

EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA FUNCIONAL (FES) NA REABILITAÇÃO DA MARCHA EM PACIENTES HEMIPLÉGICOS: REVISÃO SISTEMÁTICA

Effects of functional electrical stimulation (FES) in hemiplegic gait rehabilitation: a systematic review

VIARO, Amanda Beatriz

Faculdade de Jaguariúna

BATISTA, Edvandro Lima

Faculdade de Jaguariúna

BORGES, Bruno Luis Amoroso

Faculdade de Jaguariúna

Resumo: A Estimulação Elétrica Funcional mostra efeitos positivos no tratamento de pacientes hemiplégicos para adequação na marcha. **Objetivo:** Revisar sistematicamente a literatura sobre o efeito da Estimulação Elétrica Funcional para adequação da marcha em pacientes hemiplégicos. **Método:** Foram selecionados ensaios clínicos publicados na base de dados PEDro que investigaram o efeito da Estimulação Elétrica Funcional para queda do pé e funcionalidade na marcha em indivíduos hemiplégicos. A Escala PEDro foi utilizada para determinar a qualidade metodológica dos estudos. **Resultados:** Após seleção, encontraram-se 29 artigos; destes, 11 artigos corresponderam aos critérios de elegibilidade, no período de 2004 a 2015. **Conclusão:** Após a análise dos artigos do presente estudo, pode-se concluir que a FES pode melhorar a função motora, cadência, velocidade e equilíbrio na execução da marcha, além da melhora na qualidade de vida e redução na espasticidade.

Palavras-Chave: Acidente Vascular Cerebral, Estimulação Elétrica Funcional, Tratamento, Hemiplegia.

Abstract: Functional Electrical Stimulation shows positive effects in the treatment of hemiplegic patients for suitability in the march. **Objective:** To systematically review the literature on the effect of Functional Electrical Stimulation for the adequacy march in hemiplegic patients. **Method:** We selected clinical trials published in the PEDro database that investigated the effect of Functional Electrical Stimulation for foot drop and functionality in the march in hemiplegic individuals. The PEDro scale was used to determine the methodological quality of studies. **Results:** After selection, met 29 articles; of these, 11 items correspond to the eligibility criteria, from 2004 to 2015. **Conclusion:** After analysis of the articles of this study, it can be concluded that FES can improve motor function, cadence, speed and balance in the march of execution, thus improving their quality of life and reduction in spasticity.

Keywords: Stroke, Functional Electrical Stimulation, Treatment, Hemiplegia

INTRODUÇÃO

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é a terceira causa de morte no mundo e suas complicações são na área da fala, visual e sensório-motor (COSTA et. al., 2004).

Sua incidência aumenta progressivamente com o avanço da idade, porém, com as novas técnicas de exame de imagem e controle dos fatores de risco, ocorreram melhorias no diagnóstico e tratamento (COLLINS et. al., 1996). Uma pesquisa realizada e publicada pela revista *The Lancet* (2013), os pesquisadores relataram a incidência do acidente vascular cerebral de 1990 a 2010, classificado por idade padronizada diminuiu nos países de alta renda e aumentou nos países de renda baixa e média. Em 2010, o número de pessoas que sofreram o primeiro AVC, destes somando os sobreviventes, as mortes relacionadas e incapacidade eram altas e sofreu um aumento significativo desde 1990, com as maiores taxas em países de baixa e média renda, no mesmo ano de 2010, 5,2 milhões de pessoas que sofreram AVC ocorreram em crianças e adultos jovens e de meia idade, os países de baixa e média renda contribuíram com quase 89% e 78%, respectivamente. As diferenças geográficas observadas são significativas nas taxas de AVC nas diferentes regiões e países, com um percentual de 45,5% das mortes por novos AVCs e 7,7% ficaram incapaz por consequência dos AVCs e ocorreram em pessoas com menos de 75 anos (KRISHNAMURTHI et. al., 2013).

O paciente pós AVC pode apresentar importantes déficits na marcha. COSTA et. al., 2004 afirmam que os aspectos motores, parestesia espástica, a perda da seletividade do movimento, as retrações músculo-ligamentares e deformidades geram incapacidades que caracterizam alteração da biomecânica na marcha. No quadril, ocorre uma retração devido à espasticidade dos músculos do membro inferior; elevação, pela fraqueza dos músculos abdominais; sinal de Trendelenburg devido à fraqueza dos abdutores; movimento de circundução pela espasticidade dos músculos isquiotibiais. Já no joelho ocorre uma flexão aumentada na fase de apoio, devido à espasticidade dos isquiotibiais e/ou também fraqueza no quadríceps, hiperextensão na fase de apoio causado pela contratatura da flexão plantar ou pela fraqueza do quadríceps. O pé equinovaro ocorre devido à espasticidade

dos músculos tibial posterior e/ou gastrocnêmio e sóleo e a queda do pé, pela paralisia dos extensores (DREEBEN, 2013).

A marcha é comprometida principalmente na fase de balanço pela falta da dorsiflexão do tornozelo (JOHNSON et. al., 2004). O músculo tibial anterior é comprometido quando não se realiza o movimento de dorsiflexão, onde ocasiona grande gasto energético durante a marcha (ROMERO et. al., 2008).

No hemiplégico é caracterizada por diminuição da velocidade (SHUMWAY-COOK, WOOLLACOTT, 2003) e assimetria trazendo limitações às atividades e restrições da participação social deste indivíduo. Tanto a velocidade da marcha quanto à simetria dependerá da recuperação motora após a lesão (FRANZOI et. al., 2007).

Existem algumas formas de tratamento fisioterapêutico para a reabilitação da marcha, dentre eles a utilização da FES, uma corrente elétrica despolarizada destinada a produzir contrações em grupos musculares privados de controle motor, tendo como objetivo recondicionamento funcional, além de promover melhora da força muscular, amplitude de movimento, estabelecer sensação articular proprioceptiva, reduzir espasticidade muscular nos antagonistas, diminuir contraturas articulares, melhorar a velocidade da marcha e diminuir o gasto energético (REZENDE et. al., 2008).

Quando há uma lesão no SNC, as sinapses são danificadas entre os neurônios do córtex motor primário e motoneurônios, interferindo na contração muscular eferente. A efetividade da Estimulação Elétrica Funcional (FES) está relacionada com estimulação ortodrômica caracterizada pela despolarização e acarreta a contração muscular, já o impulso antidrômico ativa repetidamente as células da medula espinhal, de frequência alta e com uma relação temporal direta com a contração muscular periférica. O referido impulso antidrômico *backfired* é seguido por aferências sensoriais periféricas produzidas pela contração motora involuntária coincidente, que, portanto estimulam as vias sensitivas e motoras (CECATTO et. al., 2012). A FES mostra efeitos positivos no tratamento de pacientes com AVC, tornando a marcha funcional em um curto período de tratamento (TONG et. al., 2006).

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática sobre a aplicação dos efeitos da FES nos padrões de marcha em indivíduos pós AVC.

MÉTODO

Crítérios de elegibilidade

Foram selecionados para esta revisão ensaios clínicos aleatórios que trouxeram conteúdo sobre o efeito da Estimulação Elétrica Funcional para queda do pé e funcionalidade na marcha em indivíduos com sequela de AVC. Ainda acrescenta-se ensaios clínicos e estudos controlados randomizados no período de 2004 a 2015, publicados em idioma inglês, sobre a utilização da FES na reabilitação da marcha de pacientes hemiplégicos pós AVC, associada a limitação da marcha. Foram excluídos da revisão os estudos que não descreveram parâmetros e que não tiveram ação para o movimento de dorsiflexores, que fizeram uso de dispositivos auxiliares, artigos com pontuação abaixo de 4/10 na base de dados PEDro, estudos não reportados na língua inglesa, revisão bibliográfica, sistemática e metanálise.

Os artigos selecionados apresentaram os seguintes descritores: AVC, FES, tratamento e hemiplegia.

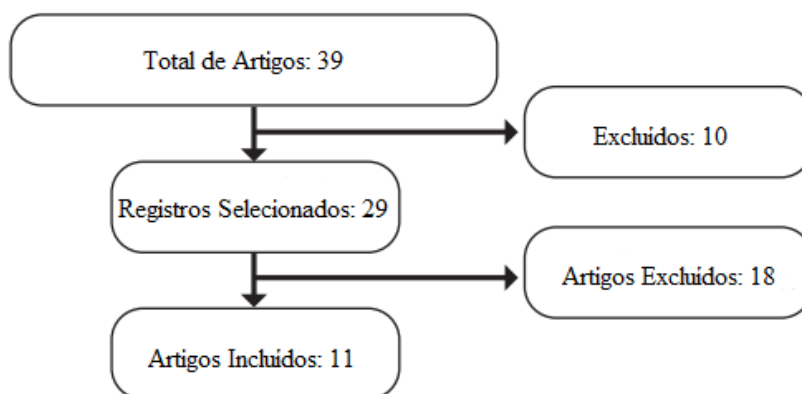


Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção dos estudos

Foram encontrados 39 ensaios clínicos relacionados ao tratamento de AVC com utilização da FES, destes, foram excluídos 10 artigos que realizavam o tratamento em membros superiores. Assim foram selecionados 29 artigos, sendo que: 08 utilizaram dispositivos auxiliares, 02 com pontuação abaixo de 3/10 na base de dados PEDro, 04 artigos sem descrição de parâmetros, 03 em

idiomas russo e chinês e 01 excluído por apresentar um estudo igual, porém atualizado (Figura 1).

Desta forma, foram incluídos, 11 ensaios clínicos que relatavam sobre a utilização da FES para adequação da marcha.

RESULTADOS

A tabela abaixo mostra os estudos selecionados, descrevendo dados utilizados nos estudos como: colocação dos eletrodos, parâmetros, avaliação, intervenção, resultados e a classificação na base de dados PEDro.

Autor/ Ano	Tipo de Estudo	Colocação dos Eletrodos	Parâmetr os	Avaliação	Intervenção	Resultados	PEDro
JOHN SON, et. al., 2004	Estudo randomizado controlado	Nervo fibular comum	Frequênci a de 40Hz, 30 e 350 us e amplitude de corrente de até 100mA	Velocidade da marcha, PCI, MAS, Rivermead Motor Assessment, e Medical Outcomes Study 36 forma -Item curto- forma inquérito de saúde	GC: Recebeu somente fisioterapia convencional. GI: Recebeu injeções de BTX (Dysport) e FES, usado diariamente por 16 semanas.	GI: melhora na velocidade de caminhada, na função e qualidade de vida.	6/10
YAN, et. al., 2005	Ensaio randomizado controlado	Quadríceps, isquiotibiais, tibial anterior e gastrocnêmio medial	Canal duplo, Pulso 0,3 ms a 30 Hz, intensidad e 20 a 30 mA	CSS, CIVM, teste cronometrado TUG	GP: estimulação elétrica com circuito desligado, por 60 minutos e reabilitação padrão. GI: estimulação elétrica funcional, por 30 minutos e reabilitação padrão. GC: somente reabilitação padrão. 1 vez por dia, 5 dias por semana durante 3 semanas.	O GI apresentou melhora na recuperação motora e mobilidade funcional em indivíduos com AVC agudo.	6/10
SABU T, et. al., 2010	Estudo randomizado controlado	Tibial anterior e nervo fibular	40 Hz de frequênci a, Pulso 0,3 ms, intensidad e tolerância máxima (20 a 60 mA), utilizando uma seqüência de ativação que imitava a marcha normal.	10 m de passagem, PCI, alcance de movimento do tornozelo, espasticidade do músculo da panturrilha, FMA e RMSmax	GC: Receberam um programa de reabilitação do curso convencional por 60 minutos por dia, 5 dias por semana, durante 12 semanas. GI: O mesmo programa com o uso da FES por 30 minutos.	Melhora da velocidade de caminhada, cadência, comprimento do passo e recuperação motora.	5/10
SABU T, et. al., 2011	Estudo prospectivo intervencioni sta	Nervo fibular e músculo tibial anterior	0,28 ms pulsos, em 35 Hz A estimulaç ão, cronometr ado para o ciclo da marcha,	MAS, a força dorsiflexão medido pelo MMT, passiva do tornozelo intervalo ativo / dorsiflexão de movimento articular e FMA	GC: Tratados com reabilitação convencional. GI: recebeu 20-30 minutos da FES, juntamente com programa de reabilitação convencional . Foram tratados 1	GI: Redução da espasticidade, melhora da força dorsiflexor e menor recuperação motora extremidade	4/10

			utilizando uma chave de calcanhar colocado no sapato.		hora por dia, 5 dias por semana, durante 12 semanas.	em pacientes com AVC.	
DALY, et. al., 2011	Estudo randomizado controlado	Implantado no: tibial anterior, fibular longo, gastrocnêmio cabeça lateral, bíceps femoral cabeça curta, semimembranoso, semitendinoso, vasto lateral, e glúteo médio	4 a 20 mA; largura de impulso, de 1 a 150 uS; e frequência de 15 a 50 Hz	Intervenção Tool (GATT), FMA, TC6, e Locomoção / Mobilidade subescala MIF	GC: receberam 1,5 horas sessões de treinamento 4 vezes por semana durante 12 semanas de exercícios de coordenação, de formação apoiadas-peso em esteira corpo (BWSTT), e over-ground walking. GI: Receberam o mesmo treinamento e FES com eletrodos intramusculares (IM)	GI: Melhora da coordenação e função da marcha.	6/10
KIM, et. al., 2012	Estudo randomizado controlado	Tibial anterior	35 HZ e 250 us, intensidade de 20 a 60 mA Interruptor de tipo calcanhar	Força muscular foi medida com dinamômetro, EEB e cronometrado TUG	G AR-FES: FES com realidade aumentada durante o treino de marcha em esteira G FES: treino de marcha com FES em uma esteira GC: somente esteira Os grupos receberam 8 semanas de treinamento de marcha 3 vezes por semana, 20 minutos por sessão.	A força muscular aumentou significativamente nos grupos AR-FES e FES e da marcha.	4/10
LEE, et. al., 2013	Ensaio randomizado controlado	Quadríceps, isquiotibiais paréticos, glúteo máximo e os músculos tibial anterior	60 Hz, uma largura de impulso constante de 300 us, e um ciclo de trabalho de 1,0 e 1,0 e de 100 mA	TC6, EEB e a versão coreana de MBI e consumo máximo de oxigênio.	GC: submetidos á formação de apoio ergômetro cinco vezes por semana durante 4 semanas para manter uma cadência de pedalada de 30 rpm durante 30 minutos. GI: O mesmo, com o uso da FES na esteira com suporte parcial de peso.	GI: Melhora da capacidade funcional dos pacientes com AVC subaguda. Além disso, a capacidade aeróbica melhorou após o treino ergômetro assistida com apenas um FES.	4/10
YOU, et. al., 2014	Estudo randomizado controlado	Tibial anterior, fibular curto e fibular longo	200 pulsos a 30 Hz	CSS, membros inferiores subescala de FMA, PASS,	GC: Reabilitação padrão durante 60 minutos. GI: Reabilitação	O GI foi mais eficiente em retardar o aparecimento	6/10

				EEB e MBI	padrão por 60 minutos e FES por 30 minutos na posição sentado durante o tratamento. Os tratamentos foram 5 dias por semana durante 3 semanas.	de espasticidade, limitar os aumentos no tônus muscular, melhorando equilíbrio e a função motora dos membros inferiores paréticos precocemente após o AVC.	
TAN, et. al., 2014	Estudo randomizado controlado	Pontos motores dos músculos tibial anterior, fibular longo e fibular curto músculos, quadríceps, bíceps femoral, e gastrocnêmio.	30 Hz com uma largura de pulso de 200 μ s	FMA, PASS, EEB, FAC e MBI	GI: de quatro canais GP: de quatro canais, mas nenhuma corrente era de saída GI2: de canal duplo. A estimulação durou 30 minutos por sessão, uma sessão por dia e 5 dias por semana durante 3 semanas.	FES utilizando 4 canais melhora a função motora, equilíbrio, capacidade de caminhar, e desempenho de atividades de vida diária em indivíduos com AVE isquêmico cedo.	6/10
CHUNG, et. al., 2015	Estudo randomizado controlado	Tibial anterior	35 Hz, e pulso com 250 μ s partir de 1 mA a 50 mA	TUG e EEB, sistema GAITrite para função da marcha (CIR Systems Inc., Havertown, PA, EUA)	GBCI-FES: recebeu treinamento com FES dorsiflexão do tornozelo de acordo com um programa baseado no BCI durante 30 minutos por dia durante 5 dias. GFES: recebeu treinamento com FES dorsiflexão do tornozelo durante o mesmo período.	O treinamento FES baseado no BCI é um exercício mais eficaz para a função de equilíbrio e marcha.	5/10
CHO, et. al., 2015	Ensaio clínico	Tibial anterior e gastrocnêmio	40 Hz e um pulso largura de 200 μ s Interruptor de pé ligado ao calcanhar do lado afetado.	Teste muscular digital, MRC, TC6, e os parâmetros espaço-temporais	Grupo TTFES-GM + TA: Treinamento em esteira e FES aplicada aos músculos da gastrocnêmio e tibial anterior. Grupo TTFES-TA: Treinamento e FES aplicada no músculo tibial anterior. GC: somente treinamento em esteira. Todos foram	Grupo TTFES-GM + TA mostrou melhora da força abduutora, da velocidade da marcha e cadência.	6/10

					submetidos a 20 sessões de tratamento, 30 minutos, 5 vezes por semana, durante 4 semanas e fisioterapia regular para 1 h, 5 vezes por semana, durante 4 semanas.		
--	--	--	--	--	--	--	--

PCI: Índice de Custo Fisiológico; MAS: Escala Modificada de Ashworth; CSS: Escala Espasticidade Composta; CIVM: Contração isométrica máxima voluntária; TUG: Timed Up and Go; RMSmax: Root Mean Square; FMA: Fugl-Meyer Assessment; MMT: Teste Muscular Manual; MIF: Medida de Independência Funcional; EEB: Escala de Equilíbrio de Berg; TC6: Teste de Caminhada de 6 minutos; MBI: Índice de Barthel Modificado; PASS: Escala de Avaliação Postural para pacientes com AVC; FAC: Categoria de Deambulação Funcional; MRC: Escala Medical Research Council. GC: Grupo Controle; GI: Grupo Intervenção; GP: Grupo Placebo; GI2: Grupo Intervenção 2; BTX: Toxina botulínica tipo A; BCI: Interface Cerebro-Computador.

DISCUSSÃO

Avaliação da qualidade metodológica

A avaliação de um estudo de alta qualidade metodológica deve-se a sua pontuação atribuída em sua metodologia, para um estudo ser considerado de alta qualidade deve ter uma pontuação acima de 5 em um total de 10 no PEDro, um estudo de alta qualidade metodológica indica que é um estudo de confiabilidade e grande evidência, dos estudos encontrados três estudos obtiveram nota 4 (SABUT, et. al., 2011, KIM, et. al., 2012, LEE, et. al., 2013), dois estudos obtiveram uma nota 5 (CHUNG, et. al., 2015, SABUT, et. al., 2010) e seis estudos com nota 6 (JOHNSON, et. al., 2004, YAN, et. al., 2005, TAN, et. al., 2014, YOU, et. al., 2014, DALY, et. al., 2011, CHO, et. al., 2015). Estudos de alta qualidade indicam maior eficácia na utilização da FES nos músculos dorsiflexores para melhora da marcha, alguns estudos exaltam resultados bons, mas não citam claramente a colocação dos eletrodos (SABUT, et. al., 2011), outros estudos citaram a colocação dos eletrodos em mais músculos além do músculo tibial anterior (YAN, et. al., 2005, DALY, et. al., 2011, LEE, et. al., 2013, TAN, et. al., 2014, CHO, et. al., 2015), e alguns estudos utilizaram um interruptor de calcanhar para o ciclo de trabalho da FES (SABUT, et. al., 2011, KIM, et. al., 2012, CHO, et. al., 2015).

Análise dos desfechos

Frequência

Dos estudos analisados, foram utilizadas frequências entre 30 a 60 Hz (JOHNSON, et. al., 2004, YAN, et. al., 2005, LEE, et. al., 2013, TAN, et. al., 2014, CHUNG, et. al., 2015, YOU, et. al., 2014, DALY, et. al., 2011, SABUT, et. al., 2010, KIM, et. al., 2012, CHO, et. al., 2015). As frequências mais elevadas causam fadiga muscular e frequências mais baixas não permite uma contração muscular eficaz, sendo assim as frequências mais utilizadas para a estimulação se situam entre 10 à 50hz (KITCHEN, et. al., 2003).

Pulso

Para se realizar uma contração muscular efetiva utiliza-se um pulso de 200-500 (KITCHEN, et. al., 2003), dos artigos selecionados, utilizaram uma duração de pulso de 30 a 350 us (JOHNSON, et. al., 2004, LEE, et. al., 2013,

TAN, et. al., 2014, CHUNG, et. al., 2015, YOU, et. al., 2014, DALY, et. al., 2011, SABUT, et. al., 2010, KIM, et. al., 2012, SABUT, et. al., 2011).

Ciclo de trabalho

RISE ou Tempo de Subida é o tempo da velocidade da contração, em um tempo de contração elevado resulta em uma contração lenta e gradual, e tempos menores de velocidade gera contrações rápidas e repentinas (SANTOS, 2013). Entre os estudos avaliados, 10 estudos não relataram o RISE que utilizaram. DECAY ou Tempo de Descida é a velocidade em que a contração diminui desde a contração máxima até o relaxamento do músculo (SANTOS, 2013). Dos estudos avaliados somente um descreveu o RISE e o DECAY que foi de 1,0 para ambos (LEE, et. al., 2013), dez estudos não citaram o RISE e DECAY que utilizaram e três utilizaram um interruptor colocado no calcanhar para o ciclo de trabalho na marcha (SABUT, et. al., 2011, KIM, et. al., 2012, CHO, et. al., 2015).

Intensidade

A intensidade deve ser ajustada de acordo com a tolerância do paciente, visando como objetivo uma contração muscular eficaz e confortável (SANTOS, 2013). Contudo, dos estudos avaliados utilizaram uma intensidade de 04 a 100 mA (JOHNSON, et. al., 2004, YAN, et. al., 2005, SABUT, et. al., 2010, DALY, et. al., 2011, KIM, et. al., 2012, LEE, et. al., 2013, CHUNG, et. al., 2015).

Colocação dos eletrodos

Conforme critérios de inclusão foram selecionados os artigos que utilizaram no mínimo um dos músculos que realizam a dorsiflexão de tornozelo, porém cinco estudos utilizaram a estimulação em outros músculos como gastrocnêmio, bíceps femoral, quadríceps, semitendinoso, semimembranoso e glúteo médio (YAN, et. al., 2005, LEE, et. al., 2013, TAN, et. al., 2014, DALY, et. al., 2011, CHO, et. al., 2015).

Avaliação e Intervenção

Dentre as avaliações, alguns autores utilizaram para tônus a Escala Modificada de Ashworth (MAS) (JOHNSON, et. al., 2004, SABUT, et. al., 2011) e a Escala de Espasticidade Composta (CSS) (YAN, et. al., 2005, YOU, et. al., 2014).

Para avaliação da marcha, observou a velocidade da marcha (JOHNSON, et. al., 2004), 10m de passagem (SABUT, et. al., 2010), Teste de caminhada de 6 minutos (TC6) (DALY, et. al., 2011, LEE, et. al., 2013, CHO, et. al., 2015), Índice de custo fisiológico (PCI) (JOHNSON, et. al., 2004, SABUT, et. al., 2010), Sistema GAITRite usado para medir os parâmetros espaço-temporais, como a velocidade da marcha, cadência, comprimento do passo e passo comprimento (CHUNG, et. al., 2015), sendo que os autores CHO, et. al., 2015 realizaram avaliação para os parâmetros espaço-temporais, porém não descreveram o método.

Já para mobilidade funcional utilizou-se o *Timed Up and Go* (TUG) que consiste em levantar-se de uma cadeira, sem ajuda dos braços, andar a uma distância de três metros, dar a volta e retornar (YAN, et. al., 2005, KIM, et. al., 2012, CHUNG, et. al., 2015), alcance de movimento do tornozelo (SABUT, et. al., 2010), passiva do tornozelo intervalo ativo / dorsiflexão de movimento articular (SABUT, et. al., 2011), Medida da Independência Funcional (MIF) (DALY, et. al., 2011), Escala de Equilíbrio de Berg (EEB) (KIM, et. al., 2012, LEE, et. al., 2013, YOU, et. al., 2014, TAN, et. al., 2014, CHUNG, et. al., 2015), alguns autores avaliaram a postura com a Escala de Avaliação Postura para pacientes com AVC (PASS) (YOU, et. al., 2014, TAN, et. al., 2014). Utilizou-se também, *Rivermead Motor Assessment* para quantificar a recuperação motora (JOHNSON, et. al., 2004), Escala de Categoria de Deambulação Funcional (FAC) (TAN, et. al., 2014), *Fugl-Meyer Assessment* (FMA), designada especificamente como avaliativa da recuperação do paciente hemiplégico (SABUT, et. al., 2010, SABUT, et. al., 2011, DALY, et. al., 2011, YOU, et. al., 2014, TAN, et. al., 2014) e Índice de Barthel Modificado (MBI) (LEE, et. al., 2013, YOU, et. al., 2014, TAN, et. al., 2014) e Consumo Máximo de oxigênio (LEE, et. al., 2013).

A avaliação da força muscular foi realizada pelo teste muscular manual (MMT) do movimento de dorsiflexão (SABUT, et. al., 2011), contração isométrica máxima voluntária (CIVM) (YAN, et. al., 2005), Dinamômetro (KIM, et. al., 2012), Escala *Medical Research Council* (MRC) (CHO, et. al., 2015), Teste muscular digital (CHO, et. al., 2015).

Os autores JOHNSON, et. al., 2004, avaliaram física função, função física, função social, papel emocional, saúde mental, dor, energia e saúde em

geral, por uma entrevista, através do *Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form Saúde Survey*³¹ (SF-36) e SABUT, et. al., 2010 utilizaram *Root Mean Square* (RMS Max) que se trata de uma medida de eletromiografia.

Nas intervenções os estudos realizaram de forma variada, ou seja, uso da FES com alguma outra intervenção: a maioria associou FES e programa de reabilitação padrão (YAN, et. al., 2005, SABUT, et. al. 2010, SABUT, et. al. 2011, YOU, et. al., 2014), fisioterapia convencional e toxina botulínica tipo A (JOHNSON, et. al., 2004), esteira com suporte parcial de peso (DALY, et. al., 2011), realidade virtual e esteira (KIM, et. al., 2012), cicloergômetro e esteira com suporte parcial (LEE, et. al., 2013), esteira e FES nos gastrocnêmios e dorsiflexores (CHO, et. al., 2015) e finalmente, somente a FES (TAN, et. al., 2014, CHUNG, et. al., 2015).

Avaliação dos resultados

A FES tem grande finalidade terapêutica, seus benefícios incluem uma melhora já na fase inicial da marcha em um curto período de tempo, a prática repetitiva induz uma melhora da aprendizagem motora (TONG, et. al., 2006). Os resultados dos estudos utilizando a FES indicam uma melhora no padrão da marcha por consequência de que os estudos relataram aumento de força muscular, coordenação motora, velocidade e cadência da marcha. Os estudos (JOHNSON, et. al., 2004, DALY, et. al., 2011, SABUT, et. al., 2010, CHO, et. al., 2015) relatam a melhora da velocidade da marcha. A maioria dos estudos apresentou melhora da função motora, somente KIM, et. al., 2012 e CHO, et. al., 2015 não relataram em seus estudos a melhora da função motora somente a melhora da força muscular e cadência da marcha. Dois estudos relataram a melhora na qualidade de vida (JOHNSON, et. al., 2004, TAN, et. al., 2014). O estudo realizado por LEE, et. al., 2013 relata uma melhora da capacidade aeróbica, pois foi utilizado na avaliação o teste de caminhada de seis minutos e uma esteira na intervenção. Os estudos de TAN, et. al., 2014, CHUNG, et. al., 2015 e YOU, et. al., 2014 descreveram a melhora do equilíbrio, sendo que, TAN, et. al., 2014 e YOU, et. al., 2014 utilizaram em sua avaliação a escala de PASS, já o estudo de CHUNG, et. al., 2015, utilizou a escala de equilíbrio de Berg. SABUT, et. al., 2011 relata em seu estudo que houve redução da espasticidade, o estudo realizado por JOHNSON et. al., 2004 descreve uma relação entre o alongamento do tríceps sural durante a fase de apoio da

marcha e a atividade eletromiográfica que é indicativo de reflexo de estiramento hiperativo no membro acometido e relatam que a espasticidade durante a caminhada, foi inversamente relacionado à velocidade de marcha. JOHNSON et. al., 2004 relata que um único canal da FES aplicado no nervo fibular comum, usando eletrodos ligados a pele para realizar a dorsiflexão do tornozelo com eversão, pode ser programado para a fase de balanço da marcha, onde justifica a melhora da cadência da marcha e por consequência um aumento significativo da velocidade da marcha, reduzindo o gasto energético e melhora da estabilização do pé na descarga de peso.

Na percepção dos pacientes que utilizaram a FES mostrou confiança no aumento da mobilidade e que para marcha requer menos esforço. JOHNSON, et. al., 2004 relata que um efeito inibidor sobre a atividade antagonista, e assim ocorre uma redução da espasticidade quando o nervo fibular comum é estimulado.

CONCLUSÃO

Após a análise dos artigos do presente estudo, pode-se concluir que a FES pode melhorar a função motora, cadência, velocidade e equilíbrio na execução da marcha, além da melhora na qualidade de vida e redução na espasticidade. Os estudos mostram diversos protocolos no tratamento, contribuindo assim, na melhora da função da marcha. Segundo os estudos, os parâmetros de subida e descida não são determinantes para o tratamento, já a intensidade deve ser ajustada conforme a tolerância do paciente. Quanto à colocação dos eletrodos, a maioria dos estudos utilizou sobre os músculos dorsiflexores e outros, em músculos que auxiliam na marcha. Dessa forma, a utilização da FES pode ser uma das técnicas a serem utilizadas no tratamento fisioterápico de pacientes pós AVC para marcha funcional.

Referências

CARR, J. H.; SHEPHERD, R. B. **Reabilitação Neurológica: Otimizando o desempenho motor**. Ed. Manole, 2008.

CECATTO, R. B.; CHADI, G. A estimulação elétrica funcional (FES) e a plasticidade do sistema nervoso central: revisão histórica. **Revista Acta Fisiátrica**, 2012 Vol.19, N.4. Disponível em

<www.actafisiatrica.org.br/detalhe_artigo.asp?id=486>. Acesso em 20 Jun. 2015.

CHO, M. K.; KIM, J.H.; CHUNG, Y.; HWANG, S. Treadmill gait training combined with functional electrical stimulation on hip abductor muscles and ankle dorsiflexor for chronic hemiparesis. **Gait & Posture** 2015 Jun; 42 (1): 73-78 Disponível em: < <http://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/43031>>. Acesso em 11 Set. 2015.

CHUNG, E.; PARK, S-I, JANG, Y-Y; LEE, B-H. Effects of brain-computer interface-based functional electrical stimulation on balance and gait function in patients with stroke: preliminary results. **Journal of Physical Therapy Science** 2015 Feb;27(2):513-516. Disponível em: <<http://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/42154>>. Acesso em 11 Set. 2015.

COLLINS, R. C. **Neurologia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 1996.

COSTA, J. R. C.; VOLPE, M. A. S.; JORGE, S. Efeito da estimulação elétrica neuromuscular sobre grupo extensor de punho em paciente com sequela de ave: relato de caso. **Arq. Ciênc. Saúde Unipar**, Umuarama, 8(2), mai./ago. p.129-134,2004. Disponível em <<http://revistas.unipar.br/saude/article/viewFile/228/201>>. Acesso em 13 Set. 2014.

DALY, J. J.; ZIMBELMAN, J.; ROENIGK, K. L.; MCCABE, J. P.; ROGERS, J. M.; BUTLER, K.; BURDSALL, R.; HOLCOMB, J. P.; MARSOLAIS, E. B.; RUFF, R. L. Recovery of coordinated gait: randomized controlled stroke trial of functional electrical stimulation (FES) versus no FES, with weight-supported treadmill and over-ground training. **Neurorehabilitation and Neural Repair** 2011 Sep;25(7):588-596. Disponível em: < <http://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/29239>>. Acesso em 11 Set. 2015.

DREEBEN, O. **MdS: Manual de sobrevivência para fisioterapia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2013.

FRANZOI, A. C.; KAGOHARA, N. S. Correlação do perfil de deambulação e velocidade da marcha em um grupo de pacientes hemiplégicos atendidos em um centro de reabilitação. **Revista Acta Fisiátrica**, 2007, Vol. 14, N.2. Disponível em <www.actafisiatrica.org.br/detalhe_artigo.asp?id=188>. Acesso em 23 Out. 2014.

JOHNSON, C. A.; BURRIDGE, J. H.; STRIKE, P. W.; WOOD, D. E.; SWAIN, I. D. The Effect of Combined Use of Botulinum Toxin Type A and Functional Electric Stimulation in the Treatment of Spastic Drop Foot After Stroke: A Preliminary Investigation. **Arch Phys Med Rehabil**. 2004 Jun;85(6):902-9. Disponível em: < <http://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/11020>>. Acesso em 10 Set. 2015.

KIM, I. C.; LEE, B. H. Effects of Augmented Reality with Functional Electric Stimulation on Muscle Strength, Balance and Gait of Stroke Patients. **Journal**

of **Physical Therapy Science**, 2012, Vol. 24 No. 8 September p. 755-762. Disponível em: < <http://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/42225>>. Acesso em 10 Set. 2015.

KITCHEN, S. **Eletroterapia : Prática Baseada em Evidências** ; após consulta prévia com Sarah Bazin;[tradução da il.ed. original Lilia Breternitz Ribeiro; revisão científica Raquel Casarotto]. –11 ed. - Barueri, SP : Manole, 2003.

KRISHNAMURTHI, R.V.; FEIGIN V. L.; FOROUZANFAR M. H.; MENSAH G. A.; CONNOR M.; BENNETT D. A.; MORAN A. E.; SACCO R. L.; ANDERSON L. M.; TRUELSEN T.; O'DONNELL M.; VENKETASUBRAMANIAN N.; BARKER-COLLO S.; LAWES C. M. M.; WANG W.; SHINOHARA Y.; WITT E.; EZZATI M.; NAGHAVI M.; MURRAY C.; on behalf of the Global Burden of Diseases, Injuries, Risk Factors Study 2010 (GBD 2010) and the GBD Stroke Experts Group. Global and regional burden of first-ever ischaemic and haemorrhagic stroke during 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. **The Lancet Global Health**, 2013, Vol.1, N.5, e259–e281. Disponível em: < [www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X\(13\)70089-5/abstract](http://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X(13)70089-5/abstract)>. Acesso em 30 Jul. 2015.

LEE, S. Y.; KANG, S-Y; IM, S. H.; KIM, B. R.; KIM, S. M.; YOON, H. M.; HAN, E. Y. The effects of assisted ergometer training with a functional electrical stimulation on exercise capacity and functional ability in subacute stroke patients. **Annals of Rehabilitation Medicine** 2013 Oct;37(5):619-627. Disponível em: <<http://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/37847>>. Acesso em 11 Set. 2015.

REZENDE, A.; REVELINE, A. C.; LICHACOVSKI, D.; SOARES, G.; ANTUNES, L.; NITSCHKE, M.; FERREIRA, V.; CAMARGO, C. Análise dos efeitos da estimulação elétrica funcional e cinesioterapia na marcha de pacientes hemiplégicos. **II Seminário de Fisioterapia da UNIAMERICA: Iniciação Científica**, Foz do Iguaçu, 2008. Disponível em <www.uniamerica.br_site_arquivos_2seminario-fisioterapia_pdf_9-Aline-Rezende-Ana-Carolin.pdf>. Acesso em 23 Out. 2014.

ROMERO, V. M.; CARVALHO, P. T. C.; LARAIA, E. M. S; SOARES, N. C. Análise das variáveis de distância da marcha de pacientes com AVE. **ConScientiae Saúde**, 2008; 7(3): 329-334. Disponível em <www.uninove.br/PDFs/Publicacoes/conscientiae_saude/csaude_v7n3/cnsv7n3_3e_1279.pdf>. Acesso em 20 Jun. 2015.

SABUT, S. K.; SIKDAR, C.; MONDAL, R.; KUMAR, R.; MAHADEVAPPA, M. Restoration of gait and motor recovery by functional electrical stimulation therapy in persons with stroke. **Disability and Rehabilitation** 2010;32(19):1594-1603. Disponível em: < <http://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/27072>>. Acesso em 11 Set. 2015.

SABUT, S. K.; SIKDAR, C.; KUMAR, R.; MAHADEVAPPA, M. Functional electrical stimulation of dorsiflexor muscle: effects on dorsiflexor strength, plantarflexor spasticity, and motor recovery in stroke patients.

Neurorehabilitation 2011;29(4):393-400. Disponível em: <<http://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/31440>>. Acesso em 11 Set. 2015.

SANTOS, L. S. T. Uso da Estimulação Elétrica Funcional – FES em pacientes neurológicos. 2013. Disponível em: <http://www.fufs.edu.br/admin/anexos/09-08-2013_17_19_54_.pdf>. Acesso em 11 Set. 2015.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. **Controle motor: teoria e aplicações práticas**. São Paulo: Manole, 2003.

TAN, Z.; LIU, H.; YAN, T.; JIN, D.; HE, X.; ZHENG, X.; XU, S.; TAN, C. The Effectiveness of Functional Electrical Stimulation Based on a Normal Gait Pattern on Subjects with Early Stroke: A Randomized Controlled Trial. **BioMed Research International**, Volume 2014 (2014), Article ID 545408, 9 pages. Disponível em: <<http://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/42816>>. Acesso em 10 Set. 2015.

TONG, R. K.; NG, M. F.; LI, L. S. Effectiveness of Gait Training Using an Electromechanical Gait Trainer, With and Without Functional Electric Stimulation, in Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial. **The American Congress of Rehabilitation Medicine and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation**, 2006. Disponível em: <<http://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/16324>>. Acesso em 30 Jul. 2015.

YAN, T.; HUI-CHAN, C. W. Y.; LI, L. S. W. Functional Electrical Stimulation Improves Motor Recovery of the Lower Extremity and Walking Ability of Subjects With First Acute Stroke A Randomized Placebo-Controlled Trial. **Stroke** 2005 Jan;36(1):80-85. Disponível em: <<http://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/12606>>. Acesso em 10 Set. 2015.

YOU, G.; LIANG, H.; YAN, T. Functional electrical stimulation early after stroke improves lower limb motor function and ability in activities of daily living. **Neurorehabilitation** 2014;35(3):381-389. Disponível em: <<http://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/41352>>. Acesso em 11 Set. 2015.