

Um modelo diferente de *brace* para a reeducação da marcha hemiparética com *genu recurvatum*: efeitos sobre a distribuição das pressões plantares

A different brace model to retrain hemiparetic gait with genu recurvatum: effects on plantar pressure distribution

Un modelo distinto de rodillera en la rehabilitación de la marcha hemiparética con genu recurvatum: efectos sobre la distribución de las presiones plantares

Éder Kröeff Cardoso¹, Alexandre Severo do Pinho^{2,3}, Marcelo Faria Silva^{1,2}, Luis Henrique Telles da Rosa^{1,2}

RESUMO | O modelo de *brace* desenvolvido consiste em uma joelheira de neoprene que apresenta um balonete inflável posicionado sobre a região poplíteia do joelho. Ele proporciona estímulos sobre estruturas articulares, bem como um melhor alinhamento biomecânico durante a fase de apoio da marcha. O objetivo do estudo foi quantificar as alterações e adaptações induzidas pelo treinamento da marcha com a utilização do dispositivo ortótico em pacientes hemiparéticos. Realizou-se um estudo quase-experimental do tipo antes e depois com doze pacientes adultos com hemiparesia decorrente de acidente vascular encefálico. Os picos de pressão plantares foram os marcadores utilizados para comparar os três momentos do estudo: na linha de base, quando estivessem utilizando o *brace* e após o treinamento da marcha. Depois das sessões de reeducação da marcha com auxílio da órtese, a redistribuição das pressões plantares evidenciou aumento na simetria durante a fase de apoio, principalmente pela diminuição da pressão sobre o antepé parético ($p=0,024$) e pelo aumento no retropé no lado parético ($p=0,010$). Além disso, essas alterações foram associadas a uma diminuição da pressão sobre todas as regiões do pé não afetado, especialmente no retropé no momento de pós-treinamento. Os resultados do estudo sugerem uma mudança no padrão de marcha dos participantes depois da utilização do *brace*. Houve maior simetria dos valores dos picos de pressão plantar quando se comparou o lado afetado com o não afetado. O treino com o *brace* contribui

no processo de reabilitação, uma vez que forneceu valores baropodométricos que se aproximaram ao padrão normal de distribuição plantar.

Descritores | Acidente Vascular Cerebral; Marcha; Aparatos Ortopédicos.

ABSTRACT | The model of brace developed consists of a neoprene kneepad that has an inflatable cuff positioned over the popliteal region of the knee. It provides stimuli on joint structures as well as a better biomechanical alignment during the stance phase of the gait. The aim of this study was to quantify the changes and adaptations induced by gait training with the use of orthotic device in hemiparetic patients. A quasi-experimental before-after study was held with twelve adult patients with hemiparesis due to cerebrovascular accident. The peaks of plantar pressure were the markers used to compare the three moments of the study: the baseline, when they were using the brace, and post-gait training. After the sessions of gait retraining with the orthosis, the redistribution of plantar pressures showed increased symmetry during the stance phase, mainly by reducing the pressure on the paretic forefoot ($p=0.024$) and by the increase in the rearfoot in the paretic side ($p=0.010$). In addition, these changes were associated with a decrease in pressure on all regions of the foot not affected, especially in the rearfoot after training. The results of the study suggest a change in the gait pattern of participants after using the

¹Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSA), Brasil.

²Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSA), Porto Alegre, RS, Brasil.

³Bolsista de DTI – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

brace. There has been greater symmetry of the values of the plantar pressure peaks when the affected side was compared with the nonaffected side. Training with the brace helps in the rehabilitation process, since it provides baropodometric values approaching the normal pattern of plantar distribution.

Keywords | Stroke; Gait; Orthotic Devices.

RESUMEN | En una rodillera de neoprene se desarrolló un tipo de rodillera ortopédica, que lleva un manguito inflable, puesto en la región poplíteica de la rodilla, y que les proporciona estímulos a las estructuras articulares, así como mejora la alienación biomecánica durante la fase de apoyo de la marcha. El propósito del estudio es cuantificar las alteraciones y adaptaciones producidas por el entrenamiento con este dispositivo ortótico en pacientes hemiparéticos. Se trata de un estudio casi experimental de tipo antes y después, del cual participaron doce adultos hemiparéticos debido al accidente cerebrovascular. Se utilizaron como marcadores los picos de presión plantar para comparar tres momentos del estudio: el

inicio del estudio; el momento en que utilizaban la rodillera y tras entrenar la marcha. Después de las sesiones de rehabilitación de la marcha con ayuda de la rodillera, en la redistribución de las presiones plantares ocurrió un aumento en la simetría durante la fase de apoyo, principalmente disminución de la presión sobre el antepié parético ($p=0,024$) y aumento en el retropié en el lado parético ($p=0,010$). Además, estas alteraciones se las asociaron a la disminución de la presión sobre todas las regiones del pie no alterado, especialmente en el retropié en el momento posterior al tratamiento. Los resultados del estudio muestran un cambio en el patrón de marcha de los participantes después de utilizar este tipo de rodillera. Hubo una mayor simetría de los valores de los picos de presión plantar cuando se comparó el lado alterado con el no alterado. El entrenamiento con este tipo de rodillera ayudó en el proceso de rehabilitación, puesto que presentó valores baropodométricos cerca del patrón preestablecido de distribución plantar.

Palabras clave | Accidente Cerebrovascular; Marcha; Aparatos Ortopédicos.

INTRODUÇÃO

A reeducação da marcha depois de um acidente vascular encefálico (AVE) representa um dos grandes desafios do processo de reabilitação, uma vez que a locomoção permite maior autonomia e tem impacto direto sobre os níveis de funcionalidade¹. Cerca de metade dos sobreviventes do AVE apresentam deficiências motoras, como fraqueza muscular, tônus muscular anormal e deficiências sensoriais, muitas vezes combinados com espasticidade ou contraturas dos músculos dos membros inferiores paréticos². A marcha hemiparética é caracterizada por alterações nos parâmetros espaços-temporais e cinemáticos. Durante a fase de apoio, frequentemente ocorre a hiperextensão do joelho, conhecido como *genu recurvatum*².

Do ponto de vista biomecânico, o *genu recurvatum* é caracterizado por um vetor de força de reação ao solo que passa exatamente na frente do joelho. Em pacientes com fraqueza do quadríceps, esse fenômeno gera um momento extensor do joelho, evitando a queda em flexão durante o apoio médio, como uma estratégia para obter maior estabilidade no membro inferior. Além de ser um problema estético na deambulação, ele pode provocar dor e, portanto, limitar a autonomia do paciente nas atividades da vida diária³. Pode ser causado em virtude

de vários fenômenos como a fraqueza ou a espasticidade do músculo quadríceps, espasticidade e/ou contratura dos flexores plantares e déficits proprioceptivos². O perfil da distribuição de pressão plantar de pacientes com AVE demonstra ser muito diferente do que é observado em indivíduos saudáveis⁴. Nesse sentido, a mensuração das pressões plantares permite quantificar o grau de comprometimento do paciente hemiparético e avaliar de forma objetiva a eficácia da intervenção com um dispositivo ortótico no processo de reabilitação².

A abordagem tradicional de treinamento locomotor envolve a deambulação no solo ou em esteira. Assim, um melhor controle sobre a articulação do joelho afetado pode ser obtido por meio de recursos ortóticos que busquem facilitar uma resposta motora desejável e inibir as atividades motoras primitivas anormais⁵. A órtese utilizada nesse estudo foi desenvolvida com o intuito de reeducar a marcha e minimizar o *genu recurvatum* ao se considerar os aspectos neurofisiológicos e biomecânicos¹. Nesse sentido, considerou-se a hipótese de que a aplicação de uma pressão moderada sobre estruturas do sistema musculoesquelético poderia efetuar mudanças nas estratégias de recrutamento muscular, promover melhor alinhamento do joelho, bem como contribuir na recuperação funcional da marcha sem bloquear ou limitar completamente o

movimento articular. Conseqüentemente, as pressões plantares poderiam também ser alteradas e mensuradas pela baropodometria. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a distribuição das pressões plantares durante a deambulação de indivíduos com hemiparesia depois do uso de um diferente *brace* para treinamento da marcha de hemiparéticos com *genu recurvatum*.

METODOLOGIA

Estudo quase-experimental do tipo antes e depois. Participaram doze (12) pacientes adultos com diagnóstico de AVE que recebiam acompanhamento de fisioterapia em uma clínica. Os critérios de inclusão foram a presença de hemiparesia após AVE com tempo de evolução entre 6 a 24 meses, capacidade de andar sem uso de recursos auxiliares e presença de *genu recurvatum* durante a fase de apoio médio na marcha. Os critérios de exclusão foram as condições que impossibilitassem a avaliação e treino com a órtese, como a presença de contraturas ou deformidades fixas em membros inferiores e comprometimentos de moderados a severos de origem cognitiva, perceptual, de atenção ou de linguagem. Essa primeira triagem foi realizada por um dos fisioterapeutas responsáveis pelo estudo por meio de avaliação física e funcional e pelos dados obtidos em prontuário do paciente.

O dispositivo ortótico utilizado foi desenvolvido pelos pesquisadores. Ele apresenta quatro tiras de neoprene fixadas com velcro anteriormente acima e abaixo da patela e que se unem na região posterior por meio de tecidos de neoprene e de couro (Figura 1A). Possui, também sobre a fossa poplíteia, um balonete de borracha inflável também envolto em neoprene, devendo ser posicionado de forma a garantir maior pressão sobre esse local (Figura 1B).

A pressão do balonete foi estabelecida em 0,35 kg/cm² com auxílio de um sensor de calibragem, a fim de que pudesse oferecer um moderado grau de pressão sobre a região poplíteia. Os velcros na face anterior da coxa e da perna foram ajustados de acordo com a resposta do paciente, devendo estar confortável e firmemente fixo.

Depois dos participantes receberem explicações sobre o estudo e assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), foi realizada a primeira avaliação da marcha. O fluxograma de avaliações e treinamento foi dividido em três momentos. No primeiro momento, realizou-se avaliação da medida das pressões plantares, cujos

registros foram coletados por meio da baropodometria dinâmica. Para aquisição dos dados de baropodometria, utilizou-se um baropodômetro digital do tipo plataforma de pressão da marca Novel, modelo Emed-X (690 mm × 403 mm × 190 mm) resolução de 4 sensor/cm², taxa de amostragem máxima de 100 Hz. A plataforma foi posicionada no centro de uma passarela de espuma vinílica acetinada (EVA) de, aproximadamente, 7 metros de comprimento. Foi solicitado ao paciente caminhar descalço de forma natural em velocidade autosselecionada sobre a passarela. O paciente iniciava a marcha com os pés paralelos a partir de marca previamente realizada, permitindo a realização do terceiro passo na plataforma, conforme protocolo de três passos⁶. Cada indivíduo andou cinco vezes o percurso, a fim de se familiarizar com os procedimentos e, depois desse período, habilitou-se o *software* para realização das aquisições. As variáveis de pico de pressão plantar em quilopascal (kPa) – máxima pressão registrada nas áreas plantares específicas, considerando quatro regiões do pé (retropé, mediopé, antepé e dedos) – foram estabelecidas por meio do *software* Novel Scientific 12.3.30.



Figura 1. Órtese para reeducação da marcha. (A) vista lateral das tiras de neoprene acima e abaixo da patela; (B) maior detalhe do posicionamento do balonete inflável sobre a região poplíteia (seta)

Foram adquiridos três registros do pé acometido e do pé não acometido sobre a plataforma. No momento 1, não se utilizou a órtese; essa primeira avaliação

serviu como linha de base, ou seja, o padrão basal da marcha dos participantes. Depois de um intervalo de 30 minutos para descanso, no momento 2, esse mesmo procedimento de avaliação baropodométrica também foi realizado, com o paciente utilizando a órtese.

No dia seguinte a essa avaliação, os pacientes iniciaram período de cinco semanas de treinamento da marcha com a órtese, sob a orientação e a observação de fisioterapeuta que pertence ao grupo de autores deste estudo. Duas vezes por semana, antes das sessões na clínica de fisioterapia, os pacientes que participaram do estudo eram solicitados a deambular com velocidade autosselecionada em terreno plano, um corredor com 50 metros de comprimento, sendo utilizada a órtese para reeducação da marcha no lado acometido durante quinze minutos. A quantidade de intervenções foi baseada em estudo que demonstrou efeitos significativos e duradouros no controle do *recurvatum* na marcha depois de dez sessões de *biofeedback* eletrogoniométrico⁷. No primeiro dia seguinte à décima sessão de treinamento, foi realizado o momento 3 para a avaliação das pressões plantares sem a utilização da órtese.

Processamento e análise de dados

Para a análise estatística foram calculados a média e o desvio padrão das variáveis de pico de pressão plantar de ambos os pés. Assim, oito análises independentes foram realizadas, com o objetivo de comparar as situações sem *brace*, com *brace*, e pós-treinamento, uma para cada membro e regiões do pé. Os valores de pico de pressão nessas regiões, de ambos os pés, foram comparados para os lados afetados e não afetados, em diferentes momentos de avaliação da marcha. Essas comparações foram feitas utilizando testes paramétricos (ANOVA para medidas repetidas) ou não paramétricos (teste de Friedman), de acordo com a presença ou a ausência de distribuição normal dos dados. Para testar a normalidade dos dados foi utilizado o teste Shapiro-Wilk. A versão 17 do programa SPSS® (Statistical Package for the Social Sciences, Inc., Chicago, USA) foi utilizado para analisar os dados. O nível de significância adotado foi de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

De um total de doze pacientes hemiparéticos, a média de idade foi de $61,5 \pm 10,7$ anos, sendo sete destes do sexo masculino. A média do tempo pós-AVE foi de $12,9 \pm 5,6$ meses. As representações gráficas das variáveis de pico de

pressão nas quatro regiões dos pés no lado acometido (AC) e no lado não acometido (N-AC), sem e com o uso da órtese no joelho parético, estão expostos nas figuras 2, 3 e 4.

Momento 1 (linha de base)

No retropé, o comportamento da pressão plantar demonstrou valores médios significativamente diferentes no lado afetado em relação ao lado não afetado, com 209,65 (DP 51,38) e 349,16 (DP 120,68), respectivamente, ($p=0,003$). Assim como sobre a região dos dedos, os valores médios foram de 229,51 (DP 107,87) e 335,32 (DP 180,69), ($p=0,004$), com as maiores pressões distribuídas sobre o lado não afetado.

Momento 2 (usando o brace)

Na comparação entre o lado afetado com o lado não afetado, o uso em si da órtese não evidenciou mudanças no padrão identificado na linha de base. As diferenças nas pressões do retropé permaneceram com 215,55 (DP 50,52) e 322,62 (DP 109,16), ($p=0,005$), bem como nos dedos, com 260,44 (DP 118,15) e 327,92 (DP 133,06), ($p=0,004$), sendo as maiores pressões apresentadas sobre o lado sadio.

Ao se comparar o AC utilizando a órtese com seus valores da linha de base, foi identificado aumento nos picos de pressões plantares na região dos dedos, indo de 229,51 (DP 107,87) para 260,44 (DP 118,15), ($p=0,007$) e uma tendência à diminuição de pressões sobre o antepé no lado parético, indo de 287,53 kPa para 265,41 kPa. O lado sadio evidenciou diminuição dos valores em todas as regiões do pé, em especial sobre o retropé, de 349,16 (DP 120,68) para 322,62 (DP 109,16), ($p=0,041$).

Momento 3 (treinamento da marcha)

Os picos de pressão, comparando o lado AC com o N-AC, mantiveram as diferenças similares às observadas na linha de base. Na comparação da linha de base com os dados obtidos depois do treinamento, a região do antepé parético apresentou redução significativa do pico de pressão, indo de 287,53 (DP 150,18) para 243,76 (DP 128,62), ($p=0,024$), enquanto a região do retropé apresentou uma tendência ao aumento. Todas as regiões do pé N-AC – retropé, médiopé, antepé e dedos – também demonstraram reduções nas pressões plantares, porém só o retropé teve valor significativo, indo de 349,16 (DP 120,68) para 307,83 (DP 104,82), ($p=0,010$).

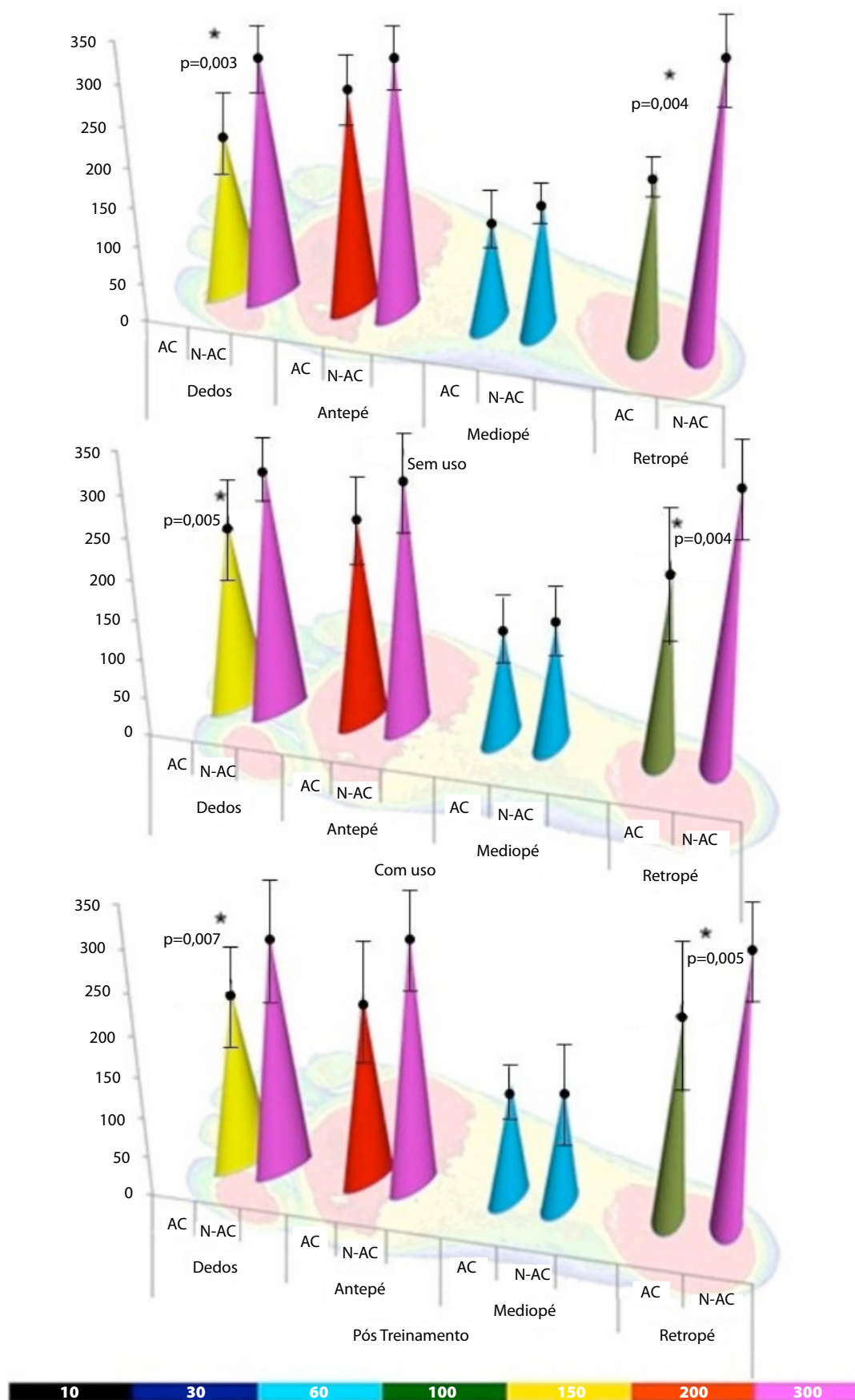


Figura 2. Representações gráficas das variáveis de pico de pressão comparadas entre o lado acometido com o lado não acometido sem órtese, com órtese e depois do treinamento nas diferentes regiões do pé

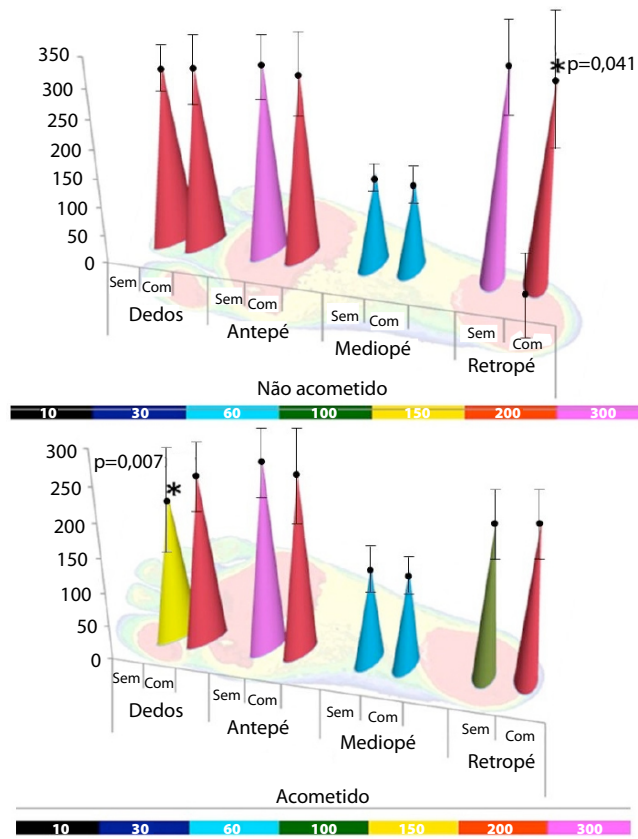


Figura 3. Representações gráficas das variáveis de pico de pressão comparadas sem e com o uso da órtese no lado não acometido e no acometido em diferentes regiões do pé nos momentos 1 e 2

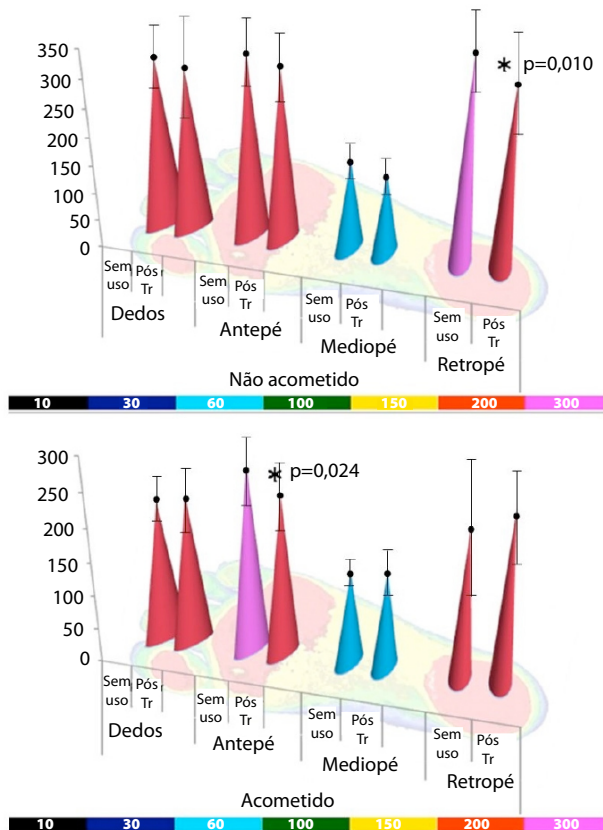


Figura 4. Representações gráficas das variáveis de pico de pressão comparando a linha de base (Sem Uso) com os dados depois do treinamento (Pós Tr) no lado não acometido e no acometido em diferentes regiões do pé

DISCUSSÃO

O padrão de contato com o solo dos pacientes avaliados em nosso estudo apresentou predomínio de maior pico de pressão sobre a região do antepé parético. Esse aspecto pode ser mais claramente observado ao se comparar, em formato tridimensional, as áreas de pressão no período do contato inicial de um paciente hemiparético com o de um indivíduo saudável. A Figura 5 apresenta um exemplo de comparação entre um pé parético com o de um indivíduo saudável. A insuficiente dorsiflexão e a espasticidade de plantiflexores podem explicar essa forma de “golpe de calcanhar” nos pacientes hemiparéticos^{4,8}.

Ao se comparar os valores dos picos de pressão entre o lado acometido com o não acometido, foram observados menores valores sobre a região do retropé e dos dedos no lado acometido sem a utilização da órtese, constituindo o padrão basal dos pacientes. A distribuição do pico de pressão plantar durante a marcha sem uso da órtese para reeducação da marcha apresentou padrões similares a outros estudos envolvendo baropodometria em hemiparéticos^{8,10-13}. A pressão plantar dinâmica de pacientes hemiplégicos exibe, no lado acometido, uma mudança de contato inicial, da região do retropé para a parte dianteira do pé, um aumento do apoio plantar lateral, um rolamento limitado e um movimento reduzido ou ausente de calcanhar-fora no apoio terminal¹⁴.

No lado afetado, as pressões são deslocadas principalmente sobre o antepé, em função da espasticidade de tríceps sural; já no lado N-AC, em pacientes com grave comprometimento motor, ocorre maior transferência do apoio sobre o pé não acometido¹⁵. O pico de pressão reduzido na base do terceiro metatarso, segundo estudos, denota maior arco transverso do antepé: isso estaria ligado à maior espasticidade dos músculos intrínsecos do pé¹³. A comparação do pico de pressão entre o lado não acometido e o acometido de nove pacientes hemiparéticos demonstrou que, no lado não acometido, ocorreram os maiores picos de pressão, enquanto no lado acometido, o antepé e o arco plantar lateral exibiram maiores valores⁸. Isso pode ocorrer devido ao equinismo e à espasticidade que comumente ocorrem em pacientes hemiparéticos, bem como pelo distúrbio de coordenação, alteração sensorial e insuficiente transferência de peso sobre o lado parético¹². A análise da distribuição nos picos de pressão plantar de 25 pacientes hemiparéticos e de 31 pacientes saudáveis revelou redução da pressão de pico dos lados acometidos, principalmente na área medial metatarsal de pacientes hemiparéticos¹⁶. Outros estudos também observaram que a distribuição das pressões plantares dos pacientes hemiparéticos demonstrava baixo pico de pressão em todo o pé do lado acometido¹³.

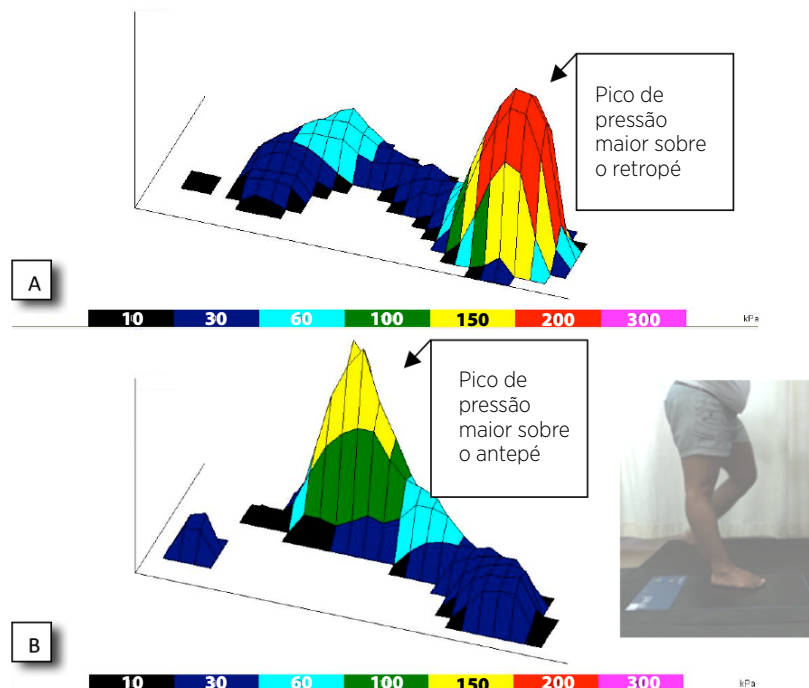


Figura 5. Formas de visualização da distribuição da pressão em padrão tridimensional dos picos de pressões plantares durante o contato inicial do calcanhar. (A) caracteriza o padrão de marcha em indivíduo normal; (B) apresenta exemplo de um paciente hemiparético com genu recurvatum

No segundo momento do estudo, as assimetrias encontradas na linha de base permaneceram, a partir de uma comparação do lado acometido com a utilização da órtese versus o não acometido. Comparando os picos de pressão da linha de base com os da utilização no joelho parético, foram observadas algumas alterações: no lado acometido, a região dos dedos apresentou maior pressão contra o solo, uma tendência à diminuição das pressões sobre o antepé e de aumento sobre o retropé. Todas as regiões do pé não acometido evidenciaram diminuição do pico de pressão, principalmente na região do retropé. Estudos com análises de padrões normais de distribuição plantar consideram que ocorra uma sequência ordenada de eventos, durante o apoio, iniciando pelo calcanhar, aplainamento do calcanhar e antepé, somente o antepé e, por último, antepé e dedos. Nesse momento final de contato com o solo, o peso está sendo transferido para o outro pé, com o golpe de calcanhar¹⁴. Pode-se compreender que a redução da pressão sobre o retropé do lado N-AC depois do treinamento aconteceu em razão de melhor controle motor, conferido por melhor ângulo de entrada do calcâneo e consequente suavização no golpe do calcanhar, observado na melhor distribuição das pressões plantares na fase de apoio no lado AC.

A verificação dos efeitos da órtese na marcha, no momento 3 do estudo, demonstrou resultados funcionais positivos. Na região do antepé do lado acometido, local onde geralmente ocorrem os maiores picos de pressão no pé hemiparético¹³, houve redução significativa dos valores depois do treinamento. No lado não acometido, o pico de pressão plantar diminuiu em todas as regiões, em especial no retropé. A diminuição das pressões sobre as regiões do pé nesse lado, tanto ao usar a órtese quanto no pós-treino, sugerem que o peso corporal está sendo distribuído mais para o lado parético. É sabido que os indivíduos hemiparéticos transferem cerca de 70% do peso total sobre o membro inferior não afetado¹⁷. O alinhamento postural e a simetria nas transferências de peso, em pacientes com AVE, além de sua relação com habilidades funcionais, de equilíbrio e de marcha, são fundamentais para o desenvolvimento do sucesso da reabilitação¹⁸.

As irregularidades e assimetrias nos padrões de distribuição das pressões plantares entre os membros traduzem uma perturbação no movimento articular^{9,10,18}. Possivelmente a diminuição da flexão dorsal por espasticidade do tríceps sural contribuiu para os maiores picos de pressão sobre o antepé no lado acometido. As dificuldades na transferência de carga do retropé ao

antepé podem ser em razão do *genu recurvatum*, déficit de retroversão e extensão insuficiente de quadril no lado parético¹⁹.

Os resultados do estudo revelaram que a órtese desenvolvida deve necessariamente ser acompanhada por um período de adaptação e treinamento da marcha, a fim de melhores resultados em nível de antepé. Constatou-se que apenas o uso em si não provoca alterações significativas no padrão das pressões plantares. No entanto, depois de um período de dez sessões, houve distribuição mais adequada da pressão plantar para o retropé no lado acometido e maior simetria em relação ao lado N-AC. No lado não acometido, a pressão, que era maior no retropé, apresentou tendência em diminuir os picos nessa região, depois do treinamento. Pode-se, dessa forma, inferir que o treinamento com a órtese contribuiu para o processo de reabilitação, uma vez que esta proporciona alinhamento biomecânico favorável na articulação e assim melhor atuação dos músculos flexores de joelho, que se encontram mais fracos no *genu recurvatum*. Além disso, ela pode fornecer um *input* proprioceptivo, proporcionando ao paciente uma retroalimentação acerca da hiperextensão do joelho, informando ao paciente a necessidade de corrigir esse movimento indesejado.

Entre as limitações do estudo, além da amostra reduzida, destaca-se a falta de um grupo de controle para documentar as evoluções normais com o tratamento fisioterapêutico convencional. Em uma próxima avaliação, além da incorporação de grupo de placebo, seria importante obter dados da baropodometria associados à eletromiografia e/ou à cinemetria, a fim de se quantificar o grau do *genu recurvatum* em diferentes velocidades, correlacionando o comportamento muscular com as alterações nas pressões plantares e nos parâmetros cinemáticos.

Considerando as características mecânicas do *brace*, entendemos que ele, em relação aos outros recursos existentes, demonstra ser um manejo diferenciado da marcha com *genu recurvatum* em razão de não restringir o movimento do joelho em um ângulo fixo, mas “informar” ao paciente, por meio de estímulos táteis e proprioceptivos, a ocorrência da hiperextensão durante o apoio médio. Este estudo sugere um melhor padrão de marcha nos participantes, ao apresentarem maior simetria nos valores dos picos de pressão plantar, ou seja, um contato do pé com o solo mais próximo do normal. Podemos, dessa forma, inferir que o treinamento com a órtese pode auxiliar indivíduos hemiparéticos a obter melhor controle motor e alinhamento biomecânico do joelho durante a marcha.

REFERÊNCIAS

1. Belda-Lois JM, Mena-del Horno S, Bermejo-Bosch I, Moreno JC, Pons JL, Farina D, et al. Rehabilitation of gait after stroke: a review towards a top-down approach. *J Neuroeng Rehabil*. 2011;8(66):2-19. doi: 10.1186/1743-0003-8-66.
2. Boudarham J, Zory R, Genet F, Vigné G, Bensmail D, Roche N, et al. Effects of a knee-ankle-foot orthosis on gait biomechanical characteristics of paretic and non-paretic limbs in hemiplegic patients with genu recurvatum. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2013;28(1):73-8. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2012.09.007.
3. Bleyenheuft C, Bleyenheuft Y, Hanson P, Deltombe T. Treatment of genu recurvatum in hemiparetic adult patients: a systematic literature review. *Ann Phys Rehabil Med*. 2010;53:189-99. doi: 10.1016/j.rehab.2010.01.001.
4. Femery V, Moretto P, Renaut H, Thévenon A. Spasticité et distribution des pressions plantaires chez des enfants atteints d'hémiplégie cérébrale infantile. *Ann Readapt Med Phys*. 2001;44(1):26-34. doi: dx.doi.org/10.1016/S0168-6054(00)00060-X.
5. Isakov E, Mizrahi J, Onna I, Susak Z. The control of genu recurvatum by combining the Swedish knee-cage and an ankle-foot brace. *Disabil Rehabil*. 1992;14(4):187-91.
6. Robinson CC, Detânico RC, Zaro MA, Andrade MC. Comparação entre dois protocolos de baropodometria dinâmica utilizando plataforma de pressão. *Tecnicouro*. 2010;249:70-4.
7. Basaglia N, Mazzini N, Boldrini P, Bacciglieri P, Contenti E, Ferraresi G. Biofeedback treatment of genu-recurvatum using an electrogoniometric device with an acoustic signal. One-year follow-up. *Scand J Rehabil Med*. 1989;21(3):125-30.
8. Wong AM, Pei YC, Hong WH, Chung CY, Lau YC, Chen CP. Foot contact pattern analysis in hemiplegic stroke patients: an implication for neurologic status determination. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(10):1625-30.
9. Pinzur MS, Sherman R, DiMonte-Levine P, Trimble J. Gait changes in adult onset hemiplegia. *Am J Phys Med*. 1987;66(5):228-37.
10. Valentini FA, Granger B, Hennebelle DS, Eythrib N, Robain G. Repeatability and variability of baropodometric and spatio-temporal gait parameters – results in healthy subjects and in stroke patients. *Neurophysiol Clin*. 2011;41(4):181-9. doi: 10.1016/j.neucli.2011.08.004.
11. Boza R, Duarte E, Belmonte R, Marco E, Muniesa JM, Tejero M, et al. Estudio baropodométrico en el hemipléjico vascular: relación con la discapacidad, equilibrio y capacidad de marcha. *Rehabilitación [periódico na Internet]*. 2007 [citado em 2017 fev 9];41(1):3-9. doi: dx.doi.org/10.1016/S0048-7120(07)75350-1.
12. Schuster RC, Zadra K, Luciano M, Polese JC, Mazzola D, Sander I, et al. Análise da pressão plantar em pacientes com acidente vascular encefálico. *Rev Neurociênc*. 2008;16(3):179-83.
13. Meyring S, Diehl RR, Milani TL, Hennig EM, Berlit P. Dynamic plantar pressure distribution measurements in hemiparetic patients. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1997;12(1):60-5.
14. Perry J. *Gait analysis: normal and pathological function*. New Jersey: SLACK Incorporated; 1992.
15. Gaviria M, D'Angeli M, Chavet P, Pelissier J, Peruchon E, Rabischong P. Plantar dynamics of hemiplegic gait: a methodological approach. *Gait Posture*. 1996;4(4):297-305. doi: dx.doi.org/10.1016/0966-6362(95)01055-6.
16. Titianova EB, Pitkänen K, Pääkkönen A, Sivenius J, Tarkka IM. Gait characteristics and functional ambulation profile in patients with chronic unilateral stroke. *Am J Phys Med Rehabil*. 2003;82(10):778-86. doi: 10.1097/01.PHM.0000087490.74582.E0.
17. Shumwaycook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehab*. 1988;69(6):395-400.
18. Trindade APNT, Barboza MA, Oliveira FB, Borges APO. Influência da simetria e transferência de peso nos aspectos motores após acidente vascular cerebral. *Rev Neurociênc*. 2011;19(1):61-7.
19. Robain G, Valentini F, Renard-Daniel S, Chenneville JM, Piera JB. A baropodometric parameter to analyze the gait of hemiparetic patients: the path of center of pressure. *Ann Readapt Med Phys*. 2006;49(8):609-13. doi: 10.1016/j.annrmp.2006.05.002.