

Efeitos do tratamento hidrocinesioterapêutico na dinâmica da marcha de indivíduo com fratura da diáfise tibial.

Aline Faquin – Doutora - alinefaquin@gmail.com

Micheline Henrique Araújo da Luz Koerich – Doutora – UDESC – michelineha@hotmail.com

RESUMO: O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da hidrocinesioterapia sobre as variáveis dinâmicas e espaço-temporais e morfologia da curva da força vertical de reação do solo da marcha de indivíduo com fratura tibial, comparando valores entre o lado lesado e não lesado e antes, no intermédio e após o tratamento. Participou da pesquisa experimental um homem, 55 anos, 1,49m, 51kg. Realizou-se: avaliação clínica e aquisição de dados dinâmicos da marcha, utilizando esteira ergométrica instrumentizada *Kistler-Gaitway*, nas velocidades de 3,5 km/h e 4,0km/h, com aquisição de 12s em 300Hz. O sujeito foi submetido a 20 sessões de hidroterapia, de 60 minutos cada, 5 vezes semanais, compostas de alongamento, mobilização, fortalecimento muscular, treino proprioceptivo e de marcha sub-aquática. Os dados foram analisados através de estatística descritiva, teste “t” de Student e ANOVA- One Way, para $p \leq 0,05$. Na comparação entre os lados, o segundo pico de força, tempo de apoio simples e comprimento do passo foram significativamente inferiores no lado lesado. No início do tratamento, a morfologia da curva da componente vertical da força de reação do solo apresentava-se diferente de uma curva padrão da marcha, a partir de 70% do contato, que representa a fase de impulsão, com diferenças entre os picos de força. Ao final do tratamento os valores da variável segundo pico de força aumentaram e os índices de assimetria diminuíram para todas as variáveis, com a morfologia da curva apresentando formato mais homogêneo. O tratamento hidrocinesioterapêutico influenciou positivamente na reabilitação da marcha.

Palavras-chave: Hidroterapia.Reabilitação. Marcha. Fratura tibial. Biomecânica

Effects of hydrotherapy treatment in the dynamic of the gait of individual with tibia fracture.

ABSTRACT: The main of the study was to evaluate the effects of hydrotherapy on the dynamic and spatiotemporal variables of the gait and morphology of the curve of the vertical ground reaction force of a individual with tibial fracture and to compare the variables between the injured and not injured side and in the conditions: before, intermediate and after treatment. Participated a man, 55 years old, 1,49m, 51kg. The data acquisition was made using instrumented treadmill *Kistler-Gaitway*, at speeds of 3.5 km / h and 4.0km / h, with time of acquisition 12s at 300Hz. The subject was treated by 20 hydrotherapy sessions, 60 minutes each, 5 times weekly. The sessions consisted of stretching exercises, mobilization, muscle strengthening, proprioceptive training and walking underwater. Data were analyzed using descriptive statistics, t test and ANOVA- One Way, for $p \leq 0.05$. The second peak of force, single support time and stride length were significantly lower in the injured side. At the beginning of the treatment, the morphology the curve of vertical ground reaction force was different from a standard gait curve, from 70% of the contact, which is the impulse phase, with differences between peaks force. The second peak force increased and the asymmetry indices declined for all variables at the end of the treatment. The morphology of the curve had a homogeneous format. The hydrotherapy treatment influenced positively the gait rehabilitation.

Key-words: hydrotherapy, rehabilitation, gait, fracture, biomechanics.

INTRODUÇÃO

Embora as fraturas diafisárias da tíbia sejam comuns, em alguns casos, a sua história natural mostra que elas não permitem o suporte de peso corporal e o início da marcha precocemente, predispondo a um longo tempo de imobilidade e provocando o afastamento do indivíduo das atividades cotidianas (FERREIRA, 2000; KOJIMA e FERREIRA, 2011; GANSE et al., 2016). Esta condição pode levar a prejuízos do sistema músculo-esquelético como a diminuição de amplitude articular, força muscular, deficiência proprioceptiva e de equilíbrio (EKENMAN, 1996; GASTON et al., 2000; SPRÍCIGO, SILVA e ARRUDA, 2011) podendo afetar o padrão normal de caminhada.

Diante do quadro imposto pela lesão e as limitações funcionais na marcha, os indivíduos com fratura da diáfise tibial necessitarão de reabilitação, tornado-se uma das metas do programa fisioterapêutico a melhora do estado deambulativo dos sujeitos. Quanto a isso, o meio líquido, devido as suas características peculiares (CAMPION, 2000; GEYTENBEEK, 2002) torna a piscina um local apropriado para iniciar a conduta de reabilitação do paciente com lesões musculoesqueléticas, principalmente de membros inferiores como salientam CARREGARO e TOLED (2008) em seu estudo ao abordar as diversas vantagens no meio líquido na reabilitação da marcha.

Contudo, mesmo a recuperação da marcha podendo ser beneficiada no meio líquido, o trabalho imposto no andar neste meio é diferente do envolvido em solo. Neste ponto, alguns trabalhos encontraram alterações ao movimento e a atividade muscular na marcha subaquática (HARRISON et al., 1992; PÖYHONEN et al., 2001; ERVILHA et al., 2002; ALIKHAJEH et al., 2012; HEYWOOD et al., 2016), e efeitos da hidroterapia em lesões osteo-articulares (SOLANO et al., 1998; GIAQUINTO et al., 2010; FERNANDES et al., 2015), não trazem resultados de avaliações biomecânicas específicas da marcha, tão pouco para fraturas de membros inferiores e especificamente fraturas tibiais.

Face ao exposto, buscou-se avaliar os efeitos de um tratamento hidroterapêutico sobre as características das variáveis dinâmicas e espaço-temporais da marcha em um indivíduo com fratura de diáfise tibial e comparar os valores entre o lado lesado e não lesado antes de iniciar o tratamento e a morfologia da curva da força vertical de reação do solo em três momentos do tratamento. Acreditando que o registro de padrões da marcha após tratamento hidroterapêutico possa se tornar um recurso clinicamente importante na reabilitação dirigida

ao meio líquido, de indivíduos com fratura ou outras doenças que acometam os membros inferiores.

MATERIAL E MÉTODO

Após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado de Santa Catarina e consentimento dado previamente pelo sujeito, participou deste estudo com delineamento pré-experimental, um homem de 55 anos, estatura de 1,49m, 51 kg com fratura no terço distal da tíbia direita decorrente de atropelamento por motocicleta.

O sujeito foi submetido à cirurgia para redução e fixação do foco de fratura, com osteossíntese através de haste intramedular bloqueada. Permaneceu com tala gessada durante 3 meses, deambulando com auxílio de muletas. Após a retirada da tala, manteve o apoio parcial de peso por 3 meses, sendo o apoio total de carga liberado após este intervalo. No entanto, o sujeito utilizava ainda uma bengala para apoio, pois segundo seu relato sentia-se inseguro e instável para deambular em solo irregular e referia dor em algumas situações. Manifestando, na inspeção visual, marcha do tipo claudicante e desequilíbrio em situação dinâmica. No exame físico constatou-se edema residual no terço médio e distal da perna, sem referir dor à palpação. Diminuição da função muscular do grupo de plantiflexores e extensores de joelho. A amplitude de movimento estava limitada para o joelho direito e no tornozelo direito.

Os dados dinâmicos da marcha foram coletados utilizando uma esteira instrumentalizada da marca *Kistler-Gaitway* modelo 9810SI, com duas plataformas de força com sensores de carga de cristais piezoelétricos acoplados a base da esteira, que emitem sinais elétricos proporcionais à força aplicada e permitem registrar a força vertical de reação do solo. Foram analisadas nesse estudo as variáveis: 1º pico de força, 2º pico de força, comprimento do passo (comprimento que vai do calcanhar do pé esquerdo até o toque do calcanhar do pé direito no solo) e tempo de apoio simples (fase de apoio com apenas um dos membros inferiores do solo).

Os procedimentos para coleta de dados foram: a) determinação da velocidade habitual do sujeito, solicitando ao mesmo que caminhasse como o faz comumente na rua, uma distância de 10 metros. A partir do tempo gasto para percorrer esta distância, calculou-se a velocidade; b) Aquisição do peso corporal (PC) na esteira, para posterior normalização dos

dados; c) aquisição da marcha, após o sujeito estar adaptado, na velocidade de 4,0km/h. O tempo de aquisição foi de 12 s, com frequência de amostragem de 300Hz. O processamento dos dados foi realizado através do *software* Gaitway^{MD} for WINDOWS versão 1.08.

Após a avaliação inicial da marcha, o sujeito foi submetido a processo de reabilitação executado na piscina do Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos e que constou de 20 sessões de hidroterapia com frequência de 5 vezes semanais e duração média de uma hora. A temperatura da água foi mantida entre 29° e 32° graus Celsius, a profundidade da piscina variou entre 1,65 metros a 1,45 metros seguindo um desnivelamento decrescente, de acordo com a evolução do protocolo estabelecido.

As sessões foram divididas em quatro etapas: 1) aquecimento (através de caminhada 5 minutos, com água a nível do processo xifóide); 2) alongamento (da musculatura de membro inferior, envolvendo os grupos musculares gastrocnêmio, sóleo, tibial anterior, quadríceps, isquiotibiais, glúteos com auxílio da flutuação); 3) mobilização e massoterapia (das articulações subtalar, tornozelo, tarsometatarsica, massagem transversa sobre a cicatriz, mobilização patelar associado aos efeitos físicos da água aquecida); 4) fortalecimento muscular tríceps surral, isquiotibiais, quadríceps, glúteo médio iniciando com técnicas de Bad Ragaz e exercícios contra o empuxo; 5) treino proprioceptivo e de equilíbrio (uso de prancha, apoio unipodal usando da turbulência e da flutuação); 6) treino de marcha (transferência de peso látero-lateral, antero-posterior, marcha para frente, para trás, na ponta dos pés, com diminuição da base de sustentação, e diminuição da porcentagem de corpo submersa); 7) exercícios pliométricos no meio líquido (saltos bipodais, unipodais, deslocamentos rápidos). Estas etapas eram alternadas durante os atendimentos a fim de permitir uma adaptação do organismo de acordo com os exercícios propostos.

As coletas da marcha foram repetidas após 10 sessões de tratamento e no final de 20 sessões, seguindo o protocolo descrito anteriormente.

Para análise estatística dos dados utilizou-se o teste *t de Student* na comparação entre os lados, e na comparação entre os valores antes e após o tratamento. Em todas as comparações utilizou-se $p \leq 0,05$. Sendo considerados os resultados de 12 passos do sujeito para a análise estatística.

RESULTADOS

Inicialmente foram identificados e comparados os valores das variáveis entre os lados, antes de iniciar a reabilitação, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Comparação dos valores das variáveis dinâmicas e espaço-temporais da marcha para o lado não-lesado (LNP) e o lado lesado (LL) à 3,5km/h e 4,0km/h.

Variáveis	Lado	\bar{x}	s	CV
1º Pico de força (1ºPF)	LNL	1,13 ^b	0,02	1,77
(Peso Corporal - PC)	LL	1,08	0,03	2,78
2º Pico de força (2ºPF)	LNL	1,17 ^b	0,02	1,71
(Peso corporal - PC)	LL	0,91	0,02	2,11
Comprimento Passo(CP)	LNL	0,56 ^b	0,06	10,71
(metros - m)	LL	0,46	0,04	8,70
Tempo apoio simples (TAS)	LNL	0,38 ^b	0,01	2,63
(segundos - s)	LL	0,33	0,01	3,03

^a: diferença significativa para $p \leq 0,05$.

^b: diferença significativa para $p \leq 0,01$

Nas variáveis dinâmicas, constatou-se tanto para 1ºPF, quando ocorre o toque do calcanhar ao solo, bem como para o 2º PF, instante onde ocorre impulsão com a saída dos artelhos do solo, diferenças significativas, sendo que o lado lesado apresentou valores inferiores em relação ao lado não lesado, indicando maior força no lado não lesado. Ambos os picos tiveram um incremento dos valores com o aumento da velocidade, o que era esperado, tendo fundamento na segunda lei de Newton.

Para as variáveis espaço-temporais, o CP para o lado lesado foi significativamente menor do que o do não-lesado. O mesmo ocorrendo para o TAS momento da marcha onde apenas um dos pés está em contato com o solo. Em relação à variabilidade dos resultados, o maior coeficiente de variação encontrado foi para o comprimento do passo (10,7% LL), enquanto que o TAS manteve a baixa variabilidade, igualmente às variáveis dinâmicas.

Buscando analisar os efeitos de um programa de reabilitação sobre as variáveis da marcha comparou-se os valores das variáveis no início e ao final do tratamento (20 sessões)

para cada lado.

Não foi observada diferença no 1ºPF para o lado lesado, sendo que para o não lesado o valor obtido para o 1ºPF ao final das sessões (1,19PC) foi significativamente maior que no início (1,13PC). Já o 2ºPF sofreu um acréscimo significativo, passando de (0,91PC) no início do tratamento para 1,0PC ao final. Para o 2ºPF houve também uma diminuição no Índice de Assimetria que passou de 20,09% para 12,77%.

Foi identificado o mesmo para as variáveis espaço-temporais, após o tratamento hidroterapêutico. O comprimento do passo aumentou significativamente para o lado lesado após 20 sessões de tratamento (0,44m) em relação ao pré-teste cujo valor era de 0,55m, indicando um aumento de 9cm no comprimento do passo, e com isso, mantendo os valores próximos no membro não-lesado. Nesta variável também ocorre uma redução da assimetria, de 17,33% para 3,93%, indicando menor assimetria entre os lados.

O TAS diminuiu significativamente após o tratamento, em relação ao pré-teste. Os valores identificados no fim do tratamento (0,30s) no lado lesado diminuiram significativamente em relação ao pré-teste (0,33s). Os valores do IAS para esta variável passara de 14,55% valor inicial para 0,06%, ao final de tratamento.

Sendo a curva da força vertical de reação do solo (FRS) uma representação gráfica da característica dinâmica da marcha do sujeito, analisou-se qualitativamente o formato da curva. Desta forma, no pré-tratamento (Figura 1), verificou-se no lado não lesado (curva preta) características próximas de uma curva padrão da marcha, com semelhança nos picos em ambas as velocidades. Já a curva no lado lesado (curva cinza) não apresentava equivalência entre o primeiro e o segundo pico quando feita a comparação entre os lados, sendo estes superiores no lado não lesado. Também ocorreu alteração nos valores dos picos para o mesmo lado, sendo o primeiro pico superior ao segundo pico de força.

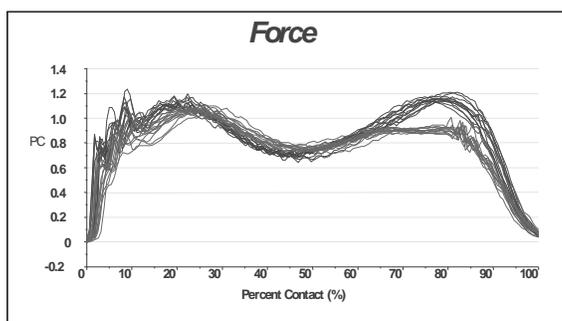


Figura 1: Curva da força vertical de reação do solo na avaliação inicial a 4,0km/h respectivamente. Curva cinza (lado lesado), curva preta (lado não lesado).

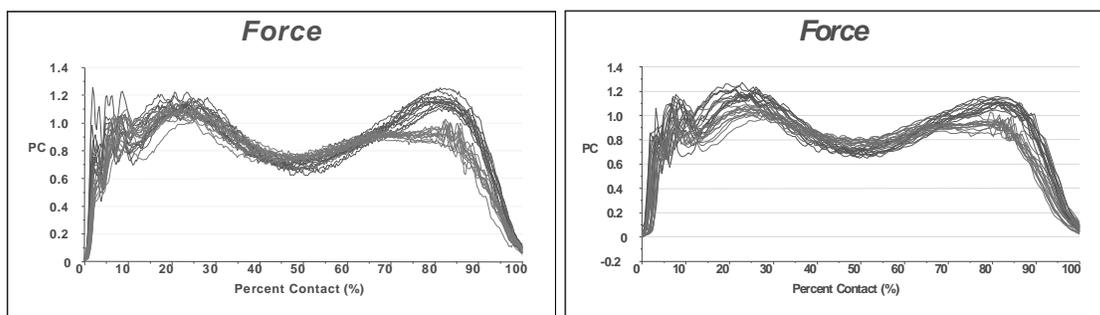


Figura 2: Curvas da força vertical de reação do solo a 4,0km/h após 10 sessões de hidroterapia e ao final de 20 sessões de hidroterapia respectivamente. Curva cinza (lado lesado), curva preta (lado não lesado).

As principais alterações identificadas ocorreram a partir de 70% da curva que representa o início da fase de impulsão, evidenciando as alterações de magnitude do 2ºPF, o qual inicialmente era 17,8% inferior ao lado não lesado. Conforme análise qualitativa da curva no intermédio do tratamento (Figura 2), após as 10 primeiras sessões de tratamento, a discrepância foi reduzida tanto entre o primeiro e segundo pico de força do lado lesado, como entre os segundos picos de força ao comparar o lado lesado e não lesado. A diferença no 2ºPF entre os lados diminuiu, reduzindo 17,8% para 15,5% entre o lado lesado e não lesado.

Na terceira avaliação, após 20 sessões de hidroterapia, a curva da FRS para o lado lesado (Figura 2) apresentou magnitudes de primeiro e segundo picos de força assemelhando-se. A diferença para o 2º PF entre os lado reduziu de 15% para 12,5% na última avaliação.

DISCUSSÃO

Para um movimento de grande complexidade tal como a marcha, mesmo em situações onde o comprometimento motor é mínimo, importantes alterações podem ser observadas. Na dinâmica da marcha dos indivíduos, mesmo pequenas alterações tornam difícil a manutenção de um padrão de locomoção normal.

Os dados inicialmente encontrados neste estudo, antes de iniciando o tratamento, confirmam tais colocações. Os valores encontrados para as variáveis dinâmicas, quando comparados a de indivíduos sem comprometimento motor, acompanham resultados da literatura onde pessoas com marcha considerada “anormal” usualmente manifestavam diminuição dos valores da força de reação do solo (WINTER, 1991).

A avaliação inicial também demonstrou que o sujeito em estudo diferenciava a solicitação mecânica entre o lado lesado e não-lesado, indicando que as limitações impostas pela fratura e o tempo de imobilização levaram a uma modificação no seu padrão de marcha (KOJIMA e FERREIRA, 2011).

Güven et al. (2016) também apresentaram em suas análises para sujeitos com fraturas femorais assimetrias na marcha, com maior força aplicada no membro não lesado e assimetrias na descarga de peso no membro com fratura, tanto em condição estática quanto dinâmica. Mostrando a necessidade reabilitação e reeducação da marcha neste tipo de lesões.

O primeiro pico de força significativamente maior no lado não-lesado, atribuí-se provavelmente ao fato de que o sujeito não apresentava condições para se adaptar a caminhada, o que o levava a sobrecarregar o membro não lesado, visto que o necessário controle da sobrecarga mecânica depende de um conjunto de ações coordenadas tanto articulares quanto musculares do membro inferior (KATOULIS et al., 1997), bem como estar livre de dor e com plena mobilidade articular (GANSE et al., 2016).

Considerando que primeiro pico de força é definido na literatura como um pico passivo na locomoção (BARRETO et al., 2016) e que as estruturas do aparelho locomotor estão recebendo as cargas relacionadas ao primeiro contato do pé no solo, os resultados sugerem que o indivíduo ao realizar o primeiro contato ao solo o fazia evitando a carga de peso no membro lesado.

Os menores valores de segundo pico de força encontrados para o lado lesado sugerem uma ineficiência dos músculos flexores plantares durante a fase de impulsão, já que na

mecânica da marcha estes músculos garantem uma propulsão eficiente do corpo na fase final de apoio (NEPTUNE et al., 2001).

Além disso, a diminuição da amplitude de movimento de plantiflexão do tornozelo do lado lesado, constatada na avaliação clínica inicial, também poderia estar associada aos seus baixos valores do segundo pico de força, pois a articulação do tornozelo está voltada à propulsão. Segundo Elbaz et al. (2016) o complexo articular do tornozelo é fundamental para a biomecânica da marcha; limitações articulares e de força nesta articulação podem levar a alterações de todo o padrão locomotor.

Os resultados encontrados para as variáveis espaço-temporais, com diminuição no comprimento do passo e menor tempo de apoio simples reforçam o indicativo da marcha com deficiência. Neste âmbito os dados vão ao encontro da literatura que sugerem a marcha com possível alteração a caracterizada por evitar a sustentação de peso no lado afetado, tendo diminuição do apoio e passos curtos (GASTON et al., 2000; ELBAZ et al., 2016).

As diferenças encontradas no comprimento do passo, e o fato do valor obtido para o lado lesado ter sido inferior ao lado não lesado coincidem com apresentado em estudo anterior referente à marcha de indivíduos com lesão ortopédica, segundo o qual a redução nos parâmetros de distância é característica da marcha deficiente (GASTON et al., 2000). Estes valores inferiores levantam algumas hipóteses para as causas desta diferença, sendo uma delas o encurtamento da musculatura posterior da perna, advindo da imobilização com tala gessada por período superior a 3 meses. Assim como a imobilização pode levar a redução da força muscular dos plantiflexores, que foi verificada na avaliação clínica inicial, e também pode influenciar o comprimento do passo.

Grosbie et al (1999) consideraram que o encurtamento da musculatura posterior da perna pode impedir a maior dorsiflexão do tornozelo na fase de apoio total e interferir nos valores de comprimento do passo. Ganse et al. (2016) também destacam que o tempo de imobilidade altera a dinâmica articular e leva a hipotrofia muscular.

O menor tempo de apoio simples no lado lesado pode estar associado à dor referida pelo sujeito, bem como a deficiência de equilíbrio verificada na avaliação clínica inicial. Pois a dor faz com que o sujeito evite a sustentação de peso no lado lesado.

Elbaz et al. (2016) salientam em seu estudo que o tempo de imobilidade da articulação de tornozelo leva posteriormente a implementação de um padrão de marcha patológico com alterações nas variáveis espaço-temporais e assimetrias no ciclo de marcha. De modo que as

diferenças nas variáveis dinâmicas e espaço temporais da marcha obtidas na avaliação biomecânica da marcha compactua com os resultados da avaliação cinético funcional do indivíduo.

Na busca de recuperação do indivíduo, os efeitos fisiológicos da imersão, combinados com o calor da água e a flutuabilidade, o que permite o apoio de peso no membro lesado precocemente, tornam a piscina um local indicado para iniciar a conduta de reabilitação de pacientes com lesões musculoesqueléticas, principalmente de membros inferiores (THEIN e BRODY, 1998; BARRETO et al., 2016; HEYWOOD et al., 2016).

A diminuição nos índices de assimetria indica uma progressão no tratamento do sujeito e uma provável melhora na sua marcha. Giaquinto et al. (2010) observaram também uma melhora na biomecânica da marcha ao avaliarem o tratamento hidrocinesioterapêutico em indivíduos com artroplastia de joelho, identificando um bom equilíbrio e cargas similares para ambos os membros inferiores. Fortalecendo, que o treino de marcha no meio líquido auxilia na diminuição das assimetrias durante a deambulação.

Da mesma forma que o acréscimo nos valores do segundo pico de força ao longo processo de reabilitação, sugerem uma resposta positiva com o tratamento em relação ao ganho na função muscular dos plantiflexores e extensores do joelho e quadril, que apresentavam fraqueza na avaliação inicial, bem como na funcionalidade da articulação (NEPTUNE et al., 2001).

Estes resultados indicam que o meio líquido não foi limitador para a recuperação desta musculatura e tão pouco na reabilitação da marcha do sujeito Apesar do empuxo facilitar a função dos plantiflexores, modificando o padrão da marcha e exigindo menor trabalho muscular destes músculos (ERVILHA et al., 2002), ao mesmo tempo o meio líquido também requer uma maior força propulsiva dos membros inferiores para vencer a resistência da água e conseguir o deslocamento do corpo (BARRETO et al, 2016).

Pelos resultados da análise da marcha, os exercícios cinesioterápicos que trabalham contra o efeito da força de empuxo, associados a outros efeitos do meio líquido como turbulência (que pode ser gerada pelos exercícios) e viscosidade da água, aumentaram a resistência e proporcionaram a melhora da função muscular dos plantiflexores.

Assim como os resultados também apontam uma melhora na mobilidade articular. Associado aos efeitos térmicos da reabilitação no meio aquático com água aquecida e ao empuxo (que facilitam a movimentação das articulações) Barela, Stolf e Duarte (2006)

também apresentaram em seu estudo que não há diferenças nas amplitudes articulares das articulações de membros inferiores no meio líquido e no meio terrestre durante o movimento da marcha. Indicando que trabalhar a marcha precocemente no meio líquido também pode favorecer a manutenção e melhora da mobilidade articular exigida na deambulação.

O mesmo é estabelecido frente aos resultados alcançados através da análise da curva da força vertical de reação do solo. A literatura destaca que no andar normal a componente vertical de reação do solo forma num gráfico força x tempo uma curva de morfologia característica, no formato de letra “M”, representada por dois picos similares em forma e magnitude, intercalados por uma diminuição, característica de uma deflexão no gráfico, que representa a fase de balanço no membro contralateral (BARELA, STOLF e DUARTE, 2006). Todavia, a morfologia da curva para o sujeito em estudo apresentava uma heterogeneidade entre os passos com diminuição da deflexão, redução dos picos e assimetria entre os lados.

Após o tratamento hidrocinesioterapêutico a curva tanto para o lado lesado quanto não lesado estava com uma morfologia próxima à descrita na literatura. Evidenciando o formato da curva mais homogêneo, o que sugere uma menor assimetria entre os lados e um benefício ao sujeito com o tratamento.

Portanto, ao final do tratamento o sujeito passou a realizar o apoio de peso mais igualitariamente, gerando em consequência uma maior simetria nos períodos de apoio e aproximando-se de uma deambulação caracterizada como normal. Estas evidências apresentam que o processo de reabilitação no meio líquido foi propício para o tratamento de pós-operatório de fratura.

CONCLUSÃO

As avaliações realizadas no indivíduo submetido ao tratamento de hidrocinesioterapia mostraram que havia diferenças entre o lado lesado e não lesado tanto para variáveis dinâmicas quanto espaço temporais relacionadas a biomecânica da marcha. A morfologia da curva vertical de reação do solo apresentava morfologia alterada e assimetria entre os lados. Todos estes dados confirmam que a fratura e o tempo de imobilização pós-fratura levaram o indivíduo a apresentar modificações no seu padrão de marcha.

Ao final do tratamento, evidenciou-se o formato da curva mais homogêneo, uma menor assimetria entre os valores das variáveis biomecânicas da marcha, sugerindo benefício ao sujeito com o tratamento.

Desta forma, a reabilitação no meio líquido mostrou-se eficaz neste caso, apontando o benefício da associação de princípios físicos do meio líquido com cinesioterapia para reabilitação pós-fratura e reeducação da marcha, mesmo sendo este meio atípico no que se refere à deambulação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIKHAJEH, Y; HOSSEINI, S; MOGHADDAM, A. Effect of hydrotherapy in static and dynamic balance among elderly men. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. Vol.46. 2012. p. 2220-2224.
- BARELA, A; STOLF, A; DUARTE, M. Biomechanical characteristics of adults walking in shallow water and on land. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. Vol 16. 2006. p.250-256.
- BARRETO, M.S. et al. Reliability of ground reaction forces in the aquatic environment. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. Vol. 30. 2016. p.23-30.
- CAMPION, M. Hidroterapia – princípios e prática. São Paulo: Manole, 2000.
- CARREGARO, R.L; TOLEDO, A. Efeitos fisiológicos e evidências científicas da eficácia da fisioterapia aquática. *Revista Movimenta*. Vol 1. 2008. p. 23-27.
- EKENMAN, I. et al. A Study of Intrinsic Factors in Patients with Stress Fractures of the Tibia. *Physical Therapy*. Vol. 17, n 8, p. 477-482, 1996.
- ELBAZ, A. et al. Lower extremity kinematic profile of gait of patients after ankle fractures: a case control study *The Journal of foot and ankle surgery*. Vol 4. 2016.p.1-4.
- ERVILHA, U.F. et al. Cinemática da articulação do joelho e atividade eletromiográfica de músculos do membro inferior durante a marcha em ambiente aquático e terrestre. *Revista Brasileira de Biomecânica*. Vol.3. 2002. p.21-26.
- FERNANDES, A.S. et al. Efeito crônico do treinamento de força de curta duração em meio líquido nos níveis de força e na capacidade funcional em mulheres com DCNT's. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. Vol.9. 2015. p.536-544.
- FERREIRA, J.C. Fraturas da diáfise dos ossos da perna. *Revista Brasileira de Ortopedia*. Vol. 35. 2000. p. 375-383.
- GANSE, B. et al. .Partial weight bearing of the tibia.*Injury*. Vol. 4. 2016 p.5-15.
- GASTON, P. et al. Analysis of muscle function in the lower limb after fracture of the diaphysis of the tibia in adults. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. Vol. 82-B. 2000. p. 326-331.
- GEYTENBEEK, J. Evidence for effective hydrotherapy. *Physiotherapy*. Vol. 88. 2002. p. 514-529. 2002.

GIAQUINTO, S et al. Hydrotherapy after total knee arthroplasty. A follow-up study. Archives of Gerontology and Geriatrics. Vol. 51. 2010. p. 59-63.

GROSBIE, J. Effects of reduced ankle dorsiflexion following lateral ligament sprain on temporal and spatial gait parameters. Gait and Posture. Vol.9.1999. p. 167-172.

GÜVEN, M. et al. Proximal femoral nail shows better concordance of gait analysis between operated and uninjured limbs compared to hemiarthroplasty in intertrochanteric femoral fractures. International Journal of the Care Injured. Vol 47.2016.p.1325-1331.

HARRISON, R; HILLMAN, M; BULSTRODE, S. Loading of the lower limb when walking partially immersed. Physiotherapy. Vol. 78. 1992. p. 164-166.

HEYWOOD, S. et al. Spatiotemporal, kinematic, force and muscle activation outcomes during gait and functional exercise in water compared to on land: A systematic review. Gait and Posture. Vol.48. 2016. P. 120-130.

KATOULIS, E. et al. Gait Abnormalities in diabetic neuropathy. Diabetes Care. Vol. 2. 1997 p. 1904-1907.

KOJIMA, K, E e FERREIRA, R, V. Fraturas das diáfises da tíbia. Revista Brasileira de Ortopedia. v.46 n.2 São Paulo. May./Apr. 2011.

NEPTUNE, F; KAUTZ, S; ZAJAC, F. Comments on "Propulsive adaptation to changing gait speed. Journal of Biomechanics. Vol. 34. 2001. p. 1397-1398.

PÖYHONEN, T. et al. Electromyographic and kinematic analysis of therapeutic knee exercises under water. Clinical Biomechanics. Vol.16. 2001. p. 496-504.

SOLANO, L et al. Effect of a hydrotherapy program in the osteomuscular condition of a group of elderly women. Medicine and Science in Sports and Exercise. Vol. 30. 1998. p. 116-118.

SPRÍCIGO, D; SILVA, C; ARRUDA, E.J. Padrão metabólico muscular de ratos idosos e jovens submetidos à imobilização articular. Journal of Health Sciences. Vol.13. 2011. p.233-237.

THEIN, J; BRODY, L. Aquatic-based rehabilitation and training for the elite athlete. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therap. Vol. 27. 1998. p. 32-41.

WINTER, D. The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological. Waterloo: Waterloo Press, 1991.