



e-ISSN 2446-8118

130

## MODELO EXPERIMENTAL DE SUIT TERAPIA: EFEITOS SOBRE O MÚSCULO SÓLEO DE RATOS WISTAR<sup>1</sup>

### EXPERIMENTAL MODEL OF SUIT THERAPY: EFFECTS ON SOLEUS MUSCLE OF WISTAR RATS

### MODELO EXPERIMENTAL DE SUIT TERAPIA: EFECTOS SOBRE EL MÚSCULO SÓLEO DE RATONES WISTAR

Marcia Cristina Dias Borges<sup>2</sup>  
Regina Inês Kunz<sup>3</sup>  
Lucinéia de Fátima Chasko Ribeiro<sup>4</sup>  
Rose Meire Costa Brancalhão<sup>5</sup>  
Gladson Ricardo Flor Bertolin<sup>6</sup>

#### RESUMO

**Objetivo:** Analisar os efeitos de um modelo experimental de *suit* terapia sobre a morfologia do músculo sóleo de ratos Wistar. **Materiais e Métodos:** 30 ratos foram divididos em 5 grupos: G1, controle; G2, placebo; G3, uso do modelo *suit* terapia; G4, uso do modelo *suit* terapia, acoplado a uma sobrecarga adaptada; G5, uso do modelo *suit* terapia e tração realizada por elásticos. O modelo *suit* terapia foi utilizado por 40 horas, distribuídas em 4 semanas. Ao término do experimento, o músculo sóleo foi coletado, pesado, mensurado quanto ao comprimento e processado para microscopia de luz, e analisado a área e menor diâmetro da fibra muscular. O teste Anova *one way* com pós-teste de Tukey, com  $p < 0,05$ , foi aplicado no estudo como estatisticamente significativo. **Resultados:** Não foram verificadas diferenças entre os grupos estudados em relação ao comprimento e massa do músculo sóleo, bem como na área e no menor diâmetro da fibra muscular. **Conclusão:** O modelo experimental de *suit* terapia com 40 horas de tratamento, não induziu mudanças morfométricas capazes de alterar a estrutura microscópica do músculo sóleo de ratos Wistar, o que indica seu potencial uso terapêutico.

**DESCRITORES:** Músculo Esquelético; Paralisia Cerebral; Modalidades de Fisioterapia.

#### ABSTRATC

<sup>1</sup> Resultados apresentados no III Congresso Médico do Oeste do Paraná e X Simpósio Médico da Unioeste, 2015.

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

<sup>3</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

<sup>4</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

<sup>5</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

<sup>6</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

**Objectives:** Analyze the effects of an experimental model of suit therapy on morphometry of the soleus muscle of Wistar rats. **Methods:** 30 rats were divided into 5 groups: G1 control; G2, placebo; G3, stay with the suit therapy model; G4, stay with the suit therapy model and adapted overload; G5, stay with the suit therapy model and traction carried out by elastic. The application of the suit therapy model protocol was performed for 40 hours distributed in 4 weeks. At the end of the experiment, the soleus muscle was collected, weighed, measured for length and processed for light microscopy, with subsequent analysis of the area and smaller diameter of the muscle fiber. Data were analyzed with ANOVA *one way* test one way with Tukey's post-test, with  $p < 0.05$  as statistically significant. **Results:** No differences were found between the groups for the length and mass of the soleus muscle, as well as in the area and the smaller diameter of the muscle fiber. **Conclusion:** The experimental model of suit therapy did not induce morphological changes in the soleus muscle of Wistar rats, which indicate its potential uses in therapy.

**DESCRIPTORS:** Muscle Skeletal; Cerebral Palsy; Physical Therapy Modalities.

## RESUMEN

**Objetivo:** Analizar los efectos de un modelo experimental de *suit* terapia sobre la morfología del músculo sóleo de ratones Wistar. **Materiales y Métodos:** 30 ratones fueron divididos en 5 grupos: G1, control; G2, placebo; G3, uso del modelo *suit* terapia; G4, uso del modelo *suit* terapia, acoplado a una sobrecarga adaptada; G5, uso del modelo *suit* terapia y tracción realizada por elásticos. El modelo *suit* terapia fue utilizado por 40 horas, distribuidas en 4 semanas. Al término del experimento, el músculo sóleo fue colectado, pesado, mensurado cuanto a la largura y procesado para microscopia de luz, y se ha analizado el área y menor diámetro de la fibra muscular. El test Anova *one way* con El post-test de Tukey, con  $p < 0,05$ , fue aplicado en el estudio como estadísticamente significativo. **Resultados:** No fueron verificadas diferencias entre los grupos estudiados en relación a la largura y el peso del músculo sóleo, así como en el área y en el menor diámetro de la fibra muscular. **Conclusión:** El modelo experimental de *suit* terapia con 40 horas de tratamiento no indujo cambios morfométricos capaces de alterar la estructura microscópica del músculo sóleo de ratones Wistar, lo que indica su potencial uso terapéutico.

**DESCRIPTORES:** Músculo Esquelético; Parálisis Cerebral; Modalidades de Fisioterapia.

## INTRODUÇÃO

A encefalopatia crônica não progressiva da infância, também conhecida como paralisia cerebral (PC), se caracteriza por alterações permanentes da postura e movimento, advindas de injúrias não progressivas no cérebro fetal ou infantil em desenvolvimento, que levam a distúrbios na função sensorial, neuromuscular e musculoesquelética<sup>1</sup>. É a desordem de movimento mais comum em crianças, com incidência de 2 a 3:1000 nascidos vivos em países desenvolvidos<sup>2,3</sup>, sendo que em países subdesenvolvidos, estima-se uma incidência maior, de 7:1000<sup>4</sup>. Na América do Sul, 37,3% das crianças atendidas pelo serviço de apoio

às desordens psicomotoras são diagnosticadas com PC<sup>5</sup>.

A PC se manifesta clinicamente com uma grande variedade de alterações musculoesqueléticas, como espasticidade, distonia, deformidades ósseas, falta de coordenação motora, perda do controle motor seletivo, fraqueza e contraturas musculares<sup>6-8</sup>. Ainda, os músculos estriados esqueléticos podem apresentar perfis transcricionais alterados, que modificam sua estrutura histológica e molecular<sup>9,10</sup>, com anormalidades na matriz extracelular<sup>11</sup> e capacidade reduzida em gerar força devido à perda de miofibrilas contráteis<sup>11,12</sup>.

Apesar das diversas opções terapêuticas disponíveis, o conjunto de déficits motores ocasionados pela PC não são

totalmente remediados por nenhum tratamento médico existente. Neste sentido, intervenções clínicas que objetivam a melhora da função motora são sempre uma opção importante<sup>13,14</sup>. Recentemente, a fisioterapia neurofuncional tem aperfeiçoado métodos e protocolos para o tratamento das disfunções motoras em crianças com PC, com destaque para aqueles que se utilizam do termo “suit”, caracterizados pela existência de vestimentas que funcionam como órteses dinâmicas, desenvolvidas a partir de um modelo original para astronautas<sup>15-18</sup>.

A *suit* terapia consiste basicamente em criar uma unidade de suporte para alinhar o corpo o mais próximo possível da normalidade e melhorar o ajuste do sistema proprioceptivo, utilizando faixas elásticas ajustáveis que exercem pressão sobre o sistema ósseo, muscular e ligamentar<sup>15,16</sup>. Assim, essa técnica pode resultar na aplicação axial de 15 a 40 kg de carga sobre o corpo<sup>15,17</sup>. Segundo Bailes et al.<sup>19</sup> apesar de alguns estudos demonstrarem a melhora da função após um programa de *suit* terapia, a efetividade desse protocolo no ganho de função não é bem estabelecido.

Considerando a necessidade de mais estudos acerca do modelo proposto pela técnica de *suit* terapia, bem como a escassez de informações acerca de seus efeitos morfológicos sobre o sistema musculoesquelético, justifica-se este estudo, que tem como objetivo analisar os efeitos de um modelo experimental de *suit* terapia sobre a morfometria do músculo sóleo de ratos Wistar.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Caracterização da Amostra

A amostra foi composta por 30 ratos Wistar, com aproximadamente 8 semanas de idade. Os animais foram mantidos em condições experimentais adequadas, com água e ração *ad libitum*, temperatura controlada ( $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) e ciclo claro-escuro de 12 horas. A pesquisa foi previamente aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de

Animais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

### Modelo Experimental de *Suit* terapia

O modelo de *suit* terapia utilizado no presente estudo foi desenvolvido por Borges et al.<sup>20</sup>, onde foi confeccionada uma vestimenta experimental do tipo *suit*, composta por duas partes, superior e inferior, confeccionadas em algodão cru, 180 fios, ligadas entre si com fita de Velcro. Duas faixas elásticas foram adaptadas e dispostas em “X” sobre o dorso do animal, exercendo uma tração de 50% da massa corporal.

Para o cálculo da sobrecarga, realizada por meio do deslocamento dos elásticos, foi utilizada uma célula de carga com capacidade de até 100 Kgf, SB-100 Lynx R (sensibilidade 1,4622 mV/V e 12 Vdc). Foram obtidos os valores a cada dois centímetros de deslocamento, e os dados dispostos em diagramas de dispersão (kgf contra o deslocamento); utilizando a técnica de interpolação polinomial foi possível encontrar polinômios que moldaram os dados, permitindo o cálculo da sobrecarga exercida por meio do deslocamento dos elásticos em centímetros. A preparação de planilhas, gráficos de dispersão e interpolação polinomial foram construídas com o programa Excel.

### Grupos Experimentais

Os animais foram divididos em cinco grupos, com seis animais cada:

- Grupo 1 (G1): controle absoluto, não sofreu nenhuma intervenção;
- Grupo 2 (G2): placebo, onde foi apenas colocado e retirado o *suit*;
- Grupo 3 (G3): permanência de duas horas diárias com o *suit*;
- Grupo 4 (G4): permanência de duas horas diárias com o *suit* e sobrecarga adaptada;
- Grupo 5 (G5): permanência de duas horas diárias com o *suit* e as bandas de tração.

Em G4 e G5 foi fornecida uma sobrecarga de 50% da massa corporal do animal. Para G4, a carga foi composta por chumbos, divididos em dois compartimentos ligados lateralmente à vestimenta (25% da

carga de cada lado), enquanto para G5 dois elásticos foram esticados e dispostos em “X” sobre o dorso do animal (25% de carga em cada elástico). Para que a carga fosse devidamente aplicada os animais foram pesados no início de cada semana experimental, e o deslocamento dos elásticos foi medido com paquímetro digital (Digimess® - São Paulo, Brasil).

O experimento teve duração de quatro semanas, realizado em cinco dias por semana, totalizando 40 horas de permanência com o *suit* (G3, G4 e G5) e sem a vestimenta (G1 e G2). Durante as duas horas de acompanhamento diárias, os animais eram estimulados pelos pesquisadores a se manterem em movimento, de forma que não se acomodassem posturalmente. Antes do início do estudo, todos os ratos foram adaptados por três dias em relação à colocação da vestimenta.

#### Análises Morfométricas

Um dia após a última intervenção fisioterapêutica, os animais foram pesados, anestesiados com quetamina (50 mg/kg) e xilazina (10 mg/kg) e o músculo sóleo direito dissecado. Ainda sob o efeito dos anestésicos, os animais foram eutanasiados por decapitação em guilhotina.

O músculo sóleo foi pesado em balança analítica de precisão (Shimadzu® - Japão) para obtenção da massa muscular e mensurado quando ao comprimento máximo de repouso por meio de paquímetro digital (Digimess® - São Paulo, Brasil). Após a fixação por 24 horas em formol 7%, o

músculo sóleo foi armazenado em álcool 70% e seguiu o procedimento histológico de rotina para inclusão em parafina. Os cortes de 7 µm de espessura foram montados em lâminas histológicas e corados em hematoxilina e eosina<sup>21</sup>.

As lâminas obtidas foram analisadas em microscópio de luz e fotomicrografadas com aumento de 400x para mensuração da área e menor diâmetro de 100 fibras musculares por animal. Para tanto, 10 campos visuais aleatórios foram fotomicrografados e, em cada campo, 10 fibras foram mensuradas por meio do programa Image Pró-Plus 6.0 (Media Cybernetics, Inc. – Estados Unidos da América).

#### Análise Estatística

Os dados obtidos foram analisados pelo programa GraphPad Prism 6 e expressos em média e desvio-padrão da média. Após verificação da normalidade dos dados, a comparação entre os grupos foi realizada pelo teste Anova *one-way* com pós teste de Tukey, com  $p < 0,05$  utilizado como estatisticamente significativo.

## RESULTADOS

Não foram verificadas diferenças entre os grupos estudados em relação ao comprimento e massa do músculo sóleo, bem como na área e no menor diâmetro da fibra muscular (tabela 1).

**Tabela 1:** Parâmetros histomorfométricos do músculo sóleo.

GRUPOS	Comprimento muscular (mm)	Massa muscular (mg)	Área da fibra muscular (µm <sup>2</sup> )	Menor diâmetro da fibra muscular (µm)
G1	20,7 ± 1,5	168,7 ± 26,7	2880,7 ± 482,4	48,0 ± 3,9
G2	19,6 ± 1,6	176,6 ± 45,5	2513,3 ± 379,7	45,5 ± 3,1
G3	18,8 ± 1,1	185,2 ± 58,8	2376,0 ± 347,1	44,0 ± 3,3
G4	19,1 ± 1,9	226,2 ± 69,9	2803,8 ± 467,2	47,2 ± 3,7
G5	18,8 ± 1,3	165,9 ± 32,9	2514,3 ± 420,2	45,3 ± 3,9

Dados apresentados como média±desvio-padrão da média.

## DISCUSSÃO

O protocolo da *suit* terapia foi inicialmente chamado de *Penguin suit*, criado

em 1971 pelo programa espacial russo e indicado para astronautas, como o objetivo de neutralizar a falta de gravidade no espaço e a

consequente hipocinesia corporal<sup>15,18</sup>. Os protocolos de *suit* existentes se baseiam em terapias intensivas, com o uso da vestimenta por longos períodos, ou seja, terapias de até 80 horas, divididas em quatro horas diárias, cinco dias consecutivos na semana, por quatro semanas. Durante este período, o paciente permanece com a vestimenta e realiza uma série de exercícios, com o objetivo de alinhar o corpo o mais próximo da normalidade possível, promover o desenvolvimento de habilidades motoras grosseiras e finas e normalizar o padrão da marcha<sup>15,22</sup>. As bandas de tração utilizadas têm como função fornecer estabilidade, facilitar o movimento e fornecer carga aos grupos musculares<sup>23</sup>.

O modelo experimental da vestimenta desenvolvido por Borges et al.<sup>20</sup> e utilizado neste estudo objetiva aproximar ao máximo o protocolo da *suit* terapia aplicada em crianças com PC. Para tanto, houve um cuidado especial dos pesquisadores para que os animais permanecessem por todo o período nas posturas quadrúpede ou bípede, embora nenhuma atividade motora adicional tenha sido proposta durante as duas horas de terapia diária. Assim, a demanda musculoesquelética imposta pela vestimenta, bandas de tração e sobrecarga na forma de pesos não induziram alterações morfométricas no músculo sóleo, representando o uso em potencial da vestimenta no tratamento da PC. Estes achados corroboram com Borges et al.<sup>20</sup>, que também não verificaram mudanças no número de osteócitos, volume ósseo e morfologia das vértebras dorsais e lombares dos animais submetidos ao protocolo experimental.

A musculatura estriada esquelética pode ser afetada por lesões do sistema nervoso central, como as presentes na PC, com alterações no tônus, bem como dificuldade no recrutamento de unidades motoras para gerar uma potência muscular adequada, de forma a suportar as cargas impostas diariamente ao corpo<sup>24</sup>. A incapacidade em adaptar o grau de contração muscular pode ser a razão pela qual as crianças com PC apresentam excesso de coativação em músculos antagonistas, especialmente durante tarefas voluntárias de alcance e equilíbrio<sup>25,26</sup>.

Semenova<sup>27</sup> afirma que o método *suit* pode ser chamado de “correção proprioceptiva dinâmica”, por sua capacidade em reduzir os sinergismos patológicos e restaurar os normais. Ainda, a aplicação das cargas em músculos antigravitacionários poderia normalizar vias aferentes vestibulo-proprioceptivas. Assim, graus adequados de contração muscular podem ser obtidos, resultando em ganho ou aperfeiçoamento funcional nas crianças com PC.

No presente estudo não foram verificadas mudanças nos parâmetros morfométricos avaliados do músculo sóleo nos animais submetidos ao protocolo de *suit* terapia por 40 horas. Cabe ressaltar que a amostra utilizada foi composta por animais saudáveis, sem qualquer tipo de lesão nervosa central ou acometimento do sistema muscular. Acredita-se que em indivíduos acometidos pela PC, ou seja, com músculos espásticos e reduzida capacidade contrátil, a carga exercida pelas bandas de tração acopladas à vestimenta poderia induzir mudanças de caráter histomorfométrico na musculatura estriada esquelética. Assim, se sugere a aplicação do modelo experimental de *suit* terapia proposto em modelos animais de lesão nervosa, característicos de PC e também aumento do tempo de tratamento.

Este estudo responde uma pergunta proposta anteriormente por Borges et al.<sup>20</sup>, que apesar de não encontrar remodelações ósseas nas vértebras dorsais e lombares, considerou importante a investigação dos efeitos da *suit* terapia sobre o sistema muscular, principalmente músculos antigravitacionários, como o sóleo. Ainda, se ressalta que o presente artigo não tem como objetivo estimular a indicação ou não da *suit* terapia como tratamento de crianças com PC, e sim contribuir com informações científicas que possam elucidar os efeitos do método e auxiliar os profissionais fisioterapeutas em suas condutas.

## CONCLUSÃO

O modelo experimental de *suit* terapia com o protocolo utilizado neste estudo não induziu mudanças morfométricas na massa e

comprimento do músculo sóleo, bem como na área e menor diâmetro das fibras musculares em ratos Wistar.

## REFERÊNCIAS

1. Franki I, De Cat J, Deschepper E, Molenaers G, Desloovere K, Himpens E, et al. A clinical decision framework for the identification of main problems and treatment goals for ambulant children with bilateral spastic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*. 2014 May; 35 (5): 1160–1176.
2. Yeargin-Allsopp M, Van Naarden BK, Doernberg BA, Benedict RE, Kirby RS, Durkin MS. Prevalence of cerebral palsy in 8-year-old children in three areas of the United States in 2002: a multi site collaboration. *Pediatrics*. 2008 Mar; 121 (3): 547-554.
3. Arneson CL, Durkin MS, Benedict RE, Kirby RS, Yeargin-Allsopp M, Van Naarden BK, et al. Prevalence of cerebral palsy: autism and developmental disabilities monitoring network, three sites, United States, 2004. *Disability and Health Journal*. 2009 Jan; 2 (1): 45–48.
4. Mancini MC, Fiúza PM, Rebelo JM, Magalhães LC, Coelho ZAC, Paixão ML, et al. Comparação do desempenho de atividades funcionais em crianças com desenvolvimento normal e crianças com paralisia cerebral. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. 2002 Jun; 60 (2B): 446-452.
5. García DP, San Martín PP. Caracterización sociodemográfica y clínica de la población atendida en el Instituto Teletón de Santiago. *Revista Chilena de Pediatría*. 2015; 86 (3): 161-167.
6. Gormley ME Jr. Treatment of neuromuscular and musculoskeletal problems in cerebral palsy. *Pediatric Rehabilitation*. 2001 Jan-Mar; 4 (1): 5–16.
7. Foran JR, Steinman S, Barash I, Chambers HG, Lieber RL. Structural and mechanical alterations in spastic skeletal muscle. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2005 Oct; 47 (10): 713–717.
8. Barrett RS, Lichtwark GA. Gross muscle morphology and structure in spastic cerebral palsy: a systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2010 Sep; 52 (9): 794–804.
9. Smith LR, Pontén E, Hedström Y, Ward SR, Chambers HG, Subramaniam S, et al. Novel transcriptional profile in wrist muscles from cerebral palsy patients. *BMC Medical Genomics*. 2009 Jul; 2 (44): 1-16.
10. Smith LR, Chambers HG, Subramaniam S, Lieber RL. Transcriptional abnormalities of hamstring muscle contractures in children with cerebral palsy. *PLoS One*. 2012 Aug; 7 (8): e40686.
11. Smith LR, Lee KS, Ward SR, Chambers HG, Lieber RL. Hamstring contractures in children with spastic cerebral palsy result from a stiffer extracellular matrix and increased in vivo sarcomere length. *Journal of Physiology*. 2011 May; 15 (589): 2625–2639.
12. Elder GC, Kirk J, Stewart G, Cook K, Weir D, Marshall A, et al. Contributing factors to muscle weakness in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2003 Aug; 45 (8): 542–550.
13. Lauer RT, Stackhouse C, Shewokis PA, Smith BT, Orlin M, Mc Carthy JJ. Assessment of wavelet analysis of gait in children with typical development and cerebral palsy. *Journal of Biomechanics*. 2005 Jun; 38 (6): 1351–1357.
14. Li F, Wang Q, Cao S, Wu D, Wang Q, Chen X. Lower-limb muscle synergies in children with cerebral palsy. in 6<sup>th</sup> International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering (NER) 2013. IEEE. 2013; 1226–1229.
15. Assis R. *Conduas práticas em fisioterapia neurológica*. 1a ed. São Paulo: Manole; 2012.

16. Therasuit. [página da Internet]. 2014. [acesso em 2014 Dec 12]. Disponível em: <http://www.suittherapy.com/>
17. ADELI. ADELI, rehabilitation and training center [página da Internet]. 2014. [acesso em 2014 Dec 12]. Disponível em: <http://adeli.gr/>
18. Turner AE. The efficacy of Adeli suit treatment in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2006 May; 48 (5): 324-324.
19. Bailes AF, Greve K, Schmitt LC. Changes in two children with cerebral palsy after intensive Suit Therapy: a case report. *Pediatric Physical Therapy*. 2010 Spring; 22 (1): 76-85.
20. Borges MCD, de Fátima Chasko Ribeiro L, Brancalhão RMC, Bertolini GRF. Experimental model of suit therapy with traction bands in vertebral bone remodeling in Wistar rats. *Journal of Novel Physiotherapies*. 2015; 5 (267): 1-6.
21. Junqueira LC, Junqueira LMMS. Técnicas básicas de citologia e histologia. São Paulo: Santos; 1983.
22. Therasuit LLC. TheraSuit Method. [página da Internet]. 2009. [acesso em 2014 Dec 12]. Disponível em: [www.suittherapy.com/therasuitinfo.htm](http://www.suittherapy.com/therasuitinfo.htm).
23. Koscielny IKR. TheraSuit TM Manual. Keego Harbor, MI: TheraSuit LLC; 2002.
24. Riquelme I, Cifre I, Muñoz MA, Montoya P. Altered corticomuscular coherence elicited by paced isotonic contractions in individuals with cerebral palsy: a case-control study. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2014 Dec; 24 (6): 928-933.
25. Van der Heide JC, Hadders-Algra M. Postural muscle dyscoordination in children with cerebral palsy. *Neural Plasticity*. 2005; 12 (2-3): 197-203.
26. Washington K, Shumway-Cook A, Price R, Ciol M, Kartin D. Muscle responses to seated perturbations for typically developing infants and those at risk for motor delays. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2004 Oct; 46 (10): 681-688.
27. Semenova KA. Basis for a method of dynamic proprioceptive correction in the restorative treatment of patients with residual-stage infantile cerebral palsy. *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 1997 Nov-Dec; 27 (6): 639-643.