

EXERCÍCIO FÍSICO E A NEUROPLASTICIDADE ENCEFÁLICA EM PACIENTE PÓS-ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO ISQUÊMICO: UM ESTUDO DE CASO

PHYSICAL EXERCISE AND BRAIN NEUROPLASTICITY IN POST STROKE PATIENT: A CASE STUDY

Silvia Soraia da Silva

Jorge Marcos Ramos

*Universidade Metodista de São Paulo - UMESP, SP, Brasil
Comitê Paralímpico Brasileiro*

Resumo

O Acidente Vascular Encefálico Isquêmico (AVEI) constitui a segunda causa de morte e a terceira principal circunstância de invalidez no mundo. Trata-se de um dos maiores problemas de saúde global, com altos custos hospitalares, e que corresponde a 85% dos casos de Acidente Vascular Encefálico (AVE). No Brasil é considerada a primeira causa de morte e incapacidade. Nesse âmbito, esta pesquisa teve por objetivo investigar como o estímulo à neuroplasticidade da região afetada pelo AVEI pode favorecer a recuperação do controle motor para promover a independência funcional e evitar complicações secundárias. De caráter descritivo interpretativo, o estudo envolveu uma voluntária do gênero feminino, brasileira, 57 anos de idade, solteira, sedentária com histórico de AVEI. Por meio da repetição de exercícios, promove-se o recrutamento dos neurônios próximos à lesão, contribuindo para o suprimento e possível inervação de músculos paréticos do hemicorpo afetado pelo AVEI. Foram realizados exercícios resistidos intercalados com atividades aeróbias (bicicleta e esteira) e fortalecimento abdominal. Na intervenção apresentada, o diagnóstico precoce conjugado com o processo de reabilitação iniciado na primeira semana reduziu as sequelas pós-AVEI. Após 28 semanas de atividades, cinco dias por semana, a participante apresentou melhora significativa na independência da marcha e na realização das atividades da vida diária.

Palavras-chave: Atividade Motora Adaptada. Reabilitação. Neuroplasticidade. Acidente Vascular Encefálico.

Abstract

Stroke is the second leading cause of death and the third leading cause of disability in the world, so that it is one of the biggest global health problems and high hospital costs, corresponding to 85% of stroke cases. In Brazil, it is considered the leading cause of death and disability. This research aimed to stimulate the neuroplasticity of the region affected by ischemic stroke with the perspective of favoring the recovery of motor control to promote functional independence and avoid secondary complications. The present single case study is of an interpretive descriptive character. This research involved a female volunteer, Brazilian, 57 years old, single, sedentary with a history of Ischemic Stroke. Through the repetition of the exercises, the recruitment of neurons close to the lesion occurs, contributing to the supply and possible innervation of paretic muscles of the hemibody affected by the stroke. Resistance exercises were performed interspersed with aerobic activities (bicycle and treadmill) and abdominal strengthening. In the intervention presented, early diagnosis combined with the rehabilitation process started in the

first week reduced post-stroke sequelae. After 28 weeks of intervention, 5 days a week, the participant showed significant improvement in gait independence and in carrying out activities of daily living.

Keywords: Adapted Motor Activity. Rehabilitation. Neuroplasticity. Brain Stroke.

1 Introdução

O sistema nervoso central possui uma rede neural complexa, com células altamente especializadas, que fazem milhares de conexões a todo momento e determinam a sensibilidade e as ações motoras, traduzindo-as em comportamento. Para distribuir oxigênio e nutrientes para o funcionamento adequado do encéfalo, é necessária uma vasta rede de vasos sanguíneos que se ramificam por toda essa região (BALDIN, 2009).

Consequência de uma alteração no fluxo de sangue ao encéfalo, o Acidente Vascular Encefálico (AVE) pode ser de natureza isquêmica (AVEI) ou hemorrágica (AVEH). Segundo Monteiro *et al.* (2022), existem vários fatores de risco que predisõem um indivíduo ao AVE, sendo classificados como não modificáveis e modificáveis. Entre os fatores não modificáveis, estão a idade, a raça, a história familiar e o sexo; já os modificáveis incluem principalmente hipertensão arterial sistêmica, dislipidemia, tabagismo, etilismo, diabetes *mellitus*, obesidade e outras doenças cardiovasculares ou cerebrovasculares.

O AVE é a segunda causa de morte no mundo – aproximadamente 10% dos óbitos – e também o principal fator de incapacidade funcional no Brasil, com incidência anual de 108 para cada 100 mil habitantes (MONTEIRO *et al.*, 2022). Por gerar despesas não apenas com as internações, mas também com a reabilitação, é uma doença dispendiosa: seu custo global estimado é superior a 721 bilhões, o que corresponde a 0,66% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial (ALVES *et al.*, 2022).

De 1990 a 2019 no mundo, houve acréscimo significativo no número absoluto de casos de AVE: aumento de 70% na incidência, de 102% na prevalência e de 43% nos óbitos. É notório que os pacientes residentes em países de menor renda constituem maior taxa de mortalidade nesse período (FEIGIN *et al.*, 2022).

No Brasil é considerada a primeira causa de morte e incapacidade; já no mundo é a segunda doença neurológica mais prevalente e da mesma forma em mortalidade. Ademais, é a terceira principal causa de invalidez (DIENER; HANKEY, 2020).

A depender da região, bem como da extensão da lesão encefálica provocada pelo AVE, o paciente apresenta diferentes manifestações clínicas (MAGALHÃES, 2013): 50% dos doentes que sobrevivem apresentam limitações ao nível das Atividades da Vida Diária (AVD), refletindo-se em alterações na motricidade, no discurso, nas emoções e na memória, predispondo-os a graves riscos de saúde e de bem-estar (BRASIL, 2013).

Diante disso, o AVE é um importante causador de déficits neurológicos irreversíveis que necessitam de reabilitação. Aproximadamente 70% dos pacientes não retomam o trabalho, 50% necessitam de ajuda nas AVD e 30% precisam de auxílio para caminhar (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DOENÇAS CEREBROVASCULARES, 2018; BENJAMIN *et al.*, 2019).

Em relação ao tempo pós-AVE, pode ser classificado em três fases: 1) agudo, que compreende o primeiro mês após a lesão; 2) subagudo, entre um mês e seis meses após a lesão; e 3) crônico, a partir de seis meses após a lesão (PANG *et al.*, 2006).

1.1 Acidente Vascular Encefálico Isquêmico

Tema gerador desta pesquisa, o AVEI constitui a segunda causa de morte e a terceira principal circunstância de invalidez no mundo. Trata-se de um dos maiores problemas de saúde global, que resulta em incapacidades permanentes e altos custos hospitalares (DIENER; HANKEY, 2020). Corresponde a 85% dos casos e se caracteriza por oclusão e hipoperfusão significativas, enquanto o AVEH, que abrange os outros 15%, acontece quando existe extravasamento do sangue para dentro de determinada região encefálica (BRASIL, 2013).

Segundo Alves *et al.* (2022), no cenário brasileiro, o AVEI representa a causa mais prevalente de óbitos, sendo responsável por um número notável de internações no país, além de altos índices de morbimortalidade, em consequência da falta de um tratamento padronizado.

1.2 Zona de Penumbra Isquêmica

Depois da isquemia cerebral, uma cascata de eventos bioquímicos complexos ocorre de segundos a minutos: danos ao metabolismo energético cerebral, acúmulo intracelular de íons de sódio e cálcio, liberação de neurotransmissores excitotóxicos, edema celular, ativação de lipases e proteases, disfunção da unidade neurovascular e, eventualmente, morte celular de neurônios e células da glia (HOMI; DA SILVA; VELASCO, 2020). Todos esses eventos exacerbam as lesões iniciais, podendo levar a danos cerebrais permanentes (HOMI; DA SILVA; VELASCO, 2020).

No entanto, há uma área do tecido, conhecida como zona de penumbra isquêmica, localizada em torno da lesão, cujo suprimento sanguíneo é suficiente para a sobrevivência dos neurônios, mas não o necessário para que essas células exerçam a sua função (MORAIS, 2016). Dessa forma, alguns neurônios permanecem silenciosos do ponto de vista funcional, mas estruturalmente estão intactos e são potencialmente aproveitáveis. Caso o fluxo sanguíneo possa ser restaurado nessa área, a função é

recuperada. Um dos objetivos da estimulação precoce é justamente salvar a zona de penumbra isquêmica (MORAES, 2016).

Segundo Morais (2016), pacientes que sofrem um AVEI de grande vaso perderão 120 milhões de neurônios a cada hora em comparação com a frequência normal de perda durante o envelhecimento. O cérebro isquêmico envelhecerá 3,6 anos por hora se o AVEI não for tratado (DONNAN *et al.*, 2011).

1.3 Neuroplasticidade

A concepção de neuroplasticidade conduz ao entendimento de que, na presença de uma lesão, o Sistema Nervoso Central (SNC), por meio dos neurônios íntegros, busca caminhos alternativos para efetuar a resposta motora prejudicada, realizando sinapses com neurônios que se modificam em relação a sua efetividade e, posteriormente, circuitos e trajetos nervosos diferenciados são procurados (MAGALHÃES, 2013).

Por meio da estimulação precoce, é possível incitar a neuroplasticidade como suporte para alterações nos circuitos neurológicos nas regiões cinzentas das áreas sensoriais e motoras do cérebro (GAMBA; CRUZ, 2011). Por meio desses estímulos precoces, os neurônios podem alterar suas funções, seu perfil químico e sua estrutura, o que é fundamental para facilitar a recuperação da lesão ocorrida no SNC (ZILLI; DE LIMA; KOBLER, 2014).

Essa plasticidade pode ocorrer por meio do crescimento de novos terminais axônicos, da organização dos dendritos e da ativação de sinapses existentes cujas funções estavam bloqueadas por influências inibitórias (PORTER, 2001). Possibilita também a reorganização dos mapas corticais, favorecendo a recomunicação neurológica diante de determinada lesão (ZILLI; DE LIMA, KOBLER, 2014).

Tais formas podem ocorrer tanto em estruturas já existentes, que nesse caso se tornarão capazes de exercer funções de outras áreas, como podem estimular células neurais a terem um poder plástico, recompondo conexões úteis e funcionais, permitindo assim que funções desejadas sejam exercidas (FONSECA, 2008).

1.4 Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro (BDNF)

Fatores neurotróficos são proteínas que promovem a neuroplasticidade, neurogênese e neuroproteção (MANG *et al.*, 2013; SAUNDERS; GREIG; MEAD, 2014). Esses membros da família das neurotrofinas têm sido identificados como mediadores-chave da reabilitação pós-AVE (MANG *et al.*, 2013).

Envolvido com o crescimento neural, a sobrevivência e a neurogênese, o BDNF é um fator neurotrófico que pode iniciar processos compensatórios atenuando os efeitos deletérios de uma lesão, doença ou estresse (NYKJAER; WILLNOW; PETERSEN, 2005; RASMUSSEN *et al.*, 2009; TEIXEIRA *et al.*, 2010; SMITH, 2014).

O exercício físico pode atuar como um estímulo para liberar BDNF e promover os benefícios na plasticidade neuronal (VAYNMAN; GOMEZ-PINILLA, 2005). Além disso, promove o aumento da liberação de fatores neurotróficos (por exemplo, BDNF) e de neurotransmissores (dopamina e serotonina) (MANG *et al.*, 2013). Quando realizado de maneira vigorosa, com duração de minutos a horas, pode aumentar a transcrição de BDNF (ROTHMAN *et al.*, 2012). Todos esses efeitos colaboram para a aprendizagem, memória, atenção e menor neurodegeneração (MANG *et al.*, 2013). A literatura aponta que mesmo exercícios aeróbicos de curta duração resultam em aumento na concentração sérica de BDNF (TANG *et al.*, 2008; GRIFFIN *et al.*, 2011).

Nesse sentido esta pesquisa, por meio de estudo de caso único, teve por objetivo investigar o estímulo da neuroplasticidade da região afetada pelo AVEI, a fim de observar o favorecimento da recuperação do controle motor para promover a independência funcional e evitar complicações secundárias.

2 Método

O presente estudo de caso único tem caráter descritivo interpretativo. Para Yin, (2005), a necessidade de realizar estudos de caso surge da demanda por compreender fenômenos sociais complexos. Trata-se de uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos (YIN, 2005, p. 32).

A pesquisa envolveu uma voluntária¹ do gênero feminino, brasileira, 57 anos de idade, solteira, sedentária, com histórico de AVEI. Ela relata que, na data do episódio (17 de novembro 2021), por volta das 8 horas, ao se levantar da cama, sentiu fortes dores na cabeça. Quando ficou em pé, sentiu seu corpo pesado, como se não estivesse obedecendo aos comandos; caminhou até a sala e, ao se aproximar do sofá, caiu no chão, sem ter mais controle motor do lado esquerdo de seu corpo.

Foi socorrida por sua irmã, que a conduziu de carro ao pronto-socorro de um hospital de seu plano de saúde. Ao dar entrada, informaram não haver mais tempo hábil para trombólide. Da zona norte da cidade de São Paulo, onde residia, deslocou-se até a zona leste, para o hospital do respectivo convênio. Retornou para casa no dia

1 A participante foi informada sobre os objetivos e a finalidade do estudo e recebeu garantia de anonimato, bem como de confidencialidade das informações obtidas durante a pesquisa.

seguinte, fazendo uso de cadeira de rodas, pois não conseguia deambular; necessitava de auxílio para todas as tarefas, como tomar banho, vestir-se e se alimentar, etc.

Após intervenção médica e realização de exames, teve como diagnóstico alteração de sinal do giro hipocampal e da região tálamo-capsular à direita, com características de lesão isquêmica subaguda, sinais de gliose, microangiopatia supratentorial e redução volumétrica encefálica, constatados por meio de ressonância magnética de crânio.

Após o episódio de AVEI, a participante passou a utilizar os seguintes medicamentos: AAS 100 e Clopidogrel 75mg (no almoço) e Atorvastatina 40mg (no jantar). No dia 27 de dezembro de 2021, em consulta, o médico suspendeu o uso de Clopidogrel, devido à alteração de sua pressão arterial (pressão baixa, 9x6), o que a impossibilitava de realizar exercícios físicos com mais intensidade.

Outros exames complementares não apresentaram alterações (Quadro 1).

Quadro 1 - Resultado dos exames complementares após o AVEI

Data de realização	Exame
19/11/2021	<u>Relatório de Holter de 3 canais</u> Ritmo sinusal com frequência cardíaca média de 79 bpm Ausência de pausas superiores a 2 segundos Condução atrioventricular normal Condução intraventricular normal Repolarização ventricular sem alteração
25/11/2021	<u>Mapa ambulatorial da pressão arterial (Mapa)</u> Programa de medição a cada 12 minutos nos períodos de vigília e 20 minutos no sono Conclusão: comportamento normal da pressão arterial, ausência de picos tensionais e hipotensão sintomática
12/1/2022	<u>Ecodopplercardiograma</u> Exame dentro dos parâmetros de normalidade <u>Ultrassonografia duplex colorido das carótidas e vertebrais</u> Sem estenose hemodinamicamente significativa

Fonte: elaboração própria com base nos exames solicitados pelo médico

Para análise antropométrica, foram investigadas as variáveis peso (94kg) e altura (1,65m) apresentadas no relatório médico. Por meio do quociente de massa corporal/estatura², o índice de massa corporal (IMC) calculado resultou em 34,5kg/m², o que a classificou com obesidade grau II.

A participante foi submetida à avaliação postural e física, conforme os estudos de Pitanga (2019), De Matos (2011) e Santos (2001), em 19 de novembro de 2021, a fim de verificar sua condição física após o AVEI. Constatou-se que: houve diminuição da força no dimídio esquerdo; estava orientada; apresentava linguagem com pequena alteração na articulação de algumas palavras e hemiparesia esquerda, com avaliação de força muscular pela equipe médica com base no instrumento *Medical Research Council*

(MRC) de grau II para membro superior e inferior esquerdo, classificação que indica contração muscular fraca com movimento sem a gravidade ou com amplitude de movimento (ADM) incompleta contra a gravidade.

Quadro 2 - Alterações em diferentes estruturas corporais após AVEI

Data	Avaliação
19/11/2021	<p><u>Postural</u> Cabeça anteriorizada Ombros protusos Ombro esquerdo caído Escápulas abduzidas Quadril esquerdo elevado Pelve em anteversão Joelhos valgos Pés pronados Tronco levemente anteriorizado</p> <p><u>Física</u> Paciente apresentando hipotonia em hemicorpo esquerdo. Diminuição de força muscular para flexores de membros superiores (MMSS), extensores de membros inferiores (MMII). Diminuição de amplitude de movimento para flexão e abdução de ombro. Teste de coordenação alterado devido à alteração de membro superior esquerdo. Apresenta marcha claudicante. Equilíbrio unipodal alterado. Equilíbrio dinâmico alterado. Sensibilidade preservada.</p>

Fonte: elaboração própria

Com base nos dados da avaliação postural e física, foi estruturada uma sequência de exercícios físicos com evolução crescente em relação à sobrecarga, com o propósito de restabelecer a força muscular do hemicorpo parético e ativar a musculatura estabilizadora dos MMSS e MMII, região abdominal, a fim de recompor as atividades funcionais e a organização da descarga do peso corporal no hemicorpo esquerdo, com foco nas AVD, bem como no restabelecimento do equilíbrio e da independência na marcha.

Conforme Florindo e Pedro (2014), déficits significativos do controle motor que limitam a capacidade de deambulação são manifestações comuns e se traduzem em prejuízos cinemáticos da marcha, do equilíbrio e do controle postural, caracterizados por padrões irregulares de movimento.

Dessa forma, torna-se necessário realizar abordagem acerca da reabilitação do tônus muscular promovendo melhora da função motora e cognitiva do indivíduo (DOMÍNGUEZ-TÉLLEZ *et al.*, 2019). Com isso a recuperação da função da marcha é um objetivo importante na reabilitação desses pacientes (ROSE *et al.*, 2018; GARLET *et al.*, 2022).

Todas essas atividades foram realizadas de maneira localizada e, conforme a evolução, foram acrescentadas outras na forma de circuito, de dupla tarefa, associando movimentos ativos de MMSS e MMII. Ao final de todas as sequências, eram realizados exercícios de alongamento para os respectivos grupos musculares.

Divididos em cinco fases de maneira progressiva, os exercícios foram realizados cinco vezes por semana. Em cada fase eram acrescentados novos exercícios e mantidos os anteriores, com as devidas adequações de sobrecargas, em consequência da melhora da força muscular localizada (Quadro 3).

Quadro 3 - Evolução da realização do treinamento personalizado para cada uma das fases

Fase	Duração	Dias	Objetivo relacionado ao hemitorço esquerdo
1	2 semanas	10	Mobilidade articular com acompanhamento visual nas ações, para permitir a autocorreção do respectivo gesto motor. Local de desenvolvimento: residência da participante.
2	4 semanas	20	Melhora da coordenação mioarticular e fortalecimento muscular localizado com o devido acompanhamento visual das ações para autocorreção do respectivo gesto motor. Local de desenvolvimento: residência da participante e academia.
3	6 semanas	30	Melhora na amplitude articular, aumento da força muscular localizada, melhora da coordenação motora e da eficiência da marcha. Local de desenvolvimento: academia.
4	8 semanas	40	Melhora da força muscular global, do equilíbrio e do condicionamento físico. Local de desenvolvimento: academia.
5	8 semanas	40	Melhora da amplitude articular, aumento da força muscular localizada, aumento da coordenação motora, controle da marcha com independência e autonomia na realização das AVD. Local de desenvolvimento: academia.
Total de tempo de intervenção: 28 semanas = 140 dias			

Fonte: elaboração própria

A evolução de uma fase para a outra estava condicionada à melhora da qualidade da força muscular de cada um dos grupos musculares trabalhados. A referida evolução dependia da qualidade da realização do respectivo gesto motor (controle do membro e amplitude articular), o que também contribuía de maneira significativa para o incremento de sobrecarga.

3 Resultados e Discussões

O AVEI ocorre quando há obstrução de um vaso sanguíneo encefálico, de modo que a terapia trombolítica é o tratamento realizado na fase aguda com o objetivo de desobstruir o vaso antes que haja lesão tecidual irreversível (PEDRA *et al.*, 2020).

O tempo é o principal aliado nessa tarefa, visto que, se as manobras de restauração do fluxo sanguíneo forem feitas rapidamente, os efeitos decorrentes da isquemia podem ser minimizados (HUI; TADI; PATTI, 2022). Tal tratamento não foi realizado com a participante deste estudo, pois, segundo relatório médico, ela não acessou o serviço médico em tempo hábil; contudo, a participante contraria essa versão e relata que foi a demora no atendimento que impossibilitou seu acesso à terapia trombolítica.

Diante da prevalência do AVEI, não só no Brasil, mas também no mundo, conforme apontam Alves *et al.* (2022), torna-se então necessário o diagnóstico e a intervenção precoces a fim de evitar consequências mais graves.

A recuperação espontânea pode ocorrer durante os seis primeiros meses, mas nem todo paciente se recupera do mesmo modo e nem todos demonstrarão completa recuperação. Diante desse quadro, a prevenção secundária, ou seja, a realização precoce de exercício físico é primordial para a reabilitação pós-AVE (BALDIN, 2009).

Borella e Sacchelli (2009) afirmam que a plasticidade se dá como recuperação em decorrência de um treinamento, por meio de tarefas que envolvem atividades motoras, repetição de movimentos e variações de intensidade. Esse tipo de prática induz a reorganização do córtex, conforme a intensidade e frequência dos exercícios, pois são atribuídas ao treinamento motor a neurogênese, sinaptogênese, angiogênese e modulação pré e pós-sináptica, que podem colaborar com significativos resultados. Isso acontece porque a plasticidade neural é a capacidade que o sistema nervoso possui de se ajustar perante influências ambientais e estabelecer, reorganizar ou recuperar funções desorganizadas por condições experimentais ou patológicas. As mudanças descritas na organização do córtex incluem o aumento dos dendritos, das sinapses e de fatores neurotróficos essenciais para a sobrevivência de células nervosas (MENDES *et al.*, 2012).

Desse modo, a intervenção do exercício físico pode ser realizada nas fases aguda, subaguda e crônica do AVE, por meio de atividades aeróbias, exercícios de força, flexibilidade, alterações dos hábitos de vida, entre outras estratégias (BALDIN, 2009).

Para Cramer (2008), na primeira semana após o AVE, o cérebro está preparado para a recuperação neurológica em resposta ao treinamento de reabilitação. É considerado um período de ouro para o início do processo de reabilitação, daí a importância de começar as práticas já nos primeiros dias após o AVEI.

Nesse sentido, com a perspectiva de promover, por meio da estimulação precoce, a reabilitação da participante deste estudo, foram aplicados exercícios resistidos e aeróbios, desenvolvidos de maneira progressiva e respeitando o princípio da sobrecarga, cinco vezes por semana, durante 28 semanas.

Conforme Silva, Lima e Cardoso (2014), pode-se inserir indivíduos que sofreram AVE em práticas regulares de exercício físico até cinco dias após o evento, conforme as sequelas. É possível iniciar a recuperação da marcha pelo gesto do andar, bem como inserir o treinamento precoce com esteiras em alguns casos, favorecendo a recuperação mais rápida e mais eficaz (NATIONAL COLLABORATING CENTRE FOR CHRONIC CONDITIONS, 2008). Diante disso, o processo de reabilitação da participante referente à fase 1 teve início em 19 de novembro de 2021, três dias após o AVEI.

Essa reabilitação precoce teve por propósito minimizar os déficits significativos do controle motor que limitam a capacidade de deambulação e são manifestações comuns que se traduzem em prejuízos cinemáticos significativos da marcha, do equilíbrio e do controle postural, caracterizados por padrões irregulares de movimento (FLORINDO; PEDRO, 2014).

Em relação ao número de dias de intervenção, Silva, Lima e Cardoso (2014) sugerem que haverá mais benefícios à saúde se forem realizados exercícios físicos moderados na maioria ou em todos os dias da semana. Na condução desta pesquisa, foi proposta a prática de exercícios físicos cinco vezes por semana.

Outro aspecto relevante diz respeito à utilização do membro afetado, que resulta no aumento da sua representação cortical, ou seja, das bases neurais desse membro, tendo em vista que o tamanho da área de representação cortical do membro é proporcional ao seu uso, levando-se em consideração que a representação cortical uso dependente é um feito da plasticidade neural (COHEN, 2001). A prática adequada e repetida de exercícios estimula a reconexão de circuitos neuronais lesados durante a reabilitação (BROL; BORTOLOTO; DOS SANTOS, 2009) e promove o recrutamento dos neurônios próximos à lesão, contribuindo para o suprimento e possível inervação de músculos paréticos do hemicorpo afetado pelo AVE (MONTEIRO *et al.*, 2022).

Com base nos relatos sobre os efeitos do exercício físico na neuroplasticidade, foi proposta uma intervenção composta por cinco fases (como apresentado anteriormente no Quadro 3). Na fase 1 (duração de duas semanas – 10 dias), buscou-se promover a mobilidade articular da região comprometida (MMSS e MMII), com acompanhamento visual da participante na realização das ações, permitindo com isso a autocorreção do respectivo gesto motor. Nessa etapa a sobrecarga utilizada foi o próprio peso do respectivo membro.

Em decorrência do comprometimento da marcha, as atividades foram realizadas na residência da participante. Inicialmente a sequência de exercícios (Tabela 1) era feita em posição deitada sobre a cama e, posteriormente, com a melhora de seu quadro, passou a ser realizada no solo, o que exigiu sua transferência para o referido local.

Tabela 1 - Relação de exercícios físicos realizados na primeira fase de treinamento

Exercício	Fase 1			
	Séries	Repetição	Intervalo	Sobrecarga
Crucifixo	4	12	1 minuto	Não
Tríceps testa	4	12	1 minuto	Não
Pullover	4	12	1 minuto	Não
Elevação de quadril	4	12	1 minuto	Não

Fonte: elaboração própria

Segundo a *National Collaborating Centre For Chronic Conditions* (2008), a reabilitação por meio de tarefas funcionais específicas é um componente-chave, e o retraining da marcha para melhorar a independência em pé é uma atividade primordial. Tal evidência pode sugerir o desenvolvimento de programas específicos de reabilitação envolvendo tarefas específicas com aumento gradativo dos níveis de habilidade motora.

Assim, com a melhora na evolução do controle motor do lado comprometido, avançou-se para a fase 2 do treinamento, que teve duração de 4 semanas (20 dias). Nessa nova etapa a participante evoluiu positivamente em relação ao controle da marcha, conseguindo caminhar com o auxílio do andador. Diante dessa evolução, aos exercícios da fase 1 foram acrescentados treinamento de marcha e atividades em meio líquido. A melhora do controle da marcha permitiu o deslocamento até uma academia com piscina, na qual foi possível contratar um horário para aula individualizada e seguir com o acompanhamento do responsável pela pesquisa.

Nessas aulas foram desenvolvidos exercícios localizados, deslocamentos em diferentes sentidos, com o objetivo de restabelecer o equilíbrio, e exercícios de respiração, com o propósito de melhorar a função pulmonar (Tabela 2). Além dos benefícios dos exercícios no solo, a escolha da atividade em meio líquido se deu em decorrência dos benefícios das propriedades físicas da água, em especial os efeitos do peso e da pressão hidrostática.

Tabela 2 - Relação de exercícios físicos realizados na segunda fase de treinamento

Exercício	Fase 2				
	Séries	Repetição	Intervalo	Sobrecarga	
Crucifixo	4	12	1 minuto	Não	
Tríceps testa	4	12	1 minuto	Não	
Pullover	4	12	1 minuto	Não	
Elevação de quadril	4	12	1 minuto	Não	
Hidroginástica	Exercícios específicos		1 x semana	50 minutos	–
Treinamento de marcha com auxílio de andador (3 metros)	1	Intervalado	1 minuto	–	

Fonte: elaboração própria

Conforme Teixeira-Salmela *et al.* (2001), outro programa eficaz de exercício físico voltado à reabilitação de pacientes com AVE é o treinamento de força, que promove modificação da fraqueza muscular decorrente de sequelas e, em relação à marcha, melhora a eficiência dos membros inferiores, restabelecendo a coordenação e a velocidade da caminhada (BUCHNER *et al.*, 1996).

O fortalecimento muscular sobre os níveis de força na reabilitação desses indivíduos promove melhoras ao sistema orgânico, contudo é preciso atentar à duração e à intensidade para aderir ganhos de força ideal para uma recuperação mais eficaz (SILVA; LIMA; CARDOSO, 2014).

O fortalecimento muscular conseguido por meio de levantamento de pesos (musculação) ajuda na estabilidade articular, força muscular e resistência, melhorando a postura, a deambulação e contribuindo nas demais AVD. Esse treinamento pode incluir sessões de três a quatro dias na semana. Em cada sessão são feitas de uma a três séries, com 8 a 15 repetições por série (BALDIN, 2009). Os exercícios podem ser isotônicos ou isométricos e a carga de cada série é estipulada pelo paciente, controlando o nível de dor e a capacidade de contração (BALDIN, 2009).

Para Dean, Richards e Malouin (2000), uma tarefa de treinamento orientada a pé, organizada em séries de estações de trabalho, melhora a velocidade e a capacidade da marcha em indivíduos hemiparéticos.

Com a evolução principalmente do controle da marcha da participante, iniciou-se a fase 3 do treinamento, que teve duração de seis semanas (30 dias), com o objetivo de aumentar a força muscular localizada e melhorar a amplitude articular, a coordenação motora e a eficiência da marcha.

Com base nos relatos científicos referentes ao treinamento de força para pacientes pós-AVEI, acrescentou-se sobrecarga nos exercícios das fases 1 e 2, bem como foram inseridos novos exercícios para MMSS e MMII. Como as práticas já eram realizadas com acompanhamento visual e orientação para autocorreção, o domínio dos gestos motores estava bem desenvolvido. Logo, nesse momento, a atenção se voltou à adequação da sobrecarga utilizada (peso extra) para evitar lesões.

Com o incremento de novas atividades, houve a separação em dois grupos de treinamento: exercícios para MMSS e para MMII. Também nessa fase procurou-se intercalar os exercícios de hidroginástica com os de aprendizagem do gesto da natação (Tabela 3), pois a participante demonstrou interesse em adquirir essa nova habilidade.

Tabela 3 - Relação de exercícios físicos realizados na terceira fase de treinamento

Fase 3				
Exercício	Séries	Repetição	Intervalo	Sobrecarga (kg)
Crucifixo	3	12	30 segundos	1
Tríceps testa	3	12	30 segundos	1
Pullover	3	12	30 segundos	1
Elevação de quadril	3	15	30 segundos	3
Hidroginástica/natação	Exercícios específicos	1 x semana	50 minutos	–
Rosca direta	3	10	1 minuto	1
Elevação lateral	3	10	1 minuto	1
Elevação frontal	3	10	1 minuto	1
Adução de abdução de MMII (com apoio)	3	10	1 minuto	–
Agachamento (senta e levanta na cadeira)	3	10	1 minuto	–
Treinamento de marcha (distância: 5 metros)	3	Intervalado	1 minuto	Não

Fonte: elaboração própria

O treinamento motor tem por função suprir o encéfalo com as atividades e induzir as modificações por meio da plasticidade neural, promovendo estimulação sensorial e proprioceptiva, modulando assim áreas responsáveis pela motricidade e sensibilidade (FLORINDO; PEDRO, 2014). Segundo o Comitê Executivo da Organização Europeia de AVE (2008), quanto maior for a intensidade da reabilitação, maiores serão os resultados, principalmente no que se refere à independência nas AVD.

Segundo Branco e Santos (2010, p. 39):

O sucesso de um programa de reabilitação em pessoas vítimas de AVE depende de um crescimento lento, repetitivo, persistente, com rotinas de exercícios que não devem evoluir para além da capacidade individual da pessoa.

Esse é um dos motivos pelos quais utilizamos de 8 semanas (40 dias) para que a evolução fosse lenta, gradual e significativa para o processo de neuroplasticidade.

Além da atividade aeróbia na esteira, andar de bicicleta é apontado como uma atividade funcional com potencial de beneficiar o paciente, quando usado como adjuvante aos exercícios de reabilitação após AVE (BROWN; NAGPAL; CHI, 2005), pois exige que os músculos agonistas e antagonistas sejam acionados reciprocamente em um padrão semelhante ao exigido para caminhar (HANCOCK *et al.*, 2011).

Nessa perspectiva, com as atividades aeróbias e o treinamento de força, iniciou-se a fase 4, que durou 8 semanas (40 dias) e teve por objetivo proporcionar a melhora da força muscular global, do equilíbrio e do condicionamento físico geral. Com a evolução positiva da participante, sobretudo em relação ao controle da marcha, os exercícios de fortalecimento muscular passaram a ser feitos na academia, para aumentar a sobrecarga e incrementar a utilização de novas atividades em equipamentos específicos.

Com a inserção de exercícios, o treinamento foi dividido em três grupos musculares: Grupo 1 – Peitoral e Tríceps; Grupo 2 – Costas e Bíceps; e Grupo 3 – Pernas e Ombros (Tabela 4). Intercaladas com o treinamento resistido, foram acrescentadas atividades aeróbias (bicicleta e esteira) e de fortalecimento abdominal. Já as atividades na piscina passaram a ser mais voltadas à aprendizagem da natação (nado *crawl* nesse primeiro momento).

Tabela 4 - Relação de exercícios físicos realizados na quarta fase de treinamento

Grupo Muscular	Fase 4				
	Exercício	Séries	Repetição	Intervalo	Sobrecarga (kg)
Grupo 1 Peitoral e Tríceps	Crucifixo	3	10	30 segundos	2
	Pullover	3	10	30 segundos	2
	Tríceps testa	3	10	30 segundos	2
Grupo 2 Costas e Bíceps	Puxador costa	3	10	30 segundos	10
	Remada baixa	3	10	30 segundos	10
	Rosca direta	3	10	30 segundos	2
	Rosca concentrada	3	10	30 segundos	2
Grupo 3 Pernas e Ombros	Cadeira adutora	3	10	30 segundos	15
	Cadeira abduutora	3	10	30 segundos	15
	Agachamento livre	3	15	30 segundos	–
	Panturrilha	3	15	30 segundos	–
	Cadeira extensora	3	10	30 segundos	15
	Elevação lateral	3	10	30 segundos	2
	Elevação frontal	3	10	30 segundos	2
Abdominal	Elevação de quadril	3	10	30 segundos	5
	Abdominais	3	20	30 segundos	–
Exercícios Aeróbios	Treinamento de marcha na esteira	Intervalado 3 x 1	10 (30 minutos)	1 minuto	3
	Caminhada no solo	–	1 volta (15 metros)	30 segundos (a critério da participante)	–
	Bicicleta ergométrica	Intervalado	30 minutos	30 segundos (a critério da participante)	2
	Natação	Exercícios específicos	1 x semana	50 minutos	–

Fonte: elaboração própria

Essa organização dos exercícios físicos teve como função promover a estimulação precoce, com o objetivo de incitar a neuroplasticidade em especial na região afetada pelo AVEI, estimulando maior concentração de BDNF, como já mencionado, proteína envolvida na neuroproteção, neurogênese e neuroplasticidade (MANG *et al.*, 2013).

No estudo de El-Tamawy *et al.* (2014), pacientes que sofreram AVE foram submetidos a um programa regular de exercício aeróbico durante oito semanas. Como resultado, identificaram aumento na concentração de BDNF e melhora na função cognitiva, quando comparado com grupo intervenção e controle pós-tratamento.

Nessa linha, Moraes (2016) identificou que 30 minutos de exercício aeróbio (caminhada no solo) em intensidade moderada promoveu aumento estatisticamente significativo na concentração sérica de BDNF em indivíduos pós-AVE na fase crônica. Contudo a mesma atividade (ou o treinamento funcional) realizada em intensidade leve não foi capaz de promover esse aumento.

Para consolidar a neuroplasticidade, fatores como a repetição e o aumento gradual na intensidade e no volume do treinamento são de fundamental importância, por isso iniciou-se a fase 5, com duração 8 semanas (40 dias). Nessa última etapa (Tabela 5), os objetivos principais eram aumentar a força muscular localizada e melhorar a amplitude articular, a coordenação motora e o controle da marcha, com o propósito de ampliar a independência e autonomia na realização das AVD.

Tabela 5 - Relação de exercícios físicos realizados na quinta fase de treinamento

Grupo Muscular	Exercício	Fase 5			Sobrecarga (kg)
		Séries	Repetição	Intervalo	
<u>Grupo 1</u> Peitoral e Tríceps	Crucifixo	3	10	30 segundos	3
	Peck deck	3	10	30 segundos	15
	Pullover	3	10	30 segundos	3
	Tríceps testa	3	10	30 segundos	3
	Flexão de braço (6 apoios)	3	10	30 segundos	–
<u>Grupo 2</u> Costas e Bíceps	Puxador costa	3	10	30 segundos	15
	Remada baixa	3	10	30 segundos	15
	Rosca direta	3	10	30 segundos	3
	Rosca concentrada	3	10	30 segundos	2
<u>Grupo 3</u> Pernas e Ombros	Cadeira adutora	3	10	30 segundos	20
	Cadeira abduutora	3	10	30 segundos	15
	Agachamento livre	3	15	30 segundos	–
	Panturrilha	3	15	30 segundos	–
	Cadeira extensora	3	10	30 segundos	15
	Elevação lateral	3	10	30 segundos	2
	Elevação frontal	3	10	30 segundos	3
	Desenvolvimento com halter	3	10	30 segundos	2
Abdominal	Elevação de quadril	4	20	30 segundos	5
	Abdominais	4	25	30 segundos	–
Exercícios Aeróbios	Esteira	–	40 minutos	–	5,5
	Bicicleta ergométrica	–	30 minutos	–	4
	Natação	1 x semana	50 minutos	–	–

Fonte: elaboração própria

Com o progresso na realização dos exercícios físicos, foi possível observar evolução considerável no domínio do hemicorpo comprometido pelo AVEI. A participante conquistou total autonomia em seu gesto motor e voltou a fazer todas as atividades relacionadas à vida diária, inclusive ir e retornar a pé para a academia, que fica próxima à sua residência. A dedicação na realização dos exercícios foi fundamental para a recuperação e reconquista de sua independência.

Vale destacar que cerca de 74% dos casos de AVEI são atribuídos a fatores de risco modificáveis, como tabagismo, sedentarismo e dietas inadequadas de alto valor calórico (FEIGIN, 2016; BENJAMIN *et al.*, 2019). A participante relatou que era sedentária e não fumava, contudo, seu IMC na fase inicial era de 34,5kg/m² (Tabela 6).

Tabela 6 - Redução do IMC no período de 28 semanas de treinamento

Duração	Fase	Peso (kg)	IMC
2 semanas	1	94	34,5 Obesidade grau II
4 semanas	2	92	33,7 Obesidade grau II
6 semanas	3	88	32,3 Obesidade grau II
8 semanas	4	83	30,4 Obesidade grau II
8 semanas	5	78	28,6 Obesidade grau I
Redução do peso nas 28 semanas: 16kg			

Fonte: elaboração própria

Sobre esse aspecto, verificou-se redução do peso corporal e conseqüentemente do valor do IMC, o que é extremamente saudável para a participante e de fundamental importância para reduzir a chance de novos eventos ligados ao AVE, haja vista que a obesidade é uma das variáveis relacionadas aos fatores de risco modificáveis, que podem levar a episódios de AVE.

Vale destacar que a participação das pessoas acometidas por AVE em atividades de reabilitação é muito restrita, em decorrência da falta de acesso a atendimentos gratuitos e de recursos financeiros para o pagamento particular das intervenções (SCIANNI; TEIXEIRA-SALMELA; ADA, 2012). Assim, para prevenir a ocorrência do AVE e reduzir os custos com hospitalização e reabilitação, além de identificar os fatores de risco, é necessário criar programas de saúde.

Também é preciso, conforme Moraes (2016), ampliar os estudos futuros em pacientes pós-AVE para investigar o impacto dos exercícios físicos (anaeróbio ou aeróbio) na recuperação do indivíduo nas fases aguda, subaguda e crônica, além de

definir parâmetros mais adequados para promover ganhos na capacidade funcional quanto ao aumento da concentração de fatores neurotróficos, os quais podem contribuir com a recuperação do indivíduo.

4 Considerações possíveis

Na intervenção apresentada, o diagnóstico precoce conjugado com o processo de reabilitação iniciado na primeira semana reduziu as sequelas pós-AVEI. Após 28 semanas, com exercícios cinco vezes por semana, a participante apresentou melhora significativa no domínio do hemicorpo comprometido, o que contribuiu para recuperação na independência da sua marcha e na realização das AVD.

Várias evidências corroboram o efeito benéfico do exercício físico na recuperação do AVE e identificam sua importância no processo da neuroplasticidade e na readaptação das estruturas encefálicas.

Importa evidenciar que a metodologia utilizada pode ter sido limitada, tanto em relação ao número amostral, quanto de publicações consultadas. Sugere-se, portanto, a realização de pesquisas futuras, a fim de investigar a capacidade de recuperação das funções encefálicas e as modificações plásticas sofridas pelo sistema nervoso em pacientes acometidos por AVE, com a perspectiva de ampliar os programas de exercícios físicos utilizados como mecanismo de reabilitação.

Referências

ALVES, L. F. *et al.* Aspectos do AVE isquêmico: uma revisão bibliográfica. *Brazilian Journal of Health Review*, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 4098-4113, 2022. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BJHR/article/view/44707>. Acesso em: 20 mar. 2022.

BALDIN, A. D. Atividade física e acidente vascular cerebral. *ComCiência*, [S. l.] n. 109, 2009. Disponível em: http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542009000500019&lng=e&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 10 abr. 2022.

BENJAMIN, E. J. *et al.* *Heart Disease and Stroke Statistics – 2019. Update: A Report From the American Heart Association*, [S. l.] v. 139, n. 10, p. 56-528, 2019.

BORELLA, M. P.; SACCHELLI, T. Os efeitos da prática de atividades motoras sobre a neuroplasticidade. *Revista Neurociências*, [S. l.] v. 17, n. 2, p. 161-169, 2009. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/neurociencias/article/view/8577>. Acesso em: 25 mar. 2022.

BRANCO, T.; SANTOS, R. *Reabilitação da Pessoa com AVC*. Coimbra: Formasau, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas. *Diretrizes de atenção à reabilitação da pessoa com acidente vascular cerebral*. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2013. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_atencao_reabilitacao_acidente_vascularcerebral.pdf. Acesso em: 10 abr. 2022.

BROL, A. M.; BORTOLOTO, F.; DOS SANTOS, N. M. Tratamento de restrição e indução do movimento na reabilitação funcional de pacientes pós acidente vascular encefálico: uma revisão bibliográfica. *Fisioterapia em Movimento (Physical Therapy in Movement)*, [S. l.], v. 22, n. 4, 2009. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/fisio/article/view/19491>. Acesso em: 15 abr. 2022.

BROWN, D. A.; NAGPAL, S.; CHI, S. Limb-loaded cycling program for locomotor intervention following stroke. *Physical therapy*, [S. l.] v. 85, n. 2, p. 159-168, 2005. Disponível em: <https://academic.oup.com/ptj/article/85/2/159/2804981?login=false>. Acesso em: 27 mar. 2022.

BUCHNER, D. M. *et al.* Evidence for a non-linear relationship between leg strength and gait speed. *Age and ageing*, [S. l.] v. 25, n. 5, p. 386-391, 1996. Disponível em: <https://academic.oup.com/ageing/article/25/5/386/35936?login=false>. Acesso em: 10 maio 2022.

COHEN, H. *Neurociência para Fisioterapeutas*. Ed. Manole, 2001.

COMITÊ EXECUTIVO DA ORGANIZAÇÃO EUROPEIA DE AVE (2008)

CRAMER, S. C. Repairing the human brain after stroke: I. Mechanisms of spontaneous recovery. *Annals of neurology*, [S. l.] v. 63, n. 3, p. 272-287, 2008. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ana.21393>. Acesso em: 28 mar. 2022.

DE MATOS, O. *Avaliação postural e prescrição de exercícios corretivos*. São Paulo: Phorte Editora, 2011.

DEAN, C. M.; RICHARDS, C. L.; MALOUIN, F. Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: a randomized, controlled pilot trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, [S. l.] v. 81, n. 4, p. 409-417, 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S000399930066077X>. Acesso em: 20 abr. 2022.

DIENER, H.; HANKEY, G. J. Primary and secondary prevention of ischemic stroke and cerebral hemorrhage: JACC focus seminar. *Journal of the American College of Cardiology*, [S. l.] v. 75, n. 15, p. 1804-1818, 2020. Disponível em: <https://www.jacc.org/doi/abs/10.1016/j.jacc.2019.12.072>. Acesso em: 10 jun. 2022.

DOMÍNGUEZ-TÉLLEZ, P. *et al.* Efectos de la realidad virtual sobre el equilibrio y la marcha en el ictus: revisión sistemática y metaanálisis. *Rev. neurol.* (ed. impr.), [S. l.] v. 69, n.6, p. 223-234, 2019. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/ibc-192216>. Acesso em: 30 mar. 2022.

DONNAN, G. A. *et al.* How to make better use of thrombolytic therapy in acute ischemic stroke. *Nature Reviews Neurology*, [S. l.] v. 7, n. 7, p. 400-409, 2011. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nrneurol.2011.89>. Acesso em: 27 abr. 2022.

EL-TAMAWY, M. S. *et al.* Aerobic exercises enhance cognitive functions and brain derived neurotrophic factor in ischemic stroke patients. *NeuroRehabilitation*, [S. l.] v. 34, n. 1, p. 209-213, 2014. Disponível em: <https://content.iospress.com/articles/neurorehabilitation/nre1020>. Acesso em: 30 mar. 2022.

FEIGIN, V. L. *et al.* Global burden of stroke and risk factors in 188 countries, during 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet Neurology*, [S. l.] v. 15, n. 9, p. 913-924, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1474442216300734>. Acesso em: 18 maio 2022.

FEIGIN, V. L. *et al.* World Stroke Organization (WSO): global stroke fact sheet 2022. *International Journal of Stroke*, [S. l.] v. 17, n. 1, p. 18-29, 2022. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/17474930211065917>. Acesso em: 30 mar. 2022.

FLORINDO, M.; PEDRO, R. O processo de aprendizagem motora e a neuroplasticidade. *SalutisScientia – Revista de Ciências da Saúde da ESSCVP*, [S. l.] v. 6, p. 20-26, 2014.

FONSECA, L. F.; LIMA, C. L. A. *Paralisia cerebral: neurologia, ortopedia, reabilitação*. 2. ed. Rio de Janeiro: MedBook, 2008.

GAMBA, R. T.; CRUZ, D. M. C. Efeitos da Terapia por Contensão Induzida em longo prazo em pacientes pós-AVC. *Revista Neurociências*, [S. l.] v. 19, n. 4, p. 735-740, 2011. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/neurociencias/article/view/8333>. Acesso em: 6 jul. 2022.

GARLET, A. B. *et al.* Reabilitação robótica em pacientes com AVC: protocolo de ensaio clínico randomizado. *Fisioterapia e Pesquisa*, [S. l.] v. 28, p. 483-490, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/fp/a/Bp5qFX4fDq55qV3MqkRyzQH/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 30 abr. 2022.

GRIFFIN, É. W. *et al.* Aerobic exercise improves hippocampal function and increases BDNF in the serum of young adult males. *Physiology e behavior*, [S. l.] v. 104, n. 5, p. 934-941, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031938411003088> Acesso em: 28 maio 2022.

HANCOCK, N. J. *et al.* Clinical efficacy and prognostic indicators for lower limb pedalling exercise early after stroke: Study protocol for a pilot randomised controlled trial. *Trials Journal*, [S. l.] v. 12, n. 1, p. 1-12, 2011. Disponível em: <https://trialsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1745-6215-12-68>. Acesso em: 18 jul. 2022.

HOMI, H. M.; DA SILVA, B. A.; VELASCO, I. T. Fisiopatologia da isquemia cerebral. *Brazilian Journal of Anesthesiology*, [S. l.] v. 50, n. 5, p. 405-414, 2020. Disponível em: <https://www.bjan-sba.org/article/5e498c3c0aec5119028b49e0/pdf/rba-50-5-405.pdf>. Acesso em: 28 maio 2022.

HUI, C.; TADI, P.; PATTI, L. Ischemic Stroke. *In: STATPEARLS. StatPearls Publishing*, Treasure Island (FL), 2022. Disponível em: <https://europepmc.org/article/NBK/nbk499997>. Acesso em: 10 mar. 2022.

MAGALHÃES, J. P. *et al.* Efeito da terapia de restrição e indução ao movimento em pacientes hemiparéticos crônicos pós-AVC. *Revista Neurociências*, [S. l.] v. 21, n. 3, p. 333-338, 2013. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/neurociencias/article/view/8163>. Acesso em: 20 abr. 2022.

MANG, C. S. *et al.* Promoting neuroplasticity for motor rehabilitation after stroke: considering the effects of aerobic exercise and genetic variation on brain-derived neurotrophic factor. *Physical therapy*, [S. l.] v. 93, n. 12, p. 1707-1716, 2013. Disponível em: <https://academic.oup.com/ptj/article/93/12/1707/2735425>. Acesso em: 25 abr. 2022.

MENDES, I. S. *et al.* Métodos terapêuticos utilizados em sujeitos com deficiência sensoria motora após disfunção vascular encefálica: revisão de literatura. *Revista Univap*, São José dos Campos, v. 18, n. 31, p. 22-31, jun. 2012. Disponível em: <http://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/51>. Acesso em: 15 maio 2022.

MONTEIRO, W. A. *et al.* A importância da mobilização precoce em acidente vascular cerebral prévio: uma revisão de literatura. *Revista Eletrônica Acervo Médico*, [S. l.] v. 8, p. e9921-e9921, 2022. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/medico/article/view/9921>. Acesso em: 5 jun. 2022.

MORAIS, V. A. C. *Efeito do exercício físico agudo em intensidade leve e moderada na concentração sérica de fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) em indivíduos após acidente vascular cerebral (AVC) na fase crônica*. 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado em Neurociências) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-B42LTB>. Acesso em: 10 jun. 2022.

NATIONAL COLLABORATING CENTRE FOR CHRONIC CONDITIONS (GREAT BRITAIN). *Stroke: national clinical guideline for diagnosis and initial management of acute stroke and transient ischaemic attack (TIA)*. Royal College of Physicians: London, 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21698846/>. Acesso em: 10 abr. 2022.

NYKJAER, A.; WILLNOW, T. E.; PETERSEN, C. M. p75^{NTR} – live or let die. *Current opinion in neurobiology*, [S. l.] v. 15, n. 1, p. 49-57, 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095943880500005X>. Acesso em: 30 maio 2022.

PANG, M. Y.C. *et al.* The use of aerobic exercise training in improving aerobic capacity in individuals with stroke: a meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, [S. l.] v. 20, n. 2, p. 97-111, 2006. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1191/0269215506cr9260a>. Acesso em: 30 mar. 2022.

PEDRA, E. F. P. *et al.* Pacientes pós-AVC com e sem trombólise: análise da deglutição na fase aguda da doença. *CoDAS*, [S. l.] v. 32, n. 1, p. e20180229, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/codas/a/ndLsM6nfx3FkGH9tTd7ZrS/?lang=pt>. Acesso em: 20 jul. 2022.

PITANGA, F. J. G. *Orientações para avaliação e prescrição de exercícios físicos direcionados à saúde*. São Paulo: CREF4/SP, 2019.

PORTER L. L. Motor 2: Centros superiores. In: COHEN, H. *Neurociências para fisioterapeutas*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2001.

RASMUSSEN, P. *et al.* Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. *Experimental physiology*, [S. l.] v. 94, n. 10, p. 1062-1069, 2009. Disponível em: <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1113/expphysiol.2009.048512>. Acesso em: 10 abr. 2022.

ROSE, D. K. *et al.* A backward walking training program to improve balance and mobility in acute stroke: a pilot randomized controlled trial. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, [S. l.] v. 42, n. 1, p. 12-21, 2018. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/wk/npt/2018/00000042/00000001/art00003>. Acesso em: 15 jul. 2022.

ROTHMAN, S. M. *et al.* Brain-derived neurotrophic factor as a regulator of systemic and brain energy metabolism and cardiovascular health. *Annals of the New York Academy of Sciences*, [S. l.] v. 1264, n. 1, p. 49-63, 2012. Disponível em: <https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1749-6632.2012.06525.x>. Acesso em: 10 jun. 2022.

SANTOS, A. *Diagnóstico clínico postural um guia prático*. São Paulo: Summus Editorial, 2001.

SAUNDERS, D. H.; GREIG, C. A.; MEAD, G. E. Physical activity and exercise after stroke: review of multiple meaningful benefits. *Stroke*, [S. l.] v. 45, n. 12, p. 3742-3747, 2014. Disponível em: <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/STROKEAHA.114.004311>. Acesso em: 25 mar. 2022.

SCIANNI, A.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F.; ADA, L. Challenges in recruitment, attendance and adherence of acute stroke survivors to a randomized trial in Brazil: a feasibility study. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, [S. l.] v. 16, p. 40-45, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfs/a/LhrpXF9vhgKBVwB7XWzw5XC/abstract/?lang=en>. Acesso em: 15 abr. 2022.

SILVA, A. S. D.; DE LIMA, A. P.; CARDOSO, F. B. A relação benéfica entre o exercício físico e a fisiopatologia do acidente vascular cerebral. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, [S. l.] v. 8, n. 43, p. 88-100, 2014. Disponível em: <http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/584>. Acesso em: 28 jun. 2022.

SMITH, P. A. BDNF: no gain without pain? *Neuroscience*, [S. l.] v. 283, p. 107-123, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306452214004448>. Acesso em: 10 jun. 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DOENÇAS CEREBROVASCULARES. Acidente Vascular Cerebral, 2018. Disponível em: <https://avc.org.br/>. Acesso em: 15 maio 2022.

TANG, S. W. *et al.* Influence of exercise on serum brain-derived neurotrophic factor concentrations in healthy human subjects. *Neuroscience letters*, [S. l.] v. 431, n. 1, p. 62-65, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304394007011949>. Acesso em: 25 jul. 2022.

TEIXEIRA, A. L. *et al.* Circulating levels of brain-derived neurotrophic factor: correlation with mood, cognition and motor function. *Biomarkers in medicine*, [S. l.] v. 4, n. 6, p. 871-887, 2010. Disponível em: <https://www.futuremedicine.com/doi/abs/10.2217/bmm.10.111>. Acesso em: 30 maio 2022.

TEIXEIRA-SALMELA, L. F. *et al.* Effects of muscle strengthening and physical conditioning training on temporal, kinematic and kinetic variables during gait in chronic stroke survivors. *Journal of rehabilitation medicine*, [S. l.] v. 33, n. 2, p. 53-60, 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11474950/>. Acesso em: 15 maio 2022.

VAYNMAN, S.; GOMEZ-PINILLA, F. License to run: exercise impacts functional plasticity in the intact and injured central nervous system by using neurotrophins. *Neurorehabilitation and neural repair*, v. 19, n. 4, p. 283-295, 2005. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1545968305280753>. Acesso em: 30 maio 2022.

YIN, R. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZILLI, F.; DE LIMA, C. B. A.; KOHLER, M. C. Neuroplasticidade na reabilitação de pacientes acometidos por AVC espástico. *Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo*, [S. l.], v. 25, n. 3, p. 317-322, 2014. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rto/article/view/55134>. Acesso em: 10 abr. 2022.

Sobre os autores

Silvia Soraia da Silva
Pós-graduada em Educação Motora
Comitê Paralímpico Brasileiro
E-mail: silvia_soraia@hotmail.com
Orcid: <http://orcid.org/0000-0003-2508-1727>

Jorge Marcos Ramos
Doutor em Educação
Universidade Metodista de São Paulo – UMESP
E-mail: educacao.ramos@gmail.com
Orcid: <http://orcid.org/0000-0003-3401-2715>

Recebido em: 06/11/2022
Reformulado em: 13/12/2022
Aceito em: 13/12/2022