A ATIVAÇÃO CORTICAL NA RECUPERAÇÃO MOTORA DO MEMBRO SUPERIOR PARÉTICO ATRAVÉS DA INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA EM PACIENTES PÓS ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL – UMA REVISÃO LITERÁTIA

CORTICAL ACTIVATION IN MOTOR RECOVERY OF THE PARETIC UPPER LIMB THROUGH PHYSIOTHERAPEUTIC INTERVENTION IN PATIENTS AFTER CEREBRAL STROKE – A LITERATURE REVIEW

Gabriela Antunes Bonicenha e Juliana Coelho Alves
Graduandas do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário São José.
Gabriela Barbieri
Fisioterapeuta, Prof. Me. em Ciências das Atividades Físicas;
Pós-graduada em Neurociências Aplicada a Reabilitação;
Pós-graduada em Órtese e Prótese.

RESUMO

A perda de função nos membros superiores está entre as sequelas esperadas em indivíduos que foram acometidos pelo acidente vascular cerebral (AVC), e estas sequelas estão diretamente ligadas às áreas corticais cerebrais que foram afetadas, ou seja, as disfunções podem variar de acordo com a área lesionada em cada paciente. Entretanto a hemiparesia é uma sequela esperada para o acometimento de ambos os hemisférios e tal condição, por gerar uma incapacidade funcional dos membros superiores, ocasionam importantes limitações nas atividades de vida diária (AVDs) do paciente. Este estudo tem como objetivo identificar através da ressonância magnética funcional (RMF), quais técnicas fisioterapêuticas conseguem alcançar oequilíbrio inter-hemisférico cerebral e, consequentemente, uma recuperação motora mais satisfatória no membro superior parético. A pesquisa trata-se de uma revisão literáriaonde utilizou as bases de dados científicos doScielo, PubMed, PEDro e Google Acadêmico. Dentre osvinte e quatro artigos encontrados na primeira busca, seis foram utilizados para parâmetros dos resultados devido aos critérios de inclusão e exclusão, e foi possível identificarque os estudos que abordaram a realidade virtual e a terapia do espelho, evidenciaram uma resposta mais promissora em relação ao equilíbrio das ativações inter-hemisféricas, assim proporcionando uma melhor resposta da função motora, enquanto os estudos que abordaram apenas a preensão palmar sem associações à outras técnicas, evidenciaram resultados menos satisfatórios dos equilíbrios inter-hemisférico, assim obtendo uma resposta da recuperação motora menos evidente. Apesar do tema proposto mostrar-se defasado no que se diz respeito a ensaios clínicos randomizados, foi possível concluir quepara recuperação motoraem indivíduos acometidos por AVC, é necessário alcançar o equilíbrio das ativações entre os hemisférios cerebrais.

Palavras-chave: Acidente vascular cerebral, fRMI, ativação cortical.

ABSTRACT

Loss of function in the upper limbs is among the expected sequelae in individuals who have suffered a stroke, and these sequelae are directly linked to the cerebral cortical areas that have been affected, i.e. dysfunctions can vary according to the area injured in each patient. However, hemiparesis is an expected sequel for the involvement of both hemispheres and this condition, by generating a functional incapacity of the upper limbs, causes important limitations in the patient's activities of daily living (ADLs). This study aims to identify, through functional magnetic resonance imaging (fMRI), which physiotherapeutic techniques can achieve inter-hemispheric cerebral balance and, consequently, a more satisfactory motor recovery in the paretic upper limb. The research is a literature review using the Scielo, PubMed, PEDro and Google Scholar scientific databases. Among the twenty-four articles found in the first search, six were used for the parameters of the results due to the inclusion and exclusion criteria, and it was possible to identify that the studies that addressed virtual reality and mirror therapy showed a more promising response in relation to the balance of inter-hemispheric activations, thus providing a better response of motor function, while the studies that addressed only the palmar grip without associations to other techniques showed less satisfactory results of inter-hemispheric balances, thus obtaining a less evident motor recovery response. Although the proposed topic is out of date in terms of randomized clinical trials, it was possible to conclude that for motor recovery in individuals affected by stroke, it is necessary to achieve a balance of activations between the cerebral hemispheres.
Keywords: Stroke, fMRI, cortical activation.

1.INTRODUÇÃO

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) dá-se pela interrupção ou diminuição do suprimento sanguíneo no cérebro, em virtude da hipóxia e do processo inflamatório subjacente, acontece a morte celular focal. Pode ser causado pela interrupção do fluxo sanguíneo por um embolo ou trombo causando uma isquemia ou pelo rompimento do fluxo sanguíneo causando uma hemorragia. (LIMA et al., 2016)

Segundo dados coletados na Sociedade Brasileira de AVC (SBAVC) no ano 2020 houve 99.010 mortes por AVC no país, o que torna o AVC a principal causa de morte no país. Sendo o AVC uma doença que atingea população brasileira em grande parte, e o principal responsável das causas de mortes e internações no país,tendo sua prevalência em indivíduos com mais de 50 anos, tendo o acometimento de 19% a mais no sexo masculino. Tendo uma série de fatores contribuindo diretamente para o acometimento pelo AVC como hipertensão arterial, diabetes mellitus, doenças cardíacas, tabagismo, obesidade. (DE SOUSA, et al., 2016).

A perda de função nos membros superiores está entre as alterações funcionais causadas pelo AVC, cerca de 80% dos pacientes na fase aguda são afetados,e cerca de 50-60%

permanecem na fase crônica com essas disfunções, tornando a reabilitação do membro uma tarefa desafiadora. (MELO MAIA et al., 2023). A consequência das lesões do sistema nervoso central (SNC) ocasionadas pelo AVC é a espasticidade, uma das principais causas da perda funcional. A espasticidade é uma desordem que sua consequência é o aumento do reflexo tônico de estiramento, com os reflexos tendinosos exacerbado, resultando prejuízo nas funções musculoesqueléticas que acarretam limitações nas atividades de vida diária (AVD)(ZILI et al., 2014). Dentre os padrões subsequentes ao AVC, inclui-se a hemiparesia, onde a marcha consiste no membro superior fletido, ombro aduzido e punho pronado, impedindo o balanceio dos braços durante a deambulação. (GOUVÊA, et al 2015).

Para alcançar bons resultados na recuperação, a participação do paciente no treinamento sensório- motor e o treino de aprendizagem motora, incluindo novas tarefas e ambientes direcionados, são efetivos na redução do comprometimento motor. Além da abordagem multidisciplinar que é de suma importância para a reabilitação do paciente. (MEDEIROS et al.,2014)

De acordo com a literatura, alguns métodos fisioterapêuticos podem ser aplicados para recuperação motora e redução de sequelas do membro espástico no intuito de reduzir o tônus muscular; dentre eles, a cinesioterapia é bastante citada como efeito positivo na reabilitação, atuando na prevenção de deformidades e na reeducação motora. (CORREIA et al., 2010). Estudos apontam que utilizar a cinesioterapia como abordagem fisioterapêutica, de forma que estimule a movimentação voluntária do membro parético, evita o surgimento da espasticidade e das complicações comumente observadas em pacientes pós-AVC. (VARGAS et al., 2022).

Por outro lado, a questão que permanece é qual mecanismo neural a partir das ativações corticais, é responsável pelas melhorias das funções motoras e alterações neurais após as intervenções. Estudos anteriores evidenciam diversos mecanismos de adaptação pós AVC, entre eles, destaca-se o aumento do recrutamento do hemisfério não danificado, que está associado a pior recuperação motora, enquanto uma distribuição equilibrada entre os hemisférios é geralmente encontrada em pacientes com melhor recuperação motora. (MARIAN et al.*;* 2010)

Como recurso para verificação da ativação cortical, a ressonância magnética funcional (fMRI) tem se evidenciado como uma das técnicas que permite explorar funções cerebrais como a memória, linguagem e controle da motricidade. (MAZZOLA et al., 2015).

Após o AVC a ativação excessiva da rede motora contralesional promove o menor equilíbrio de ativação dos hemisférios, sendo associado a um pior déficit motor, enquanto é

descrito na literatura que quanto mais a ativação se aproximar do equilíbrio fisiológico, é possível evidenciar uma melhor resposta motora. (CALAUTTI et al., 2006).

Desta forma, este estudo tem como objetivo identificar através da ressonância magnética funcional, quais técnicas fisioterapêuticas promovem maior equilíbrio inter-hemisférico cerebral, proporcionando a melhora da recuperação motora do membro superior parético em indivíduos acometidos pelo AVC.

2.METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de revisão integrativa da literatura, através do levantamento com material eletrônico. Tendo em vista a finalidade de sintetizar os resultados obtidos em pesquisa acerca da seguinte questão norteadora: identificar através da ressonância magnética funcional, quais técnicas fisioterapêuticas promovem maior equilíbrio inter-hemisférico cerebral, proporcionando a melhora da recuperação motora do membro superior parético em indivíduos acometidos pelo AVC.

Para esse estudo, foram selecionados ensaios randomizados referentes à avaliação da ativação cortical através dos tratamentos da Terapia do Espelho realidade virtual e preensão palmar em paciente pós AVC, indexados no período de 2003 a 2023 nas seguintes bases de dados: Brasil Scientific Eletronic Library Online (SciELO), National Library of Medicine andNationalInstituteof Health (PubMed), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e Google Acadêmico. Para a busca, foram utilizados os seguintes descritores no idioma português:ativação cortical, fMRI, acidente vascular cerebral (AVC), e no idioma inglês: upperlimbstrengthennig.

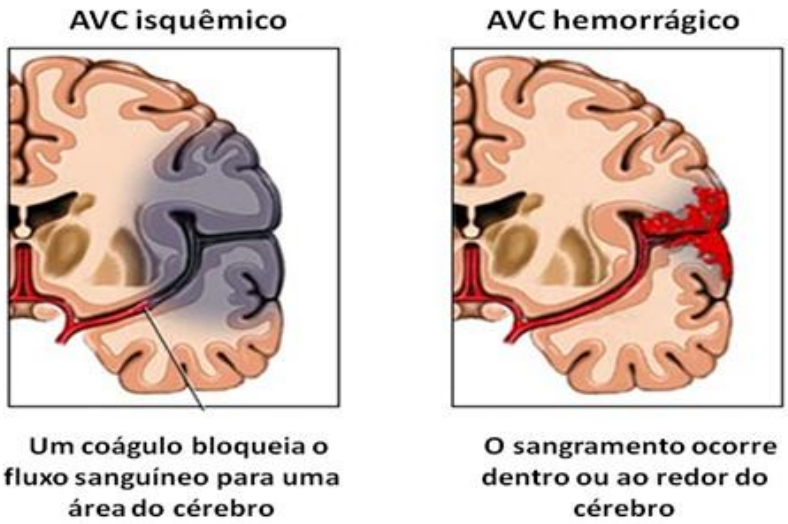
Os critérios de inclusão escolhidos consistiram em estudos clínicos que descrevem areorganização cortical em pacientes pós acidente vascular encefálico através da ressonância magnética funcional (fMRI) na melhora da função motora do membro superior, ensaios clínicos randomizados, jornais, revistas, apresentando ao menos um descritor escolhido, dentro da janela de tempo estipulada.

Já os critérios de exclusão selecionados foram artigos que não apresentassem o tema proposto, artigos duplicados, artigos pagos, e artigos que não apresentavam a área de ativação cortical e que não estivessem disponíveis em sua versão completa.

3.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Acidente vascular cerebral isquêmico (AVCI) é um persistente déficit neurológico focal, resultado de um infarto advindo de uma isquemia. Isso se dá pela obstrução proximal de uma artéria por um trombo, êmbolo ou compressão por tumor, como acontece a falta do aporte de glicose aos neurônios da área afetada, rapidamente chega ao quadro clínico. Alguns minutos após a isquemia, o infarto acontece. (MARIANELLI et al., 2020)

IMAGEM 1: Diefernça entre AVCi e AVCh



FONTE: LINK https://www.eumedicoresidente.com.br/post/avci. Acesso em 17/04/2024

O AVCI, como ilustrado na figura acima, ocorre quando há interrupção do fluxo sanguíneo em uma região encefálica, sendo causado por trombos, placas de ateroma que ficam na parede do vaso sanguíneo. No momento que o trombo se desloca e segue pela corrente sanguínea, ele pode chegar a uma das artérias cerebrais causando obstrução. (DA SILVA et al. 2021)

A lesão cerebral provoca danos neurológicos no indivíduo, onde pode ocorrer alterações sensitivas, cognitivas e motoras, como por exemplo: hipotonia muscular, flacidez, hiporreflexia ou arreflexia, espasticidade, paresias, rigidez, tremores e outras alterações que impedem o paciente de realizar suas atividades de vida diária (AVDs) (SÁ et al. 2023).

A hemiparesia é uma perda parcial de força, sendo uma diminuição do tônus ou hipotonia no estágio inicial do AVC. Porém, após algum tempo, o paciente começa a não

utilizar o membro comprometido podendo desenvolver um padrão flexor com aumento do tônus muscular, realizando compensações com o membro superior não parético e, assim, dificultando a função motora. (DA SILVA et al. 2021)

Na neuroplasticidade podem ser criados novos circuitos ou trajetos nervosos alternativos, decorrentes de brotamento massivo e sinaptogênese reativa nos axônios intactos e não lesados. O neurônio tem uma capacidade de se adaptar funcionalmente frente a um estímulo. As sinapses, por sua vez, são altamente modificáveis quanto a sua eficiência (SÁ et al. 2023)

O distúrbio funcional é uma sequela comumente esperada e observada em pacientes que tenham sofrido AVC e são encontrados na literatura estudos que sugerindo que a observação de uma determinada ação e a imaginação dos movimentos pode contribuir de maneira satisfatória para a reabilitação do indivíduo. A lógica desta afirmação é baseada na teoria dos neurônios-espelhos. Essa classe de neurônios foi originalmente descoberta no córtex pré-motor dos macacos, e posteriormente evidenciado na mesma área em humanos. Foi observado em diversos estudos na última década que os neurônios-espelhos são ativados quando um indivíduo executa uma tarefa ou apenas observa na intenção de reproduzi-la. Desta forma, a descoberta desse sistema de neurônios pode oferecer benefícios irrefutáveis na reabilitação motora, cognitiva e emocional de pacientes acometidos por AVC. (SANTOS et al., 2011)

Diante do crescimento dessa patologia, o processo de reabilitação de pacientes acometidos por AVC é essencial para melhorar a capacidade física, motora e cognitiva, possibilitando a reinserção das atividades de vida diária e integração ativa na sociedade. (MARIANELLI et al., 2020).

3.1 Anatomia

O acidente vascular cerebral acontece por uma alteração no fluxo de sangue no cérebro, causando a morte de células nervosas da região afetada, pode se originar de uma obstrução de vasos sanguíneos que ocorre o AVC isquêmico ou da ruptura do vaso sanguíneo que ocorre o AVC hemorrágico. (PAIVA et al 2023)

3.2 Fisiopatologia e Etiologia

O inadequado fluxo sanguíneo em uma artéria cerebral pode ser compensado por um sistema colateral eficiente. No entanto, variações normais no círculo arterial do cérebro e no calibre de vários vasos colaterais, aterosclerose e outras lesões arteriais adquiridas podem interromper o fluxo colateral, aumentando a chance de que a obstrução de uma artéria cause isquemia cerebral. Ocorre a morte de alguns neurônios se o fluxo sanguíneo for < 5% do normal por > 5 minutos; no entanto o tamanho da lesão depende da gravidade da isquemia. Se for leve, os danos ocorrem lentamente; assim, mesmo sendo a perfusão de 40% do normal, podem levar 3 a 6 h antes de ocorrer perda completa do tecido cerebral. Entretanto, se a isquemia é grave > 15 a 30 minutos, todos os tecidos afetados morrem (infarto). A lesão ocorre de forma mais rápida durante a hipertermia e mais lenta durante a hipotermia. Se os tecidos estão isquêmicos, mas ainda sem lesão irreversível, a restauração imediata do fluxo sanguíneo pode reduzir ou reverter a lesão (FERNANDES et al 2021).

3.3 Tipos de acidente vascular cerebral

O acidente vascular cerebral é uma doença que está relacionada a falta de ausência de sangue no cérebro por um tempo, causando assim a morte das células naquela região, sendo assim existem 3 tipos de AVC, são eles, acidente vascular cerebral isquêmico, acidente vascular cerebral hemorrágico e o ataque isquêmico transitório. (FEREZIN et al 2023).

Acidente vascular cerebral isquêmico é a principal causa de AVC no mundo, caracterizado pelo entupimento de uma artéria cerebral, que pode ser por uma embolia ou placa de ateroma. Assim sendo, o entupimento por uma placa de ateroma se origina devido ao acúmulo de gordura na parede vascular, desenvolvendo o a obstrução parcial ou total do vaso; já o entupimento por uma embolia se origina pela obstrução de um corpo estranho na artéria que fornece o sangue naquela região, sendo o tromboembolismo o mais comum. Acidente vascular hemorrágico é caracterizado pelo rompimento de um vaso no interior do parênquima cerebral, fazendo com que esse sangue extravase, diminuindo o aporte de oxigênio na região. As principiais causas desse rompimento são: hipertensão arterial, defeitos na coagulação, hemorragias subaracnóideas oriundas de malformações arteriovenosas e de roturas de aneurismas.(BARBOSA et al 2021)

Ataque isquêmico transitório é caracterizado por uma isquemia cerebral momentânea, está associado a perda de algumas funções como visual, sensitiva, de fala ou motora que tem a

duração, geralmente, de uma hora. Com a fisiopatologia semelhante ao do AVC isquêmico, se diferencia pelo fato de sua reversão ser espontânea. Os pacientes que tiverem um ataque isquêmico transitório têm alto risco de sofre AVC isquêmico. (FEREZIN et al 2023)

3.4 Sinais e Sintomas

Os sinais e sintomas ajudam no reconhecimento do AVC, como fraqueza ou formigamento na face, em membros superiores e inferiores, de modo unilateral; confusão mental; alteração da fala ou compreensão, da visão, do equilíbrio e do andar; tontura e cefaléia súbita, intensa e sem causa aparente (Sociedade Brasileira De Doenças Cerebrovasculares, 2021). A falta de reconhecimento desses sinais e sintomas gera o atraso na busca por atendimento em saúde, o que ocasiona impactos negativos no tratamento pós AVC e reduz a probabilidade de recuperação (MOITA et al 2021)

3.5 Fatores de riscos

Alguns fatores de risco genéticos e não genéticos podem ajudar o desencadeamento de um acidente vascular cerebral mais cedo, esses fatores são: hipertensão, diabetes, tabagismo, consumo exacerbado de álcool e drogas, estresse, colesterol elevado, doenças cardiovasculares prévias e sedentarismo. (MATIAS et al., 2021)

3.6 Intervenção fisioterapêutica na melhora da função motora

A incapacidade física é uma das sequelas que o AVC acarreta ao paciente, e faz necessário o tratamento fisioterapêutico. Para isso a utilização de métodos e técnicas para atingir os objetivos da fisioterapia como a diminuição dos comprometimentos funcionais e alcançar o maior grau da independência funcional, para assim chegar ao sucesso no tratamento desse paciente. (COSTA et al., 2016)

É referido na literatura, que a repetição de uma atividade motora leva ao aprendizado motor. O uso da cinesioterapia mostra-se eficaz quando feito com constância e enfoque na recuperação das funções perdidas do segmento afetado, podendo apresentar melhoras na função motora, motricidade, força, manutenção do tônus muscular e, consequentemente, a qualidade de vida do paciente. (GONÇALVES et al., 2022).

3.7 Imagem funcional por ressonância magnética

A imagem funcional por ressonância magnética (fRMI) por meio de alterações na perfusão sanguínea cerebral retrata indiretamente a atividade elétrica neuronal. Com a alteração do sinal sendo bem sutil se faz necessário processamento computacional específico e a aquisição de várias imagens sequenciais, com a intenção de localizar estruturas cerebrais que responderam ao estímulo. Para que o desenho experimental seja bem planejado é fundamental aumentar a especificidade dos resultados, esse desenho tem o nome de paradigma e tem dois formatos, em bloco e evento-relacionado.

O paradigma em bloco tem a especificidade de ser mais longo por usar um período de 30 segundos para que o paciente execute uma tarefa especifica sendo intercalado com períodos de repouso de igual duração, esse paradigma tem alto poder de detecção das estruturas que estão sendo moduladas pela tarefa. Já o paradigma de evento-relacionado é muito usado para avaliação de aspectos importantes como amplitude e latência, o período de 1 a 3 segundos para executar a tarefa, e o período de repouso em torno de 20 segundos. (NOVAES et al., 2012)

O princípio fisiológico para que a fMRI possa refletir o nível de atividade das células nervosas de cada região está diretamente ligado à relação existente entre a atividade destas células e a dinâmica dos vasos sanguíneos na sua proximidade, devido à sensibilidade às alterações na oxigenação, fluxo e volume sanguíneo que ocorrem em resposta à atividade neuronal, ofertando uma resposta hemodinâmica Dentre os métodos capazes de fornecer a resposta hemodinâmica, o mais frequentemente utilizado é o efeito BOLD (blood-oxygen-level-depen-dent), que é permite detectar variações da oxigenação sanguínea ao tirar partido das propriedades magnéticas da hemoglobina2. Esta molécula é diamagnética quando transporta oxigênio (HbO2) e é paramagnética quando não o transporta (dHb). Desta forma, a presença de dHb causa uma distorção do campo magnético, levando a um aumento local da

heterogeneidade deste enquanto a presença de HbO2, consiste em um aumento do sinal nas imagens (NUNES et al., 2014).

3.8 Ativação cortical

Os tipos de déficits funcionais apresentados pelos indivíduos acometidos por AVC variam de acordo com o hemisfério lesionado, que estão diretamente ligados às funções de cada lado. Quando acometido o lado esquerdo, os pacientes tendem a apresentar distúrbios de linguagens e apraxias; enquanto no lado direito, manifestam prejuízo na imagem corporal, negligência para o espaço extracorpóreo contralesional e acometimento visuomotor. Entretanto, os déficts sensório-motores são comuns em ambos os hemisférios cerebrais. (BORGES et al., 2020).

Estudos apontam que são vários os mecanismos de adaptação que ocorrem após o AVC, incluindo a hiperativação do hemisfério não danificado. Portanto fica evidenciado que o aumento do recrutamento do hemisfério contralateral à lesão está associado a uma pior função motora, enquanto uma distribuição inter-hemisférica mais equilibrada é encontrada em pacientes com melhor recuperação. (Marian E et al., 2010).

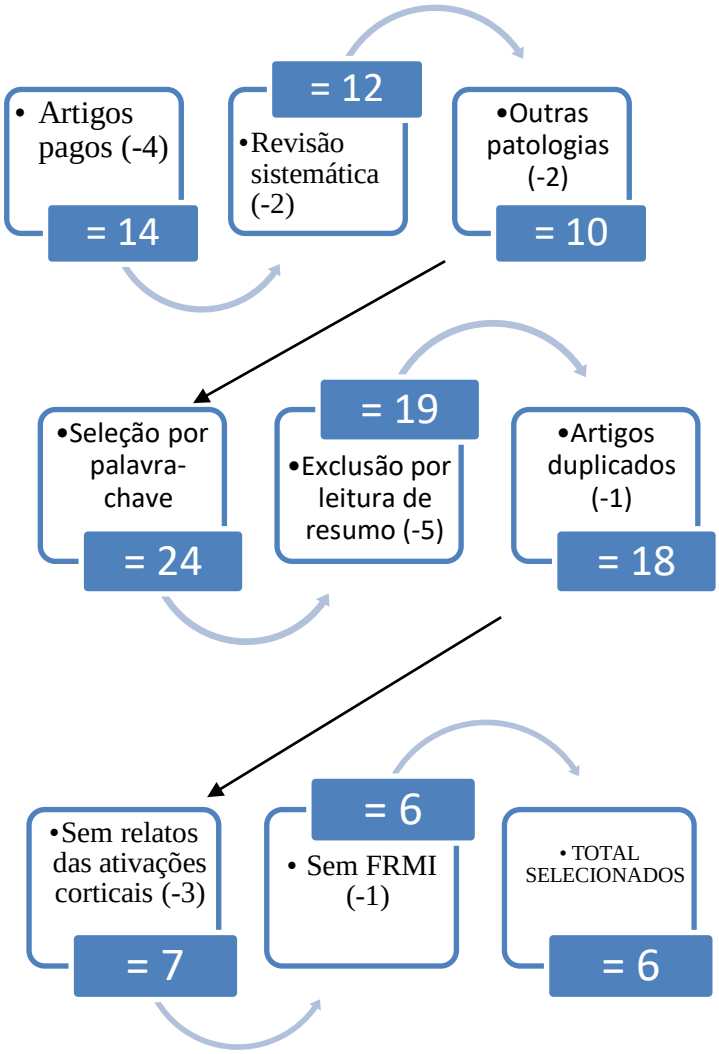
A literatura aponta que quando um paciente com AVC observa o movimento com a intenção de reproduzi-lo, assim como quando visualiza seu membro parético como sadio proporciona a ativação do sistema de neurônios-espelho e planejamento motor, o que leva a otimização da plasticidade neural. (BORGES et al., 2020).

4.RESULTADOS

Conforme os dados de pesquisa a primeira busca resultou 24 artigos, sendo Pubmed (4), SciELO (6),PEDro (5) e (9) Google Acadêmico. Em seguida passaram pelos critérios de exclusão devido a duplicidade, por não estarem disponíveis em sua versão completa de forma gratuita, ensaios clínicos não randomizados, utilização de outras patologias que não o AVC, sem relato das áreas ativadas, análise por outros métodos de imagem que não seja por fRMI. Sendo assim, após análise da leitura dos resumos foram excluídos 5 artigos por apresentarem

outra análise que não a objetivada nesta pesquisa. Ficando assim com 19 artigos sendo destes, 1 excluído por serem duplicados, 4 excluídos por não serem disponibilizados em sua versão gratuita, 2 excluídos por não serem ensaios clínicos randomizados, 2 excluídos por abordarem patologias que não o AVC, 3 excluídos sem relato das áreas ativadas e1excluído por não usarem o método de fRMI. Dessa forma a amostra final foi de 6 artigos que tratavam sobre a proposta inicialmente elaborada.

Estes podem ser vistos no organograma a seguir:



Os resultados obtidos através dos artigos selecionados serão detalhados na tabela a seguir discriminando cada estudo através do autor/ano, da intervenção que cada pesquisa utilizou, das ativações corticais que foram identificadas na pré-intervenção e na pós-intervenção levando em consideração a comparação entre os grupos, quando relatado, e o

resultado que foi obtido ao final de cada pesquisa. Portanto, fazendo a associação das ativações corticais identificadas com as respostas motoras alcançadas para apresentação de cada resultado.

Os artigos selecionados foram divididos em três técnicas fisioterapêuticas distintas, contudo todas objetivando a melhora da recuperação motora de membro superior patético em indivíduos acometidos por AVC, sendo elas: Terapia do Espelho (2), Realidade Virtual (2) e técnicas de preensão palmar (2) - como poderá ser visualizado abaixo:

AUTOR/ANO	INTERVENÇÃO	ATIVAÇÕES CORTICAIS PRÉ INTERVENÇÃO	ATIVAÇÕES CORTICAIS PÓS INTERVENÇÃO	RESULTADOS
Novaes, Morgana(2012)	1 sessão de 30 min de TE Exercícios ativos: abdução-adução, flexão-extensão, oponência dos dedos, pronação-supinação com a mão sadia. OBS: GC E GI realizaram a mesma conduta, sendo o GC pacientes saudáveis, utilizando a mão de interesse	Área motora suplementar, Córtex Motor Primário, Córtex pré-motor, Córtex sensorial primário, Cerebelo (Todas as áreas indicando ativações bilateralmente)	Todas as estruturas contralaterais apresentaram aumento do sinal de BOLD após a Terapia do Espelho. **GI** = Maior ativação: Córtex motor primário,córtex sensorial primário, cerebelo e córtex pré-motor, todos contralaterais. **GC=** Não foram observadas mudanças significativas nas ativações pré e pós intervenção nos indivíduos saudáveis.	Aumento da amplitude dos potenciais evocados motores (PEM) no membro afetado. Não tendo sido avaliado diretamente o aperfeiçoamento da atividade motora, a conclusão sugere que devido aos dados das ativações corticais fornecidas, o aumento da neuroplasticidade, resultando em uma melhora motora através da Terapia do espelho
Marian E. Michielsen, (2010)	1h/dia - 5x/semana - 6 semanas 10 períodos alternados de 30s, com 5 condições de descanço e 5 ativas. Abrir e fechar a mão na fase ativa e manter a mão imóvel na fase descanço. GI realizou os exercícios de maneira que a mão afetada foi posicionada atrás do espelho, visualizando apenas a mão sadia. GI realizou os mesmo, observando as duas mãos sem o uso do espelho.	Giros pré e pós-central, giro frontal superior medial, junção do sulco frontal superior e sulco pré-central e no cerebelo.	A ativação no grupo espelho deslocou-se para o hemisfério afetado. Pquena mudança na ativação para o hemisfério não afetado foi observada no grupo controle. Houve redução da ativação do córtex motor primário no lado contralateral a lesão no grupo espelho.	Observada melhoria na função motora de membro superior no grupo espelho quando comparado ao controle. Além de apresentar melhora na escala FMA após a intervenção do grupo espelho.

Destaw b. Mekbib., 2020	1h/dia /4xsemana /2 semanas Utilizando os óculos de RV, o paciente visualizou uma mesa com bolas espalhadas e uma cesta no centro. O paciente utilizou o membro não afetado para guiar seu membro afetado até a bola, realizar a garra com o membro afetado e soltar dentro da cesta até Todas as amostras do GC eram saudáveis e realizaram a mesma dinâmica do GI.	BILATERAL: giro pós-central, giro pré-central, giro frontal superior. CONTRALATERAL: cerebelo destacado.	Aumento bilateral da conectividade hemisférica em giro pré-central, giro pós central, Aumento de ativação ipslesional em giro parietal superior e cerebelo, Diminuição ipslesional em giro frontal médio.	Melhora de função motora da extremidade superior devido ao aumento da conexão inter-hemisférica nas ativações bilaterais.
zun-rongwang 2017	45min/dia-5x/semana-4 semanas GI: jogos de RV baseados nas habilidades motoras de beliscar, agarrar, flexão/extensão e prono-supino da mão. GC: realizou reabilitação convencional baseada nos mesmos movimentos do GI.	Antes do treinamento, ao usar a mão afetada, o córtex sensório-motor primário contralesional, área motora suplementar bilateral e o cerebelo foram ativados.	Após o treinamento, foi encontrada uma mudança na ativação do córtex sensório-motor primário da região contralesional para ipislesional após uso intensivo do membro parético em ambos os grupos; essas mudanças foram mais óbvias no grupo experimental do que no grupo controle	Após 4 semanas de treinamento, foram observadas melhorias significativas nas funções motoras dos membros superiores afetados e redução no tempo de execução da ação no WMFT em ambos os grupos, tendo o grupo intervenção, alcançado um resultado mais positivo.

Cinzia Calautti (2006)	O número máximo de toques do dedo indicador ao polegar em 15s foi contado visualmente tanto para a mão afetada como para a não afetada. Os indivíduos foram instruídos a bater o mais rápido possível, mantendo a frequência o mais regular possível, a amplitude foi instruída para ser em torno de 1 cm, mas não foi rigorosamente aplicada. OBS: não foi comparado com GC	Não foi descrito no estudo	Houve uma correlação positiva significativa para o giro pré-central contralesional, mas não para ipsisional, resultados semelhantes foram encontrados para giro pós central. Em relação ao giro frontal superior medial, houve uma correlação significativa para o hemisfério contralesional e uma tendencia para o hemisfério ipsilesional.	Quanto mais o equilíbrio hemisférico para M1 e S1 deslocou-se em direção ao hemisfério contralesional pior o déficit de toque de dedo, enquanto nenhum tal relacionamento existia para PMD e SMA.
Ward NS (2003)	GI:Realizou preensão manual dinâmica isométrica estimulada em blocos de 20s, alternando com 20s de descanso. Sendo 24 blocos de preensão manual e 24 blocos dedescanso por sessão. GC: Realizou a mesma tarefa, utilizando as mãos dominantes e não dominantes em sessões separadas.	Nenhum paciente apresentou lesões envolvendo a representação da mão do córtex motor primário (M1).	No grupo controle, as ativações mais lateralizadas ocorreram no córtex sensório-motor contralateral e no cerebelo ipsilateral. Sendo as demais áreas ativadas de forma bilateral demonstrando equilibrio inter-hemisférico. Enquanto no grupo intervenção, todas as ativações foram observadas de forma equilibrada bilateralmente.	Em comparação com o grupo controle, os padrões de ativação relacionados à tarefa de cinco pacientes foram indistinguíveis do grupo intervenção.Os pacientes com resultados mais desfavoráveis tinham maior probabilidade de ativar um número de regiões cerebrais superiores às ativadas no grupo de controle que realizava a mesma tarefa, nãohouve correlações positivas com a recuperação global.

5. DISCUSSÃO

Com o objetivo de identificar quais técnicas são capazes de alcançar o equilíbrio inter-hemisférico, promovendo assim, uma melhor resposta na recuperação motora do membro superior hemiparético em indivíduos acometidos por AVC, os artigos selecionados evidenciaram, através da ressonância magnética funcional, as áreas corticais ativadas após diferentes intervenções fisioterapêuticas, elucidando se tais ativações promoveram ou não os resultados satisfatórios no desempenho motor. O questionamento motivador para este estudo foi identificar quais técnicas proporcionaram um maior equilíbrio entre os hemisférios cerebrais, e consequentemente, quais dessas abordagens promoveram uma melhor resposta da reabilitação motora do segmento afetado, levando em consideração a comparação de padrões de ativações corticais após cada tratamento aplicado,

É sabido que uma importante alteração esperada após o AVC, é o desequilíbrio dos recrutamentos inter-hemisféricos e que há uma hiperativação do hemisfério contralateral à lesão. (Destaw, 2020). A questão que permanece é qual método mostra-se mais eficaz no que se diz respeito à normalização desse equilíbrio.

De acordo com Michielsen, 2010, que utilizou a Terapia do Espelho como método associado a cinesioterapia, há evidências de que as a ativação deslocou-se para o hemisfério afetado no grupo espelho, o que contradiz o estudo de Morgana, 2010, que ao utilizar a mesma técnica, indicou um aumento significativo do sinal de BOLD no hemisfério contralateral. Essa discrepância dos resultados pode estar ligada ao fato da quantidade de intervenções realizadas em cada estudo, visto que o último citado foi avaliado após intervenção única, enquanto a pesquisa de Michelsen teve maior intensidade, com a duração de 6 semanas, tendo assim conseguido relatar melhoria satisfatória na recuperação motora do membro superior hemiparético do grupo espelho em relação ao grupo controle.

Destaw, 2020 e Zun-Rong 2017, corroboraram a idéia de que o uso da Realidade Virtual resultou em uma mudança na ativação cortical favorecendo o equilíbrio entre os hemisférios, proporcionando assim, uma resposta significativa na recuperação motora do membro superior hemiparético. De acordo com os autores, tal melhoria está diretamente relacionada à teoria neurocientífica dos neurônios-espelho, que também ficou evidente em estudos anteriores.

Calautti, 2006, realizou o estudo utilizando a preensão palmar como base da conduta e evidenciou que as ativações foram mais evidentes ao deslocamento para o hemisfério contralesional, e relatou que quanto mais próximo do hemisfério contralateral a lesão, pior foi o desempenho do toque e o padrão de preensão digital, sugerindo que a técnica pode ter levado à hiperativação do hemisfério não lesionado. Já para Marrom, 2003, que comparou vinte pacientes do grupo experimental com vinte e seis pacientes saudáveis, compondo o grupo controle, aplicando a mesma base de preensão manual, resultou em quinze pacientes experimentais sem qualquer sinal de melhoria satisfatória, e sugeriu que os piores desempenhos estavam ligados à uma ativação cortical superior ao grupo controle. O que calautti, 2006 e marrom, 2003, concluíram em seus estudos, foi que a aplicação dessa técnica de forma isolada, demonstrou ter um potencial de recuperação limitado.

Ao realizar a comparação dos seis resultados, pode-se identificar que a técnica de Realidade Virtual apresentou uma resposta mais promissora em relação ao equilíbrio das ativações inter-hemisféricas, consequentemente, apresentando uma melhor resposta da função motora. Apesar da pequena amostra de Terapia do Espelho, a literatura vem evidenciando nas últimas décadas sua eficácia na recuperação motora do membro superior hemiparético em pacientes acometidos por AVC e com o avanço tecnológico, o uso da RV tem se evidenciado como um grande aliado na reabilitação de pacientes acometidos por essa patologia. Todos os autores encontrados concordaram que a base para tal eficácia seja a utilização dos neurônios-espelho.

Em contrapartida, a problemática deste estudo foi a escassez de pesquisas utilizando a mesma técnica que fornecessem dados das ativações corticais. Portanto, fica sugerido para futuras pesquisas, a comparação entre um grupo de Realidade Virtual e um grupo de Terapia do Espelho, utilizando a ressonância magnética funcional para evidenciar quais padrões de ativações serão encontrados e de que maneira podem ser associados à uma resposta mais satisfatória da recuperação motora.

6. CONCLUSÃO

Com base nesta revisão, podemos concluir que a melhora da recuperação motora de membro superior hemiparético em pacientes acometidos por AVC, está diretamente relacionada ao alcance de equilíbrio das ativações entre os hemisférios e que as técnicas que utilizam como base a teoria dos neurônios-espelhos mostram-se mais eficazes no alcance deste equilíbrio. Embora nem todas as pesquisas tenham evidenciado uma melhoria motora significativa, conseguimos estabelecer os padrões corticais esperados para alcançar tal recuperação.

Logo, sugere-se a realização de mais pesquisas randomizadas utilizando a comparação entre a o uso da Realidade virtual e da Terapia do Espelho e ressonância magnética funcional para evidenciar de forma mais exploratória a neuromodulação alcançada a partir do uso de cada técnica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DE SOUSA BOTELHO, Thyago et al. Epidemiologia do acidente vascular cerebral no Brasil. **Temas em saúde**, v. 16, n. 2, p. 361-377, 2016.

2. MELO MAIA, G.; GOMES MAGALHÃES, A. C. .; DE MATOS MARTINS, R. .; FERNANDES DUARTE, M. R. .; DA SILVA JÚNIOR, J. A. . Efeitos da terapia espelho no membro superior parético em pacientes crônicos com Acidente Vascular Cerebral. **Peer Review**, *[S. l.]*, v. 5, n. 23, p. 321–332, 2023. DOI: 10.53660/1352.prw2858. Disponível em: https://peerw.org/index.php/journals/article/view/1352. Acesso em: 22 maio. 2024

3. CORREIA, Andreza de Cássia Souza et al. Crioterapia e cinesioterapia no membro superior espástico no acidente vascular cerebral. **Fisioterapia em movimento**, v. 23, p. 555-563, 2010

4. VARGAS, Isadora Martins Postiglioni de; RODRIGUES, Luciano Palmeiro. Correlação entre espasticidade do membro superior e movimentação da mão no pós-AVC. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 29, p. 29-36, 2022.

5. BORGES, Lorenna Raquel Dantas de Macedo. Atividade cortical e desempenho motor durante a execução de um jogo virtual em pacientes com acidente vascular cerebral. 2020.

6. GONÇALVES, LUANA HECK. IMPORTÂNCIA DA FISIOTERAPIA NA QUALIDADE DE VIDA DOS PACIENTES PÓS ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL (AVC)

7. LIMA, Ana Carolina Maria Araújo Chagas Costa et al. Diagnósticos de enfermagem em pacientes com acidente vascular cerebral: revisão integrativa. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 69, p. 785-792, 2016.

8. ZILLI, Francielly; DE LIMA, Cristine BudalArins; KOHLER, Maria Cecilia. Neuroplasticidade na reabilitação de pacientes acometidos por AVC espástico. Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo, v. 25, n. 3, p. 317-322, 2014.

9. MEDEIROS, Candice Simões Pimenta de et al. Efeito da terapia de espelho por meio de atividades funcionais e padrões motores na função do membro superior pós-acidente vascular encefálico. Fisioterapia e Pesquisa, v. 21, p. 264-270, 2014.

10. Marianelli, M., Marianelli, C., & Neto, T. P. de L. (2020). Principais fatores de risco do avc isquêmico: Uma abordagem descritiva / Mainriskfactors for ischemicstroke: A descriptive approach. BrazilianJournalof Health Review, 3(6), 19679–19690.

11. da SilvaF. J. S.; MenezesM. I. das N.; SilvaM. L. de S.; AlvesV. P. Tratamento fisioterapêutico com o uso da eletroestimulação funcional e a facilitação neuromuscular proprioceptiva em pacientes com sequelas de AVC. Revista Eletrônica Acervo Saúde, v. 13, n. 2, p. e3713, 2 fev. 2021.

12. SÁ, A. J. de S. .; CARVALHO, A. D. F. de; COSTA, A. V. M. C.; ARAÚJO JÚNIOR, D. G. .; CARVALHO, F. J. O. de V. .; ARAÚJO, F. W. de .; SILVA, M. S. da . Scenarioofaccesstophysiotherapeutictreatmentofindividualsaffectedby Cerebral Vascular Accident: Anintegrative review. Research, Society andDevelopment, [S. l.], v. 12, n. 2, p. e16512240048, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i2.40048.

13. PAIVA, A. K. S. de; VENEZIANO, L. S. N. A IMPORTÂNCIA DA ATUAÇÃO DO FISIOTERAPEUTA NA RECUPERAÇÃO APÓS O ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, [S. l.], v. 6, n. 1, 2023.

14. BarbosaA. M. de L.; PereiraC. C. M.; MirandaJ. P. R.; RodriguesJ. H. de L.; de CarvalhoJ. R. O.; RodriguesA. C. E. Perfil epidemiológico dos pacientes internados por acidente vascular cerebral no nordeste do Brasil. Revista Eletrônica Acervo Saúde, v. 13, n. 1, p. e5155.

15. FEREZIN, S. M. R.; CASTRO, B. M. da C.; FERREIRA, A. A. Epidemiologia do ataque isquêmico transitório no Brasil / Epidemiologyoftransientischemicattack in Brazil. BrazilianJournalofDevelopment, [S. l.], v. 6, n. 8, p. 61125–61136, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n8-506.

16. MOITA, S. M. .; CARDOSO, A. N. .; GUIMARÃES, I. P. .; RODRIGUES, K. S. .; GOMES, M. L. F. .; AMARAL, V. F. do .; PINTO, F. J. M. .; LINARD, C. F. B. M. . Recognitionofsignsandsymptomsandriskfactors for strokebylaypeople: anintegrative review. Research, Society andDevelopment, [S. l.], v. 10, n. 10, p. e587101019340, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i10.19340.

17. FERNANDES, Claudia Garcia Carrijo et al. Independência funcional após acidente vascular cerebral (AVC) isquêmico em relação à fisiopatologia de acordo com TOAST. **Revista Brasileira de Neurologia**, v. 57, n. 1, p. 13-16, 2021.

18. Ward NS, Brown MM, Thompson AJ, Frackowiak RS. Correlatos neurais do resultado após acidente vascular cerebral: um estudo transversal de fMRI.Cérebro. DOI: 2003;126:1430-1448.

19. Marian E. Michielsen, Ruud W. Selles, Jos N. van der Geest, Martine Eckhardt, GunesYavuzer, Henk J. Stam, Marion Smits, Gerard M. Ribbers e Johannes BJ Bussmann Reparação Neural Neuroreabil2011 25: 223 publicado originalmente online em 4 de novembro de 2010 DOI: 10.1177/1545968310385127

20. Calautti C, Naccarato M, Jones PS, et al. A relação entre déficit motor e equilíbrio de ativação do hemisfério após acidente vascular cerebral: um estudo 3T fMRI.Neuroimagem. 2007;34:322-331

21. NUNES, Patrícia R.; TECELÃO, Sandra R.; NUNES, Rita G. Ressonância magnética funcional: mapeamento do córtex motor através do efeito BOLD. Saúde & Tecnologia, n. T2, p. e11-e18, 2014.

22. SANTOS, Ana Rita Carvalho dos. Neurônios Motores e a sua implicação na reabilitação do AVC. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso. [sn].

23. MATIAS, Luisa Cabral et al. ATUAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA NO ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO EM ADULTO: RELATO DE EXPERIÊNCIA. **Revista CPAQV–Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida| Vol**, v. 13, n. 1, p. 2, 2021.

24. COSTA, Valton da Silva et al. Efeitos da terapia espelho na recuperação motora e funcional do membro superior com paresia pós-AVC: uma revisão sistemática. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 23, p. 431-438, 2016.

25. GOUVÊA, daniele; GOMES, Caroline Souza de Paula; MELO, Suelen Cristian; ABRAHÃO, Pérsia do Nascimento; BARBIERI, Gabriela et al. Acidente vascular encefálico: uma revisão da literatura. **Revista ciência atual**, Vol 6, n 2, 2015.

26. NOVAES, Morgana Menezes. **Avaliação por ressonância magnética funcional e estimulação magnética transcraniana da intervenção única da terapia espelho em pacientes após acidente vascular cerebral isquêmico**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

27. MAZZOLA, A. A. Ressonância magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional. Revista Brasileira de Física Médica, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 117–129, 2015. DOI: 10.29384/rbfm.2009.v3.n1.p117-129. Disponível em: https://www.rbfm.org.br/rbfm/article/view/51. Acesso em: 3 jun. 2024.

28. Recuperação funcional motora proativa após terapia imersiva de espelhamento de membros baseada em realidade virtual em pacientes com acidente vascular cerebral subagudo Mekbib, Destaw B. et al. Neuroterapêutica, Volume 17, Edição 4, 1919 – 1930

29. Wang ZR, Wang P, Xing L, Mei LP, Zhao J, Zhang T (2017) Treinamento de realidade virtual baseado em Leap Motion para melhorar a recuperação funcional motora de membros superiores e reorganização neural em pacientes com AVC subagudo. Regeneração Neural Res 12(11):1823-1831.