

Camila Pinto<sup>1</sup>, Diana Maria Cubillos<sup>1</sup>, Ana Paula Salazar MD<sup>1</sup>, Ana Kleiner PhD<sup>2</sup>, Manuela Galli PhD<sup>2,3</sup>, Aline S Pagnussat PhD<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Laboratórios de Análise do Movimento e Reabilitação, Universidade Federal em Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, Brasil.

<sup>2</sup> Department of Electronics, Information and Bioengineering, Politecnico di Milano, Milan, Italy.

<sup>3</sup> IRCCS San Raffaele Pisana, Tosinvest Sanità, Roma, Italia.

**Palavras-chave:** Doença de Parkinson, Reabilitação, Gondola

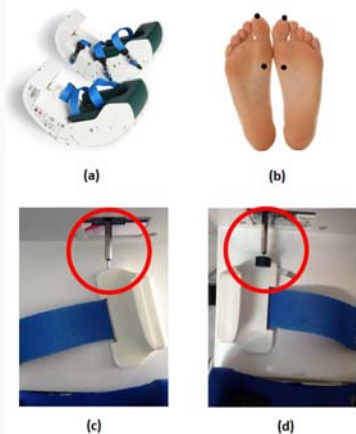
## 1. INTRODUÇÃO / OBJETIVOS

Pacientes com Doença de Parkinson (DP) apresentam marcha com redução da velocidade, do comprimento do passo e da passada. Uma alternativa complementar para a reabilitação é a Estimulação Mecânica dos Pés (EMP). A EMP é emitida por um dispositivo, conhecido como Gondola™ (Gondola Medical Technologies, Suíça) e consiste na estimulação mecânica de quatro pontos plantares. O objetivo deste estudo foi avaliar as variáveis espaço-temporais da marcha no paciente com DP após tratamento com EMP.

## 2. METODOLOGIA

Este estudo é um ensaio clínico randomizado, controlado, duplo cego (NCT02594540). Trinta pacientes com DP (FOG: 14.37±4.16; UPDRS III: 24.96±9.14; H&Y: 2.77±0.77). Os pacientes com DP foram divididos em 2 grupos: Grupo EMP (n=15) e Grupo EMP Placebo (n=15). Ambos os grupos DP receberam 8 sessões de EMP, na fase OFF-Levodopa, a cada 4 dias. Os dados foram analisados por ANOVA de medidas repetidas ( $p < 0.05$ ) e o teste de Tukey foi aplicado como post-hoc.

**Estimulação Mecânica dos Pés (EMP):** Um equipamento médico (Gondola™, Ecker Technologies, Switzerland) realiza a EMP (Figura 1a). O equipamento consiste em suportes acoplados nos pés (esquerdo e direito) com motores elétricos que ativam dois estimuladores (pequenas hastes metálicas) com uma ponta arredondada de 2 milímetros. A EMP consiste na aplicação de uma pressão através das pontas arredondadas em quatro áreas específicas, duas em cada pé: cabeça do hálux e primeiro metatarso. (Figura 1b e 1c).



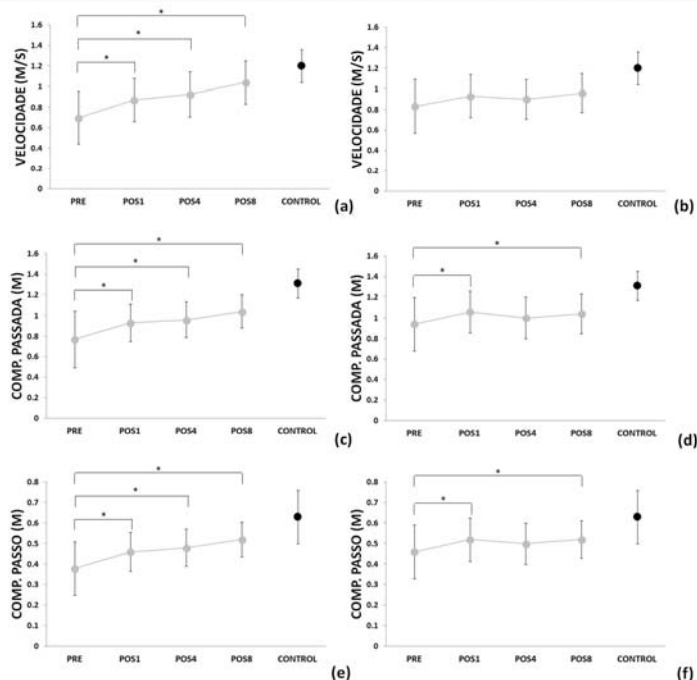
**Figura 1.** Tratamento: (a) equipamento utilizado para o tratamento EMP; (b) locais de estimulação nos pés; (c) estimulação EMP; (d) estimulação placebo.

**Tratamento Placebo:** Consiste no mesmo equipamento utilizado para realizar a EMP com o mesmo protocolo de estimulação e ciclo terapêutico, aplicando a pressão sobre os mesmos pontos de estimulação e utilizando as mesmas hastes metálicas. Contudo, um círculo de plástico rígido com um diâmetro de 12mm será anexado na ponta desses estimuladores. Conseqüentemente, a pressão induzida será menor e o contato de superfície será maior (Figura 1d).

**Análise da Marcha:** A análise cinemática da marcha (BTS SMART-DX) foi realizada antes (PRÉ), após a 1ª sessão (PÓS 1), após a 4ª sessão (PÓS 4) e após a 8ª sessão (PÓS 8) de tratamento. As variáveis analisadas foram: velocidade da marcha, comprimento do passo e da passada.

## 3. RESULTADOS / DISCUSSÃO

Os dois grupos EMP e Placebo não apresentaram diferenças na condição PRÉ. Após 8 estimulações, os pacientes do grupo EMP apresentaram melhora de 45,65% na velocidade [ $F(1,13)=33.72$ ;  $p=0.00$ ] (Figura 2a), de 31,55% no comprimento da passada [ $F(3,81)=20.04$ ;  $p=0.00$ ] (Figura 2c) e de 31,92% no comprimento do passo [ $F(3,81)=19.55$ ;  $p=0.00$ ] em relação a condição PRÉ (Figura 2e). Já os pacientes do grupo Placebo apresentaram melhora de 12,89% no comprimento do passo [ $F(3,93)=6.97$ ;  $p=0.0002$ ] (Figura 2d) e de 13,87% no comprimento da passada [ $F(3,93)=8.48$ ;  $p=0.00$ ] (Figura 2f).



**Figura 2.** Médias e desvios-padrão dos parâmetros espaço-temporais da marcha para EMP e Placebo Pré, Pós1 (basal), Pós4 (pos 4 sessões), Pós8 (pos 8 sessões): (a) velocidade EMP; (b) velocidade Placebo; (c) comprimento da passada EMP; (d) comprimento da passada Placebo; (e) comprimento do passo EMP; (f) comprimento do passo Placebo.

## 4. CONCLUSÃO

O grupo com DP que recebeu o tratamento com EMP obteve melhora em todos os parâmetros espaço-temporais da marcha. Estes achados indicam que a intervenção com EMP, a longo prazo, pode auxiliar na reorganização da ritmicidade do andar bem como no equilíbrio dinâmico.

## 5. REFERÊNCIAS

- GALLI, M.; KLEINER, A.; GAGLIONE, M.; SALE, P.; ALBERTINI, G.; STOCCHI, F.; et al. (2015) Timed Up and Go test and wearable inertial sensor: a new combining tool to assess change in subject with Parkinson's disease after automated mechanical peripheral stimulation treatment. *International Journal of Engineering and Innovative Technology* 4(11): 155-163.
- KLEINER, A., GALLI, M., GAGLIONE, M., HILDEBRAND, D., SALE, P., ALBERTINI, G. et al. (2015) The Parkinsonian Gait Spatiotemporal Parameters Quantified by a Single Inertial Sensor before and after Automated Mechanical Peripheral Stimulation Treatment. *Parkinson's Disease* 2015: 390512.
- QUATTROCCHI, C. C., PANDIS, M. F., PIERVINCENZI, C., GALLI, M., MELGARI, J. M., SALOMONE, G. et al. (2015) Acute Modulation of Brain Connectivity in Parkinson Disease after Automatic Mechanical Peripheral Stimulation: A Pilot Study. *PLoS ONE* 10: e0137977.
- STOCCHI, F., SALE, P., KLEINER, A. F., CASALI, M., CIMOLIN, V., PANDIS, F. D. et al. (2015) Long-term effects of automated mechanical peripheral stimulation on gait patterns of patients with Parkinson's disease. *International Journal of Rehabilitation Research* 38: 238-245.



Contato: Aline S. Pagnussat [alinespagnussat@gmail.com](mailto:alinespagnussat@gmail.com)  
Ana F. R. Kleiner [anafrcisca.rozin@polimi.it](mailto:anafrcisca.rozin@polimi.it)

Camila Pinto<sup>1</sup>, Diana Maria Cubillos<sup>1</sup>, Ana Paula Salazar MD<sup>1</sup>, Ana Kleiner PhD<sup>2</sup>, Manuela Galli PhD<sup>2,3</sup>, Aline S Pagnussat PhD<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Laboratórios de Análise do Movimento e Reabilitação, Universidade Federal em Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, Brasil.

<sup>2</sup> Department of Electronics, Information and Bioengineering, Politécnico di Milano, Milan, Italy.

<sup>3</sup> IRCCS San Raffaele Pisana, Tosinvest Sanità, Roma, Italia.

**Palavras-chave:** Doença de Parkinson, Marcha, Reabilitação

## 1. INTRODUÇÃO / OBJETIVOS

A marcha na Doença de Parkinson (DP) apresenta uma diminuição da amplitude de movimento articular em membros inferiores. Uma alternativa para a reabilitação é a Estimulação Mecânica dos Pés (EMP), emitida por um dispositivo denominado Gôndola™ (Gondola Medical Technologies, Suíça), consiste na estimulação mecânica de quatro pontos plantares. O objetivo foi comparar a amplitude de movimento articular (AMA) de membros inferiores em pacientes com DP após tratamento com EMP e EMP Placebo.

## 2. METODOLOGIA

Este estudo é um ensaio clínico randomizado, controlado, duplo cego (NCT02594540). Trinta pacientes com DP (FOG: 14.37±4.16; UPDRS III: 24.96±9.14; H&Y: 2.77±0.77). Os pacientes com DP foram divididos em 2 grupos: Grupo EMP (n=15) e Grupo EMP Placebo (n=15). Ambos os grupos DP receberam 8 sessões de EMP, na fase OFF-Levodopa, a cada 4 dias. Os dados foram analisados por ANOVA de medidas repetidas ( $p < 0.05$ ) e o teste de Tukey foi aplicado como post-hoc.

**Estimulação Mecânica dos Pés (EMP):** Um equipamento médico (Gondola™, Ecker Technologies, Switzerland) realiza a EMP (Figura 1a). O equipamento consiste em suportes acoplados nos pés (esquerdo e direito) com motores elétricos que ativam dois estimuladores (pequenas hastas metálicas) com uma ponta arredondada de 2 milímetros. A EMP consiste na aplicação de uma pressão através das pontas arredondadas em quatro áreas específicas, duas em cada pé: cabeça do hálux e primeiro metatarso. (Figura 1b e 1c).

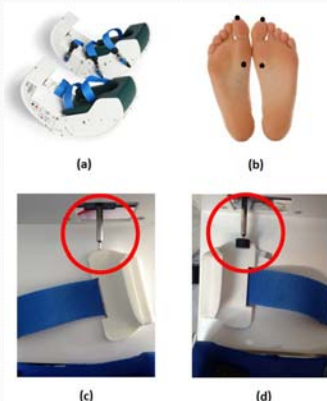


Figura 1. Tratamento: (a) equipamento utilizado para o tratamento EMP; (b) locais de estimulação nos pés; (c) estimulação EMP; (d) estimulação placebo.

**Tratamento Placebo:** Consiste no mesmo equipamento utilizado para realizar a EMP com o mesmo protocolo de estimulação e ciclo terapêutico, aplicando a pressão sobre os mesmos pontos de estimulação e utilizando as mesmas hastas metálicas. Contudo, um círculo de plástico rígido com um diâmetro de 12mm será anexado na ponta desses estimuladores. Consequentemente, a pressão induzida será menor e o contato de superfície será maior (Figura 1d).

**Amplitude de Movimento Articular (AMA):** A AMA, no plano sagital, foi analisada em tornozelos, joelhos, quadris e pelve durante as avaliações de marcha. Um sistema de análise cinemático (BTS SMART-DX) foi utilizado para avaliar a marcha em quatro situações: antes (PRÉ), após a 1ª sessão (PÓS 1), após a 4ª sessão (PÓS 4) e após a 8ª sessão (PÓS 8) de tratamento.

## 3. RESULTADOS / DISCUSSÃO

Os dois grupos EMP e EMP Placebo não apresentaram diferenças na condição PRÉ. Após 8 sessões de tratamento, o Grupo EMP Placebo apresentou piora na AMA de 1.46 graus nos tornozelos ( $F_{3.87}=4.056$ ;  $p=0.009$  – Figura 2a); melhora de 3.84 graus nos joelhos ( $F_{3.87}=4.149$ ;  $p=0.008$  – Figura 2b) e de 3.22 graus nos quadris ( $F_{3.87}=6.1555$ ;  $p=0.008$  – Figura 2c). Já o grupo EMP apresentou melhora na AMA de 3.90 graus nos tornozelos ( $F_{3.87}=4.710$ ;  $p=0.004$  – Figura 2a), de 11.94 graus em joelhos ( $F_{3.87}=11.511$ ;  $p=0.001$  – Figura 2b), de 7.88 graus em quadris ( $F_{3.87}=24.255$ ;  $p=0.001$  – Figura 2c) e de 0.677 graus em pelve ( $F_{3.87}=5.494$ ;  $p=0.001$  – Figura 2d). Não houve diferença significativa na comparação entre os grupos EMP e EMP Placebo.

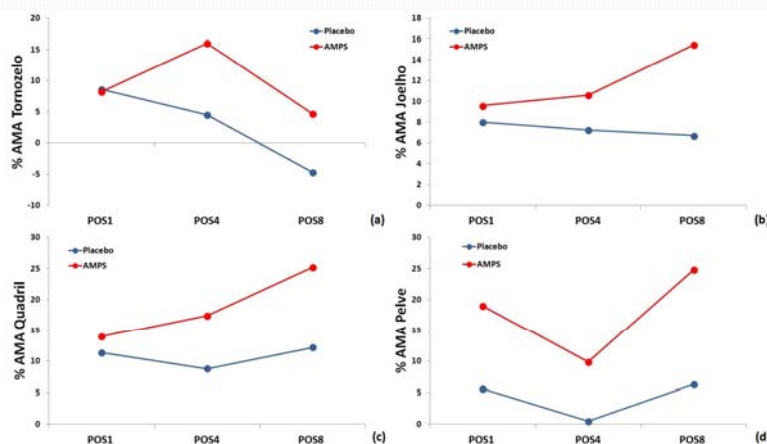


Figura 2. Porcentagem do melhoramento da AMA de tornozelos (a), joelhos (b), quadris (c) e pelve (d) para Placebo e EMP nas situações Pós1 (basal), Pós4 (pós 4 sessões), Pós8 (pós 8 sessões) de tratamento.

## 4. CONCLUSÃO

Os pacientes com DP podem apresentar uma marcha com passos arrastados, característica relacionada ao freezing e potencial risco de quedas nessa população. No Grupo EMP, a AMA de todos os seguimentos dos membros inferiores tiveram melhora após o tratamento com EMP, no entanto, não houve diferença significativa na comparação entre os grupos EMP e EMP Placebo.

## 5. REFERENCIAS

- GALLI, M.; KLEINER, A.; GAGLIONE, M.; SALE, P.; ALBERTINI, G.; STOCCHI, F.; et al. (2015) Timed Up and Go test and wearable inertial sensor: a new combining tool to assess change in subject with Parkinson's disease after automated mechanical peripheral stimulation treatment. *International Journal of Engineering and Innovative Technology* 4(11): 155-163.
- KLEINER, A.; GALLI, M.; GAGLIONE, M.; HILDEBRAND, D.; SALE, P.; ALBERTINI, G.; et al. (2015) The Parkinsonian Gait Spatiotemporal Parameters Quantified by a Single Inertial Sensor before and after Automated Mechanical Peripheral Stimulation Treatment. *Parkinson's Disease* 2015: 390512.
- QUATTROCCHI, C. C.; PANDIS, M. F.; PIERVINCENZI, C.; GALLI, M.; MELGARI, J. M.; SALOMONE, G.; et al. (2015) Acute Modulation of Brain Connectivity in Parkinson Disease after Automatic Mechanical Peripheral Stimulation: A Pilot Study. *PLoS ONE* 10: e0137977.
- STOCCHI, F.; SALE, P.; KLEINER, A. F.; CASALI, M.; CIMOLINI, V.; PANDIS, F. D.; et al. (2015) Long-term effects of automated mechanical peripheral stimulation on gait patterns of patients with Parkinson's disease. *International Journal of Rehabilitation Research* 38: 238-245.



Contato:  
Aline S. Pagnussat alinespagnussat@gmail.com  
Ana F. R. Kleiner anafrafranca.rozin@polimi.it