

REPETIÇÃO PLANEJADA DE PADRÕES FUNCIONAIS DE MOVIMENTAÇÃO MODIFICA A RESPOSTA MOTORA E METABÓLICA À FADIGA MANIFESTADA POR PACIENTES PORTADORES DE ESCLEROSE MÚLTIPLA

PLANNED REPETITION OF MOVEMENT FUNCTIONAL PATTERNS MODIFIES THE MOTOR AND THE METABOLIC ANSWERS TO FATIGUE SHOWN IN PATIENTS WITH MULTIPLE SCLEROSIS

Emerson Fachin Martins* e Junia Scarlatelli Christofani**

* Fisioterapeuta graduado pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), doutorando e mestre em neurociências e Comportamento pela Universidade de São Paulo (USP), professor no curso de Fisioterapia da Universidade Municipal de São Caetano do Sul (IMES) e coordenador do curso de Fisioterapia do Centro Universitário Padre Anchieta (UniAnchieta). ** Biomédica graduada pela Universidade de Santo Amaro (UNISA), doutora e mestre em Fisiologia do Exercício pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP).

RESUMO

Pacientes com esclerose múltipla (EM) manifestam sensação de exaustão durante a realização de padrões simples de movimentação, que compõem o repertório de ações desenvolvidas nas atividades de vida diária. A proposta deste estudo foi determinar se a repetição planejada de padrões funcionais de movimentação, aplicados por meio de programa de tratamento fisioterapêutico estruturado para condições específicas do paciente portador de esclerose múltipla poderia influenciar na fadiga manifestada nesta condição. Nove sujeitos sem doenças neuromusculares conhecidas (grupo de controle) e nove sujeitos com esclerose múltipla (grupo EM) foram estudados. Os sujeitos portadores de EM formaram aleatoriamente o grupo EM e os outros foram pareados por idade e sexo para formar o grupo controle. Primeiro, os sujeitos foram avaliados para estabelecer a sua capacidade de progredir por padrões funcionais de movimentação. Parâmetros metabólicos e cardiovasculares foram registrados antes e depois de esforço físico. Em seguida, cinco pacientes com EM concordaram em continuar e foram submetidos ao programa de tratamento. Depois, os pacientes foram reavaliados conforme avaliação realizada antes da manipulação. Grupo EM mostrou capacidade de progressão diminuída, em relação ao grupo controle. Grupo EM manifestou cansaço que interrompeu o esforço físico, sem indicador metabólico presente de fadiga no músculo, o que não aconteceu com grupo controle. Pacientes que foram submetidos ao protocolo começaram a manifestar comportamento metabólico e motor semelhante ao observado no grupo controle. Nossos resultados nos permitem concluir que pacientes com EM possuem performance motora diminuída comparada a indivíduos não portadores. Entretanto, após tratamento por meio de repetição planejada de padrões funcionais de movimentação, é possível se obter comportamento motor e metabólico similar aos observados em sujeitos não portadores. Ainda, podemos concluir que os procedimentos de avaliação, planejamento e tratamento fisioterapêutico visando aumentar a tolerância à fadiga mostraram-se úteis para aplicação clínica.

Palavras-chave: fisioterapia, tratamento, mobilidade, metabolismo, fadiga, esclerose múltipla.

ABSTRACT

Patients with Multiple Sclerosis demonstrate a feeling of tiredness during the accomplishment of simple patterns of movements which compose the list of actions developed in daily activities. This study proposal was to determine if the planned repetition of movement functional patterns applied by a physiotherapeutic treatment program structured to the specific condition of patients with Multiple Sclerosis could influence the fatigue presented on this condition. Nine people without any neuromuscular disease (control group) and nine people with Multiple Sclerosis (MS group) were studied. People with MS have formed an aleatory MS group and the others were divided by age and sex to compose the control group. First, people were evaluated to establish their progress capacity by functional patterns of movements. Metabolic and cardiovascular parameters were registered before and after the physical effort. Following, five patients with MS agreed to continue the research and were submitted to the treatment program. After that, patients were reevaluated according to the evaluation made before the manipulation. The MS group has shown progression ability reduced if compared to the control group. The MS group has shown tiredness which interrupted the physical effort without a fatigue metabolic indicator in the muscle, what did not happen in the control group. Patients who were submitted to the protocol started to manifest a motor and a metabolic behavior similar to the ones observed in the control group. Our results allow us to conclude that patients with MS have motor performance reduced compared to people without the disease. However, after the treatment by planned repetition of functional patterns of movements, it is possible to obtain a motor and a metabolic behavior similar to people without the disease. We also can conclude that the evaluation procedures, planning and physiotherapeutic treatment aiming at increasing the fatigue tolerance are useful for clinical use.

Keywords: physiotherapy, treatment, mobility, metabolism, fatigue, multiple sclerosis.

INTRODUÇÃO

A fadiga manifestada por pacientes portadores de Esclerose Múltipla (EM) é diferente da sensação de cansaço, descrita por pacientes com outras afecções e mesmo por indivíduos saudáveis após esforço físico.¹ Este sintoma representa uma das principais queixas manifestadas pelo paciente portador de EM e constitui condição crônica geradora de incapacidades com influência marcante na diminuição da qualidade de vida.²⁻⁴ Definida como um sintoma inespecífico que diminui e compromete a performance após atividade prolongada,⁵ a fadiga na EM difere por manifestar-se após poucas repetições de padrões de movimentos simples presentes na realização das atividades de vida diária (AVDs).

Apesar da relevância deste sintoma na composição do quadro clínico de manifestações nesta doença, as causas da fadiga, bem como suas características e relações com outros sinais e sintomas permanecem pouco esclarecidas. Mudanças na resposta sistêmica, a composição estrutural dos músculos, as respostas metabólicas musculares, o recrutamento neuromotor, a coordenação dos movimentos, o planejamento motor, habilidades, aspectos emocionais, dentre outros são descritos como

possíveis responsáveis pela promoção da fadiga.⁶

Como a fadiga está usualmente associada com inúmeros aspectos da produção de movimento, além de fatores motivacionais e emocionais, torna-se muito difícil se determinar qual a origem da manifestação dessa queixa. Comi e colaboradores⁷ diferenciam da fadiga o que eles denominam de fadigabilidade, propondo que cada condição possui mecanismo fisiopatológico diferente, sendo a fadigabilidade uma sensação generalizada de exaustão que não está presente em situação de descanso, manifestando-se no indivíduo após poucos minutos de esforço físico e desaparecendo após um curto período de repouso.

Fadiga fisiológica pode ser gerada por mecanismos periféricos e centrais. A incapacidade de manutenção de força gerada pela contração de uma musculatura recrutada é definida como fadiga periférica e a não sustentação de um recrutamento central, por meio da ativação dos motoneurônios que compõem a unidades motoras, é definida como fadiga central.⁸ Ainda, estudos psicométricos também sugerem a existência de uma fadiga mental gerada por fatores motivacionais e emocionais.⁹

Muitos autores¹⁰⁻¹⁴ apontam evidências que sugerem tanto mecanismos centrais, como mecanismos periféri-

cos envolvidos com a geração da fadiga manifestada pelos pacientes portadores de EM, entretanto os aspectos fisiopatológicos e as características deste sintoma permanecem incertos. Desta forma, o manejo terapêutico da fadiga representa uma tarefa complexa e de alto grau de dificuldade para os fisioterapeutas e outros profissionais da saúde.

Algumas estratégias terapêuticas de manejo da fadiga manifestada na EM incluem medicamentos, terapia comportamental e exercícios. Contudo, apesar da importância dos exercícios promover condicionamento físico e aperfeiçoamento de habilidades motoras, exercícios simples podem representar excesso de esforço para o paciente com EM e ser mais prejudicial que benéfico.¹⁵

Como já mencionado, pacientes com EM demonstram fadigabilidade na realização de padrões funcionais de movimentação de curta duração ao realizar as AVDs. Para indivíduos saudáveis, estes padrões não exigem complexidade na sua execução, entretanto, nos pacientes com EM, a impossibilidade de completar esses movimentos básicos com efetividade, gera incapacidades profundas nos padrões funcionais básicos de movimentação que para Durward e colaboradores¹⁶ são formados por um repertório de padrões de movimentos que incluem o rolar, o transferir-se para sentado e desta para posição em bipedestação, o caminhar, subir e descer escadas, correr, pular, manusear, promover expressões faciais e mastigar.

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo inicial determinar a performance individual de pacientes portadores de EM durante a realização da repetição de padrões funcionais de movimentos e comparar estes desempenhos aos de indivíduos saudáveis de maneira a obter parâmetros para planejamento e aplicação de programa fisioterapêutico visando aumentar a tolerância à fadiga. Em seguida, observar a influência deste programa fisioterapêutico nas respostas motoras, cardiovasculares e metabólicas frente à fadiga manifestada pelo esforço físico gerado pela repetição planejada de padrões funcionais de movimentação.

METODOLOGIA

Sujeitos

Nove sujeitos encaminhados para tratamento fisioterapêutico com diagnóstico médico de EM foram recrutados para este estudo e pareados por sexo e idade a outros nove voluntários que não apresentavam doença neuromuscular conhecida que constituíram o grupo controle para o grupo de portadores de EM conforme observado na **Tabela I**.

Tabela I. Distribuição da amostra de sujeitos-controle, conforme pareamentos pela idade e sexo com a amostra de sujeitos portadores de EM.

Pareamento	EM		Controle	
	Idade	Sexo	Idade	Sexo
1	32	feminino	34	feminino
2	32	feminino	37	feminino
3	33	feminino	37	feminino
4	37	feminino	38	feminino
5	40	feminino	40	feminino
6	44	masculino	40	masculino
7	45	feminino	45	feminino
8	47	feminino	47	feminino
9	51	feminino	49	feminino

Os diagnósticos foram fechados conforme os critérios definidos por Pose e colaboradores.¹⁷ A presente pesquisa foi aprovada por meio de projeto enviado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Ibirapuera e todos os sujeitos foram esclarecidos quanto aos procedimentos que seriam submetidos e concordaram em participar conforme autorização formalizada em termo de livre consentimento esclarecido.

PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Cada sujeito era submetido a uma avaliação para: (1) verificação da sua capacidade de progredir por uma seqüência de padrões funcionais de movimentação com esforço antigravitário crescente, organizado por etapas funcionais, de acordo com os marcos do desenvolvimento do comportamento motor de crianças no primeiro ano de vida,¹⁸⁻¹⁹ (2) determinação da tolerância à repetição de padrões de movimentação por etapa funcional alcançada e (3) registro de parâmetros cardiovasculares e metabólicos em repouso e após o esforço promovido pela repetição dos padrões de movimentação exigidas durante o procedimento para verificação da tolerância à repetição de padrões de movimentação.

Em seguida, para os portadores de EM avaliados que concordaram em continuar na pesquisa, foi aplicado um programa de tratamento e ao final deste, foi realizada a reavaliação dos parâmetros registrados inicialmente antes da aplicação do programa de tratamento.

Programa de tratamento

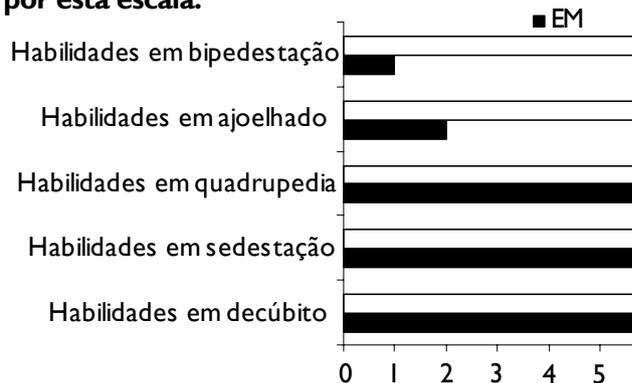
O programa de tratamento fisioterapêutico foi

estruturado em três semanas com uma frequência de três vezes por semana que totalizaram nove atendimentos. Cada atendimento foi aplicado em dias de atendimento intercalados por um dia de não atendimento por meio de sessões de fisioterapia com duração de no máximo 30 minutos. Destes 30 minutos, os 15 minutos iniciais destinava-se às orientações quanto ao que deveria ser feito, bem como a realização de recursos cinesioterapêuticos com o objetivo de promover mobilidade e flexibilidade para a realização dos padrões de movimentação dentro da etapa funcional determinada para treinamento. Os demais 15 minutos destinavam-se a aplicação de um treinamento composto por seis séries de repetições da etapa funcional determinada em um período de 60 segundos. Cada série foi intercalada por um intervalo de descanso de 90 segundos.

Neste momento, o sujeito era orientado a fazer o máximo de repetições que conseguisse, com a velocidade de execução mais rápida possível sem comprometimento da qualidade do movimento realizado. Caso o paciente cansasse durante a série, ele poderia fazer pequenas paradas e retomadas conforme suas necessidades, porém não seria dado tempo adicional na série. Caso o paciente solicitasse, o treinamento era interrompido mesmo antes da execução das seis séries planejadas.

A etapa funcional a ser treinada correspondia à máxima etapa completamente alcançada pela avaliação da capacidade de progredir pela seqüência de padrões funcionais de movimentação com esforço antigravitário crescente. Conforme ilustrado na **Figura 1**, cada série de quatro padrões de movimentação alcançados na progressão determinava uma etapa funcional das cinco etapas por nós definidas como etapa de (1) habilidade em decúbito, (2) habilidade em sedestação, (3) habilidade em quadrupedia, (4) habilidade em ajoelhado e (5) habilidade em bipedestação. Desta forma, para fins de quantificação, adotamos uma escala porcentual em que 100% correspondia à capacidade de progredir continuamente pelos padrões de movimentação, da etapa de habilidades em decúbito, até a de habilidades em bipedestação, onde cada padrão de movimentação representava 5% da progressão total. A escala porcentual para quantificação da capacidade de progressão funcional está indicada na **Figura 1**.

Figura 1. Seqüência dos padrões funcionais de movimentação, organizados por etapas de habilidades em decúbito (A), habilidades em sedestação (B), habilidades em quadrupedia (C), habilidades em ajoelhado (D) e habilidades em bipedestação (E). Cada etapa funcional foi representada por quatro padrões de movimentação, que correspondeu a 5% do total da capacidade de progressão avaliada por esta escala.



Desta forma, os sujeitos que não alcançassem pelo menos 20% da progressão não seriam indicados para realização do programa de tratamento. Já os sujeitos que alcançassem de 20% a 35% da progressão realizariam o treinamento na etapa de habilidades em decúbito, os sujeitos com alcance de 40% a 55% da progressão treinariam a etapa de habilidades em sedestação, os de 60% a 75% de alcance treinariam a etapa de habilidades em quadrupedia, os de 80% a 95% de alcance treinariam habilidades em ajoelhado e os que alcançassem 100% seriam treinados na etapa de habilidades em bipedestação.

O monitoramento do curso temporal de desempenho dos sujeitos submetidos ao programa de tratamento foi acompanhada pelo registro da média de repetições por minuto (rpm) das seis séries realizadas em cada atendimento desde o dia um (início do programa) até o dia nove (final do programa).

Registro dos parâmetros avaliados e reavaliados

Os parâmetros avaliados foram divididos em parâmetros motores, cardiovasculares e metabólicos que foram registrados na avaliação que antecedeu a aplicação do programa de tratamento e na reavaliação realizada no término do programa.

Os parâmetros motores foram representados (1) pela porcentagem alcançada na capacidade de progressão pelas etapas funcionais classificados com possuindo habilidades em decúbito, sedestação, quadrupedia, ajoelhado e bipedestação, quando alcançavam 20%, 40%, 60%, 80% e 100%, respectivamente da capacidade de progressão total;

e (2) pela tolerância à repetição de padrões funcionais de movimentação indicada pelo número de repetições por minuto dentro de cada etapa funcional alcançada que foi verificada seqüencialmente.

Antes e após o esforço realizado durante o registro da tolerância à repetição de padrões funcionais de movimentação, os parâmetros cardiovasculares e metabólicos foram colhidos e ao final do registro os pacientes foram questionados se quanto à sensação de fadigabilidade.

Os parâmetros cardiovasculares foram representados pela pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), bem como pela freqüência cardíaca (FC). PAS e PAD foram registradas por meio de esfigmomanômetro e estetoscópio (Becton Dickison). FC foi registrada por meio da soma dos pulsos sentidos pela palpação da artéria radial ao nível do punho durante um minuto e os dados anotados em pulsação por minuto (p/min).

Os parâmetros metabólicos foram representados pela concentração sanguínea de glicose (GLI) e lactato (LAC). O registro destes parâmetros foi realizado pela análise de amostra de sangue obtida pela perfuração da polpa digital. Em seguida, as amostras foram retiradas em fitas de leitura específica de equipamentos portáteis para leitura da concentração de GLI em mg/dL (Accu-Chek) e de LAC em mMol/L (Accusport).

Análise estatística

Depois de realizados os registros, os dados foram organizados por grupo para análise das medidas de posição e dispersão por variável. Em seguida, para as comparações entre os grupos EM e controle foi utilizado o teste-t de estudante para amostra dupla pressupondo variância iguais. Para comparações entre os parâmetros cardiovasculares e metabólicos colhidos antes e após esforço físico e, também, na avaliação e reavaliação foi utilizado o teste-t de estudante para amostra dupla pressupondo variância desiguais. O teste Qui-Quadrado foi utilizado para detectar diferenças na freqüência de ocorrências esperadas na avaliação comparadas às freqüências observadas na reavaliação. O resultado do teste foi considerado significativamente estatístico quando apresentou um valor de $p < 0,05$ e considerado uma tendência se $0,1 > p > 0,05$.

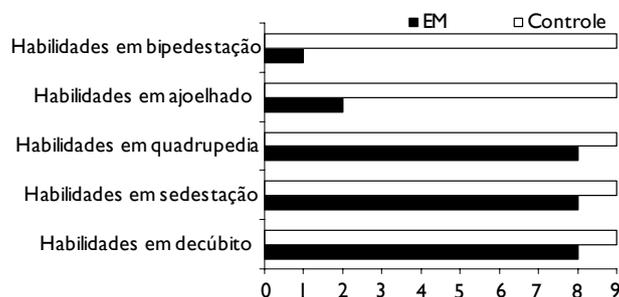
RESULTADOS

Capacidade de progressão funcional

A distribuição da freqüência da capacidade de progredir por entre as etapas funcionais de habilidades com es-

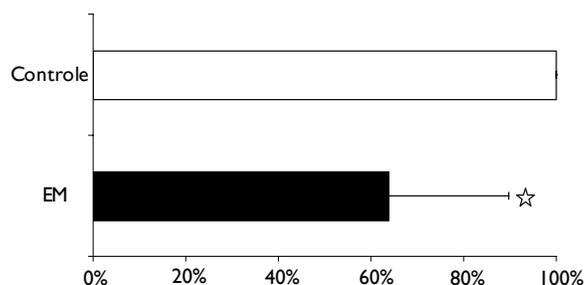
forço antigravitário crescente mostrou que, ao contrário do grupo controle em que todos os nove sujeitos completaram os padrões funcionais de movimentação dentro de cada habilidade, no grupo EM, oito dos nove sujeitos completaram as etapas de habilidades em decúbito, sedestação e quadrupedia; dois sujeitos completaram a etapa de habilidades em ajoelhado e somente um deles alcançou a capacidade de progressão máxima de maneira a completar a etapa de habilidades em bipedestação (Figura 2).

Figura 2. Gráfico da distribuição de freqüência da capacidade de progredir por entre as etapas funcionais de habilidades com esforço antigravitário crescente, registrada na avaliação para os grupos controle (branco) e EM (preto), que precedeu a aplicação do programa de tratamento.



Pela observação da média de alcance nos dois grupos conforme indica a Figura 3, percebe-se uma redução significativa ($p < 0,05$) da média da capacidade total de progressão que foi observada no grupo controle para $64 \pm 9\%$ (média \pm desvio-padrão) desta capacidade no grupo EM.

Figura 3. Gráfico da média de alcance obtido na verificação da capacidade de progredir pela seqüência de padrões funcionais de movimentação com esforço antigravitário crescente, para os grupos controle e EM. Os valores foram expressos por média e desvio padrão. A estrela branca indica diferença significativa na média do grupo EM, quando comparado ao grupo controle detectado pelo teste-t, que apresentou valor de $p < 0,05$.

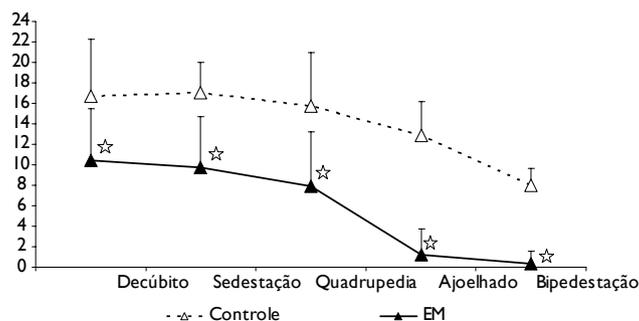


Tolerância à repetição de padrões de movimentação por etapa funcional

A tolerância à repetição de padrões de movimentação por etapa funcional foi por nós considerada uma medida indireta da tolerância à fadiga, uma vez que todos os sujeitos de ambos os grupos relataram sensação de cansaço após a execução das repetições por minuto (rpm) em cada etapa funcional, sensação essa que em algumas situações interrompia a continuidade das repetições planejadas.

Redução gradativa da quantidade de repetições realizadas tanto pelo grupo controle como pelo grupo EM foi observada partindo da etapa de habilidades em decúbito até a etapa de habilidades em bipedestação de $16,7 \pm 5,5$ até $8 \pm 1,6$ rpm para o grupo controle e de $10,4 \pm 5$ até $0,3 \pm 1,1$ rpm para o grupo EM. Porém, em todas as etapas funcionais, o grupo EM mostrou um desempenho significativamente inferior em todas as etapas funcionais ($p < 0,05$), além de um decréscimo mais acentuado da quantidade de repetições, principalmente observado a partir da etapa de habilidades em ajoelhado onde os grupo realizou uma média de $1,2 \pm 2,5$ rpm que representa cerca de um décimo da média obtida na etapa inicial de habilidades em decúbito.

Figura 4. Gráfico da média de repetições obtidas pelos grupos controle (triângulos brancos) e EM (triângulos pretos) dentro de cada etapa funcional, na seqüência de esforço antigravitário crescente. Os valores estão expressos pela média e desvio-padrão obtido pelo grupo. A estrela branca indica diferença significativa na média do grupo EM, quando comparado ao grupo controle detectado pelo teste-t, que apresentou valor de $p < 0,05$.

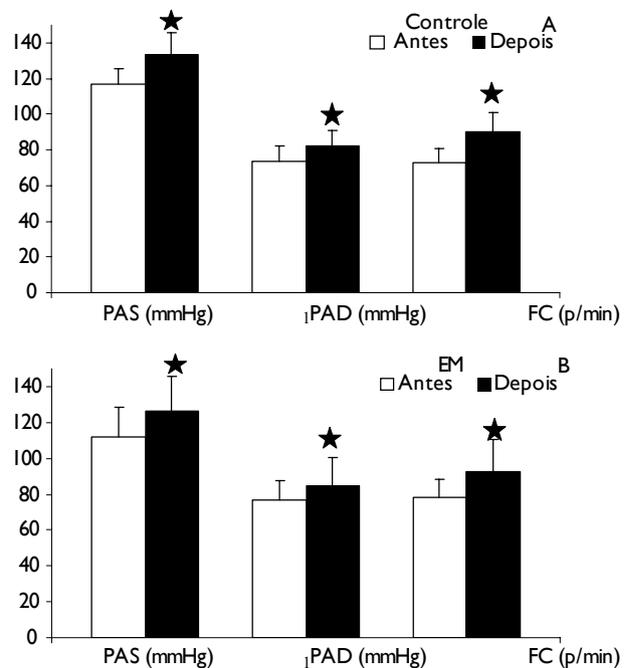


Respostas cardiovascular e metabólica após esforço físico

Todos os parâmetros cardiovasculares, apresentados na figura 5, mostraram um aumento significativo ($p < 0,05$) no registro feito após realização de

esforço físico para determinação da tolerância à repetição de padrões de movimentação por etapa funcional quando comparados ao registro realizado anteriormente. Entretanto, nenhuma diferença significativa ($p > 0,05$) foi detectada entre o grupo controle e o grupo EM quer no registro feito antes ou depois do esforço físico.

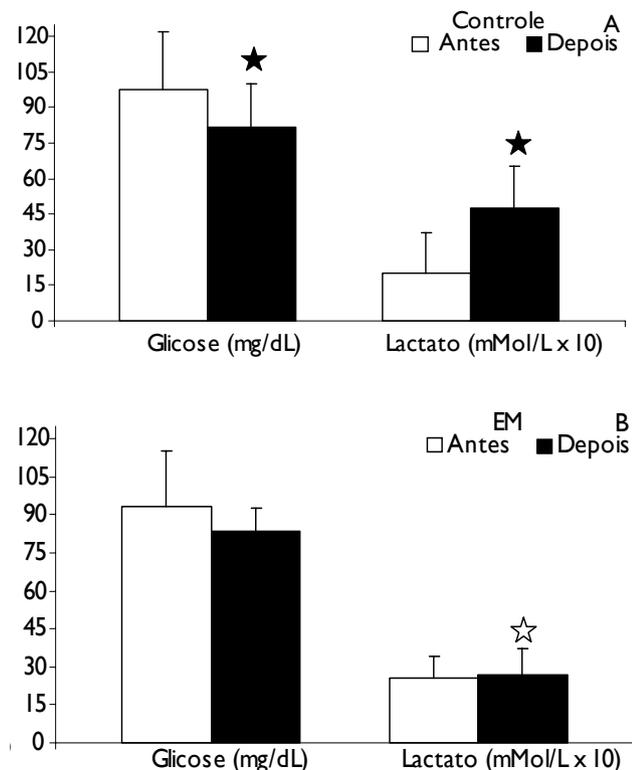
Figura 5. Gráficos da média de pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) e frequência cardíaca (FC) registradas antes e depois do esforço físico realizado para determinação da tolerância à repetição de padrões de movimentação por etapa funcional. Tais parâmetros cardiovasculares foram colhidos para o grupo controle (A) e para o grupo EM. A estrela preta indica diferença significativa na média dos grupos controle e EM, quando comparado antes e após esforço físico detectado pelo teste-t, que apresentou valor de $p < 0,05$.



As concentrações sanguíneas de glicose e lactato não apresentaram diferenças significativas detectadas entre os grupos controle e EM ($p > 0,05$) conforme indicado no **Figura 6**. Porém, após esforço físico, o grupo EM não apresentou a redução na concentração de glicose nem mostrou uma concentração de lactato aumentada como observada para o grupo controle. Enquanto que para o grupo controle foi observada uma redução significativa da concentração de glicose após o esforço físico

($p < 0,05$) de cerca de 20% da concentração registrada antes, para o grupo EM a concentração permaneceu constante após esforço físico ($p > 0,0$). Ainda, embora tenha sido observada, para o grupo controle, redução significativa ($p < 0,05$) da concentração de lactato após esforço físico de cerca da metade do valor registrado antes do esforço, no grupo EM as concentrações de lactato antes e após esforço permaneceram inalteradas. Diferença significativa foi detectada ($p < 0,05$) entre as concentrações de lactato registradas após esforço físico no grupo EM quando comparado ao grupo controle.

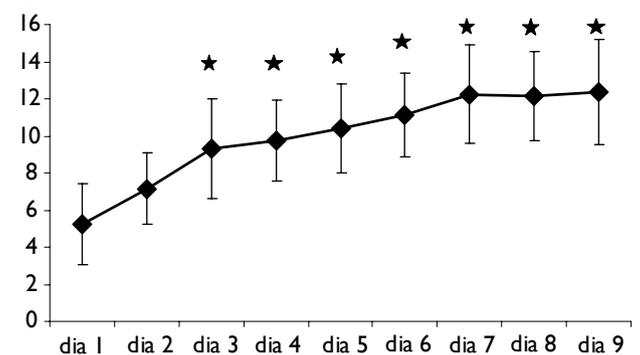
Figura 6. Gráficos da média das concentrações sanguíneas de glicose e lactato registradas antes e depois do esforço físico realizado para determinação da tolerância à repetição de padrões de movimentação por etapa funcional. A concentração de lactato foi multiplicada por dez, para poder melhor representar as concentrações juntas no mesmo gráfico. Tais parâmetros metabólicos foram colhidos para o grupo controle (A) e para o grupo EM. A estrela preta indica diferença significativa na média dos grupos controle e EM, quando comparado antes e após esforço físico detectado pelo teste-t, que apresentou valor de $p < 0,05$ e a estrela branca indica diferença significativa na média do grupo EM quando comparado ao grupo controle detectado pelo teste-t, com valor de $p < 0,05$.



Curso temporal da tolerância à repetição de padrões de movimentação frente ao tratamento:

Dos nove sujeitos que formaram o grupo EM, somente cinco concordaram em continuar o protocolo experimental e serem submetidos ao programa de tratamento fisioterapêutico. Para este grupo EM de pacientes submetidos ao programa de tratamento foi observado que a média das repetições realizadas nas seis séries de treinamento planejadas foi de $5,2 \pm 2,1$ rpm. No segundo dia de atendimento, apesar de ter sido observada uma melhora na qualidade do desempenho dos movimentos pelos sujeitos que realizavam padrões de movimentos mais coordenados e com maior equilíbrio pela observação subjetiva do experimentador, nenhum aumento significativo da quantidade de repetições foi observado. Entretanto, a partir do dia três, aumento progressivo da quantidade de repetições foi conseguido pelo grupo que atingiu o dobro de repetições registradas no início do programa realizando uma performance no dia nove de $12,3 \pm 2,8$ rpm, conforme indicado na Figura 7.

Figura 7. Gráfico do curso temporal da média de repetições por minuto obtida na série de treinamento que compunham os atendimentos diários do programa de tratamento fisioterapêutico. Os valores estão expressos pela média e desvio-padrão obtido pelo grupo. As estrelas pretas indicam diferença significativa na média do grupo EM dos valores de cada dia de atendimento, quando comparado ao primeiro dia de atendimento (dia 1) detectado pelo teste-t, que apresentou valor de $p < 0,05$.

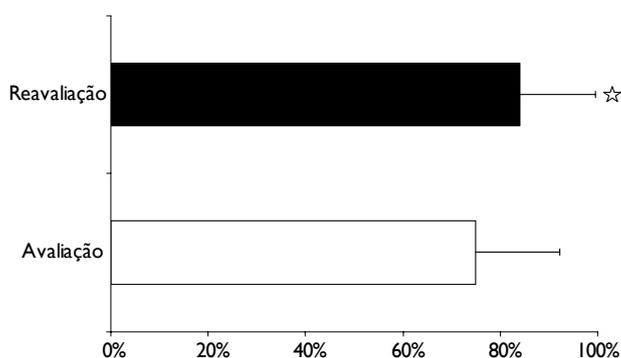


Efeito do programa de tratamento nos parâmetros analisados

No dia seguinte ao final do programa de tratamento fisioterapêutico, por meio da reavaliação dos parâmetros investigados, o efeito do tratamento foi observado. Este grupo de sujeitos que alcançavam em média $75 \pm 17\%$ do total de capacidade de progressão

por entre as etapas funcionais de habilidades com esforço antigravitário crescente, passaram a alcançar $86 \pm 16\%$ desta capacidade, mostrando um aumento significativo de 15% da capacidade de progressão que tinham antes da aplicação do programa de tratamento conforme indicado na **Figura 8**.

Figura 8. Gráfico da média de alcance obtido na verificação da capacidade de progredir pela seqüência de padrões funcionais de movimentação com esforço antigravitário crescente para o grupo EM, que foi submetido ao programa de tratamento fisioterapêutico. Os valores foram expressos por média e desvio-padrão. A estrela branca indica diferença significativa na média do grupo EM durante a avaliação, quando comparado ao registro obtido na reavaliação detectado pelo teste-t, que apresentou valor de $p < 0,05$.



Pela análise da média da quantidade de repetições por etapas funcionais, foi possível observar que aumento ocorreu em todas as etapas o que proporcionou um aumento de 52,9% da soma das médias de repetição das etapas funcionais após a aplicação do programa de tratamento. O teste Qui-Quadrado mostrou que a frequência de ocorrências observadas na avaliação foi significativamente diferente da que foi observada na reavaliação ($p < 0,05$).

A verificação dos parâmetros metabólicos após programa de tratamento mostrou que os níveis de glicose e lactato no sangue passaram a se comportar como os níveis observados no grupo controle apresentando consumo de glicose e produção de lactato após esforço físico (**Figura 10**).

DISCUSSÃO

Conforme já mencionado na introdução e em concordância com Duward e colaboradores,¹⁶ todos os

movimentos funcionais humanos podem ser desempenhados de maneira aparentemente automática e com pouca necessidade de esforço consciente. Uma vez adquirido, esses padrões de movimentação não requerem prática intensa ou alto nível de habilidade para sua execução com sucesso. Desta forma, não foi surpresa que os sujeitos do grupo controle alcançassem 100% da capacidade de progressão pelas etapas funcionais, visto que já adquiriram esta capacidade no primeiro ano de suas vidas.

Entretanto, somente um sujeito do grupo EM atingiu o desempenho observado no grupo controle e outro, apesar de não alcançar 100% de progressão pelas etapas, alcançou a etapa de habilidades em ajoelhado. Em sua maioria, oito dos nove sujeitos somente atingiram as etapas para habilidades em quadrupedia, tendo ainda um único sujeito que não conseguiu nem completar a etapa de habilidades em decúbito conforme indicado na **Figura 2**. Esse comportamento tão heterogêneo poderia ser devido à diversidade sintomatológica de manifestações que podem estar presentes nos portadores de EM decorrente dos múltiplos focos de desmielinização que caracteriza a progressão em surtos observados na EM.²⁰

Como esperado, uma redução significativa da capacidade de progredir por padrões funcionais de movimentação foi observado no grupo EM (**Figura 3**). Além disso, maior tolerância à repetição de padrões de movimentação por etapa funcional foi observada no grupo controle quando comparado ao grupo EM (**Figura 4**). Entretanto, os dois grupos mostram um decréscimo dessa tolerância à medida que a etapa funcional ia exigindo habilidade em situação de maior esforço antigravitário que foi mais marcante a partir da etapa de habilidades em quadrupedia.

O mecanismo reflexo postural necessário para etapas funcionais a partir das habilidades em quadrupedia é fornecida pela integração entre informações sensoriais vestibulares, proprioceptivas, táteis e visuais que garantem ao sistema nervoso central uma retroalimentação que proporciona elaboração de respostas motoras adequadas para o recrutamento compensatório e antecipatório de grupos musculares que ajustam o tônus e promovem contrações necessárias para o equilíbrio estático e dinâmico durante a realização dos padrões funcionais de movimentação.²¹

Em pacientes com EM, as estruturas neurais que estão envolvidas com o sistema de controle postural podem estar afetados pela desmielinização e pela manifestação de fadiga comumente presente no quadro clínico da doença. As sensações de cansaço manifes-

tadas por estes pacientes variam muito do senso comum de fadigabilidade em que se observa perda de motivação, fraqueza muscular e incapacidades neurológicas diversas associadas. Esses aspectos podem ter contribuído para os resultados observados que seriam conseqüência da incapacidade de sustentar uma atividade física repetitiva.

Petajan e colaboradores¹⁵ mostraram melhoras do preparo de pacientes portadores de EM após programa de treinamento aeróbico, mesmo com a possibilidade de elevação da temperatura corporal destes pacientes. Assim, como o programa de tratamento apresentado nesta pesquisa fundamentou-se em repetição de padrões funcionais de movimentação que são diariamente realizados nas AVDs, nenhum risco ofereceria aos pacientes que o realizaram.

Apesar de representar uma atividade física de moderada intensidade, um aumento de todos os parâmetros cardiovasculares investigados foi observado após esforço físico exigido durante a determinação da tolerância à repetição de padrões de movimentação por etapa funcional, mostrando uma exigência cardiovascular adaptativa frente ao esforço despendido tanto no grupo controle como no grupo EM. Porém, interessante, para o grupo EM, as concentrações de glicose e lactato permaneceram inalteradas após o esforço físico, mesmo os paciente tendo manifestado que estavam sentindo-se fadigados após o treinamento. Diferentemente, no grupo controle, consumo de glicose e produção de lactato sanguíneo foi evidenciado após o esforço físico.

A não alteração dos parâmetros metabólicos observados no grupo EM nos faz acreditar que estes pacientes ainda tinham substrato energético para continuar o esforço físico e obterem melhores resultados. Entretanto, a manifestação de fadiga os impede de continuar.

De acordo com Miller e colaboradores,²² movimentos repetitivos produzem fadiga por meio de dois principais mecanismos. Primeiro, ocorre lentificação da velocidade de recrutamento neuromotor secundária a um esgotamento neural caracterizando a fadiga central. Segundo, o declínio da força muscular é, primariamente, atribuído a mudanças no pH por meio da produção de lactato ou fosfatos inorgânicos. Como nossos sujeitos do grupo EM não produziram aumento das concentrações de lactato sanguíneo e foram orientado a realizarem padrões funcionais de movimentação, repetitivamente, o mais rápido que pudessem desde que não comprometessem a qualidade do movimento realizado durante cada etapa funcional,

nós acreditamos que a fadiga, por eles manifestados, possui natureza central, caso contrário evidenciaríamos elevações nos níveis de lactato.

Outros pesquisadores²³⁻²⁴ relatam que a fadiga presente em pacientes com EM relaciona-se à diminuição do desempenho de tarefas de memória por meio de paradigmas de tempo de reação, considerando que potenciais eletroencefalográficos refletiram acontecimentos neurais paradoxalmente inalterados presentes em sujeitos fadigados quando comparados a sujeitos descansados. Essas evidências sugerem que a fadiga não é restrita a atos motores, mas também a atividades cognitivas.

Admitindo que a fadiga na EM possua natureza central, nosso programa de tratamento fisioterapêutico foi planejado com intenção de promover aprendizagem e preparo físico por meio das repetições. A **Figura 7** mostra uma elevação significativamente acentuada da taxa de repetições do início ao final do terceiro dia de atendimento. Uma lenta, porém progressiva elevação ocorreu a partir daí até o final do sétimo dia de atendimento e uma manutenção do desempenho foi observado daí até o final do programa de tratamento.

A estruturação da seqüência dos padrões de movimentação utilizados no programa de tratamento é constituído pelos estágios funcionais observados durante o desenvolvimento motor de bebês que estão adquirindo o seu repertório básico de movimentação. Assim, cada etapa funcional é pré-requisito para a etapa subsequente. Habilidades na realização destes padrões de movimentação são essenciais para realização das tarefas realizadas nas AVDs²⁵. Na reavaliação feita ao final do programa de tratamento, pacientes treinados em etapas funcionais específicas, aumentaram sua capacidade de progressão pelas etapas funcionais, além de melhorarem o desempenho nas outras etapas funcionais não treinadas conforme observado na **Figuras 8 e 9**.

Outro dado interessante observado na reavaliação após programa de tratamento fisioterapêutico, foi que as concentrações de glicose e lactato que se encontravam inalteradas após esforço quando registradas na avaliação que precedeu o programa de tratamento, agora mostram que os pacientes passaram a consumir glicose e produzir lactato após esforço físico. Esta evidência mostra que, após o tratamento, os pacientes manifestaram queixa de fadiga acompanhada de sinais metabólicos de exaustão muscular e, desta vez, os pacientes utilizaram os substratos energéticos disponíveis periféricamente para alcançar maiores desempenhos motores.

CONCLUSÃO

Nossos resultados nos permitem concluir que pacientes com EM possuem performance motora diminuída comparada a indivíduos não portadores. Entretanto, após tratamento por meio de repetição planejada de padrões funcionais de movimentação é possível se obter comportamento motor e metabólico similar aos observados em sujeitos não portadores. Ainda, podemos concluir que os procedimentos de avaliação, planejamento e tratamento

fisioterapêutico visando aumentar a tolerância à fadiga mostraram-se úteis para aplicação clínica.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os alunos do curso de Fisioterapia da Universidade Ibirapuera que utilizaram parcialmente os dados desta publicação em seus respectivos trabalhos de conclusão de curso e que grande auxílio prestaram na coleta dos dados aqui apresentados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Djaldetti R.; Ziv., I, Achiron A.; Melamed E. Fatigue in multiple sclerosis compared with chronic fatigue syndrome: a quantitative assessment. *Neurology*. 1996; 46:632-635.
2. Mendes M.F.; Tilbery C.P.; Felipe E. Fadiga e esclerose múltipla: estudo preliminar de 15 casos através de escalas de auto-avaliação. *Arq. Neuropsiquiatria*. 2000; 58(2B):467-470.
3. Mendes M.F.; Tilbery C.P.; Balsimelli S.; Felipe E.; Moreira M.A.; Barão-Cruz A.M. Fadiga na forma remitente recorrente da esclerose múltipla. *Arq. Neuropsiquiatr*. 2000; 58(2B):471-475.
4. Krupp L.B.; Alvarez L.A.; LaRocca N.G.; Scheinberg LC. Fatigue in multiple sclerosis. *Arch. Neurol*. 1988; 45:435-437.
5. Berrios G.E. Feelings of fatigue and psychopathology: a conceptual history. *Compr. Psychiatry*. 1990; 31:140-151.
6. Maughan R.; Gleeson M.; Greenhaff, P.L. Metabolic adaptation to training. In: *Biochemistry of exercise and training*. Philadelphia: Oxford University Press; 1997: 177-208.
7. Comi G.; Leocani L.; Rossi P.; Colombo B. Physiopathology and treatment of fatigue in multiple sclerosis. *J. Neurol*. 2001; 248:174-179.
8. Bigland-Ritchie B.; Jones D.A.; Hosking G.P.; et al. Central and peripheral fatigue is sustained maximum voluntary contraction of human quadriceps muscle. *Clin. Sci. Mol. Med*. 1998; 54:609-614.
9. Elkin L.E.; Pollina D.A.; Scheffer S.R., Krupp L.B. *Neurology*. 1998; 50[Suppl]:126a.
10. Colombo B.; Boneschi F.M.; Rossi P. et al. MRI and motor evoked potential findings in non-disabled multiple sclerosis patients with and without symptoms of fatigue. *J. Neurol*. 2000; 247:506-509.
11. Liepert J.; Kotterba S.; Tegenthoff M.; Malin J.P. Central fatigue assessed by transcranial magnetic stimulation. *Muscle & Nerve*. 1996; 19:1429-1434.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

12. Codella M.; Rocca M.A.; Colombo B. *et al.* Cerebral grey matter pathology and fatigue in patients with multiple sclerosis: a preliminary study. *J. Neurol. Scienc.* 2002; 194:71-74.
13. Sharma K.R.; Kent-Braun J.; Mynhier M.A. *et al.* Evidence of an abnormal intramuscular component of fatigue in multiple sclerosis. *Muscle & Nerve.* 1995; 18:1403-1411.
14. Schubert M.; Wohlfarth K.; Rollnik J.D.; Dengler R. Walking and fatigue in multiple sclerosis: the role of the corticospinal system. *Muscle & Nerve.* 1998; 21:1068-1070.
15. Petajan J.H.; Gappmaier E.; White A.T. *et al.* Impact of aerobic training on fitness and quality of life in multiple sclerosis. *Ann Neurol.* 1996; 39:432-441.
16. Durward B.R.; Baer G.D.; Rowe P.J.; Movimento funcional humano: mensuração e análise. São Paulo: Editora Manole; 2001.
17. Poser C.M.; Paty D.W.; Scheinberg L. *et al.* New diagnostic criteria for multiple sclerosis: guidelines for research protocols. *Ann. Neurol.* 1983; 13:227-231.
18. Eckert H.M. Desenvolvimento motor. São Paulo: Editora Manole; 1993.
19. Bee H.A. Criança em desenvolvimento. São Paulo: Editora Artes Médicas; 1996.
20. Rowland L.P. Merritt's Neurology. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
21. Dornan J.; Fernie G.R.; Holliday P.J. Visual input: its importance in the control of postural sway. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1978; 59:586-591.
22. Miller R.G.; Moussavi R.S.; Green A.T.; Carson B.S.; Weiner M.W. The fatigue of rapid repetitive movements. *Neurology.* 1993; 43:755-761.
23. Sandroni P.; Walker C.; Starr A. 'Fatigue' in patients with multiple sclerosis. Motor pathway conduction and event-related potentials. *Arch. Neurol.* 1992; 49:517-524.
24. Jennekens-Schinkel A.; Sanders E.A.C.M.; Lanser J.B.K.; Van der Velde E.A.; Reaction time in ambulant multiple sclerosis patients, II: influence of task complexity. *J. Neurol. Sci.* 1988; 85:187-196.
25. Kerr K.M.; White J.A.; Mollan R.A.B.; Baird H.E. Rising from a chair: a review of the literature. *Physiotherapy.* 1991; 77:15-19.