

FISIOTERAPIA COMO RECURSO PARA ESTÍMULO DA NEUROPLASTICIDADE EM PACIENTES PÓS ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL: revisão bibliográfica

Gabriela de Sousa Ribeiro

Raíssa Gregório da Costa

RESUMO

O acidente vascular cerebral (AVC) é uma das doenças neurológicas mais comuns do mundo. É considerado uma interrupção do suprimento sanguíneo no cérebro ou resultado de uma ruptura de vaso sanguíneo, o que gera danos cerebrais. Os danos físicos mais recorrentes ao paciente afetado é a hemiplegia, definido como paralisia completa dos membros superiores e inferiores, e hemiparesia, definida como paralisia parcial, fraqueza, debilidade e não imobilidade. O objetivo do estudo foi identificar por meio de uma revisão literária quais técnicas fisioterapêuticas são utilizadas na estimulação da neuroplasticidade em pacientes pós acidente vascular cerebral. Foi conduzida uma revisão da literatura, de forma a agrupar, analisar e concentrar buscas provenientes de artigos científicos – estudos de ensaio clínico e randomizados, com fundamentações em evidências científicas disponíveis sobre técnicas fisioterapêuticas utilizadas para estímulo de neuroplasticidade. Conclui que as técnicas utilizadas para plasticidade neural pós acidente vascular cerebral são terapia espelho, técnica de contensão induzida, treinamento de alta intensidade, estimulação transcraniana repetitiva, exoesqueleto robótico e realidade virtual.

Palavras-chaves: Modalidades em fisioterapia. Acidente vascular cerebral. Plasticidade neuronal.

INTRODUÇÃO

O acidente vascular cerebral (AVC) é uma das doenças neurológicas mais comuns do mundo. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), é definido como a interrupção do suprimento sanguíneo ao cérebro, resultado por um bloqueio (AVC isquêmico) ou pela ruptura de um vaso (AVC hemorrágico), levando a danos cerebrais. Essa disfunção afeta ambos os sexos, sendo em 80% dos casos o AVC isquêmico. É uma das principais causas de óbito e invalidez permanente em adultos e um dos principais problemas de saúde pública (CRUZ, 2020).

Ainda de acordo com a OMS, a cada ano, 15 milhões de pessoas em todo o mundo sofrem um AVC. É ainda a causa mais comum de deficiência, representando a primeira causa de deficiência grave de origem neurológica em adultos. Além disso, 50% dos sobreviventes de AVC isquêmico têm uma deficiência permanente e um terço dos quais tornam-se incapacitados (SOUSA, 2017).

As projeções demográficas europeias mostram que a incidência de AVC aumentará. Estima-se que até 2025, a porcentagem de ocorrência de AVC aumentará 37% em homens e 38% em mulheres. O AVC ocorrerá em 35% da população com 65 anos ou mais, o que crescerá proporcionalmente em todos os países devido às mudanças demográficas. Essa tendência provavelmente levará a uma demanda crescente por programas de reabilitação voltados para a

melhoria do estado funcional e da qualidade de vida dos pacientes (PTASZKOWSKA *et al.*, 2019).

Os danos físicos mais recorrentes ao paciente afetado é a hemiplegia, definido como paralisia completa dos membros superiores e inferiores, e hemiparesia, definida como paralisia parcial, fraqueza, debilidade e não imobilidade, sendo este o déficit mais comum afetando 80% dos pacientes na fase aguda e 40% deles na fase crônica. As condições de risco que predis põem ao AVC incluem hipertensão arterial sistólica ou diastólica, hipercolesterolemia, tabagismo, diabetes mellitus, consumo elevado de álcool, sedentarismo, estresse e uso de anticoncepcionais orais (SOUSA, 2017; SAVASSINI *et al.*, 2019).

Estas lesões cerebrais mesmo focais provocam disfunções, paralisias e déficits que acometem várias modalidades das inúmeras funções do cérebro, funções estas que garantem no ser humano a sua insuperável adaptabilidade aos mais diversos e inóspitos ambientes. Existe um complexo mecanismo adaptativo que permite a recuperação parcial das funções corticais, que ocorre através de uma propriedade intrínseca do sistema nervoso que é o de modificar a sua organização estrutural e funcional em resposta a estimulações reiteradas (PEREIRA; TRENTINALHA; MAINARDES, 2015).

Esse mecanismo é denominado plasticidade neuronal, sua definição básica nos leva ao entendimento de como se comporta o Sistema Nervoso Central quando há uma lesão. Os processos de modificação podem ser resumidos em duas situações distintas: em primeiro lugar, neurônios íntegros buscam caminhos alternativos para efetuar a resposta motora, realizando sinapse com neurônios que se alteram em relação a sua efetividade. Em segundo lugar, após determinada lesão, diferentes circuitos e trajetos nervosos são procurados. Estes processos parecem ser semelhantes, mas se diferem quanto à sua neurofisiologia (LIMA, *et al.*, 2016).

Um dos principais tratamentos fisioterapêuticos que vem ganhando força e se mostrando eficaz na reabilitação de pacientes que tiveram lesão cerebral é justamente essa estimulação da plasticidade neuronal. Esse processo de reabilitação baseia-se na crença de que o cérebro humano é um órgão dinâmico e adaptativo, capaz de se remodelar em função de novas exigências ambientais ou das limitações funcionais impostas por lesões cerebrais como neste caso (KIMBERLY, *et al.*, 2017).

As técnicas mais utilizadas são: terapia espelho, uma intervenção de baixo custo e fácil aplicabilidade, realizada por meio de um espelho posicionado entre os membros superiores de modo sagital (CHO; CHA, 2015); técnica de contensão induzida (TCI) sendo um treinamento intensivo de restrição do membro não-parético durante 90% do dia (OLIVEIRA *et al.*, 2018); treinamento de alta intensidade (HIT) que induz alterações neuroplásticas reduzindo os

desequilíbrios inter-hemisféricos e melhorando a retenção da habilidade motora (NEPVEU *et al.*, 2017).

Entre as mais recentes, *Theta Burst* Intermitente (iTBS) ou estimulação magnética transcraniana repetitiva imitando os ritmos naturais do cérebro antes da fisioterapia, interferindo na degradação da rede motora e reduzindo a diasquise pós AVC (VOLZ *et al.*, 2016); exoesqueleto motorizado no auxílio da marcha ou de membro superior, importante tratamento adicional ao convencional trazendo resultados significativos em ambos os casos (CALABRÓ *et al.*, 2018; SINGH *et al.*, 2021) e ainda, a prática da realidade virtual permitindo a realização de tarefas orientadas e funcionais, de fácil adaptação ao grau de função dos pacientes (PATEL *et al.*, 2019).

O presente estudo justifica visto haver poucos estudos e discussões sobre plasticidade neuronal e como ocorre a reorganização cerebral após uma lesão, visto que temos uma enorme gama neuronal e uma variedade de respostas que são oferecidas por ele. Torna-se então, essencial falar sobre esses efeitos plásticos e sobre a forma como a fisioterapia e suas modalidades podem contribuir com práticas em todas as fases da reabilitação de pacientes posteriormente a essas lesões cerebrais, para que essa reorganização ocorra, trazendo uma boa qualidade de vida para os mesmos (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

O objetivo geral do presente estudo foi identificar quais técnicas fisioterapêuticas são utilizadas na estimulação da neuroplasticidade em pacientes pós acidente vascular cerebral. Como objetivo específico, evidenciar quais os ganhos essa estimulação trará aos pacientes, sendo amplitude de movimento, força muscular, equilíbrio, marcha, coordenação motora e propriocepção, além de salientar em qual fase (aguda ou crônica) ocorrem essas melhoras.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi conduzida uma revisão da literatura, de forma a agrupar, analisar e concentrar buscas provenientes de artigos científicos – estudos de ensaio clínico e randomizados, com fundamentações em evidências científicas disponíveis sobre técnicas fisioterapêuticas utilizadas para estímulo de neuroplasticidade.

Para sistematização da revisão, a seguinte questão norteadora foi levantada: “Quais são as técnicas utilizadas na fisioterapia que estimulem a neuroplasticidade em pacientes pós AVC?”.

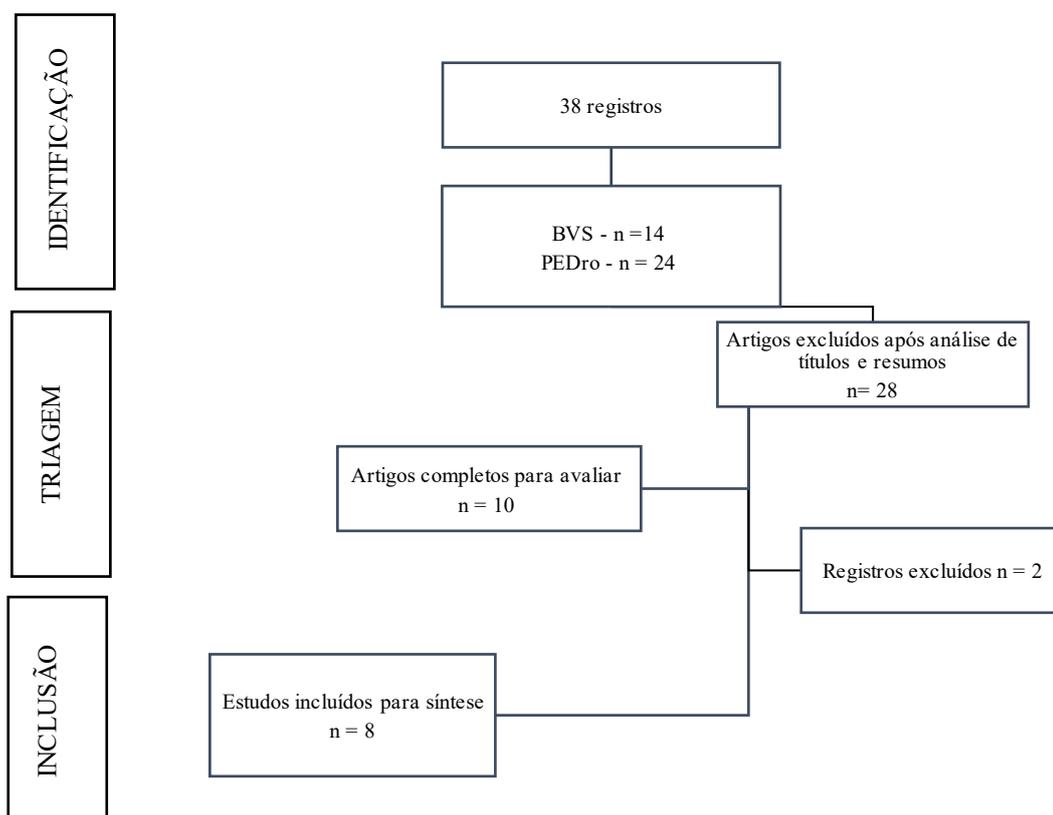
A busca das publicações foi realizada entre setembro e novembro de 2021, nas seguintes bases de dados: Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde (BVS) e *Physiotherapy*

Evidence Database (PEDro), foi utilizado entre os seguintes descritores em ciências da saúde (DECs) / Mesh, modalidades em fisioterapia; acidente vascular cerebral e plasticidade neuronal.

Os artigos elegíveis para esta revisão foram considerados artigos completos, publicados em português e inglês, com datas limites de publicação entre 2015 e 2021 e que tratassem de modalidades fisioterapêuticas, plasticidade neuronal, em pacientes pós AVC.

Os critérios de exclusão dos artigos foram: artigos clínicos que não incluíssem os objetos do estudo e artigos duplicados. Após a leitura com abordagem crítica aos artigos, elaborou-se um quadro sintético contendo dados sobre as publicações selecionadas.

Figura 1. Diagrama de fluxo do processo de seleção dos artigos da amostra, 2015 – 2021.



Fonte: autoria própria

Na busca foram encontrados 94 artigos, sendo nas seguintes bases de dados descritas: 74,47% BVS e 25,53% PEDdro. No entanto considerando os critérios de elegibilidade para esta revisão ser entre 2015 a 2021, estar em português ou inglês, e ter acesso completo 59,57% dos artigos foram excluídos, e ao serem realizadas as leituras dos resumos excluindo os artigos que não abordavam o objeto de estudo, restaram 8 artigos para a revisão, expostos na figura 1. Todos os artigos selecionados foram publicados em revistas científicas médicas (100%). As

publicações foram dispostas entre os anos de 2015 a 2021, sendo 1 publicação em 2015 (12,5%). 1 publicação em 2016 (12,5%). 1 publicação em 2017 (12,5%); 2 em 2018 (25%), 1 em 2019 (12,5%), 1 em 2020 (12,5%) e 1 em 2021 (12,5%). Conforme as regiões abordadas nos artigos, a Ásia foi a região de maior número (37,5%) seguida pela América do Norte (25%), Europa (25%) e América do Sul (12,5%).

RESULTADOS

Quadro 1. Relação de artigos selecionados no estudo.

Autor/ Ano e Revista de Publicação	Título	Objetivo	Metodologia	Resultado
CHO, H. S.; CHA, H. G. 2015, J Phys Ther Sei.	Efeito da terapia de espelho com tDCS na recuperação funcional da extremidade superior de pacientes com AVC	Determinar o efeito da terapia do espelho (TE) com estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS) na recuperação da função da extremidade superior de pacientes com AVC crônico.	27 pacientes foram selecionados, receberam tDCS por 20 min, seguidos por um descanso de 5 min. Todos os indivíduos receberam esta intervenção por 45 minutos, três vezes por semana, durante 6 semanas.	A comparação dos resultados após a intervenção revelou que o grupo experimental apresentou aumentos mais significativos no teste de caixa e bloqueio (BBT) e na força de preensão do que o grupo controle.
VOLZ, L. J. <i>et al.</i> , 2016, Cerebral Cortex	Moldar a reorganização precoce das redes neurais promove a função motora após acidente vascular cerebral	Testar se a um aumento repetitivo da plasticidade do córtex motor por meio de estimulação intermitente de explosão teta (iTBS) antes da fisioterapia pode promover a recuperação da função logo após o AVC.	26 pacientes hospitalizados com AVC, no qual o iTBS foi administrado antes da fisioterapia em 5 dias consecutivos sobre o córtex motor primário ipsilesional (M1) ou vértice parieto-occipital (M2).	A recuperação da força de preensão foi significativamente mais forte na estimulação M1 quando comparado com M2. Portanto, adicionar o iTBS à fisioterapia primária em pacientes em recuperação de AVC parece interferir na degradação da rede motora, possivelmente refletindo o alívio da diasquise pós-AVC.
NEPVEU, J. F. <i>et al.</i> , 2017, Reparo Neurorehabil Neural	Uma única sessão de treinamento intervalado de alta intensidade melhora a retenção da habilidade motora em indivíduos com AVC	Determinar se uma sessão de exercícios realizados em alta intensidade é suficiente para induzir alterações neuroplásticas e melhorar a retenção de habilidades motoras em pacientes com AVC crônico.	22 pacientes selecionados. Na primeira sessão foram avaliados os efeitos de um teste de exercício graduado máximo na excitabilidade córtico-espinal e intracortical. Na segunda sessão 1 grupo realizou exercício (15 minutos de treino HIT (treinamento de alta intensidade)),	O grupo que realizou treinamento intervalado de alta intensidade mostrou uma melhor retenção da habilidade motora.

			enquanto o grupo sem exercício (descansava).	
CALABRO, R. S. <i>et al.</i> , 2018, Journal Neuroeng Rehabilitation.	Moldando a neuroplasticidade usando exoesqueletos motorizados em pacientes com acidente vascular cerebral: um ensaio clínico randomizado	Avaliar se o exoesqueleto vestível, Ekso™, poderia obter melhor desempenho de marcha do que o treinamento convencional de marcha em solo (OGT) em pacientes com hemiparesia devido ao AVC em fase crônica e promover a recuperação de mecanismos específicos de plasticidade cerebral.	20 pacientes realizaram o treino de marcha Ekso™ (EGT) (45 min / sessão, cinco vezes / semana), além da terapia de marcha em solo, enquanto 20 pacientes praticavam um OGT de mesma duração.	Os resultados deste trabalho confirmam dados anteriores sobre a importância do Ekso™ como um tratamento adicional ao treinamento de marcha convencional para melhorar as funções ambulatoriais em pacientes crônicos pós-AVC.
OLIVEIRA, J. N. M.; <i>et al.</i> , 2018, Arch Health Invest	Avaliação funcional de pacientes acometidos pelo acidente vascular encefálico e submetidos à terapia de contensão induzida	Avaliar a funcionalidade de pacientes acometidos pelo acidente vascular encefálico após serem submetidos à terapia de contensão induzida.	7 pacientes foram selecionados onde foi feita uma abordagem quantitativa identificando os efeitos de um programa fisioterapêutico utilizando a terapia de contensão induzida.	Na Escala de Ashworth Modificada observou a redução da espasticidade. Na goniometria foi encontrado aumento da amplitude de movimento nas articulações de ombro e punho. Na Capacidade Funcional foi encontrado um aumento dos escores tanto por meio do Índice de Barthel quanto pela Escala de Desempenho Físico de Fugl Meyer.
PATEL, J. <i>et al.</i> , 2019, Journal NeuroEngineering and Rehabilitation	Realidade virtual intensiva e treinamento de membros superiores baseado em robótica em comparação ao tratamento usual, e reorganização cortical associada, nos períodos subagudo agudo e inicial pós-AVC: um estudo de viabilidade	Testar a viabilidade de fornecer terapia intensiva durante o período inicial pós-AVC e para desenvolver um estudo de controle randomizado que está atualmente em andamento.	7 indivíduos receberam 8 sessões de 1 hora de treinamento de RV (Realidade Virtual) robótico de membro superior, além da terapia de internação. 6 indivíduos receberam apenas a terapia de internação.	O grupo RV / robótico fez melhorias significativamente maiores nas pontuações UEFMA (Avaliação de Fugl-Meyer da extremidade superior) e Wrist AROM (Força máxima de pinça) em comparação com o grupo de cuidados habituais.
RAHAYU, U. B. <i>et al.</i> , 2020,	Eficácia das intervenções	Investigar o efeito das intervenções	64 pacientes foram selecionados. Os	Ambos os grupos mostraram melhorias

Revista: Neuro Rehabilitation	fisioterapêuticas na plasticidade cerebral, equilíbrio e capacidade funcional em sobreviventes de AVC: um ensaio clínico randomizado	fisioterapêuticas na neuroplasticidade cerebral, avaliando a regeneração da plasticidade cerebral, equilíbrio e capacidade funcional.	grupos controle (n = 32) receberam fisioterapia convencional e os grupos intervenção (n = 32) receberam protocolo de neurorestabelecimento, ambos com duração de sete dias.	em todos os parâmetros, mas apenas o equilíbrio e o desempenho funcional tiveram um resultado estatisticamente significativo.
SINGH, N. <i>et al.</i> , 2021, Journal NeuroEngineering and Rehabilitation	Evidência de neuroplasticidade com exoesqueleto robótico de mão para reabilitação pós-AVC: um ensaio clínico randomizado	Comparar a eficácia da reabilitação (escalas clínicas e medidas neurofisiológicas) com sessões de treinamento de terapia robótica com terapia convencional de dose combinada em pacientes com AVC.	23 pacientes foram aleatoriamente designados para receber uma intervenção de 20 sessões de 45 min cada, 5 dias por semana durante 4 semanas, no Grupo de terapia robótica (GR) (n = 12) e reabilitação convencional de membro superior no Grupo de controle (GC) (n = 11).	Tanto o GR quanto o GC mostraram melhora em todos os desfechos motores clínicos, exceto na escala de Ashworth modificada no GC. Foi evidenciado uma melhora de ADM no punho e mãos. A assimetria inter-hemisférica evidenciou mudanças significativas no GR em relação ao GC indicando aumento da excitabilidade cortical.

Fonte: autoria própria

DISCUSSÃO

Cho e Cha (2015), conduziram um estudo analisando o efeito da terapia espelho (TE) com estimulação transcraniana por corrente contínua na recuperação funcional da extremidade superior de pacientes com AVC crônico. Todos os indivíduos receberam a eletroestimulação por 20 minutos, seguidos por um descanso de 5 minutos. Em seguida, o grupo experimental recebeu TE enquanto o grupo controle conduziu os mesmos exercícios do grupo experimental usando um espelho que não mostrava a extremidade superior não parética. Os grupos realizaram os mesmos exercícios por 20 min. Todos os indivíduos receberam esta intervenção por 45 minutos, três vezes por semana, durante 6 semanas. Após a intervenção, o grupo experimental apresentou melhorias significativas nos testes utilizados e ainda um aumento significativo na força de preensão quando comparado ao grupo controle, deixando evidente a eficácia da TE.

Nos estudos de Zhang *et al.* (2019), 18 indivíduos destros saudáveis foram distribuídos aleatoriamente em um dos três grupos (Grupo 1: iTBS mais TE, Grupo 2: iTBS mais falso TE, ou Grupo 3: falso iTBS mais TE). Para os participantes dos Grupos 1 e 3, o treinamento motor foi realizado por 15 minutos para a mão direita durante quatro dias consecutivos, sobrepondo a

mão esquerda inativa atrás de um espelho. Os participantes do Grupo 2 receberam o mesmo treinamento motor direito, mas o espelho foi coberto. iTBS ou falso iTBS foi aplicado diariamente sobre o córtex motor primário direito antes do treinamento. O desempenho motor foi avaliado no início e no pós-treinamento. Como resultado, as comparações basais demonstraram que uma mudança na demonstração do resultado do exercício sensório-motor em direção ao hemisfério direito foi induzida pela TE. Após o treinamento, os participantes do Grupo 1 apresentaram uma DRE sensório-motora induzida por TE mais forte do que as do Grupo 3. Não foi observada diferença significativa entre os grupos nos resultados motores. Concluiu-se então, evidenciando mais uma vez a eficácia da TE, porém associada a iTBS o cérebro torna-se mais receptivo a técnica.

Na pesquisa de Volz *et al.* (2016), onde foram selecionados 26 pacientes hospitalizados com AVC pela primeira vez, sendo o tempo de acometimento pelo mesmo de 1 à 16 dias apresentando déficits motores manuais. Foi utilizado ressonância magnética funcional (fMRI) para elucidar os mecanismos neurais. O iTBS (estimulação transcraniana magnética repetitiva) foi administrado antes da fisioterapia 5 dias consecutivos sobre o córtex motor primário ipsilesional ou vértice parieto-occipital. Foi possível evidenciar que a utilização do iTBS à fisioterapia primária nos pacientes em recuperação de AVC parece interferir na deterioração da rede motora, refletindo então um alívio da diasquise pós-AVC.

De acordo Song *et al.* (2020), em suas análises revelaram que a utilização do iTBS em pacientes com MSA (atrofia de múltiplos sistemas) traz melhorias na conectividade cerebelo-frontal e funções de equilíbrio conforme apresentado por uma diminuição significativa nos escores de ataxia. Ressaltando então que o iTBS cerebelar melhora o desequilíbrio motor na MSA, agindo na plasticidade cerebelo-cortical.

De acordo com os estudos de Nepveu *et al.* (2017), no qual foram selecionados 22 pacientes com diferentes níveis de comprometimento motor. Na primeira sessão foram avaliados os efeitos dos exercícios de gradação máxima na excitabilidade corticoespinal e intracortical representados na área do córtex motor primário afetado e não afetado de um músculo da mão com estimulação magnética transcraniana. E na segunda sessão, os participantes foram separados aleatoriamente em dois grupos, sendo um grupo controle de exercício e outro que não realizou o exercício. O treinamento de alta intensidade (HIT) foi realizado durante 15 minutos, onde foi possível observar uma melhora na retenção da habilidade motora em indivíduos com AVC.

Já nas análises de Pin-Barre *et al.* (2017), onde foram comparados os efeitos do treinamento de alta intensidade (HIT) e treinamento aeróbico de intensidade moderada (MOD)

na recuperação funcional e na plasticidade cerebral durante as primeiras 2 semanas após isquemia cerebral. O HIT foi mais eficaz na melhora do desempenho de resistência do que MOD e induziu uma recuperação rápida da força de preensão do membro prejudicado, também observou melhora na aptidão aeróbica e promoção da plasticidade neural.

Calabrò *et al.* (2018), na sua pesquisa avaliou se a utilização do exoesqueleto poderia trazer um melhor desempenho de marcha do que o treinamento convencional de marcha em solo (OGT) em pacientes com hemiparesia devido ao AVC. 20 pacientes realizaram treino de marcha com EKSO com duração de 45 min por sessão, 5 vezes na semana, além da terapia de marcha em solo. Enquanto 20 pacientes realizavam OGT de mesma duração. Todos os indivíduos foram avaliados quanto ao desempenho (teste de caminhada 10 min), ciclo de marcha, padrão de ativação dos músculos, conectividade frontoparietal efetiva, excitabilidade corticoespinhal, integração sensorio motora de ambas as áreas motoras primárias, antes e após o treino de marcha. Os resultados confirmam dados anteriores sobre a importância do EKSO como um tratamento adicional ao treinamento de marcha convencional para melhora das funções ambulatoriais em pacientes na fase crônica do AVC.

Nos estudos de Nolan *et al.* (2021), os mesmos investigaram a utilização do exoesqueleto robótico (ER) na caminhada em solo em indivíduos com AVC na fase crônica e aguda. Foram selecionados 38 participantes com hemiplegia, onde foram realizadas 4 sessões de caminhada no solo com o ER, durante 2 semanas. O teste de caminhada de 10 min e os dados da Categoria Funcional de Ambulação (FAC) foram coletados antes (linha de base) e depois (acompanhamento) das sessões. Os resultados mostraram que houve uma melhora significativa na velocidade da marcha entre a linha de base e o acompanhamento, tanto na fase aguda quanto na fase crônica. O nível de FAC obteve avanço e houve significativamente menos desvios de marcha nos participantes no estágio agudo, além de melhora na simetria espacial.

Em Oliveira *et al.* (2018), foi avaliado a funcionalidade de pacientes acometidos pelo AVC após serem submetidos a terapia de contensão induzida (TCI). Foi realizada uma pesquisa experimental, com corte longitudinal de forma prospectiva, apresentando uma abordagem quantitativa identificando os efeitos de um programa fisioterapêutico utilizando a TCI como recurso. A amostra foi composta por 7 pacientes acometidos pela doença, sendo quatro do gênero feminino e três do masculino, com média de idade de 59,43 anos. Na Escala de *Ashworth* Modificada observou-se a redução da espasticidade. Na goniometria foi encontrado aumento da amplitude de movimento nos movimentos de flexão e abdução do ombro, flexão e extensão do punho e desvio radial. Na capacidade funcional foi encontrado um aumento dos escores tanto por meio do Índice de Barthel quanto pela Escala de Desempenho Físico de Fugl Meyer.

De acordo com Sparrow *et al.* (2017), em sua pesquisa foi investigada a viabilidade de um programa de terapia do movimento induzido por restrições de 3 semanas em crianças com tumores cerebrais e hemiplegia de membros superiores e descrito a mudança resultante no uso de membros. O membro superior afetado, a qualidade de vida relacionada à saúde e a viabilidade relatada pelos pais que participaram do programa foram avaliados antes e depois da intervenção e em uma consulta de acompanhamento de 3 meses. Todos os 9 participantes completaram todo o estudo, evidenciando que a qualidade e a quantidade de uso do braço afetado melhoraram significativamente e que esses ganhos foram mantidos na avaliação de acompanhamento de 3 meses. Alguns pais (44%) relataram que a participação no programa foi difícil; no entanto, todos relataram satisfação com o programa. Esses achados sugerem que uma criança com hemiplegia como resultado de um tumor cerebral pode aderir e se beneficiar de um programa de terapia de movimento induzido por restrições, mostrando assim sua eficácia em ganhos motores.

O estudo de Patel *et al.* (2019), foi realizado para testar a viabilidade de fornecer terapia intensiva de realidade virtual (RV) e treinamento de membros superiores baseado em robótica em comparação ao tratamento usual durante o período inicial (agudo e subagudo) pós-AVC. Enquanto 7 indivíduos receberam 8 sessões com duração de 1 hora de treinamento de realidade virtual e robótica para membro superior além da terapia de internação, 6 indivíduos receberam apenas a terapia de internação. Todos foram testados em escalas de comprometimento [Avaliação Fugl-Meyer da extremidade superior (UEFMA), Wrist AROM, Força máxima de pinça], comportamento [*Wolf Motor Function Test* (WMFT)], e também receberam mapeamento por estimulação magnética transcraniana (TMS) até 6 meses após o treinamento. Novas medidas foram mensuradas para verificar as diferenças entre os grupos ao longo do tempo. O grupo RV / robótico obteve melhorias significativamente maiores nas escalas de avaliação além de aumentar o nível de força máxima quando comparado ao grupo controle, comprovando os benefícios da RV e robótica.

Em Feng *et al.* (2019), foi investigado o efeito da tecnologia de realidade virtual (RV) no equilíbrio e na marcha em pacientes com doença de Parkinson (DP) através de um estudo randomizado e controlado. Vinte e oito pacientes com DP foram divididos aleatoriamente no grupo experimental (n=14) e no grupo controle (n=14). O grupo experimental recebeu treinamento em RV e o grupo controle recebeu fisioterapia convencional. Os pacientes realizaram 45 minutos por sessão, 5 dias por semana, durante 12 semanas. Os indivíduos foram avaliados pré e pós-reabilitação com a Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), *Timed Up and Go Test* (TUGT), Terceira Parte da Escala Unificada de Classificação da Doença de Parkinson

(UPDRS3) e Avaliação Funcional da Marcha (FGA). Após o tratamento, os escores da EEB, TUGT e FGA melhoraram significativamente em ambos os grupos. No entanto, não houve diferença significativa no UPDRS3 entre os dados pré e pós-reabilitação do grupo controle, sendo assim, o treinamento com RV resultou em um desempenho significativamente melhor em comparação com o grupo de fisioterapia convencional trazendo melhora no equilíbrio e na marcha de indivíduos com doença de Parkinson.

No estudo de Rahayu *et al.* (2020), foi investigado o efeito das intervenções fisioterapêuticas na neuroplasticidade cerebral, avaliando a regeneração da plasticidade cerebral, equilíbrio e capacidade funcional. Foi realizado um ensaio clínico randomizado com 64 pacientes com AVC de três hospitais na região de Surakarta, Indonésia. Os grupos controle (n = 32) receberam fisioterapia convencional e os grupos intervenção (n = 32) receberam protocolo de neurorestabelecimento por 7 dias. A eficácia dos tratamentos foi medida, mostrando que ambos os grupos tiveram melhorias em todos os parâmetros, mas apenas o equilíbrio e o desempenho funcional tiveram um resultado estatisticamente significativo.

Já Carvalho *et al.* (2018), realizou um ensaio clínico controlado com o objetivo de avaliar o efeito da Fisioterapia na recuperação da função do membro superior e explorar suas funções neuroplásticas em pacientes pós AVC crônico. A neuroplasticidade e a função foram avaliadas usando ressonância magnética funcional e escalas de funcionalidade. Os pacientes foram submetidos a sessões de fisioterapia, 50 minutos, 5 dias na semana por 4 semanas. Quatro indivíduos controle serviram como referência para alterações funcionais na ressonância magnética.

A intervenção foi baseada no conceito de Bobath além da fisioterapia convencional. Todas as intervenções foram programadas individualmente, visando melhorar o controle postural do tronco e cintura escapular, possibilitando movimentos mais seletivos do braço e aumentando a força e função, para recuperar os padrões de amplitude motora completa, para aumentar a eficiência e melhorar a funcionalidade além de reduzir a gravidade de deficiências onde influenciam a função. Como resultado, todos os pacientes se recuperaram mais de 20% após a intervenção, indicando que 4 semanas de fisioterapia promovem a recuperação da funcionalidade do braço e neuroplasticidade em todos os pacientes com AVC crônico.

No trabalho de Singh *et al.* (2021), sobre evidências de neuroplasticidade em pacientes pós AVC com um quadro crônico de dois anos utilizando um exoesqueleto robótico de mão, foram selecionados 23 pacientes que receberam intervenções de 20 sessões, com duração de 45 minutos, cinco dias na semana, durante quatro semanas. Foram separados aleatoriamente em dois grupos sendo aplicada terapia robótica no GR (grupo robótico) = 12 pacientes e terapia

convencional de membro superior no GC (grupo controle) = 11 pacientes. Para avaliação foram utilizados a escala de Ashworth modificada, amplitude de movimento ativa, índice de Barthel, estágio de Burnnstrom, escala de Fugl Meyer e medidas neurofisiológicas de excitabilidade cortical usando iTBS foram adquiridos antes e após a terapia. Os resultados mostram que a terapia robótica trouxe melhora significativa em todos os itens avaliados, indicando um aumento da excitabilidade cortical no hemisfério ipsilesional junto com mudanças inter-hemisféricas.

Já nos estudos de Pila *et al.* (2017), realizado com 22 pacientes com AVC subagudo, onde os mesmos foram submetidos a um programa de reabilitação com foco no membro superior. Combinou terapia assistida por robô com terapia ocupacional convencional com duração de 45 minutos por dia, cinco dias por semana. O terapeuta orientava os pacientes com comando verbal nas tarefas para obter um melhor desempenho possível durante 30 minutos, e nos 15 minutos restantes os participantes praticavam outros tipos de tarefa de alcance, terapia ocupacional acopladas a técnicas de alongamento muscular passivo realizado pelo fisioterapeuta, com movimentos ativos e tarefas específicas de preensão e liberação realizada pelo paciente. Os resultados mostraram que o treinamento de ombro e cotovelo realizado pelo robô associado a terapia ocupacional, houve uma melhora dos movimentos e sugere plasticidade cerebral relacionado ao comportamento focal. Amplitude de movimento, velocidade e precisão também obtiveram melhora.

Dentre os estudos encontrados, as técnicas mais descritas foram: *Theta Burst* Intermitente (iTBS) e exoesqueleto robótico, ambas técnicas inovadoras. Seguido por terapia espelho, técnica de contensão induzida e por fim treinamento de alta intensidade (HIT).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do trabalho realizado, conclui-se que são várias as técnicas fisioterapêuticas que estimulam a neuroplasticidade em pacientes pós acidente vascular cerebral, tanto na fase aguda quanto crônica. Existem técnicas de baixo custo e fácil aplicabilidade, em contrapartida de outras mais modernas com alto custo, porém ambas demonstraram excelentes resultados com ganhos de amplitude de movimento, força muscular, equilíbrio, marcha, coordenação motora e propriocepção, trazendo uma melhor qualidade de vida aos pacientes acometidos e evidenciando sua interferência na deterioração da rede motora e alívio da diasquise. É necessário evidenciar que nenhum estudo identificou efeitos adversos relacionados aos protocolos implantados e de grande importância sugerir, diante da limitação encontrada na

pesquisa em relação a estudos a respeito de intervenções fisioterapêuticas relacionados à plasticidade neuronal, que sejam realizadas pesquisas futuras a fim de trazer um maior embasamento científico a futuras pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALABRÒ, R. S.; NARO, A.; RUSSO, M.; BRAMANTI, P.; CARIOTI, L.; BALLETA, T.; BUDA, A.; MANULI, A.; FILONI, S.; BRAMANTI, A. Shaping neuroplasticity by using powered exoskeletons in patients with stroke: a randomized clinical trial. **J. NeuroEngineering and Rehabil.** v. 15, n. 35, p. 2-16, abr., 2018.

CARVALHO, R.; AZEVEDO, E.; MARQUES, P.; DIAS, N.; CERQUEIRA, J. J. Physiotherapy bases on problem-solving in upper limb function na neuroplasticity in chronic stroke patients: A case series. **J. Eval. Clin. Pract.** v. 24, n. 3 , p. 552-560, mar.,2017.

CRUZ, S. P. Influence of na aquatic therapy program on perceived pain, stress, and quality of life in chronic stroke patients: A randomized trial. **Int. J. Environ. Res. Public Health.** v. 17, n. 13, p. 4796-4808, jul., 2020.

CHO, H. S.; CHA, H. G. Effect of mirror therapy with tDCS on functional recovery of the upper extremity of stroke patients. **J. Phys. Ther. Sci.** v. 27, n. 4, p. 1045-1047, nov., 2015.

FENG, H.; LI, C.; LIU, J.; WANG, L.; MA, J.; LI, G.; GAN, L.; SHANG, X.; WU, Z. Virtual reality rehabilitation versus conventional physical therapy for improving balance and gait in parkinson's disease patients: A randomized controlled trial. **Med. Sci. Monit.** v. 25, n. 26 p. 4186-4192, jun., 2019.

KIMBERLEY, T. J.; NOVAK, I.; BOYD, L.; FOWLER, E.; LARSEN, D. Stepping up rethink the future of rehabilitation: IV STEP considerations and inspirations. **J. of Neurologic Physical Therapy.** v. 41, n. 35, p. 563-572, jul., 2017.

LIMA, K. R.; GARCIA, A.; FILIPIN, G.; VARGAS, L. da S. de; CARPES, P. B. M. **Neuroplasticidade: trabalhando conceitos de neurociência na escola.** Anais do 8º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão – Universidade Federal do Pampa – RS. v. 8, n. 3, p. 1-2, nov., 2016.

NEPVEU, J. F.; THIEL, A.; TANG, A.; FUNG, J.; JENSEN, J. L.; BOYD, L. A.; ROIG, M. A single bout of high-intensity interval training improves motor skill retention in individuals with stroke. **Neurorehabilitation and Neural Repair.** v. 3, n. 9, p. 726-735, ago., 2017.

NOLAN, K. J.; KARUNAKARAN, K. K.; ROBERTS, P.; TEFERTILLER, C.; WALTER, A. M.; ZHANG, J.; LESLIE, D.; JAYARAMAN, A.; FRANCISCO, G. E. Utilization of robotic exoskeleton for overground walking in acute and chronic stroke. **Frontiers in Neurobotics.** v. 15, n. 68, p. 1-10, set., 2021.

OLIVEIRA, J. N. M.; LIMA, E. dos S.; MAMEDE, C. A. G. S.; SANTOS, W. V.; MARINHO, R. de F.; DUARTE, P. H., M.; VELOSO, J. A. P. Avaliação funcional de

pacientes acometidos pelo acidente vascular encefálico e submetidos à terapia de contensão induzida. **Arch Health Invest.** v. 7, n. 10, p.408-414, out., 2018.

PATEL, J.; FLUET, G.; QIU, Q.; YAROSS, M.; MERIANS, A.; TUNIK, E.; ADAMOVICH, S. Intensive virtual reality and robotic based upper limb training compared to usual care, and associated cortical reorganization, in the acute and early sub-acute periods post-stroke: a feasibility study. **J. NeuroEngineering and Rehabil.** v. 16, n. 92, p. 2-12, jul.,2019.

PEREIRA, G. C.; TRENTINALHA, L. A. L.; MAINARDES, S. C. C. **Neuroplasticidade: definição e análise de sua ocorrência entre acadêmicos de engenharia.** Anais Eletrônico IX EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica UniCesumar. Maringá-PR, n. 9, p. 4-8, nov., 2015.

PILA, O.; DURET, C.; LABORNE, F. X.; GRACIES, J. M.; BAYLE, N.; HUTIN, E. Pattern of improvement in upper limb pointing task kinematics after a 3 month training program with robotic assistance in stroke. **J. NeuroEngineering and Rehabil.** v. 14, n. 105, p. 1-10, out., 2017

PIN-BARRE, C.; CONSTANS, A.; BRISSWALTER, J.; PELLEGRINO, C.; LAURIN, J. Effects of high- versus moderate- intensity training on neuroplasticity and functional recovery after focal ischemia. **Stroke.** v. 48, n. 10, p. 2855-2864, out., 2017.

PTASZKOWSKA, L.; PTASZKOWSKI, K.; HALSKI, T.; TARADAJ, J.; DYMAREK, R.; BOROWICZ, M. P. Immediate effects of the respiratory stimulation on ventilation in ischemic stroke survivors. **Medicine.** v. 98, n. 38, p. 1-7, ago.,2019.

RAHAYU, U. B.; WIBOWO, S.; SETYOPRANOTO, I.; ROMLI, M. H. Effectiveness of physiotherapy interventions in brain plasticity, balance and functional, ability in acute stroke survivors: a randomized controlled trial. **J. Neuro Rehabil.** v. 47, n. 4, p. 463-470, jul., 2020.

SAVASSINI, D. J. M.; HELL, F. R. P.; SPINIELE, R. L.; LIRA, J. J. Sistema nervoso se regenera? A neuroplasticidade na reabilitação de hemiparesia decorrente de AVE. Ver Saberes. Rolim de Moura, São Paulo. **Revista Saberes da faculdade de São Paulo.** v. 10, n. 1, p. 1-13, jul./ago., 2019.

SINGH, N.; SAINI, M.; KUMAR, N.; SRIVASTAVA, P.; MEHNDIRATTA, A. Evidence of neuroplasticity with robotic hand exoskeleton for post-stroke rehabilitation: a randomized controlled trial. **J. NeuroEngineering Rehabil.** v.18, n. 76, p. 2-15, mai., 2021.

SONG, P.; LI, S.; WANG, S.; WEI, H.; LIN, H.; WANG, Y. Repetitive transcranial magnetic stimulation of the cerebellum improves ataxia and cerebello-fronto plasticity in multiple system atrophy: a randomized, double-blind, sham-controlled and TMS-EEG study. **Ageing.** v. 12, n. 20, p. 20611-20622, out., 2020.

SOUSA, R. L. **Efeito da terapia por contensão induzida em paciente com hemiparesia secundária ao acidente vascular encefálico (AVE).** 2017. 19f. Dissertação (pós - graduação em Fisioterapia Neurofuncional), Faculdade Faserra, Manaus, 2017.

SPARROW, J.; ZHU, L.; GAJJAR, A.; MANDRELL, B. N.; NESS, K. K. Constraint-Induced Movement Therapy for Children With Brain Tumors. **Pediatr Phys Ther.** v. 29, n. 1, p. 55-61, jan., 2017.

VOLZ, L. J.; REHME, A. K.; MICHELY, J.; NETTEKOVEN, C.; EICKHOFF, S. B.; FINK, G. R.; GREFKES, C. Shaping Early Reorganization of Neural Networks Promotes Motor Function after Stroke. **Cerebral Cortex.** v. 26, p. 2882-2894, jun., 2016.

ZHANG, J. J.; FONG, K. N. K. Enhancing mirror visual feedback with intermittent theta burst stimulation in healthy adults. **Reator Neurol Neurosci.** v. 37, n. 5, p. 483-495, out., 2019.