

Luciara Irene de Nadai Dias

Faculdade Anhanguera de Indaiatuba
ftludenadai@gmail.com

Marcelo Fabiano Novaes Paraizo

Faculdade Anhanguera de Campinas
unidade 3
marcelofnp@gmail.com

Anderson dos Santos Stefanutto

Faculdade Anhanguera de Indaiatuba
anderson.stefanutto@aedu.com

Rodrigo Dantas de Sousa

Faculdade Anhanguera de Campinas
unidade 3
dantasrs@gmail.com

Marcos Rodolfo Firmino Pinto

Faculdade Anhanguera de Indaiatuba
marcrodfp@hotmail.com

REVISÃO SOBRE A REORGANIZAÇÃO FUNCIONAL APÓS LESÃO CEREBRAL

RESUMO

O processo de neuroplasticidade ocorre a todo momento no encéfalo. Mapas de representação cortical sofrem modificações de acordo com a necessidade deste indivíduo em se adaptar ao meio. Entretanto, estes mecanismos adaptativos são limitados. Vários fatores contribuem para a adaptação e limitação da capacidade de reorganização funcional do encéfalo como a idade, sexo e as experiências vividas pelo indivíduo antes e após a lesão no sistema nervoso central. O objetivo deste trabalho é discutir os principais fatores que modulam a plasticidade neural e a recuperação funcional para que o profissional fisioterapeuta tenha conhecimento das mudanças que ocorrerão no cérebro com suas abordagens no processo de reabilitação em pacientes com lesão cerebral.

Palavras-Chave: neuroplasticidade; lesão cerebral; fisioterapia.

ABSTRACT

The process of neuroplasticity occurs at any time in the brain. Cortical representation maps are altered according to need this individual to adapt the environment; however, these adaptive mechanisms are limited. Several factors contribute to the adaptation and limitation of functional reorganization of the brain such as age, sex and experiences by the individual before and after lesion in the central nervous system. The aim of this paper is to discuss the main factors that modulate neural plasticity and functional recovery for the physical therapists is aware of what their approaches will result in the rehabilitation process in patients with brain injury.

Keywords: neuroplasticity; cerebral injury; physiotherapy.

Anhanguera Educacional Ltda.

Correspondência/Contato
Alameda Maria Tereza, 4266
Valinhos, São Paulo
CEP 13.278-181
rc.ipade@aesapar.com

Coordenação
Instituto de Pesquisas Aplicadas e
Desenvolvimento Educacional - IPADE

Revisão de Literatura
Recebido em: 01/07/2011
Avaliado em: 08/07/2011

Publicação: 5 de setembro de 2012

1. INTRODUÇÃO

O cérebro adulto está em constante ajuste cortical, desde a maneira que processa informação até a forma como conserva a capacidade de desenvolver novas habilidades ou funções. Esses ajustes levam a alterações sinápticas individuais, ocasionando a reorganização do encéfalo, podendo ter grandes consequências funcionais (LUNDY; EKMAN, 2008). A evidência de uma associação entre os padrões de uso e a capacidade de ganho funcional para o indivíduo provém da evidência da reorganização de resposta cortical após amputações em humanos (CARR; SHEPHERD, 2003).

O sistema nervoso em conjunto com os outros sistemas orgânicos tem papel de interação com o ambiente e ocorre de forma flexível (COHEN, 2001). Há evidências de que o hemisfério cerebral intacto seja capaz de assumir funções normalmente executadas pelo hemisfério lesado (CARR; SHEPHERD, 2008).

O termo “recuperação da função” é ambíguo. Na prática clínica, considera-se uma “boa recuperação” quando a pessoa pode reassumir sua vida normal, entretanto, em estudos científicos, considera-se o indivíduo recuperado desde que ele seja capaz de atingir um objetivo, ou de um ponto de vista mais restrito, ele só será considerado recuperado caso consiga atingir o objetivo de forma igual ou similar a de antes da lesão.

Cohen (2001) sugere três definições distintas para cada situação acima citada:

- Compensação: o indivíduo alterou os meios para a realização da tarefa;
- Recuperação: capacidade de atingir um objetivo assim como fazia antes da lesão;
- Potencial de recuperação: ausência de um déficit funcional imediatamente após uma lesão no SNC.

O sistema nervoso não é a única estrutura que determina as mudanças do desenvolvimento, mudanças em outros sistemas do corpo, como as do sistema musculoesquelético e cardiorrespiratório, também influenciam no desenvolvimento motor (TECKLIN, 2002).

É importante que o fisioterapeuta entenda as modificações que ocorrem no cérebro após lesão cerebral para que dê os estímulos necessários ao paciente durante a terapia. O objetivo deste estudo é discutir os principais fatores que estimulam a plasticidade neural e a recuperação funcional para que o profissional fisioterapeuta tenha conhecimento das mudanças que ocorrerão no cérebro com suas abordagens no processo de reabilitação de pacientes com lesão cerebral.

2. FENÔMENO DE REMAPEAMENTO DA ÁREA DO CÉREBRO

Investigações realizadas em animais demonstraram que lesão de nervo periférico subsequente a amputação de dedos resulta em mudanças no córtex primário somatossensorial, mesmo em organismos adultos (TREVISAN, 2007).

Os mapas neurais no córtex sensório-motor não são rígidos, são dinâmicos e mudam conforme a influência que recebem. Pode-se considerar como exemplo um paciente com a mão amputada; ele sentirá uma sensação fantasma no membro quando tocado no rosto, já que a área de representação da mão localiza-se na margem abaixo da área da face. Com a amputação, a área da mão é perdida e, conseqüentemente, as fibras sensitivas originadas da face ocupam a área vazia da mão (MULDER; HOCHSTENBACH, 2001, CAI et al., 2006). O resultado dessa invasão neural é a sensação de tocar o membro fantasma, tocando a face (BRASIL NETO, 2004). Isto é comprovado pelo estudo de Pons et al. citados por Trevisan (2007), o qual observou que macacos adultos submetidos a desafferentação do membro superior exibiam reorganização cerebral de determinada área cortical com aproximadamente 1 ou 2 cm de correspondência ao membro afetado. Há existência então, de um mapa sistemático, ponto a ponto, entre regiões específicas sobre a face, correspondendo a dedos individuais, como por exemplo, da bochecha para o polegar.

A transferência de função de áreas corticais e estruturas subcorticais representa uma estratégia adaptativa para recuperação funcional após lesão (XERRI, 2011).

3. MECANISMOS RESPONSÁVEIS PELA RECUPERAÇÃO

Uma das grandes áreas das pesquisas relacionadas com a neurociência é a de identificar modelos teóricos para explicar a recuperação funcional após uma lesão. O sistema nervoso central pode se recuperar de uma doença séria ou lesão por meio da adaptação espontânea e da cura (UMPHRED, 2004). Vários fatores influenciam os efeitos a curto e longo prazo após uma lesão cerebral. E nesse sentido, a seguir, discutiremos aqueles mais estudados, porém, muitas vezes não entendidos, como por exemplo, a idade. Segundo Umphred (2004), os efeitos fisiológicos do envelhecimento podem se tornar lentos se os neurônios se mantiverem ocupados e ativos. É importante levarmos em conta a natureza da lesão, idade e sexo, porém experiências do indivíduo antes ou depois da lesão parecem influenciar o resultado (COHEN, 2001; CARR, SHEPHERD, 2003; UMPHRED, 2004).

3.1. Natureza da Lesão

Natureza da lesão é um problema multifatorial, podendo ser adquirida, após o nascimento, ou inata, antes ou durante o nascimento, como um traumatismo crânio encefálico ou uma paralisia cerebral, respectivamente. O terapeuta, embora trate das disfunções causadas pela lesão, deve questionar o motivo pela incapacidade e há quanto tempo aconteceu, podendo assim criar uma ponte das vivências anteriores com o tratamento atual. A lesão adquirida tem a vantagem da gama de experiências vividas pelo paciente antes da lesão, podendo ser exploradas no treino funcional. Não se deve esquecer que, mesmo se a lesão for inata, o paciente passou por experiências durante sua vida até a chegada ao tratamento e sabe reconhecer se foram boas ou ruins (UMPHRED, 2004).

3.2. Extensão da Lesão

Em relação ao tamanho da lesão é fácil concluir que, “quanto menor a lesão, menor o déficit”, porém, o tamanho é relativo à área do cérebro envolvida, ou, o tamanho da lesão está relacionado ao fato de uma área inteira ser removida ou apenas parte dela (COHEN, 2001).

Outro fator importante é a simetria da lesão. Essa característica é também um fator importante na determinação do comprometimento inicial e do prognóstico funcional do paciente (COHEN, 2001). Helen Cohen (2001) cita um estudo publicado em 1950, no qual Gless e Cole mostraram o resultado de lesões de tamanhos graduados no córtex motor e demonstraram uma recuperação mais rápida nas lesões menores e com estimulação no córtex circunvizinho após recuperação; áreas que não eram capazes de realizar o movimento passaram a integrar tal tarefa. Isto sugere que se as lesões forem se expandindo de forma lenta, permite ao cérebro se reorganizar funcionalmente a ponto que haja um retardo no aparecimento do déficit neurológico, sendo que a recuperação comportamental parece depender da extensão da lesão e provavelmente está relacionada com a plasticidade (MAIER, SCHWAB, 2006).

3.3. Mecanismo da Lesão

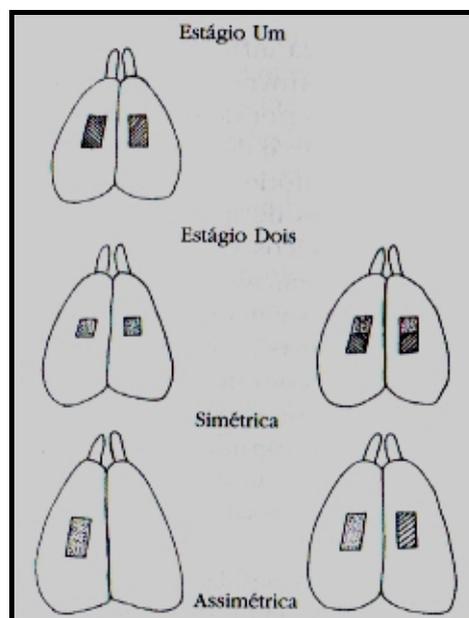
Comumente, lesões de progressões lentas no SNC produzem menores déficits em relação a lesões de mesmo tamanho, porém repentinas. Helen Cohen (2001), Janet Carr e Roberta Shepherd (2003) citam estudos em modelos animais nos quais eram realizadas lesões

seqüenciais no córtex sob condições controladas, com o intuito de desenvolver um modelo de estudo para esse fenômeno (Figura 1).

Ficou evidente entre as autoras que quatro fatores interferem nesse modelo, o qual ficou conhecido como “fenômeno da lesão seqüencial”:

- Quantidade de tecido removido em cada estágio;
- O intervalo entre as cirurgias;
- A experiência dos animais entre as cirurgias.
- Disposições das lesões.

Quanto menor for o tecido removido em cada estágio, menor a alteração do sistema, apesar do estresse e possíveis complicações das múltiplas anestésias e cirurgias. Parece haver um período mínimo de espera entre as cirurgias para que se possam diferenciar as lesões entre os estágios; esse período se dá entre aproximadamente 10 a 14 dias, coincidindo com o período de brotamento axonal (12 a 15 dias) (CARR; SHEPHERD, 2003). A experiência interoperatória é um fator muito importante. De acordo com a tarefa utilizada na análise final, um treinamento interoperatório normalmente se faz necessário para se obter o efeito de lesões seriadas; comparativamente, a retirada do tecido cortical simétrico gera menor déficit do que se a lesão foi assimétrica, considerando que a quantidade de tecido removido seja comparável.



Extraído de CARR; SHEPHERD, 2003, p. 203.

Figura 1. Lesões Graduadas Simétricas no Córtex Motor.

Nas lesões corticais simétricas, o tecido circunvizinho ou subcortical pode ser reorganizado, enquanto que na lesão unilateral, a área homóloga contralateral do córtex pode ser reorganizada.

Quando a lesão é progressiva, sugere que a diasquise ocorra de forma menos acentuada do que na lesão repentina; outra explicação seria que, à lentidão da lesão, gera condições ideais para um brotamento ou supersensibilidade decorrente da denervação. Também é sugerido que o início gradual da lesão permite que se aprenda a utilizar diferentes estratégias para a realização da atividade (CARR; SHEPHERD, 2003).

3.4. Idade

Segundo Lowrie, em Stokes (2000), células em desenvolvimento têm maior capacidade adaptativa do que células maduras. Tal desempenho é necessário para facilitar a comunicação entre diferentes tipos de células. A capacidade maximizada de plasticidade neural pode tanto permitir que crianças se recuperem de lesões de forma mais rápida que um adulto, quanto exacerbar anormalidades durante o desenvolvimento.

Acredita-se há algum tempo que a idade no momento da lesão seja um parâmetro para prognóstico por acreditar que quanto mais novo fosse o indivíduo, maior seria sua recuperação; tal princípio tem sido questionado, mas continua sendo regra geral. Haase e Lacerda (2004) sugerem que muitos efeitos das lesões pré-frontais precoces podem passar despercebidos nos primeiros anos de vida e algumas alterações cognitivas e comportamentais decorrentes de lesões frontais podem se manifestar apenas a partir da idade escolar ou até mesmo na adolescência. De acordo com Maier e Schwab (2006), a capacidade de mudanças adaptativas em resposta à lesão pode ser limitada no adulto, não retornando à totalidade funcional.

Entretanto, Cohen (2001) afirma que em certos casos, as lesões apresentam imediatamente o mesmo déficit seja na infância ou já na fase adulta; por outro lado, algumas lesões não produzem déficit aparente na infância, porém, com o desenvolvimento da criança, o déficit vai se evidenciando ao longo do tempo.

Existem variáveis que determinam os níveis de deficiência e preservação gerados pela lesão, citadas pelo estado de desenvolvimento da área lesada, o estado funcional dos sistemas intactos, o tamanho da lesão e a experiência do organismo antes da lesão (CARR; SHEPHERD, 2003).

Se a área lesada já está desenvolvida, ou seja, já tem sua função determinada, a lesão causa as mesmas deficiências que gerariam em um encéfalo adulto, entretanto, caso uma área funcionalmente relacionada à função não esteja desenvolvida, ela assume a função do tecido lesado durante o desenvolvimento (CARR; SHEPHERD, 2003). Pode-se fazer a mesma consideração para um indivíduo idoso. Algumas áreas no idoso exercem

funções diferentes das do recém-nascido ou do adulto, portanto, as deficiências não são as mesmas em lesões que ocorrem em diferentes idades. É plausível que desordens causadas pela idade na neuroplasticidade devem estar relacionadas funcionalmente com alterações na memória (BERGADO, ALMAGUER, 2002).

A plasticidade sináptica mostra diferenças nos estágios da vida, desde o nascimento até a fase adulta, seguida de vagarosa deterioração em idosos (BERGADO, ALMAGUER, 2002).

3.5. Sexo

Hoje em dia, está evidente que há diferença morfológica e bioquímica entre o cérebro masculino e o feminino. Carr e Shepherd (2003) relatam que as fêmeas são menos lateralizadas nas funções corticais que os machos, e, concluem que também pode haver diferenças na resposta e no potencial de recuperação após lesão. Um estudo realizado no ano de 1984 compara a recuperação da locomoção em ratos do sexo masculino e feminino. Ficou demonstrado que o desempenho das fêmeas foi melhor que os dos machos, e, machos castrados antes da lesão cerebral obtiveram um desempenho semelhante ao das fêmeas (COHEN, 2001, CARR; SHEPHERD, 2003).

3.6. Experiência

É consenso entre os autores (COHEN, 2001; BEAR, 2003; CARR; SHEPHERD, 2003; LUNDY; EKMAN, 2004; OBERTO; AZEVEDO, 2004; FONTES; FUKIJIMA; CARDEAL, 2007) que a experiência é de extrema importância na recuperação funcional após uma lesão encefálica. A experiência modifica o circuito sináptico em cérebros de mamíferos (THOMAS, MALENKA, 2003). No processo de reabilitação, o terapeuta encoraja o paciente a realizar determinadas atividades com o intuito de melhorar o desempenho na execução da tarefa (COHEN, 2001). Exposições a diferentes ambientes promovem ou restringem oportunidades para experiências generalizadas. A experiência leva a mudanças na força das conexões existentes e ao surgimento de novas conexões (CARR, SHEPHERD, 2008).

Bear, Connors e Paradiso (2002) e Carr e Shepherd (2003) citam estudos realizados por Hebb no ano de 1949, nos quais ele investigou o desempenho de ratos criados em laboratório em condição padrão com ratos criados como “animais de estimação”, e comparou-os em atividades de aprendizagem em labirinto. Foi observado um melhor desempenho pelos ratos que tiveram experiências mais enriquecedoras

durante a fase de desenvolvimento, e, como o desempenho destes ratos foi progredindo, Hebb concluiu que as experiências enriquecedoras no período de desenvolvimento permitiram um melhor aproveitamento das novas experiências na maturidade.

3.7. Ambiente

A exposição e a interação de um paciente a um ambiente rico em estímulos são amplamente reconhecidas pelos neurocientistas como algo que influi diretamente nas características anatômicas e fisiológicas do cérebro intacto (COHEN, 2001, CARR; SHEPHERD, 2003, UMPHRED, 2004). Esta interação organismo-ambiente vivenciada por um indivíduo determina fundamentalmente a topografia e a função de suas respostas (FERRARI; FALEIROS; CERUTTI, 2001).

As alterações encefálicas observadas relacionadas à exposição de um indivíduo a um ambiente rico de estímulos são:

- Aumento da profundidade cortical.
- Aumento do peso cerebral.
- Aumento da ramificação dendrítica.
- Aumento na atividade enzimática.

Quando falamos em lesão cerebral temos que considerar dois fatores; primeiro, enriquecimento de experiências antes da lesão cerebral, e segundo, enriquecimento experimental após a lesão cerebral.

Carr e Shepherd (2003) sugerem que o enriquecimento antes da lesão cerebral em ratos tem um efeito protetor contra deficiências após a lesão cerebral. Os ratos que foram expostos a ambientes ricos de estímulos antes da cirurgia cometeram menos erros nos problemas de aprendizagem no labirinto comparados com os ratos isolados em gaiolas individuais. Tal benefício de ganho de aprendizagem também foi demonstrado em lesões no hipocampo, do septo e do córtex sensorio-motor, entretanto, o mecanismo de proteção não se fez presente em todos os casos.

As mesmas autoras também demonstram o efeito do ambiente enriquecido no pós-operatório. Ficou constatado que o enriquecimento do ambiente, com quantidade suficiente de estímulos, levou a um déficit menor ou a uma recuperação maior. O resultado mais surpreendente é que, os ratos operados obtiveram melhor resultado do que os ratos falso-operados que permaneceram em ambiente empobrecido; a reorganização cerebral em humanos acontece como em animais, de acordo com a riqueza

ou pobreza ambiental. Vale ressaltar que o ambiente não compõe apenas estrutura física, mas também o relacionamento com outros indivíduos.

Sabe-se que a interação ativa com o ambiente é necessária para que se retire informações adequadas daquele local; isto afeta a organização do cérebro e a reorganização depois de uma lesão (CARR; SHEPHERD, 2008).

Portanto, é explícito o quanto o meio afeta o aprendizado. O enriquecimento inespecífico do ambiente influencia um ou vários fatores específicos, como o aprendizado, relacionando-se com a capacidade adaptativa geral do organismo.

Cohen (2001) propõe três maneiras, nas quais o enriquecimento poderia superar os efeitos das lesões:

- O aumento do número de conexões sinápticas deve auxiliar em assumir funções comprometidas;
- Proteção contra perda de células corticais nas regiões não acometidas pela lesão;
- Aumento compensatório de RNA/DNA no hipocampo e no córtex ventral.

Outros efeitos sugeridos pelos autores são a resolução da diasquise, a facilitação da eletividade de sinapses silenciosas, a facilitação da reorganização funcional e a melhoria do aprendizado de múltiplas estratégias alternativas para a solução de problemas.

A interação SNC-ambiente resulta na organização de comportamentos simples ou complexos que alteraram o ambiente e o próprio sistema nervoso; tal propriedade está presente em todas as etapas do desenvolvimento do ser humano (FERRARI; FALEIROS; CERUTTI, 2001).

A reorganização funcional do cérebro é um processo que acontece em todas as fases da vida, seja na infância durante o período de maturação do SNC, na idade adulta ou na velhice, etapa na qual há um menor número de neurônios existentes. O processo de reorganização é um fator determinante no período da aprendizagem e reaprendizagem de novas tarefas, e, durante a reabilitação (NUDO, 2010).

As experiências de cada indivíduo é um fator de extrema importância e um parâmetro de prognóstico para sua evolução. Comparando um indivíduo atleta cujas experiências motoras são muito mais ricas do que indivíduos sedentários, provavelmente, se ambos sofrerem lesões cerebrais de forma semelhante, o atleta tem grandes chances de obter uma melhor evolução no seu reaprendizado motor e reorganização encefálica, se comparado com um indivíduo sedentário (FERRARI; FALEIROS; CERUTTI, 2001).

4. METODOLOGIA

Foi realizada pesquisa bibliográfica em livros, sites e artigos nacionais e internacionais, utilizando os descritores: neuroplasticidade, lesão cerebral, fisioterapia, *neuroplasticity*, *cerebral injury* e *physiotherapy*. Foram consideradas publicações feitas após o ano de 1990, por essa década ser a de maior importância no estudo da fisiologia neural devido ao avanço tecnológico e a grande quantidade de publicações de pesquisas nesse período.

5. CONCLUSÃO

No cérebro adulto sem lesão o aprendizado depende da especialização de áreas corticais, que devido à demanda de estímulos formam representações corticais, o que é importante para o comportamento e ações para o aprendizado de novas habilidades. A reserva plástica do SNC é muito grande. Quando as mudanças se tornam duradouras parecem ser responsáveis por alterações anatômicas locais, entretanto, alguns fatores que viabilizam a adaptação neural se tornam fatores limitantes para um processo de reparação total. Intervenções fisioterapêuticas direcionadas para a modulação desses processos otimizam a reorganização do tecido neural, havendo assim, uma melhora mais expressiva da condição inicial do paciente com seqüelas de lesões centrais.

REFERÊNCIAS

- BEAR, M.; CONNORS, B.; PARADISO, M. **Neurociências**: desvendando o sistema nervoso. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- BERGADO, J.; ALMAGUER, W. Aging and synaptic plasticity: a review. **Neural Plasticity**, n. 9, p.217-232, 2002.
- BRASIL NETO, J. Neurofisiologia e plasticidade no córtex cerebral pela estimulação magnética transcraniana repetitiva. **Psiqu. Clín.**, n. 31, p. 216-220, 2004.
- CAI, L. et al. Plasticity of functional connectivity in the adult spinal cord. **Phil. Trans. R. Soc.**, n.361, p. 1635-1646, 2006.
- CARR, J.; SHEPHERD, R. **Ciência do movimento**: fundamento para a fisioterapia na reabilitação. 2.ed. Barueri: Manole, 2003.
- _____. **Reabilitação neurológica**: otimizando o desempenho motor. Barueri: Manole, 2008.
- CLAUDER, S.; GENTILE, A. Sex differences in recovery of locomotion following cortical damage in rats. **Soc. Neurosci. Abstracts**, n.10, p. 320, 1984.
- COHEN, H. **Neurociência para fisioterapeutas**: incluindo correlações clínicas. 2. ed. Barueri: Manole, 2001.
- FERRARI, E.; FALEIROS, M.; CERRUTI, S. Plasticidade neural: relações com o comportamento e abordagens experimentais. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, n.17, p. 187-194, 2001.
- FONTES, S.; FUKUJIMA, M.; CARDEAL, J. **Fisioterapia neurofuncional**: fundamentos para a prática. São Paulo: Atheneu, 2007.

- HAASE, V.; LACERDA, S. Neuroplasticidade, variação interindividual e recuperação funcional em neuropsicologia. **Temas em Psicologia da SBP**, n. 12, p. 28-42, 2004.
- LOWRIE, M. Plasticidade. In: STOKES, M. **Neurologia para fisioterapeutas**. São Paulo: Premier, 2000.
- LUNDY-EKMAN, L. Neurociência: fundamentos para a reabilitação. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- MAIER, I.; SCHWAB, M. Sprouting, regeneration and circuit formation in the injured spinal cord: factors and activity. **Phil. Trans. R. Soc.**, n. 361, p. 1611-1634, 2006.
- MULDER, T.; HOCHSTENBACH, J. Adaptability and flexibility of the human motor system: implications for neurological rehabilitation. **Neural Plasticity**, n. 8, p. 1-2, 2001.
- NUDO, R.J. Neural bases of recovery after brain injury. **Journ. Commun. Disord.**, v.44, p.515-520, 2010.
- OBERTO, L.; AZEVEDO, F. **Sistema inteligente de auxílio ao tratamento fisioterápico aplicando o princípio da neuroplasticidade em portadores de paralisia cerebral**. Disponível em: <http://www.niee.ufrgs.br/cbcomp/cbcomp2004/html/pdf/Workshop_Sa%FAde/Teses_Disserta%EF%F5es/f170100223_3.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2007.
- TECKLIN, J. **Fisioterapia pediátrica**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- THOMAS, M.; MALENKA, R. Synaptic plasticity in the mesolimbic dopamine system. **Phil. Trans. R. Soc.**, n. 358, p. 815-819, 2003.
- UMPHRED, D. **Reabilitação neurológica**. 4.ed. Barueri: Manole, 2004.
- XERRI, C. Plasticity of cortical maps: multiple triggers for adaptative reorganization following brain damage and spinal cord injury. **Neuroscientist**, 2 jun. 2011.

Luciara Irene de Nadai Dias

Fisioterapeuta graduada pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (2007) e especialista em Fisioterapia Aplicada a Neurologia Adulto - Unicamp (2008). Atualmente docente e supervisora de estágio da Faculdade Anhanguera de Indaiatuba. Mestranda em Ciências da Cirurgia pela Unicamp.

Marcelo Fabiano Novaes Paraizo

Graduado em Fisioterapia pela Universidade José do Rosário Vellano (2004), Especialista em Fisioterapia Aplicada à Neurologia Adulto pela Unicamp (2005) e Mestre em Ciências Médicas pelo departamento de Neurologia da Unicamp (2009). Coordenador do curso de Fisioterapia da Faculdade Anhanguera de Indaiatuba.

Anderson dos Santos Stefanutto

Possui graduação em Fisioterapia pela Universidade Paulista (2007). Atualmente é supervisor de estágio e docente na Faculdade Anhanguera Indaiatuba. Tem experiência na área de Fisioterapia, com ênfase em Ortopedia e Traumatologia Fisioterapia e Terapia Manual.

Rodrigo Dantas de Sousa

Possui graduação em Fisioterapia pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (1998). É especialista em Medicina Tradicional Chinesa - Acupuntura. Mestrado em Neurologia pela Unicamp. Atualmente, contratado da Faculdade Anhanguera de Campinas (coordenador pedagógico, membro do Comitê de Ética em Pesquisa, Avaliador de Revistas Institucionais) e atuação na área de Medicina Tradicional Chinesa, Fisioterapia Geral, com ênfase na Reabilitação em Neurologia, principalmente nos seguintes temas: plasticidade neural, análise de marcha anormal, neurociência, reabilitação em neurologia, terapia de contenção e indução de movimento. Foi professor convidado da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), no curso de especialização em Fisioterapia Aplicada à Neurologia Adulto, na disciplina de Fundamentos de Neurociência; professor contratado nas Faculdades Anhanguera de Campinas, Indaiatuba e Santa Bárbara. Foi coordenador do curso de Fisioterapia da Faculdade Comunitária de Indaiatuba.

Marcos Rodolfo Firmino Pinto

Fisioterapeuta graduado pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (2008), especialista em acupuntura pela Unisaúde/Center Fisio-IMES (2010). Docente da Faculdade Anhanguera de Indaiatuba.