

Análise eletromiográfica dos músculos tibial anterior e sóleo em pacientes hemiparéticos nos ambientes aquático e terrestre

Electromyographic analysis of the anterior tibialis and soleus muscle in hemiparetic patients in the aquatic and land environment

ARAUJO LB, BRAGA DM, KANASHIRO MS, BACCARO VM, SOUZA CDA, BATISTA BP, LOURENÇO MA. Análise eletromiográfica dos músculos tibial anterior e sóleo em pacientes hemiparéticos nos ambientes aquático e terrestre. R. bras. Ci. e Mov 2019;27(3):106-121.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi verificar a ativação dos músculos tibial anterior e sóleo em pacientes hemiparéticos e indivíduos hígidos, em bipedestação no ambiente aquático em comparação ao solo e verificar se há correlação entre ativação muscular e medidas funcionais. Trata-se de um estudo transversal, no qual foram incluídos 6 indivíduos hígidos no grupo controle (GC) e 6 hemiparéticos no grupo estudo (GE). Os participantes foram caracterizados por meio dos instrumentos Mini-Exame do Estado Mental (MEEM), Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), Medida da Independência Funcional (MIF) e eletromiografia (EMG) de superfície dos músculos tibial anterior e sóleo em diferentes posturas de bipedestação, nos ambientes terrestre e aquático em dois níveis de imersão, sendo eles processo xifoide (PX) e crista ilíaca ântero superior (CIAS). Como resultados, o GE obteve pontuação média de $24 \pm 6,7$ no MEEM, sem perdas cognitivas, $80,8 \pm 2,7$ na MIF, com dependência modificada e independência completa e $48,5 \pm 7,1$ na EEB, sem riscos de quedas. A EMG evidenciou maior ativação do músculo sóleo no GE quando comparado ao GC, bem como maior ativação no lado hemiparético quando comparado ao lado não afetado. Constatou-se uma correlação inversamente proporcional entre a EMG e a EEB no GE. Com esse estudo foi possível compreender o comportamento dos músculos tibial anterior e sóleo de indivíduos hemiparéticos no ambiente aquático quando comparado ao solo, em posturas comumente utilizadas na reabilitação aquática. Esse melhor entendimento pode possibilitar uma intervenção mais adequada, com repercussões na prática clínica e de atividade física realizadas no ambiente aquático com indivíduos hemiparéticos.

Palavras-chave: Hemiplegia; Hidroterapia; Eletromiografia.

ABSTRACT: The purpose of this present trial was to evaluate the activation of the tibialis anterior and soleus muscles in hemiparetics and health individuals, in a standing position performed in aquatic environment and compared to activation of this muscles on the land and verify if there is correlation between muscular activation and functional measures. In this cross-sectional study were included six health individuals in the control group (CG) and six hemiparetics individuals in the experimental group (EG). Participants were characterized by Mini Mental State Exam (MMSE), Berg Balance Scale (BBS), Functional Independence Measure (FIM) and surface electromyography (EMG) of the tibialis anterior and soleus muscles in different stand positions in aquatic environment and on the land in a two-step immersion to the xiphoid process and anterior superior iliac spine. As a result, the EG obtained a mean score of 24 ± 6.7 in the MMSE, without cognitive losses, 80.8 ± 2.7 in the FIM, with modified dependence and complete independence, and 48.5 ± 7.1 in BBE, without risks of falls. The surface EMG showed greater activation of the soleus muscle in the EG when compared to the CG, as well as greater activation on the hemiparetic side when compared to the unaffected side. An inverse proportional relationship between surface EMG and BBE in the EG was found. With this study it was possible to understand the behavior of the tibialis anterior and soleus muscles in hemiparetic individuals in the aquatic environment when compared to land, in postures commonly used in aquatic rehabilitation. This better understanding may allow a more adequate intervention, with repercussions in clinical practice and physical activity performed in the aquatic environment with hemiparetic individuals.

Key Words: Hemiplegia; Hydrotherapy; Electromyography.

Luize Bueno de Araujo¹
Douglas Martins Braga²
Mirna Sayuri Kanashiro²
Valmir Marcos Baccaro²
Cristiane D. A. de Souza²
Bruna Paulenas Batista²
Mariana A. Lourenço²

¹Universidade Federal do Paraná

²Associação de Assistência à Criança Deficiente

Introdução

A Lesão Encefálica Adquirida (LEA) caracteriza-se por um grupo de acometimentos encefálicos, como traumatismo crânio-encefálico, acidentes vasculares e tumores encefálicos, entre outros. Representa altos índices de mortalidade e são as principais causas de incapacidade no mundo, o que a torna um grande desafio para a saúde pública¹.

O quadro clínico pós-LEA é amplo e variado, está relacionado com a extensão e área de acometimento da lesão e leva a diferentes manifestações, podendo ser motoras, sensoriais, perceptuais e cognitivas². Dentre as apresentações, a hemiparesia é a mais comum, ocasionando alterações motoras no hemicorpo acometido. Parte destes indivíduos não retorna às suas atividades funcionais³ devido ao comprometimento no controle dos movimentos voluntários⁴, com menor simetria e dificuldade nas transferências de peso na postura em pé, consequentemente alterando equilíbrio, marcha e função motora em geral⁵.

Essas alterações muitas vezes estão relacionadas à espasticidade e à fraqueza muscular, acometendo os flexores plantares e dorsais do tornozelo, que desempenham papel fundamental no ortostatismo, nas fases e no padrão da marcha, bem como nas estratégias de equilíbrio estático e dinâmico⁶. Mensurar o padrão de ativação elétrica destes músculos pode trazer dados significativos para desenvolver estratégias de intervenção e reabilitação mais adequadas e orientadas para a tarefa, de acordo com as necessidades específicas dos pacientes⁷, além de contribuir para o entendimento da relação das sequelas motoras com a sinergia dos músculos agonistas e antagonistas envolvidos nas atividades funcionais⁴.

Atualmente existem diversas abordagens de reabilitação, dentre elas a Fisioterapia Aquática (FA) vem expandindo-se no tratamento de doenças cerebrovasculares⁸, devido à influência das propriedades da água⁹. Porém, existem poucos estudos que evidenciem o comportamento muscular de indivíduos hemiparéticos no ambiente aquático e suas peculiaridades quando comparado ao solo⁸. Sabe-se das influências das propriedades da água no corpo em imersão, porém pouco é descrito no indivíduo com algum comprometimento neuromuscular.

Diante destas perspectivas, o objetivo deste estudo é verificar a ativação dos músculos tibial anterior e sóleo em pacientes hemiparéticos e indivíduos hígidos, comparando o lado hemiparético e o lado não afetado, em bipedestação no ambiente aquático e em comparação ao solo, e verificar se há correlação entre ativação muscular e medidas funcionais.

Materiais e métodos

Sujeitos

Estudo observacional transversal, desenvolvido no Setor de Fisioterapia Aquática do Centro de Reabilitação da Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD – SP, Brasil). Aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da AACD sob o parecer n 1.148.311.

Foram selecionados doze indivíduos, sendo seis pertencentes ao grupo de estudo (GE), triados do banco de dados da clínica de LEA; e seis voluntários hígidos, selecionados de forma pareada quanto a sexo e idade, compondo o grupo controle (GC).

Os pacientes do GE preencheram os seguintes critérios de inclusão: diagnóstico de hemiparesia pós-LEA; idade entre 18 a 60 anos; mínimo de 6 meses e máximo de 5 anos de lesão; clinicamente estáveis; sem deformidades ortopédicas dos MMII; que não tenham sido submetidos a procedimento cirúrgico dos MMII no último ano e/ou a bloqueios periféricos dos músculos estudados nos últimos 6 meses, e que permanecessem na postura ortostática independente sem auxílio; os indivíduos do GC não apresentavam doença neurológica e/ou déficits motores. Para

ambos os grupos foram adotados os seguintes critérios de exclusão: indivíduos não colaborativos; incapazes de compreender as atividades propostas.

Os dois grupos (GC: n=6, GE: n=6) eram homogêneos com relação ao sexo (50% do sexo masculino) e idade. O diagnóstico de base apresentou a distribuição: 3 com hemiparesia pós AVE, 2 pós tumor e 1 pós neuroinfecção, com média de 02 anos e 9 meses de lesão, sendo 4 hemiparéticos à direita e 2 à esquerda (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização dos sujeitos.

		GC n=6	GE n=6
Idade (anos)	Média ±DP	40,0±12,4	40,3±12,9
Sexo	Feminino	50% (n=3)	50% (n=3)
	Masculino	50% (n=3)	50% (n=3)
IMC (Kg/m ²)	Média ±DP	-	24,1±5,5
Tipo da lesão	AVE	-	50% (n=3)
	Tumor	-	33% (n=2)
	Neuroinfecção	-	17% (n=1)
Tempo de lesão (meses)	Média ±DP	-	34,2±18,1
Lado afetado	Direito	-	67% (n=4)
	Esquerdo	-	33% (n=2)

Legenda: GC= Grupo Controle; GE= Grupo de Estudo; n= número de indivíduos; DV= desvio padrão; IMC= Índice de Massa Corpórea

Procedimentos e Materiais

Os participantes do GE foram avaliados pelos seguintes instrumentos:

O Mini-Exame do Estado Mental (MEEM)^{10,11}, com o intuito de avaliar o estado cognitivo dos participantes¹². Este teste é composto por 7 categorias: orientações para tempo, local, memória imediata, atenção e cálculo, evocação, linguagem e capacidade construtiva visual. A pontuação varia de zero (0) a trinta (30)^{10,13}, sendo que baixos valores podem indicar quadros de perda cognitiva¹⁴.

A Medida da Independência Funcional (MIF), a qual avalia quantitativamente a incapacidade dos pacientes, bem como os cuidados necessários para a realização de tarefas motoras e cognitivas de vida diária, relacionadas a autocuidado, transferências, locomoção, controle esfinteriano, comunicação e cognição social, incluindo memória, interação social e resolução de problemas. Cada atividade é pontuada de 1 (dependência total) a 7 (independência completa), e a pontuação total varia de 18 a 126^{15,16}.

A Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), utilizada para avaliar o equilíbrio e determinar os fatores de risco para quedas. É composta por 14 itens de vida diária, que variam de 0 a 4 pontos, com uma pontuação máxima de 56¹⁷.

Ambos os grupos foram submetidos à análise por eletromiografia de superfície (EMG) dos músculos tibial anterior e sóleo em diferentes posturas em bipedestação, nos ambientes terrestre e aquático em dois níveis de imersão - processo xifóide (PX) e crista ilíaca ântero superior (CIAS).

Foi utilizado o eletromiógrafo de superfície da marca Miotec® com quatro canais, eletrodos pré-gelados, circulares, de Ag/AgCl da marca Kendall 200® conectados a um computador portátil contendo o programa Miograph® para aquisição e análise dos sinais obtidos. Inicialmente foi realizada a tricotomia da região a ser analisada, seguido por assepsia da pele com álcool a 70%. Os pacientes foram posicionados em sedestação para colocação dos eletrodos nos músculos tibial anterior e sóleo dos membros inferiores hemiparético e sadio, de acordo com as recomendações do SENIAM (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles)¹⁸. Para evitar a entrada de água

durante a imersão, utilizaram-se quatro camadas de curativo oclusivo. Depois de posicionados os eletrodos, foram solicitadas três contrações isométricas máximas voluntárias (CIMV), com duração de 5 segundos cada e intervalos de 2 minutos entre elas. O valor utilizado para a normalização foi o pico da média das três coletas de 5 segundos de CIMV.

Após a CIMV, foi analisada a atividade elétrica dos músculos tibial anterior e sóleo dos indivíduos nos ambientes terrestre e aquático (nível de imersão em PX e CIAS), nas seguintes posturas (Figura 1): romberg - ortostatismo em menor base possível, tandem - pé frente ao outro (lado hemiparético atrás, ou lado direito para indivíduos hígidos, na menor largura possível, caso o paciente não conseguisse manter a postura, era permitido que afastasse o mínimo possível para que conseguisse manter a postura sem desequilíbrio) e cubo (pés na linha do quadril) - agachamento sem e com turbulência. A posição dos pés em solo era demarcada no tapete e reproduzida exatamente igual na água. Os membros superiores estavam posicionados ao longo do corpo para as posturas de romberg e tandem, já para a postura de cubo o paciente segurou uma mão na outra, na frente do corpo, com os ombros flexionados a 90°, para dessa forma, evitar maiores desalinhamentos.

Tanto em solo quanto na água o terreno era plano (o chão da piscina apresentava inclinação de 4°, esta sendo corrigida usando um estepe com compensação exata do grau de inclinação), mantendo o tornozelo em posição inicial neutra.

O indivíduo permaneceu por 30 segundos em cada postura, para avaliação da atividade muscular nos posicionamentos solicitados e nos variados níveis de imersão. Foi utilizada a média da ativação muscular no período estipulado, normalizada pela média das três coletas de CIMV.

Foi definido como interferência externa qualquer sinal elétrico ou ruído oriundo do ambiente/ artefato/ instabilidade do sinal, sendo assim, foi aplicado o filtro *Butterworth*, com frequência de corte de 20 a 500 Hz (filtro passa alta e passa baixa, respectivamente).

As especificações do aparelho *New Miotool* (8 canais) foram as seguintes: *amplification - Single Differential*; *Input impedance > 10 MOhm*; *Common Mode Rejection Ratio (CMRR) – 126 dB*; *Signal-to-noise ratio – 0,5 uV per bit*; *Actual gain range used – 63 x*. Processamento do EMG: RMS com janelamento pré-definido pelo equipamento, que corresponde a 300 amostras numa Janela de – 150 ms (milissegundos). Densidade Espectral: *Time Epoch* mínimo de 512 ms. Janela *Hamming* - AD 16 Bits.

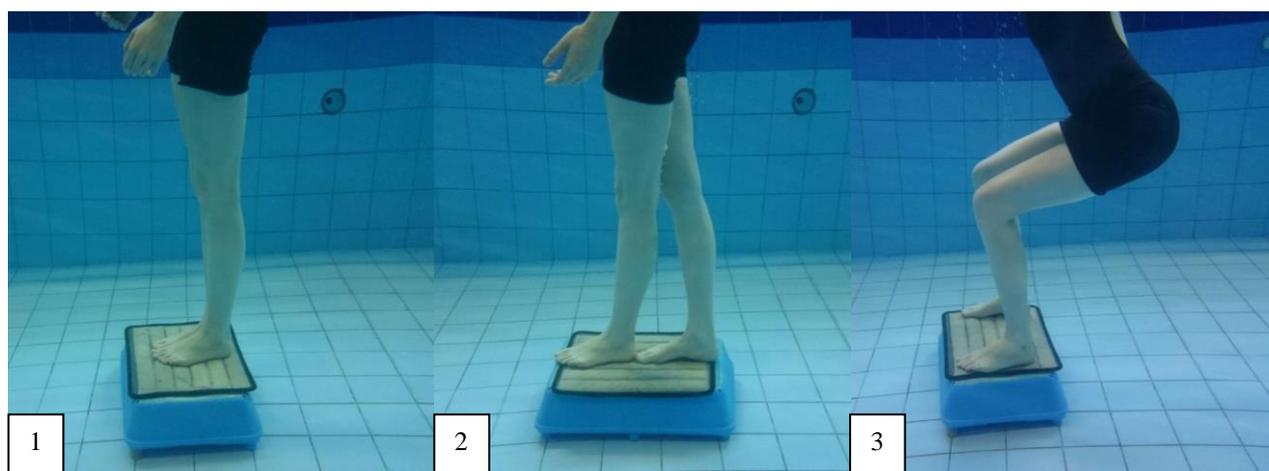


Figura 1. Posturas para realização da eletromiografia de superfície (EMG).

Legenda: EMG= eletromiografia de superfície. 1 - romberg (pés juntos e membros superiores ao longo do corpo), 2 - tandem (pé frente ao outro, na menor largura possível e membros superiores ao longo do corpo), 3 - cubo (pés na linha do quadril, com 90° de flexão de ombro).

Análise Estatística

Neste estudo foram amostrados 12 pacientes igualmente distribuídos entre os dois grupos (controle e de estudo), sendo que os dados das variáveis analisadas foram tabulados em planilhas do programa Microsoft Excel ®.

Foram realizados testes de Análise de Variância (ANOVA) para medidas repetidas. Para realização desta análise, os resíduos do modelo ajustado foram avaliados quanto à normalidade (teste de Shapiro-Wilk), bem como a homogeneidade das variâncias (teste de Cochran), ambos com 5% de significância. Uma vez que os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram atendidos, a ANOVA foi realizada com a finalidade de comparar as médias das variáveis respostas (condições analisadas) entre os lados (hemiparético e não afetado) dos músculos (tibial anterior e sóleo). Em caso de significância estatística ($p < 0,05$), foi realizado o teste de acompanhamento de Tukey ($\alpha = 5\%$), para verificar se existia diferença estatística entre os grupos (controle e de estudo).

Todas as análises foram realizadas nos programas XLSTat Versão 2017 (Addinsoft, 2017).

Resultados

O GE obteve pontuação média no limite de perdas cognitivas no MEEM, o que significa que não apresentavam demência. Na MIF foram classificados como dependência modificada 80% (n=4) e independência completa 20% (n=2), e na EEB não apresentaram aumentado risco de queda (Tabela 2).

Tabela 2. Análise descritiva das escalas funcionais para o grupo de estudo (GE).

	Média	Mediana	DP	CV
MEEM (pontuação)	24,0	26,5	6,7	28%
MIF (%)	80,8	80,16	2,7	3%
MIF (classificação)	Dependência completa	-		
	Dependência modificada (50%)	-		
	Dependência modificada (25%)	67% (n=4)		
	Independência completa	33% (n=2)		
EEB (pontuação)	48,5	50,5	7,1	15%

Legenda: GE= Grupo de Estudo; DV= desvio padrão; CV= Coeficiente de Variação; MEEM= Mini-Exame do Estado Mental; MIF= Medida de Independência Funcional; EEB= Escala de Equilíbrio de Berg; n= número de indivíduos.

Comparação das diferentes condições solo e água entre os lados hemiparético e não afetado, entre os grupos controle e de estudo

Foi possível observar que dentre os sujeitos houve diferenças significativas entre os lados (hemiparético e não afetado) para as seguintes situações: condição Solo (S) avaliada nas posições Romberg (R) e Cubo (C) no músculo sóleo (p-valores iguais a 0,042 e 0,007, respectivamente; Tabela 3); Água na altura da Crista Ilíaca (ACI) na posição Romberg (R) avaliada no músculo sóleo (p-valor = 0,009; Tabela 3), na posição Cubo Turbulência (CT) avaliada no músculo tibial anterior (p-valor = 0,021; Tabela 3) e na posição Tandem (T) avaliada no músculo sóleo (p-valor = 0,010; Tabela 3); Água na altura do Processo Xifóide (APX) avaliada no músculo sóleo nas posições Romberg (R) e Tandem (T) (p-valores iguais a 0,004 e 0,018, respectivamente; Tabela 3). Na Tabela 3 estão apresentados apenas os valores significativos.

Pelo teste Tukey, que compara as médias dos grupos (controle e de estudo) em cada situação acima descrita nas quais se identificou significância estatística, foi possível verificar que existem diferenças estatísticas significativas entre os grupos para as seguintes condições: solo, postura de cubo e músculo sóleo (S+C+S) (p-valor= 0,011), água na crista ilíaca, postura de romberg e músculo sóleo (ACI+R+S) (p-valor=0,020), água na crista ilíaca, tandem e sóleo (ACI+T+S) (p-valor=0,049), água no processo xifoide, romberg e músculo sóleo (APX+R+S) (p-valor=0,011) e água no processo xifoide, tandem e músculo sóleo (APX+T+S) (p-valor=0,039). Sendo que, em todas estas condições descritas, a média do grupo de estudo foi estatisticamente maior que a do controle (Figura 2).

Tabela 3. Média \pm Desvio-padrão das condições e posições analisadas considerando os lados hemiparético (H) e não afetado (N), na condição solo (S), água na crista ilíaca (ACI) e água no processo xifoide (APX), nas diferentes posturas, do músculo tibial anterior (TA) e sóleo (S). P-valor resultante da ANOVA para medidas repetidas.

Condição + posição + músculo	Variável explicativa (preditora)	Hemiparético (H)		Não afetado (N)		P-valor
		Média	\pm DP	Média	\pm DP	
S+R+S	Grupo Controle	17,90	7,61	14,87	7,73	0,042
	Grupo de Estudo	33,79	15,47	26,00	10,65	
S+C+S	Grupo Controle	13,57	11,83	14,10	9,16	0,007
	Grupo de Estudo	46,25	15,86	32,56	18,12	
ACI+R+S	Grupo Controle	7,23	3,77	9,13	6,61	0,009
	Grupo de Estudo	27,84	13,15	15,85	7,96	
ACI+CT+TA	Grupo Controle	10,28	6,22	10,80	7,18	0,021
	Grupo de Estudo	36,24	28,15	22,23	14,66	
ACI+T+S	Grupo Controle	13,58	5,53	7,74	4,94	0,010
	Grupo de Estudo	24,05	11,85	20,28	9,80	
APX+R+S	Grupo Controle	6,29	3,73	8,67	5,44	0,004
	Grupo de Estudo	28,37	11,54	11,74	4,64	
APX+T+S	Grupo Controle	10,10	6,42	6,68	7,40	0,018
	Grupo de Estudo	26,51	12,39	15,26	9,05	

Legenda: S+R+S= condição solo, posição romberg e músculo sóleo. S+C+S= condição solo, posição cubo, músculo sóleo. ACI+R+S= condição água na crista ilíaca, posição romberg, músculo sóleo. ACI+CT+TA= condição água na crista ilíaca, posição cubo com turbulência, músculo tibial anterior. ACI+T+S= condição água na crista ilíaca, posição tandem, músculo sóleo. APX+R+S= condição água no processo xifoide, posição romberg, músculo sóleo, APX+T+S= condição água no processo xifoide, posição tandem, músculo sóleo. DP= desvio padrão. H= lado hemiparético. N= lado não afetado.

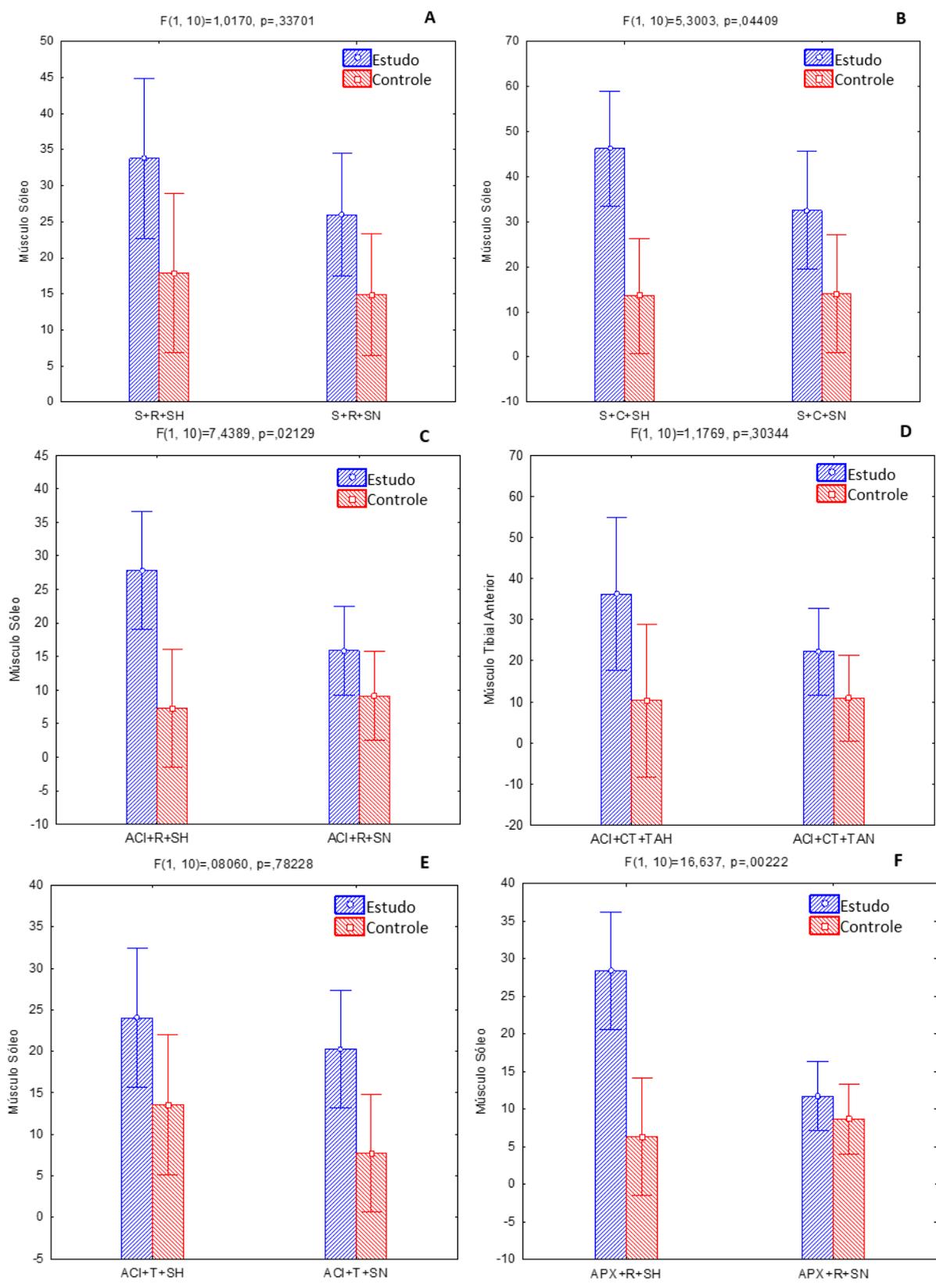


Figura 2. Média e intervalo de confiança (IC95%) das variações do músculo sóleo e tibial anterior em diferentes condições, nos lados hemiparético (H) e não afetado (N), nos grupos de Estudo e Controle. A) S+R+S. B) S+C+S. C) ACI+R+S. D) ACI+CT+TA. E) ACI+T+S. F) APX+R+S.

Legenda: S+R+SH= condição solo, posição romberg e músculo sóleo, no lado hemiparético. S+R+SN= condição solo, posição romberg e músculo sóleo, no lado não afetado. S+C+SH= condição solo, posição cubo, músculo sóleo, no lado hemiparético. S+C+SN= condição solo, posição cubo, músculo sóleo, no lado não afetado. ACI+R+SH= condição água na crista ilíaca, posição romberg, músculo sóleo, no lado hemiparético. ACI+R+SN= condição água na crista ilíaca, posição romberg, músculo sóleo, no lado não afetado. ACI+CT+TAH= condição água na crista ilíaca, posição cubo com turbulência, músculo tibial anterior, no lado não afetado. ACI+CT+TAN= condição água na crista ilíaca, posição cubo com turbulência, músculo tibial anterior, no lado não afetado. ACI+T+SH= condição água na crista ilíaca, posição tandem, músculo sóleo, no lado hemiparético. ACI+T+SN= condição água na crista ilíaca, posição tandem, músculo sóleo, no lado não afetado. APX+R+SH= condição água no processo xifoide, posição romberg, músculo sóleo, no lado hemiparético. APX+R+SN= condição água no processo xifoide, posição romberg, músculo sóleo, no lado não afetado.

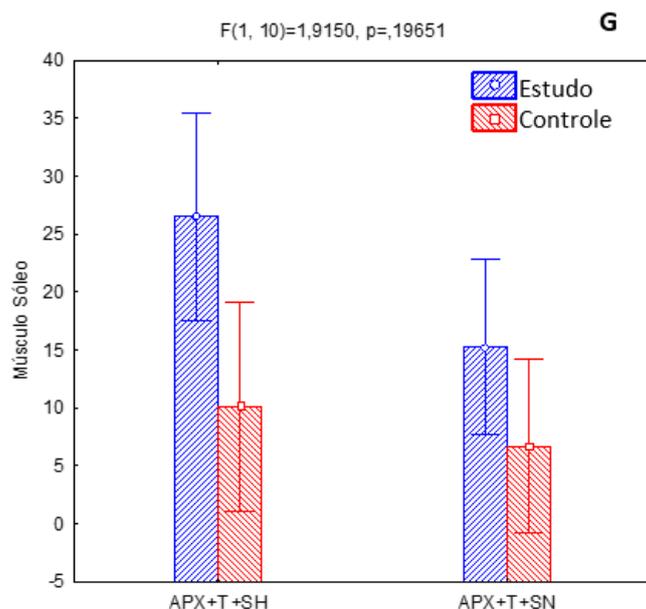


Figura 2 (continuação). Média e intervalo de confiança (IC95%) das variações do músculo sóleo e tibial anterior em diferentes condições, nos lados hemiparético (H) e não afetado (N), nos grupos de Estudo e Controle. G) APX+T+S.

Legenda: APX+T+SH= condição água no processo xifoide, posição tandem, músculo sóleo, no lado hemiparético. APX+T+SN= condição água no processo xifoide, posição tandem, músculo sóleo, no lado não afetado.

Comparação das condições solo, água na crista ilíaca e água no processo xifoide (S x ACI x APX) com diferentes posições romberg, cubo e tandem (R, C, T) em cada um dos lados (Hemiparético e Não afetado) entre os grupos (Controle e de Estudo), no músculo tibial e no músculo sóleo

Ao comparar as condições solo (S), água na altura da crista ilíaca (ACI) e água na altura do processo xifoide (APX) foram constatadas diferenças significativas entre estas condições nos seguintes casos: posição Romberg (R) no lado hemiparético do músculo sóleo (SH) (p-valor = 0,006; Tabela 4); posição Cubo (C) no lado hemiparético do músculo sóleo (SH) (p-valor = 0,008; Tabela 4); e na posição Tandem (T) nos lado hemiparético e não afetado do músculo sóleo (SH e SN, nesta ordem) (p-valores iguais a 0,038 e 0,036, respectivamente; Tabela 4);

Pelo teste Tukey, que compara as médias dos grupos (controle e de estudo) em cada condição contrastada em que se verificou diferença estatística entre as posições, foi possível verificar que, entre os grupos, as diferenças estatísticas foram significativas apenas no lado hemiparético do músculo sóleo (SH) nas posições romberg (R) (p-valor = 0,008) e Cubo (C) (p-valor = 0,015), sendo que a média do grupo de estudo foi estatisticamente maior que a do controle, com 5% de significância (Figura 3).

Tabela 4. Comparação entre condições S (solo), ACI (água na crista íliaca) e APX (água no processo xifoide) considerando diferentes posições R (Romberg), C (Cubo) e T (Tandem) para os lados hemiparético (H) e não afetado (N) do músculo tibial anterior (TA) e sóleo (S). P-valor resultante da ANOVA para medidas repetidas.

Condição	Posição + lado e tipo de músculo	GC			GE			P-valor
		S	ACI	APX	S	ACI	APX	
		Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	
S x ACI x APX	R+TAH	4,58 (±4,64)	10,45 (±9,68)	6,94 (±5,43)	23,28 (±23,02)	27,33 (±25,41)	26,77 (±23,48)	0,072
	R+TAN	4,38 (±4,18)	13,20 (±9,96)	9,89 (±6,63)	4,66 (±3,14)	10,42 (±9,22)	9,42 (±8,20)	0,776
	R+SH	17,90 (±7,61)	7,23 (±3,77)	6,29 (±3,73)	33,79 (±15,47)	27,84 (±13,15)	28,37 (±11,54)	0,006
	R+SN	14,87 (±7,73)	9,13 (±6,61)	8,67 (±5,44)	26,00 (±10,65)	15,85 (±7,96)	11,74 (±4,64)	0,074
S x ACI x APX	C+TAH	19,44 (±13,56)	17,68 (±19,26)	13,86 (±11,48)	47,23 (±28,12)	22,39 (±19,15)	28,41 (±28,69)	0,171
	C+TAN	17,32 (±12,13)	20,00 (±18,24)	13,05 (±9,56)	23,87 (±20,36)	19,82 (±8,56)	12,96 (±8,14)	0,760
	C+SH	13,57 (±11,83)	5,61 (±2,84)	6,55 (±4,15)	46,25 (±15,86)	22,29 (±16,61)	21,77 (±16,69)	0,008
	C+SN	14,10 (±9,16)	8,11 (±7,85)	6,87 (±7,67)	32,56 (±18,12)	11,09 (±9,48)	8,95 (±5,05)	0,129
S x ACI x APX	T+TAH	13,75 (±11,59)	11,37 (±11,92)	8,22 (±7,58)	26,22 (±23,56)	33,21 (±28,36)	35,23 (±31,10)	0,112
	T+TAN	8,36 (±8,46)	9,44 (±5,35)	4,40 (±3,95)	11,99 (±7,96)	13,46 (±11,05)	11,55 (±9,47)	0,259
	T+SH	33,48 (±16,04)	13,58 (±5,53)	10,10 (±6,42)	40,95 (±18,35)	24,05 (±11,85)	26,51 (±12,39)	0,038
	T+SN	15,93 (±10,87)	7,74 (±4,94)	6,68 (±7,40)	27,41 (±10,76)	20,28 (±9,80)	15,26 (±9,05)	0,034

Legenda: GC= grupo controle. GE= grupo de estudo. S x ACI x APX= condição solo, água na crista íliaca e água no processo xifoide. S x ACI x APX= condição solo, água na crista íliaca, água no processo xifoide. R+TAH= posição de romberg, no músculo tibial anterior, no lado hemiparético. R+TAN= posição de romberg, no músculo tibial anterior, no lado não afetado. R+SH= posição de romberg, no músculo sóleo, no lado hemiparético. R+SN= posição de romberg, no músculo sóleo, no lado não afetado. C+TAH= posição de cubo, no músculo tibial anterior, no lado hemiparético. C+TAN= posição de cubo, no músculo tibial anterior, no lado não afetado. C+SH= posição de cubo, no músculo sóleo, no lado hemiparético. C+SN= posição de cubo, no músculo sóleo, no lado não afetado. T+TAH= posição de tandem, no músculo tibial anterior, no lado hemiparético. T+TAN= posição de tandem, no músculo tibial anterior, no lado não afetado. T+SH= posição de tandem, no músculo sóleo, no lado hemiparético. T+SN= posição de tandem, no músculo sóleo, no lado não afetado. S= solo. ACI= água na crista íliaca. APX= água no processo xifoide. Os p-valores significativos ($\alpha=5\%$) são destacados em negrito. DP= desvio padrão.

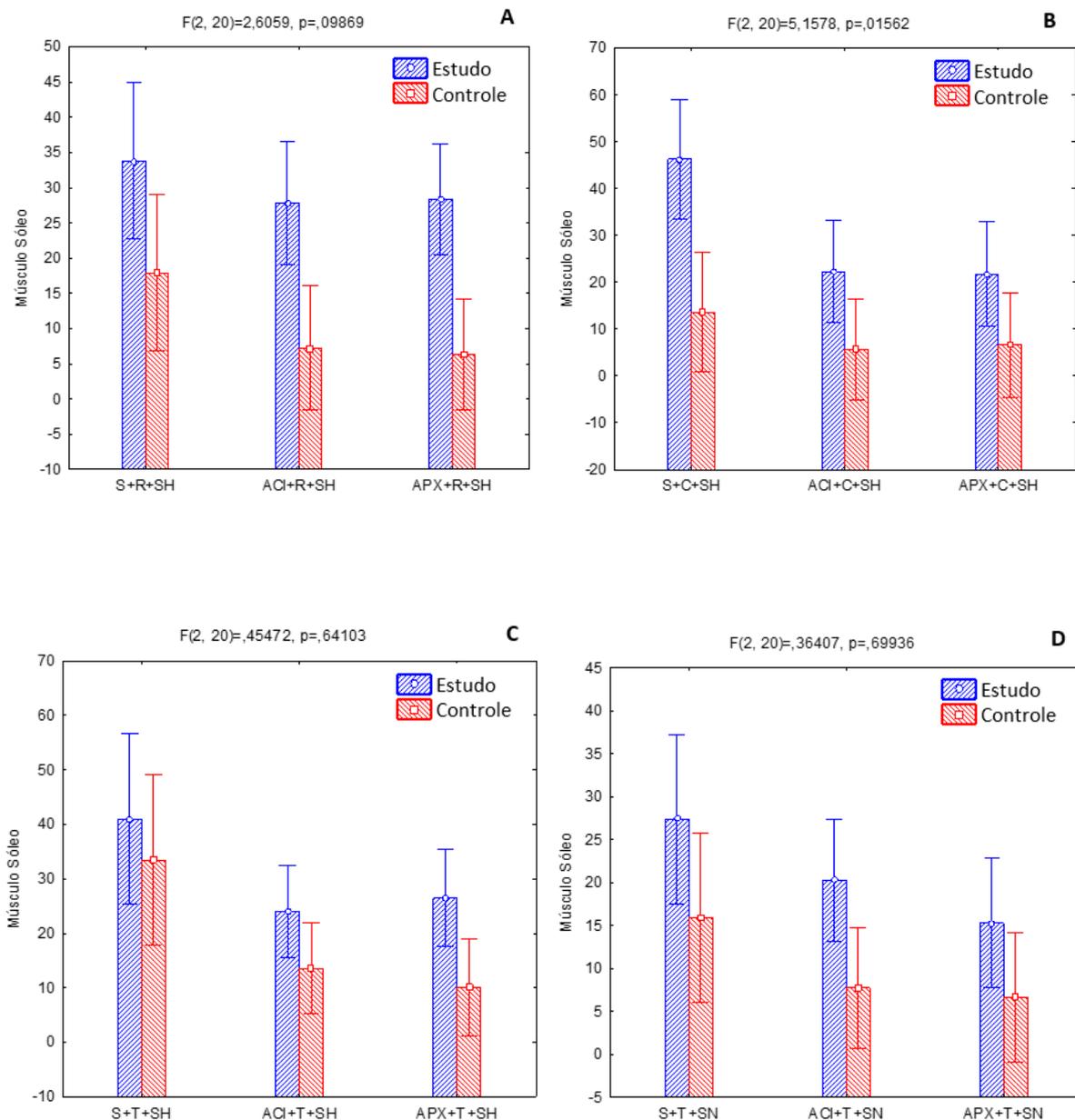


Figura 3. Média e intervalo de confiança (IC95%) das variações do músculo sóleo em diferentes condições, nos lados hemiparético (H) e não afetado (N), nos grupos de Estudo e Controle. A) R+SH. B) C+SH. C) T+SH. D) T+SN.

Legenda: S+R+SH= condição solo, posição romberg e músculo sóleo, no lado hemiparético. ACI+R+SH= condição água na crista ilíaca, posição romberg, músculo sóleo, no lado hemiparético. APX+R+SH= condição água no processo xifoide, posição romberg, músculo sóleo, no lado hemiparético. S+C+SH= condição solo, posição cubo, músculo sóleo, no lado hemiparético. ACI+C+SH= condição água na crista ilíaca, posição cubo, músculo sóleo, no lado hemiparético. APX+C+SH= condição água no processo xifoide, posição cubo, músculo sóleo, no lado hemiparético. S+T+SH= condição solo, posição tandem, músculo sóleo, no lado hemiparético. ACI+T+SH= condição água na crista ilíaca, posição tandem, músculo sóleo, no lado hemiparético. APX+T+SH= condição água no processo xifoide, posição tandem, músculo sóleo, no lado hemiparético. S+T+SN= condição solo, posição tandem, músculo sóleo, no lado não afetado. ACI+T+SN= condição água na crista ilíaca, posição tandem, músculo sóleo, no lado não afetado. APX+T+SN= condição água no processo xifoide, posição tandem, músculo sóleo, no lado não afetado.

Comparação entre as posições (C, CT, T e R) nas condições em água (ACI e APX) em cada um dos lados (Hemiparético e Não afetado) entre os grupos (Controle e de Estudo), no músculo tibial e no músculo sóleo

Ao comparar as diferentes posições (Romberg, Cubo, Cubo Turbulência e Tandem), foram constatadas diferenças significativas entre as posições sob condição da água na altura da crista ilíaca (ACI) no lado hemi do músculo sóleo (SH) (p-valor = 0,006; Tabela 5) e sob água na altura do processo xifoide (APX) também no lado hemiparético do músculo sóleo (SH) (p-valor = 0,008; Tabela 5). Além disso, o teste Tukey evidenciou que nestas duas situações houve diferença estatística entre os grupos de estudo e controle (p-valor < 0,05), sendo que a média do grupo de estudo foi estatisticamente maior que a do controle, com 5% de significância (Figura 4).

Tabela 5. Comparação entre condições em água ACI (água na crista ílfaca) e APX (água no processo xifoide) considerando todas as posições (Romberg, Cubo, Cubo Turbulência e Tandem) para os lados hemiparético (H) e não afetado (N) do músculo tibial anterior (TA) e sóleo (S). P-valor resultante da ANOVA para medidas repetidas.

Condição (todas as posições)	Lado e tipo de músculo	GC				GE				P-valor
		R	C	CT	T	R	C	CT	T	
		Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	Média (±DP)	
ACI	TAH	10,45 (±9,68)	17,68 (±19,26)	10,28 (±6,22)	11,37 (±11,92)	27,33 (±25,41)	22,39 (±19,15)	36,24 (±28,15)	33,21 (±28,36)	0,133
	TAN	13,20 (±9,96)	20,00 (±18,24)	10,80 (±7,18)	9,44 (±5,35)	10,42 (±9,22)	19,82 (±8,56)	22,23 (±14,66)	13,46 (±11,05)	0,522
	SH	7,23 (±3,77)	5,61 (±2,84)	11,82 (±8,50)	13,58 (±5,53)	27,84 (±13,15)	22,29 (±16,61)	23,44 (±10,86)	24,05 (±11,85)	0,006
	SN	9,13 (±6,61)	8,11 (±7,85)	8,00 (±6,29)	7,74 (±4,94)	15,85 (±7,96)	11,09 (±9,48)	12,28 (±7,71)	20,28 (±9,80)	0,128
APX	TAH	6,94 (±5,43)	13,86 (±11,48)	13,63 (±11,19)	8,22 (±7,58)	26,77 (±23,48)	28,41 (±28,69)	26,54 (±22,07)	35,23 (±31,10)	0,099
	TAN	9,89 (±6,63)	13,03 (±9,56)	13,71 (±9,30)	4,40 (±3,95)	9,42 (±8,20)	12,96 (±8,14)	14,17 (±8,43)	11,55 (±9,47)	0,654
	SH	6,29 (±3,73)	6,55 (±4,15)	6,80 (±3,22)	10,10 (±6,42)	28,37 (±11,54)	21,77 (±16,69)	22,55 (±13,47)	26,51 (±12,39)	0,008
	SN	8,67 (±5,44)	6,87 (±7,67)	9,43 (±10,70)	6,68 (±7,40)	11,74 (±4,64)	8,95 (±5,05)	10,25 (±6,56)	15,26 (±9,05)	0,358

Legenda: GC= grupo controle. GE= grupo de estudo. ACI= água na crista ílfaca, APX= água no processo xifoide. Posição: R= romberg, C= cubo, CT= cubo com turbulência, T= tandem. Músculo: TAH= tibial anterior hemiparético, TAN= tibial anterior não afetado, SH= sóleo hemiparético, SN= sóleo não afetado. Os p-valores significativos ($\alpha=5\%$) são destacados em negrito. DP= desvio padrão.

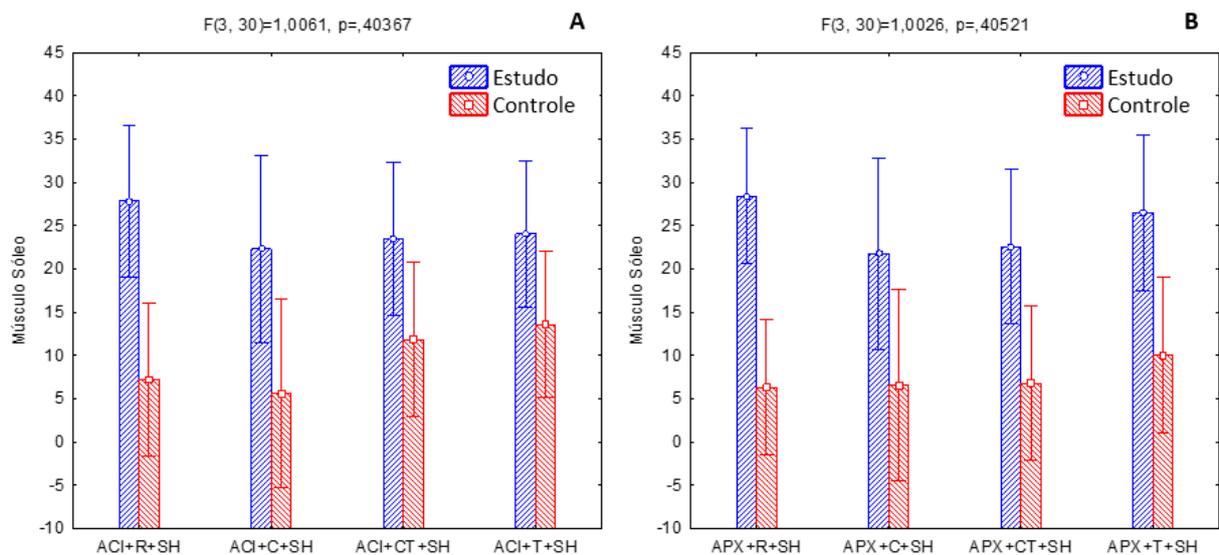


Figura 4. Média e intervalo de confiança (IC95%) das variações do músculo sóleo em diferentes condições, no lado hemiparético (H), nos grupos de Estudo e Controle. A) ACI B) APX.

Legenda: ACI+R+SH= condição água na crista ílfaca, posição romberg, músculo sóleo, no lado hemiparético. ACI+C+SH= condição água na crista ílfaca, posição cubo, músculo sóleo, no lado hemiparético. ACI+CT+SH= condição água na crista ílfaca, posição cubo com turbulência, músculo sóleo, no lado hemiparético. ACI+T+SH= condição água na crista ílfaca, posição tandem, músculo sóleo, no lado hemiparético. APX+R+SH= condição água no processo xifoide, posição romberg, músculo sóleo, no lado hemiparético. APX+C+SH= condição água no processo xifoide, posição cubo, músculo sóleo, no lado hemiparético. APX+CT+SH= condição água no processo xifoide, posição cubo com turbulência, músculo sóleo, no lado hemiparético. APX+T+SH= condição água no processo xifoide, posição tandem, músculo sóleo, no lado hemiparético.

Ao associar a EMG com medidas funcionais, constata-se correlação inversamente proporcional entre a EMG e a EEB no GE. Na tabela 6 estão apresentadas somente as variáveis que se correlacionaram significativamente.

Tabela 6. Correlação entre EMG e EEB.

		GE		EEB		
EMG solo (μ V)	Pés juntos	Sóleo E	% CVM	Corr (r)	-,812	
			média	P-valor	*0,050	
	Tandem	Sóleo E	% CVM	Corr (r)	-,899	
			média	P-valor	*0,015	
Imersão em CIAS	Cubo	Tibial	% CVM	Corr (r)	-,841	
		Anterior E	média	P-valor	*0,036	
	Turbulência	Sóleo E	% CVM	Corr (r)	-,841	
			média	P-valor	*0,036	
	Tandem	Tibial	% CVM	Corr (r)	-,986	
			Anterior E	média	P-valor	*0,000
EMG água (μ V)	Pés juntos	Sóleo E	% CVM	Corr (r)	-75,4	
			média	P-valor	*0,084	
	Cubo	Tibial	% CVM	Corr (r)	-78,3	
			Anterior E	média	P-valor	*0,066
	Imersão em PX	Cubo	Tibial	% CVM	Corr (r)	-78,3
			Anterior E	média	P-valor	*0,066
	Tandem	Tibial	% CVM	Corr (r)	-75,4	
			Anterior E	média	P-valor	*0,084
	Tandem	Tibial	% CVM	Corr (r)	-89,9	
			Anterior E	média	P-valor	*0,015
	Tandem	Tibial	% CVM	Corr (r)	-75,4	
			Anterior E	média	P-valor	*0,084
Tandem	Tibial	% CVM	Corr (r)	-98,6		
		Anterior E	média	P-valor	*0,000	
Tandem	Tibial	% CVM	Corr (r)	-75,4		
		Anterior E	média	P-valor	*0,084	
Tandem	Tibial	% CVM	Corr (r)	-78,3		
		Anterior E	média	P-valor	*0,066	

Legenda: EMG= eletromiografia; GE= Grupo Estudo; CIAS= crista ilíaca ântero posterior; PX= processo xifóide; CVM= Contração Voluntária Máxima; *p<0,05.

Discussão

Sabe-se que o ambiente aquático é peculiar e diferenciado pelas suas propriedades hidrodinâmicas, o que repercute em alterações no corpo em imersão⁹. Essas diferenças podem ser atribuídas ao fato de que o corpo humano adota estratégias motoras diferentes quando imerso no ambiente aquático, devido à necessidade de adaptar o sistema sensorio-motor em um meio com características físicas diferentes¹⁹.

Há poucos estudos destinados à análise da ativação muscular neste ambiente, principalmente durante posturas

utilizadas para a reabilitação destes pacientes, uma vez que o foco dos estudos é a análise durante a marcha normal^{20,21}. Diante disso, existe a necessidade de conhecer a repercussão dessas diferenças para embasar as intervenções aplicadas na fisioterapia aquática.

Neste estudo, os indivíduos do GE apresentaram pontuação média no limite de perdas cognitivas^{10,11}, não comprometendo assim as ordens simples para manutenção da postura durante a avaliação. Pela análise da MIF, verificou-se que os pacientes estavam classificados em dependência modificada e independência completa, segundo classificação proposta pela literatura^{15,16}. Com relação à EEB, estudos^{17,22} relacionam o ponto de corte de 45 pontos na escala com o risco de quedas. Indo de acordo com os critérios de inclusão do estudo, a amostra, que foi considerada com baixo risco de quedas, era capaz de permanecer em ortostatismo sem necessitar de apoios de terceiros ou recursos auxiliares durante a análise, eliminando a influência de fatores externos durante a avaliação.

De acordo com a análise de atividade muscular, é verificado padrão de maior ativação do músculo sóleo no lado hemiparético, quando comparado ao lado não afetado, tanto em posturas no solo como na água. Quando comparado o GC com o GE verifica-se maior ativação muscular do músculo sóleo no GE, tanto em posturas no solo como na água. Quando comparado os dois ambientes, solo e água em dois níveis de imersão, verifica-se maior ativação do músculo sóleo no lado hemiparético, o mesmo acontece quando as diferentes posições são analisadas.

Esses achados podem ser discutidos com a análise da musculatura estudada, uma vez que o músculo tríceps sural tem uma grande massa muscular e contribui com o movimento de flexão plantar. Além disso, são recrutados contra a gravidade e para manter a postura ereta, controlando a descida do pé até o solo ou ajudando na propulsão da marcha. Na postura ortostática, os flexores plantares, especificamente o músculo sóleo, contraem-se para controlar a dorsiflexão²³ e manter o equilíbrio.

Estes resultados corroboram com outros estudos^{24,25}. Justificam-se estes achados uma vez que estes músculos desempenham papel fundamental na estabilização do tornozelo⁶, e as posturas selecionadas exigem maior controle para manutenção desta estabilidade.

Pacientes hemiparéticos apresentam respostas posturais prejudicadas e menor controle muscular, levando à necessidade de maior recrutamento de unidades motoras para manutenção da postura, enquanto os indivíduos sem alterações neurológicas apresentam maior equilíbrio muscular e melhores estratégias frente aos desequilíbrios, necessitando, portanto de menor ativação muscular quando comparado a hemiparéticos durante a manutenção da mesma postura^{6,24,25}.

Sugere-se que estes resultados se devem ao fato do ambiente aquático ser mais instável, com fluxo turbulento, o que exige maior controle músculo-esquelético para manutenção da postura necessitando de maior recrutamento de unidades motoras²⁶.

A flutuação no corpo em imersão - que é a força que age contra a gravidade - associada às alterações morfológicas nas fibras musculares dos pacientes hemiparéticos influencia na ativação muscular, uma vez que o indivíduo precisa vencer a flutuação para manter a postura²⁷. Outra hipótese está relacionada com a anteriorização do centro de gravidade na água, espasticidade do sóleo e/ou encurtamento dos plantiflexores e tibial anterior fraco nos pacientes hemiparéticos, levando a maior exigência do músculo sóleo e, desta forma, maior recrutamento de unidades motoras desta musculatura⁶, achado também verificado no estudo Corrêa *et al.*⁴ durante a marcha em pacientes hemiparéticos.

Os resultados referentes ao maior número de unidades motoras recrutadas no solo comparado à água para o GE em todas as posturas, bem como na maioria das posturas para o GC, corrobora com outros estudos^{20,21,28-31}. Sabe-se que a flutuação e a viscosidade da água podem ser utilizadas como facilitação, resistência ou suporte durante a execução do movimento, que irá depender da posição do corpo, nível de imersão e descarga de peso. Acredita-se que esta menor

transferência de peso no ambiente aquático repercutiu na necessidade de menor número de unidades motoras recrutadas na água para a mesma postura no solo, evidenciando um sinal eletromiográfico reduzido^{26,27}. Tal achado justificaria a utilização de estratégias durante a intervenção aquática, como o uso de equipamentos, informação sensorial, variação na velocidade do movimento e o suporte do fisioterapeuta.

Já para o músculo tibial anterior, a maior ativação ocorreu na postura em cubo com turbulência na água na crista ilíaca, com maior ativação no lado hemiparético. O que pode ser justificado, uma vez que essa postura coloca o paciente em desequilíbrio, com o centro de gravidade deslocado para trás, o que exige a contração dos dorsiflexores para manter a postura.

Essa maior ativação muscular do lado hemiparético pode ser útil para a atuação do fisioterapeuta, já que ficou evidente que essas posturas trabalham a ativação muscular do lado hemiparético, inclusive maior que o lado não afetado, uma vez que estudos²³ mostram que o treinamento de força do músculo sóleo trouxe benefícios, facilitando a deambulação dos indivíduos hemiparéticos, mostrando existir correlação entre fortalecimento do músculo solear espástico e questões temporais da marcha, como velocidade e cadência.

Deve-se destacar que essas são posturas específicas utilizadas em terapia, com objetivo de que o lado hemiparético receba o peso do corpo, assim como o lado não afetado, e tenha respostas e estratégias musculares para manutenção da postura e equilíbrio. Porém, sabe-se que em atividades diárias, como na marcha, os músculos eficazes requerem menor ativação para executar uma mesma função, sem gasto energético além do necessário para a atividade.

Dessa forma, é possível justificar a relação da EMG com a EEB no GE, já que se constatou que quanto maior a ativação muscular, menor a pontuação na escala de equilíbrio. Outros estudos já relacionam a EMG com quedas^{4,24} e, apesar da média da EEB neste estudo não indicar risco de quedas, verifica-se correlação entre os instrumentos, sugerindo que a EMG associada à escala funcional de equilíbrio pode ser sensível como preditor de quedas.

Como limitações do estudo e sugestões de pesquisas futuras, apontamos o tamanho da amostra, a análise de outros grupos musculares e outras posturas.

Conclusões

Conclui-se que o comportamento muscular dos músculos tibial anterior e sóleo de indivíduos com hemiparesia pós LEA difere no ambiente aquático comparado ao solo, bem como no lado hemiparético em relação ao lado não afetado.

Comparando ambiente terrestre com aquático, observou-se que os indivíduos hemiparéticos apresentaram maior recrutamento de unidades motoras no solo comparado à água em todas as posturas, assim como os indivíduos hígidos na maioria das posturas. Estes dados são sugestivos à prática clínica do fisioterapeuta no ambiente aquático, repercutindo em melhor entendimento do músculo hemiparético neste ambiente e contribuindo para uma intervenção mais adequada.

Referências

1. Sociedade brasileira de doenças cerebrovasculares http://www.sbdcv.org.br/publica_avc.asp.
2. Duncan PW, Zorowitz R, Bates B, Choi JY, Glasberg JJ. Management of Adult Stroke Rehabilitation Care: A Clinical Practice Guideline. *Stroke*. 2005; 36(9): 100-43.
3. Allen K, Hazelett S, Jarjoura D, Hua K, Wright K, Weinhardt J, Kropp D. A Randomized Trial Testing the Superiority of a Postdischarge Care Management Model for Stroke Survivors. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2009; 18(6): 443-52.
4. Corrêa FI, Soares F, Andrade DV, Gondo RM, Peres JA, Fernandes AO, Corrêa JCF. Atividade muscular durante a marcha após acidente vascular encefálico. *Arq Neuropsiquiatr*. 2005; 63(3-B): 847-51.

5. Trindade APNT, Barboza MA, Oliveira FB, Borges APO. Influência da simetria e transferência de peso nos aspectos motores após Acidente Vascular Cerebral. *Rev Neurocienc.* 2011; 19(1): 61-7.
6. Ottoboni C, Fontes SV, Fukujima MM. Estudo Comparativo entre a Marcha Normal e a de Pacientes Hemiparéticos por Acidente Vascular Encefálico: Aspectos Biomecânicos. *Rev Neurociências.* 2002; 10(1): 10-6.
7. Dobkin BH. Strategies for stroke rehabilitation. *Lancet Neurol.* 2004; 3(9): 528-36.
8. Mehrholz J, Kugler J, Pohl M. Water-based exercises for improving activities of daily living after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* In: *The Cochrane Library.* 2011: CD008186.
9. Miyoshi T, Shiota T, Yamamoto S-I, Nakazawa K, Akai M. Effect of the walking speed to the lower limb joint angular displacements, joint moments and ground reaction forces during walking in water. *Disabil Rehabil.* 2004; 26(12): 724-32.
10. Bertolucci PHF, Brucki SMD, Campacci SR, Juliano Y. O mini-exame do estado mental em uma população geral: impacto da escolaridade. *Arq Neuropsiquiatr.* 1994; 52(1): 1-7.
11. Brucki SMD, *et al.* Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. *Arq Neuro-Psiquiatr.* 2003; 61(3-B): 777-81.
12. Lourenço RA, Veras RP. Mini-exame do estado mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. *Rev Saúde Pública.* 2006; 40(4): 712-9.
13. Folstein MF, Folstein SE, Mchugh PR. "Mini -Mental State": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* 1975; 12(3): 189-98.
14. Petroianu A, Capanema HXM, Silva MMQ, Braga NTP. Atividade física e mental no risco de demência em idosos. *J Bras Psiquiatr.* 2010; 59(4): 302-7.
15. Riberto M, Miyazaki MH, Jorge Filho D, Sakamoto H, Battistella LR. Reprodutibilidade da versão brasileira da Medida de Independência Funcional. *Acta Fisiatr.* 2001; 8(1): 45-52.
16. Riberto M, Miyazaki MH, Jucá SSH, Sakamoto H, Novazzi Pinto PP, Battistella LR. Validação da Versão Brasileira da Medida de Independência Funcional. *Acta Fisiatr.* 2004; 11(2): 72-6.
17. Miyamoto ST, Lombardi J, Berg KO, Ramos LR, Natour J. Brazilian version of the Berg balance scale. *Braz J Med Biol Res.* 2004; 37(9): 1411-21.
18. Hermes HJ, Freriks B, Merletti R. Project SENIAM (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles). *European Recommendations for Surface Electromyography, deliverable of the SENIAM project Disselhorst-Klug, Roessingh Research and Development b.v., 1999.*
19. Ribas DIR, Israel VL, Manfra EF, Araújo CC. Estudo comparativo dos parâmetros angulares da marcha humana em ambiente aquático e terrestre em indivíduos hígidos adultos jovens. *Rev Bras Med Esporte.* 2007; 13(6): 371-75.
20. Barela AMF, Stolf SF, Duarte M. Biomechanical characteristics of adults walking in shallow water and on land. *J Electromyogr Kinesiol.* 2006; 16: 250-56.
21. Barela AMF, Duarte M. Biomechanical characteristics of elderly individuals walking on land and in water. *J Electromyogr Kinesiol.* 2008; 18: 446-54.
22. Thorbahn LDB, Newton RA. Use of the Berg Balance Test to Predict Falls in Elderly Persons. *Physical Therapy.* 1996; 76(6): 584-5.
23. Guimarães RM, Pereira JS, Batista LA. Fortalecimento do músculo solear: impacto na cinemática da marcha de indivíduos hemiparéticos. *Fisioter Mov.* 2007; 20(3): 11-16.
24. Cheng PT, Chen CL, Wang CM, Hong WH. Leg muscle activation patterns of sit-to-stand movement in stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil.* 2004; 83(1): p.10-6.
25. Chow JW, Yablon SA, Stokic DS. Coactivation of ankle muscles during stance phase of gait in patients with lower limb hypertonia after acquired brain injury. *Clinical Neurophysiology.* 2012; 123(8): 1599-05.
26. Candelero JM, Caromano FA. Discussão crítica sobre o uso da água como facilitação, resistência ou suporte na hidrocinesioterapia. *Acta Fisiatr.* 2006; 13(1): 7-11.
27. Carregaro RL, Toledo AM. Efeitos fisiológicos e evidências científicas da eficácia da fisioterapia aquática. *Rev Movimenta.* 2008; 1(1): 23-27.
28. Masumoto K, Takasugi SI, Hotta N, Fujishima K, Iwamoto Y. Electromyographic Analysis of Walking in Water in Healthy Humans. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 2004; 23(4): 119-27.
29. Muller ESM, Black GL, Figueiredo PP, Kruehl LFM, Hanisch C, Appell HJ. Comparação eletromiográfica do

exercício abdominal dentro e fora da água. *Rev Port Cien Desp.* 2005; 5(3): 255-65.

30. Chevutschi A, Lensele G, Vaast D, Thevenin A. An Electromyographic Study of Human Gait both in Water and on Dry Ground. *J Physiol Anthropol.* 2007; 26(4): 467-73.

31. Cuesta-Vargas AI, Cano-Herrera CL, Heywood S. Analysis of the neuromuscular activity during rising from a chair in water and on dry land. *J Electromyogr Kinesiol.* 2013; 23(6): 1446-50.