



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA  
FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

PROJECTO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

**Reaprendizagem Motora e Fisioterapia Neurológica – Revisão  
Bibliográfica**

Carina Isabel dos Santos Fernandes  
Estudante de Fisioterapia  
Escola Superior de Saúde - UFP  
19428@ufp.edu.pt

Fátima Santos  
Mestre em Ciências do Desporto – Actividade Física Adaptada  
Universidade Fernando Pessoa  
fatimas@ufp.edu.pt

Porto, Fevereiro de 2012

## **Resumo**

Nos últimos anos verificou-se uma evolução no âmbito da reabilitação neurológica, com interesse crescente na compreensão de reaprendizagem motora, neuroplasticidade e recuperação funcional. Neste sentido, vários princípios e estratégias de tratamento têm sido estudadas e aplicadas no processo de reaprendizagem motora.

Com a realização desta revisão bibliográfica narrativa pretende-se aprofundar os conhecimentos resultantes de pesquisas relacionadas com a reaprendizagem motora do ser humano, que poderão contribuir para otimizar a intervenção dos fisioterapeutas no processo de recuperação funcional de pacientes com lesão central. Assim, foi efectuado um levantamento bibliográfico de artigos e livros de referência, escritos em português e inglês, compreendidos entre as datas de publicação de 1997 e 2011.

Desta investigação conclui-se que a reaprendizagem motora, compreendida por estratégias e programas de reabilitação neurológica, é um processo substancial para o sucesso da intervenção da fisioterapia em neurologia, uma vez que representa um papel fundamental na reorganização cerebral, que possibilita uma evolução mais significativa da recuperação funcional de pacientes com lesão do sistema nervoso central.

## **Abstract**

Recently there has been an evolution in the neurological rehabilitation context, with growing interest in understanding motor relearning, neuroplasticity and functional recovery. Aiming the process of motor relearning, several principles and treatment strategies have been studied and applied.

In conducting this narrative literature review aims to deepen the knowledge resulting from research related to human motor relearning, which may help to optimize the involvement of physiotherapists in the process of functional recovery of patients with central lesions. Thus, there was research review of articles and reference books, written in Portuguese and English, of between publication dates of 1997 and 2011.

This investigation concludes that the motor relearning, comprised of strategies and neurological rehabilitation is a process substantially to the success of the intervention of physiotherapy in neurology, as it represents a fundamental role in brain reorganization, which allows a more significant developments functional recovery of patients with central nervous system injury.

## **Introdução**

Nos finais do século XX e início do presente século, os avanços tecnológicos no âmbito do estudo das neurociências foram enormes o que tem permitido conhecer como nunca antes o cérebro humano de forma a poder prevenir e tratar doenças e/ou sequelas de doenças. No âmbito da reabilitação neurológica, nomeadamente no que concerne à intervenção da fisioterapia, o maior conhecimento dos processos de aprendizagem e reaprendizagem motora têm igualmente contribuído para uma melhor intervenção por parte do fisioterapeuta.

A reaprendizagem motora é definida por dois autores clássicos, Schmidt (1988) e Magill (1998), como sendo uma mudança relativamente permanente no comportamento como resultado da prática (cit. in Mulder et al., 2001). Para Gjelsvik (2008) a aprendizagem motora é assumida em todos os níveis do sistema nervoso central, sendo que a necessidade ou desejo de interagir com o ambiente de forma adequada é um factor importante nas alterações que ocorrem a esse nível. (Gjelsvik, 2008, p.49). São também considerados alguns princípios básicos na reaprendizagem motora como o input, a variação do input, os movimentos repetitivos, o feedback e a motivação do paciente. Todos estes princípios têm grandes benefícios na reaprendizagem motora e são essenciais para uma melhor evolução da capacidade funcional (Mulder et al., 2001 e Woldag et al., 2002).

Devido à evolução do conhecimento relativo aos fundamentos da reaprendizagem motora, a reabilitação de doentes neurológicos tem evoluído significativamente. Neste sentido, pretende-se aprofundar os conhecimentos resultantes de pesquisas relacionadas com a reaprendizagem motora do ser humano, que poderão contribuir para otimizar a intervenção dos fisioterapeutas no processo de recuperação funcional dos pacientes com sequelas resultantes de doenças neurológicas.

## **Metodologia**

A revisão bibliográfica narrativa foi realizada no período de Dezembro de 2011 a Fevereiro de 2012.

O tipo de investigação corresponde a uma investigação pura ou fundamental, uma vez

que visa rever os fundamentos teóricos sobre a reaprendizagem motora que sustentam as novas intervenções da fisioterapia na reabilitação neurológica.

As palavras-chave que orientaram a pesquisa foram a aprendizagem e reaprendizagem motora, a reorganização cerebral, neuroplasticidade, e a reabilitação neurológica.

Esta revisão contemplou artigos e livros de referência, escritos em português e inglês, compreendidos entre as datas de publicação de 1997 a 2011.

## **I. Teorias sobre aprendizagem/reaprendizagem motora**

No decorrer do tempo foram desenvolvidas diversas teorias/modelos que visam explicar o processo de aprendizagem motora. Teorias desenvolvidas por investigadores de referência como de Ivan Pavlov, Bernstein, Schmidt, Paul Fitts, entre outros mais adiante mencionados.

Entre a década de 1920 e 1930, Ivan Pavlov defendia que os movimentos de um animal eram vistos como um conjunto passivo de reflexos condicionados (Schmidt et al., 2005, p. 9). Por outro lado, Bernstein era da opinião de que o sistema motor tinha muitas e diferentes partes independentes que se moviam, demais para um indivíduo controlar separadamente a um nível consciente, sendo que para o cientista o problema estava em explicar como todos esses graus de liberdade eram coordenados de uma forma tão elegante se apenas alguns deles eram controlados de uma forma consciente (Schmidt et al., 2005, p. 9).

Na década de 50 Paul Fitts, apresentou a sua teoria alusiva à aprendizagem motora que envolvia uma progressão por vários estágios, cada um com características distintas relacionadas com a capacidade do ser humano processar a informação (Schmidt et al., 2005, p.11). No ano de 1967, o mesmo investigador e Posner descreveram três estágios durante a aprendizagem motora, o estágio cognitivo, associativo e autónomo. O estágio cognitivo correspondia ao que o indivíduo precisa saber e que estratégias usar para executar uma determinada tarefa, o segundo estágio seria o refinamento das habilidades e o terceiro, o estágio autónomo, equivalia à automatização dos movimentos (Huter-Becker et al., 2008, p. 43).

Pouco tempo depois, em 1970 houve a necessidade de encontrar uma forte associação entre o comportamento motor e os processos neurológicos, a fim de proporcionar uma compreensão mais completa de como os movimentos eram controlados (Schmidt et al., 2005, p. 15). Ainda na mesma década surgiu a “teoria de Adam sobre a alça fechada” este defendia que o movimento dependia do feedback sensorial, como sendo um circuito fechado (Huter-Becker et al., 2008, p. 41).

Já Taub et al. (1993) e Winstein et al. (1976) sustentavam a teoria de que a prática é fundamental para a aprendizagem motora e para a melhoria de habilidades, tanto em indivíduos sem qualquer lesão como em indivíduos com lesão do sistema nervoso central (SNC) (cit. in Edwards, 2004, p. 15).

Para que seja possível intervir na reabilitação de pacientes neurológicos, é essencial compreender o controlo motor. Neste sentido, foram desenvolvidos diversos modelos, entre os quais o modelo hierárquico e o modelo baseado em sistemas. De referir que o conhecimento de diferentes abordagens é necessário para o fisioterapeuta que trabalha na área de reabilitação neurológica. (Edwards, 2004, p. 2).

No que diz respeito ao modelo hierárquico, Teixeira (2008) refere que esses autores explicavam que os profissionais de reabilitação, entre os quais os fisioterapeutas, se baseavam no neurodesenvolvimento, adoptando métodos propostos por Rood (1954), Knott e Voss (1968), Brunnstrom (1970) e Bobath (1978). Estes sustentavam uma organização hierárquica do SNC, na qual as lesões no SNC resultavam em alterações no tónus muscular e na emergência de reflexos inapropriados, os estímulos sensoriais periféricos podiam inibir reflexos inapropriados e facilitar padrões de movimentos adequados, e a repetição de movimentos por estímulos sensoriais resultava em mudanças positivas e permanentes no SNC (Teixeira, 2008).

Actualmente, não se considera útil pensar que os centros mais elevados controlam os centros inferiores, embora o córtex exerça um controlo considerável sobre a medula e actue sobre as áreas subcorticais, como o cerebelo e os gânglios da base na selecção, planificação e execução de comandos motores. No entanto, a medula espinal é capaz de produzir actividade motora sem nenhum input de centros supra-espinais, tal como o córtex pode gerar comandos sem feedback da periferia (Edwards, 2004, p. 9).

Quanto ao modelo baseado em sistemas, os movimentos são organizados em torno de

um objectivo funcional e compreendidos pela interacção de múltiplos sistemas, entre os quais os sistemas sensorio-motor e músculo-esquelético, sendo a organização também determinada pelo meio ambiente (Edwards, 2004, p. 7). Este modelo vai ao encontro das suposições de Bernstein anteriormente referidas, uma vez que, na interacção de sistemas poderia estar a resposta à capacidade de o ser humano coordenar todos os graus de liberdade, que este autor dizia serem demais para um indivíduo controlar a um nível consciente (Schmidt et al., 2005, p. 9). Tendo em conta o facto da organização dos movimentos depender da interacção com o ambiente, a reabilitação poderia assim proporcionar amplas oportunidades ao experimentar o movimento em várias ambientes (Bate, 1997). Assim sendo, o controlo motor anormal em indivíduos com lesão central poderá ser uma consequência de lesões ao nível de um ou mais sistemas (Edwards, 2004, p. 7).

Este modelo é considerado pelo conceito de Bobath, que actualmente é amplamente usado na reabilitação neurológica, como sendo o sistema mais relevante no que concerne à interacção do sistema motor com os sistemas cognitivo e de percepção, e a interacção do meio ambiente com o organismo, que por sua vez irá ajustar o output (Mulder et al., 2001). O conceito de Bobath é baseado numa abordagem de resolução de problemas associados à avaliação e tratamento de indivíduos com distúrbios do movimento, função e controlo postural devido a uma lesão do SNC, esta abordagem é originada do trabalho de Berta e Karel Bobath que tem evoluído desde 1943. Actualmente a prática é baseada no conhecimento do controlo motor, aprendizagem motora, neuroplasticidade e biomecânica (Sackett, 2000, cit. in IBITA 2008). Segundo Boyd et al. (2003) a aquisição de habilidades depende da aprendizagem motora, esta exige a intenção de realizar uma tarefa prática e a presença de feedback, tanto intrínsecos como extrínsecos (Boyd et al., 2003).

## **II. Evolução da reaprendizagem motora**

A aprendizagem motora baseia-se na compreensão do processo de aquisição e adaptação de movimentos em indivíduos sem qualquer lesão do sistema nervoso central (Huter-Becker et al., 2008, p. 41). Para Gjelsvik (2008), a aprendizagem motora depende das alterações que ocorrem ao nível do SNC resultantes da necessidade que o indivíduo tem de interagir com o ambiente de forma adequada (Gjelsvik, 2008, p. 49). Assim sendo, os

conhecimentos provenientes da aprendizagem motora podem ser utilizados para otimizar o processo de reaprendizagem em pacientes neurológicos. Quanto à reaprendizagem motora que se pretende na reabilitação neurológica, resume-se ao processo de recuperação funcional que se apoia em mudanças do comportamento motor após a lesão central. A reaprendizagem é definida por Schmidt (1988) e Magill (1998) como sendo uma mudança relativamente permanente no comportamento como resultado da prática (cit. in Mulder et al., 2001).

Mulder et al. (2001) considera alguns princípios básicos na reaprendizagem motora: o input (informação) como uma condição fundamental na reaprendizagem, este deve ser variável e ter significado para o paciente, e ainda apresentar semelhanças com o quotidiano do paciente (Mulder et al., 2001).

Para Mulder et al. (2001) pequenas variações do input são importante, pois é necessário alterar as condições, as características e o desempenho dos movimentos durante a reaprendizagem. Para além disso, o input deve ainda ter significado para o paciente, uma vez que a reaprendizagem motora do paciente depende desse factor importante (Mulder et al., 2001). Segundo McGaugh et al. o entusiasmo emocional geralmente resulta na libertação de adrenalina, pelo que pode esperar-se que a aprendizagem em situações com um conteúdo emocional ou com um significado claro para a pessoa seja superior para outras situações (cit. in Mulder et al., 2001).

Quanto aos movimentos repetitivos, Butefish et al. sustentam a teoria de que estes têm grandes benefícios para o resultado funcional da reabilitação motora do lado hemiparético numa lesão central (cit. in Woldag et al., 2002). Ao encontro de Butefish, foram outros neurofisiologistas que afirmam que certos efeitos de estimulação cerebral só ocorrem se a área em questão for estimulada repetitivamente, devendo-se a factores cumulativos, inibitórios ou excitatórios (Neto, 2004). De referir que alguns autores sugerem ainda que o excesso de repetições de uma tarefa motora dentro de uma sessão de reabilitação pode não trazer benefícios, pelo que estas devem ser limitadas, a fim de assegurar que factores como cansaço ou dor sejam minimizados (Boudreau et al., 2010). Assim sendo, descobertas nas áreas de neurociência confirmam o que é referido por este autores, pois revelam que os estímulos, a repetição de movimentos e as actividades motoras adaptadas a hábitos de vida diária são favoráveis para a recuperação motora em pacientes neurológicos (Woldag et al., 2002).

A administração sistemática de feedback para o paciente, é também um elemento essencial de toda a reaprendizagem motora, uma vez que o feedback intrínseco recebe as informações sensitivo-sensoriais que emergem dos sistemas sensoriais do ser humano e o feedback extrínseco compreende as informações que o indivíduo recebe além do feedback intrínseco como a orientação dada pelo fisioterapeuta. O feedback extrínseco depende da natureza da tarefa, devendo ser mais frequente quando se trata de tarefas complexas (após 4 a 6 tentativas aproximadamente), do que em tarefas simples (após 20 tentativas aproximadamente). É ainda importante salientar que o feedback excessivo pode inibir a reaprendizagem motora (Huter-Becker et al., 2008, p. 55-56).

A reaprendizagem motora em pacientes com lesão central é possível graças ao processo de reorganização neural, que pode ocorrer ao nível do córtex auditivo, visual, somatossensorial e motor após alterações das aferências periféricas ou centrais (Moore et al. 2000). Deste modo, uma tarefa específica de reaprendizagem motora pode ser um estímulo importante para que ocorram mudanças ao nível da neuroplasticidade, e por conseguinte a correcção de padrões de má adaptação da actividade cerebral após acidente vascular cerebral (Boyd et al., 2010).

### **III. A contribuição da neuroplasticidade para a reaprendizagem motora**

Até meados da década de 90, pensou-se que não havia possibilidade de reparação ou alteração do SNC após uma lesão do sistema nervoso central, no entanto terapeutas descobriram que muitos pacientes melhoraram e aprenderam a mover-se novamente, de uma forma semelhante ao que ocorria antes da lesão ou usando outras estratégias (Gjelsvik, 2008, p.47).

Pascual-leone et al. (2005) definem a neuroplasticidade como sendo uma propriedade intrínseca do sistema nervoso presente em toda a vida. Nas palavras destes autores não é possível entender a função psicológica normal ou as manifestações ou consequências de uma doença sem recorrer ao conceito plasticidade. O cérebro, como fonte dos recursos do comportamento humano, é moldado pelas mudanças ambientais e modificações fisiológicas. Assim, a neuroplasticidade é considerada como um mecanismo de aprendizagem, crescimento e desenvolvimento de mudanças na entrada de qualquer sistema neural, ou nas metas ou exigências das suas conexões eferentes, levando o

sistema à reorganização que poderia ser demonstrado ao nível do comportamento, anatomia e fisiologia e também ao nível celular e molecular. Contudo, a plasticidade não é um estado ocasional do sistema nervoso, por outro lado, é a sequência normal do sistema nervoso durante todo o ciclo de vida (Pascual-leone et al., 2005).

No entanto, a neuroplasticidade nem sempre foi entendida como nos dias de hoje, várias pesquisas foram realizadas no sentido de compreender o processo de reorganização cerebral e suas implicações.

Assim, Merzenich et al. (1984), após os avanços das técnicas de Imagiologia, realizaram um estudo com macacos com amputação do terceiro dedo, constatando que as áreas adjacentes ao córtex sensitivo se desenvolveram para substituírem a representação do dedo perdido (cit. in Edwards, 2004, p. 15). Num outro estudo, Neto (1992) utilizou um bloqueio anestésico do antebraço de voluntários normais, com o intuito de verificar o que ocorreria com a excitabilidade da área de representação cortical motora proximal ao bloqueio. Este comprovou que no ser humano pode ocorrer o aumento excessivo de conexões sinápticas preexistentes, levando a uma forma aguda de plasticidade, acreditando-se que numa amputação real, a cronicidade da ausência do membro leve à formação de novas conexões sinápticas que geram um substrato neural permanente (cit. in Neto, 2004). Ainda no ano de 1992 Nudo et al., demonstraram que o treino de uma mão desenvolvia as áreas corticais representadas pelos músculos que executam a tarefa. Mais tarde, num outro estudo verificou que lesionar o córtex motor de um macaco e depois treinar a actividade motora durante a recuperação promove uma maior recuperação das habilidades do que no grupo sem treino e perda reduzida do tecido cortical na área adjacente ao enfarte (cit. in Edwards, 2004, p. 15).

No que diz respeito à aquisição de novas habilidades motoras, a neuroplasticidade é frequentemente acompanhada por comportamentos considerados vantajosos, tais como o aumento no desempenho motor. Por outro lado, na dor experimental ou crónica, a neuroplasticidade é frequentemente acompanhada por comportamentos considerados desfavoráveis, como uma diminuição no desempenho. O desempenho motor alterado pode ser um factor para a manutenção da dor, sendo a reabilitação motora um aspecto fundamental do tratamento de distúrbios da dor músculo-esquelética. Neste sentido, a reabilitação tenta maximizar a reorganização cortical que fornece um maior potencial para o sucesso da reabilitação e embora estas noções estejam estabelecidas na

reabilitação neurológica, também deveram estar inseridas na reabilitação motora de distúrbios osteomusculares (Boudreau et al., 2010).

Contudo, não existe um mapeamento de correspondência exacta entre a neuroplasticidade e as modificações comportamentais. Para Pascual-Leone et al. (2005) o comportamento é a manifestação motora das actividades coordenadas do sistema nervoso como um todo e, desde que uma via eferente esteja preservada para manifestar o comportamento motor, as mudanças nas actividades ao longo de uma rede neural distribuída podem estabelecer novos padrões de actividade cerebral e sustentar a função (Pascual-Leone et al., 2005).

Nas palavras de Boyd et al. (2010), a habilidade motora na aprendizagem de uma sequência repetida altera a activação cortical, induzindo a um padrão mais normal. Desta forma, uma tarefa específica de aprendizagem motora pode ser um estímulo importante para a mudança da neuroplasticidade e pode corrigir padrões de má adaptação da actividade cerebral após acidente vascular cerebral (Boyd et al., 2010).

Ainda assim, para Carmer et al. (2004) e Feydy et al. (2002), não é clara a forma como o cérebro compensa os danos após um AVC, uma vez que a relação entre o comportamento e a função cerebral não são bem compreendidos. Algumas mudanças na neuroplasticidade após acidente vascular cerebral são úteis para a recuperação, enquanto outros, como a actividade cortical bilateral durante os movimentos unimanual, têm valor incerto (cit. in Boyd et al., 2010). Boyd et al. (2009) referem que, apesar de existirem padrões anormais de activação neural, a capacidade de aprendizagem motora não é anulada. Demonstrações robustas de aprendizagem motora e melhoria da função têm sido consistentemente demonstrados em indivíduos com acidente vascular cerebral crónico, sugerindo que a organização funcional do sistema motor pode ser modificada pelo uso. No entanto, a compreensão da função cerebral é limitada pela ausência de dados que caracterizem directamente a evolução dinâmica da actividade cerebral associada à aprendizagem motora após o AVC (Boyd et al., 2009).

#### **IV. Estratégias de intervenção da fisioterapia**

Nos últimos anos verificou-se uma evolução dos conhecimentos de reaprendizagem motora, este crescente interesse tem influenciado o surgimento de novas formas de intervenção em fisioterapia na área reabilitação neurológica. Neste sentido, são consideradas algumas estratégias que podem influenciar o processo de reorganização cerebral, que por sua vez contribui para a reaprendizagem motora de pacientes com lesão central.

##### **1. Passadeira eléctrica**

O tratamento na passadeira eléctrica possibilita um treino precoce, repetitivo e rítmico de tarefas específicas, mediante ciclos complexos de passos, graças à possibilidade de reduzir parcialmente o peso corporal e garantir a segurança do paciente por intermédio de um sistema de cintos (Huter-Becker et al., 2008, p.52). Assim, vários pesquisadores têm publicado estudos que apoiam o treino em passadeira eléctrica na reabilitação da marcha após acidente vascular cerebral, entre os quais o estudo de Laufer et al. (2001) e Werner et al. (2002).

Laufer et al. (2001) realizaram um estudo com o objectivo de comparar os efeitos do treino de marcha convencional com o treino na passadeira eléctrica relativamente à reaprendizagem da marcha em pessoas com hemiparésia na sequência de um acidente vascular cerebral. Os resultados do estudo indicam que o treino na passadeira sem apoio parcial do peso corporal é viável e bem tolerado por indivíduos com hemiparésia, mesmo na fase inicial de reabilitação da marcha. No entanto, os resultados apontam ainda que, para algumas características da marcha tais como, a marcha funcional, comprimento da passada e actividade muscular do gastrocnémio, o treino na passadeira pode ser mais eficaz do que a sobrecarga de treino de marcha em terreno plano. Embora se deva assumir que a recuperação espontânea, bem como o tratamento de rotina realizados pelo fisioterapeuta contribuam para a recuperação dos pacientes (Laufer et al., 2001).

Já Werner et al. (2002) comparou o treino na passadeira eléctrica combinado com tratamento convencional de fisioterapia com o treino somente na passadeira eléctrica em pacientes que sofreram AVC. Após quatro semanas, a principal evolução verificou-se ao nível da capacidade de realizar marcha e a velocidade da mesma. No grupo do treino

que realizou o treino na passadeira eléctrica, 5 pacientes conseguiram realizar caminhada independente após a intervenção, enquanto no grupo que fez passadeira eléctrica e tratamento convencional de fisioterapia, 10 pacientes recuperaram a capacidade de realizar marcha independente. Assim sendo, neste estudo verificou-se que o tratamento combinado de fisioterapia e passadeira eléctrica acelera a recuperação motora (Werner et al., 2002).

Segundo a perspectiva destes autores o treino em passadeira eléctrica contribui para a recuperação da capacidade funcional da marcha de pacientes após AVC. No entanto, estudos recentes indicam que a prescrição de parâmetros como a redução parcial do peso corporal e a velocidade da passadeira podem afectar o resultado do tratamento em indivíduos com AVC durante o treino em passadeira eléctrica (Chen et al., 2006).

Assim sendo, segundo o estudo realizado por Werner et al. (2002) a redução parcial do peso corporal de 30 a 40% permite aumentar a capacidade de suportar o peso no membro parético (Werner et al. 2002). Por outro lado, Visintin et al. optou por avaliar a marcha dos indivíduos com 10, 20, 30 e 40% de redução do peso corporal e assim seleccionar o percentual que mais facilitou o alinhamento do tronco, os resultados deste estudo revelaram que este tipo de abordagem também proporciona uma evolução das capacidades funcionais da marcha após o AVC (Visintin et al., 1998). Já outros investigadores deram apoio apenas nas primeiras sessões (Pohl et al., 2002). Relativamente à velocidade, Werner et al. (2002) defendiam uma velocidade lenta da passadeira de forma a evitar excesso de esforço (Werner et al., 2002). Pohl et al. sustentavam a ideia de que a velocidade só deve ser aumentada quando os indivíduos conseguirem realizar marcha durante 10 segundos sem tropeçar (Pohl et al., 2002). Para além da velocidade, também a frequência de duração das sessões de reabilitação difere na perspectiva de diferentes autores. A duração do treino foi muito variável, de 3 a 9 semanas, com sessões que variam entre os 4 e os 45 minutos por dia, 3 a 5 dias por semana (cit. in Chen et al., 2006).

De acordo com os resultados destes estudos, o treino em passadeira eléctrica é comprovadamente um método eficaz para o restabelecimento e aperfeiçoamento da marcha. Relativamente aos parâmetros utilizados durante o treino em passadeira eléctrica, estes diferem na perspectiva de diferentes autores, no entanto todos aqui referidos apresentaram resultados positivos no processo de reaprendizagem da marcha.

Contudo, podemos verificar que no treino em passadeira eléctrica são encontrados alguns princípios da reaprendizagem motora, como os movimentos repetidos, o feedback e a motivação. Assim sendo, esta estratégia pode ser considerada como uma mais-valia na intervenção de fisioterapia, visto que contribui eficazmente para o processo de reaprendizagem da marcha, uma meta importante para a motivação e autonomia dos pacientes com lesão do SNC.

## **2. Biofeedback**

O biofeedback representa um processo de reaprendizagem, no qual as funções fisiológicas inconscientes do organismo, como deslocamento do centro de gravidade, o comprimento dos passos, a actividade muscular e a frequência cardíaca são medidas e transmitidas ao paciente de forma audiovisual. Esta estratégia tem como objectivo o controlo voluntário das habilidades adquiridas, para que posteriormente seja possível realizá-las sem ajuda do aparelho (Huter-Becker et al., 2008, p.57).

Os avanços na tecnologia resultam na disponibilidade de plataformas que fornecem um biofeedback visual ou auditivo aos pacientes em relação ao centro de gravidade ou centro de pressão, bem como protocolos de treino para melhorar a simetria postural e estabilidade dinâmica. A plataforma com sistema de biofeedback é constituída pelo menos por duas placas de força, permitindo que o peso exercido sobre cada pé seja determinado, e um monitor que possibilita a visualização do centro de gravidade ou de pressão (Nichols, 1997). Pensa-se que as informações visuais tornam o paciente mais consciente do seu corpo e orientação no espaço (Yavuzer et al., 2006).

Numerosos estudos têm relatado que o aumento do controlo postural pode ser obtido com o uso do chamado sistema biofeedback. Sendo que estes sistemas são amplamente utilizados na reabilitação em fisioterapia, usando a informação audiovisual (Vuillerme et al., 2007).

Neste sentido, Srivastava et al. (2009) realizaram um estudo com o objectivo de avaliar o papel da plataforma com sistema de feedback visual na melhoria do equilíbrio e os resultados funcionais numa fase crónica após o AVC. Verificou-se uma evolução no equilíbrio e nas habilidades funcionais, tanto no final do tratamento como após 3 meses. Estes autores sugerem que os ganhos alcançados durante o tratamento podem ser transferidos para o terreno plano, resultando numa marcha mais funcional com melhor

equilíbrio. Um achado relevante deste estudo foi o facto de 89,9% dos indivíduos serem capazes de completar as 4 semanas de tratamento sobre a plataforma, isto indica que o treino de equilíbrio em plataforma com feedback visual é bem tolerado pelos pacientes com AVC (Srivastava et al. 2009). De referir que Kwakkel (2006) defende uma dose mínima de pelo menos 16 horas para que hajam ganhos significativos nas capacidades funcionais do indivíduo (Kwakkel, 2006).

Também Walker et al. (2000) realizaram um estudo no sentido de comprovar a eficácia do treino na plataforma com sistema de biofeedback. O objectivo do estudo foi comparar os benefícios da plataforma em relação ao tratamento convencional de fisioterapia em pacientes numa fase aguda do AVC, aproximadamente 80 dias após o episódio. No fim de 8 semanas todos apresentaram evolução acentuada ao nível do equilíbrio, no entanto não houve diferenças entre os grupos. Assim sendo, é possível dizer que neste estudo o treino em plataforma de feedback não ofereceu benefício adicional numa fase aguda após o AVC (Walker et al., 2000).

Conforme estes estudos, verificou-se que numa fase crónica após o AVC, o sistema de biofeedback proporcionou uma evolução do equilíbrio e das habilidades funcionais, tanto no final do tratamento como após 3 meses. Por outro lado, numa fase aguda após o AVC o efeitos não foram tão significativos quando comparados com o treino convencional de fisioterapia. Contudo, o sistema de biofeedback é considerado um complemento valioso da fisioterapia individual na reaprendizagem motora de pacientes neurológicos (Huter-Becker et al., 2008, p. 57).

### **3. Terapia com espelho**

Uma forma relativamente nova de usar o feedback visual para ajudar os pacientes na sua evolução é a terapia com espelho (Ezendam et al., 2009). Esta terapia, foi introduzida pela primeira vez no tratamento da dor fantasma, sendo que o espelho era usado para que o paciente pudesse ver o reflexo no espelho do membro não afectado sobreposto ao membro amputado, por conseguinte a maioria dos pacientes sentiram uma sensação de movimento do membro fantasma ao observarem no espelho o movimento do membro não afectado (Tominaga et al., 2011). Assim, com base no efeito do feedback visual através do espelho em paciente com dor fantasma, a terapia com espelho foi aplicada em outros pacientes. O facto de esta terapia ter sucesso na

reabilitação de pacientes com dor fantasma, inspirou vários investigadores a procurar outros grupos de pacientes que pudessem beneficiar desta terapia. Condições patológicas em que os pacientes tivessem uma parte do corpo afectada, como amputações, AVC, síndromes e dor (Ezendam et al., 2009).

Estudos recentes têm demonstrado que a terapia com espelho pode ser uma intervenção promissora em fisioterapia, entre os quais os estudos adiante referidos de Garry et al. (2005) e Shinoura et al. (2008).

Assim sendo, Garry et al. (2005) usaram a estimulação magnética transcraniana e demonstraram que o córtex motor é activado durante a observação de um reflexo no espelho. Segundo este estudo, a excitabilidade do córtex motor primário é moldada pela observação dos movimentos do membro ipsilateral e pela observação passiva do membro contralateral. A interacção desses efeitos no córtex motor primário pode ser responsável pelas recentes pesquisas que sugerem recuperação funcional de pacientes após AVC. Deste modo, esta descoberta fornece evidências neurofisiológicas que apoiam a aplicação da terapia com espelho na reabilitação de AVC (Garry et al., 2005). Shinoura et al. (2008), foram ao encontro da teoria de Garry et al. (2005), no entanto estes usaram a ressonância magnética funcional como uma medida de actividade cortical em dois pacientes com hemiparésia em comparação com cinco pacientes saudáveis. Este estudo revelou que a visualização da mão e o seu reflexo activam o córtex motor primário ipsilateral (Shinoura et al. 2008).

Perante os resultados destes estudos, é possível concluir que a terapia com espelho é uma intervenção eficaz no processo de reaprendizagem motora em fisioterapia. Uma vez que, os mecanismos subjacentes a esta terapia têm fortes efeitos no sistema sensorial e motor.

#### **4. Treino mental**

Para muitos pacientes com lesão do SNC a execução de tarefas motoras é muito difícil, e por vezes impossível, mesmo após o treino motor em reabilitação neurológica. Recentemente, vários investigadores propuseram que o treino mental poderia ser usado por esses pacientes como uma estratégia para melhorar o desempenho de funções motoras (Jackson et al. 2001).

Assim sendo, o treino mental baseia-se na imaginação repetida de certos movimentos, que pode contribuir para a evolução da capacidade funcional e assim integrar o tratamento de fisioterapia (Huter-Becker et al., 2008, p. 59).

Para Malouin et al. (2009) o treino mental é um complemento à terapia habitual, uma vez que não substitui o treino motor da mesma. Os melhores resultados são obtidos quando o treino mental é combinado com o treino motor limitado (Malouin et al., 2009). Nas palavras de Jackson et al. (2001) o treino mental exige que os pacientes devam ter todo o conhecimento necessário sobre as diferentes componentes da tarefa antes de a executarem (Jackson et al., 2001).

As pesquisas de Miltner et al. (1999) revelaram que a administração de feedback proprioceptivo e visual antes do treino mental pode trazer benefícios para processo de reaprendizagem motora. Neste investigação os pacientes pegavam num copo em diversas situações, com ou sem feedback visual ou táctil. Conclui-se que o tratamento cognitivo contribui para a evolução dos movimentos de preensão, sendo que os pacientes de gravidade moderada, os pacientes sub-agudos e crónicos são os que mais beneficiam deste método. De referir que o nível de capacidade e habilidade motora e a terapia realizada anteriormente não afectou a evolução da capacidade motora segundo este método. Desta forma, o treino mental não deve ser uma medida isolada na aprendizagem motora mas deve ser acompanhado pelo respectivo input visual e proprioceptivo (Miltner et al., 1999).

Num outro estudo, Fukumura et al. (2007) procuraram saber se a terapia com espelho alterava ou não os mecanismos neurais no córtex motor humano. Os resultados revelaram que durante o treino mental, existe um aumento da excitabilidade cortical. Sendo que o córtex motor primário é activado e desempenha um papel importante durante o treino mental. Os resultados indicam ainda que a mobilização assistida do lado afectado no espelho auxilia treino mental do movimento do lado afectado, possivelmente pelo efeito sinérgico da informação aferente (Fukumura et al., 2007).

Com a análise destes estudos conclui-se que o treino mental quando combinado com o treino motor pode ser um caminho promissor para a reaprendizagem de pacientes neurológicos. Na perspectiva de Miltner et al. (1999) e Fukumura et al. (2007), o feedback visual e táctil pode ter um efeito crescente no processo de reaprendizagem

motora de pacientes neurológicos.

## **Conclusão**

Com esta revisão, foi possível constatar que a reaprendizagem motora tem um papel essencial no processo de reorganização neural que se reflecte no aumento das capacidades funcionais de pessoas com lesão ao nível do sistema nervoso central. Pequenas variações do input, repetições dos movimentos, motivação e administração de feedback têm um papel indispensável na reaprendizagem motora. Estes estímulos externos fornecidos pelos fisioterapeutas estão presentes nas estratégias de reaprendizagem motora referidas, pois representam um papel importante na evolução das habilidades motoras. Assim sendo, a passadeira eléctrica é considerada como uma mais-valia na intervenção de fisioterapia, visto que contribui para o processo de reaprendizagem da marcha que por sua vez, leva ao aumento da motivação e autonomia dos pacientes com lesão central. O sistema de biofeedback é também considerado um complemento valioso da fisioterapia individual na reaprendizagem motora de pacientes neurológicos. Quanto à terapia com espelho, é uma intervenção eficaz em fisioterapia que proporciona uma evolução da recuperação funcional, uma vez que os mecanismos subjacentes a esta terapia têm fortes efeitos ao nível do sistema sensorial e motor. Também o treino mental quando combinado com o treino motor pode favorecer a evolução da reabilitação em pacientes com lesão do SNC. Assim, conclui-se que a reaprendizagem motora, compreendida por estratégias e programas de reabilitação neurológica, contribui para otimizar a intervenção da fisioterapia em pacientes neurológicos.

## **Bibliografia**

Bate, P. (1997). Motor Control Theories – Insights for therapists, *Physiotherapy*, Vol.83(8), pp.397-405

Boudreau, S. et al., (2010). The role of motor learning and neuroplasticity in designing rehabilitation approaches for musculoskeletal pain disorders, *Manual therapy*, Vol.15(5), pp.410-414

Boyd, L. e Winstein, C. (2003). Impact of explicit information on implicit motor-sequence learning following middle cerebral artery stroke, *Physical therapy*, Vol.83(11), pp.976-989

Boyd, L. et al., (2009). Motor sequence chunking is impaired by basal ganglia stroke, *Neurobiology of Learning and Memory*, Vol.92(1), pp.35-44

Boyd, L. et al., (2010). Motor learning after stroke: Is skill acquisition a prerequisite for contralesional neuroplastic change?, *Neuroscience Letters*, Vol.482, pp.21-25

Chen, G. e Patten, C. (2006). Treadmill training with harness support: selection of parameters for individuals with poststroke hemiparesis, *Journal of rehabilitation research and development*, Vol.43(4), pp.485-498

Edwards, S. (2004). *Fisioterapia Neurológica*. Loures. 2ªed. Lusociência

Enzendan, D. et al. (2009). Systematic review of the effectiveness of mirror therapy in upper extremity function, *Disability and Rehabilitation*, Vol.31(26), pp.2135-2149

Fukumura, K. et al. (2007). Influence of mirror therapy on human motor cortex, *The International journal of neuroscience*, Vol.117(7), pp.1039-1048

Garry, M. et al. (2005). Mirror, mirror on the wall: viewing a mirror reflection of unilateral hand movements facilitates ipsilateral M1 excitability, *Experimental Brain Research*, Vol.163, pp.118-122

Gjelsvik, B. E. (2008). *The Bobath Concept in Adult Neurology*. ed. Thieme

Huter-Becker, A. e Dolken, M. (2008). *Fisioterapia em neurologia*. S. Paulo. ed. Santos

International Bobath Instructors Training Association (2008). Theoretical Assumptions and Clinical Practice [Em linha]. Disponível em <<http://www.ibita.org/pdf/assumptions-EN.pdf>> [Consultado em 20 de Janeiro de 2012]

- Jackson, P. et al. (2001). Potential Role of Mental Practice Using Motor Imagery in
- Kelly, M. e Shah, S (2002). Axonal Sprouting and Neuronal Connectivity following Central Nervous System Insult: Implications for Occupational Therapy, *The British Journal of Occupational Therapy*, Vol.65, pp.469-475
- Kwakkel, G. (2006). Impact of intensity of practice after stroke: Issues for consideration, *Disability and Rehabilitation*, Vol.28, pp.823-830
- Laufer, Y. et al. (2001). The effect of treadmill training on the ambulation of stroke survivors in the early stages of rehabilitation: A randomized study, *Journal of rehabilitation research and development*, Vol.38(1), pp. 69-78
- Malouin, F. et al., (2009). Added Value of Mental Practice Combined with a Small Amount of Physical Practice on the Relearning of Rising and Sitting Post-Stroke: A Pilot Study, *Journal of Neurologic, Physical Therapy*, Vol.33, pp.195-202
- Miltner, W. et al. (1999). Effects of Constraint-Induced Movement Therapy on Patients With Chronic Motor Deficits After Stroke: A Replication, *American Stroke Association*, Vol.30, pp.586-592
- Moore, C. e Shady, W. (2000). Investigation of the functional correlates of reorganization within the human somatosensory cortex, *Brain*, Vol.121 pp.1883-1895.
- Mulder, T. e Hochstenbach, J. (2001). Adaptability and Flexibility of the Human Motor System: Implications Neurological for Rehabilitation, *Neural Plasticity*, Vol.8, pp.131-140
- Neto, J. (2004). Plasticity of the human cerebral cortex as revealed by transcranial magnetic stimulation, *Revista de Psiquiatria Clínica*, Vol.31, pp.216-220
- Neurologic Rehabilitation, *Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol.82, pp.1133-1141
- Nichols, D. (1997). Balance Retraining After Stroke Using Force Platform Biofeedback, *Physical Therapy*, Vol.77, pp.553-558
- Pascual-Leone, A. et al., (2005). The Plastic Human Brain Cortex, *Rev. Neurosci.*, Vol.28, pp.377-401

Pohl, M. et al. (2002). Speed-Dependent Treadmill Training in Ambulatory Hemiparetic Stroke Patients, *European journal of neurology*, Vol.33, pp553-558

Schmidt, R. e Lee, T. (2005). *Motor Control and Learning: a behavioral emphasis*. U.S.A. 4ª ed. Champaign

Shinoura, N. et al. (2008). Mirror therapy activates outside of cerebellum and ipsilateral M1, *NeuroRehabilitation*, Vol.23, pp.245-252

Srivastava, A. et al. (2009). Post-stroke balance training: Role of force platform with visual feedback technique, *Journal of the Neurological Sciences*, Vol.287(1), pp.89-93

Teixeira, I. (2008). O envelhecimento cortical e a reorganização neural após o acidente vascular encefálico (AVE): implicações para a reabilitação, *Ciência & Saúde Coletiva*, Vol.13, pp.2171-2178

Tominaga, W. et al. (2011). Asymmetric Activation of the Primary Motor Cortex during Observation of a Mirror Reflection of a Hand, *PLoS ONE*, Vol.6(11), pp.1-7

Visitin, M. et al. (1998). A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation, *Journal of the American heart association*, Vol.29, pp.1122-1128

Vuillerme, N. et al. (2006). Controlling posture using a plantar pressure-based, tongue-placed tactile biofeedback system, *Experimental Brain Research*, Vol.179(3), pp.409-414

Walker, C. et al. (2000). Use of Visual Feedback in Retraining Balance Following Acute Stroke, *Physical Therapy*, Vol.80, pp.886-895

Werner, C. et al. (2002). Treadmill training with partial body weight support and physiotherapy in stroke patients: a preliminary comparison, *European journal of neurology*, Vol.9(6), pp.639-644

Woldag, H. e Hummelsheim, H. (2002). Evidence-based physiotherapeutic concepts for improving arm and hand function in stroke patients, *Journal of Neurology*, Vol.249(5), pp.518-528

Yavuzer, G. et al. (2006). The effects of balance training on gait late after stroke: a randomized controlled trial, *Clinical Rehabilitation*, Vol.20, pp.960-969