



Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa

Licenciatura em Fisioterapia

Projeto de Graduação

A terapia de biofeedback electromiográfico é eficaz na reabilitação motora após um acidente vascular encefálico? Uma revisão bibliográfica

Nina Chemin
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde - UFP
37952@ufp.edu.pt

Maria do Rosário Ribeiro Martins
Professora Assistente
Escola superior de Saúde - UFP
mrosario@ufp.edu.pt

Porto, 3 junho de 2022

Resumo

Introdução: O Acidente Vascular Encefálico (AVE) é um dano ao tecido cerebral devido a uma interrupção do fluxo de sangue para o cérebro, que deixa de ser fornecido com oxigénio. Os AVE podem ser de dois tipos: hemorrágicos e isquémicos e a gravidade dos efeitos secundários depende da área do cérebro afetado e das funções que este controla. **Objetivo:** Avaliar se a terapia de biofeedback electromiográfico é eficaz na reabilitação motora após um acidente vascular encefálico. **Metodologia:** Foi realizada uma pesquisa bibliográfica recorrendo as bases de dados *PeDro*, *Pubmed*, *Web of Science* e *Cochrane CENTRAL*, incluindo artigos randomizados controlados em humanos. **Resultados:** Obtiveram-se 116 artigos dos quais foram 5 incluídos para o estudo, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, com um total de 184 participantes. **Conclusão:** A técnica de biofeedback electromiográfico mostra ser eficaz para ajudar a reabilitação motora dos pacientes com um AVE. **Palavras-chaves:** “biofeedback electromiográfico”; “reabilitação motora”; “acidente vascular encefálico”

Abstract

Introduction: Stroke is damage in brain tissue due to an interruption of blood flow to the brain, which is no longer supplied with oxygen. Strokes can be of two types: hemorrhagic and ischemic and the severity of the side effects depends on the area of the brain affected and the functions it controls. **Objective:** To assess whether electromyographic biofeedback therapy is effective in motor rehabilitation after a stroke. **Methodology:** A literature research was conducted using the *PeDro*, *Pubmed*, *Web of Science* and *Cochrane CENTRAL* databases, including randomised controlled human articles. **Results:** 116 articles were obtained of which 5 were for the study with a total of 184 participants according to the inclusion and exclusion criteria. **Conclusion:** The electromyographic biofeedback technique seems to have an influence to help the motor rehabilitation of stroke patients. **Keywords:** "electromyographic biofeedback"; "motor rehabilitation"; "stroke"

Introdução

O Acidente Vascular Encefálico, também conhecido como “AVE”, é um dano no tecido cerebral devido a uma interrupção do fluxo de sangue para o cérebro, que deixa de ser fornecido com oxigénio e causa a morte de células nervosas (Desmichelle, 2018). Existem dois mecanismos que podem causar a interrupção do fluxo sanguíneo, os AVE isquémicos e os hemorrágicos. Os AVE isquémicos são os mais comuns, 80%, e são causados por trombose ou embolia, os AVE hemorrágicos são menos frequentes, 20%, e são devidos a uma rotura de um vaso (Kuriakose e Xiao, 2020 e Chong, 2020). O AVE é atualmente uma das principais causas de incapacidade e mortalidade, uma vez que mais de metade das vítimas de AVE terão sequelas neurológicas e serão parcial ou totalmente dependentes. Com o envelhecimento da população, a prevalência de pessoas que vivem com as consequências de um AVE está a aumentar e requer uma resposta adaptada dos serviços de reabilitação (Stinear, Lang, Zeiler, e Byblow, 2020 e Kuriakose e Xiao, 2020). A nível mundial, os AVE são a segunda principal causa de morte (após doença cardíaca) e a terceira principal causa de incapacidade (Johnson, Onuma, Owolabi e Sachdev, 2016). É uma das principais causas de morte em Portugal e em 2013, de acordo com um estudo do Instituto Nacional de Saúde (Uva e Dias, 2014), a prevalência de AVE estimada em Portugal foi de 1,9% com maior incidência no sexo masculino (2,6%) com idade entre os 65 e 74 anos (14,1%) do que no sexo feminino (1,3%). Cerca de 6 pessoas sofrem um AVE em cada hora, de que resultam 2 a 3 óbitos. O diagnóstico desta patologia será feito com base numa ressonância magnética (RMN), caso não seja possível realizar a ressonância magnética (contra-indicações), uma tomografia cerebral ajudará a distinguir entre AVE hemorrágico e isquémico (Mondoloni, Gueneau, Béjot, e Fagnoni, 2018). Os AVE afetam as artérias da circulação anterior (ramos da artéria carótida interna) e normalmente induzem sintomas unilaterais. Os AVE nas artérias de circulação posterior (ramos das artérias vertebrais e basilares) podem resultar em défices unilaterais ou bilaterais e quando a artéria basilar está envolvida, pode comprometer a consciência. No que diz respeito aos sintomas de AVE, os primeiros surgem repentinamente/abruptamente. De acordo com Mondoloni, Gueneau, Béjot, e Fagnoni, 2018 e Chong, 2020, o AVE é suspeito perante o súbito aparecimento de sinais neurológicos focais (sintomas que consistem na alteração neurológica de uma região específica do corpo) e os sintomas dependem da localização do AVE. As manifestações mais comuns são hemiplegia e afasia. Outras manifestações podem ser observadas, tais como distúrbios cognitivos, distúrbios de sensibilidade, distúrbios visuais, dormência, confusão mental, fraqueza dos membros ou dos músculos da face, perda de equilíbrio e coordenação, tonturas ,

dores de cabeça. Durante um AVE, há complicações que podem incluir confusão, depressão, distúrbios do sono, incontinência, atelectasia, pneumonia e também disfunção de deglutição. Após um AVE, a vida diária da pessoa pode ser consideravelmente alterada (Chong, 2020). Existem fatores de risco modificáveis e não modificáveis, os fatores de risco não modificáveis incluem idade avançada (após os 55 anos, o risco de AVE duplica a cada década), fatores genéticos, história familiar de AVE e AVE anterior e os fatores de risco modificáveis são numerosos e incluem: tensão arterial elevada, diabetes, tabagismo, obesidade, consumo de álcool e drogas (por exemplo cocaína), dislipidemia, falta de atividade física, stress (depressão), doença cardíaca, hipercoagulabilidade, aneurismas intracranianos e vasculite (Chong, 2020 e Guzik e Bushnell, 2017). O cérebro é dotado daquilo a que chamamos plasticidade cerebral, que corresponde à capacidade dos neurónios de se modificarem e remodelarem para poderem aprender de novo (Vidal, 2012). O papel do fisioterapeuta é cuidar das sequelas funcionais e motoras sobre a plasticidade cerebral do paciente nas fases aguda (J1 a um mês), subaguda (1 a 6 meses) e crónica (mais de 6 meses). O objetivo é permitir ao doente recuperar atividades físicas e sociais, bem como um estilo de vida mais autónomo. O AVE causa danos neurais e induz uma perturbação da regulação voluntária do tónus muscular normal, resultando em espasticidade e fraqueza muscular nos doentes afetados. Algumas vias motoras que muitas vezes não são utilizadas podem ter sido poupadas durante o AVE e na nesta base, os pacientes podem ser capazes de aprender a utilizar estas vias para recuperar. Os tratamentos devem promover a neuroplasticidade para melhorar a função motora, uma vez que a recuperação da função motora envolve a reaprendizagem das capacidades motoras que são mediadas pela neuroplasticidade (Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez, 2019 e Teasell et al., 2010). O biofeedback é um método de reabilitação baseado na consciência do paciente dos seus processos fisiológicos, tornando-se um tratamento comum na reabilitação de doentes com AVE (Teasell et al., 2010). Assim, o biofeedback electromiográfico (EMG-BFB) é uma técnica que fornece informação visual e auditiva (com elétrodos de contacto colocados sobre os músculos) sobre contração muscular ou movimento em tempo real, mantendo efetivamente a contração muscular correta e o alinhamento do corpo e induzindo o movimento normal. Esta técnica fornece aos pacientes informações sobre o controlo dos seus próprios processos biológicos, o que permite melhorar a qualidade da reabilitação (Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez, 2019 e Kim, 2017). EMG-BFB pode ter benefícios adicionais quando combinada com fisioterapia convencional para ajudar a recuperação da função motora em doentes com AVE (Woodford e Price, 2007). Assim presente revisão tem como objetivo avaliar se a terapia de biofeedback electromiográfico é eficaz na reabilitação motora após um AVE.

Metodologia

Foi realizada uma pesquisa nas bases de dados *PEDro*, *Pubmed*, *Web of Science* e *Cochrane CENTRAL*, nos meses de março, abril e maio de 2022 de modo a identificar estudos randomizados controlados, que avaliassem se a terapia de biofeedback electromiográfico é eficaz na reabilitação motora após um AVE. Foi realizada a pesquisa com recurso às palavras-chave “*stroke*”, “*cerebral vascular accident*”, “*EMG biofeedback*”, “*rehabilitation*” e “*motor recovery*”. Foram usados os operadores de lógica “AND” e “OR” para relacionar as palavras-chave acima mencionadas, proporcionando assim a seguinte combinação de pesquisa (stroke) OR (“cerebral vascular accident”) AND (“EMG biofeedback”) AND (rehabilitation) OR (“motor recovery”). Na base de dados *PEDro*, a pesquisa foi efetuada apenas com recurso às palavras-chave sem recorrer aos operadores de lógica. Como critérios de inclusão elegeram-se estudos randomizados controlados, envolvendo seres humanos, escritos em inglês, português e francês, nos quais foi utilizada a técnica de biofeedback electromiográfico, envolvendo doentes com AVE, artigos cuja qualidade metodológica seja igual ou superior a 5/10, segundo na escala de *PEDro*. Como critérios de exclusão elegeram-se, artigos com outro tipo de desenho de estudo, artigos sem acesso ao texto integral, artigos sobre tópicos não relacionados com o tema de investigação, artigos anteriores a 2007. A avaliação dos artigos quanto à qualidade metodológica foi realizada pela autora do trabalho através da escala de *PEDro* (*Physiotherapy Evidence Database scoring scale*).

Resultados

Seleção de artigos: Após a pesquisa nas bases de dados e tendo em conta as palavras-chave mencionadas, foram encontrados um total de 116 artigos, que depois da remoção de duplicados foram reduzidos para 81. Foram selecionados 5 artigos randomizados, que cumpriram todos os critérios de inclusão e exclusão. Esses artigos envolveram 184 participantes com idades compreendidas entre os 53 anos e 65 anos. De seguida apresenta-se o fluxograma onde é possível verificar-se a pesquisa realizada (Figura 1).

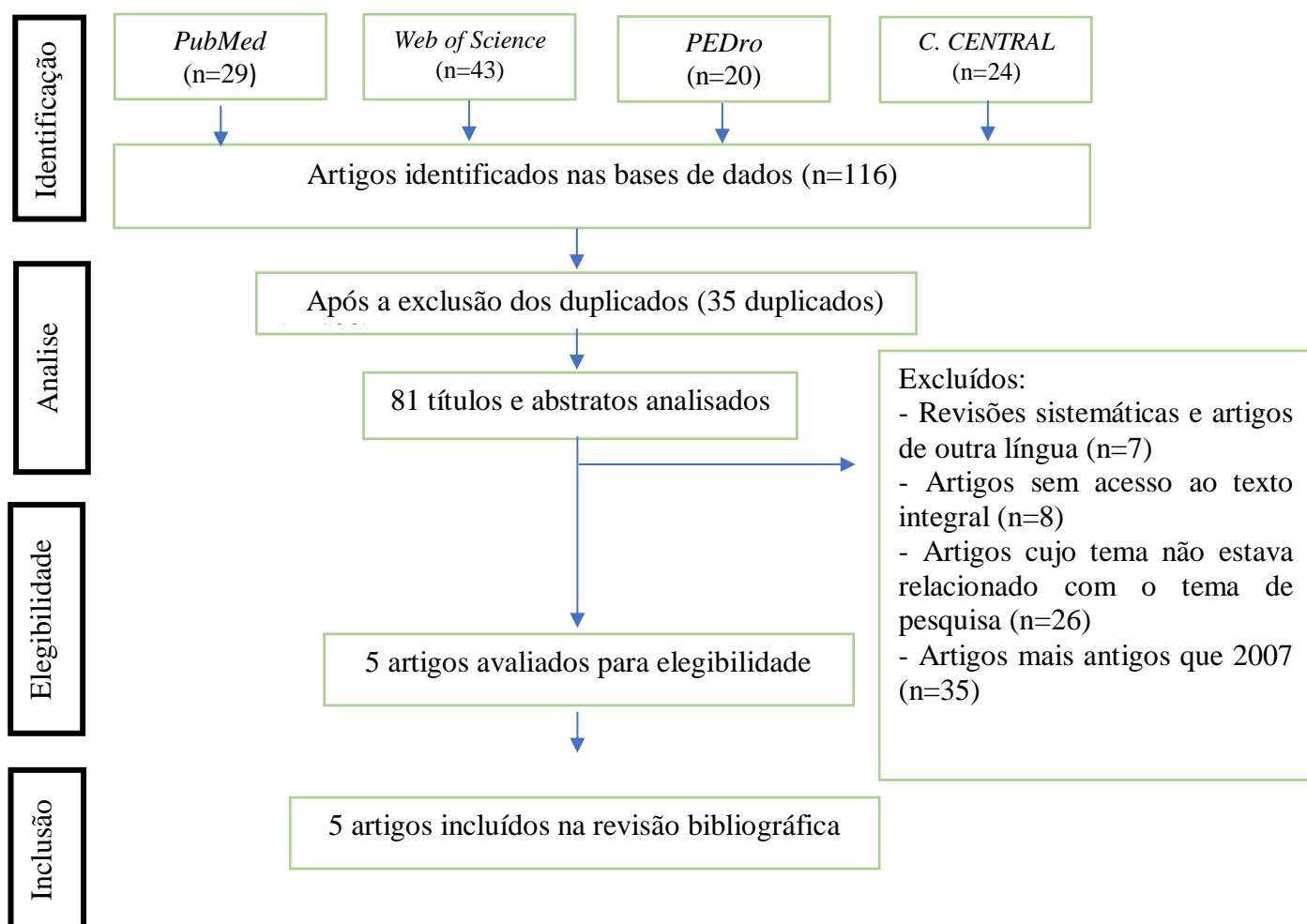


Figura1. Fluxograma da pesquisa bibliográfica.

Qualidade metodológica: Os estudos apresentam qualidade metodológica com média aritmética de 5,2 em 10, em que o valor mínimo foi 5/10 e o valor máximo foi 6/10 através da escala *PEDro* (*Physiotherapy Evidence Database scoring scale*), de acordo com a tabela 1.

Tabela 1- Qualidade metodológica segundo a Escala *PEDro*.

Autor/ano	Critérios	Total
Dost Sürücü e Tezen (2020)	1,2,4,10,11	5/10
Arpa e Ozcakir (2019)	2,4,7,8,11	5/10
Gámez, Hernandez Morante, Martínez	2,3,4,7,10,11	6/10
Gil, Esparza, Martínez (2019)		
Kim (2017)	1,4,9,10,11	5/10
Doğan-Aslan, Nakipoğlu-Yüzer, Doğan,	2,4,7,10,11	5/10
Karabay e Özgirgin (2012)		

Tabela 2- Tabela comparativa dos artigos incluídos na revisão

Autores/a no	Caracterização da amostra	Objetivo do estudo	Protocolo/procedimento	Parâmetro avaliado	Instrumentos de avaliação	Resultados
Dost Sürücü e Tezen (2020)	n= 40 GE: 20 género: F: 13 M: 7 Idade: 60.55 ± 2.45 anos GC: 20 género: F: 12 M: 8 Idade: 65.30 ± 1.40 anos	Examinar a eficácia da terapia EMG-BF no tratamento da dorsiflexão do tornozelo que complica a deambulação em pacientes que desenvolveram hemiplegia após AVE	GC: tratados apenas com aplicações de fisioterapia convencional (exercícios ao nível da amplitude de movimento do tornozelo, alongamentos e exercícios de Brunnstrom) GE: técnica EMG BF (visual e auditivo) foi aplicado no músculo tibial anterior, 5 dias por semana, 20 min, durante 3 semanas + fisioterapia convencional	Todos os pacientes foram avaliados quanto à espasticidade, à amplitude de movimento do tornozelo (ROM), às pontuações da Escala de Avaliação Motor Modificada (MMAS) para o estágio funcional, à avaliação neurofisiológica de Brunnstrom para a força muscular e à atividade muscular elétrica EMG BF	MAS, Goniómetro, MMAS, BS Electronica Pagani Italy Modular Biofeedback,	O GE melhorou ao nível da espasticidade (p<0,05); BS (p<0,01); MMAS (p<0,001); atividade muscular elétrica (p<0,01) Não foi encontrada qualquer diferença estatisticamente significativa nos valores de pós-tratamento da amplitude de movimento entre o GC e o GE (p > 0,05) mas a diferença era a favor do grupo EMG-BF (GC p<0,01; GE p<0,001) Melhores resultados com a adição de EMG-BF
Arpa e Ozcakir (2019)	n=34 adultos GA: n=17 Género: M: 11/ F: 6 Idade: 59 (18-78) anos GB: n=17 Género: M: 11/ F: 6 Idade: 58 (22-71) anos	Avaliar a eficácia potencial de um programa de EMG BF sobre resultados clínicos e funcionais em pacientes hemiplégicos em comparação com o EMG BF fictício.	GA: técnica de EMG BF GB: técnica de EMG BF fictício Fase 1: Programa de reabilitação hospitalar com 10 sessões (5 dias por semana durante 2 semanas) Fase 2: Após 10 sessões de tratamento, programa de exercícios em casa. O acompanhamento foi realizado 1 e 3 meses após o tratamento.	Os parâmetros avaliados foram: espasticidade, amplitude de movimento (ROM), força muscular, atividade elétrica, nível funcional e velocidade de marcha	MAS, goniómetro, dinamómetro isocinético (Cybex Humac Norm 2004), BI, tempo para andar 10 m (em segundos.) Neurotrac ETS Simplex 2005 (para atividade eletrofisiológica dos músculos),	O GA melhorou: ROM, força muscular, BI, velocidade marcha e, MAS. O GB melhorou: ROM, força muscular, BI velocidade marcha. Este estudo sugere que o exercício com ou sem biofeedback EMG é eficaz (A técnica de EMG BF permitiu melhorar mais a espasticidade no GA)

Tabela 2 (continuação)- Tabela comparativa dos artigos incluídos na revisão

Autores/ano	Caracterização da amostra	Objetivo do estudo	Protocolo/procedimento	Parâmetro avaliado	Instrumentos de avaliação	Resultados
Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez (2019)	n= 40 GE: 20 género: F: 9 M: 11 Idade: 78±2 anos GC: 20 género: F: 11 M: 9 Idade: 79±3 anos	Determinar a eficácia da utilização do sEMG-B para aumentar a atividade muscular dos músculos extensores da mão e dos músculos dorsiflexores do pé nos membros hemiparéticos de pacientes idosos com lesões cerebrais resultantes de um AVE	Duração: 2 vezes por semana durante um período de 3 meses (24 sessões no total) GC: técnicas convencionais de fisioterapia manual (exercícios de reabilitação na mão durante 30 min e no pé durante mais 30 min). GE: As sessões duraram 15 min para a mão e 15 min para o pé. Posteriormente, a intervenção do sEMG-B foi realizada em sessões semelhantes de 15 min para a mão e pé hemiplégicos.	Os parâmetros avaliados foram: atividade elétrica, força isométrica da mão, desempenho físico, força muscular em pacientes com lesões cerebrais (avaliação geral da força muscular), capacidade a efetuar AVD's	Dinamómetr o manual digital, FM, DWMT, LT, KMMT, BI, Neurotrans Myoplus 2 Pro System,	A eficácia do sEMG-B sobre a atividade do sinal eletromiográfico dos membros afetados: GE melhorou atividade elétrica (p<0,001) A eficácia do sEMG-B nos testes de funcionalidade: O GE melhora o BI, a força muscular, FM, DWMT, LT, KMMT Melhores resultados com EMG-BF
Kim (2017)	n=30 GC: 15 Idade: ± 53,26 anos GE: 15 Idade: ± 56,93 anos	Os efeitos do treino de EMG-BFB na função das extremidades superiores em doentes com AVE	Duração: 4 semanas no total GC: tratados com terapia tradicional de reabilitação (4 semanas, 5 vezes por semana, 30 min) GE: tratados com terapia tradicional de reabilitação como formação utilizando o EMG BF (4 semanas, 3 vezes por semana, 40 min)	Os parâmetros avaliados foram: AVD's, função dos membros superiores	FMA, MFT, FIM Myo-Ex of E-LINK system,	GC mostrou melhorias significativas em FMA (p<0,01) e MFT (p<0,05), não foi encontrada nenhuma diferença significativa em FIM antes e depois da intervenção. GE mostrou uma melhoria significativa em FMA (p<0,000), MFT (p<0,000), e FIM (p<0,01) após a intervenção. De acordo com o resultado da análise das diferenças entre os dois grupos, não foi encontrada diferença significativa em FMA (p<0,05) e MFT (p<0,05), mas foi encontrado um aumento no valor médio de FIM no grupo experimental (1,80) e no grupo de controlo (1,27). O biofeedback electromiográfico melhorou a função dos membros superiores em doentes com AVE.

Tabela 2 (continuação)- Tabela comparativa dos artigos incluídos na revisão

Autores/ano	Caracterização da amostra	Objetivo do estudo	Protocolo/procedimento	Parâmetro avaliado	Instrumentos de avaliação	Resultados
Doğan-Aslan, Nakipoğlu-Yüzer, Doğan, Karabay e Özgirgin (2012)	n= 40 GE: 20 gênero: F: 9 M: 11 Idade: 57.90 ± 13.32 anos GC: 20 gênero: F: 7; M: 13 Idade: 60.75 ± 12.81 anos	Avaliar o efeito do tratamento EMG-BFB sobre a espasticidade dos músculos flexores do punho, a função motora do membro superior e a capacidade de realizar AVD's em doentes hemiplégicos após um AVE.	GE: 3 semanas de tratamento EMG-BF, 5 vezes por semana, durante 20 minutos por sessão, sobre os flexores do lado hemiplégico do punho + Terapia convencional e neurodesenvolvimento + encorajamento verbal para "relaxar" os músculos espásticos do punho. GC: Terapia convencional e neurodesenvolvimento + encorajamento verbal para "relaxar" os músculos espásticos do punho.	Os parâmetros avaliados foram: espasticidade dos músculos flexores do punho, função motora dos membros superiores, amplitude de movimento ativo da extensão do punho, a atividade elétrica muscular, avaliação funcional e a capacidade de realizar AVD's	AS, BS, UEFT, FMS, goniómetro, medições da atividade muscular elétrica EMG-BF, BI Electrónica Pagani Italy Modular Biofeedback,	GE melhorou AS (p<0,05); BS (p<0,05); UEFT (p<0,05); amplitude de movimento (p<0,05); atividade elétrica (p<0,001) Também diferenças estatisticamente significativas nos valores FMS e BI em ambos os grupos, mas com melhorias significativamente maiores no GE. GC: FMS p<0,05; BI p<0,001 GE: FMS p<0,001; BI p<0,001 BI (GE: 75,50±14,04 vs GC: 53,75±24,33) Melhores resultados com a adição de EMG-BF

Legenda: **AS**- Ashworth scale; **AVD's**-Atividades da vida diária; **AVE**- Acidente Vascular Encefálico; **BI**- Barthel Index; **BS**- Brunnstrom's stage; **DWMT**- Daniels and Worthingham's muscle testing; **EMG BF**- electromyography biofeedback; **F**-feminino; **FIM**- Functional Independence measure **FM**- Fugl-Meyer test; **FMA**- Fugl Meyer assessemnt; **FMS**- Fugl-Meyer Scale;; **GA**- Grupo A; **GB**-Grupo B; **GC**- grupo controlo; **GE**- grupo de estudo; **KMMT**-Kendall Manual Muscle Test; **LT**- Lovett's test; **M**-masculino; **MAS** -Modified ashworth scale; **MFT** - Manual function tes; **n**-Amostra **MMAS**- modified motor assessment scale; **ROM**- amplitude de movimento; **sEMG-B**- surface electromyography biofeedback; **SPSS**- Statistical Package for Social Sciences; **UEFT**- Upper extremity function test;

Discussão

O presente estudo teve com objetivo avaliar se a terapia de biofeedback electromiográfico é eficaz na reabilitação motora após um AVE. O tamanho da amostra dos estudos variou de 30 participantes para o estudo de Kim (2017), a 40 participantes para os estudos de Doğan-Aslan, Nakipoğlu-Yüzer, Doğan, Karabay e Özgirgin (2012) e Dost Sürücü e Tezen (2020) e Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez (2019), com idades compreendidas entre os 53 anos e 65 anos. Quanto ao género, 73 participantes de género feminino e 81 do género masculino, o estudo de Kim (2017) não fez referência ao género dos participantes.

Seleção dos participantes: Arpa e Ozcakil (2019), excluíram todos os participantes com deficiências visuais, auditivas ou cognitivas, pacientes com doença vascular periférica e espasticidade ou contractura grave no tornozelo. Como foi medida a velocidade de marcha dos pacientes, os pacientes que não podiam andar com ou sem assistência foram excluídos.

Doğan-Aslan, Nakipoğlu-Yüzer, Doğan, Karabay e Özgirgin (2012), selecionaram todos os participantes que eram cooperantes, suficientemente motivados, dispostos a participar, não tinham problemas de audição ou de visão, tinham desenvolvido equilíbrio sentado e não tinham doenças sistémicas graves. Dost Sürücü e Tezen (2020), excluíram todos os participantes que não cooperaram, tinham problemas de visão e audição, não tinham equilíbrio sentado, tinham doenças sistémicas graves, doenças vasculares periféricas dos membros inferiores, não eram Brunnstrom fase 3 para os membros inferiores e tinham contractura do tornozelo. Observando o retorno neurológico após o AVE, Brunnstrom dividiu em 7 as fases de recuperação funcional do paciente (fase 1: flacidez imediata, fase 2: início do aparecimento da espasticidade, fase 3: a espasticidade torna-se mais evidente, atingindo o seu grau máximo, fase 4: a espasticidade começa a perder sua intensidade, e aparecem os movimentos desviados das sinergias, fase 5: espasticidade esboçada, fase 6: espasticidade praticamente ausente e contração muscular isolada pode ser efetuada e fase 7: restauração completa da função motora) (Freitas, 2000). Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez (2019), excluíram todos os pacientes com AVE hemorrágico, sinal EMG indetetável ($<0,5 \mu\text{V}$), história de comorbidade neurológica que pode afetar a força muscular (esclerose amiotrófica lateral, distrofia muscular e atrofia muscular espinhal), e uso de qualquer medicação conhecida que afete a força muscular (relaxantes musculares, anti-espásticos, ansiolíticos ou anti-histamínicos), pacientes com pacemakers, pacientes com grave declínio cognitivo, demência ou outras perturbações psiquiátricas, e pacientes com grave deficiência visual e/ou auditiva (para além da deterioração relacionada com a idade) foram excluídos. Kim (2017) selecionou todos os participantes com um AVE

prévio de seis meses ou mais, os que tinham uma pontuação do exame de estado mental “Korean-mini mental state examination” de 24 pontos ou mais, os que tinham uma função de braço e mão na fase 4 ou superior nas fases de recuperação motora de Brunnstrom, e os que não tinham hemicnegligência.

Pode verificar-se ver que os estudos de Arpa e Ozcakil (2019), Doğan-Aslan, Nakipoğlu-Yüzer, Doğan, Karabay e Özgirgin (2012), Dost Sürücü e Tezen (2020) e Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez (2019), tem pontos comuns nos critérios de seleção, tais como a exclusão de pessoas com problemas de visão, problemas auditivos, demência, e a presença de doenças. Contudo, os estudos também têm critérios diferentes, especialmente nos estudos de Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez (2019) e Kim (2017), cujos critérios são mais amplos.

A dose terapêutica e tempo de aplicação: Não existem recomendações específicas sobre a duração. O programa de Arpa e Ozcakil (2019), tinha uma duração de reabilitação hospitalar com 10 sessões, 5 dias por semana durante 2 semanas. Após 10 sessões de tratamento, o acompanhamento foi realizado 1 e 3 meses após o tratamento. No estudo de Doğan-Aslan, Nakipoğlu-Yüzer, Doğan, Karabay e Özgirgin (2012), o tratamento para a o grupo com o EMG-BFB foi de 3 semanas, 5 vezes por semana, durante 20 minutos por sessão. O estudo de Dost Sürücü e Tezen (2020), o grupo experimental teve técnica EMG-BFB, 5 dias por semana, 20 minutos, durante 3 semanas. O estudo de Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez (2019), a duração do tratamento foi 2 vezes por semana durante um período de 3 meses (24 sessões no total). O programa de Kim (2017), foi durante uma duração de 4 semanas no total. O grupo controlo com 4 semanas, 5 vezes por semana, 30 min e o grupo experimental com o EMG-BFB, 4 semanas, 3 vezes por semana, 40 min.

Instrumento de avaliação: Nos estudos realizados por Arpa e Ozcakil (2019) e Dost Sürücü e Tezen (2020), a Escala modificada de Ashworth (MAS) foi utilizada para avaliar a espasticidade em comparação com o estudo de Doğan-Aslan, Nakipoğlu-Yüzer, Doğan, Karabay e Özgirgin (2012) que utilizou a escala de Ashworth (AS). No estudo de Arpa e Ozcakil (2019), podemos ver que a espasticidade ao nível dos músculos tibial anterior e quadríceps tem melhor resultados no grupo experimental em comparação com o grupo controlo. No estudo de Doğan-Aslan, Nakipoğlu-Yüzer, Doğan, Karabay e Özgirgin (2012), podemos ver que a espasticidade ao nível dos músculos flexores do punho tem melhor resultados no grupo experimental em comparação com o grupo controlo. No estudo de Dost Sürücü e Tezen

(2020), podemos ver que a espasticidade ao nível dos músculos tibial anterior, tem melhor resultados no grupo experimental em comparação com o grupo controlo. Através destes três estudos, podemos verificar que a espasticidade diminuiu mais no grupo com o EMG-BFB. A espasticidade não foi avaliada em estudos de Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez (2019) e Kim (2017). Lourenção, Battistella, de Brito, Tsukimoto e Miyazaki (2008) no seu estudo aplicaram ergoterapia mais Estimulação elétrica funcional (FES) e EMG-BF a um grupo e apenas ergoterapia e FES a outro grupo e encontraram uma melhor recuperação no grupo 1, com uma maior diminuição da espasticidade que é compatível com os resultados, o que indica um melhor resultado com o EMG-BFB para a diminuição da espasticidade. De acordo com Giggins, Persson e Caulfield (2013), o EMG-BFB pode ser utilizado para facilitar a redução do tónus de um músculo espástico. A força muscular foi avaliada por um dinamómetro isocinético no estudo de Arpa e Ozcikir (2019) e com a avaliação neurofisiológica de Brunnstrom no estudo de Dost Sürücü e Tezen (2020). No estudo de Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez (2019) a força muscular isométrica da mão foi avaliada com um dinamómetro manual digital e também com os testes DWMT (Daniels and Worthingham's muscle testing), LT (Lovett's test), KMMT (Kendall Manual Muscle Test) para avaliar a força muscular geral dos pacientes. No estudo de Arpa e Ozcikir (2019), ambos os grupos melhoraram a sua força muscular que foi avaliada com contração isométrica maximal na extensão do joelho na posição sentada de 30° e 60°, e na dorsiflexão do tornozelo a 0° e 15°, este estudo sugere que o exercício com ou sem EMG-BFB é eficaz para melhorar a força muscular. Mas, em comparação, nos estudos de Dost Sürücü e Tezen (2020) e Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez (2019), a força muscular aumentou mais no grupo experimental que usou a técnica de EMG-BFB. Com base nos resultados do estudo de Teasell et al., 2010, há provas de que a força de dorsiflexão do tornozelo pós-AVE pode ser melhorada através de tratamentos de EMG-BFB de membros inferiores. Os resultados do estudo de Teasell et al., 2010, são coerentes com os autores Dost Sürücü e Tezen (2020) e Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez (2019), uma vez que a terapia com EMG-BFB permite ter melhor resultados para aumentar a força muscular. As atividades da Vida Diária (AVDs) foram avaliadas em 3 estudos. Com o Índice Barthel (IB) nos estudos de Doğan-Aslan, Nakipoğlu-Yüzer, Doğan, Karabay e Özgirgin (2012) e Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez (2019), em comparação com o estudo de Kim (2017), que utilizou a escala FIM (Functional Independence measure) para avaliar as AVDs. No estudo de Doğan-Aslan, Nakipoğlu-Yüzer, Doğan, Karabay e Özgirgin (2012), ambos os grupos tiveram melhores resultados após o tratamento, mas os resultados foram melhores no grupo experimental que usou o EMG-BFB. No estudo de Gámez,

Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez (2019), o grupo experimental com a técnica de EMG-BFB melhorou a capacidade a efetuar as AVD's. No estudo de Kim (2017), ambos os grupos melhoraram as AVD's, mas os resultados são melhores para o grupo experimental que usou o EMG-BFB. Podemos dizer que de um modo geral se verifica que a técnica de biofeedback electromiográfico permite melhorar as capacidades para a realização das AVD's. As AVD's não foram avaliadas no estudo de Dost Sürücü e Tezen (2020) e Arpa e Ozcakir (2019). O nível funcional dos pacientes e a função motora foi avaliado em 5 estudos. Arpa e Ozcakir (2019) com o Índice Barthel (IB) e também o tempo para andar 10m, no estudo de Doğan-Aslan, Nakipoğlu-Yüzer, Doğan, Karabay e Özgirgin (2012) com o Brunnstrom's stage para a função motora e com o UEFT (Upper extremity function test) para determinar os défices funcionais do membro superior e a gravidade dos défices e o FMS (Fugl-Meyer Scale). No estudo de Dost Sürücü e Tezen (2020) com a escala MMAS (modified motor assessment scale) onde as subescalas "sentar para estar de pé" e "andar" foram utilizadas para avaliar o estado funcional dos participantes antes e depois do tratamento. No estudo de Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez (2019), com o FM (Fugl-Meyer test) para avaliar o desempenho físico e também no estudo de Kim (2017) com o FMA (Fugl Meyer assessemnt) e o MFT (Manual function test) para a função dos membros. Podemos ver que nos estudos de Doğan-Aslan, Nakipoğlu-Yüzer, Doğan, Karabay e Özgirgin (2012), Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez, (2019) e Kim (2017), o Fugl-Meyer foi utilizado. Nos estudos de Arpa e Ozcakir (2019) e Kim (2017), ambos os grupos melhoram os resultados, estes estudos sugerem que o exercício com ou sem EMG-BFB é eficaz. No estudo de Doğan-Aslan, Nakipoğlu-Yüzer, Doğan, Karabay e Özgirgin (2012), o grupo experimental tem melhores resultados no Brunnstrom's stage e no UEFT (Upper extremity function test), mas também foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nos valores FMS (Fugl-Meyer Scale) em ambos os grupos, com melhorias significativamente maiores no grupo experimental que usou a técnica EMG-BFB. Em comparação com o estudo de Dost Sürücü e Tezen (2020) e Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez (2019) que tem melhores resultados no grupo experimental que usou a técnica EMG-BFB. Através destes estudos, podemos ver que de modo geral, o nível funcional dos pacientes e a função motora melhorou mais no grupo com EMG-BFB. Os estudos de Aiello et al., (2006) e Lourenção, Battistella, de Brito, Tsukimoto e Miyazaki (2008) concordam com os resultados, uma vez que a função dos membros superiores e a função do tornozelo foi também melhorada de forma mais significativa com a adição de EMG-BFB nestes estudos. A amplitude de movimento foi avaliada com um goniómetro em estudos de Arpa e Ozcakir (2019), Doğan-Aslan, Nakipoğlu-Yüzer, Doğan, Karabay e Özgirgin (2012) e Dost

Sürücü e Tezen (2020). A amplitude de movimento não foi avaliada nos estudos de Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez (2019) e Kim (2017). No estudo de Arpa e Ozcakir (2019), ambos os grupos melhoraram a amplitude de movimento ao nível da flexão ativa do joelho e dorsiflexão ativa do tornozelo o que significa que este estudo sugere que o exercício com ou sem EMG-BFB é eficaz para melhorar a amplitude de movimento. No estudo de Dost Sürücü e Tezen (2020), não foi encontrada qualquer diferença estatisticamente significativa nos valores de pós-tratamento da amplitude de movimento ao nível da dorsiflexão ativa do tornozelo entre os dois grupos, mas a diferença era a favor do grupo experimental que usou o EMG-BF. Em comparação com o estudo de Doğan-Aslan, Nakipoğlu-Yüzer, Doğan, Karabay e Özgirgin (2012), onde o grupo experimental melhorou a amplitude de movimento ao nível da extensão ativa do punho em comparação com o grupo controlo. Através destes estudos, podemos ver que de modo geral, a amplitude de movimento melhorou mais no grupo com EMG-BFB. O estudo de Lourenção, Battistella, de Brito, Tsukimoto e Miyazaki (2008) corrobora com os resultados obtidos, uma vez que a amplitude do movimento foi também melhorada de forma mais significativa com a adição de EMG-BFB. No estudo de Teasell et al., 2010, há fortes evidências de que os tratamentos EMG-BFB melhoram a amplitude de movimento pós-AVE. Foram utilizados diferentes sistemas para avaliar a atividade elétrica dos músculos, nos estudos de Doğan-Aslan, Nakipoğlu-Yüzer, Doğan, Karabay e Özgirgin (2012) e Dost Sürücü e Tezen (2020), o tratamento EMG-BF foi administrado utilizando o dispositivo de biofeedback Modular Elettronica Pagani Itália em comparação com o estudo de Arpa e Ozcakir (2019) onde a atividade eletrofisiológica dos músculos foi testada com o Neurotrac ETS Simplex 2005 e no estudo de Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez (2019), ou para avaliação e intervenção EMG, foi utilizado o sistema Neurotrans Myoplus 2 Pro. No estudo de Arpa e Ozcakir (2019), o grupo experimental, com um tempo de contração de 5s e um tempo de relaxamento de 5s durante 15 min para cada músculo, melhorou a atividade elétrica ao nível dos músculos tibial anterior e quadríceps em comparação com o grupo controlo. No estudo de Doğan-Aslan, Nakipoğlu-Yüzer, Doğan, Karabay e Özgirgin (2012), o grupo experimental onde o paciente foi instruído a tentar manter a atividade muscular na linha isoelétrica, melhorou a atividade elétrica ao nível dos músculos flexores do punho em comparação com o grupo controlo. No estudo de Dost Sürücü e Tezen (2020), onde o dispositivo enviou um som de aviso e o paciente tentou manter a atividade muscular no intervalo desejado onde o som podia ser ouvido, o grupo experimental melhorou a atividade elétrica ao nível dos músculos tibial anterior em comparação com o grupo controlo. No estudo de Gámez, Hernandez, Martínez, Esparza e Martínez (2019), onde quando a atividade muscular

estava abaixo do limiar de atividade, um alarme avisou o paciente para aumentar a atividade muscular, o grupo experimental melhorou a atividade elétrica ao nível dos músculos extensores da mão e dorsiflexores do pé em comparação com o grupo controlo. Através destes estudos, podemos concluir que a atividade elétrica melhorou mais no grupo com o EMG-BFB. O EMG-BFB pode ser utilizado para aumentar a atividade dos músculos fracos (Giggins, Persson e Caulfield, 2013).

Limitações

Apesar dos resultados positivos encontrados nestes estudos, existem algumas limitações que vale a pena mencionar, isto é, o tamanho da amostra que foi bastante pequena é um fator limitante para extrapolar resultados aplicáveis a toda a população. Os estudos têm algumas limitações uma vez que os pacientes não foram divididos em diferentes grupos, agudos, subagudos ou crónicos de acordo com a duração do AVE. Além disso, a duração do tratamento foi relativamente curta para uma patologia que afeta as capacidades dos pacientes a longo prazo. As limitações deste estudo incluem o facto de a pesquisa de artigos ter sido realizada apenas em inglês, português e francês e a falta de um maior número de artigos controlados randomizados recentes sobre os tópicos abordados, a fim de obter resultados mais precisos.

Conclusão

Com base nos estudos apresentados na presente revisão, pode concluir-se que a terapia de biofeedback electromiográfico mostra ser eficaz na reabilitação motora de pacientes com AVE. Uma variedade de provas de estudos individuais sugere que a utilização de EMG-BFB pode levar a melhorias na espasticidade, realização das AVD's, o nível funcional e a função motora dos pacientes, amplitude de movimento e atividade elétrica dos músculos. Esta técnica também poderia melhorar a força muscular. No entanto, no futuro, deverá ser realizada mais investigação para verificar resultados a longo prazo, bem como para compreender o tempo e a duração ideais do tratamento para os doentes com AVE. Seria importante a realização de mais investigações com maior número de pacientes, de modo a proporcionar níveis superiores de evidência nos resultados das intervenções, facilitando, assim, as opções e ações fisioterapêuticas.

Bibliografia

Aiello, E., Gates, D. H., Patrilli, B. L., Cairns, K. D., Meister, M., Clancy, E. A., e Bonato, P. (2006, January). Visual EMG biofeedback to improve ankle function in hemiparetic gait. *In 2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference* (pp. 7703-7706). IEEE.

Arpa, S., e Ozcakil, S. (2019). Does electromyographic biofeedback improve exercise effects in hemiplegic patients? A pilot randomized controlled trial. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 51(2), 109-112.

Chong, J.Y. (2020). Visão geral do acidente vascular encefálico [Em linha]. Disponível em : <https://www.msmanuals.com/pt-pt/profissional/distúrbios-neurológicos/acidente-vascular-encefálico-ave/visão-geral-do-acidente-vascular-encefálico> [acedido em 3 fevereiro 2022].

Desmichelle, S. (2018). L'accident vasculaire cérébral: définition, symptômes, traitements. [Em linha]. Disponível em : https://www.sciencesetavenir.fr/sante/systeme-sanguin/l-accident-vasculaire-cerebral-avc-definition-symptomes-traitements_28297 [acedido em 5 fevereiro 2022].

Dost Sürücü, G., e Tezen, Ö. (2021). The effect of EMG biofeedback on lower extremity functions in hemiplegic patients. *Acta Neurologica Belgica*, 121(1), 113-118.

Doğan-Aslan, M., Nakipoğlu-Yüzer, G. F., Doğan, A., Karabay, İ., e Özgirgin, N. (2012). The effect of electromyographic biofeedback treatment in improving upper extremity functioning of patients with hemiplegic stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 21(3), 187-192.

Freitas, E. D. D. (2000). Manual prático de reeducação motora do membro superior na hemiplegia: fundamentado no método Brunnstrom. *São Paulo: Memnon*.

Gámez, A. B., Hernandez, M.J. J., Martínez, G.J. L., Esparza, F., e Martínez, C. M. (2019). The effect of surface electromyography biofeedback on the activity of extensor and dorsiflexor muscles in elderly adults: a randomized trial. *Scientific reports*, 9(1), 1-9.

Giggins, O. M., Persson, U. M., e Caulfield, B. (2013). Biofeedback in rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 10(1), 1-11.

Guzik, A., e Bushnell, C. (2017). Stroke epidemiology and risk factor management. *CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology*, 23(1), 15-39.

Johnson, W., Onuma, O., Owolabi, M., e Sachdev, S. (2016). Stroke: a global response is needed. *Bulletin of the World Health Organization*, 94(9), 634–634A.

Kim, J.-H. (2017). The effects of training using EMG biofeedback on stroke patients upper extremity functions. *Journal of Physical Therapy Science*, 29(6), 1085–1088.

Kuriakose, D., e Xiao, Z. (2020). Pathophysiology and Treatment of Stroke: Present Status and Future Perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(20), 7609.

Lourenção, M. I. P., Battistella, L. R., de Brito, C. M. M., Tsukimoto, G. R., e Miyazaki, M. H. (2008). Effect of biofeedback accompanying occupational therapy and functional electrical stimulation in hemiplegic patients. *International Journal of Rehabilitation Research*, 31(1), 33-41.

Mondoloni, P., Gueneau, P., Béjot, Y., e Fagnoni, P. (2018). Traitement de l'accident vasculaire cérébral. In *Pharmacie Clinique et Thérapeutique* (pp. 735-751). Elsevier Masson.

Stinear, C. M., Lang, C. E., Zeiler, S., e Byblow, W. D. (2020). Advances and challenges in stroke rehabilitation. *The Lancet Neurology*, 19(4), 348-360.

Teasell, R., Foley, N., Bhogal, S., Bitensky, J., Speechley, M., Korner-Bitensky, N. (2010). Biofeedback – membre supérieur.

Uva, M.S., Dias C.M. (2014). Prevalência de acidente Vascular Cerebral na população portuguesa: dados da amostra ECOS 2013, *Boletim Epidemiológico Instituto Nacional de Saúde*, 9(2), 12-14.

Vidal, C. (2012). La plasticité cérébrale: une révolution en neurobiologie. *Spirale*, 63(3), 17.

Woodford, H. J., e Price, C. I. (2007). EMG biofeedback for the recovery of motor function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.