

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE (CCBS)**  
**DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA**

---

**RELAÇÃO DA PONTUAÇÃO DO JOGO COMPUTACIONAL EM  
INTERVENÇÃO ROBÓTICA E DA ESCALA DE FUGL MEYER NOS  
MEMBROS INFERIORES DE INDIVÍDUOS HEMIPARÉTICOS  
CRÔNICOS PÓS AVE**

**RAMON ROGADO GUEDES DE CAMARGO**

São Carlos

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE (CCBS)  
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

**RELAÇÃO DA PONTUAÇÃO DO JOGO COMPUTACIONAL EM  
INTERVENÇÃO ROBÓTICA E DA ESCALA DE FUGL MEYER NOS  
MEMBROS INFERIORES DE INDIVÍDUOS HEMIPARÉTICOS  
CRÔNICOS PÓS AVE**

**RAMON ROGADO GUEDES DE CAMARGO**

Trabalho de Graduação apresentado ao  
Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de  
São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do  
título de Graduação em Fisioterapia.

**Orientador:** Prof. Dr. Adriano Almeida Gonçalves Siqueira

**Co-orientadora:** Dr. Marcela de Abreu Silva Couto

São Carlos

2017

## RESUMO

**Introdução:** O AVE é um problema mundial. O quadro clínico mais comum do AVE é a hemiparesia espástica contralateral à lesão. Com a Escala de Fugl-Meyer (EFM) é possível caracterizar e apontar os comprometimentos motores dos indivíduos pós AVE. O cenário atual é de transição em sentido ao aumento da interação de robôs com o operador humano. Dentre os dispositivos de terapia robótica destaca-se na reabilitação do tornozelo o Anklebot®. No presente estudos buscaremos comparar as pontuações do jogo computacional associado ao protocolo realizado nos indivíduos hemiparéticos pós AVE com objetivo melhorar o controle motor com uma escala de controle motor. **Objetivos:** Analisar a relação da pontuação do jogo computacional em uma sessão de intervenção robótica em indivíduos hemiparéticos crônicos, com a pontuação na Escala de Fugl Meyer dos membros inferiores. **Metodologia:** Participaram do estudo 14 indivíduos hemiparéticos crônicos. O comprometimento motor foi avaliado por meio da EFM aplicada apenas em membros inferiores. As variáveis analisadas foram número de acertos e início da atividade sem auxílio do dispositivo durante o jogo e a pontuação dos subitens da EFM. Por serem dados não paramétricos usamos para as correlações entre as pontuações do jogo computacional e a EFM com o Teste de Spearman. **Resultados:** O grupo foi composto por dois indivíduos do gênero feminino e doze do masculino, com idade média de 64 anos, peso médio de 73 kg e altura média de 1,64m. Sete indivíduos apresentaram hemiparesia à direita e sete à esquerda, com tempo médio pós AVE de quatro anos. A pontuação média do número de acertos foi de 341 e do grupo paciente ativo de 323. Não foram observadas correlações dos subitens da EFM com as pontuações do jogo computacional. **Conclusão:** os indivíduos obtiveram alta pontuação, porém não houve correlação das pontuações do jogo computacional e os subitens da EFM. Outras ferramentas de mensuração são necessárias para avaliar o desempenho do comprometimento motor

**Palavras-chave:** Reabilitação robótica; Fisioterapia; Acidente Vascular Encefálico; Jogo computacional; Escala de Fugl Meyer modificada para membros inferiores

## ABSTRACT

**Introduction:** Stroke is a worldwide problem. The most common clinical condition of stroke is spastic hemiparesis contralateral to the lesion. With Fugl-Meyer Assessment (FMA) it is possible to characterize and point out the motor impairments of individuals after stroke. The current scenario is one of transition towards increasing the interaction of robots with the human operator. Among the robotic therapy devices, Anklebot® stands out in the rehabilitation of the ankle. In the present study we will seek to compare the scores of computer game associated with the protocol performed in hemiparetic individuals after stroke in order to improve motor control with a motor control scale. **Objectives:** To analyze the relationship between the score of computer game in a robotic intervention session in chronic hemiparetic individuals, with the score on the FMA of the lower limbs. **Methodology:** 14 chronic hemiparetic individuals participated in the study. Motor impairment was assessed using the FMA applied only to lower limbs. The variables analyzed were the number of correct answers and the beginning of the activity without the aid of the device during the game and the score of the FMA sub-items. As they are non-parametric data, we use them for the correlations between the scores of the computer game and the FMA with the Spearman Test. **Results:** The group consisted of two female and twelve male individuals, with an average age of 64 years, an average weight of 73 kg and an average height of 1.64 m. Seven individuals had hemiparesis on the right and seven on the left, with a mean post-stroke time of four years. The average score for the number of correct answers was 341 and for the active patient group, 323. There were no correlations between the FMA subitems and the scores of the computer game. **Conclusion:** the individuals obtained a high score, but there was no correlation between the scores of the computer game and the FMA sub-items. Other measurement tools are needed to assess the performance of motor impairment.

**Keywords:** Robotic rehabilitation; Physiotherapy; Brain stroke; Computer game

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO .....	6
1.1- O Acidente Vascular Encefálico .....	6
1.2 - A articulação do tornozelo e suas alterações pós-AVE .....	7
1.3 - Índice de comprometimento motor.....	7
1.4 - O uso da terapia robótica para a reabilitação de indivíduos pós-AVE .....	8
1.5 - A terapia robótica para a reabilitação do tornozelo: exoesqueleto - Anklebot® com feedback visual .....	9
<b>2 - OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
2.1 - Objetivo Geral .....	11
2.2 - Objetivos Específicos .....	11
<b>3 - MATERIAS E MÉTODOS .....</b>	<b>12</b>
<b>4 - RESULTADOS .....</b>	<b>18</b>
<b>5 - DISCUSSÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>6 - CONCLUSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>7 - BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>24</b>
<b>8 - ANEXOS .....</b>	<b>29</b>
Anexo 1 – relatório número 527.556/2014 do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar .....	29
Anexo 2 – Escala de FUGL MEYER modificada.....	32

## 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1- O Acidente Vascular Encefálico

O Acidente Vascular Encefálico (AVE) é um problema mundial de saúde (WARLOW, 2008) sendo a principal causa de mortalidade dentre as doenças neurológicas, afetando pessoas de todas as idades. Anualmente 15 milhões de pessoas sofrem AVE ao redor do mundo, destas 5 milhões vão a óbito, o que representa 10,19% das mortes mundiais dentre as doenças neurológicas. Em 2013, no Brasil 100.050 pessoas foram levadas a óbito por Doenças cérebro vasculares (DATASUS 2013).

No mundo, outros 5 milhões das pessoas que foram acometidas por AVE ficam permanentemente incapacitadas, tornando-se totalmente dependentes do cuidado de familiares ou da comunidade. Sendo o AVE considerado a principal causa de incapacidades residuais (WHO, 2014).

O AVE pode ser resultante de uma obstrução arterial, por vezes causada por um coágulo, aneurisma, ou originado pelo rompimento de um vaso. Isso gera um déficit no suprimento de oxigênio e nutrientes para o cérebro, causando acúmulo de metabólitos nas células deste tecido, levando a morte celular. A morte celular no tecido cerebral leva ao extravasamento do interior das células ao interstício de glutamato, tóxico as células, causando assim danos ao tecido cerebral (GUITON, 2000)

O quadro clínico mais comum do AVE é a hemiparesia espástica contralateral à lesão, podendo apresentar alterações de tônus muscular e padrões de movimento. Outros sintomas são: confusão, dificuldade em andar, perda de equilíbrio ou da coordenação, quadro este que pode gerar déficits funcionais (WHO, 2015).

Os déficits motores pós-AVE podem persistir a longo prazo, embora exista uma rápida taxa de recuperação motora, que normalmente ocorre nas primeiras cinco a seis semanas, após a ocorrência do AVE. Os padrões de marcha normais podem se tornar comprometidos em pessoas que sofreram AVE, principalmente por conta de alterações estruturais e na função neurológica, além de deficiências secundárias, tais como a espasticidade, atrofia muscular e diminuição da capacidade funcional (MACKO, 2001; VAN NUNEN, 2012).

O maior efeito nas pessoas que sofreram AVE e seus familiares, geralmente, está relacionado ao comprometimento e o processo de reabilitação contínuo e em longo prazo e as

limitações nas atividades laborais, reduzindo a participação do indivíduo na sociedade devido a presença de limitações residuais sendo as principais a paresia e as alterações na fala (LANGHORNE, 2009).

### **1.2 - A articulação do tornozelo e suas alterações pós-AVE**

A maioria dos pacientes que sobrevivem ao AVE readquire a habilidade de andar; no entanto, os padrões de marcha e equilíbrio podem estar alterados (PETERS, 2015). O padrão de marcha é alterado devido a muitos fatores internos, tais como o recrutamento muscular inadequado ou anormal e a fraqueza muscular que podem causar a incapacidade em iniciar ou controlar movimentos articulares. A paresia dificulta a descarga de peso quando o indivíduo está de pé e o posicionamento da articulação do tornozelo e pé (LEE, 2005).

O pé parético, frequentemente, adota uma posição de flexão plantar, não apenas na fase de balanço da marcha, mas, muitas vezes, em toda a fase de apoio. Isto ocorre, possivelmente, devido ao aumento de tônus dos músculos flexores plantares, atividade inadequada dos flexores plantares ou fraqueza da musculatura dorsiflexora. Independentemente da sua causa, a flexão plantar excessiva resulta em comprometimento da descarga de peso sobre o calcanhar. Como mais uma das consequências de a flexão plantar excessiva, o rolamento anterior da tíbia em relação à articulação do tornozelo torna-se resistido, levando à hiperextensão do joelho. Dessa forma, a força de reação do solo (FRS) passa em frente à articulação do joelho causando instabilidade.

Além disso, a posição em flexão plantar altera a FRS em relação à articulação do quadril, posicionando-a anteriormente, a qual causa um torque flexor de quadril excessivo durante os estágios finais da fase de apoio (MEADOWS, 2008). Pode ocorrer a deformidade do pé equino-varo, dificultando ainda mais a marcha. Esses déficits culminam em déficits de equilíbrio e o aumento do risco de queda (ABE, 2009).

### **1.3 - Índice de comprometimento motor: Escala de Fugl-Meyer modificada para membros inferiores**

Observou-se na literatura o uso de ferramentas de mensuração do comprometimento motor e sensorial, bem como a recuperação da atividade sensorio motora de indivíduos pós

AVE. Em 1975 surgiu a Escala de Avaliação de Fugl-Meyer (EFM) introduzida por Fugl-Meyer e colaboradores que foi baseada na hipótese de recuperação motora com curso definido (Brunnstrom e Twitchell apud MAKI, 2006). Com a EFM é possível caracterizar e apontar os comprometimentos motores dos indivíduos pós AVE, por meio da avaliação de seis aspectos do indivíduo, a amplitude de movimento; sensibilidade; função motora da extremidade superior e inferior; equilíbrio; coordenação e velocidade; e dor. (MAKI, 2006).

A EFM segundo Gladstone (2002) é dividida em cinco domínios: função motora; função sensorial; equilíbrio, amplitude de movimento; e dor. Cada domínio possui subitens pontuados em escala ordinal de 3 pontos de zero a dois (0= não poder realizar, 1 realiza parcialmente e 2 realiza completamente). Recomenda que seja realizada por fisioterapeuta treinado, aplicando em cerca de 30 minutos.

Nos indivíduos pós-AVE domínios como função motora; função sensorial; equilíbrio, amplitude de movimento comumente são alterados. Tarefas orientadas como exercícios em esteira podem melhorar tais domínios e conseqüentemente a velocidade da marcha, porém, geralmente estes permanecem com baixa velocidade e padrões anormais na marcha, sugerindo a necessidade de estratégias adicionais para melhorar o andar (FORRESTER, 2011).

Em Maki, “*ESTUDO DE CONFIABILIDADE DA APLICAÇÃO DA ESCALA DE FUGL-MEYER NO BRASIL*” podemos observar a adaptação da EFM para membros inferiores sendo assim há então a Escala de Fugl-Meyer modificada para membros inferiores (EFMm). A EFMm busca permitir sua utilização em membros inferiores ao avaliar: a) Atividade reflexa dos flexores do joelho e extensores (tendões patelar e achiles); b) Motricidade ativa dentro das sinergias em sinergia flexora e sinergia extensora; c) movimentos sinérgicos combinados na flexão de joelho e dorsiflexão de tornozelo realizados sentado; d) Movimentos com leve ou nenhuma sinergia em flexão de joelho a 90° e dorsiflexão de tornozelo realizados em pé; e) Coordenação e velocidade de MI; d) Equilíbrio.

#### **1.4 - O uso da terapia robótica para a reabilitação de indivíduos pós-AVE**

Órteses para tornozelo-pé são frequentemente prescritas para vários grupos de pessoas que apresentam perda de controle ou graves danos após o AVE sendo dispositivos clínicos destinados a melhorar a capacidade de andar na ausência de padrões substitutivos naturais, melhorando assim a eficácia dinâmica do andar e o gasto de energia (MICHAEL, 2008).



Com avanços robóticos e da tecnologia de programação, o uso associado da terapia robótica foi constatado como alternativa válida ao tratamento convencional para as incapacidades funcionais residuais do AVE, tanto seu uso como terapias auxiliadas por dispositivos robóticos, quanto órteses robóticas, as quais estão em atual desenvolvimento e aprimoramento para melhor se aproximarem aos movimentos fisiológicos realizados pela marcha humana (Calderón-Bernal, 2015; KREBS, 2015; WALLARD, 2015).

Originalmente, robôs eram destinados apenas para o uso no cenário industrial para substituir os humanos em tarefas repetitivas, tediosas e que requeriam precisão, mas o cenário atual é de transição em sentido ao aumento da interação com o operador humano. Isto significa que a interação com humanos, expandindo de uma mera troca de informações (em tarefas de tele operação) e serviços robóticos, para uma interação próxima, incluindo modalidades físicas e cognitivas (PONS, 2008).

Mehrholz (2008) sugeriu que a adoção dos dispositivos robóticos no treino de marcha combinado à terapia motora tradicional, apresenta positivos resultados na recuperação da marcha pós-AVE. Em novo estudo, Mehrholz (2015) trouxe evidências na melhora da marcha (capacidade de caminhar independente sem auxílios de dispositivos) mas sem melhoras em sua velocidade ou capacidade. Dentre os dispositivos de terapia robótica destaca-se na reabilitação do tornozelo o AnkleRobot (Anklebot®), por ser desenvolvido em um instituto especializado (MIT) com profissionais de diversas áreas e focar.

### **1.5 - A terapia robótica para a reabilitação do tornozelo: exoesqueleto - Anklebot® com feedback visual**

A apresentação da primeira versão de um módulo robô configurável para tornozelo foi feita por WHELLER e colaboradores (2004), posteriormente o Roy (2009) apresentou detalhadamente o Anklebot®, que em sua criação foram adotadas características análogas aos demais robôs do grupo, sendo: baixos atrito e impedância mecânica (KREBS; HOGAN, 2006).

O Anklebot®, é um exoesqueleto robótico para reabilitação do tornozelo desenvolvido pelo Laboratory for Biomechanics and Human Rehabilitation-Massachusetts Institute of Technology, dirigido por Hogan e Krebs. Este dispositivo conta também com jogo

computacional, “racer” que serve de estímulo visual para recrutar os movimentos da terapia, enquanto Anklebot® é usado como interface para controlar o jogo (ROY 2013).

O protocolo realizado nos indivíduos hemiparéticos pós AVE tem por objetivo melhorar o controle motor (GOODMAN 2014), é composto de repetições de movimentos favorecendo aprendizado motor com recompensa pelos acertos no jogo (TOMIC et al 2017) que é controlado pelo dispositivo.

O presente estudo é um recorte de uma pesquisa realizada no Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Neurológica (LaFiN) do Departamento de Fisioterapia (DFisio) na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), em parceria com a Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) (SILVA COUTO, 2017). SILVA COUTO buscou analisar o controle motor com impedância adaptativa assistida aplicada à reabilitação robótica do tornozelo de indivíduos hemiparéticos crônicos pós AVE. No presente estudos buscaremos comparar as pontuações do jogo computacional associado ao protocolo realizado nos indivíduos hemiparéticos pós AVE com objetivo melhorar o controle motor com uma escala de controle motor.

## **2 - OBJETIVOS**

### **2.1 - Objetivo Geral**

Analisar a relação da pontuação do jogo computacional em intervenção robótica em indivíduos hemiparéticos crônicos pós AVE, durante uma sessão de intervenção robótica, com a Escala de Fugl Meyer (EFM).

### **2.2 - Objetivos Específicos**

Descrever o número de acertos dos indivíduos obtido na sessão de intervenção robótica com o jogo computacional.

Correlacionar os acertos no jogo com a Escala de Fugl-Meyer para verificar se o comprometimento motor tem relação com a pontuação na intervenção robótica.

### 3 - MATERIAS E MÉTODOS

Este estudo apresentou um desenho transversal sendo um recorte da pesquisa mãe realizada de acordo com as Diretrizes e Normas Regulamentadoras das Pesquisas Envolvendo Humanos (Resolução 196/1996, do Conselho Nacional de Saúde), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar (relatório número 527.556/2014) (anexo 1).

Deste estudo participaram 14 indivíduos com hemiparesia crônica decorrente de AVE unilateral, de origem isquêmica, de quaisquer hemisférios, podendo ser de ambos os gêneros. O tamanho amostral foi calculado pelos valores médios e desvio padrão de estudo prévio (ROY, 2011), utilizando a variável variação da impedância. O tamanho foi recalculado em estudo piloto. Foram disponibilizadas cartilhas de orientações realizadas pela equipe de estágio da Unidade Saúde Escola (USE) da UFSCar além de uma faixa elástica terapêutica, objetivando incentivar e orientar exercícios domiciliares.

Foram incluídos no estudo os indivíduos que apresentaram ocorrência do último episódio de AVE (único, unilateral e isquêmico) há mais de 6 meses (BAYS, 2001), sem mudanças documentadas no comprometimento motor ou sensorial; tônus muscular ou atividade reflexa nos 3 meses prévios à participação do sujeito no estudo; nível de espasticidade igual ou inferior a 2 na Escala de Ashworth Modificada (BOHANNON e SMITH, 1987) para membros inferiores, permitindo aos indivíduos realizar o teste, 3 a 5 de acordo com a Functional Ambulation Category (FAC) (WADE, 1992). A articulação do tornozelo manteve-se em posição neutra e sem deformidades. Além disso, apresentaram ao menos pontuação mínima no Mini Exame do Estado Mental de acordo com a escolaridade do voluntário (FOLSTEIN, 1975). A faixa etária foi compreendida entre 40 e 70 anos.

Foram excluídos do grupo os indivíduos que apresentaram doenças cardiovasculares graves (insuficiência cardíaca, arritmias ou angina pectoris); doenças reumatológicas; outras doenças ortopédicas ou neurológicas que comprometeriam a coleta de dados por meio do teste isocinético e deficiências cognitivas ou de comunicação que impossibilitariam a realização dos procedimentos; contraturas ou deformidades dolorosas no tornozelo parético; encurtamentos que impossibilitem a execução dos testes ou que promovam dor; amplitude de movimento menor que 10° para dorsiflexão e 20° para flexão plantar conforme a medição goniométrica; ataxia cerebelar; déficit sensorial definido pela perda de propriocepção do primeiro metatarso falangeana; negligência hemissensorial em exame neurológico; ou a

participação em outro programa de reabilitação. A presença de dor durante os procedimentos também foi considerada critério de exclusão.

Os indivíduos hemiparéticos foram recrutados na USE-UFSCar e da comunidade local, através de divulgações realizadas em veículos de comunicação como rádio, cartazes e panfletos.

A aplicação da EFM e a intervenção robótica foram realizadas no Departamento de Fisioterapia (DFisio) da UFSCar em parceria com a Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), que busca analisar o controle motor com impedância adaptativa assistida aplicada à reabilitação robótica do tornozelo de indivíduos hemiparéticos crônicos pós AVE.

Os indivíduos foram convidados a comparecer ao DFisio - UFSCar em três dias, no primeiro foi realizada a triagem (anamnese, exame físico e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão) foram realizados por um fisioterapeuta. A partir disso, os indivíduos foram informados da natureza do estudo apresentando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e a autorização da publicação dos resultados obtidos no momento de sua admissão. Após o consentimento, o sujeito retornou no dia seguinte para familiarização com protocolo de intervenção do Anklebot® e jogo computacional. Após uma semana, houve a aplicação do protocolo de intervenção robótica com a coleta dos dados a serem utilizados.

A identidade dos indivíduos foi preservada em qualquer forma de publicação e divulgação.

Com o intuito de caracterizar a amostra estudada, os indivíduos foram submetidos a avaliação clínica por meio da escala de mensuração do Índice de Desempenho Motor de Fugl-Meyer, a Escala de Fugl Meyer (EFM) modificada (anexo 2).

A EFM modificada foi aplicada nos 14 indivíduos participantes somente em membros inferiores. Foram avaliados os domínios: função motora, sensibilidade, equilíbrio, movimento passivo e velocidade e coordenação (MAKI, 2006) que contem múltiplos itens (GLADSTONE, 2002).

No domínio função motora foi considerado a sinergia da musculatura flexora (flexão quadril, joelho e dorsiflexão) e extensora (extensão do quadril, adução de quadril, extensão de joelho e flexão plantar), reflexos (calcâneo, patelar e adutor) e função da extremidade inferior (sentado e em pé). No domínio equilíbrio, foram analisados o equilíbrio sentado (sujeito sem apoio e com os pés suspensos e na reação de paraquedas do lado afetado e não afetado) e em pé (com e sem apoio). No domínio movimento passivo foram consideradas as mensurações da amplitude de movimento. Enquanto no domínio coordenação e velocidade do membro inferior foram abordados os itens tremor, dismetria e velocidade do movimento do calcanhar ao joelho realizado cinco vezes.

A utilização e funcionamento do Anklebot® para reabilitação foi descrita previamente em detalhes por Roy et al (2009). Para a intervenção os indivíduos foram posicionados em posição sentada (quadril fletido a 90. Em relação ao posicionamento do paciente, uma joelheira ortopédica foi utilizada pela fixação proximal do Anklebot®. As peças de fixação distais foram presas a um sapato ortopédico adaptado padronizado, e usado o mesmo modelo em todas as numerações. Para um ajuste confortável do sapato foram usadas meias, almofadas e palmilhas, conforme necessário. Foi utilizada uma cadeira de "barbeiro", com o joelho preso a uma placa para suporte e imobilização do joelho. Um cinto de segurança foi posicionado ao redor da pelve para limitar o movimento de proximal de quadril. O joelho esteve fixo em flexão sobre um suporte almofadado e o calcanhar colocado sobre uma base (Figura 1), para proporcionar um ponto de articulação, isolando assim o pé, de modo que pode mover-se livremente sobre o tornozelo (ROY et al, 2013).

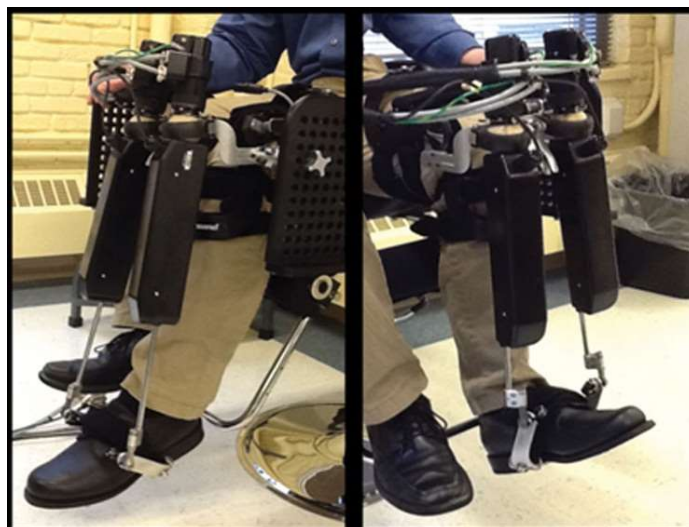


Figura 1: Foto do exoesqueleto Anklebot® utilizado na posição sentado, ROY et al., 2013.

Os movimentos foram visualmente recrutados e conduzidos (movimento iniciado conforme feedback visual) por objetivos apresentados em um jogo de computador que consistiu em uma corrida de obstáculos (Figura 2). O jogo tinha como meta alcançar os alvos que permitiram que ele prosseguisse a corrida sem tocar nos obstáculos que estavam posicionados ora em parte superior da tela, ora em parte inferior, conforme o arco de movimento da articulação do tornozelo de cada indivíduo. Quando o paciente não acertou o alvo foi considerado e registrado como erro. O paciente utilizou o controle do tornozelo, que estava livre para se movimentar no plano frontal nos movimentos de dorsiflexão e plantiflexão. O controle do Anklebot® funcionou como um cursor indicativo "para cima" (dorsiflexão) ou "para baixo" (plantiflexão) e ao observar a tela do computador o indivíduo percorreu o direcionamento de metas que se aproximaram do outro lado da tela em diferentes níveis verticais.

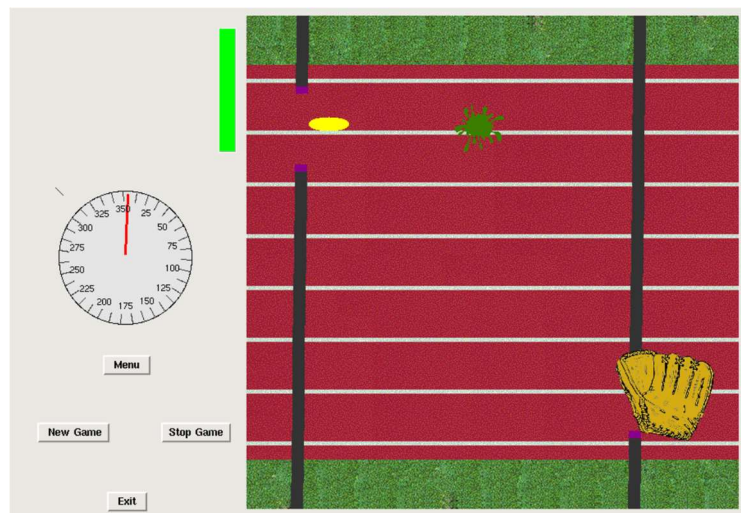


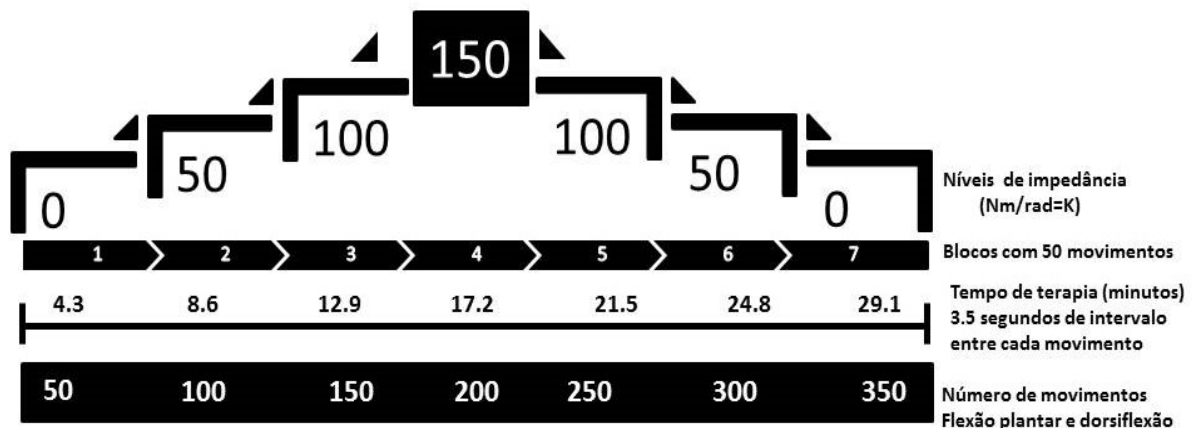
Figura 2: Imagem do jogo computacional, onde marcador amarelo é o cursor indicativo a ser controlado pelo paciente, as barras em cor preta e a mancha de cor verde são obstáculos a serem evitados. Na lateral esquerda podemos visualizar o indicador de tempo transcorrido da intervenção robótica. Imagem obtida tela do computador durante a intervenção robótica

A abordagem interativa utilizou um controlador de impedância que foram fixados  $\pm 80$  e  $\pm 40$  por cento da ADM em cada direção, para cada indivíduo. A assistência ao movimento foi fornecida apenas quando necessária, permitindo que os indivíduos alcançassem as metas sem ajuda, quando capazes. O controlador acompanhou este desempenho, e se o sujeito não iniciou o movimento dentro de dois segundos ou não atingiu a meta, o exoesqueleto forneceu um torque de auxílio na direção ao alvo.

A sessão de terapia robótica de 30 minutos consistiu de um protocolo de repetição com variação de impedância oferecida pelo Anklebot®, auxiliando na realização dos movimentos executados.

O protocolo de repetição consta de um programa com 350 movimentos do tornozelo distribuídos em sete séries de 50 movimentos cada, com intervalo de 3,5 segundos de entre cada alvo. A variação de impedância ofertada pelo dispositivo ocorreu ao fim de cada série, onde a primeira e última série estavam ausentes de qualquer assistência do dispositivo. Da segunda à quarta série de movimentos houve aumento gradual de impedância (50Nm/rad). Da quinta à sétima série houve redução gradual da impedância. Assim, foi aplicada a seguinte sequência de variação de impedância: 0Nm/rad ► 50Nm/rad ► 100Nm/rad ► 150Nm/rad ► 100Nm/rad ► 50Nm/rad ► 0Nm/rad (Figura 3).

Figura 3: imagem representativa da variação gradual de impedância (50Nm/rad)



Fonte: projeto de pesquisa mãe.

No jogo, ao serem realizados movimentos de dorsiflexão e flexão plantar facilitados pelo exoesqueleto Anklebot®, para estimular o controle motor dos indivíduos hemiparéticos pós AVE, e estes conseguiram posicionar o cursor indicativo para ultrapassar os obstáculos dentro dos espaços determinados, foi considerado um acerto, mesmo que o curso esbarrasse em sua lateral para realizar a ultrapassagem.

Ao final da intervenção robótica foi possível obter o número total de acertos de cada indivíduo no jogo computacional.



Para o tratamento estatísticos dos dados foi utilizando o programa Excel2013 com a ferramenta de extensão ActionStat v3.0.42. Houve aplicação da Análise de Variância (ANOVA) e do teste de correlação de Spearman utilizando o software SPSS para estudar a relação entre o número de acertos do jogo computacional e os subitens da escala Fugl Meyer. O nível de significância adotado foi de 5%.

## 4 - RESULTADOS

O grupo foi composto por 14 indivíduos, dois do gênero feminino (14,3%) e doze do masculino (85,7%) com idade média de 64 anos ( $\pm 6,6$  anos), peso médio de 73 kg ( $\pm 14,34$  kg) e altura média de 1,64m ( $\pm 0,07$ m). Em relação a hemiparesia, sete indivíduos apresentaram hemiparesia à direita e sete à esquerda, com tempo médio pós AVE de 4 anos ( $\pm 4,24$  anos) (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização da amostra de acordo com gênero, idade, peso, altura, tempo do pós AVE e hemiparesia (n=14)

Variáveis	Grupo experimental
Gênero	
Feminino	02 (14,3%)
Masculino	12 (85,7%)
Idade (anos)	
Média	64 ( $\pm 6,67$ )
Mínimo-Máximo	54- 74
Peso (Kg)	
Média	73,08 ( $\pm 14,34$ )
Mínimo-Máximo	57- 97
Altura (m)	
Média	1,64 ( $\pm 0,07$ )
Mínimo-Máximo	1,51- 1,71
Tempo pós AVE (anos)	
Média	4 ( $\pm 4,24$ )
Mínimo-Máximo	1- 13
Hemiparesia	
Direito	7 (50%)
Esquerdo	7 (50%)

No jogo computacional foram obtidos os números de acertos dos indivíduos, o total representou os movimentos adequados de dorsiflexão e flexão plantar com auxílio do Anklebot® (Tabela 2)

Neste estudo, obtivemos igual distribuição dos lados da hemiparesia, 50% na direita e esquerda (Tabela 1).

Durante a realização da intervenção robótica foram considerados os movimentos registrados pelo dispositivo as ativações espontâneas, iniciados antes (dois segundos) da atuação do auxílio robótico, identificados por “paciente ativo” (Tabela 2). Na distribuição do total de pontuação do jogo computacional (Tabela 2), os indivíduos tiveram uma média do total de acerto de 341 ( $\pm 23,56$ ) e de 323 ( $\pm 29,77$ ) de paciente ativo.

Tabela 2: distribuição do total de acertos e paciente ativo (n=14)

Indivíduo	Acertos	Paciente Ativo
1	339	326
2	338	326
3	350	342
4	339	336
5	352	345
6	345	291
7	351	283
8	350	320
9	352	352
10	349	344
11	351	341
12	347	341
13	352	349
14	264	252
Média	341( $\pm$ 23,56)	323( $\pm$ 29,77)
Mínimo - Máximo	264 - 352	252 - 352

Os 14 indivíduos foram submetidos a uma avaliação do comprometimento motor pela Escala de Fugl Meyer (EFM) modificada (anexo 2), esses dados foram distribuídos em relação aos domínios e subitens, conforme descrito por Maki (2006) e Gladstone (2002).

Considerando que o comprometimento motor do indivíduo, caracterizado pelos domínios e subitens da EFM, poderia influenciar os resultados da intervenção (números de acertos e paciente ativo), foi aplicada a correlação dessas variáveis (Tabela 3 e 4).

Tabela 3: Análise dos domínios e subitens da EFM com o número de acertos (n=14)

Domínios	Subitens	teste de Spearman	
		r	ρ
Sensibilidade	Sensibilidade	0,27	0,351
Função motora	Sinergia musculatura flexora e extensora	-0,032	0,915
	Reflexos	0,331	0,247
	Função extremidade inferior	0,203	0,486
Equilíbrio	Equilíbrio sentado	0,318	0,268
	Equilíbrio	0,16	0,585
Amplitude de movimento	Mobilidade passiva	0,174	0,552
Coordenação e velocidade	Coordenação e velocidade	0,228	0,433

\*Correlação significativa para  $p < 0,05$   
 Teste de Correlação de Spearman

Tabela 4: Análise dos domínios e subitens da EFM com o número de acertos (n=14)

Domínios	Subitens	teste de Spearman	
		r	ρ
Sensibilidade	Sensibilidade	-0,111	0,705
Função motora	Sinergia musculatura flexora e extensora	-0,115	0,695
	Reflexos	0,505	0,066
	Função extremidade inferior	0,207	0,478
Equilíbrio	Equilíbrio sentado	0,132	0,652
	Equilíbrio	0,307	0,286
Amplitude de movimento	Mobilidade passiva	-0,148	0,613
Coordenação e velocidade	Coordenação e velocidade	0,269	0,353

\*Correlação significativa para  $p < 0,05$   
 Teste de Correlação de Spearman

Não houve correlação estatisticamente significativa em nenhum subitem da EFM com os números de acertos (Tabela 3) e pacientes ativos (Tabela 4).

## 5 - DISCUSSÃO

O presente estudo observou 14 indivíduos na realização de uma intervenção robótico com jogo computacional

Os indivíduos deste estudo apresentaram idade média de 64 anos, os dados estão de acordo com WANG (2013) quando afirma que o AVE ocorre em sua maioria na faixa etária acima de 60 anos. Há maior número de indivíduos do gênero masculino (85,7%) o que é referido no estudo de SEALY-JEFFERSON (2012) de maior ocorrência de AVE em homens do que em mulheres.

Também foi notado, o alto valor de desvio padrão nas pontuações e a presença de um indivíduo apresentando a menor pontuação dos acertos e de paciente ativo do grupo estudado, estando este muito abaixo da média total da pontuação (Tabela 2).

Como não foi constatada correlação das pontuações do jogo computacional (número acerto e paciente ativo) controlado pelo dispositivo robótico Anklebot® com os domínios e subitens da EFM em indivíduos hemiparéticos crônicos pós-AVE (Tabela 3 e 4), sendo assim observou-se que a pontuação do jogo computacional não reflete o nível de comprometimento motor. Vale ressaltar que há a necessidade de que novos estudos sejam adotados para caracterização de um programa com protocolo compatível ao nível de controle motor do indivíduo.

Estudos afirmam que o AVE pode conduzir a diversas alterações neuromotoras e ortopédicas entre elas, déficit no controle motor, flexão plantar excessiva, causando dificuldade no controle de movimentos articulares ou incapacitando o início destes movimentos, que geram instabilidade, déficit de equilíbrio (LEE 2005, ABE 2009, MEADOWS 2008). Considerando as possíveis alterações nos indivíduos pós AVE, surge a ideia de que os indivíduos hemiparéticos apresentariam poucos acertos no jogo computacional em decorrência de seu comprometimento motor, mas neste estudo encontramos alto valor de pontuação realizada pelos indivíduos (Tabela 2).

Apesar de Peters (2015) afirmar que a maioria dos pacientes pós AVE readquire a habilidade de andar, porém com alterações no padrão de marcha e equilíbrio, neste trabalho

não foi possível observar alterações no controle motor causadas pelo o jogo computacional com o dispositivo Anklebot em indivíduos hemiparéticos pós AVE.

Roy et al (2013) no estudo longitudinal de 6 semanas com dispositivo Anklebot® confirmam os benefícios do uso da intervenção robótica pacientes pós AVE onde observaram melhora na marcha dos indivíduos, não necessitando de auxílio durante a marcha.

Mehrolz (2015) enfatiza a importância de considerarmos o uso de terapias com assistências robóticas em novos estudos, o presente estudo teve esta preocupação em utilizar novas estratégias, permitindo ao indivíduo alternativas de treino de controle motor com recurso lúdico trazido pelo jogo computacional.

Finalizando este estudo surgiu um questionamento, deveríamos ter priorizado a classificação e categorização do nível de comprometimento motor dos indivíduos como critério de atribuição para definição do programa e a realização do protocolo com variação de impedância? De modo que a variação de impedância realizado durante o protocolo também não seja um perturbador para o indivíduo.

Para aprimorar os dados obtidos da relação dos acertos com o desempenho motor, sugere-se que sejam avaliadas outras escalas para serem usadas além da EFM e ainda que sejam, realizados estudos longitudinais comparando momentos pré intervenção e pós intervenção robótica. (REINKENSMEYER 2012, WANG 2010, ROY 2013, SRIVASTAVA 2015).

## 6 - CONCLUSÃO

Com esse estudo da análise dos acertos do jogo computacional com dispositivo robótico em indivíduos hemiparéticos crônicos pós AVE, durante uma sessão de intervenção robótica com a EFM, concluímos que não houve correlação da pontuação do jogo computacional com a EFM no grupo experimental.

Concluímos que os indivíduos hemiparéticos obtiveram alta pontuação de acertos e paciente ativo durante o jogo computacional durante a sessão de intervenção robótica, apesar da ausência de correlação das pontuações com os subitens da EFM. Outras ferramentas de mensuração são necessárias para avaliar o desempenho do comprometimento motor.

A terapia robótica tem se mostrado promissora na intervenção clínica, porém, mais estudos são necessários para que sejam desenvolvidos e disponibilizados protocolos de reabilitação.

## 7 - BIBLIOGRAFIA

**ABE, 2009** ABE, H. et al. Improving gait stability in stroke hemiplegic patients with a plastic ankle-foot orthosis. **The Tohoku journal of experimental medicine**, v. 218, n. 3, p. 193–199, Jul. 2009.

**BAYS, 2001** BAYS, C. L. Older adults' descriptions of hope after a stroke. **Rehabilitation nursing : the official journal of the Association of Rehabilitation Nurses**, v. 26, n. 1, p. 18–20,23–27, 2001.

**BOHANNON e SMITH, 1987** BOHANNON, R. W.; SMITH, M. B. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. **Physicaltherapy**, v. 67, n. 2, p. 206–207, fev. 1987.

**DATASUS 2013.** Sistemas de informação sobre mortalidade (SIM). Ministério da Saúde, 2013. disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/obt10uf.def>. Acessado em 25 de março de 2016.

**FLORINDO, 2004** FLORINDO, A. A. et al. [Methodology to evaluation the habitual physical activity in men aged 50 years or more]. *Revista de saúde publica*, v. 38, n. 2, p. 307–314, abr. 2004.

**FOLSTEIN, 1975** Folstein, m. F.; Folstein, s. E.; Mchugh, P. R. “Mini-mentalstate”. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. **Journal of psychiatric research**, v. 12, n. 3, p. 189–198, Nov. 1975.

**FORRESTER, 2011**forrester, L. W. et al. Ankle training with a robotic device improves hemiparetic gait after a stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, v. 25, n. 4, p. 369–377, Maio 2011.

**GLADSTONE 2002** GLADSTONE, D. J.; DANELLS, C. J.; BLACK, S. E. The Fugl-Meyer Assessment of Motor Recovery after Stroke: A Critical Review of Its Measurement Properties. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, v. 16, n. 3, p. 232–240, 2002.

**GOODMAN 2014** Goodman R N et al. Increased reward in ankle robotics training enhances motor control and cortical efficiency in stroke. *J Rehabil Res Dev*.2014;51(2):213-27



**KREBS 2015** Krebs, H. I., Saitoh, E., & Hogan, N. (2015). Robotic Therapy and the Paradox of the Diminishing Number of Degrees of Freedom. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 26(4), 691–702.

**KREBS; HOGAN,2006.** KREBS, H. I.; HOGAN, N. Therapeutic Robotics: A Technology Push: Stroke rehabilitation is being aided by robots that guide movement of shoulders and elbows, wrists, hands, arms and ankles to significantly improve recovery of patients. *Proceedings of the IEEE. Institute of Electrical and Electronics Engineers*, v. 94, n. 9, p. 1727–1738, set. 2006.

**LANGHORNE 2009** LANGHORNE, P.; COUPAR, F.; POLLOCK, A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *The Lancet. Neurology*, v. 8, n. 8, p. 741–754, ago. 2009.

**LEE 2005** LEE, M.-J.; KILBREATH, S. L.; REFSHAUGE, K. M. Movement detection at the ankle following stroke is poor. *The Australian journal of physiotherapy*, v. 51, n. 1, p. 19–24, 2005.

**MACKO 2001** MACKO, R. F. et al. Treadmill training improves fitness reserve in chronic stroke patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, v. 82, n. 7, p. 879–884, jul. 2001.

**MAKI 2006** Maki T.Quagliato E.M.A.B., Cacho E.W.A., Paz L.P.S., Nascimento N.H., InoueM.M.E.A.VianaM.A.Estudo De Confiabilidade Da Aplicação Da Escala Defugl-Meyer No Brasil ISSN 1413-3555 Rev. bras. fisioter. Vol. 10, No. 2 (2006), 177-183

**MEADOWS 2008** MEADOWS, B.; BOWERS, R.; OWEN, E. Biomechanics of the hip, knee and ankle. In: HSU, J.; MICHAEL, J.; FISK, J. (Eds.). . *AAOS Atlas of Orthoses and Assistive Devices*. 4. ed. [s.l: s.n.]. (2008) p. 299–309.

**MEHRHOLZ 2008**MEHRHOLZ, J. et al. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *The Cochrane database of systematic reviews*, n. 4, p. CD006185, 2007.

**MEHRHOLZ 2015**, Mehrholz J., Werner, C., Kugler, J., Pohl, M., &Elsner, B. (2015). Electromechanical-assisted training for walking after stroke. What is the evidence so far? What have we learnt? *Physiotherapy*, 101, e990–e991

**MICHAEL 2008** Michael JW. Lower limb orthoses. In: HSU, J.; MICHAEL, J.; FISK, J. (Eds.). *AAOS Atlas of Orthoses and Assistive Devices*. 4. ed. [s.l: s.n.]. (2008) p 343-55

**PETERS 2015**Peters, S., Garland, S. J., Miller, K. J., Cochrane, C. K., Ivanova, T. D., & Hunt, M. A. (2015). Motor Planning for Loading During Gait in Subacute Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(4), 528–535.

**POHL 2002** Pohl, P. S. et al. Influence of stroke-related impairments on performance in 6-minute walk test. *Journal of rehabilitation research and development*, v. 39, n. 4, p. 439–444, 2002.

**PONS, 2008**Pons, J. L. *Wearable Robots: Biomechatronic Exoskeletons*. [s.l.] Wiley, 2008.

**PONTON 1997**Ponton FT. In: Goodwill CJ, Chamberlain MA, Evans C, editor(s). *Orthotics in Rehabilitation of the Physically Disabled Adult Cheltenham: Stanley Thornes Ltd*, 1977:657-84.

**REINKENSMEYER 2012**, Reinkensmeyer D. J. et al. Comparison of 3D, Assist-as-Needed Robotic Arm/Hand Movement Training Provided with Pneu-WREX to Conventional Table Top Therapy Following Chronic Stroke *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*, nov

**ROY 2009** Roy, A. et al. Robot-aided neurorehabilitation: A novel robot for ankle rehabilitation. *IEEE Transactions on Robotics*, v. 25, n. 3, p. 569–582, 2009.

**ROY 2011** Roy, A. et al. Measurement of passive ankle stiffness in subjects with chronic hemiparesis using a novel ankle robot. *Journal of neurophysiology*, v. 105, n. 5, p. 2132–2149, maio 2011.

**ROY 2013** Roy A, Forrester LW, Macko RF, Krebs HI. Changes in passive ankle stiffness and its effects on gait function in people with chronic stroke. *J Rehabil Res Dev*. 2013;50(4):555-72.

**SEALY-JEFFERSON 2012** Sealy-Jefferson, Shawnita et al. “Age- and Ethnic-Specific Sex Differences in Stroke Risk.” *Gender medicine* 9.2 (2012): 121–128.

**SILVA COUTO, 2017** adaptações sensório-motoras em curto prazo após uma única sessão de terapia robótica associada ao videogame, UFSCar, SÃO CARLOS - SP 2017

**SRIVASTAVA 2015** Srivastava, S. et al. Assist-as-Needed Robot-Aided Gait Training Improves Walking Function in Individuals Following Stroke *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*,

**TOMIC 2017** Tomic T J D et al. ArmAssist Robotic System versus Matched Conventional Therapy for Poststroke Upper Limb Rehabilitation: A Randomized Clinical Trial. *BioMed Research International* Vol2017, 7 pages

**WADE 1992** Wade DT (1992). *Measurement in Neurological Rehabilitation*. Oxford University Press, New York.

**WALLARD 2015** Wallard, L., Dietrich, G., Kerlirzin, Y., & Bredin, J. (2015). Effects of robotic gait rehabilitation on biomechanical parameters in the chronic hemiplegic patients. *Neurophysiologie Clinique = Clinical Neurophysiology*, 45(3), 215–9.

**WANG 2010** Wang, F.; Barkana, D. E.; Sarkar, N. Impact of Visual Error Augmentation When Integrated With Assist-as-Needed Training Method in Robot-Assisted Rehabilitation *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*,

**WARLOW 2008** Warlow C, Gijn J, Dennis M, Wardlaw JM, Bamford JM, Hankey GJ. In: *Stroke: Practical Management* Oxford: Blackwell Publishing, 2008.

**WHO 2003** WHO . *World Health Report* Other title: World Health Organization, Geneva, Switzerland. 2003.

**WHO 2004** Autor J. Mackay & G. Mensah *Atlas of Heart Disease and Stroke* publisher: World Health Organization; 1 edition (September 1, 2004)

**WHO 2014**, World Health Organization, Global status report on noncommunicable diseases 2014 Switzerland. 2014 p280

## 8 - ANEXOS

### Anexo 1 – relatório número 527.556/2014 do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SÃO CARLOS/UFSCAR



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** O uso da terapia robótica para a reabilitação do tornozelo de indivíduos hemiparéticos crônicos: análise do desempenho neuromuscular

**Pesquisador:** Marcela de Abreu Silva Couto

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 26917314.6.0000.5504

**Instituição Proponente:** Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 527.556

**Data da Relatoria:** 11/02/2014

##### Apresentação do Projeto:

O uso da terapia robótica para a reabilitação do tornozelo de indivíduos hemiparéticos crônicos: análise do desempenho neuromuscular

RESUMO Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o Acidente Vascular Cerebral (AVC) é a principal causa de incapacidade. A reabilitação dos indivíduos pós-AVC geralmente é longa e complexa. A terapia robótica vem sendo recomendada para complementar a terapia convencional com algumas vantagens, como por exemplo, assistência controlável durante os movimentos, boa dinâmica na terapia (repetitividade de tarefas), maior motivação durante o treinamento através do uso de jogos interativos e a redução de custos no cuidados de saúde. Estudos com dispositivo robótico de tornozelo (exoesqueleto Anklebot®) têm sido realizados com o propósito de facilitar os movimentos do tornozelo em indivíduos hemiparéticos e, assim, reduzir as limitações pós-AVC. Ensaio clínico tem mostrado que a terapia robótica é uma importante ferramenta para auxiliar o processo de reabilitação em indivíduos hemiparéticos. Nesse contexto, o objetivo deste estudo é investigar o efeito de uma sessão de terapia robótica com o exoesqueleto Anklebot® sobre o desempenho neuromuscular e funcional do tornozelo de indivíduos hemiparéticos crônicos. Para tal, será desenvolvido um estudo transversal, com 34 sujeitos (40 a 70 anos), de ambos os sexos, divididos em dois grupos: 1) Controle, indivíduos saudáveis; e 2) Hemiparéticos. O desempenho dos músculos dorsiflexores

Continuação do Parecer: 527.556

e flexores plantares serão avaliados e uma sessão de terapia robótica será motivada por um jogo virtual. O controle do jogo serão realizadas pelo exoesqueleto Anklebot®. O desempenho neuromuscular será avaliado por dinamometria e por eletromiografia. As variáveis do desempenho muscular investigadas serão pico de torque, trabalho e potência concêntricos, excêntricos e isométricos e manutenção do torque submáximo alvo. As variáveis eletromiográficas serão: pico de ativação e frequência mediana dos músculos tibial anterior, sóleo, porções medial e lateral do gastrocnêmio e fibulares; onset muscular, ordem de recrutamento muscular e índice de coativação. O índice de fadiga eletromiográfico também será calculado. Todos os indivíduos passarão por avaliação da função motora com a Escala Fugl Meyer, Teste de caminhada de 10 metros e Escala de Berg para caracterização dos níveis funcionais. Para a estatística, serão aplicados os

testes de normalidade e homogeneidade. Caso os dados sejam paramétricos, será aplicada Anova-two-way seguido por Tukey. Será considerado o nível de significância de 0.05, com um intervalo de confiança (IC) de 95% para todos os testes estatísticos. O programa SPSS (versão 10.0) será utilizado.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

##### **Objetivo Primário:**

Investigar o efeito de uma sessão de terapia robótica com o exoesqueleto Anklebot® sobre o desempenho neuromuscular e funcional do tornozelo indivíduos hemiparéticos crônicos. Objetivos específicos: Identificar o efeito de uma sessão de terapia robótica com Anklebot® sobre o pico de torque, torque médio, trabalho e potência em contração voluntária isométrica máxima e também durante contrações isocinéticas concêntricas e

excêntricas dos músculos flexores e extensores do tornozelo, em indivíduos hemiparéticos crônicos; Avaliar o efeito da terapia robótica sobre a manutenção do torque submáximo alvo em indivíduos hemiparéticos crônicos. Avaliar o efeito da terapia robótica sobre as variáveis as seguintes variáveis eletromiográficas: pico de ativação e frequência mediana dos músculos tibial anterior, sóleo, gastrocnêmico porções medial e lateral,

fibulares; onset muscular, ordem de recrutamento muscular e índice de coativação; Avaliar o padrão eletromiográfico entre músculos agonistas e antagonistas durante a terapia robótica em indivíduos hemiparéticos crônicos; Comparar os achados com indivíduos controle saudáveis; Correlacionar as variáveis entre si.

##### **Objetivo Secundário:**

Identificar o efeito de uma sessão de terapia robótica com Anklebot® sobre o pico de torque,

Continuação do Parecer: 527.558

torque médio, trabalho e potência em contração voluntária isométrica máxima e também durante contrações isocinéticas concêntricas e excêntricas dos músculos flexores e extensores do tornozelo, em indivíduos hemiparéticos crônicos; Avaliar o efeito da terapia robótica sobre a manutenção do torque submáximo alvo em indivíduos

hemiparéticos crônicos. Avaliar o efeito da terapia robótica sobre as variáveis as seguintes variáveis eletromiográficas: pico de ativação e frequência mediana dos músculos tibial anterior, sóleo, gastrocnêmio porções medial e lateral, fibulares; onset

muscular, ordem de recrutamento muscular e índice de coativação; Avaliar o padrão eletromiográfico entre músculos agonistas e antagonistas durante a terapia robótica em indivíduos hemiparéticos crônicos; Comparar os achados com indivíduos controle saudáveis; Correlacionar as variáveis entre si.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Adequado.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de pesquisa de relevância na área.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O orientador declara que os participantes não serão recrutados na USE e que será contactado pessoas da comunidade que participaram de outras pesquisas.

**Recomendações:**

Vide conclusões.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Projeto aprovado.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

## Anexo 2 – Escala de FUGL MEYER modificada

NOME:	IDADE:	SEXO
DIAGNÓSTICO:		
SEQUELAS:		

### FUGL MEYER AVALIAÇÃO DA EXTREMIDADE INFERIOR

<b>E. EXTREMIDADE INFERIOR</b>				
<b>I. Atividade reflexa, decúbito dorsal</b>		<b>Ausente</b>	<b>Presente</b>	
Flexores: Flexores do joelho __		0	2	
Extensores: Patelar, Aquiles __		0	2	
Subtotal I (Máx. 4)				
<b>II. Motricidade Ativa dentro das sinergias, decúbito dorsal</b>		<b>Ausente</b>	<b>Parcial</b>	<b>Completo</b>
<b>Sinergia Flexora:</b> Máxima flexão de quadril (abdução / rotação externa), máxima flexão de joelho e tornozelo (palpar tendões distais para garantir a flexão ativa do joelho). <b>Sinergia Extensora:</b> A partir da sinergia flexora à extensão do quadril /adução, extensão de joelho e flexão plantar do tornozelo. A resistência é aplicada para garantir o movimento ativo; avaliar tanto movimento quanto força.	Quadril: Flexão__	0	1	2
	Joelho: Flexão__	0	1	2
	Tornozelo: Dorsiflexão__	0	1	2
	Quadril: Extensão__	0	1	2
	Adução__	0	1	2
	Joelho: Extensão__	0	1	2
	Tornozelo: Plantiflexão__	0	1	2
Subtotal II (Máx. 14)				
<b>III. Movimentos sinérgicos combinados, sentado, joelho 10cm afastado da borda da cadeira/leito</b>		<b>Ausente</b>	<b>Parcial</b>	<b>Completo</b>
Flexão de joelho a partir de joelho ativo ou passivamente estendido	-Não realizou -Flexão menor que 90°, palpar tendões isquiotibiais -Flexão do joelho além de 90°, palpar tendões isquiotibiais	0	1	2
Dorsiflexão de tornozelo; comparar com o lado afetado	-Não realizou -Dorsiflexão limitada -Dorsiflexão completa	0	1	2
Subtotal III (Máx. 4)				
<b>IV. Movimento com leve ou nenhuma sinergia, em pé, com quadril a 0°</b>		<b>Ausente</b>	<b>Parcial</b>	<b>Completo</b>
Flexão do joelho a 90° quadril a 0°, é permitido suporte no equilíbrio	-Sem movimento/ imediata flexão de joelho -Flexão menor que 90° ou flexão de quadril durante o movimento -Mínimo de 90° de flexão de joelho sem flexão de quadril	0	1	2
Dorsiflexão de tornozelo; comparar com o lado afetado	-Não realizou -Dorsiflexão limitada -Dorsiflexão completa	0	1	2
Subtotal IV (Máx. 4)				
<b>V. Atividade reflexa normal, decúbito dorsal; avaliado somente se alcançado o escore de 4 pontos na parte IV; comparar com lado afetado</b>				
Atividade reflexa flexores do joelho, Aquiles, patelares	-0 pontos na parte IV ou 2 de 3 reflexos hiperativos -1 reflexo hiperativo ou ao menos 2 reflexos presentes -No máximo 1 reflexo presente, sem hiperatividade	0	1	2
Subtotal V (Máx. 2)				
<b>Total E (Máx. 28)</b>				



<b>F. COORDENAÇÃO/VELOCIDADE</b> , Decúbito dorsal, após ensaio, olhos vendados, encostar calcanhar na patela da perna oposta 5 vezes, o mais rápido possível		<b>Acentuado</b>	<b>Leve</b>	<b>Nenhum</b>
<b>Tremor</b> __		0	1	2
<b>Dismetria</b>	-Dismetria grave ou não sistemática -Dismetria leve e sistemática -Nenhuma dismetria	0	1	2
		<b>&gt;5s</b>	<b>2 – 5s</b>	<b>&lt;1s</b>
<b>Velocidade</b>	-Mais do que 5s em comparação ao lado não afetado -2 á 5 segundos á mais comparado ao lado não afetado -Diferença máxima de 1 segundo	0	1	2
<b>Total F</b> (Máx. 6)				

<b>H. SENSIBILIDADE</b> , de olhos vendados, comparando membro afetado/não afetado		<b>Anestesia</b>	<b>Hipoestesia/Disestesia</b>	<b>Normal</b>
<b>Toque leve</b>	-Perna __	0	1	2
	-Pé __	0	1	2
		<b>&gt;3/4</b>	<b>&lt;3/4</b>	<b>Pequena/nenhum a diferença</b>
<b>Posição</b> (propriocepção)	-Quadril __	0	1	2
	-Joelho __	0	1	2
	-Tornozelo __	0	1	2
	-Hálux __	0	1	2
<b>Total H</b> (Máx. 12)				

<b>J. MOVIMENTO ARTICULAR PASSIVO</b>				<b>J. DOR ARTICULAR</b> , movimento passivo		
comparar com membro não afetado	apenas poucos graus	Diminuí -do	normal	Relatando dor durante e/ou ao fim do movimento	Pouca dor	Sem dor
<b>Quadril</b>						
Flexão __	0	1	2	0	1	2
Abdução __	0	1	2	0	1	2
Rotação externa __	0	1	2	0	1	2
Rotação interna __	0	1	2	0	1	2
<b>Joelho</b>						
Flexão __	0	1	2	0	1	2
Extensão __	0	1	2	0	1	2
<b>Tornozelo</b>						
Dorsiflexão __	0	1	2	0	1	2
Flexão plantar __	0	1	2	0	1	2
<b>Pé</b>						
Pronação __	0	1	2	0	1	2
Supinação __	0	1	2	0	1	2
<b>Total</b> (Máx. 20)				<b>Total</b> (Máx. 20)		

<b>E. EXTREMIDADE INFERIOR</b>	/28
<b>F. COORDENAÇÃO/VELOCIDADE</b>	/6
<b>TOTAL E-F (função motora)</b>	/34

<b>H. SENSIBILIDADE</b>	/12
<b>J. MOVIMENTO ARTICULAR PASSIVO</b>	/20
<b>J. DOR ARTICULAR</b>	/20