

Artigo original

Recuperação funcional aquática da marcha em pacientes acometidos por fratura de calcâneo

Aquatic gait functional recuperation in patients with calcaneal fractures

Andressa Concer*, Adriane Mara de Souza Muniz, Ms.**, Juliana Barcellos de Souza, Ms.**, Aluisio Otavio Vargas****

.....

*Fisioterapeuta, **Universidade Estácio de Sá – Rio de Janeiro, ***Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC, ****Laboratório de Biomecânica da UDESC

Palavras-chave:

Fratura de calcâneo, marcha, hidrocinestoterapia.

Resumo

Este estudo analisou a evolução clínica, funcional e biomecânica da recuperação aquática de nove pacientes que sofreram fratura de calcâneo, sendo estes submetidos a dez sessões de hidrocinestoterapia. A evolução clínica foi investigada através da mensuração da amplitude de movimento do tornozelo e pé, a evolução funcional através do questionário funcional AOFAS para retopé e, a evolução biomecânica através da análise da distribuição da pressão plantar, durante a marcha através do sistema F-scan Tekscan. Observou-se que após a hidrocinestoterapia houve aumento das amplitudes de movimento do pé e tornozelo no membro lesionado. Estes aumentos foram de 23% na dorsiflexão, 17% na plantiflexão, 45% na eversão e 23% na inversão, demonstrando melhora clínica. Em relação ao critério AOFAS houve aumento de 23% alcançando a pontuação de $69,57 \pm 5,97$. Na análise biomecânica do pé lesionado houve aumento de 18% no pico de pressão no antepé, diminuição de 28% no retopé e aumento de 31% na área de contato do antepé com o solo. A partir destes resultados concluiu-se que os pacientes obtiveram melhora clínica, funcional e biomecânica, obtendo uma marcha mais funcional após a hidrocinestoterapia.

Artigo recebido em 17 de maio de 2003; aceito em 10 de outubro de 2003.

Endereço para correspondência: Andressa Concer, Rua Lauro Linhares, 635 bl B3/202 Trindade 88036-002 Florianópolis SC,
E-mail: andressaconcer@yahoo.com.br

Abstract

This study analyzed the clinical, functional and biomechanical evolution of aquatic physical therapy recuperation in nine patients with calcaneal fractures. The clinical evolution had been investigated by foot range of motion measurements, functional evolution by AOFAS functional scale and biomechanics evolution by F-Scan Tekscan System of plantar pressure distribution. The results showed an increase of all range of motion in fractured foot: 23% in the dorsiflexion, 17% in the plantar flexion, 45% in the eversion and 23% in the inversion, showing clinical improvement. The AOFAS functional scale shows increased of 23%, obtained 69,57 points. Biomechanical results of fractured foot increased in 18% in the peak pressure in forefoot and decreased in 28% in rearfoot and increased in 31% in the floor contact area in forefoot. In conclusion, clinical, functional and biomechanical results improved after aquatic physical therapy, with return to functional gait.

Key-words:

Calcaneal fractures, gait, aquatic physical therapy.

.....

Introdução

A locomoção humana é resultante de várias atividades musculares e articulares, as quais habilitam o homem a se mover de um local para outro no solo [1]. A capacidade de deambular com eficiência resulta da integração biomecânica de numerosos segmentos corporais, começando pelo pé [2], que tem como funções sustentação, locomoção, absorção de choque e equilíbrio. A pronação da articulação subtalar, presente no retropé, facilita a transferência do peso corporal durante o ciclo da marcha, proporcionando estabilidade na fase de apoio e funcionando como braço de alavanca rígida na fase de impulsão [3]. Segundo Sammarco [4] qualquer mudança na estrutura do pé modifica a distribuição das descargas de peso, alterando a marcha.

O calcâneo é o maior osso do tarso, sendo o principal constituinte da articulação subtalar e apresentando papel fundamental em seus movimentos. Segundo Harvey et al [5], este osso está envolvido em 60% das fraturas do tarso. Estas fraturas são geralmente causadas por queda de altura, ocasionando uma compressão axial do tálus sobre o calcâneo [6], levando a uma incongruência na articulação subtalar [7] e a uma disfunção do pé [8,9].

Por atingir a subtalar, estas fraturas podem levar a déficits funcionais, principalmente em relação à marcha. A interrupção da função normal da marcha por doença, trauma, degeneração, fadiga ou dor gera limitações que requerem ações compensatórias para a progressão do ciclo [10], ocasionando substituição do padrão normal como meio de assegurar a locomoção. Estas compensações dependem

da força muscular, controle motor, mobilidade articular e capacidade sensorial residual. O padrão resultante é uma mistura de desvios causados pela disfunção primária, assim como pelo movimento compensatório ditado pela função residual [10].

Após uma doença ou trauma nas extremidades inferiores é sempre necessária reeducação da marcha e do equilíbrio [11]. Frequentemente essas lesões resultam em perda da resposta proprioceptiva dos mecanorreceptores, especialmente no tornozelo, tornando-se necessária a reabilitação com os objetivos de obter ou readquirir equilíbrio, mobilidade ampla dos movimentos articulares e de força muscular suficientes que possibilitem o indivíduo voltar as atividades de vida diárias [12].

A hidrocinestoterapia tem sido muito utilizada como método de reabilitação. Como a maioria dos traumas nos membros inferiores resulta em restrições à sustentação do peso corporal, o maior benefício deste tratamento na fratura de calcâneo está no fato do empuxo minimizar a força da gravidade, permitindo assim, apoio precoce pela redução do peso a ser suportada pelos membros. Segundo Thein & McNamara [13], o fortalecimento da extremidade inferior na piscina pode começar precocemente no processo de reabilitação, aproveitando ao mesmo tempo o ambiente com menor sobrecarga nos membros inferiores e a disponibilidade de resistência durante toda a amplitude do movimento.

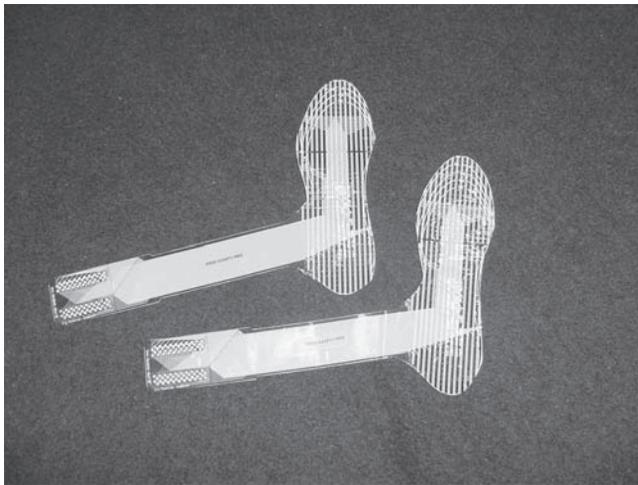
Desta forma, este estudo se propôs a analisar a evolução clínico-funcional e biomecânica dos pacientes que tiveram o osso calcâneo fraturado que foram submetidos a reabilitação aquática.

Materiais e Métodos

A amostra foi composta por nove indivíduos de ambos os sexos (8 homens e 1 mulher) com média de idade de 45,56 anos \pm 13,08 anos, sendo o mecanismo de trauma para todos os pacientes queda de altura. Estes sofreram redução cirúrgica com colocação de pinos, permanecendo com imobilização da região por um período aproximadamente 12 semanas. Os procedimentos de coleta dos dados foram realizados no Laboratório de Biomecânica do Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos/CEFID da Universidade do Estado de Santa Catarina/ UDESC, e a reabilitação realizada na piscina do mesmo Centro, em Florianópolis-SC.

Cada indivíduo passou por uma avaliação inicial que constou de: Avaliação clínica, em que foram medidas as amplitudes de movimento de dorsiflexão, plantiflexão, eversão e inversão através do goniômetro da marca Carci; Avaliação funcional através da pontuação do questionário funcional AOFAS (*American Organization of Foot and Ankle Society*) e; Avaliação biomecânica da marcha, realizada através do sistema F-Scan, que consiste de dois sensores em forma de palmilha (Fig. 1), circuito de coleta de dados e software. O sensor é formado, em seu tamanho original, por 960 pontos sensíveis, localizados sobre sua superfície.

Fig. 1 - Palmilhas sensorizadas do F-Scan



(FONTE: Arquivos da autora)

Para interpretação dos plantigramas gerados pelo sistema F-Scan os pés foram divididos em duas regiões distintas: *retropé* e *antepé*, onde foram analisadas as variáveis Pico de Pressão Plantar, Força e Área de Contato do pé no solo.

Após a avaliação, os pacientes foram submetidos à reabilitação aquática em piscina aquecida à aproximadamente 30° C, imersão com água no nível dos ombros, evoluindo com o decorrer do tratamento para uma profundidade menor alcançando a cintura, o mínimo conseguido na piscina. Alguns exercícios ainda eram feitos com maior diminuição da profundidade utilizando-se de outros recursos.

A hidrocinesioterapia consistiu de aquecimentos, alongamentos dos membros inferiores (MMII), mobilizações articulares do pé e tornozelo, fortalecimento muscular para MMII, treino de equilíbrio, coordenação e propriocepção, e treino de marcha subaquática. Após dez sessões os pacientes passaram pela reavaliação seguindo os mesmos procedimentos da avaliação inicial.

Os dados obtidos na avaliação clínico-funcional e biomecânica foram analisados a partir de estatística descritiva, utilizando a média dos dados coletados de todos os pacientes. O programa Statistica através do *Wilcoxon matched pairs test* foi utilizado como referência para verificar se houve significância entre os dados coletados. O nível de significância foi de 5% ($p \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

Os valores médios das amplitudes de movimento (ADM) encontrados antes e após o tratamento hidrocinesioterapêutico estão demonstrados na Tabela I.

No movimento de dorsiflexão na avaliação inicial os pacientes apresentaram uma amplitude média de $11,71^\circ \pm 7,16^\circ$ no pé lesionado (PL) e $18,71^\circ \pm 5,25^\circ$ no pé não lesionado (PNL) demonstrando diferenças estatisticamente significativas ($t = 0,00$; $p = 0,018$). Após o tratamento, a dorsiflexão do PL foi de $15,33^\circ \pm 6,06^\circ$ e, no PNL foi de $19,14^\circ \pm 3,67^\circ$. Ao comparar o pré e pós, encontrou-se diferença significativa apenas no PL ($t = 0,00$; $p = 0,028$) apresentando melhora de aproximadamente 23%, já para o PNL ocorreu um aumento de apenas 2% em relação à

Tabela I - Amplitudes de movimentos do complexo tornozelo-pé no pré e pós-tratamento hidrocinesioterapêutico.

	Pré		Pós	
	Pé lesionado	Pé não lesionado	Pé lesionado	Pé não lesionado
Dorsiflexão	$11,71^\circ \pm 7,16^\circ$	$18,71^\circ \pm 5,25^\circ$ *	$15,33^\circ \pm 6,06^\circ$	$19,14^\circ \pm 3,67^\circ$ *
Plantiflexão	$29,57^\circ \pm 8,56^\circ$	$43,14^\circ \pm 7,20^\circ$ *	$35,86^\circ \pm 8,09^\circ$	$44,57^\circ \pm 8,12^\circ$ *
Eversão	$4,71^\circ \pm 1,29^\circ$	$7,71^\circ \pm 2,21^\circ$ *	$8,67^\circ \pm 2,40^\circ$	$9^\circ \pm 2,08^\circ$
Inversão	$8,29^\circ \pm 2,06^\circ$	$16,14^\circ \pm 3,93^\circ$ *	$10,78^\circ \pm 3,31^\circ$	$17^\circ \pm 3,79^\circ$ *

* ($p \leq 0,05$) diferença estatística entre o pé lesionado e o não lesionado.

($p \leq 0,05$) diferença estatística entre o pré e pós-tratamento.

avaliação inicial. Após o tratamento observou-se déficit na mobilidade no PL quando comparado com o valor citado na literatura de 20° [14,15]. Durante a locomoção são necessários 10° de dorsiflexão para um andar eficiente [16,14], onde o pico de dorsiflexão ocorre no final do médio apoio [16]. Desta forma, essa restrição do movimento pode não alterar a funcionalidade do tornozelo durante a locomoção.

No movimento de plantiflexão encontrou-se uma diferença significativa entre a amplitude do PL e PNL ($t = 0,00$; $p = 0,027$) na avaliação inicial, sendo de $29,57^\circ \pm 8,56^\circ$ e $43,14^\circ \pm 7,20^\circ$ respectivamente. Após as dez sessões de hidrocinestoterapia a ADM foi $35,86^\circ \pm 8,09^\circ$ no PL e $44,57^\circ \pm 8,12^\circ$ no PNL (Tabela I), ainda permanecendo uma diferença significativa ($t = 0,00$; $p = 0,028$). Comparando os dados entre o pré e pós-tratamento, observou-se aumento significativo no PL ($t = 0,00$; $p = 0,028$), no entanto permanecendo um déficit no movimento. A funcionalidade do movimento de plantiflexão durante a deambulação está entre 25 e 30° [14] ocorrendo pico no final da fase de apoio a 50% do ciclo da marcha [16], desta forma pode-se supor que este déficit não levará a um comprometimento funcional direto no andar. Na eversão encontrou-se amplitude média de $4,71^\circ \pm 1,29^\circ$ no PL e $7,71^\circ \pm 2,21^\circ$ no PNL (Tabela I), apresentando diferença significativa ($t = 0,00$; $p = 0,002$) entre os pés durante a avaliação inicial. Este movimento é necessário entre o contato do calcanhar e a fase inicial do apoio, permitindo ao tálus girar sobre o calcâneo durante a marcha. Além de possibilitar maior amplitude de movimento nas articulações mediotársicas, permitindo que o pé torne-se flexível e adaptador móvel durante a marcha [17]. A limitação desse movimento pode levar a uma mudança na descarga de peso transferida para o antepé [8]. Após o tratamento a ADM aumentou no PL para $8,67^\circ \pm 2,40^\circ$ e no PNL para $9^\circ \pm 2,08^\circ$ (Tabela 1). Em relação ao valor encontrado inicialmente, podemos observar aumento na amplitude de movimento dos pés, sendo este significativo apenas no lado lesionado ($t=0,00$; $p=0,01$). Com o tratamento de hidrocinestoterapia proposto os valores médios de eversão apresentaram-se próximos aos 10° - valor de normalidade para Gould [2] e Canavan [18] - indicando melhora na funcionalidade da marcha. De acordo com Perry [16] e Hamil & Knutzen [14] são necessários de 4 a 7° de eversão, ocorrendo pico do movimento em 14% do ciclo da marcha [16].

As médias encontradas para a inversão inicialmente foram de $8,29^\circ \pm 2,06^\circ$ no PL e $16,14^\circ \pm 3,93^\circ$ no PNL (Tabela I), apresentando diferença significativa entre ambos ($t = 0,00$; $p = 0,01$). Este movimento tem importância fundamental na marcha, pois torna o pé um braço rígido para a fase de impulsão [3]. Após o término do tratamento posposto a amplitude aumentou no PL para $10,78^\circ \pm 3,31^\circ$ e no PNL para $17^\circ \pm 3,79^\circ$ (Tabela I), demonstrando diferença estatística ($t = 0,00$; $p = 0,018$). Um aumento significativo ($t = 0,00$; $p = 0,028$) foi encontrado no PL, aumentando cerca de 23% em relação à avaliação inicial.

Pôde-se observar que ocorreu menor ganho neste movimento quando comparado com as outras amplitudes, podendo manter um déficit na fase de impulsão. Segundo Hamil & Knutzen [14], a ação dos músculos responsáveis pela fase de impulsão é mediada pela estabilização da subtalar em inversão que permite transferência eficiente de força muscular. Quando não há inversão, o pé mantém-se móvel prejudicando a ação dos plantiflexores.

Na análise funcional através do critério AOFAS o valor médio encontrado na avaliação inicial foi de $53,33 \pm 6,47$ pontos, aumentando para $69,57 \pm 5,97$ pontos após o tratamento hidrocinestoterapêutico. Kitaoka *et al.* [19], graduou os resultados em excelentes (70 a 75 pontos), bons (60 a 69 pontos), satisfatórios (50 a 59 pontos) e pobres (menos que 50 pontos). De acordo com esta classificação podemos afirmar que o valor médio encontrado em nosso estudo após a hidrocinestoterapia está dentro dos limites de bons a excelentes resultados, aproximando-se ao relatado por Contreras *et al.* [20], que encontraram 73 pontos, demonstrando bons resultados funcionais e dando possibilidade ao paciente retornar as suas atividades. De acordo com os estudos realizados com indivíduos que tiveram fratura de calcâneo, pode-se observar que os resultados funcionais vão melhorando com o passar do tempo, podendo levar de dois a três anos para o retorno às atividades da vida diária [21-23]. O resultado encontrado de $69,57 \pm 5,97$ pontos obtido na reavaliação nos permite afirmar que os pacientes obtiveram uma melhora funcional em relação ao início do tratamento, demonstrando desta forma que a reabilitação aquática como tratamento inicial para os pacientes com fratura de calcâneo é importante, pois possibilita um retorno às atividades da vida diária de maneira mais precoce e eficiente.

A análise do Pico de Pressão Plantar, na avaliação inicial, apresentou diferença estatisticamente significativa ($t = 0,00$; $p = 0,018$) entre o pé lesionado e o não lesionado somente na região do antepé. Apresentando valores de $1431,61 \pm 482,21$ g/cm² no pé lesionado e de $2545,39 \pm 550,82$ g/cm² no pé não lesionado (Tabela II). Ao comparar a região do antepé lesionado (AL) com o retropé lesionado (RL), observou-se que a Pressão exercida sobre o RL estava significativamente aumentada em relação ao AL ($t = 0,00$; $p = 0,01$). A maior pressão no retropé e menor no antepé também foram observadas por outros autores ao estudarem pacientes com fratura de calcâneo [24, 8]. Esta redução da Pressão no AL pode estar relacionada com a dor e rigidez presente no complexo tornozelo-pé ocasionando alteração nos arcos de movimento do pé durante a marcha (Tabela I), além de uma possível diminuição da força da musculatura plantiflexora, a qual esta relacionada com a impulsão durante a marcha [25,26]. O que pode levar a déficit na transferência anterior da descarga de peso, e conseqüentemente disfunção da marcha pela diminuição da pressão na região do antepé.

Ao final do tratamento verificou-se no pé lesionado aumento da pressão na região do antepé e diminuição na

Tabela II – Valores obtidos na análise da distribuição da pressão plantar para as regiões do antepé lesionado (AL) e não lesionado (ANL), e retropé lesionado (RL) e não lesionado (RNL) durante o pré e pós-tratamento hidrocinésioterapêutico.

	Pré				Pós			
	AL	ANL	RL	RNL	AL	ANL	RL	RNL
Pico de pressão (g/cm ²)	1431,61±482,21	2545,39*±550,82	3033,90+±879,69	3455,56±2950,33	1760,82±540,75	3288,47±1369,51	2161,47±360,26	2811,58±1009,5
Área de contato (% da área total)	34,66±8,19	54,65*±11,48	65,34±±14,58	45,35*±8,19	50,56±6,11	55,42±2,14	49,44±6,11	44,58±2,14

*($p \leq 0,05$) diferença estatística entre o pé lesionado e não lesionado para cada variável na determinada região da área plantar

+ ($p \leq 0,05$) diferença estatística entre o retropé e antepé do mesmo pé.

região do retropé. O valor médio encontrado no AL aumentou de $1431,61 \pm 482,21$ g/cm² para $1760,82 \pm 540,75$ g/cm² após o tratamento, já no RL diminuiu de $3033,90 \pm 879,69$ g/cm² para $2161,47 \pm 360,26$ g/cm² (Tabela II), indicando melhora na deambulação, com maior transferência de descarga para a região anterior do pé. Mesmo com aumento após o tratamento não houve diferenças estatisticamente significativas entre o PL e PNL.

Este aumento não significativo pode estar relacionado com a não recuperação total da força dos flexores plantares com os exercícios realizados dentro da água, pelo fato destes músculos atuarem a favor da força do empuxo. Esta força vertical ascendente é essencial na recuperação inicial por facilitar a ação do músculo enfraquecido, no entanto, para uma recuperação completa, é necessária a continuação do fortalecimento do muscular contra a ação da força gravitacional.

Ao analisar a área de contato do pé no solo, durante a avaliação inicial, observou-se diferença estatisticamente significativa ($t = 0,00$; $p = 0,018$) entre o antepé lesionado (AL) e o antepé não lesionado (ANL), estando a área no AL diminuída aproximadamente 40% em relação ao ANL. Já na região do retropé, observou-se uma área de contato significativamente maior ($t = 0,00$; $p = 0,018$) no retropé lesionado (RL). Numa comparação da área de contato entre o antepé e o retropé, pôde-se observar diferença estatisticamente significativa apenas no pé lesionado ($t = 0,00$; $p = 0,01$). No pé lesionado a área do antepé foi de 34,66% da área total de contato (ATC) enquanto no retropé foi de 65,34%. Isto pode demonstrar um déficit na transferência do peso corporal para região anterior do pé dificultando também a impulsão durante a marcha.

Após a hidrocinésioterapia observou-se aumento na área de contato na região do AL, passando de uma área de $34,66 \pm 8,19$ % da ATC para uma área de $50,56 \pm 6,11$ %, e diminuição no RL, passando de $65,34 \pm 14,58$ % para $49,44 \pm 6,11$ % da ATC (Tabela II). Mesmo não ocorrendo mudanças significativas para a região do antepé e retropé após a reabilitação aquática, pode-se observar que as áreas de contato estavam proporcionalmente distribuídas, indicando melhora transferência de peso podendo levar a uma deambulação mais eficiente, também observada pelo aumento da pressão no antepé, evidenciando melhora na impulsão durante a marcha.

A análise da trajetória do Centro de Pressão (COP) demonstrou três comportamentos diferentes na avaliação inicial (Fig. 2): 12,5% dos pacientes mostraram um deslocamento do COP não saindo da região do retropé; 62,5% mostraram um deslocamento até a região do mediopé, 25% mostraram deslocamento até a região do antepé. Esses resultados demonstram diminuição na pressão e área de contato na região do antepé lesionado e aumento da pressão e força na região do retropé lesionado, como já demonstrado anteriormente, indicados pela redução da trajetória do COP. É importante ressaltar esse dado, pois se esperava que os pacientes, com reflexo de proteção minimizassem as cargas sobre o local da lesão. Porém, verificou-se que esses pacientes apresentaram aumento de parâmetros da marcha, como a pressão e força na região da fratura no retropé fraturado, devido a perda de mobilidade funcional do complexo tornozelo.

Após o tratamento, observou-se aumento do deslocamento da trajetória do COP no pé lesionado em direção a região do antepé medial e hálux, assemelhando-se ao pé não lesionado (Fig. 3). Este aumento na trajetória relaciona-se com o aumento da área de contato do antepé e a uma melhor distribuição da pressão plantar na região do antepé. Desta forma, pôde-se verificar melhor distribuição da pressão e área de contato durante a marcha, fundamental na transferência do centro de massa [25]. Este aumento na trajetória do centro de pressão pode estar relacionado ao ganho de mobilidade, maior controle proprioceptivo do complexo tornozelo-pé e aumento na força da musculatura

Fig. 2 – Trajetória do Centro de Pressão com deslocamento não saindo do retropé (a); deslocamento até o mediopé (b) e, até o antepé (c).

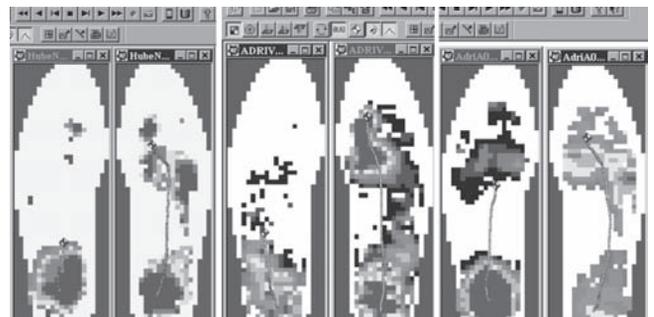
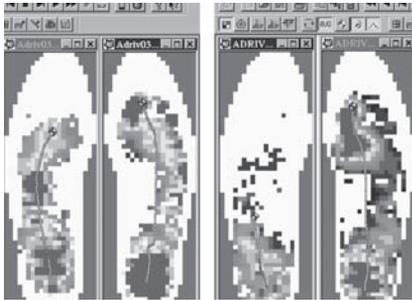


Fig. 3 – Trajetória do Centro de Pressão de um indivíduo da amostra com fratura do calcâneo esquerdo durante a análise da marcha no pré (a) e pós-tratamento (b) hidrocinesioterapêutico.



impulsora, uma vez que o controle do pé na fase de apoio da marcha é fator decisivo na força muscular existente.

Conclusão

Pode-se observar na análise clínica, aumento da mobilidade de

dorsiflexão em 23,61%; de plantiflexão em 17,55%; de eversão em 45,67% e o de inversão em 23,1%.

Na análise funcional através do critério AOFAS para retropé observou-se aumento na pontuação de $53,33 \pm 6,47$ para $69,57 \pm 5,97$, atingindo bons resultados.

Na análise biomecânica a pressão plantar no pé lesionado na região do antepé aumentou de $1431,61 \pm 482,21$ g/cm² para $1760,82 \pm 540,75$ g/cm² após o tratamento, e no retropé diminuiu de $3033,90 \pm 879,69$ g/cm² para $2161,47 \pm 360,26$ g/cm². A área de contato no pé lesionado na região do antepé aumentou de $34,66 \pm 8,19\%$ da área de contato total do pé para uma área de $50,56 \pm 6,11\%$ após o tratamento, e no retropé diminuiu, passando de $65,34 \pm 14,58\%$ para $49,44 \pm 6,11\%$ da área total do contato com o solo.

A partir dos resultados obtidos neste trabalho verifica-se a importância da hidrocinesioterapia em pacientes com fratura de calcâneo durante a fase inicial da recuperação que além de prevenir complicações maiores pela diminuição do tempo de imobilização e não descarga de peso, também possibilitou um retorno mais rápido as atividades profissionais e recreacionais. No entanto, para uma recuperação completa dos pacientes sugere-se a continuação do tratamento em solo objetivando o fortalecimento muscular e o treino da marcha no ambiente com influência da gravidade.

Referências

- Hennig EM. Gait Analysis and the biomechanics of human locomotion. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Biomecânica. / Editores: Maria Helena Kraeski et al, Florianópolis: UDESC; 1999.
- Gould JA. Fisioterapia na ortopedia e na medicina do esporte. 2ª ed. São Paulo: Manole; 1993.
- Starkey C, Ryan J. Avaliações de lesões ortopédicas e esportivas. São Paulo: Manole; 2001.
- Sammarco GJ. Biomechanics of the foot. In: Nordin M, Frankel VH. Basic Biomechanical of the Musculoskeletal System. 2a ed, Philadelphia: Lea&Febiger; 1989. p.163-181.
- Harvey EJ, Grujic L, Early JS, Benirschke SK, Sangerozan BJ. Morbidity associated with ORIF of intra-articular calcaneus fractures using a lateral approach. Foot Ankle Int 2001;22(11):868-873.

- Henning EE. Fraturas do tornozelo e do pé. In: Herbert S. Xavier R. Ortopedia e Traumatologia. Princípios e Prática. Porto Alegre: Artes Médicas; 1998. p. 550-553.
- Miric A, Paterson BM, Ohio C. Pathoanatomy of intra-articular fractures of the calcaneus. J Bone Joint Surg 1998;80-A(2):207-212.
- Rosenbaum D, Lübke B, Bauer G, Claes L. Long-term effects of hindfoot fractures evaluated by means of plantar pressure analyses. Clin Biomech 1995;10(7):345-351.
- Murachovsky J, Martinelli MO, Ferreira RC, Filho FF. Fratura articular do calcâneo: resultado clínico-funcional do tratamento cirúrgico. Rev Bras Ortop 2000;35(8):314-324.
- Rose J, Gamble JG. Marcha humana. 2 ed. São Paulo: Editorial Premier; 1998.
- Bates A, Hanson N. Exercícios aquáticos terapêuticos. São Paulo: Manole; 1998.
- Herbert S, Xavier R, Pardini AGJ, Barros TEP et al. Ortopedia e traumatologia: Princípios e prática. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed; 1998.
- Thein L, Mcnamara C. Reabilitação aquática de pacientes com disfunções músculo-esqueléticas das extremidades. In: Ruoti RG, Morris DM, Cole AJ. Reabilitação Aquática. São Paulo: Manole; 2000.
- Hamil J, Knutzen K. Bases biomecânicas do movimento humano. São Paulo: Manole; 1999.
- Kapandji IA. Fisiologia articular - esquemas comentados de mecânica humana. Rio de Janeiro: Manole; 2000
- Perry J. Gait analysis, normal and pathological function. Thorofare, NJ: Slack; 1992.
- Yngling VR, Yack HJ, White SC. The effect of rearfoot motion on attenuation of the impulse wave at impact during running. Journal of Applied Biomechanics 1996;12:313-325.
- Canavan PN. Reabilitação em medicina esportiva. São Paulo: Manole; 2001.
- Kitaoka HB, Schaap EJ, Chao EY et al. Displaced intra-articular fractures of the calcaneus treated non-operatively. J Bone Joint Surg 1994;76(10):1531-1540.
- Contreras MEK, Muniz MAS, Souza JB, Ávila AOV, Berndt FP, Barbosa DRF, Fritzen C & Reis Filho M. Avaliação clínica, radiológica e biomecânica das fraturas intra-articulares do calcâneo. Anais do IX Congresso Brasileiro de Biomecânica, 2001.
- Pasqualetto WL, Conti MC, Fonseca Filho FF, Santin RAL. Complicações e seqüelas das fraturas articulares do calcâneo. Rev Bras Ortop 1993;28(7):465-468.
- Pimenta LSM, Kojima KE. Fraturas intra-articulares do calcâneo. Rev Bras Ortop 1993;28(7):469-510.
- Raymakers JT, Dekkers GHG, Brink PRG. Results after operative treatment of intra-articular calcaneal fractures with a minimum follow-up of 2 years. Injury 1998;29(8):593-599.
- Siegmeth A, Petje G, Mittlmeier T, Vécsei V. Gait analysis after intra-articular calcaneus fractures. Der Unfallchirurg 1996;99(1):52-58.
- Araujo RB. Análise da atividade dos componentes do M. tríceps sural durante a marcha e suas correlações com a força reação do solo e variação angular. In: Amadio AC, Barbanti VJ. A biodinâmica do movimento humano e suas relações interdisciplinares. São Paulo: Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, 2000.
- Salsich GB, Mueller MJ. Effect of plantar flexor muscle stiffness on selected gait characteristics. Gait Posture 2000;11:207-216. ■