltipla. O (a) senhor (a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo (a), assim como a confidencialidade e sigilo dos dados e informações obtidas na pesquisa. A sua participação se dará por meio das seguintes avaliações, *Dia 1*: a) avaliação antropométrica de peso e altura; b) respostas aos questionários de atividade física, fadiga e entrevista para relembrar todos os fatos que se relacionam com a doença e o paciente (anamnese); c) teste de força de membro inferior, em pé sobre uma plataforma de força; d) teste de levantar e sentar, sentado (a) em uma cadeira com os pés apoiados na plataforma; e) 12 tentativas de caminhada, com distância de 5 metros, em velocidade normal, realizando um trabalho cognitivo de memorização de números; rápida durante 30 segundos em um corredor de 5 metros com giro de 180 graus; g) 6 testes de 2 minutos de caminhada de fadiga. Para as avaliações de caminhada, será utilizado um sistema de câmeras de análise cinemática. O sistema de câmeras óptico-elétricas registra somente a trajetória dos marcadores reflexivos que serão posicionados sobre a roupa ou sobre a pele nos membros inferiores dos participantes. Essa avaliação terá duração de no máximo 1 hora. As datas e horários serão agendados previamente com os participantes. Os testes serão realizados de acordo com a capacidade individual. Os riscos decorrentes de sua

participação na pesquisa são o aquecimento da temperatura corporal pelo teste de fadiga, possível dor tardia muscular devido ao exercício e aumento exacerbado da sensação de fadiga durante o teste de fadiga. Para amenizar os riscos previstos, a temperatura corporal será controlada com a climatização da sala e ventiladores. A sensação de fadiga será perguntada durante os testes por meio de escalas de percepção, assim se fará o controle da intensidade. Em caso de emergências, será acionado o serviço médico pelos telefones: (61) 3307-2110 / 1516 / 3361. Em caso de necessidade não atendida, os pesquisadores responsáveis oferecerão assistência médica integral e gratuita ao participante da pesquisa. Assim como, solicitaremos o nome e telefone de algum familiar ou alguém que possa ser acionado em caso de urgência. Se você aceitar participar, estará contribuindo para a pesquisa sobre OS EFEITOS DA FADIGA NA MARCHA DE PESSOAS COM ESCLEROSE MÚLTIPLA. Dentre os possíveis benefícios da sua participação estão a possibilidade de avaliar o controle motor, força, capacidade de caminhar e fadiga, que dificilmente são avaliados nas consultas médicas, podendo receber auxílio sobre a necessidade de terapias ainda não abordadas para o controle da esclerose múltipla. Será garantido a você o acesso aos resultados de forma individualizada, assim como será entregue um relatório com todos os resultados das avaliações realizadas. O(a) Senhor(a) pode se recusar a responder (ou participar de qualquer procedimento) qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o(a) senhor(a). Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Caso seja necessário, é possível o reembolso para transporte para os dias de coleta de dados. Para isso, entrar em contato com Cintia Ramari Ferreira (06198275-9138) e solicitar o reembolso para ser possível a participação na pesquisa. Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você poderá ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil. Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília, podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos. Se o(a) Senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para Cintia Ramari Ferreira (06198275-9138) ou para profa. Ana C. de David (061999856684), na Faculdade de

Educação Física, Universidade de Brasília, disponível inclusive para ligação a cobrar.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidas pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail cepfs@unb.br ou cepfsunb@gmail.com, horário de atendimento de 10:00hs às 12:00hs e de 13:30hs às 15:30hs, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte. Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o Senhor (a).

Nome / assinatura (participante).

Ana Cristina de David
Assinatura (pesquisador principal).

Cintia Ramari Ferreira
Assinatura (pesquisador)

Brasília, ____ de _____ de ____

APENDICE III

Anamnese a ser preenchida pelo voluntário:

| | | |
|---|---------|------------------|
| NOME: | | DATA DO TESTE: |
| DATA DE NASCIMENTO: | IDADE: | ANO DIAGNÓSTICO: |
| ALTURA: | PESO: | MEDICAMENTOS: |
| ESCOLARIDADE: () Nenhuma – Fundamental Incompleto () Fundamental Completo – Médio Incompleto () Médio Completo – Superior Incompleto () Superior Completo | | |
| TELEFONE: | E-MAIL: | |

APENDICE IV

Parâmetros espaço-temporais da marcha antes e depois do protocolo de fadigabilidade do grupo controle (GC); grupo esclerose múltipla (EM); grupo MFIS < 38 e MFIS >38 em média e intervalo de confiança 95%.

| Variáveis | GC | EM | MFIS < 38 | MFIS > 38 |
|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Média (IC 95%) | Média (IC 95%) | Média (IC 95%) | Média (IC 95%) |
| Velocidade (cm/s) | | | | |
| Pré | 189,40 (178,63: 200,17) | 151,42 (135,3: 167,55) | 178,43 (159,96: 196,91) | 132,85 (112,40: 153,31) |
| Pós | 182,76 (170,99: 194,53) | 144,02 (125,24: 162,82) | 169,96 (137,73: 202,19) | 126,20 (105,26: 147,14) |
| Cadência (passos/min) | | | | |
| Pré | 137,52 (130,67: 144,38) | 127,66 (117,92: 137,41) | 138,94 (127,91: 149,98) | 119,91 (105,67: 134,15) |
| Pós | 131,76 (125,59: 137,93) | 123,72 (113,73: 133,72) | 134,58 (115,52: 153,65) | 116,26 (105,29: 127,24) |
| Comprimento do passo (cm) | | | | |
| Pré | 83,30 (79,68: 86,92) | 69,98 (65,53: 74,45) | 76,72 (72,93: 80,50) | 65,36 (58,99: 71,74) |
| Pós | 83,53 (79,35: 87,72) | 68,91 (64,38: 73,45) | 75,08 (69,62: 80,55) | 64,67 (58,45: 70,90) |
| Base de suporte (cm) | | | | |
| Pré | 8,42 (7,23: 9,62) | 9,61 (8,00: 11,23) | 10,76 (8,44: 13,08) | 8,83 (6,48: 11,18) |
| Pós | 9,02 (7,47: 10,56) | 9,09 (7,57: 10,63) | 9,32 (7,21: 11,44) | 8,95 (6,60: 11,29) |
| Tempo do passo (seg) | | | | |
| Pré | 0,53 (0,36: 0,70) | 0,59 (0,45: 0,74) | 0,68 (0,32: 1,04) | 0,54 (0,43: 0,65) |
| Pós | 0,47 (0,44: 0,50) | 0,52 (0,46: 0,58) | 0,49 (0,41: 0,58) | 0,54 (0,45: 0,63) |
| Apoio simples (%CM) | | | | |
| Pré | 40,27 (39,3: 41,23) | 34,21 (29,80: 38,62) | 32,83 (24,17: 41,48) | 35,16 (29,78: 40,55) |
| Pós | 38,95 (36,87: 41,04) | 30,10 (24,32: 35,89) | 26,14 (14,69: 37,59) | 32,83 (26,14: 39,52) |
| Apoio duplo (%CM) | | | | |
| Pré | 18,632 (17,27: 19,99) | 29,74 (23,59: 35,90) | 27,83 (19,02: 36,64) | 31,07 (21,83: 40,31) |
| Pós | 21,344 (18,80: 23,88) | 40,95 (29,32: 52,59) | 36,75 (26,71: 46,78) | 43,85 (24,43: 63,27) |

Nota: (% CM) porcentagem do ciclo da marcha.