

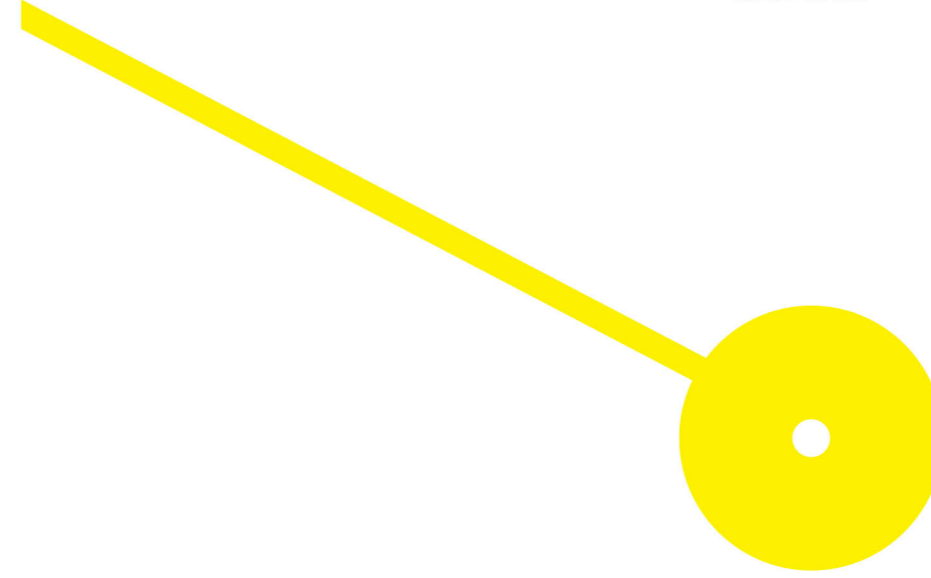
**Análise do Reflexo de Hoffmann –  
Avaliação de indicadores de excitabilidade  
dos motoneurónios – $\alpha$**

Rui Jorge Crisóstomo Cardoso de Figueiredo

**Análise do Reflexo de Hoffmann –  
Avaliação de indicadores de excitabilidade  
dos motoneurónios – $\alpha$**

Rui Jorge Crisóstomo Cardoso de Figueiredo

02/2018



**Escola Superior de Saúde  
Instituto Politécnico do Porto**

# **Rui Jorge Crisóstomo Cardoso de Figueiredo**

## **Análise do Reflexo de Hoffmann – Avaliação de indicadores de excitabilidade dos motoneurónios – $\alpha$**

Dissertação submetida à Escola Superior de Saúde do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia – Opção Neurologia, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Maria Augusta Ferreira Silva, Professora Adjunta, da Área Técnico-Científica da Fisioterapia e sob a coorientação do Mestre Camilo André de Sousa Moreira, Assistente Convidado, da Área Técnico-Científica da Fisioterapia.

**Fevereiro de 2018**



# Análise do Reflexo de Hoffmann – Avaliação de indicadores de excitabilidade dos motoneurónios - $\alpha$

Rui Figueiredo<sup>1</sup>, Augusta Silva<sup>2</sup>, Camilo Moreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ESS – Escola Superior de Saúde

<sup>2</sup>ATCFT – Área Técnico-Científica da Fisioterapia

<sup>3</sup>ATCFT – Área Técnico-Científica da Fisioterapia

## Resumo

**Introdução:** Alterações ao nível do controlo postural (CP), são consequências do Acidente Vascular Cerebral (AVC), por incapacidade do Sistema Nervoso Central (SNC) recrutar motoneurónios (MN- $\alpha$ ) capazes de estabelecer níveis de excitabilidade adequados entre vias aferentes e eferentes. Vários métodos têm sido utilizados para a análise do reflexo de *Hoffmann*, Objetivo(s): Avaliar através do reflexo de *Hoffmann* a excitabilidade dos MN- $\alpha$ , em indivíduos pós-AVE da Artéria Cerebral Média (ACM) e em indivíduos sem patologia. Avaliar o rácio *Hslp/Mslp* e o declive das curvas *H* e *M*, e comparar entre os membros dos indivíduos com patologia e a comparação destes com o membro dominante dos indivíduos sem patologia. **Métodos:** Estudo observacional analítico transversal, com 11 indivíduos pós-AVE e 12 sem patologia. Induziu-se o reflexo de *Hoffmann* pela estimulação elétrica do nervo tibial com registo eletromiográfico do músculo Solear (SOL). Provocaram-se 3 estímulos de 0,5 mseg, desde o limiar de ativação das fibras Ia até a estabilização da curva *M*. **Resultados:** Foi possível verificar diferenças significativas no rácio *Hslp/Mslp* entre o membro dominante dos indivíduos saudáveis e o membro contralesional dos indivíduos pós- AVE ( $p=0.011$ ). Também houve diferenças significativas entre membros dos indivíduos pós AVE ( $p=0.006$ ). Não se verificou alterações significativas na comparação do membro dominante dos indivíduos saudáveis com o membro ipsilesional dos indivíduos pós-AVE. Quando analisadas o declive das curvas de forma isolada, não se verificou diferenças significativas. **Conclusão:** Verificaram-se diferenças significativas entre os membros contralesional e ipsilesional no grupo pós-AVE, bem como, entre contralesional e o dominante do grupo sem patologia, demonstrando que o membro contralesional pode contribuir para as alterações do controlo postural.

**Palavras-chave:** Acidente Vascular Encefálico, Controlo Postural, Reflexo de Hoffmann, Excitabilidade de motoneurónios.

## Abstract

**Background:** Changes in the postural control (CP) are consequences of stroke, for inability of central nervous system (CNS) to recruit motor neurons (MN- $\alpha$ ) capable of establishing adequate levels of excitability between the afferent and efferent pathways. Several methods are used for a Hoffman reflex analysis. **Aim(s):** To evaluate through the Hoffmann reflex the excitability indicators of MN- $\alpha$ , in individuals post stroke of the Middle Cerebral Artery (MCA) with individuals without pathology. Evaluate the ratio *Hslp / Mslp* and the slope of H wave and M wave, between the members of each individual with stroke and between individuals with and without pathology. **Methods:** Cross-sectional

observational study, with 11 post-stroke and 12 without pathology. Hoffmann's reflex was induced by electrical stimulation of the tibial nerve with electromyographic recording of the Solear muscle (SOL). Three stimulus of 0.5 msec were triggered from the activation threshold of the Ia fibers to the stabilization of the M. curve. **Results:** It was possible to verify significant changes in the ratio  $Hslp / Mslp$  between the dominant member of healthy individuals and the post-stroke contralateral limb ( $p=0.011$ ). In addition, there were significant among users in contralesional and ipsilesional of the post stroke ( $p=0.006$ ). It was not found significant in the comparison of the member of the healthy individual with the ipsilesional limb of the post-stroke individuals. When the slope of the curves was analyzed in isolation, there was no significant escape. **Conclusion:** Significant changes were found between the ipsilesional and contralesional limbs in the post-stroke group, as well as between the contralateral limb of the study sites. It is possible that the contra limb contribute for postural control changes.

**Key words:** Stroke, Postural Control, Hoffman's Reflex, Motoneurons excitability.

## 1 Introdução

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é considerado uma das principais causas de morbidade, afetando cerca de 102,2 milhões de pessoas (Hankey, G. J. 2013). Segundo o estudo realizado por Strong, K. et al, (2007), estima-se que os AVE's são suscetíveis de aumentar para 77 milhões de indivíduos com disfunção perceptivo-motora.

Os défices decorrentes desta condição limitam particularmente a mobilidade do individuo, assim como a participação nas diversas atividades de vida diárias (AVD's), quer na sociedade quer na reintegração da atividade profissional (Hatem et al, 2016).

Este evento é responsável pela diminuição da capacidade de recrutar neurónios nas áreas comprometidas assim como pela alteração da dinâmica neuronal. Esta desregulação é variável em função da localização e extensão da lesão, podendo comprometer a memória, a visão, a comunicação, o raciocínio bem como a função perceptivo-motora do individuo, entre outras funções (Chan B. 2015).

Dos territórios vasculares mais atingidos, Huttner et al,(2009) põem em evidência a área irrigada pela artéria cerebral média (ACM) estando comprometida em 80% dos AVE, induzindo frequentemente alterações da função motora e no controlo postural (CP), (Perennou et. al, 2008).

Recentemente constatou-se a existência de alterações do controlo postural em ambos os hemisferos, contrariamente ao que se verificava em estudos prévios (Gentton et al, 2008; Silva et al, 2012a, 2012b; Silva et al, 2015). De facto, estes achados justificam-se considerando a disposição bilateral dos sistemas eferentes que regulam e recrutam atividade muscular no âmbito do controlo postural (Haines, 2006; Westlake & Nagarajan, 2011). Assim, nos AVE's com lesão no território da ACM existe uma forte probabilidade de ocorrer lesão dos axónios oriundos da área 6 do córtex que

se dirigem para a formação reticular, com a consequente interferência na função dos sistemas reticulares (Silva et al, 2012).

Apesar desta evidência, existem estudos recentes que referem que o lado ipsilesional (IPSI) é um lado não lesado (Roerdink et al, 2009; Mansfield et al, 2012; Cunningham et al, 2015), servindo-se deste como referência para controlo da performance do lado contralesional (CONTRA) (Kenzie et al, 2016). Os instrumentos utilizados na avaliação da performance motora e funcional destes indivíduos não contemplam o CP no lado IPSI. Esta realidade clínica pode estar a interferir na recuperação máxima destes indivíduos já que, ao não contemplar o lado IPSI como possível fonte de disfunção do lado CONTRA, podem não o integrar na abordagem terapêutica.

Uma possível contribuição para a resolução desta questão, passa pela exploração desta eventual disfunção do lado IPSI, através de instrumentos capazes de registar a capacidade de recrutar neurónios motores.

Para avaliação desta capacidade de regulação da excitabilidade do grupo de neurónios motores ao nível da medula espinal, (Nielsen, 2004), pode ser utilizado o Reflexo de *Hoffmann* (reflexo-H) (Capaday, 1997; Tucker et al, 2005; Zehr, 2002).

O reflexo-H é um reflexo induzido electricamente idêntico ao reflexo de estiramento da medula espinal, no entanto, a diferença entre os dois reside no facto do reflexo-H não interferir com o fuso muscular, e deste modo, ser uma ferramenta útil na avaliação da atividade neuronal medular (Palmierie et. al, 2004). A amplitude da onda H e a amplitude da onda M, refletem a excitabilidade dos neurónios motores (Scaglioni et al, 2003; Voerman et al, 2005), mas enquanto a onda H é passível de facilitação e inibição, ou seja, pode ser estimulada pelas fibras aferentes e inibida pelas eferentes, a amplitude da onda M é a mesma em todas as condições, pois apenas pode ser estimulada pelas fibras eferentes (Voerman, Gregoric and Hermens, 2005) e não reflete as mudanças no ganho de recrutamento do reflexo. (Knikou et al, 2008).

Neste sentido, a onda H representa o número estimado de MN- $\alpha$  capazes de serem recrutados através de um dado estímulo e a onda M representa o valor de ativação máxima, através da ativação de todos os MN- $\alpha$  de um dado segmento da medula consoante o aumento da intensidade do estímulo. (Higashi et al, 2001).

Para avaliar a excitabilidade do número de neurónios motores são conhecidos métodos como o rácio  $H_{m\acute{a}x}/M_{m\acute{a}x}$ , que pode ser interpretado como a proporção de MN- $\alpha$  capazes de serem recrutados assumindo a possibilidade do valor de  $M_{m\acute{a}x}$  ser estável, no entanto, este método pode

não transmitir a percentagem máxima de recrutamento de MN- $\alpha$ , uma vez que quando administrado o estímulo pelas fibras aferentes Ia, ocorre uma colisão de MN- $\alpha$  entre a resposta descendente do reflexo-H e a resposta ascendente antidrómica nos motoneurónios, durante o aumento da resposta M (Ghotbi et al, 2007).

Contudo, um método diferente pode ser utilizado, a relação entre o declive de desenvolvimento do reflexo - H e da resposta M Hslp/Mslp. Este método permite calcular a relação do aumento do número de recrutamento de neurónios motores com o aumento da intensidade dos estímulos artificiais em fibras Ia aferentes para evocar o reflexo-H (Funase et al, 1996).

A possibilidade de comparar o rácio Hslp/Mslp e os valores do declive da onda H e onda M entre os lados IPSI e CONTRA e a comparação destes com o lado DOM dos indivíduos sem patologia, pode contribuir para fomentar mais evidências no sentido de verificar possíveis alterações da informação do *input* aferente que possam estar na base das alterações ao nível do controlo postural do lado IPSI.

Este estudo tem como objetivo avaliar a excitabilidade de neurónios motores através do reflexo de Hoffmann em pacientes que sofreram um AVE da Artéria Cerebral Média. Visa comparar o rácio Hslp/Mslp, bem como, o declive das curvas H e M entre os membros IPSI e CONTRA ao hemisfério lesado dos indivíduos patológicos, e a comparação destes com o membro DOM de indivíduos sem patologia.

## **2 Métodos**

### **2.1 Amostra**

O presente estudo foi do tipo observacional analítico transversal, sendo que os dados correspondem a dois grupos de indivíduos distintos voluntários, sendo o primeiro de 12 indivíduos sem patologia – funcionários docentes e não docentes da Escola Superior de Saúde – Instituto Politécnico do Porto (ESS-IPP) e o segundo grupo constituído por 11 indivíduos com AVC de uma clínica privada de Vila Nova de Famalicão em regime ambulatorio. Os grupos foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão de forma não probabilística voluntária.

Para inclusão do primeiro grupo os indivíduos tinham de apresentar as seguintes características: idades compreendidas entre os 35 e os 69 anos, e sedentários, segundo os critérios do *Center for Disease Control* do *American College of Sports Medicine* (Thompson et al, 2001) com atividade física inferior a 30 minutos de intensidade moderada, em cinco ou mais dias da semana, ou inferior

a 20 minutos de alta intensidade em três ou mais dias da semana. No segundo grupo foram incluídos os indivíduos que apresentassem lesão subcortical pós-AVC no território irrigado pela ACM confirmada através de tomografia axial computadorizada (TAC) (Dickstein, Shefi, Marcovitz & Villa, 2004) ocorrida há menos de 12 meses. Como critérios de exclusão foram definidas lesões com envolvimento concomitante do tronco cerebral e cerebelo, assim como alterações de sensibilidade. (Lamontagne, Malouin, Richards, & Dumas, 2002; Lamontagne, Richards, & Malouin, 2000). De ambos os grupos constituíram também critérios de exclusão os indivíduos com dor localizada e/ou irradiada, alterações de sensibilidade, intervenções cirúrgicas e história de patologias músculo-esqueléticas ao nível dos membros inferiores bem como, história de doença neurológica anterior. (Ashford & De Souza, 2000; Cheng et al, 2004; Dehail et al, 2007). Na figura 1, encontra-se o diagrama de seleção dos participantes que integraram este estudo.

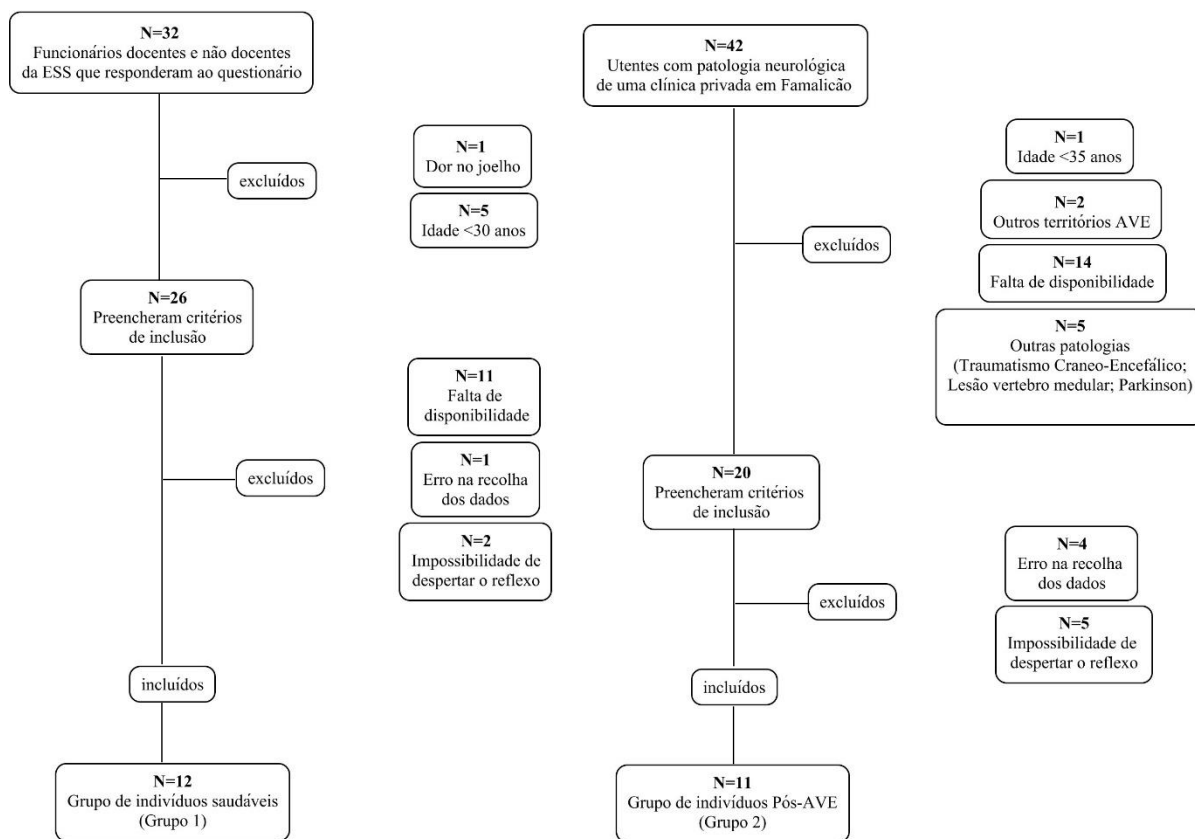


Figura 1 – Diagrama de seleção da amostra

## 2.2 Instrumentos

No sentido de identificar problemas cognitivos dos indivíduos, foi aplicada a *Escala Mini Mental State Examination*, assegurando a capacidade de compreensão de ordens simples e dos procedimentos

a aplicar. Este instrumento é dos mais utilizados na literatura, pela sua simplicidade, rapidez de aplicação e pelos baixos valores de variabilidade inter-observador (Bour, Rasquin, Boreas, Limburg, & Verhey, 2010). O *score* pode variar entre 0 e 30 pontos, considerando a existência de défice cognitivo quando o score obtido é  $\leq 15$  para analfabetos,  $\leq 22$  para escolaridade de 1 a 11 anos e  $\leq 27$  para a escolaridade superior a 11 anos (Guerreiro et al, 1994).

Foi utilizado para a recolha da altura dos indivíduos um estadiómetro Seca®214 com erro padrão de medição de 0.5mm. Para o registo de massa em quilogramas (kg), foi utilizada a balança Seca®760. O equipamento utilizado foi o eletromiógrafo *Biopac MP150 Workstation (Biopac Systems Inc., Santa Barbara, CA, USA)*, com o *software* adequado para a aquisição e processamento de dados *Acqknowledge®* versão 3.9. O sinal eletromiográfico do nível de atividade do músculo Solear, foi registado através de elétrodos ativos do modelo (*TSD150B, Biopac Systems Inc., Santa Barbara, CA*) com uma distância inter elétrodos de 20 mm, amplificador diferencial incorporado com um acresceto de 350 (nominal), impedância de entrada de 100 M $\Omega$ , fator de rejeição de 95dB (normal), diâmetro dos elétrodos de 11,4 mm, dimensões do sensor de 17,4mm (largura) por 51 mm (comprimento) e 6,4 mm (altura) (Lévénez, Kotzamanidis, Carpentier, & Duchateau, 2005; Tokuno, Garland, Capenter, Thorstensson, & Cresswell, 2008; Chen & Zhou, 2011).

As medições de EMG foram recolhidas com uma frequência de amostragem de 2000 amostras por segundo (Palmieri, Hoffmann, & Ingersoll, 2002; Lévénez, Kotzamanidis, Carpentier, & Duchateau, 2005).

Para potenciar o reflexo recorreu-se a um elétrodo de estimulação, (conjunto ânodo/cátodo), ambos de marca Dahlhausen 505, configuração circular, com aproximadamente 1cm de superfície de deteção (Chen & Zhou, 2011). Ambos os elétrodos estavam ligados ao estimulador *BioPac System (modelo STMISOC)*, associado ao módulo STM100C.

## **2.3 Procedimentos**

O processo de avaliação decorreu no Centro de Estudos do Movimento e Atividades Humanas (CEMAH), da ESS em ambiente controlado. Os participantes foram informados sobre os objetivos e procedimentos a realizar.

### *2.3.1 Recolha EMG*

Para a recolha do sinal os indivíduos foram posicionados em decúbito ventral (DV), sendo a posição aconselhada no sentido de facilitar a identificação do músculo SOL por contração e palpação do

ventre muscular, bem como para seguir as respectivas referências anatómicas necessárias à colocação dos elétrodos.

Antes da colocação dos mesmos, as localizações adequadas foram raspadas com lixa fina e limpas com isopropyl para reduzir a impedância a um nível igual ou inferior a  $5K\Omega$ , verificado com o verificador de impedância Noraxon® (Camargos, et al., 2009; Cheng, et al., 2004; Correia et al., 1993).

Os elétrodos EMG bipolares de superfície foram colocados sobre o ventre do músculo SOL 2 cm distalmente em relação ao bordo inferior do ventre muscular do músculo gastrocnémio medial e 2 cm medialmente à linha média posterior da perna. O eletrodo de terra foi colocado sobre o maléolo externo. Para evitar movimento e assegurar pressão uniforme, a adesão do eletrodo à pele foi reforçada com fita adesiva (Palmieri, Hoffmann, & Ingersoll, 2002; Palmieri, Ingersoll, & Hoffmann, 2004).

Os elétrodos estimulantes foram colocados numa configuração transversa, com o cátodo sobre o nervo tibial na fossa poplíteia e o ânodo proximalmente à rótula na face anterior da coxa, de maneira a ativar seletivamente os neurónios aferentes Ia com níveis mais baixos e a reduzir o ruído do estímulo (Higashi, et al., 2001; Chen & Zhou, 2011; Palmieri, Ingersoll, & Hoffmann, 2004; Tokuno, Garland, Capenter, Thorstensson, & Cresswell, 2008).

O posicionamento dos elétrodos foi confirmado tatilmente e através da visualização de sinais EMG durante contrações voluntárias. O mesmo investigador colocou os elétrodos, por forma a minimizar erros inerentes a posicionamentos diversos por diferentes investigadores.

Para cálculo da média aritmética foram recolhidos 3 valores de reflexo-H respetivamente, com uma frequência de amostragem de 2000 Hz (Ghotbi et al., 2007).

Os elétrodos foram testados previamente à recolha, através de uma contração voluntária, no sentido de verificar a qualidade do sinal, confirmar local do ventre muscular e presença de ruído.

Durante a recolha dos dados, manteve-se a monitorização da onda M para garantir que todos os procedimentos ocorressem sem qualquer interferência como o deslocamento de elétrodos.

### *2.3.2 Parâmetros de estimulação*

Para a obtenção do reflexo-H, aplicou-se um estímulo elétrico percutâneo no nervo tibial, gerando uma resposta motora ao nível do solear (Chen & Zhou, 2011; Higashi et al., 2001; Palmieri et al., 2004).

Assim, os participantes foram informados para manter o DV em repouso, evitando rotação da cabeça, isto para diminuir as aferências de recetores periféricos, mantendo estáveis as informações corticovestibulares na excitabilidade dos MN (Chen & Zhou, 2011).

A duração do estímulo ministrado foi de 0,5 a 1 mseg, de forma a diminuir as sensações desagradáveis da estimulação dos nociceptores cutâneos (Chen & Zhou, 2011; Palmieri et al., 2004; Tucker et al., 2005).

Os indivíduos foram expostos a estímulos elétricos de intensidade sub-máxima durante um pequeno intervalo de tempo (5-10 minutos) antes do início da sessão de teste, confirmando o local de colocação do cátodo ao nível do nervo tibial (Scaglioni, Narici, Maffiuletti, Pensini, & Martin, 2003). A colocação do cátodo foi considerada adequado quando se obteve o valor  $M_{\max}$  e sua estabilização (Palmieri et al., 2004; Tucker et al., 2005).

O reflexo-H foi induzido individualmente, em que o aumento da intensidade foi realizado com incremento de 5 volts desde o limiar de ativação das fibras Ia, momento em que surge curva H, até ao surgimento de  $M_{\max}$  e sua estabilização (Chen & Zhou, 2011; Higashi et al., 2001).

Os estímulos foram aplicados com um intervalo de 10 segundos, sendo este o intervalo de tempo apropriado para minimizar os efeitos da depressão pós-ativação na amplitude do reflexo-H, que depende do período refratário das fibras Ia (Chen & Zhou, 2011; Palmieri et al., 2004).

Para a recolha, foram registados três valores de reflexo-H, a cada valor de intensidade. Depois do reflexo-H e da resposta-M do músculo solear de uma perna, os mesmos procedimentos foram repetidos com a outra. A ordem das pernas foi aleatória.

### *2.3.3 Processamento de dados*

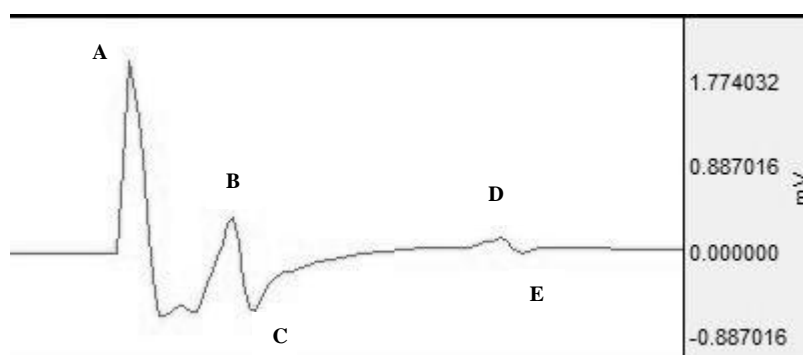
Os dados recolhidos foram submetidos a um filtro de 10 a 750 Hz (Lévénez et al., 2005; Palmieri et al., 2004).

Para a comparação dos resultados intra e inter-sujeitos procedeu-se à análise através dos rácios dos declives, caracterizados por  $H_{slp}/M_{slp}$ , bem como,  $H_{slp}$  e  $M_{slp}$ . O rácio  $H_{slp}/M_{slp}$  tem em

conta o aumento do número de MN recrutados segundo o aumento da intensidade das fibras Ia (Higashi et al., 2001).

Os valores destas variáveis foram registados através do traçado de EMG, tendo por base os tempos de latência das curvas H e M do músculo solear, sendo cerca de 30 mseg e 6 a 9 mseg após o estímulo, respetivamente (Palmieri et al., 2004).

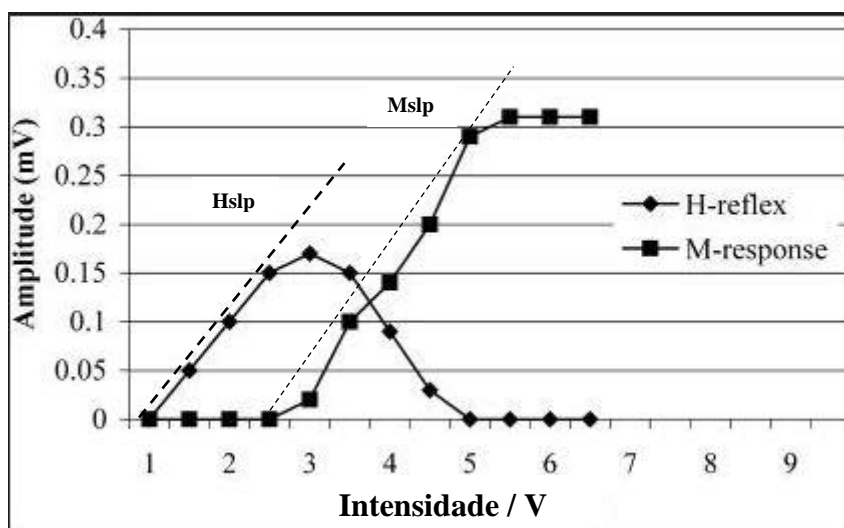
Para cálculo dos declives, os valores da onda H e M foram obtidos desde o ponto máximo ao ponto mínimo de ambas as curvas (*Peak-to-Peak* retirado do software *Acqknowledge®*) (Higashi et al., 2001). Os respetivos pontos apresentam-se na figura II.



**Figura II-** Traçado EMG, com a curva M e H em função do tempo (A – estímulo elétrico; B- ponto máximo da curva M; C- ponto mínimo da curva M; BC- amplitude da curva M; D- ponto máximo da curva H; E- ponto mínimo da curva H; DE amplitude da curva H)

O declive de ambas as curvas foi obtido através dos seus valores de amplitude, sendo exportados para o *Microsoft Office Excel*, gerando-se assim um gráfico representativo do reflexo-H e da resposta M.

O declive foi determinado, através da seleção de todos os pontos ascendentes entre o momento inicial de estimulação e o valor máximo tanto de H como de M. Posteriormente foi realizado o rácio  $H_{slp}/M_{slp}$  (Higashi et al., 2001), através do esquema gráfico  $f(x) = mx + b$  (figura III).



**Figura III** – Recrutamento do reflexo de Hoffmann e respectivos declives das curvas em função da amplitude e sua intensidade

## 2.4 Ética

O presente estudo encontra-se inserido no projeto “Reorganização do Controlo Postural”, em que as questões éticas inerentes foram avaliadas e aprovadas pela Comissão de Ética da ESS-IPP, bem como o pedido de autorização à Presidência da ESS-IPP e ao diretor do CEMAH para a utilização das instalações e dos materiais.

Todos os participantes foram informados acerca dos objetivos e procedimentos do estudo, tendo sido dada a oportunidade de consentirem e recusarem a sua participação a qualquer momento, tendo todos estes assinado o consentimento informado segundo a Declaração de Helsínquia, datada de 1964. O anonimato e a confidencialidade dos dados recolhidos foram mantidos ao longo de toda a investigação.

## 2.5 Estatística

A análise estatística foi realizada através do *software IBM SPSS Statistics®* versão 24.0, com um nível de significância de 0,05.

Através da estatística descritiva foram calculadas as medidas de tendência central (média- *M*), de dispersão (desvio padrão – *DP*) e caracterizou-se a amostra de acordo com a idade, peso, altura e tempo de evolução para o grupo pós-AVE.

Foi utilizado o teste *t* para 2 amostras independentes para comparar o lado dominante do grupo sem patologia com os lados ipsi e contra lesionais do grupo com patologia. Para identificar diferenças entre os lados ipsi e contra lesionais foi utilizado o teste *t* para 2 amostras emparelhadas. O

pressuposto da normalidade foi garantido por meio do teste de *Shapiro-wilk*, assim como através das medidas de simetria e curtose (valores entre -2 e 2). A média e o desvio padrão foram utilizados como estatística descritiva (Marôco, 2010).

### 3 Resultados

Os resultados em bruto encontram-se em anexo. Não se observaram diferenças significativas entre os grupos no que respeita à idade, altura e peso ( $p > 0,05$ ) (tabela I).

**Tabela I-** Caraterização da amostra

	Patologia		Sem Patologia		Dif. Grupos
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Valor p
<b>Idade (anos)</b>	53,09	11,12	49,33	7,04	0,340
<b>Altura (m)</b>	1,63	0,10	1,67	0,11	0,436
<b>Peso (kg)</b>	73,73	13,17	70,00	11,99	0,485
<b>Tempo de evolução (meses)</b>	40,00	55,14	NA	NA	NA

(p- valor prova; NA - não aplicável)

No que respeita ao declive das curvas H e M, não se observaram diferenças significativas, quer entre indivíduos com e sem patologia, quer entre os lados ipsilesional (IPSI) e contralesional (CONTRA) ( $p > 0,05$ ) (figuras IV e V).

**Tabela II – Valores da média e desvio padrão dos declives H e M e do rácio Hslp/Mslp.**

	Grupo Patologia		Valor p
	Contra	Ipsi	
<b>Declive H</b>	0,025 ± 0,012	0,019 ± 0,013	0,098
<b>Declive M</b>	0,017 ± 0,006	0,022 ± 0,010	0,185
<b>H<sub>slp</sub>/M<sub>slp</sub></b>	1,548 ± 0,679	0,968 ± 0,619	<b>0,006*</b>

(\*valores estatisticamente significativos  $p \leq 0,05$ )

Quando analisado o rácio Hslp/Mslp, observou-se que o lado CONTRA apresentou valores significativamente mais elevados do que o lado dominante (DOM) dos indivíduos sem patologia,

( $p=0,011$ ). Também se observou que o lado CONTRA apresentou valores significativamente superiores ao lado IPSI nos indivíduos pós-AVE (Rácio Hslp/Mslp:  $p=0,006$ ) (tabela III).

**Tabela III – Valores do declive das curvas H, M e do rácio Hslp/Mslp**

	<b>Grupo Patologia</b> Contra	<b>Grupo Saudáveis</b> Dominante	<b>Valor p</b>	<b>Grupo Patologia</b> Ipsi	<b>Grupo Saudáveis</b> Dominante	<b>Valor p</b>
<b>Declive H</b>	0,025 ± 0,012	0,023 ± 0,018	0,760	0,019 ± 0,013	0,023 ± 0,018	0,494
<b>Declive M</b>	0,017 ± 0,006	0,025 ± 0,016	0,129	0,022 ± 0,010	0,025 ± 0,016	0,515
<b>H<sub>slp</sub>/M<sub>slp</sub></b>	1,548 ± 0,679	0,862± 0,494	<b>0,011*</b>	0,968 ± 0,619	0,862± 0,494	0,653

(\*valores estatisticamente significativos  $p \leq 0,05$ )

#### 4 Discussão

O presente estudo teve como objetivo avaliar a excitabilidade de motoneurónios (MN- $\alpha$ ), através da análise do Reflexo de Hoffmann, entre indivíduos com e sem sequelas de Acidente Vascular Cerebral (AVC), comparando o rácio Hslp/Mslp, bem como a análise dos declives H e M entre os membros contralesional (CONTRA) e ipsilesional (IPSI) dos indivíduos pós-AVC e posterior comparação de cada um destes membros com o membro dominante (DOM) dos indivíduos sem patologia.

Poucos estudos investigam a modulação do reflexo de Hoffmann, na população pós-AVE, entre os membros CONTRA e IPSI. Para além deste facto, este estudo torna-se pertinente por contemplar a comparação do membro IPSI com o membro DOM de indivíduos sem patologia. Uma vantagem é o facto de analisar o rácio Hslp/Mslp como indicador de avaliação do reflexo de Hoffmann. Segundo Funase, Imanaka, & Nishihira, (1994), este indicador é dos mais apreciados pela comunidade científica no sentido de trazer maior sensibilidade à análise do reflexo na estimativa de recrutamento de MN- $\alpha$ . Outro fator positivo é o facto deste rácio refletir o valor desde a resposta inicial do estímulo até á resposta máxima, tendo em consideração o tempo de alcance, sem interferência da colisão de respostas ascendentes e descendentes de MN- $\alpha$  verificada noutros indicadores como o rácio H<sub>máx</sub>/M<sub>máx</sub> (Funase et al, 1994; Scaglioni et al, 2003; Voerman et al, 2005).

Quando analisado o rácio Hslp/Mslp, o presente estudo demonstrou uma excitabilidade de MN- $\alpha$  superior no lado CONTRA quando comparado com o lado IPSI dos indivíduos com patologia. Este resultado vai de encontro com o estudo de Ghobti *et al.* (2007) onde se verificou um aumento

significativo do rácio Hslp/Mslp, entre membros dos indivíduos pós-AVE. Segundo Higashi *et al.*, (2001), verificaram que o membro CONTRA apresentou maior excitabilidade de MN- $\alpha$ , quando comparados ambos os lados em indivíduos pós-AVE. Contudo os autores não conseguiram evocar o reflexo-H no lado IPSI em 6 dos 15 participantes e o posicionamento do estudo foi numa cadeira reclinável, o que pode justificar eventuais alterações ao nível da resposta reflexa. (Hwang, Lin, Tung, & Wang, 2004; Kawashima, Sekiguchi, Miyoshi, Nakazawa, & Akai, 2003; Scaglioni *et al.*, 2003). Segundo Chen & Zhou, (2011), o posicionamento da tibiotársica pode também interferir com o sinal eletromiográfico.

Sabe-se ainda que após a lesão no SNC pode verificar-se alteração do mecanismo de inibição recíproca por provável alteração da modulação do output eferente, podendo desencadear co-contracção muscular. Este facto pode interferir com a atividade muscular em repouso e consequentemente com a recolha do reflexo (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Foi também constatado um aumento de excitabilidade MN- $\alpha$  quando comparado o lado CONTRA com o lado DOM dos indivíduos sem patologia. Este resultado vai de encontro ao estudo de Cronin, Valtonen, Waller, Pöyhönen, & Avela, 2016, que confirma que o lado Contra apresentou uma diferença significativamente superior ao lado DOM dos indivíduos sem patologia. Apesar deste estudo ter sido realizado em contexto aquático no sentido de perceber as possíveis interferências da água nas alterações na excitabilidade de MN- $\alpha$ , foi possível verificar um aumento significativo.

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas no rácio Hslp/Mslp entre os lados IPSI e DOM. Este resultado pode ser justificado pelo facto da nossa amostra abranger indivíduos de faixa etária mais elevada, fator que poderá interferir na eficácia das fibras aferentes Ia. Um estudo realizado por Chalmers & Knutzen, (2000), confirmou esta hipótese. Avaliou a modulação do reflexo-H através da comparação de indivíduos jovens e idosos sem patologia, e verificou no grupo de idosos, valores que indicavam uma redução da inibição pré-sináptica das fibras aferentes do Solear (SOL), em repouso.

Estudos recentes de Kawaishi, Matsumoto, Nishiwaki, & Hirano, 2017 avaliaram em dois momentos os valores de depressão pós-ativação entre indivíduos com AVE, que foram sujeitos a sessões de reabilitação durante um período de cinquenta dias. Os resultados mostraram que o exercício físico pode contribuir para alterar a eficácia sináptica nas fibras Ia. Isto pode justificar a ausência de resultados entre o lado IPSI e o lado DOM, uma vez que o lado IPSI apesar de apresentar melhor capacidade para modular as aferências, apresenta, menor capacidade em recrutar motoneurónios (Hsiao, 2001).

Quando analisados os declives das curvas H e M, os resultados não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, pelo que poderá significar que ambas as curvas são idênticas. Contudo foi possível verificar que os valores da curva M do lado CONTRA diferem do lado IPSI (0,0173; 0,0215), bem como do lado DOM (0,0252). Apesar dos valores não revelarem significância estatística, poderá afirmar-se que o valor do declive da onda M apresenta uma diminuição de recrutamento de MN- $\alpha$  mais evidente no lado CONTRA. Sendo o Mslp definido como o aumento do número de neurónios motores recrutados através dos axónios que inervam as fibras musculares do SOL, (Higashi et al, 2001) podemos verificar alterações nos lados CONTRA e IPSI, bem como entre estes e o membro DOM. Outros estudos apontam a fadiga muscular como possível causa de interferência na capacidade de recrutamento de unidades motoras, contudo não existe evidência científica suficiente (Chen & Zhou, 2011).

Este achado contradiz os valores verificados no rácio Hslp/Mslp, uma vez que utilizando os mesmos valores, já é possível verificar alterações estatisticamente significativas.

Uma das limitações deste estudo foi o facto da amostra ser reduzida, o que poderá ter influenciado os resultados obtidos. Para estudos futuros recomendar-se-ia um maior número de participantes, no sentido de confirmar com maior exatidão as alterações verificadas.

Assim sendo este estudo pode contribuir para motivar uma investigação mais profunda no sentido de verificar possíveis alterações da informação do *input* aferente que possam estar na base das alterações ao nível do controlo postural do lado IPSI.

## **5 Conclusão**

Este estudo demonstrou haver alterações no rácio Hslp/Mslp, entre os membros CONTRA e IPSI dos indivíduos pós-AVC, bem como entre membro CONTRA e o membro DOM dos indivíduos sem patologia, o que nos permite dizer que no indivíduo com lesão neurológica há um aumento da excitabilidade dos MN- $\alpha$  que se repercute numa diminuição da resposta da ativação das fibras aferentes Ia aquando de um estímulo elétrico.

## **6 Agradecimentos**

Aos participantes no estudo que permitiram a realização deste projeto.

## 7 Referências bibliográfica

- Ashford, S., & De Souza, L. (2000). A comparison of the timing of muscle activity during sitting down compared to standing up. *Physiotherapy Research International: The Journal for Researchers and Clinicians in Physical Therapy*, 5(2), 111–128. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10863717>
- Bour, A., Rasquin, S., Boreas, A., Limburg, M., & Verhey, F. (2010). How predictive is the MMSE for cognitive performance after stroke? *J Neurol*, 257(4), 630–637.
- Camargos, A. C. R., Rodrigues-de-Paula-Goulart, F., & Teixeira-Salmela, L. F. (2009). The Effects of Foot Position on the Performance of the Sit-To-Stand Movement With Chronic Stroke Subjects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(2), 314–319. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.06.023>
- Capaday, C. (1997). Neurophysiological methods for studies of the motor system in freely moving human subjects. *Journal of Neuroscience Methods*, 74(2), 201–218. [https://doi.org/10.1016/S0165-0270\(97\)02250-4](https://doi.org/10.1016/S0165-0270(97)02250-4)
- Chan, B. (2015). Effect of Increased Intensity of Physiotherapy on Patient Outcomes After Stroke: An Economic Literature Review and Cost-Effectiveness Analysis. *Ontario Health Technology Assessment Series*, 15(7), 1–43. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26366241>
- Chalmers, G. R., & Knutzen, K. M. (2000). Soleus Hoffmann-Reflex Modulation During Walking in Healthy Elderly and Young Adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(12), B570–B579. <https://doi.org/10.1093/gerona/55.12.B570>
- Chen, Y. S., & Zhou, S. (2011). Soleus Hreflex and its relation to static postural control. *Gait Posture*, 33(2), 169–178.
- Cheng, P.-T., Chen, C.-L., Wang, C.-M., & Hong, W.-H. (2004). Leg Muscle Activation Patterns of Sit-to-Stand Movement in Stroke Patients. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 83(1), 10–16. <https://doi.org/10.1097/01.PHM.0000104665.34557.56>
- Cronin, N. J., Valtonen, A. M., Waller, B., Pöyhönen, T., & Avela, J. (2016). Effects of short term water immersion on peripheral reflex excitability in hemiplegic and healthy individuals: A preliminary study. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 16(1), 58–62. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26944824>
- Cunningham, D. A., Potter-Baker, K. A., Knutson, J. S., Sankarasubramanian, V., Machado, A. G., & Plow, E. B. (2015, November). Tailoring Brain Stimulation to the Nature of Rehabilitative Therapies in Stroke. A Conceptual Framework Based on their Unique Mechanisms of Recovery. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. NIH Public Access. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.07.001>
- Dehail, P., Bestaven, E., Muller, F., Mallet, A., Robert, B., Bourdel-Marchasson, I., & Petit, J. (2007). Kinematic and electromyographic analysis of rising from a chair during a “Sit-to-Walk” task in elderly subjects: Role of strength. *Clinical Biomechanics*, 22(10), 1096–1103. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2007.07.015>
- Dickstein, R., Shefi, S., Marcovitz, E., & Villa, Y. (n.d.). Anticipatory Postural Adjustment in Selected Trunk Muscles in Poststroke Hemiparetic Patients. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2003.05.011>
- Funase, K., Imanaka, K., Nishihira, Y., & Araki, H. (1994). Threshold of the soleus muscle H-reflex is less sensitive to the change in excitability of the motoneuron pool during plantarflexion or dorsiflexion in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 69(1), 21–25. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7957151>
- Genthon, N., Rougier, P., Gissot, A.-S., Froger, J., Péliissier, J., & Pérennou, D. (n.d.). Contribution of Each Lower Limb to Upright Standing in Stroke Patients. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.107.497701>
- Ghotbi, N., Hadian, M. R., Olyaei, G. R., Bagheri, H., Talebian, S., & Nafissi, N. N.-A. S. (2007). *Acta medica Iranica*. *Acta Medica Iranica* (Vol. 45). Univ. Retrieved from <http://acta.tums.ac.ir/index.php/acta/article/view/3288/3266>
- Guerreiro, M., Silva, A. P., Botelho, M., Leitão, O., Castro-Caldas, A., & Garcia, C. (1994). Adaptação à população portuguesa da tradução do Mini Mental State Examination (MMSE). *Revista Portuguesa de Neurologia*, 1, 9.
- Haines, D. E. (2006). *Neurociência Fundamental, para aplicações básicas e clínicas*. Tradução da 3ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier Editora
- Hankey, G. J. (2013). The global and regional burden of stroke. *The Lancet Global Health*, 1(5), e239–e240. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(13\)70095-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(13)70095-0)
- Hatem, S. M., Saussez, G., della Faille, M., Prist, V., Zhang, X., Dispa, D., & Bleyenheuft, Y. (2016). Rehabilitation of Motor Function after Stroke: A Multiple Systematic Review Focused on Techniques to Stimulate Upper Extremity Recovery. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 442. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00442>
- Higashi, T., & Funase, K. (2001). Motoneuron Pool Excitability of Hemiplegic Patients: Assessing Recovery Stages by Using H-Reflex and M Response. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.25081>
- Huttner, H. B., & Schwab, S. (2009). Malignant middle cerebral artery infarction: clinical characteristics, treatment strategies, and future perspectives. *The Lancet Neurology*, 8(10), 949–958. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(09\)70224-8](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(09)70224-8)
- Hsiao, D. J. N. S.-F. (2001). Knee muscle isometric strength, voluntary activation and antagonist co-contraction in the first six months after stroke. *Disability and Rehabilitation*, 23(9), 379–386. <https://doi.org/10.1080/0963828001006656>

- Hwang, I.-S., Lin, C.-F., Tung, L.-C., & Wang, C.-H. (2004). Responsiveness of the H reflex to loading and posture in patients following stroke. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *14*(6), 653–659. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2004.01.002>
- Kawashima, N., Sekiguchi, H., Miyoshi, T., Nakazawa, K., & Akai, M. (2003). Inhibition of the human soleus Hoffman reflex during standing without descending commands. *Neuroscience Letters*, *345*(1), 41–44. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12809984>
- Kawaishi, Y., Matsumoto, N., Nishiwaki, T., & Hirano, T. (2017). Postactivation depression of soleus H-reflex increase with recovery of lower extremities motor functions in patients with subacute stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, *29*(9), 1539–1542. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.1539>
- Kenzie, J. M., Semrau, J. A., Findlater, S. E., Yu, A. Y., Desai, J. A., Herter, T. M., ... Dukelow, S. P. (2016). Localization of Impaired Kinesthetic Processing Post-stroke. *Frontiers in Human Neuroscience*, *10*, 505. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00505>
- Knikou, M. (2008). The H-reflex as a probe: Pathways and pitfalls. *Journal of Neuroscience Methods*, *171*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/J.JNEUMETH.2008.02.012>
- Lamontagne, A., Malouin, F., Richards, C. L., & Dumas, F. (2002). Mechanisms of disturbed motor control in ankle weakness during gait after stroke. *Gait & Posture*, *15*(3), 244–255. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11983499>
- Lamontagne, A., Richards, C. L., & Malouin, F. (2000). Coactivation during gait as an adaptive behavior after stroke. *Journal of Electromyography and Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, *10*(6), 407–415. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11102843>
- Lévênez, M., Kotzamanidis, C., Carpentier, A., & Duchateau, J. (2005). Spinal reflexes and coactivation of ankle muscles during a submaximal fatiguing contraction. *J Appl Physiol*, *99*(3), 1182–1188.
- Mansfield, A., Mochizuki, G., Inness, E. L., & McIlroy, W. E. (2012). Clinical correlates of between-limb synchronization of standing balance control and falls during inpatient stroke rehabilitation. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *26*(6), 627–635. <https://doi.org/10.1177/1545968311429688>
- Marôco, João. (2010). *Análise Estatística com o PASW Statistics (ex-SPSS)*. (L. Produtos e Serviços de Estatística Ed.).
- Nielsen, J. B. (2004). HIGHLIGHTED TOPIC Neural Control of Movement Sensorimotor integration at spinal level as a basis for muscle coordination during voluntary movement in humans.
- Palmieri, R. M., Hoffman, M. A., & Ingersoll, C. D. (2002). Intersession reliability for H-reflex measurements arising from the soleus, peroneal, and tibialis anterior musculature. *International Journal of Neuroscience*, *112*(7), 841–850. <https://doi.org/10.1080/00207450290025851>
- Palmieri, R. M., Ingersoll, C. D., & Hoffman, M. A. (2004). The hoffmann reflex: methodologic considerations and applications for use in sports medicine and athletic training research. *Journal of Athletic Training*, *39*(3), 268–277. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16558683>
- Perennou, D. A., Mazibrada, G., Chauvineau, V., Greenwood, R., Rothwell, J., Gresty, M. A., & Bronstein, A. M. (2008). Lateropulsion, pushing and verticality perception in hemisphere stroke: a causal relationship? *Brain*, *131*(9), 2401–2413. <https://doi.org/10.1093/brain/awn170>
- Roerdink, M., Geurts, A. C. H., de Haart, M., & Beek, P. J. (2009). On the Relative Contribution of the Paretic Leg to the Control of Posture After Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *23*(3), 267–274. <https://doi.org/10.1177/1545968308323928>
- Scaglioni, G., Narici, M. V., Maffiuletti, N. A., Pensini, M., & Martin, A. (2003). Effect of ageing on the electrical and mechanical properties of human soleus motor units activated by the H reflex and M wave. *Journal of Physiology*. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2002.032763>
- Scaglioni, G., Narici, M. V., Maffiuletti, N. A., Pensini, M., & Martin, A. (2003). Effect of ageing on the electrical and mechanical properties of human soleus motor units activated by the H reflex and M wave. *Journal of Physiology*. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2002.032763>
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2012). *Motor Control. Translating Research into Clinical Practice* (L. W. a. Wilkins Ed. fourth edition ed.). USA
- Silva, A., Sousa, A. S. P., Pinheiro, R., Ferraz, J., Tavares, J. M. R. S., Santos, R., & Sousa, F. (2013). Activation timing of soleus and tibialis anterior muscles during sit-to-stand and stand-to-sit in post-stroke vs. healthy subjects. *Somatosensory & Motor Research*, *30*(1), 48–55. <https://doi.org/10.3109/08990220.2012.754755>
- Silva, A., Sousa, A. S. P., Pinheiro, R., Tavares, J. M. R. S., Santos, R., & Sousa, F. (2012)a. Soleus activity in post-stroke subjects: Movement sequence from standing to sitting. *Somatosensory & Motor Research*, *29*(3), 71–76. <https://doi.org/10.3109/08990220.2012.686935>
- Silva, A., Sousa, A. S. P., Silva, C., Tavares, J. M. R. S., Santos, R., & Sousa, F. (2015). Ankle antagonist coactivation in the double-support phase of walking: Stroke vs. healthy subjects. *Somatosensory & Motor Research*, *32*(3), 153–157. <https://doi.org/10.3109/08990220.2015.1012492>
- Silva, A., Sousa, A. S. P., Tavares, J. M. R. S., Tinoco, A., Santos, R., & Sousa, F. (2012)b. Ankle dynamic in stroke patients: Agonist vs. antagonist muscle relations. *Somatosensory & Motor Research*, *29*(4), 111–116. <https://doi.org/10.3109/08990220.2012.715099>

- Strong, K., Mathers, C., & Bonita, R. (2007). Preventing stroke: saving lives around the world. *The Lancet Neurology*, 6(2), 182–187. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(07\)70031-5](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(07)70031-5)
- Thompson, W., Gordon, N., & Pescatello, L. (2001). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (8<sup>th</sup> ed.): Lippincott Williams & Wilkins.
- Tokuno, C. D., Garland, S. J., Carpenter, M. G., Thorstensson, A., & Cresswell, A. G. (2008). Sway-dependent modulation of the triceps surae H-reflex during standing. *Journal of Applied Physiology*, 104(5), 1359–1365. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00857.2007>
- Tokuno, C. D., Garland, S. J., Carpenter, M. G., Thorstensson, A., & Cresswell, A.
- Tucker, K. J., Tuncer, M., & Türker, K. S. (2005). A review of the H-reflex and M-wave in the human triceps surae. *Human Movement Science*, 24(5), 667–688. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2005.09.010>
- Voerman, G., Gregorič, M., & Hermens, H. (2005). Neurophysiological methods for the assessment of spasticity: The Hoffmann reflex, the tendon reflex, and the stretch reflex. *Disability and Rehabilitation*, 27(1–2), 33–68. <https://doi.org/10.1080/09638280400014600>
- Westlake, K. P., & Nagarajan, S. S. (2011). Functional connectivity in relation to motor performance and recovery after stroke. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 5, 8. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2011.00008>
- Zehr, E. P. (2002). Considerations for use of the Hoffmann reflex in exercise studies. *European Journal of Applied Physiology*, 86(6), 455–468. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0577-5>
- Chalmers, G. R., & Knutzen, K. M. (2000). Soleus Hoffmann-Reflex Modulation During Walking in Healthy Elderly and Young Adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(12), B570–B579. <https://doi.org/10.1093/gerona/55.12.B570>
- Chen, Y.-S., & Zhou, S. (2011). Soleus H-reflex and its relation to static postural control. *Gait & Posture*, 33(2), 169–178. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.12.008>
- Cronin, N. J., Valtonen, A. M., Waller, B., Pöyhönen, T., & Avela, J. (2016). Effects of short term water immersion on peripheral reflex excitability in hemiplegic and healthy individuals: A preliminary study. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 16(1), 58–62. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26944824>
- Hsiao, D. J. N. S.-F. (2001). Knee muscle isometric strength, voluntary activation and antagonist co-contraction in the first six months after stroke. *Disability and Rehabilitation*, 23(9), 379–386. <https://doi.org/10.1080/0963828001006656>
- Kawaishi, Y., Matsumoto, N., Nishiwaki, T., & Hirano, T. (2017). Postactivation depression of soleus H-reflex increase with recovery of lower extremities motor functions in patients with subacute stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, 29(9), 1539–1542. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.1539>

## 8 Anexos

Tabela IV- Dados em bruto

	Género	Membro Contra	Idade	Altura	Peso	Hslp Contra	Mslp Contra	Hslp Ipsi	Mslp Ipsi	Hslp/Mslp Contra	Hslp/Mslp Ipsi	
<b>Patológicos</b>	1	Masculino	esq	35	1,87	85	0,0485	0,0229	0,0530	0,0287	2,1179	1,8467
	2	Masculino	esq	69	1,61	70	0,0357	0,0187	0,0203	0,0438	1,9091	0,4635
	3	Masculino	dto	53	1,58	76	0,0356	0,0277	0,0102	0,0168	1,2852	0,6071
	4	Feminino	esq	50	1,57	71	0,0185	0,0104	0,0219	0,0241	1,7788	0,9087
	5	Feminino	dto	58	1,58	69	0,0251	0,0084	0,0137	0,0069	2,9881	1,9855
	6	Feminino	dto	46	1,6	80	0,0153	0,0134	0,0301	0,0178	1,1418	1,6910
	7	Masculino	esq	65	1,69	69	0,0088	0,0201	0,0063	0,0165	0,4378	0,3818
	8	Masculino	dto	51	1,63	70	0,0253	0,0175	0,0081	0,0131	1,4457	0,6183
	9	Feminino	dto	57	1,5	43	0,0298	0,0182	0,0146	0,0250	1,6374	0,5840
	10	Feminino	dto	64	1,7	83	0,0186	0,0227	0,0096	0,0301	0,8194	0,3189
	11	Masculino	esq	36	1,61	95	0,0157	0,0107	0,0172	0,0138	1,4673	1,2464

	Género	Membro Dominante	Idade	Altura	Peso	Hslp	Mslp	Hslp/Mslp Dom	
<b>Saudáveis</b>	1	Feminino	dto	47	1,67	56	0,0395	0,0314	0,0298
	2	Masculino	dto	48	1,73	89	0,0225	0,0239	0,0194
	3	Feminino	dto	50	1,55	58	0,0033	0,0090	0,0267
	4	Feminino	dto	59	1,54	58	0,0027	0,0105	0,0266
	5	Feminino	dto	55	1,57	69	0,0309	0,0218	0,0228
	6	Feminino	dto	58	1,55	70	0,0160	0,0390	0,0221
	7	Masculino	dto	48	1,86	83	0,0012	0,0084	0,0224
	8	Masculino	dto	43	1,85	85	0,0404	0,0396	0,0218
	9	Feminino	dto	35	1,68	67	0,0177	0,0105	0,0251
	10	Masculino	dto	42	1,68	62	0,0600	0,0610	0,0271
	11	Feminino	dto	53	1,58	60	0,0294	0,0243	0,0263
	12	Feminino	esq	54	1,73	83	0,0151	0,0231	0,0208