

Artigo original

Análise angular da hiperextensão do joelho em pacientes hemiplégicos espásticos

Angular analysis of the hyperextension of the knee in patients with spastic hemiplegia

Sérgio Takeshi Tatsukawa de Freitas, M.Sc.*, Viviane Sanchez da Silva, Ft.**, Ana Cristina Salomon Coelho, Esp.***, Charli Tortoza, M.Sc.****, Carlos Alberto dos Santos, M.Sc.*****

.....
Professor do curso de Fisioterapia da Universidade Braz Cubas (UBC) Mogi das Cruzes e da Universidade Paulista (UNIP) Campus São José dos Campos, **Universidade Braz Cubas (UBC) Mogi das Cruzes, *Professora do curso de Fisioterapia da Universidade Paulista (UNIP) Campus São José dos Campos, ****Professor Assistente do curso de Licenciatura e Bacharelado em Educação Física da Universidade Bandeirante de São Paulo (UNIBAN), *****Professor do curso de Fisioterapia da Universidade Paulista (UNIP), Campus São José dos Campos e Universidade Braz Cubas (UBC) Mogi das Cruzes*

Resumo

O Acidente Vascular Encefálico (AVE) é um distúrbio neurológico grave, de suposta origem vascular, em que ocorre a interrupção (AVE isquêmico) ou extravasamento (AVE hemorrágico) do suprimento sanguíneo encefálico. Comumente a vítima irá apresentar uma hemiplegia do lado contralateral à lesão encefálica, a qual gera déficits motores, caracterizados pela espasticidade e fraqueza muscular que poderá levar futuramente a uma hiperextensão do joelho. O objetivo principal deste estudo foi correlacionar a hiperextensão da articulação do joelho do membro inferior plégico ao grau de força muscular de isquiotibiais e à hipertonia espástica dos músculos reto femoral e tríceps sural. Participaram deste estudo 15 voluntários, vítimas de AVE que apresentam hemiplegia espástica. O ângulo de extensão do joelho foi avaliado por meio da goniometria; o grau de força muscular de isquiotibiais pelo Teste Muscular Manual e a mensuração do grau de hipertonia espástica dos músculos reto femoral e tríceps sural pela Escala de Ashworth Modificada. Por meio do índice de correlação de Pearson os resultados deste estudo demonstraram que a hiperextensão do joelho nos pacientes hemiplégicos espásticos possui correlação fraca ($r = -0,10$) com a fraqueza muscular dos isquiotibiais; nenhuma correlação ($r = 0,05$) com a hipertonia espástica de reto femoral, e correlação moderada ($r = 0,30$) em relação à hipertonia de tríceps sural. Concluiu-se que a hiperextensão do joelho em hemiplégicos espástico está diretamente correlacionada com a hipertonia do músculo tríceps sural.

Palavras-chave: hemiplegia, espasticidade muscular, articulação do joelho.

Abstract

Stroke is a severe neurological disorder caused by vascular origin, due to interruption (ischemic stroke) or leakage (hemorrhagic stroke) of the brain blood supply. Usually the victim will present a hemiplegia on the side of the body opposite to the side of the brain in which the lesion occurs, which generates motor disorders, characterized by muscle weakness and spasticity, and may lead to knee hyperextension. The main purpose of this study was to correlate the hyperextension of the knee joint of plegic lower limb to muscle strength of hamstring muscles and to the spastic hypertonia of rectus femoris and triceps surae muscles. 15 volunteers who suffered stroke and have spastic hemiplegia participated to this study. To assess the knee extension angle it was used a goniometry, to assess muscle strength of hamstring it was used Manual Muscle Test and to measure the spastic hypertonia of the rectus femoris muscles and triceps surae the Modified Ashworth Scale. The Pearson correlation rate showed in this study that hyperextension of the knee in spastic hemiplegic patients have a weak correlation ($r = -0.10$) with the hamstring muscle weakness, no correlation ($r = 0.05$) with hypertonia of spastic rectus femoris, and moderate correlation ($r = 0.30$) compared with hypertonia in triceps surae. It was concluded that hyperextension of the knee in spastic hemiplegic patients is directly correlated to the triceps surae muscle hypertonia.

Key-words: hemiplegia, muscle spasticity, knee joint.

Recebido 9 de março de 2009; aceito em 8 de abril de 2010.

Endereço para correspondência: Sérgio Takeshi Tatsukawa de Freitas, Rua Palmares, 06/43B, 12235-620 São José dos Campos SP, E-mail: s.takeshi@hotmail.com

Introdução

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define o Acidente Vascular Encefálico (AVE) como um sinal clínico de rápido desenvolvimento de perturbação focal da função encefálica, de suposta origem vascular e com mais de 24 horas de duração [1]. Em decorrência de um AVE, a maioria dos indivíduos apresenta uma hemiplegia espástica do lado contralateral à lesão [2,3].

A espasticidade é caracterizada com o aumento do tônus muscular e presença de exacerbação dos reflexos profundos por consequência da hiperexcitabilidade do reflexo de estiramento, e está associada à síndrome do motoneurônio superior, resultando, também, em fraqueza muscular e reflexo cutâneo muscular patológico, como a presença (reaparecimento) do sinal de Babinski positivo [4].

A hiperatividade muscular, relacionada à hipertonia espástica, provoca controle motor anormal dos músculos antigravitacionais, durante a posição ereta, os quais incluem, predominantemente, o grupamento muscular extensor do membro inferior, assim como afeta os músculos flexores do membro superior [4,5]. Essa condição de exacerbação do sinergismo extensor desencadeia após certo tempo um desequilíbrio musculoesquelético, dentre os quais se destaca a hiperextensão da articulação do joelho.

A hiperextensão do joelho é consequência da espasticidade que atua no músculo tríceps sural durante a marcha, ao dificultar a dorsiflexão do tornozelo na sustentação e transferência de peso à frente, levando o quadril a inclinar-se para frente e flexionar-se a fim de transferir seu peso rapidamente para a perna contralateral, portanto, forçando o joelho em hiperextensão. Este desequilíbrio dinâmico acentua a transferência de peso para os ligamentos e estruturas de tecidos moles do quadril e joelho [6]. Somado a isto, pacientes pós-AVE apresentam coativação aumentada dos músculos quadríceps e isquiotibiais, causando atraso de reversão da extensão articular do joelho durante a fase de balanço, na qual também tem como consequência uma hiperextensão dessa articulação [7]. Resultados semelhantes também são observados em indivíduos portadores de paralisia cerebral que apresentam, pela presença da espasticidade, assimetria de forças, fraqueza do músculo quadríceps e desequilíbrio entre músculos antagonistas do joelho, bem como hiperextensão desta articulação [8]. Todos esses são considerados fatores de risco para lesão dos joelhos.

Apesar de estes achados serem bastante comuns, não há clara evidência da relação entre os diversos fatores sintomáticos causados pela espasticidade. Aparentemente, a fraqueza muscular relacionada ao grau de espasticidade atinge apenas a musculatura agonista [9], pois a mesma se torna incapaz de recrutar número suficiente de unidades motoras, mas pode não apresentar correlação significativa com a incapacidade antagonista [9].

A atividade muscular, por sua vez, apresenta relação direta com a força muscular produzida e com o torque necessário

para a produção de movimento, fatores que se relacionam com a integridade da amplitude articular.

Como em inúmeras doenças, os efeitos progressivos da espasticidade tendem a comprometer diversos músculos e articulações, alterar significativamente a cadeia muscular e produzir déficits de força em músculos ou movimentos específicos [10,11] e, além disso, podem afetar funções importantes como a deambulação [12,13].

Portanto, pode-se assumir que a hiperextensão da articulação do joelho presente em indivíduos hemiplégicos prejudica de forma significativa o ato de deambular, além de poder causar problemas ortopédicos futuros, se gerar lesões graves nos componentes articulares. Esta condição é consequência de um aumento anormal do tônus da musculatura extensora do membro inferior comprometido e a diminuição de força muscular decorrente da espasticidade. Desta forma, o objetivo deste estudo foi correlacionar a hiperextensão da articulação do joelho com o grau de força muscular e a hipertonia espástica em indivíduos hemiplégicos espásticos para que possam ser ampliados os conhecimentos acerca da relação entre estes fatores, importantes para o tratamento, manutenção e recuperação das atividades funcionais dos mesmos.

Material e métodos

Voluntários

O presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Braz Cubas (CEP/UBC), datado em 28 de outubro de 2008. Foi realizada uma pesquisa transversal de forma qualitativa, na qual participaram 20 voluntários hemiplégicos espásticos com diagnóstico médico de AVE e que recebem atendimento na Clínica de Fisioterapia da Universidade Braz Cubas (UBC) no setor de Neurologia Adulto.

Na amostra foram incluídos 15 voluntários, com idade média de 53 anos, sendo 6 do sexo feminino e 9 do sexo masculino. Todos deambulavam de forma independente ou com auxílio de órteses e possuíam a cognição preservada. Foram excluídos do estudo voluntários que utilizavam cadeiras de rodas como forma de locomoção, que apresentavam deformidades articulares e encurtamento muscular grave.

Todos os voluntários receberam o Termo de Consentimento Livre Esclarecido, podendo ter liberdade, a qualquer momento, de se recusar a participar da pesquisa, não causando nenhum prejuízo ao participante.

O risco da pesquisa envolveu desconforto na articulação do joelho do membro comprometido durante o apoio unipodal na avaliação da goniometria.

Os benefícios da pesquisa foram identificar se realmente há uma hiperextensão do joelho no grupo estudado para uma futura indicação de uso de órtese, visando minimizar a sobrecarga na articulação em questão.

Procedimentos

A hiperextensão do joelho foi avaliada por meio do goniômetro universal da marca CARCI. Para registrar a posição do paciente, bem como o procedimento utilizado, foi utilizada uma máquina fotográfica digital modelo Samsung Digimax A 402, além de espaldar e uma escada de 2 degraus como forma de apoio para o paciente durante a avaliação. Para o teste de força e a avaliação da espasticidade foi utilizado um tablado que permitisse o voluntário manter-se em decúbito dorsal.

Goniometria

Para a obtenção do grau de hiperextensão da articulação do joelho foram realizadas três medidas consecutivas da respectiva angulação, sendo posteriormente calculada a média simples para se obter o valor de hiperextensão. Todos os sujeitos foram avaliados em posição ortostática em frente ao espaldar, a uma distância equivalente ao comprimento do seu membro superior em flexão.

Solicitou-se ao voluntário que se mantivesse em apoio unipodal do membro inferior não acometido, e que segurasse o espaldar mantendo o braço com aproximadamente 60° em flexão. Com o voluntário posicionado corretamente, o examinador posicionou o goniômetro, onde o braço fixo permaneceu paralelo à superfície lateral do fêmur dirigido para o trocânter maior e o braço móvel paralelo à face lateral da fíbula dirigido para o maléolo lateral do tornozelo, e o eixo sobre a linha articular do joelho, a fim de verificar se havia uma hiperextensão fisiológica.

Posteriormente, foi solicitado ao indivíduo que se mantivesse em apoio unipodal com o membro inferior plégico e realizou-se o mesmo procedimento já descrito, para a obtenção do grau de hiperextensão do joelho.

Para fins de documentação, as avaliações foram registradas por meio da máquina digital, fotografando a lateral do paciente que estava em apoio unipodal.

Avaliação do tônus muscular e da força muscular

Com o voluntário deitado em decúbito dorsal no tablado foram avaliados o tônus dos músculos quadríceps e tríceps sural por meio da Escala de Ashworth Modificada, e, em decúbito ventral, foi avaliada a força muscular dos músculos isquiotibiais, por meio do Teste Muscular Manual.

Análise estatística

Após a obtenção dos valores de amplitude articular por meio do goniômetro foram analisados os resultados obtidos para o lado plégico e não plégico na articulação do joelho (hiperextensão) utilizando-se o teste não-paramétrico Mann-Whitney (Teste U), para um nível de significância de $\alpha = 0,05$.

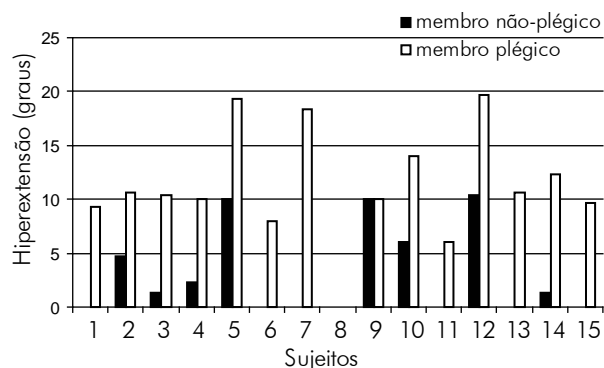
Para analisar correlação entre o grau obtido de hiperextensão do joelho e a hipertonia do tríceps sural e do quadríceps, entre o grau obtido de hiperextensão do joelho e o grau de força dos músculos isquiotibiais, bem como entre os valores de hiperextensão e o grau de força dos músculos isquiotibiais, utilizou-se o índice de correlação de Pearson (R). Para permitir análise da correlação numérica dos resultados, os valores "1+" obtidos na aplicação da escala de Ashworth foram substituídos por "1,5", pois representam uma medida de intensidade de espasticidade intermediária, entre os valores 1 e 2.

Resultados

Os valores obtidos pela medida do ângulo de hiperextensão são demonstrados na Figura 2. Nota-se que 14 sujeitos, dos 15 analisados apresentaram algum grau de hiperextensão, excluindo-se apenas o sujeito 8, que apresentou grau 0 nos dois membros inferiores. Verificou-se também que três sujeitos (5, 7 e 12) apresentaram uma hiperextensão do joelho com valores próximos de 20 graus, destacando-se do grupo cuja média situou-se em torno de 10 graus de hiperextensão, porém os sujeitos 5 e 12 apresentaram também uma hiperextensão fisiológica do joelho.

Por meio do teste Mann-Whitney, para uma amostragem de 15 indivíduos, obteve-se valores de $U = 28,5$, $U = 196,5$ e $U_c = 64$ (valor crítico), notou-se que $U_c < U$ de maior valor, rejeitando-se a hipótese H_0 e admitindo H_1 , demonstrando a diferença entre o grau do ângulo de extensão do joelho do membro inferior plégico e o membro inferior sadio, e, portanto, comprovando a existência esperada de significativa hiperextensão no membro plégico, quando comparado com o membro contralateral.

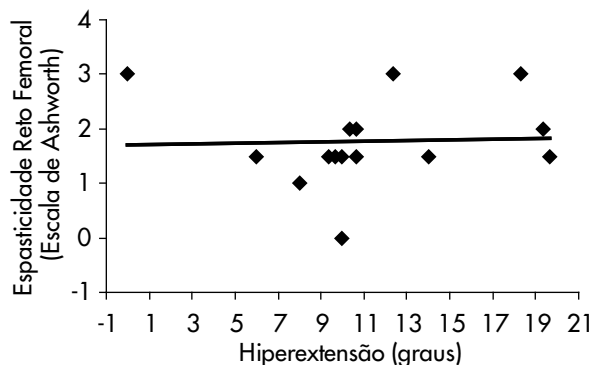
Figura 1 - Grau de hiperextensão articular dos joelhos plégico e não-plégico obtidos por meio da goniometria.



Observamos na Figura 3 os valores obtidos de hiperextensão do joelho do membro inferior plégico em função da hipertonia espástica do quadríceps, graduado por meio da Escala de Ashworth Modificada, e que representa o grau de correlação obtido entre estas duas variáveis. A análise de

correlação indicou não haver correlação significativa entre estas duas variáveis ($r = 0,04$). Nota-se que apenas alguns valores estão próximos à linha de tendência linear e, portanto, não apresentam boa correlação, confirmada pela análise apresentada.

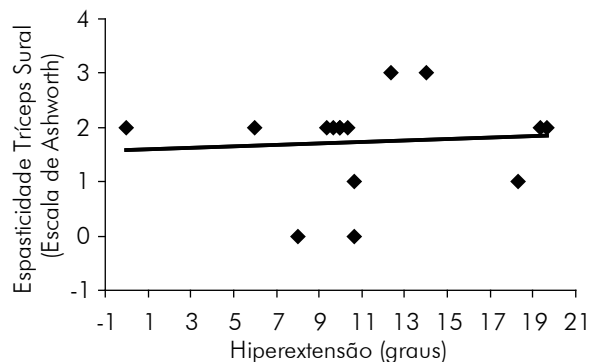
Figura 2 - Correlação do grau de hiperextensão do joelho plégico e da hipertonía espástica do músculo quadríceps, com $r = 0,04$.



Como a articulação do joelho sofre também influência do músculo tríceps sural, foi analisada a correlação entre a espasticidade deste grupo muscular e o grau de hiperextensão desta articulação. Os resultados podem ser observados na figura 4.

Nota-se que o grau de a hipertonía espástica do tríceps sural parece se relacionar com a hiperextensão do joelho em 11 dos 15 sujeitos analisados, pois verifica-se que a dispersão dos pontos está mais próxima da relação à reta. No entanto, o índice de correlação de Pearson, quando todo o grupo foi analisado, foi de $r = 0,30$, havendo uma correlação positiva relativamente fraca, onde as variáveis da hiperextensão do joelho e hipertonía espástica do tríceps sural mostraram ser diretamente proporcional, ou seja, quanto maior é a hipertonía espástica maior será o grau de hiperextensão do joelho.

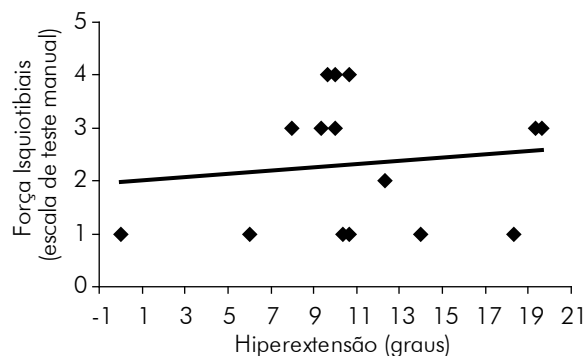
Figura 3 - Correlação do grau de hiperextensão do joelho plégico e da hipertonía espástica do músculo tríceps sural, com $r = 0,30$.



Seguindo a mesma lógica dos prováveis efeitos relacionados à hiperextensão, relacionamos o grau de hiperextensão do joelho à forma muscular medida para o principal grupamento flexor do joelho (isquiotibiais), e os resultados podem ser observados na Figura 5.

É possível notar grande dispersão dos pontos em relação à reta, condição na qual fica clara ao verificar o índice de correlação de Pearson, no qual o valor é de $r = -0,10$, indicando que há uma correlação negativa fraca entre as variáveis analisadas.

Figura 4 - Correlação da hiperextensão do joelho do membro inferior plégico e o grau de força muscular dos músculos isquiotibiais, com $r = -0,10$.



Discussão

No presente estudo pode-se verificar que o grau de hiperextensão do joelho do membro inferior plégico de indivíduos espásticos possui uma diferença significativa quando comparado com o joelho do membro inferior contralateral, isto é, o membro não comprometido pela lesão. Apesar de a avaliação da hiperextensão do joelho ter sido realizada com o voluntário em uma posição vertical estática, esta se assemelha a posição assumida momentaneamente durante a fase de apoio da marcha, com apoio unipodal, e com tendência à hiperextensão do joelho.

Rose *et al.* [14] descreveram a marcha do indivíduo hemiplégico e afirmaram que o lado comprometido, na fase de apoio, por apresentar propriocepção prejudicada, tende a projetar o tronco à frente, pelo fato do centro da gravidade se anteriorizar. Esta fase é controlada por uma sinergia em extensão, em que extensores do quadril, extensores do joelho e flexores plantares são ativados quase simultaneamente, como uma forma de estabilizar articulações para receber o peso do corpo, e no caso de comprometimento do sistema muscular, durante a progressão da marcha para frente pode ocorrer a hiperextensão do joelho.

Os resultados indicaram que há uma pequena correlação entre a hiperextensão da articulação do joelho e a hipertonía do músculo tríceps sural. Acredita-se que esta correlação pode ser resultado da hiperatividade do tríceps sural durante o ato de deambular, principalmente quando ocorre o contato com o ante pé no solo (pois este indivíduo não consegue realizar a fase de choque de calcanhar), o qual desencadeia um padrão de plantiflexão fixado, impedindo uma dorsiflexão ativa do tornozelo na fase de apoio, forçando uma hiperextensão do joelho. Este resultado se assemelha com o estudo realizado por Rezende *et al.* [15], onde a hipertonía de tríceps sural obteve relação com a hiperextensão do joelho.

Knutsson [16] comparou a atividade muscular média do tríceps sural, obtida por eletromiografia (EMG), durante o ciclo da marcha de 9 indivíduos com hemiplegia espástica e 10 indivíduos-controle normais, simultaneamente às correspondentes mudanças angulares do joelho. Nos indivíduos hemiplégicos a ativação do tríceps sural começava junto com a fase de postura vertical, apresentando uma amplitude relativamente baixa, após o contato inicial, o alongamento do músculo tríceps sural resultava em sua ativação prematura. A força gerada por este músculo produzia uma hiperextensão do joelho do membro plégico, tornando o músculo incapaz de gerar tensão para dar o impulso. O resultado confirmou a relação da hipertonía espástica de tríceps sural com o aumento do ângulo de extensão da articulação do joelho.

No estudo de Lucareli e Greve [17] verificaram as variáveis da marcha dos hemiparéticos com lesão cerebral, por meio da avaliação tridimensional. Os resultados encontrados foram redução do pico de flexão e amplitude de movimento do joelho na fase de balanço e principalmente, a hiperextensão do joelho na posição única.

Jagadamma *et al.* [18] investigaram a redução da hiperextensão do joelho com uso de órtese tornozelo-pé durante a marcha de crianças com paralisia cerebral. O resultado apresentado foi a redução significativa da hiperextensão do joelho durante a marcha com esse tipo de órtese.

Como não observamos boa correlação entre a hipertonía espástica de quadríceps com a hiperextensão do joelho, pode-se supor que este músculo esteja predominantemente agindo durante a fase de balanço e não na fase de apoio, onde ocorre uma ativação anormal do músculo quadríceps, bloqueando a realização da semiflexão do joelho durante o momento de oscilação do membro inferior comprometido.

Sutherland *et al.* [19] afirmaram que na marcha do hemiplégico espástico, o excesso de flexão plantar do tornozelo é desencadeado por uma espasticidade extensora influenciada por uma exacerbação da reação positiva de apoio, tornando o membro inferior rígido, com o joelho em hiperextensão e com uma flexão plantar, não havendo a possibilidade de realizar a fase de choque de calcanhar. A reação negativa de suporte ocorre ao retirar o contato do pé plégico sobre o solo, que como resposta, deveria haver uma diminuição do tônus extensor, mas essa reação é fraca e não consegue vencer o padrão sinérgico extensor, dificultando a realização da tríplice flexão (flexão de quadril, joelho e tornozelo), na qual é necessária para execução da marcha.

Apesar de não haver qualquer tendência à correlação entre a força (ou fraqueza relativa) dos músculos isquiotibiais com a hiperextensão do joelho, o fato deste músculo apresentar grau de força muscular significativamente baixa para indivíduos hemiplégicos pode causar grande impacto na marcha dos mesmos. Se este músculo estivesse com grau de força normal (entre grau 4 ou 5), poder-se-ia levantar a hipótese da sua capacidade em “vencer” a espasticidade que atua em seu agonista (quadríceps), e, assim, realizar uma semiflexão do joelho

durante a fase de apoio, o que conseqüentemente impediria a hiperextensão do joelho do membro plégico que ocorre nesta fase da marcha de indivíduos hemiplégicos espásticos. A solicitação inadequada dos neurônios motores agonistas e a baixa atividade dos antagonistas são a principal base das disfunções do controle motor após uma lesão do SNC [20].

Resultados semelhantes foram encontrados por Andrade *et al.* [8], que constatou a presença de fraqueza muscular significativa dos isquiotibiais, em relação aos seus antagonistas, por meio do dinamômetro isocinético. Neste estudo, os autores concluíram que este desequilíbrio muscular pode ser considerado como um fator causador de instabilidade articular e do aumento do risco de lesão da articulação do joelho, principalmente decorrentes da hiperextensão do joelho. O fato de não obtermos correlação entre estas variáveis sugere, no entanto, que a influência da fraqueza muscular como determinante de hiperextensão é determinada pelas características individuais e, portanto, não se pode esperar a mesma intensidade de resposta a uma deficiência muscular específica, já que cada organismo tende a encontrar soluções únicas para situações muito semelhantes.

Os ligamentos e cápsula articular posterior são responsáveis em limitar a hiperextensão do joelho. Um exemplo dessa condição é relatado no estudo de Smith *et al.* [21], no qual explicam que uma paciente teve poliomielite quando jovem, resultando em paralisia dos músculos isquiotibiais e tríceps sural, possuía alguma força, porém não normal do músculo quadríceps. Durante 30 anos ela deambulou com hiperextensão do joelho, o que gradualmente estirou os ligamentos e a cápsula, passando a sentir dor no joelho. Kapandji [22] afirmou que o ligamento cruzado anterior é o “freio” da hiperextensão do joelho, portanto o mais sobrecarregado nesta situação.

O funcionamento adequado da articulação do joelho está determinado, em todo o momento, pelas reações mútuas e equilibradas de três fatores, a saber: superfícies articulares, músculos e ligamentos em perfeito equilíbrio dinâmico [22]. Quando ocorre uma lesão do SNC, a qual gera comprometimento do neurônio motor superior (NMS), havendo sinais positivos e negativos dessa condição, a integridade desses três fatores está gravemente afetada, impossibilitando o funcionamento harmonioso da articulação do joelho.

Os distúrbios motores que os hemiplégicos espásticos apresentam por conseqüência de uma lesão do SNC, como déficit sensorial importante, compromete reações posturais de endireitamento e de equilíbrio. A espasticidade, a qual é um fator limitante do movimento normal, também promove padrões anormais de postura e da marcha. Além da ausência de um estado de equilíbrio da atividade muscular entre os músculos agonistas e antagonistas que envolvem as articulações, há a perda do controle muscular seletivo. Todas estas alterações estão diretamente relacionadas ao aumento angular anormal da extensão da articulação do joelho neste grupo específico de indivíduos.

Conclusão

Por meio da análise de indivíduos espásticos, pode-se concluir que o grau de hiperextensão do joelho do membro inferior comprometido pela hemiplegia espástica possui uma diferença significativa em relação ao membro inferior sadio, e que esta hiperextensão pode estar correlacionada com a hipertonia espástica do músculo tríceps sural, ocasionando um impacto negativo na marcha desses indivíduos. Pode-se verificar também que a fraqueza muscular dos isquiotibiais, gerada pelos sinais negativos da lesão de neurônio motor superior, não se relaciona diretamente ao grau de hiperextensão, apesar das consequências que a respectiva fraqueza gera para o controle normal do movimento e a estabilidade da articulação do joelho. A presença de graus de força variados, no entanto, confirma a existência de desequilíbrio muscular entre agonistas e antagonistas da referida articulação, o que prejudica a marcha em indivíduos hemiplégicos espásticos.

Deste modo, parece importante que os profissionais da área de reabilitação neurológica intensifiquem o treino e a reeducação da marcha em indivíduos hemiplégicos espásticos pós-AVE, principalmente na fase subaguda da doença, em que o processo de neuroplasticidade ocorre de forma intensa e que indiquem o uso de órtese de membro inferior, tornozelo-pé (tutor curto), para esse grupo especial de pacientes, com o objetivo de evitar a hiperextensão do joelho prevenindo futuras lesões adicionais, por consequência dessa condição.

Referências

1. Stokes M. Neurologia para fisioterapeutas. São Paulo: Premier; 2000.
2. Umphred DA. Reabilitação neurológica. 4ª ed. Barueri: Manole; 2004.
3. O'Sullivan SB, Schmitz TJ. Fisioterapia – avaliação e tratamento. 4ª ed. Barueri: Manole; 2004.
4. Ekman LL. Neurociência – fundamentos para a reabilitação. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
5. Silva LLM, Moura CEM, Godoy JRP. A marcha no paciente hemiparético. *Universitas* 2005;2(3):261-73.
6. Davies PM. Passos a seguir – um manual para o tratamento de hemiplegia no adulto. São Paulo: Manole; 1996.
7. Corrêa FI, Soares F, Daniel Ventura DA, Gondo RM, Peres JÁ, Fernandes AO, Corrêa JCF. Atividade muscular durante a marcha após acidente vascular encefálico. *Arq Neuro-psiquiatr* 2005;3(63):134-45.
8. Andrade MS, Fleury AM, Silva AC. Força muscular isocinética de jogadores de futebol da seleção paraolímpica brasileira de portadores de paralisia cerebral. *Rev Bras Med Esporte* 2005;5(11):281-5.
9. Enoka R. Bases neuromecânicas da cinesilogia. São Paulo: Manole; 2000.
10. Perry J. Determinants of muscle function in the spastic lower extremity. *Clin Orthop Relat Res* 1993;288:10-26.
11. Bohannon RW, Larkin PA, Smith MB, Horton MG. Relation between static muscle strength deficits and spasticity in stroke patients with hemiparesis. *Phys Ther* 1987;67(7):1068-71.
12. Nakamura R, Hosokawa T, Tsuji I. Relationship of muscle strength for knee extension to walking capacity in patients with spastic hemiparesis. *Tohoku J Exp Med* 1985;145:335-40.
13. Junqueira RT, Ribeiro AMB, Scianni AA. Efeitos do fortalecimento muscular e sua relação com a atividade funcional e a espasticidade em indivíduos hemiparéticos. *Rev Bras Fisioter* 2004;3(8):247-52.
14. Rose J, Gamble JG. Marcha humana. 2ª ed. São Paulo: Premier; 1998.
15. Rezende FB, Viana CAP, Faria JLC. Análise da hiper-extensão de joelho em pacientes hemiparéticos usando órtese para neutralização da flexão plantar. *Neurociências* 2006;3(14):140-3.
16. Lucareli PR, D' Andrea Greve JM. Knee joint dysfunctions that influence gait in cerebrovascular injury. *Clinics* 2008;63(4):443-50.
17. Jagadamma KC, Coutts FJ, Mercer TH, Herman J, Yirrel J, Forbes L, et al. Effects of tuning of ankle foot orthoses-footwear combination using wedges on stance phase knee hyperextension in children with cerebral palsy - preliminary results. *Disabil Rehabil Assist Technol* 2009;(6);4:406-13.
18. Knutsson E. Can gait analysis improve gait training in stroke patients? *Scand J Rehabil Med Suppl* 1994;30:73-80.
19. Sutherland DH, Kaufman KR, Wyatt MP, Chambers HG, Mubarak SJ. Double-blind study of botulinum A toxin into gastrocnemius muscle in patients with cerebral palsy. *Gait Posture* 1999;10(1):1-9.
20. Andrews AW, Bohannon RW. Distribution of muscle strength impairments following stroke. *Clin Rehabil* 2000;14(9):79-87.
21. Smith LK, Weiss EL, Lehmkuhi LD. Cinesilogia Clínica de Brunnstrom. 5ª ed. São Paulo: Manole; 1997.
22. Kapandji AI. Fisiologia articular. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.