

# Acidente vascular cerebral crônico: reabilitação

## *Chronic cerebral vascular accident: rehabilitation*

Autoria: Associação Brasileira de Medicina Física e Reabilitação

Elaboração Final: 01 de julho de 2011

Participantes: Thaís Tavares Terranova, Fabiola Olea Albieri, Munique Dias de Almeida, Denise Vianna Machado Ayres, Sissi Farrardo da Cruz, Mariana Vita Milazzotto, Denise Rodrigues Tsukimoto, Marta Imamura, Linamara Rizzo Battistella

## DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE COLETA DE EVIDÊNCIA

Este estudo revisou artigos nas bases de dados do MEDLINE (Pub-Med) e demais fontes de pesquisa, sem limite de tempo. Para tanto, adotou-se a estratégia de busca baseada em perguntas estruturadas na forma (P.I.C.O.) das iniciais: “Paciente”; “Intervenção”; “Controle” e “Outcome”. Como descritores utilizaram-se: (stroke OR cerebrovascular disorders OR intracranial arteriosclerosis OR intracranial embolism and thrombosis) AND exercise therapy AND upper extremity; (stroke OR cerebrovascular disorders OR intracranial arteriosclerosis OR intracranial embolism and thrombosis) AND restraint induced therapy; stroke AND exercise therapy AND upper extremity; (intracranial arteriosclerosis OR intracranial embolism and thrombosis OR stroke OR cerebrovascular disorders) AND electric stimulation therapy AND upper extremity; (intracranial arteriosclerosis OR intracranial embolism and thrombosis OR stroke OR cerebrovascular disorders) AND (orthotic devices OR splints) AND upper extremity; knowledge of Results OR biofeedback OR electromyography AND stroke OR cerebrovascular disorders OR intracranial arteriosclerosis OR intracranial embolism and thrombosis AND rehabilitation; stroke AND upper extremity AND functional laterality; stroke AND upper extremity AND robotics AND physical therapy modalities; stroke AND body weight supports treadmill training AND floor walking; stroke AND gait disorders AND (treadmill exercises OR floor walking); stroke AND postural balance AND physical therapy modalities; stroke AND postural balance AND feedback, sensory; (stroke OR hemiplegia) AND gait disorders, neurologic AND orthotic devices; (stroke OR hemiplegia) AND gait disorders, neurologic AND (feedback, sensory OR proprioception). stroke AND (TENS OR transcutaneous electric stimulation); (stroke OR hemiplegic) AND electric stimulation therapy AND muscle spasticity; hemiplegic AND electric stimulation therapy AND spasticity; stroke AND (virtual reality OR wii game); (stroke OR cerebrovascular disorders OR intracranial arteriosclerosis OR intracranial embolism OR thrombosis) AND resistance training AND recovery function; stroke AND biofeedback, psychology AND Electromyography AND gait; (stroke OR cerebrovascular disorders OR intracranial arteriosclerosis OR intracranial embolism and thrombosis) AND biofeedback, psychology AND (gait OR gait disorders, neurologic).

Com esses descritores efetivaram-se cruzamentos de acordo com o tema proposto em cada tópico das perguntas (P.I.C.O.). Analisado esse material, foram selecionados os artigos relativos às perguntas e, por meio do estudo dos mesmos, estabeleceram-se as evidências que fundamentaram às diretrizes do presente documento.

### GRAU DE RECOMENDAÇÃO E FORÇA DE EVIDÊNCIA:

- A: Estudos experimentais ou observacionais de melhor consistência.
- B: Estudos experimentais ou observacionais de menor consistência.
- C: Relatos de casos (estudos não controlados).
- D: Opinião desprovida de avaliação crítica, baseada em consensos, estudos fisiológicos ou modelos animais.

### OBJETIVOS:

Oferecer informações sobre o tratamento e reabilitação de pacientes acometidos por acidente vascular encefálico em fase crônica, ou seja, tempo de AVE maior que três meses.

### CONFLITO DE INTERESSE:

Não há nenhum conflito de interesse declarado.

## INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde define o acidente vascular encefálico, AVE, como uma síndrome clínica de início rápido, que leva a um comprometimento cerebral focal de origem vascular, com duração maior que vinte e quatro horas. Estudos sobre essa prevalência estimam que haja cerca de 5 a 10 casos/1000 habitantes, em todo mundo, revelando uma estimativa dos casos que sobrevivem em pacientes com AVE. Espera-se que, aproximadamente, 60% dos sobreviventes recuperem a independência para o autocuidado e 75% recuperem a marcha independente, sendo que 20% necessitarão de cuidados institucionais. Frequentemente, a lesão cerebral causada por AVE leva a deficiências, que são problemas relacionados às funções e estruturas do corpo como órgãos, membros e seus componentes. Em consequência, tais deficiências podem gerar dificuldades na execução das atividades, bem como restrições de participação, que estão relacionadas aos problemas que um indivíduo pode enfrentar ao se envolver em situações de vida.

Diante do exposto, o processo de reabilitação é fundamental para minimizar o impacto da lesão cerebral na qualidade de vida do paciente. Devem-se considerar as alterações de tônus muscular, força, amplitude de movimento de MMSS e MMII, as atividades de vida diária e capacidade para marcha. Na elaboração do programa de tratamento é imprescindível focar a recuperação funcional global. Sendo assim, a proposta desta diretriz é expor os diferentes tipos de tratamento, usualmente, utilizados na reabilitação do paciente pós-AVE em fase crônica.

## SESSÃO TERAPÊUTICA

### Recuperação funcional do membro superior hemiplégico

#### 1. A TERAPIA DE CONTENSÃO INDUZIDA É EFICAZ NA RECUPERAÇÃO FUNCIONAL DO MEMBRO SUPERIOR HEMIPLÉGICO DE PACIENTES ACOMETIDOS POR ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO EM FASE CRÔNICA?

A utilização da terapia por contensão induzida para recuperação funcional do membro superior hemiplégico, aplicada a pacientes acometidos por um único episódio de AVE, entre três e nove meses, realizada por quatorze dias com restrição do membro superior não afetado em 90% do período ativo e seis horas de terapia dirigida e padronizada, promove melhora significativa da habilidade motora e da funcionalidade ao membro superior hemiplégico, tanto no período pós-tratamento, 12,55%, quanto no período de seguimento após doze meses, 13,09%, demonstrados por resultados obtidos pela aplicação da escala Wolf Motor Function Test/Functional Ability, de zero a cinco pontos.

Pela escala Motor Activity Log (MAL), de zero a cinco pontos, demonstra-se que a terapia de contensão induzida promove ganhos tanto na escala de quantidade de uso quanto na escala de qualidade de movimento do membro superior hemiplégico nos períodos de pós-tratamento, 42,91% e 41,93%, respectivamente, e após doze meses, 43,19% e 43,49%, respectivamente.

No Stroke Impact Scale, há 69,39% de melhora no domínio de função manual, autopercepção da dificuldade relacionada à função manual, dessa escala após doze meses com terapia de contensão induzida<sup>1</sup> (A).

Entre pacientes acometidos por AVE, média de 12,25 meses após o episódio, a terapia por contensão induzida realizada duas horas por dia, cinco dias por semana, por período de três semanas consecutivas e restrição do membro superior não afetado durante seis horas por dia, melhora em 23,80% a *performance* cinemática (tempo) para o movimento de alcance com membro superior parético ( $p = 0,005$ ).

Também há melhora da *performance* do membro superior afetado nas atividades diárias, pelas escalas de Fugl-Meyer ( $p = 0,019$ ) e Motor Activity Log, tanto no domínio de quantidade de movimento (AOU  $p < 0,001$ ) quanto no domínio qualidade de movimento (QOM  $p < 0,001$ )<sup>2</sup> (A).

Em pacientes com incapacidade leve à moderada da função manual, média de oitenta meses pós-AVE, a terapia por contensão induzida, sendo realizadas seis horas de treino intensivo por dia, não incluindo finais de semana, durante duas semanas, e uso da restrição do membro superior não acometido em 80% a 90% das horas ativas mantém os ganhos funcionais da mão ao longo do período de quatro anos após a intervenção (MAL AOU score,  $p < 0,01$ ; MAL QOM score,  $p < 0,05$ )<sup>3</sup> (B).

A terapia por contensão induzida realizada por dez dias consecutivos, com treino intensivo de seis horas por dia e imobilização da mão não acometida durante 90% das horas ativas, é efetiva para a melhora funcional do membro superior parético ( $p < 0,001$ ), tanto com relação

à *performance*, 37,58%,  $p = 0,030$ ) quanto à habilidade (10,38%,  $p = 0,037$ ) em curto prazo, mas não em longo prazo, seis meses, considerando a média de vinte e três meses de acometimento<sup>4</sup> (A).

Quando comparada ao treino bilateral de membro superior realizado duas horas por dia durante cinco dias da semana por três semanas, a terapia por contensão induzida associada à restrição de movimento do membro superior afetado por seis horas por dia e treino intensivo do membro superior parético pelo mesmo período de duas horas por dia, cinco dias por semana, durante três semanas, é superior na melhora do item "locomoção" da Medida de Independência Funcional ( $p = 0,011$ ), na melhora dos scores relacionados à qualidade ( $p = 0,004$ ) e quantidade ( $p = 0,042$ ) de movimento do *Motor Activity Log*, na avaliação da função do membro superior do membro acometido após o AVE. A terapia por contensão induzida também é superior ao treino bilateral na promoção de melhor qualidade de vida (*Stroke Impact Scale - SIS*:  $p = 0,003$ ) e nos domínios relacionados ao desempenho nas Atividades de Vida Diária e Atividades Instrumentais de Vida Diária (SIS:  $p = 0,024$ ) e participação social (SIS:  $p = 0,009$ )<sup>5</sup> (A).

#### RECOMENDAÇÃO

A terapia por contensão induzida, quando realizada entre dez e quinze, associada à restrição do membro superior não acometido entre 80% a 90% do dia ativo de duas a seis horas de treinamento intensivo, repetitivo e padronizado, é recomendada para a recuperação funcional do membro superior acometido por AVE crônico, impactando na melhora do desempenho nas Atividades de Vida Diária e Atividades Instrumentais de Vida Diárias, bem como em melhor qualidade de vida desses pacientes. No entanto, o tempo de manutenção dos ganhos obtidos varia em função do tempo de intervenção, bem como do protocolo utilizado.

#### 2. A UTILIZAÇÃO DA FES TRAZ BENEFÍCIOS NO TRATAMENTO DO MEMBRO SUPERIOR HEMIPLÉGICO DO PACIENTE ACOMETIDO POR AVE EM FASE CRÔNICA?

O treinamento bilateral dos membros superiores associado ao uso da estimulação elétrica funcional FES pode ser um método eficaz para a reabilitação dos membros superiores de pacientes com, AVE, crônico após quinze sessões de treinamento. Cada sessão de intervenção com duração de 1,5 horas sendo que dez minutos são de alongamento; vinte minutos de utilização da FES associada a tarefas bilaterais que exigem manipulação da mão e sessenta minutos de tratamento convencional de terapia ocupacional.

Parâmetros da utilização da FES: frequência de estimulação de 40 Hz; largura de pulso de 200 mms; eletrodos com diâmetro de 3,8 cm colocados no ponto motor superficial dos extensores e abdutor longo do polegar.

O grupo FES pós-tratamento mostrou melhora nos scores do *Fugl-Meyer Assessment* ( $p = 0,039$ ), para amplitude de movimento ativa de extensão de punho ( $p = 0,020$ ) e no *Functional Test for the Hemiplegic Upper Extremity* ( $p = 0,001$ )<sup>6</sup> (A).

O uso da FES em programa diário realizado em domicílio, no período de cinco meses com duração de seis dias na semana, como continuação da reabilitação ambulatorial pode melhorar, efetivamente, a amplitude de movimento de punho em 6.23 ( $p < 0,05$ ) e dedos 6.95 ( $p < 0,05$ ) e para flexão de ombro 22.1 ( $p < 0,001$ ); a *performance* motora quanto ao tempo nos testes 10 - cmt:  $f = 18,72$ , ( $p < 0,01$ ) e 9 - pht:  $f = 12,27$ , ( $p = 0,01$ ); na *Modified Ashworth Scale* (MAS) no início do tratamento em região de punho obteve 3:1 e 2:4 e depois do tratamento obteve 2:1 e 1:4.

Músculos alvos: extensor radial longo e curto do carpo, extensor indicis proprius e deltóide<sup>7</sup> (A).

### RECOMENDAÇÃO

A utilização da FES traz benefícios no tratamento do membro superior hemiplégico do paciente acometido por AVE em fase crônica, no que se refere a ganho de amplitude de movimento, ADM, diminuição da espasticidade e melhora na função motora do membro superior.

Esse estudo utilizou como músculos alvos os extensores de punho e dedos, abductor longo de polegar e deltóide.

### 3. QUAL É A EFICÁCIA DA UTILIZAÇÃO DE ÓRTESES DE MEMBRO SUPERIOR PARA PACIENTES COM HEMIPLEGIA PÓS-AVE?

Em pacientes com hemiplegia subaguda, até oito semanas pós-AVE, e sem extensão ativa de punho, a utilização de órtese estática para posicionamento de punho e dedos, com o punho em posição neutra (0-10 graus) (PN) ou em extensão, 45°, (EXT), por nove a doze horas de uso noturno durante quatro semanas, previne a contratura do punho em flexão, quando comparado ao tratamento de reabilitação convencional. Há diminuição na amplitude de movimento, ADM, de punho após seis semanas, quatro semanas de intervenção, mais duas semanas de seguimento, e a ortetização demonstra pouco ou nenhum efeito na prevenção da redução da ADM. A média de resultado do uso de órtese PN foi de 1,4°, em quatro semanas e 4,2° em seis semanas. Já a órtese com punho em extensão, EXT, demonstrou média de resultado de -1,3° por quatro semanas e 1,8° por seis semanas. Observa-se que a órtese com punho em neutro promove menor redução na extensibilidade do punho após seis semanas em relação à órtese punho EXT com resultado de 13,3° órtese PN; 14,3° órtese punho EXT. Não foram encontrados resultados, estatisticamente, significativos para função de membro superior (*Motor Assessment Scale*), espasticidade (Escala de Tardieu) e incapacidade (*Disabilities of the Arm Shoulder and Hand - DASH*)<sup>8</sup> (A).

Em pacientes com hemiparesia subaguda, duas semanas a três meses pós-AVE, e comprometimento motor em membro superior distal, a órtese estática para realinhamento funcional do punho em posição neutra e dedos livres, utilização de no mínimo seis horas por dia, associada ao tratamento de reabilitação convencional, duas sessões de Fisioterapia e uma sessão de Terapia Ocupacional, diariamente, e sessões de Neuropsicologia e Fonoaudiologia quando indicado, após treze semanas, mostrou redução na queixa de dor na mão em 7% de ocorrência de dor quando comparado ao não uso, 53% de ocorrência de dor, demonstrando diferenças significativas quanto ao aspecto de prevenção da dor. Já as escalas referentes à recuperação motora (FUGL-MEYER), espasticidade (Escala de Ashworth Modificada) e Amplitude de Movimento, ADM, passiva, não demonstraram diferenças significativas. No entanto, há um aumento da perda de mobilidade de punho (ADM), variando de 7% no início, para 62% após treze semanas<sup>9</sup> (A).

Pacientes com hemiplegia pós-AVE após seis meses de lesão, crônicos, com limitação de amplitude de movimento de extensão de cotovelo e hipertonia de flexores de cotovelo, que realizaram o tratamento de Terapia Ocupacional, sessão de duas horas de duração, uma vez por semana por dezesseis semanas, associado à aplicação de toxina botulínica tipo A nos músculos: bíceps, brachialis e brachioradialis, e o uso de órtese dinâmica para extensão de cotovelo de seis a oito horas contínua durante o sono, demonstraram aumento significativo da amplitude de movimento, ADM, em relação

à aplicação de toxina botulínica tipo A mais Terapia Ocupacional, em que não havia a utilização da órtese, sendo 33,5% de variação média de ADM no grupo experimental versus 18,7% de variação média de ADM no grupo controle. Porém, não houve melhora significativa para a escala de espasticidade, sendo 9,3% de média de melhora na Escala de Ashworth Modificada para o grupo experimental e 8,6% de média de melhora para o grupo controle<sup>10</sup> (B).

Pacientes com hemiplegia crônica e espasticidade em membro superior, sem uso funcional da mão, que não utilizam órtese estática para posicionamento de punho e dedos em posição funcional na primeira semana, mas que utilizam a órtese a partir da terceira até a sétima semana quando comparados a pacientes que utilizam a órtese a partir da segunda até a sétima semana, ou seja, cinco semanas versus seis semanas de uso de órtese, observa-se efeito mínimo, clinicamente, válido de redução de 6 N (newtons), ou 40% do normal, na quantidade de resistência dos flexores de punho e dedos e melhora de 10° na amplitude de movimento, ADM, de extensão de punho. Os efeitos foram discretos e não alcançaram a estimativa do valor, clinicamente, válido para a redução da resistência muscular em curto prazo, porém a média do tamanho do efeito em longo prazo ultrapassou o menor efeito, clinicamente, válido, o que sugere que seria indicada a realização de estudos com maior amostra para demonstrar os resultados obtidos com mais clareza. Demonstra-se, portanto, que a ortetização pode manter as condições articulares e prevenir a diminuição da ADM, porém parece não ser eficaz na diminuição da resistência muscular dos flexores de punho e dedos ou redução do tônus flexor, bem como que a utilização de órteses por períodos mais longos apresenta melhores resultados que utilização em curto prazo<sup>11</sup> (B).

Quanto à utilização de órtese para posicionamento de punho e dedos de moldagem ventral ou dorsal, observou-se redução da hipertonia em flexores de punho e dedos, sem diferenças significativas, em um período de seis semanas. Porém, há limitações metodológicas, o que indica a necessidade de estudos mais aprofundados e com maior número de amostra<sup>12</sup> (B).

Pacientes com hemiplegia pós-AVE, em fases subaguda e crônica, sem movimentação funcional da mão e com espasticidade em membro superior que utilizam órtese estática ventral de posicionamento de punho e dedos em posição funcional durante no mínimo noventa minutos por dia, durante três meses, apresentaram melhora significativa na amplitude de movimento, ADM, passiva de punho (pré-intervenção, t0 = 123 e 3 meses após a intervenção, t3 = 143 graus), sendo mais acentuada nos pacientes crônicos (t0 = 115 e t3 = 142 graus) do que nos subagudos (t0 = 133 e t3 = 140 graus). A ADM passiva de cotovelo apresenta melhora significativa apenas para o grupo subagudo (t0 = 129 e t3 = 135 graus). Há também redução significativa na escala de Asworth Modificada para o cotovelo (t0 = 1,7 e t3 = 1,3), na severidade da dor em punho e frequência de espasmos. A relação entre a amplitude máxima do reflexo H e a amplitude máxima da resposta M (Hmax/ Mmax) do músculo *flexor carpi radialis* também apresenta diminuição significativa<sup>13</sup> (B).

Pacientes com hemiparesia subaguda pós-AVE que realizam tratamento de reabilitação convencional cinco vezes por semana, associada à avaliação eletromiográfica com estimulação do nervo mediano para avaliação do reflexo H e resposta M em músculo flexores e extensores de punho e dedos e cotovelo, sem e com órtese para posicionamento do punho em posição neutra e polegar em abdução, apresentaram redução da hiperatividade flexora com o uso da órtese, diminuindo a co-ativação de antagonistas, em dedos, punho e cotovelo. O uso da órtese durante dez minutos reduziu a excita-

bilidade reflexa quando comparada à avaliação de base. Pacientes que utilizam órtese durante oito horas por dia, por oito semanas, apresentaram redução da sinergia flexora e melhora na amplitude de movimento de extensão de dedos e flexão de ombro, bem como redução significativa do tônus muscular de flexores de cotovelo e dedos após oito semanas de utilização da órtese<sup>14</sup> (B).

Conclui-se que não há evidências suficientes para afirmar ou contestar a eficácia do uso de órteses de membro superior em adultos após Acidente Vascular Cerebral. Apesar da utilização, amplamente, difundida de órteses para membro superior em casos de AVE, somente dezoito estudos, sendo cinco randomizados, avaliaram os efeitos da ortetização nessa população. A baixa qualidade metodológica e a heterogeneidade dos desenhos de estudo, métodos, modelo de órtese, regime de utilização e resultados; prejudicam a associação e análise entre os dados encontrados. A maioria dos trabalhos publicados baseou-se em opiniões sem análise quantitativa e estatística nítida, 44%, e, somente, 26% dos estudos analisados foram baseados em desenhos de estudo experimentais<sup>15</sup> (B).

#### RECOMENDAÇÃO

Observa-se que a utilização de órtese demonstra resultados positivos em relação à prevenção da diminuição da amplitude de movimento de punho, preservação do arco de movimento, prevenção de dor na mão e redução da espasticidade de flexores de cotovelo, punho e dedos; porém não há evidências referentes à melhora da função motora de membro superior.

Deve-se considerar o fato de que diversos aspectos influenciam na indicação, tipo de órtese, tempo de uso e resultados em curto e longo prazo, dentre eles: fase de recuperação neurológica pós-AVE, nível de função motora, alterações de tônus, amplitude de movimento ativo e passivo, condições articulares, sensibilidade, dor, aderência do paciente aos regimes de tratamento e objetivos a serem atingidos com a utilização da órtese.

Por isso, a indicação das órteses deve ser realizada por profissionais habilitados e, preferencialmente, dentro do contexto do tratamento de reabilitação, que permite que a equipe médica e os terapeutas ocupacionais realizem avaliação específica e identifiquem os objetivos a serem atingidos, selecionando o modelo adequado de órtese e regime de utilização e também os instrumentos de avaliação e reavaliação que irão assegurar que esse recurso terapêutico é, realmente, eficaz.

Na prática clínica observa-se a eficácia da utilização de órteses de membro superior com diferentes objetivos como, por exemplo: alinhamento e estabilização articular e posicionamento, manutenção ou melhora do arco de movimento, prevenção de deformidades e contraturas, melhora da função manual. Entretanto, novos estudos são necessários para que exista uma maior padronização quanto à utilização desse recurso na prática clínica com base em evidências científicas que possibilitarão a definição mais precisa sobre modelos de órtese a serem utilizados e suas particularidades, regimes de tratamento, instrumentos de avaliação-padrão e protocolos de tratamento, permitindo apresentar e discutir os benefícios da utilização de órteses em AVE de modo mais claro e objetivo, por meio do emprego de recursos metodológicos de alta qualidade.

#### 4. O BIOFEEDBACK COM ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE EM MEMBRO SUPERIOR HEMIPLÉGICO TRAZ BENEFÍCIOS PARA PACIENTES PÓS-AVE EM FASE CRÔNICA?

O *Biofeedback*, BFB, consiste no processo de monitoração de eventos fisiológicos em seres humanos, por meio de equipamentos

eletrônicos, com apresentação das informações na forma de sinais visuais e/ou auditivos e possibilita ao indivíduo auto-regular uma função fisiológica, ou seja, exercer um controle voluntário sobre respostas fisiológicas específicas.

O *Biofeedback* por eletromiografia de superfície, EMG-BFB, permite a monitoração da atividade muscular por meio de eletrodos de superfície colocados sobre na pele que captam os sinais mioelétricos provenientes dos músculos e os convertem em sinais visuais e auditivos, que podem ser compreendidos e controlados pelos pacientes, em tempo real, de acordo com técnicas de reabilitação específicas referentes ao controle motor e reeducação neuromuscular, visando à melhora da função motora.

Trata-se de um recurso terapêutico que vem sendo utilizado no tratamento de pacientes com hemiplegia desde a década de sessenta e desde então diversos estudos têm sido realizados para avaliar a sua eficácia junto a essa população, relatando benefícios nos quadros crônicos e agudos, sendo utilizado em membros superiores ou inferiores, contribuindo para a recuperação funcional global.

Na espasticidade da musculatura flexora de punho, função motora de membro superior e habilidade para desempenhar atividades de vida diária em pacientes com hemiplegia pós-AVE em fase subaguda e crônica, que realizavam tratamento de reabilitação convencional e neurodesenvolvimentista e encorajamento verbal para relaxar os músculos flexores de punho espásticos, o *Biofeedback* por eletromiografia, EMG-BFB, realizado por três semanas de tratamento, cinco vezes por semana durante vinte minutos, em que o paciente é instruído a manter a atividade muscular dos flexores de punho em uma linha de base, objetivando o relaxamento da musculatura, há melhora significativa para função de membro superior e habilidade para desempenho das atividades de vida diária (*upper extremity function test*-UEFT  $p < 0,05$  / pré-tratamento =  $0,40 \pm 0,82$  / pós-tratamento =  $1,20 \pm 1,39$ ; *Fugl-Meyer Scale* - FMS  $p < 0,001$  / pré-tratamento =  $2,40 \pm 3,06$  / pós-tratamento =  $6,90 \pm 6,34$ ; *Barthel Index* - BI  $p < 0,001$  / pré-tratamento =  $44,50 \pm 11,45$  / pós-tratamento =  $75,50 \pm 14,03$ , amplitude de extensão ativa de punho (Goniometria  $p < 0,05$  / pré-tratamento =  $0,50 \pm 2,23$  / pós-tratamento =  $13,25 \pm 20,92$ ), medidas de atividade muscular ( $p < 0,001$  / pré-tratamento =  $288,68 \pm 68,09$  / pós-tratamento =  $233,42 \pm 15,04$ ) e redução da espasticidade (escala de Ashworth  $p < 0,05$ ), sendo Ashw 1 pré-tratamento = 1 (5%) / pós-tratamento = 12 (60%), Ashw 2 pré-tratamento = 12 (60%) / pós-tratamento = 8 (40%), e Ashw 3 pré-tratamento = 7 (35%) / pós-tratamento = 0 (0). Quando comparado ao tratamento convencional, há diferença significativa nos itens de função de membro superior, FMS, habilidade para desempenho de atividades de vida diária, BI, e para redução da espasticidade, Ashworth, a favor do tratamento de EMG-BFB<sup>16</sup> (A).

Em pacientes com hemiparesia subaguda, em programa de exercícios terapêuticos com base na abordagem neurofisiológica de Brunnstrom, quarenta e cinco minutos por dia, durante vinte sessões, associado ao tratamento de *Biofeedback* por eletromiografia, EMG-BFB, em que a instrução era realizar extensão de punho de acordo com o *feedback* visual e auditivo observado ao longo da sessão, aplicado cinco vezes por semana, durante vinte minutos, por vinte sessões, foram observadas melhoras significativas nas escalas de recuperação da função motora (Escala de Brunnstrom ( $p < 0,01$ ), porém sem diferenças significativas entre o EMG-BFB e o placebo. Entretanto, os resultados para amplitude de movimento de punho ( $p < 0,001$ ;  $p < 0,05$ ) e potenciais eletromiográficos de superfície ( $p < 0,001$ ;  $p < 0,01$ ) demonstram diferenças significativas a favor da EMG-BFB<sup>17</sup> (A).

Em pacientes com hemiplegia em fase crônica, com limitação funcional de membros superiores e hipertonía em flexores de cotovelo, a intervenção com movimentos padronizados de extensão de cotovelo associado ao *biofeedback*, EMG-BFB, com sessões de vinte e cinco minutos de duração, por dez sessões, apresentaram melhora significativa da amplitude de movimento de cotovelo (grupo controle = 14,90  $p = 0,021$ / grupo experimental = 16,95  $p = 0,008$ ), mas, quando comparada ao placebo não se observa diferença. Há melhora da ativação dos músculos de membro superior durante as tarefas solicitadas, com melhora na atividade eletromiográfica de tríceps significativa que realizou EMG-B (grupo controle = 6,92  $p = 0,15$  / grupo experimental = 14,21  $p = 0,035$ )<sup>18</sup> (A).

Pacientes com hemiplegia crônica e limitação para função manual que realizaram tratamento de Terapia Ocupacional e aplicação de Estimulação Elétrica Funcional (TO + FES) duas vezes por semana, comparado ao tratamento de *Biofeedback*, EMG-BFB, além de TO + FES, no período de doze meses, observa-se resultados significativos aos seis e doze meses para melhora de amplitude de movimento, ADM, de punho nos dois grupos (grupo TO + FES: inicial 30,71 ± 53,33 / após seis meses 38,21 ± 60,80 / após doze meses 39,29 ± 62,29 e grupo EMG-BFB: inicial 33,87 ± 51,10 / após seis meses 75,81 ± 53,28 / após doze meses 101,93 ± 51,54 com  $p < 0,001$ ); e melhora ADM de cotovelo (grupo TO + FES: baseline 48,21 ± 60,43 / após 06 meses 66,43 ± 61,78 / após doze meses 74,28 ± 63,97 e grupo EMG-BFB: inicial 79,03 ± 53,43 / após seis meses 125,81 ± 29,86 / após doze meses 140,64 ± 27,32 com  $p < 0,001$ ). Observou-se também melhora significativa da função manual (grupo TO + FES: inicial 20,18 ± 35,92 / após seis meses 24,15 ± 37,02 / após doze meses 25,15 ± 37,46 e grupo EMG-BFB: inicial 27,06 ± 33,81 / após seis meses 47,80 ± 33,63 / após doze meses 57,56 ± 35,58 com  $p < 0,001$ ) e destreza manual (grupo TO + FES: inicial 0,0073 ± 0,1608 / após seis meses 0,0092 ± 0,1929 e grupo EMG-BFB: inicial 0,0082 ± 0,1581 / após seis meses 0,209 ± 0,2119 / após doze meses 0,2461 ± 0,2346 com  $p < 0,001$ ). Houve também redução da espasticidade nos dois grupos para flexores de cotovelo (grupo TO+FES: inicial 1,37 ± 0,85 / após seis meses 0,98 ± 0,77 / após doze meses 0,84 ± 0,63 e grupo EMG-BFB: inicial 1,74 ± 0,78 / após seis meses 1,08 ± 0,61 / após doze meses 0,74 ± 0,50 com  $p < 0,001$ ) e flexores de punho (grupo TO+FES: inicial 1,34 ± 0,92 / após seis meses 1,00 ± 0,72 / após doze meses 0,86 ± 0,62 e grupo EMG-BFB inicial 1,66 ± 0,77 / após seis meses 1,08 ± 0,62 / após doze meses 0,72 ± 0,48 com  $p < 0,001$ ). A comparação entre os grupos não demonstrou diferenças significativas nos itens referentes à destreza manual ( $p = 0,067$ ), ADM de cotovelo ( $p = 0,07$ ), espasticidade de cotovelo ( $p = 0,47$ ) e espasticidade de punho ( $p = 0,59$ ), porém demonstrou diferenças significativas nos itens referentes à ADM de punho ( $p = 0,02$ ) e função manual ( $p = 0,02$ ), em favor do tratamento com *Biofeedback*. Os instrumentos de avaliação utilizados foram Escala de Asworth Modificada, *Minnesota Manual Dexterity Test* e *Hand Function Test*<sup>19</sup> (A).

A utilização de *Biofeedback* por eletromiografia de superfície com objetivo de recuperação da função motora, em pacientes com hemiplegia pós-AVE, não demonstra efeitos para melhora de amplitude de movimento e habilidade funcional, porém existem evidências de melhora na amplitude de movimento de articulações de membro superior, função motora, recuperação funcional e qualidade da marcha quando associado ao tratamento de reabilitação convencional, como fisioterapia. Não foi possível concluir se os benefícios observados podem ser mantidos ou tendem a sofrer redução ao longo do tempo. Concluiu-se também

que o EMG-BFB pode ser considerado um tratamento seguro, pois não houve relatos de efeitos adversos nos estudos analisados e que há necessidade de estudos controlados randomizados, com poder de evidência adequado e instrumentos de avaliação padronizados para verificar a eficácia do tratamento com *Biofeedback*<sup>20</sup> (A).

#### RECOMENDAÇÃO

A utilização do *Biofeedback*, EMG-BFB, na reabilitação de pacientes com hemiplegia pós-AVE, com enfoque nos membros superiores, demonstra evidências de benefícios para melhora de amplitude de movimento articular, atividade muscular, redução da espasticidade, melhora da função motora e para o desempenho das atividades diárias.

Por isso, o EMG-BFB não consiste em um tratamento de rotina para pacientes com hemiplegia, mas sim, em um recurso terapêutico complementar ao tratamento de reabilitação convencional, que pode aperfeiçoar os resultados e que demonstram benefícios em um período mais curto de tratamento na medida em que proporciona uma melhora da percepção corporal e conscientização dos movimentos por parte do paciente, que por sua vez, apresenta respostas motoras mais eficazes e em menor período de tempo, se comparado às situações terapêuticas em que não recebe esse tipo de *feedback*.

Os instrumentos de avaliação de amplitude de movimento, espasticidade, função motora, desempenho funcional, função manual e propriocepção devem ser aplicados de modo padronizado para avaliar os benefícios desse tipo de tratamento para cada caso e devem estar associados à análise da atividade muscular apresentada pelo equipamento, que deve ser realizada, continuamente.

Para melhor definição sobre a eficácia da utilização do *Biofeedback* e para demonstrar de forma mais padronizada e com qualidade metodológica adequada, os benefícios observados na prática clínica, o que poderá permitir que o EMG-BFB seja reconhecido como um importante recurso terapêutico no tratamento de pacientes com hemiplegia pós-AVE, e que mais pessoas tenham acesso a esse tipo de tratamento, que pode contribuir de forma positiva na reabilitação.

#### 5. QUAIS OS BENEFÍCIOS DO TREINO BILATERAL EM COMPARAÇÃO AO TREINO UNILATERAL NO TRATAMENTO DO PACIENTE PÓS-AVE EM FASE CRÔNICA?

Em relação ao treinamento unilateral, o treinamento bilateral de membros superiores, ambos combinados à estimulação neuromuscular, aplicado em sessões de noventa minutos, quatro dias por semana, durante duas semanas, é superior na melhora do tempo de movimento ( $p < 0,01$ ), de velocidade ( $p < 0,038$ ) e variação da velocidade ( $p < 0,029$ ), bem como no tempo de desaceleração do movimento ( $p < 0,026$ ) no membro superior parético<sup>21</sup> (B).

O treinamento bilateral também produz impactos positivos na generalização de movimentos, ou seja, na transferência distal para proximal do membro superior acometido por AVE em fase crônica<sup>21</sup> (B).

Pacientes acometidos por AVE em fase crônica, média de 6,3 anos após o episódio, apresentam melhora significativa da habilidade motora do membro superior parético após seis dias de treinamento bilateral (*Modified Motor Assessment Scale* - MAS score:  $p = 0,0234$ ), bem como diminuição da excitabilidade do córtex motor no hemisfério não afetado (TMS:  $p = 0,09$ ). Quando comparado ao treino unilateral, o treinamento bilateral é superior na recuperação da função do membro superior parético (MAS score:  $p = 0,0094$ ) e não há diferença na excitabilidade do córtex motor no hemisfério não afetado ( $p > 0,7$ )<sup>22</sup> (A).

No entanto, não há evidências de melhora por meio de variáveis cinéticas após a intervenção quando comparado ao treino unilateral<sup>22</sup> (A).

Comparado ao treino unilateral, o treinamento bilateral promove melhora da velocidade de movimentos do membro superior parético ( $p < 0,01$ ), bem como da precisão e suavidade nas tarefas de alcance ( $p < 0,001$ ). Há correlação entre a melhora da velocidade e da performance do componente de tempo do *Wolf Motor Arm Test* ( $p < 0,045$ )<sup>23</sup> (A).

O treinamento bilateral, realizado durante seis semanas, três vezes por semana, em sessões de uma hora, melhora as habilidades bimanuais (*Wolf Time*:  $p < 0,03$ ; *Wolf Weight*:  $p < 0,015$ ) enquanto o treinamento unilateral melhora a performance apenas nas tarefas de alcance unilaterais (*Wolf Time*:  $p < 0,10$ ; *Wolf Weight*  $p < 0,05$ )<sup>23</sup> (A).

O treinamento bilateral realizado em pacientes acometidos por AVE, crônico, com incapacidade moderada do membro superior parético (score *Fugl-Meyer Upper Extremity*: 19 - 40) é superior em relação ao treinamento unilateral, realizado durante oito semanas, três vezes por semana, com sessões de uma hora, na melhora da estabilidade e movimento de ombro (*Motor Assessment Scale/Upper Arm Function*:  $p > 0,021$ )<sup>24</sup> (A).

Também há melhora significativa a partir do treinamento bilateral, não comparado ao treinamento unilateral, de 27% na função de estabilidade e movimento de ombro e 18% na função global do membro superior, ou seja, em todos os itens da *Motor Assessment Scale*, incluindo as funções motoras grossa e fina ( $p = 0,02$ )<sup>24</sup> (A).

O treinamento bilateral promove aumento de força muscular para flexão de ombro ( $p = 0,002$ ), flexão de punho ( $p = 0,029$ ) e extensão de dedos ( $p = 0,05$ )<sup>24</sup> (A).

#### RECOMENDAÇÃO

O treinamento com atividades funcionais bilaterais para membros superiores de pacientes acometidos por AVE em fase crônica, com incapacidade leve à moderada, realizado entre dois e oito semanas é superior em relação ao treinamento unilateral na melhora funcional do membro superior parético, porém com maior evidência para ganhos proximais, movimentação de ombro e cotovelo, quando avaliados por *Motor Assessment Scale*, MAS. Também há superioridade do treinamento bilateral nos componentes; cinemáticos, velocidade, desaceleração e suavidade do movimento durante desempenho nas atividades de alcance com membros superiores.

Por outro lado, a aplicação do treinamento bilateral de forma isolada melhora a força muscular para movimentos de flexão de ombro, flexão de punho e extensão de dedos, correspondente à melhora da função global em habilidades bimanuais.

#### 6. A TERAPIA ASSISTIDA POR ROBÔ É EFICAZ NA MELHORA DE CONTROLE MOTOR DO MEMBRO SUPERIOR HEMIPLÉGICO NA FASE CRÔNICA PÓS-AVE?

A terapia assistida por robô, realizada três vezes por semana durante seis semanas com sessões de uma hora, aplicada em pacientes pós-AVE em fase crônica, média de trinta e um meses após o episódio, reduz, significativamente, a incapacidade, moderada a grave, do membro superior parético (*Fugl-Meyer*:  $p = 0,001$ ), com maior evidência para ganhos em ombro e cotovelo (*Motor Status Scale score*:  $p = 0,01$ ), bem como produz melhora de força muscular também em músculos de ombro e cotovelo (*Medical Research Council*:  $p < 0,0001$ ). Para os movimentos de punho e mão, há melhora moderada ( $p = 0,03$ ), porém inespecífica. Não há evidência de melhora da

dor em ombro após a intervenção ( $p = 0,07$ ), bem como de melhora da espasticidade ( $p = 0,23$ )<sup>25,26</sup> (A).

Comparada à terapia robótica sensoriomotora, ou seja, com movimentos assistidos pelo robô, a terapia progressivo-resistida, força oposta gerada pelo robô, produz melhora, mais significativa, nos movimentos de punho e mão (MSS:  $p = 0,006$ ), considerando que a terapia progressiva-resistida foi realizada por um período de três semanas<sup>25,26</sup> (A).

No período de quatro meses após a intervenção, há evidências significativas de manutenção dos ganhos relacionados à movimentação voluntária (*Fugl-Meyer*:  $p < 0,0001$ ) e força muscular (*Medical Research Council*:  $p < 0,0001$ ) em membro superior, com maior significância para movimentos de ombro e cotovelo (*Motor Status Scale score*:  $p < 0,0001$ )<sup>25,26</sup> (A).

Quando comparadas duas técnicas robóticas, treino de resistência e treino ativo-assistivo com sessões de uma hora, três vezes por semana, durante seis semanas, totalizando dezoito horas de intervenção, não há diferenças quanto ao ganho de movimentação voluntária, na melhora de força e tônus muscular. Existem maiores evidências de melhora da movimentação voluntária do membro superior parético em pacientes com incapacidade leve do que naqueles com incapacidade severa<sup>27</sup> (A).

Pacientes com tempo maior que doze meses após AVE, com incapacidade moderada à severa do membro superior, recebendo treinamento em componentes funcionais de tarefas sem assistência tecnológica, durante 3,5h por dia, cinco dias por semana, durante doze semanas, apresentam melhora significativa na função do membro superior após a intervenção com terapia robótica, com ênfase em ombro e cotovelo, quando comparada à estimulação neuromuscular funcional, FNS, aplicada em músculos de punho e dedos, ambas durante 1,5h por dia, (*Arm Motor Ability Test*:  $p = 0,026$ ) com maior evidência para as tarefas que incluem componentes de movimentos para ombro e cotovelo (AMAT-S/E:  $p = 0,023$ ). Em contraste, a FNS melhora o desempenho do membro superior parético em tarefas que incluem componentes de movimentos distais, punho e mão, (AMAT-W/H:  $p = 0,049$ )<sup>28</sup> (A).

Tanto a FNS quanto à terapia robótica, produzem melhora significativa na movimentação voluntária e sinérgica do membro superior parético (*Fugl-Meyer UE*:  $p = 0,028$  e  $p = 0,026$ , respectivamente)<sup>28</sup> (A).

Quanto à melhora da precisão e suavidade do movimento, a terapia robótica ( $p = 0,042$ ,  $p = 0,013$ , respectivamente) é mais eficaz quando comparada à FNS ( $p = 0,69$ ,  $p = 0,190$ , respectivamente)<sup>28</sup> (A).

No período de seis meses após a intervenção, não há evidências de manutenção dos ganhos tanto para a FNS quanto para a terapia robótica<sup>28</sup> (A).

Comparada à terapia intensiva, a terapia assistida pelo robô Interactive Motion aplicada em pacientes com tempo maior que seis meses após AVE, com incapacidade moderada a grave, administrada em dezoito sessões de uma hora, três vezes por semana, durante seis semanas ou trinta e seis sessões de uma hora, três vezes por semana, durante período de doze semanas, não produz evidências de melhora na movimentação voluntária, bem como na funcionalidade do membro superior parético pelas escalas de *Fugl-Meyer Upper Limb*, *Motor Power Scale for Shoulder/Elbow* e *Wolf Motor Function*<sup>29,30</sup> (A).

Não há evidências de menor custo da terapia robótica quando comparada ao tratamento intensivo<sup>29,30</sup> (A).

Para pacientes também com tempo maior que seis meses após o episódio de AVE, para todos os níveis de incapacidade, leve, moderada

e severa, a terapia robótica com o *mirror image movement enabler*, MIME, distribuída em vinte e quatro sessões com cinquenta minutos, durante dois meses, quando comparada à terapia convencional de igual intensidade e duração, é superior quanto à melhora da movimentação voluntária proximal (Fugl-Meyer:  $p < 0,03$ ), tanto no primeiro mês (Fugl-Meyer:  $p < 0,05$ ) e quanto segundo mês (Fugl-Meyer:  $p < 0,05$ ), bem como da força muscular proximal ( $p < 0,02$ ) após dois meses da intervenção. Com relação ao alcance, a terapia robótica é superior à terapia convencional ( $p < 0,01$ ) após dois meses de tratamento<sup>31</sup> (A).

Não há diferença entre a terapia robótica e a terapia convencional quanto à melhora da movimentação voluntária do membro superior parético após seis meses de intervenção, bem como quanto à melhora da funcionalidade, Índice de Barthel, Medida de Independência Funcional<sup>31</sup> (A).

A terapia robótica realizada por cinquenta minutos, vinte e quatro sessões durante dois meses, produz melhora expressiva tanto na movimentação voluntária proximal (Fugl-Meyer:  $p < 0,001$ ) quanto na movimentação distal (Fugl-Meyer:  $p < 0,001$ ). Há evidências de melhora (MIF:  $p < 0,04$ ) da funcionalidade após seis meses de intervenção com a terapia robótica. Com relação à força muscular, a terapia robótica produz ganhos significativos na extensão de cotovelo, abdução, adução flexão de ombro ( $p < 0,05$ )<sup>31</sup> (A).

Com o equipamento de tecnologia robótica acoplado à realidade virtual, após vinte e quatro sessões, pacientes com AVE incapacidade moderada a severa, não há diferença quando comparado a exercícios convencionais semiautônomos, supervisão parcial de terapeutas, relacionada à funcionalidade do membro superior parético, porém há melhora expressiva na força de preensão ( $p = 0,01$ ). Tanto a terapia robótica quanto a terapia convencional produzem melhora modesta na função do membro superior. Após seis meses de intervenção, a terapia robótica apresenta superioridade em relação à terapia convencional quanto ao ganho de movimentação voluntária (Fugl-Meyer:  $p = 0,045$ ). A terapia robótica produz resultados com maior evidência para ganhos em membro superior proximal<sup>32</sup> (A).

Noventa por cento dos pacientes manifestam preferência pelo equipamento de tecnologia robótica acoplado à realidade virtual em relação à terapia convencional<sup>32</sup> (A).

#### RECOMENDAÇÃO

Há duas técnicas específicas provenientes dos sistemas de tecnologia robótica: treinamento ativo-assistido pelo robô ou treinamento resistido pelo robô. As duas técnicas, aplicadas três vezes por semana, durante período variável de seis a doze semanas, produzem resultados modestos, porém expressivos de melhora da funcionalidade do membro superior parético, mais, especificamente, proximal, em pacientes com AVE em fase crônica, com incapacidade leve, moderada e severa. Existem poucas evidências de que tais ganhos são mantidos após seis meses de intervenção.

No entanto, quando tais técnicas são comparadas à terapia convencional intensiva, padronizada e repetitiva não há diferença quanto aos resultados. Comparada à estimulação funcional neuromuscular, a terapia robótica é superior quanto à melhora da precisão e suavidade dos movimentos.

Por outro lado, o sistema aplicado por vinte e quatro sessões com cinquenta minutos, durante dois meses, quatro semanas, melhora, significativamente, a função do membro superior parético e da funcionalidade durante atividades de vida diária após a intervenção, porém não há evidência de manutenção de tais ganhos após seis meses.

Não existem evidências suficientes quanto à eficácia da terapia robótica na melhora do controle motor do membro superior parético de pacientes acometidos por AVE em fase crônica.

#### 7. O TREINO DE MARCHA EM ESTEIRA COM SUPORTE DE PESO CORPORAL OU NÃO, É MAIS EFETIVO QUE O TREINO DE MARCHA EM SOLO ESTÁVEL EM PACIENTES HEMIPLÉGICOS?

O treino de marcha dos pacientes hemiplégicos em esteira apresenta significativa melhora em relação aos pacientes que fazem o treino de marcha em solo. A melhora se dá em relação à distância ( $p < 0,04$ ), velocidade ( $p < 0,003$ ), comprimento da passada de perna D ( $p < 0,009$ ) e perna E ( $p < 0,003$ ) e largura do passo, bilateralmente, ( $p < 0,01$ ), indicando o uso mais simétrico dos membros inferiores<sup>33</sup> (A). Pacientes que realizam o treino de marcha em esteira com suspensão de peso corporal, associado ou não à estimulação elétrica do membro inferior e pacientes que realizam o treino de marcha em solo apresentam melhora na marcha; teste de dez metros ( $p < 0,001$ ), teste dos seis minutos ( $p < 0,001$ ), teste na escala MMAS, *Modified Motor Assessment Scale*, ( $p < 0,001$ ), teste de equilíbrio dinâmico ( $p < 0,001$ ). No entanto, não há diferenças entre os grupos. Uma possibilidade para essa semelhança se encontra no fato dos pacientes randomizados para o treino em solo terem treinado em velocidades superiores aos 2 k/h do protocolo da esteira e também sem bengala, com média de idade de cinquenta e dois anos<sup>34</sup> (A). Pacientes que realizam treino de marcha em esteira com suspensão de peso corporal apresentam melhora no padrão de marcha, verificado por meio do equilíbrio funcional ( $p = 0,001$ ), recuperação motora ( $p = 0,001$ ), velocidade de marcha ( $p = 0,029$ ), resistência à marcha ( $p = 0,018$ ), quando comparados aos pacientes que realizam o treino de marcha em esteira sem a suspensão de peso corporal<sup>35</sup> (A).

#### RECOMENDAÇÃO

O treino de marcha para pacientes hemiplégicos na esteira ergométrica com ou sem o suporte de peso corporal é efetivo. No entanto, o treino de marcha em solo também proporciona ganhos funcionais para o paciente hemiplégico.

#### 8. QUAL É O TREINO DE EQUILÍBRIO POSTURAL MAIS EFICAZ PARA PACIENTES COM AVE CRÔNICO?

No treinamento do equilíbrio do paciente com AVE, crônico, alguns aspectos têm que ser levados em consideração como, por exemplo: as estratégias de equilíbrio adotadas pelos pacientes, reflexos posturais, o equilíbrio estático, a distribuição do peso nos membros inferiores, MMII, e o risco de queda do paciente. A escala de *Berg Balance*, o teste do *Timed Up and Go*, TUG, o tempo da estratégia de equilíbrio do passo e a distribuição do peso corporal nos MMII medido por plataforma de força são bons medidores para avaliar o risco de queda e a mobilidade dos pacientes e podem ser aplicados antes e depois dos treinamentos. Técnicas de fisioterapia convencional, como alongamentos de MMII, principalmente, dos grupos musculares espásticos dos pacientes com AVE, fortalecimento muscular em posturas mais altas como em bipedestação<sup>36</sup> (A), treinamento de mudança postural sentado para bipedestação, treino de marcha e de equilíbrio<sup>37</sup> (A). Demais técnicas objetivando equilíbrio dinâmico, por exemplo, o treinamento da agilidade do paciente por meio de diferentes tipos de marcha; marcha em oito, marcha com passos de comprimento e velocidade diferentes, andar de lado, andar cruzado, andar sobre obstáculos<sup>36</sup> (A). No treinamento, sentado para bipedestação, pode ser feito em solo rígido ou solo esponjoso, o ângulo de flexão do joelho pode

ser alterado de 105° para 90° e depois para 75°, dificultando a tarefa e exigindo mais força da musculatura extensora de joelho<sup>37</sup> (A). Distinta técnica utilizada e que pode ser combinada com todas as outras é a omissão da informação visual: fechando os olhos dos pacientes<sup>36,37</sup> (A).

#### RECOMENDAÇÃO

O treinamento de equilíbrio mais eficaz é aquele que associa a fisioterapia convencional com técnicas de agilidade e oferece o maior número de experiências sensoriais.

#### 9. O TREINAMENTO DE MARCHA COM UTILIZAÇÃO DE ÓRTESE É MAIS EFICAZ PARA MELHORA DO PADRÃO DE MARCHA DO PACIENTE HEMIPARÉTICO DO QUE O TREINO SEM ÓRTESE?

Em geral os pacientes que realizam teste de marcha com órteses apresentam melhores resultados quando comparado ao mesmo teste sem órtese<sup>38-41</sup> (A). Existe uma diferença no desempenho da marcha quando a avaliação é realizada com pacientes que já estão habituados ao uso de órtese em seu cotidiano. Esses são capazes de realizar os testes com melhora superior do padrão de marcha quando comparados aos que utilizaram o recurso pela primeira vez<sup>38</sup> (A). O gasto energético costuma ser inferior nos pacientes que realizam a marcha com órtese. Além disso, o comprimento do passo e a fase de balanço aumentam, diminuindo, consideravelmente, a fase de apoio duplo<sup>41</sup> (A).

A utilização da órtese pode ser associada ao uso de estimulação elétrica para ativar musculatura dorsiflexora no paciente hemiparético crônico. Nesse caso, a utilização da órtese isolada e da estimulação elétrica isolada quando comparados ao não uso de qualquer recurso apresentam melhores resultados. Quando comparados os dois recursos entre si não há diferenças expressivas e em geral a tendência é de melhores resultados apenas com a utilização da órtese anti-equina<sup>39</sup> (A).

A opinião do paciente sobre o procedimento é muito importante e deve ser considerada. Melhora da autoconfiança e da segurança para andar são relatadas quando se utiliza o recurso para estabilizar o tornozelo durante a marcha<sup>38,39</sup> (A). Além disso, deve-se observar a melhora de controle motor para escolher o recurso mais adotado a ser indicado para cada indivíduo<sup>40</sup> (A).

#### RECOMENDAÇÃO

Quando se discute a melhora do padrão de marcha, o treinamento com órtese apresenta melhores resultados quando comparado ao treino de marcha sem órtese. A órtese mais utilizada é a órtese tornozelo-pé/anti-equina, AFO, que é capaz de estabilizar melhor a articulação do tornozelo, dando melhor propriocepção ao membro hemiparético e consequente melhora na postura e padrão de marcha.

#### 10. A ESTIMULAÇÃO SENSORIAL COM USO DE TENS É EFICAZ NA MELHORA DO EQUILÍBRIO OU DOS PADRÕES DE MARCHA EM PACIENTES COM SEQUELA DE AVE?

A estimulação elétrica com uso da TENS é muito comumente utilizada na reabilitação com fim de analgesia, entretanto, existem parâmetros que podem ser fixados no equipamento de TENS que produzem efeitos apenas em nível sensorial. Tais efeitos sensoriais poderiam ser considerados como mais um instrumento de estimulação sensorial nos pacientes com sequelas de AVE. A modificação sensorial desses pacientes é, parcialmente, responsável pela alteração de equilíbrio e desordens na marcha<sup>42,43</sup> (A).

O uso da estimulação elétrica transcutânea, TENS, no pacientes com sequela de AVE em fase crônica, por sessenta minutos cinco vezes por semana por no mínimo quatro semanas nos parâmetros de 100 Hz de frequência e 0,2 ms de largura de pulso<sup>42,43</sup> é eficaz na melhora do pico de torque de dorsiflexores e plantiflexores,<sup>43</sup> além de ser eficaz na melhora da velocidade da marcha até três vezes mais<sup>42</sup> quando comparado ao não uso<sup>42,43</sup> (A).

Não houve evidências consistentes que suportassem o uso da TENS para melhora do equilíbrio no pacientes com sequela de AVE em fase crônica.

#### RECOMENDAÇÃO

Ao se tratar de estimulação elétrica transcutânea com parâmetros sensoriais para melhorada função de membros inferiores e padrão de marcha, o uso por sessenta minutos, cinco vezes por semana por no mínimo quatro semanas nos parâmetros de 100 Hz de frequência e 0,2 ms de largura de pulso é eficaz.

#### 11. O USO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA FUNCIONAL DIMINUI A ESPASTICIDADE NO PACIENTE PÓS-AVE EM FASE CRÔNICA?

Com o uso da estimulação elétrica nos músculos dorsiflexores de tornozelo, parâmetros da corrente: frequência 50 Hz e pulso de 0,4 ms, os pacientes apresentam diminuição expressiva da espasticidade pela Escala Modificada de Ashworth - MAS ( $p = 0,000$ )<sup>44</sup> (A). Quando os pacientes são tratados por meio da técnica Bobath e em metade do grupo utiliza-se a estimulação elétrica nos músculos dorsiflexores, parâmetros da corrente: frequência 100 Hz e pulso de 0,1 ms, os resultados dessa terapia combinada aponta uma diminuição significativa da espasticidade pela MAS ( $p = 0,0001$ )<sup>45</sup> (A). Usando outra metodologia, a estimulação elétrica na junção músculo-tendínea do músculo gastrocnêmio, parâmetros da corrente: frequência 20 Hz e pulso de 0,2 ms, há uma melhora significativa da espasticidade medida pela Escala Modificada de Ashworth, MAS<sup>46</sup> (B).

#### RECOMENDAÇÃO

O uso da estimulação elétrica diminui a espasticidade no membro inferior do paciente hemiplégico quando utilizada pelo princípio da inervação recíproca, músculos dorsiflexores do tornozelo, ou pelo princípio do aumento da ativação das fibras Ib, junção músculo-tendínea do músculo gastrocnêmio.

#### 12. O USO DA REALIDADE VIRTUAL COMO INTERVENÇÃO TERAPÊUTICA PROMOVE BENEFÍCIOS AO PACIENTE COM SEQUELA DE AVE CRÔNICO?

Realidade virtual refere-se a um amplo espectro de tecnologias que apresentam informações sensoriais, visuais e proprioceptivas, geradas, artificialmente, por simuladores de objetos e eventos do mundo real<sup>53</sup> (B).

Várias são as respostas esperadas com o uso de tal tecnologia. Desde melhora do equilíbrio<sup>47</sup> (B), função de membros superiores<sup>50,56</sup> (B) <sup>55</sup> (C)<sup>57</sup> e marcha<sup>49</sup> (B),<sup>54</sup> (A) até melhora cognitiva e de autonomia<sup>51,52</sup> (B).

**Equilíbrio Estático:** Não há evidências que confirmem a eficácia do uso de realidade virtual como recurso terapêutico para pacientes com sequela de AVE crônico, utilizando-se do programa de realidade virtual em sessões de trinta minutos, quatro vezes por semana<sup>47</sup> (B).

**Equilíbrio Dinâmico:** Há melhora no equilíbrio dinâmico dos pacientes com sequela de AVE crônico com o uso de terapia virtual como recurso terapêutico, utilizando-se o programa de realidade virtual em sessões de trinta minutos, quatro vezes por semana<sup>47</sup> (B).



**Melhora da Marcha:** O uso da realidade virtual associado ao treino de marcha em esteira, oferece melhora de até doze vezes na velocidade da marcha do paciente com sequela de AVE em fase crônica, quando utilizado equipamento *Rutgers Ankle Rehabilitation System*, RARS, três vezes por semana, por quatro semanas por sessenta minutos em cada intervenção ou com o sistema de realidade virtual *Fastrack Polhemus*, por vinte minutos cada sessão, três vezes por semana por ao menos três semanas<sup>49</sup> (B)<sup>54</sup> (A). Também ocorre melhora no controle dos membros inferiores nas fases de desprendimento dos dedos na fase de pré-balanço da marcha, quando utilizado o programa *IRES VR* em sessões de sessenta minutos, cinco vezes por semana por, ao menos, quatro semanas<sup>48,49</sup> (B).

**Melhora da Amplitude de Movimento:** Não existem evidências que comprovem que o uso da realidade virtual melhoraria a amplitude de movimento de membros inferiores, quando utilizado equipamento de realidade virtual para membros inferiores, três vezes por semana, por quatro semanas e aproximadamente sessenta minutos de cada intervenção<sup>49</sup> (B). Entretanto, tratando-se de membros superiores, o uso de programa de realidade virtual melhora em 80% na amplitude de movimento de polegar e de 20% nos demais dedos, quando utilizado o equipamento *Rutgers Master II-ND* e a *Cyber Glove*, ao menos por treze treinamentos, cinco vezes por semana durante três semanas<sup>57</sup> (B).

**Melhora da função de membros superiores:** O uso de treinamento com programas de realidade virtual para recuperação funcional de membros superiores é capaz de diminuir até quatro vezes o tempo de realização de tarefas que requerem habilidades motoras finas, quando utilizado o equipamento *Rutger Master II-ND*, ou mesa de trabalho com semiimersão em realidade virtual ou o programa *Virtual Mall*, *Vmall*, ou utilizando-se o video game *Nintendo Wii Tods* por sessenta minutos cada sessão, quatro a cinco vezes por semana, por ao menos quatro a cinco semanas<sup>40</sup> (A)<sup>55,57</sup> (C)<sup>56</sup> (B). Existe melhora funcional com poder de diferença de 95,68%<sup>55</sup> (C). O mesmo protocolo no equipamento *Rutgers Master II-ND* também promove melhora de até 118% no fracionamento do uso dos dedos do paciente com sequela de AVE em fase crônica<sup>57</sup> (B).

**Melhora comportamental:** Não existe diferença em relação às questões comportamentais, cognitivas ou de autonomia com o uso de programa de realidade virtual para pacientes com sequela de AVE em fase crônica, quando utilizado programa de realidade virtual não imersiva ou com o programa *2DVR*, em sessões de quarenta e cinco minutos, três vezes por semana por ao menos trinta e quatro semanas<sup>51,52</sup> (B).

#### RECOMENDAÇÃO

O uso da Realidade virtual em sessões de sessenta minutos, quatro a cinco vezes por semana durante quatro a cinco semanas, é capaz de melhorar o equilíbrio dinâmico, o padrão de marcha, a amplitude de movimento de membros inferiores e superiores e a função de membros superiores, em pacientes com sequela de AVE em fase crônica.

#### 13. O FORTALECIMENTO MUSCULAR É EFETIVO PARA A MELHORA FUNCIONAL DO PACIENTE COM AVE CRÔNICO?

O treinamento de força muscular deve ser feito com uma combinação de exercícios, por três vezes na semana e no mínimo por três meses. A organização do treino deve começar com um aquecimento de quinze a vinte minutos para aumentar a circulação e a mobilidade e depois iniciar os exercícios de resistência muscular com um circuito de exercícios incluindo: bicicleta ergométrica, levantar e abaixar

peso de, aproximadamente, 1,5 kg, exercícios em bola terapêutica, andar com caneleiras, exercícios para membros superiores feitos em pé com resistência elástica, subida e descida de escada. O tempo de treinamento desse circuito deve aumentar, progressivamente, de quinze minutos a quarenta minutos. Para finalizar o treino, exercícios de alongamentos globais feitos em pé. Os ganhos funcionais desse tipo de treinamento podem ser avaliados por questionários como *SF -36* que na parte física avalia atividades de vida diárias, o *Time Up and Go (TUG)* e com testes de gasto energético na marcha<sup>58</sup> (A).

#### RECOMENDAÇÃO

O treinamento de força é efetivo para a melhora funcional no paciente com AVE crônico quando feito em forma de circuito com treinamento aeróbico e atividades que simulem a vida diária.

#### 14. O BIOFEEDBACK COM ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE MELHORA O PADRÃO DE MARCHA NO PACIENTE COM AVE CRÔNICO?

Quando comparados pacientes pós-AVE crônico que fazem fisioterapia convencional com os que fazem a fisioterapia com eletromiografia com *biofeedback* auditivo e visual, observa-se que esse último apresenta melhora no recrutamento muscular de tibial anterior para dorsiflexão durante a marcha, após a intervenção<sup>59</sup> (A)<sup>60</sup> (B). Na análise da marcha em laboratório de marcha o comprimento de passo e velocidade da marcha não muda<sup>59</sup> (A). A melhora no padrão de marcha se dá devido ao aumento de força para dorsiflexão e a capacidade de vencer o pé caído durante a fase de balanço da marcha<sup>60</sup> (B).

#### RECOMENDAÇÃO

A eletromiografia com *biofeedback* aumenta a força muscular e melhora a locomoção funcional em pacientes com hemiparesia e pé caído.

## REFERÊNCIAS

1. Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP, Taub E, Uswatte G, Morris D et al. Effect of constraint-induced movement therapy on upper extremity function 3 to 9 months after stroke: the excite randomized clinical trial. *JAMA* 2006;296:2095-2104.
2. Wu CY, Chen CL, Tang SF, Lin KC, Huang YY, Ching-yi Wu, Chia-ling Chen, et al. Kinematic and clinical analyses of upper-extremity movements after constraint-induced movement therapy in patients with stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(8):964-70.
3. Brogardh C, Flansbjerg UB. What is the long-term benefit of constraint-induced movement therapy? a four-year follow-up. *Clin Rehabil*. 2009;23:418-423.
4. Dahl AE, Askim T, Stock R, Langorgen E, Lydersen E, Indredavik B. Short and long-term outcome of constraint-induced movement therapy after stroke: a randomized controlled feasibility trial. *Clin Rehabil*. 2008;22:436-447.
5. Lin K, Chang Y, Wu C, Chen Y. Effects of constraint-induced therapy versus bilateral arm training on motor performance, daily functions, and quality of life in stroke survivors. *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23(5):441-8.
6. Tong RK, Chung KY. Bilateral upper limb training with functional electric stimulation in patients with chronic stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23(4):357-65.
7. Hara Y, Ogawa S, Tsujiuchi K, Muraoka Y. A Home-based rehabilitation program for the hemiplegic upper extremity by power-assisted functional electric stimulation. *Disabil Rehabil*. 2008;30(4):296-304.
8. Lannin NA, Cusick A, McCluskey A, Herbert RD. Effects of splinting on wrist contracture after stroke: a randomized controlled trial. *Stroke* 2007;38(1):111-6.
9. Bürge E, Kupper D, Finckh A, Ryerson S, Schnider A, Leemann B. Neutral functional realignment orthosis prevents hand pain in patients with subacute stroke: a randomized trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(10):1857-62.
10. Lai JM, Francisco GE, Willis FB. Dynamic splinting after treatment with botulinum toxin type-A: a randomized controlled pilot study. *Adv Ther*. 2009;26(2):241-8.
11. Sheehan JL, Winzeler-Merçay U, Mudie MH. A randomized controlled pilot study to obtain the best estimate of the size of the effect of a thermoplastic resting splint on spasticity in the stroke-affected wrist and fingers. *Clin Rehabil*. 2006;20(12):1032-7.

12. McPherson JJ, Kreimeyer D, Aalderks M, Gallagher T. A comparison of dorsal and volar resting hand splints in the reduction of hypertonus. *Am J Occup Ther.* 1982;36(10):664-70.
13. Pizzi A, Carlucci G, Falsini C, Verdesca S, Grippo A. Application of a volar static splint in poststroke spasticity of the upper limb. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(9):1855-9.
14. Fujiwara T, Liu M, Hase K, Tanaka N, Hara Y. Electrophysiological and clinical assessment of a simple wrist-handsplint for patients with chronic spastic hemiparesis secondary to stroke. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2004;44(7):423-9.
15. Lannin NA, Herbert RD. Is hand splinting effective for adults following stroke? A systematic review and methodologic critique of published research. *Clin Rehabil.* 2003;17(8):807-16.
16. Doğan-Aslan M, Nakipoğlu-Yüzer GF, Doğan A, Karabay I, Özgürin N. The effect of electromyographic biofeedback treatment in improving upper extremity functioning of patients with hemiplegic stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* Epub 2010 Sep 29.
17. Armagan O, Tascioglu F, Oner C. Electromyographic biofeedback in the treatment of the hemiplegic hand: a placebo-controlled study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2003;82:856-61.
18. Wolf SL, Catlin PA, Blanton S, Edelman J, Lehrer N, Schroeder D. Overcoming limitations in elbow movement in the presence of antagonist hyperactivity. *Phys Ther.* 1994;74(9):826-35.
19. Lourenção MI, Battistella LR, de Brito CM, Tsukimoto GR, Miyazaki MH. Effect of biofeedback accompanying occupational therapy and functional electrical stimulation in hemiplegic patients. *Int J Rehabil Res.* 2008;31(1):33-41.
20. Woodford H, Price C. EMG biofeedback for the recovery of motor function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007;(2):CD004585.
21. Cauraugh JH, Kim SB, Duley A. Coupled bilateral movements and active neuromuscular stimulation: Intralimb transfer evidence during bimanual aiming. *Neurosci Lett.* 2005;382:39-44.
22. Summers JJ, Kagerer FA, Garry MI, Hiraga CY, Loftus JA, Cauraugh JH. Bilateral and unilateral movement training on upper limb function in chronic stroke patients: a TMS study. *J Neurological Sci.* 2007;252:76-82.
23. Waller SM, Liu W, Whittall J. Temporal and spatial control following bilateral versus unilateral training. *Hum Mov Sci.* 2008;27(5):749-758.
24. Stoykov ME, Lewis GN, Corcos DM. Comparison of bilateral and unilateral training for upper extremity hemiparesis in stroke. *Neurorehabil Neural Repair.* 2009;23:945.
25. Fasoli SE, Krebs HI, Stein J, Frontera WR, Hogan N. Effects of robotic therapy on motor impairment and recovery in chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84:477-82.
26. Fasoli SE, Krebs HI, Stein J, Frontera WR, Hughes R, Hogan N. Robotic therapy for chronic motor impairments after stroke: follow-up results. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85:1106-11.
27. Stein J, Krebs HI, Frontera WR, Fasoli SE, Hughes N. Comparison of two techniques of robot-aided upper limb exercise training after stroke. *Am J Phys Med Rehabil.* 2004;83:720-8.
28. Daly JJ, Hogan N, Perepezko EM, Krebs HI, Rogers JM, Goyal KS, et al. Response to upper-limb robotics and functional neuromuscular stimulation following stroke. *JRRD.* 2005;42(6):723-36.
29. Lo AC, Guarino PD, Richards LG, Haselkorn JK, Wittenberg GF, Federman DG, et al. Robot-assisted therapy for long term upper-limb impairment after stroke. *N Engl J Med.* 2010;362(19):1772-83.
30. Volpe BT, Lynch D, Rykman-Berland A, Ferraro M, Galgano M, Hogan N, et al. Intensive sensorimotor arm training mediated by therapist or robot improves hemiparesis in patients with chronic stroke. *Neurorehabil Neural Repair.* 2008;22:305-310.
31. Lum PS, Burgar CG, Shor PC, Majmundar M, Loss MV. Robot-Assisted movement training compared with conventional therapy techniques for the rehabilitation of upper-limb motor function after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83:952-9.
32. Husman SJ, Scott KM, Reinkensmeyer DJ. A Randomized controlled trial of gravity-supported, computer-enhanced arm exercise for individuals with severe hemiparesis. *Neurorehabil Neural Repair.* 2009;23:505-513.
33. Langhammer B, Stanghelle JK. Exercise on a treadmill or walking outdoors? a randomized controlled trial comparing effectiveness of two walking exercise programmes late after stroke. *Clin Rehabil.* 2010;24: 46-54.
34. Peurala SH, Tarkka IM, Pitkanen K, Sivenius J. The effectiveness of body weight-supported gait training and floor walking in patients with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86:1557-64.
35. Visintin M, Barbeau H, Bitensky KN, Mayo NE. A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation. *Stroke.* 1998; 1122-8.
36. Marigold DS, Eng JJ, Dawson AS, Inglis JT, Harris JE, Gylfadóttir S. Exercise leads to faster postural reflexes, improved balance and mobility, and fewer falls in older persons with chronic stroke. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53:416-423.
37. Tung FL, Yang YR, Lee CC, Wang RY. Balance outcomes after additional sit-to-stand training subjects with stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2010;24:533-542.
38. Wit DCM, Buurke JH, Nijlant JMM, Ijzerman MJ, Hermens HJ. The effect of an ankle-foot orthosis on walking ability in chronic stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2004;18:550-7.
39. Sheffler LR, Hennessey MT, Naples GG, Chae J. Peroneal nerve stimulation versus an ankle foot orthosis for correction of footdrop in stroke: impact on functional ambulation. *Neurorehabil Neural Repair.* 2006;20:355-60.
40. Chen C, Hong W, Wang C, Chen C, Wu K, Kang C, et al. Kinematic features of rear-foot motion using anterior and posterior ankle-foot orthoses in stroke patients with hemiplegic gait. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91:1862-68.
41. Thijsen DH, Paulus R, Uden CJ, Kooloos JG, Hopman MT. Decreased energy cost and improved gait pattern using a new orthosis in persons with long-term stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88:181-86.
42. Shamay SMNG, Christina WY. Hui-Chan: does the use of TENS increase the effectiveness of exercise for improving walking after stroke. A randomized controlled clinical trial. *Clin Rehabil.* 2009;23:1093-1103.
43. Shamay SMNG, Hui-Chan CWY. Transcutaneous electrical nerve stimulation combined with task related training improves lower limb functions in subjects with chronic stroke. *Stroke.* 2007;38:2953-9.
44. Mesci N, Ozdemir F, Kabayel DD, Tokuc B. The effects of neuromuscular electrical stimulation on clinical improvement in hemiplegic lower extremity rehabilitation in chronic stroke: a single-blind, randomised, controlled trial. *Disability Rehabil.* 2009; 31(24):2047-54.
45. Bakhtiyari AH, Fatemy E. Does electrical stimulation reduce spasticity after stroke? A randomized controlled study. *Clin Rehabil.* 2008;22:418-25.
46. Chen SC, Chen YL, Chen CJ, Lai CH, Chiang WH, Chen WL. Effects of surface electrical stimulation on the muscle-tendon junction of spastic gastrocnemius in stroke patients. *Disabil Rehabil.* 2005;27(3):105-10.
47. Kim JH, Jang SH, Kim CS, Jung JH, You JH. Use of virtual reality to enhance balance and ambulation in chronic stroke: a double blind, randomized controlled study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2009;88(9):693-701.
48. Sung H, Sung Ho Jang, Yun-Hee Kim, Mark Hallett, Sng Ho Ahn, Yoong-Hyun Kwon, et al. Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke: an experimenter-blind randomized study. *Stroke.* 2005;36:1166-71.
49. Mirelman A, Patrissi BL, Bonato P, Deutsch JE. Effects of virtual training on gait biomechanics of individuals post-stroke. *Gait Posture.* 2010;31:433-7.
50. Connelly L, Jia Y, Toro ML, Stoykov ME, Kenyon RV, Kamper DG. A pneumatic glove and immersive virtual reality environment for hand rehabilitative training after stroke. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2010;18(5):551-9.
51. Saposnik G, Teasell R, Mamdani M, Hall J, McLroy W, Cheung D, et al. Effectiveness of virtual reality using wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke.* 2010;41(7):1477-84.
52. Lam YS, Man DW, Tam SF, Weiss PL. Virtual reality training for stroke rehabilitation. *NeuroRehabilitation.* 2006;21(3):245-53.
53. Yip BC, Man DW. Virtual reality (VR) based community living skills training for people with acquired brain injury: a pilot study. *Brain Inj.* 2009;23(13-14):1017-26.
54. Yang YR, Tsai MP, Chuang TY, Sung WH, Wang RY. Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: a randomized controlled trial. *Gait Posture.* 2008;28(2):201-6.
55. Rand D, Katz N, Weiss PL. Intervention using the VMall for improving motor and functional ability of the upper extremity in post stroke participants. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2009;45(1):113-21.
56. Broeren J, Claesson L, Goude D, Rydmark M, Sunnerhagen KS. Virtual rehabilitation in an activity centre for community-dwelling persons with stroke. The possibilities of 3-dimensional computer games. *Cerebrovasc Dis.* 2008;26(3):289-96.
57. Boian R, Sharma A, Han C, Merians A, Burdea G, Adamovich S, et al. Virtual reality-based post-stroke hand rehabilitation. *Stud Health Technol Inform.* 2002;85:64-70.
58. Mead GE, Greig CA, Cunningham I, Lewis S, Dinan S, Saunders DH, Phil M, Fitzsimons C, Yong A. Stroke: a randomized trial of exercise or relaxation. *J Am Geriatr Soc.* 2007;55:892-99.
59. Intiso D, Santilli V, Grasso MG, Rossi R, Caruso I. Rehabilitation of walking with electromyographic biofeedback in foot-drop after stroke. *Stroke.* 1994;25(6):1189-92.
60. Moreland JD, Thomson MA, Fuoco AR. Electromyographic biofeedback to improve lower extremity function after stroke: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998; 79:134-40.