*EFEITOS DO USO DE UM APLICATIVO
COM ESTIMULAÇÃO AUDITIVA RÍTMICA
COM MÚSICA ASSOCIADO A UM PROTOCOLO
DE FISIOTERAPIA SOBRE A MARCHA
E A MOBILIDADE FUNCIONAL NA DOENÇA
DE PARKINSON: UMA SÉRIE DE CASOS¹*

Ihana Thaís Guerra de Oliveira Gondim²

Izaura Muniz Azevedo³

Carla Cabral dos Santos Accioly Lins⁴

Otávio Gomes Lins⁵

Maria das Graças Wanderley de Sales Coriolano⁶

1 Agradecimentos: à Pró-Reitoria para Assuntos de Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco – PROPESQ/UFPE. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

2 Fisioterapeuta. Doutora. Programa Pró-Parkinson. Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: ihana.oliveiragondim@ufpe.br.

3 Fisioterapeuta. Mestre. Programa Pró-Parkinson. Hospital das Clínicas da UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: izauram73@hotmail.com.

4 Cirurgiã-dentista. Doutora. Programa de Pós-Graduação em Gerontologia da UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: carla.santos@ufpe.br.

5 Neurologista. Doutor. Programa Pró-Parkinson. Hospital das Clínicas da UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: oglins@hotmail.com.

6 Fisioterapeuta. Doutora. Programa de Pós-Graduação em Gerontologia da UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: mariagracas.coriolano@ufpe.br.

resumo

Introdução: estudos relatam que a Estimulação Auditiva Rítmica (EAR) pode fornecer o suporte temporal necessário para sincronização e modulação da marcha na doença de Parkinson (DP). A EAR utiliza um som isócrono repetido (como o metrônomo) ou música com estrutura de batida saliente. Objetivo: descrever os efeitos do uso de um aplicativo com EAR com música (ParkinsonSONS) associado a um protocolo de fisioterapia sobre a marcha e a mobilidade funcional na DP. Métodos: trata-se de uma série de casos com seis pessoas no estágio moderado da DP idiopática, cadastradas em um Programa de referência de um hospital universitário do nordeste do Brasil. Foram aplicados: 1) ficha para dados gerais e clínicos; 2) teste de caminhada de 10 metros (TC10m); 3) teste *Timed Up & Go* (TUG). Na reavaliação foram repetidos os testes dinâmicos. Foram 10 sessões, 2 vezes por semana de um protocolo de fisioterapia associada à EAR. Para a EAR utilizou-se aplicativo com faixas musicais associadas ao metrônomo. A faixa musical foi escolhida para cada paciente baseada no incremento médio de 10% da sua cadência confortável. Resultados: uso de um aplicativo com EAR associado a um protocolo de fisioterapia promoveu ganhos nos parâmetros espaço-temporais da marcha no TC10m, além da redução do tempo no TUG. Conclusão: uso de um aplicativo com EAR com música associado a um protocolo de fisioterapia promoveu ganhos sobre a marcha e mobilidade funcional na população estudada.

palavras-chave

Gerontologia. Doença de Parkinson. Estimulação Acústica. Música. Marcha. *Smartphone*.

1 Introdução

As disfunções da marcha na doença de Parkinson (DP) são causadas pela depleção da modulação dopaminérgica sobre o *striatum*, produzindo falhas no mecanismo de autogeração, iniciação e temporização dos movimentos. A marcha apresenta-se arrastada, lenta, com passos curtos, postura inclinada para frente e assimetria no balanço dos braços, com diminuição da habilidade para manter padrão e ritmo constantes e consequente prejuízo da mobilidade funcional (MOON *et al.*, 2016; SCALZO; TEIXEIRA-JUNIOR, 2009; MORRIS *et al.*, 1994).

A Estimulação Auditiva Rítmica (EAR) aplicada à marcha consiste em caminhar junto com um som isócrono repetido (como o metrônomo) ou música com estrutura de batida saliente, fornecendo suporte temporal necessário para sincronização da marcha na DP. A EAR atua regularizando o funcionamento residual da rede fronto-estriatal motora e reforçando a rede cerebelo-tálamo-cortical que é preservada ou pouco afetada na DP (BELLA *et al.*, 2018; KOSHIMORI; THAUT, 2018; LEOW; RINCHON; GRAHN, 2015). Ademais, quando realizada com música, possibilita acessar áreas relacionadas às emoções, memória e prazer, reforçando o aprendizado motor (CLEMENTS-CORTES; BARTEL, 2018; SILVA *et al.*, 2017; BELLA *et al.*, 2015; POLSTON *et al.*, 2011).

Na reabilitação da marcha na DP, faz-se importante uma abordagem individualizada da EAR. As frequências de cadências desta estimulação devem se adequar aos padrões de marcha confortável de cada indivíduo, respeitando a velocidade passível de ser alcançada e, ao mesmo tempo, promovendo incentivo e estímulo à melhoria dos padrões (BELLA *et al.*, 2015; ESPAY *et al.*, 2010; KADIVAR *et al.*, 2011; LIM *et al.*, 2010; NOMBELA *et al.*, 2013). Evidências científicas sugerem que se utilizem variações de $\pm 10\%$ em relação à cadência confortável para obtenção da melhora do desempenho motor (GHAI *et al.*, 2018).

Aplicativos desenvolvidos com EAR destinados à dispositivos móveis vêm crescendo nos últimos anos com livre acesso pelos usuários; entretanto, nem sempre proporcionam o estímulo individualizado capaz de promover melhora do desempenho motor (BELLA *et al.*, 2018). Pensando nisso, desenvolvemos um aplicativo de EAR, denominado ParkinSONS, para treinamento funcional de pessoas idosas com ou sem disfunções neurológicas, com *menu* de músicas e metrônomo que está em fase final de testes e investigamos os efeitos de seu uso associado a um protocolo de fisioterapia na doença de Parkinson.

2 Objetivo

O objetivo deste estudo foi descrever os efeitos do uso do aplicativo ParkinSONS associado a um protocolo de fisioterapia sobre a marcha e a mobilidade funcional de pessoas com DP.

3 Métodos

Trata-se de uma série de casos com seis pacientes com DP idiopática submetidos a um tratamento de fisioterapia associado ao uso de aplicativo com EAR. O estudo foi realizado no Projeto Pró-Parkinson Fisioterapia do

Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (HC/UFPE), no período entre maio e outubro de 2019. A pesquisa obteve parecer favorável do comitê de ética em pesquisa com seres humanos da instituição (CAAE nº 81445817.0.0000.5208), estando de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466/12. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Pacientes foram recrutados no Programa Pró-Parkinson do Hospital das Clínicas da UFPE e na Associação de Parkinson de Pernambuco (ASP). Foram incluídos os indivíduos entre 55 e 71 anos com diagnóstico clínico de DP idiopática de acordo com a Portaria nº 10/2017 do Ministério da Saúde do Brasil (BRASIL, 2017) e nos estágios moderado da doença (classificados entre 2 e 3) de acordo com a versão original da escala de Hoehn e Yahr (1967). Foram excluídos aqueles com problemas de audição que comprometam a EAR; incapacidades de caminhar 10 metros sem ajuda; com outra desordem neurológica, ortopédica, reumatológica e/ou vascular que impactem a marcha; disfunção cardiorrespiratória não controlada e comprometimento cognitivo identificado pelo Mini Exame do Estado Mental de acordo com a escolaridade (MARTINS *et al.*, 2019; BRUCKI *et al.*, 2003; FOLSTEIN M; FOLSTEIN S; MCHUGH, 1975).

Durante a avaliação, realizada em fase “on” da medicação, foi aplicada uma ficha geral para coleta de dados gerais e clínicos e, posteriormente, os pacientes foram submetidos a dois instrumentos de avaliação dinâmica: 1) o teste de caminhada de 10 metros (TC10m); 2) o teste *Timed Up & Go* (TUG). Na reavaliação, foram repetidos os mesmos testes dinâmicos relatados, estando os pacientes também na fase “on” da medicação.

O TC10m é um instrumento utilizado com o objetivo de avaliar os atributos cinemáticos espaciais e temporais da marcha, sendo analisadas as variáveis: número de passos, tempo, cadência e velocidade (LANG *et al.*, 2016). Este teste requer um caminho de 10 metros em linha reta, com os 2m iniciais reservados para aceleração, 6m para andar em velocidade autossselecionada e os 2m finais para desaceleração. Marcadores são colocados na posição 2m e 8m ao longo do caminho e o paciente é instruído a caminhar em um ritmo confortável de um extremo ao outro. Um avaliador utilizou um cronômetro para determinar o tempo que o paciente levou para atravessar os 6m centrais, um segundo avaliador fez a contagem do número de passos e um terceiro fez a filmagem com uma câmera ao longo do percurso para a comprovação desta contagem. O resultado foi baseado no cálculo da média de 3 tomadas do teste.

O TUG foi usado para avaliar a mobilidade funcional. Consiste em levantar-se de uma cadeira com braços, andar uma distância de três metros, dar a volta, retornar e sentar-se. No início do teste, o paciente deve estar com o

dorso apoiado no encosto da cadeira e, ao final, deve encostar-se novamente. O paciente deve receber a instrução “vá” para realizar o teste e o tempo será cronometrado a partir do momento em que começa a desencostar-se da cadeira até o momento em que ele apoia novamente o dorso no encosto da cadeira. O teste deve ser realizado uma vez para familiarização e mais três vezes para a tomada do tempo. Com a primeira descartada, tira-se a média das três últimas. Durante a realização do teste, um fisioterapeuta fez a filmagem como medida de comprovação dos achados (PODSIADLO; RICHARDSON, 1991).

Foram realizadas 10 sessões, duas vezes por semana, com duração média de 50 minutos e aplicadas em dois níveis de dificuldade progressiva, com modificação da complexidade a partir da sexta sessão. O protocolo, desenvolvido pelo grupo Pró-Parkinson Fisioterapia, teve como base as “Diretrizes fisioterapêuticas para pacientes com doença de Parkinson”, da Sociedade Holandesa de Fisioterapia (KEUS; HENDRIKS; BLOEM, 2004).

O protocolo é constituído de nove exercícios que incluem: treino de transferências; alcançar e agarrar; dissociação de cinturas; fortalecimento com ênfase em membros inferiores; equilíbrio e propriocepção; treino da marcha e treino do passo. Todos os pacientes receberam orientações quanto à postura correta durante a execução dos exercícios. Dos nove exercícios, quatro tiveram a adição da EAR com música. Foram estes: fortalecimento com ênfase em membros inferiores (especificamente, o de sentar e levantar da cadeira); equilíbrio (na cama elástica); treino da marcha e treino do passo. Todos os pacientes foram instruídos a realizar os movimentos seguindo o ritmo da cadência oferecida pela música.

A EAR com música foi oferecida através do aplicativo ParkinSONS, que foi desenvolvido pelo grupo de pesquisa Pró-Parkinson para treinamento da marcha com EAR personalizada. O ParkinSONS apresenta em seu *menu* de possibilidades para treino da marcha com EAR, 06 faixas musicais nacionais de 70 a 120 bpm e a pragmática interface *touchscreen* de *smartphones*, facilitando a interação do usuário de forma clara e objetiva.

Para o exercício de fortalecimento e para o de equilíbrio, foram utilizadas as frequências de 70 bpm e para o treino da marcha e do passo foram utilizadas as músicas relacionadas às cadências de treinamento com incremento de 10% da cadência confortável mensurada no TC10 metros durante a avaliação. Com a música adequada selecionada, o celular foi conectado aos *headphones* (paciente e terapeuta), e os pacientes foram orientados a realizarem os exercícios no ritmo da música. O volume sonoro oferecido foi de aproximadamente 75 dB, nível bem acima daquele percebido por adultos mais velhos com perda auditiva, que é de 25 a 40 dB (DALTON *et al.*, 2003).

Todos os pacientes receberam o Manual de Orientações para Pessoas com Doença de Parkinson do Programa Pró-Parkinson⁷, que contém exercícios para realização no domicílio. Toda a coleta foi realizada por fisioterapeutas experientes e estudantes previamente treinados e supervisionados.

Os dados foram tabulados e compilados, sendo expressos por meio de valores absolutos, medidas de tendência central e de dispersão. Devido à natureza das variáveis coletadas (variável quantitativa contínua), foram realizadas análises paramétricas por meio do teste t para amostras pareadas utilizando o *software* BioEstat 5.3 considerando $p < 0,05$. Além disso, foi realizada uma análise qualitativa da marcha e da mobilidade funcional baseada na observação dos vídeos dos testes funcionais antes e após o período de intervenção.

4 Resultados

Seis pacientes com DP idiopática moderada, sendo três homens e três mulheres (55-71 anos), foram avaliados. As características gerais dos casos estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características dos pacientes com DP tratados através do uso de aplicativo com EAR com música associado a um protocolo de fisioterapia

Dados	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
Sexo	Feminino	Feminino	Feminino	Masculino	Masculino	Masculino
Idade	71	60	63	70	55	63
Tempo da doença	9	7	17	7	3	5
HY	2	2	3	2	3	2

HY: Classificação do estágio da DP

Fonte: Elaborada pelos autores.

A EAR com música associada a um protocolo de fisioterapia foi capaz de promover melhorias nos parâmetros espaço-temporais da marcha, como redução no tempo e no número de passos e aumento da velocidade da marcha no TC10m (Tabela 2). Além disso, houve melhora da mobilidade funcional evidenciada pela redução do tempo para a realização do TUG (Tabela 3).

7 O manual pode ser acessado em: <https://editora.ufpe.br/books/catalog/view/249/247/730>.

Tabela 2 – Repercussão do uso de aplicativo com EAR com música associado a um protocolo de fisioterapia sobre os parâmetros espaço-temporais do TC10m de pacientes com DP idiopática

Casos	TC10m											
	Nº de passos			Tempo			Cadência			Velocidade		
	Av	Reav	DM	Av	Reav	DM	Av	Reav	DM	Av	Reav	DM
1	11,3	10,3	-1,0	5,8	4,1	-1,7	1,9	2,5	0,6	1,0	1,5	0,5
2	9,0	8,3	-0,7	4,7	3,4	-1,3	1,9	2,4	0,5	1,3	1,7	0,4
3	10,7	11,0	0,3	5,2	4,8	-0,4	2,0	2,3	0,3	1,1	1,2	0,1
4	9,3	9,0	-0,3	5,4	4,4	-1,0	1,7	2,0	0,3	1,1	1,4	0,3
5	10,3	9,0	-1,3	5,3	4,3	-1,0	1,9	2,1	0,2	1,1	1,4	0,3
6	11,3	10,7	-0,6	6,8	4,5	-2,3	1,7	2,3	0,6	0,9	1,3	0,4
Média (desvio padrão)	10,3 (0,9)	9,7* (1,0)	-0,6	5,6 (0,7)	4,3* (0,4)	-1,3	1,8 (0,1)	2,2* (0,1)	0,4	1,1 (0,1)	1,4* (0,1)	0,3

TC10m: teste de caminhada de 10 metros; Av: avaliação; Reav: reavaliação; DM: diferença de média

*Teste T para amostras pareadas. Passos (p=0,046); Tempo (p=0,003); Cadência (p=0,036); Velocidade (p=0,002).

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 3 – Repercussão do uso de aplicativo com EAR com música associado a um protocolo de fisioterapia sobre a mobilidade funcional de pacientes com DP idiopática

Casos	TUG		
	Avaliação	Reavaliação	DM
1	11,5	8,7	-2,9
2	7,9	7,5	-0,4
3	9,5	8,5	-1,0
4	8,1	7,2	-0,9
5	15,6	9,8	-5,8
6	10,7	8,8	-1,9
Média (desvio padrão)	10,5(2,8)	8,4*(0,9)	-2,1

TUG: teste TimedUp& Go; DM: diferença de média.

*Teste T para amostras pareadas. (p=0,048).

Fonte: Elaborada pelos autores.

No Quadro 1 estão compiladas impressões da evolução qualitativa da marcha e da mobilidade funcional baseadas na observação dos vídeos dos testes funcionais antes e após o período de intervenção.

Quadro 1 – Evolução qualitativa da marcha e da mobilidade funcional baseada na observação dos vídeos dos testes funcionais antes e após o período de intervenção

Casos	Impressões baseadas na observação dos vídeos dos testes funcionais TC10m e TUG	
	Avaliação	Reavaliação
1	Aumento da cifose torácica Projeção de cabeça e ombros Pouca dissociação de cinturas Rigidez axial importante	Menor rigidez axial Maior balanço dos braços Melhora da dissociação de cinturas Aumento da velocidade da marcha Melhora do controle motor para sentar Maior harmonia do movimento ao caminhar
2	Atitude de caminhar olhando para baixo Inclinação da cervical	Não tem mais a atitude de caminhar olhando para baixo (mais segurança) Aumento da velocidade da marcha Melhora da simetria da postura de cabeça Maior harmonia do movimento ao caminhar
3	Redução da velocidade da marcha Rigidez axial Pouco balanço dos braços Flexão associada à rotação da cervical	Aumento da velocidade da marcha Menor rigidez axial Melhora da dissociação de cinturas e do balanço dos braços Melhora da simetria da postura de cabeça Maior harmonia do movimento ao caminhar
4	Flexão e inclinação da cervical Redução do balanço dos braços Desalinhamento corporal da postura estática sentada	Melhora da simetria da postura de cabeça Maior balanço dos braços Aumento da velocidade da marcha Alinhamento corporal da postura estática sentada Maior harmonia do movimento ao caminhar
5	Redução da velocidade Redução do balanço dos braços Projeção do corpo para frente Marcha com apoio inicial no antepé Flexão, rotação e inclinação da cabeça	Aumento da velocidade da marcha Aumento do balanço dos braços Melhora do posicionamento do centro de gravidade (menor projeção do tronco) Apoio inicial da marcha com o calcanhar Maior segurança ao realizar o giro na marcha Melhora da postura de cabeça Maior harmonia do movimento ao caminhar
6	Redução da velocidade da marcha Rigidez axial Pouco balanço dos braços Instabilidade postural	Aumento da velocidade da marcha Melhora importante da rigidez axial Aumento do balanço dos braços Ganho na estabilidade postural Maior harmonia do movimento ao caminhar

Fonte: Elaborada pelos autores.

Para além destes, embora não seja o foco do estudo, também foi observada a melhora no estado emocional desses pacientes, com uma maior socialização e repercussão na participação das Atividades de Vida Diária (AVDs) e na qualidade de vida.

5 Discussão

A EAR com música associada a um protocolo de fisioterapia foi capaz de promover melhorias nos parâmetros espaço-temporais da marcha, bem como na mobilidade funcional da população estudada.

A redução no tempo para realização do TC10m foi observada em todos os casos e influenciou positivamente no aumento da velocidade durante a realização do teste. A diretriz europeia de fisioterapia para a DP traz que as pistas auditivas têm forte recomendação enquanto estratégia para melhorar a velocidade (CAPATO *et al.*, 2015), sendo os benefícios ainda maiores à medida que a doença progride (LIRANI-SILVA *et al.*, 2019). Acredita-se que o protocolo empregado neste estudo, bem como o fato dos pacientes terem DP moderada, tenham contribuído para a otimização dos ganhos. O protocolo empregado seguiu recomendações europeias para o uso da EAR na DP, utilizando-se o incremento médio de 10% para o treino da marcha e do passo e frequências menores para atividades funcionais mais complexas (CAPATO *et al.*, 2015). Protocolos de treinamento com o incremento de 10% na cadência da EAR em relação à cadência confortável são recomendados para melhorar o desempenho motor na DP (GHAI *et al.*, 2018; MATSUMOTO *et al.*, 2014).

Como estratégia de uso da EAR, optou-se pelo uso da música associada às batidas do metrônomo enquanto estímulo sonoro rítmico. O estímulo musical contínuo condicionado pode aumentar significativamente a atividade locomotora e os níveis extracelulares de dopamina na amígdala basolateral e núcleo *accumbens*, sendo, portanto, um estímulo eficaz na DP (POLSTON *et al.*, 2011). Estudo de Yamashita *et al.* (2012) avaliou a efetividade da fisioterapia associada à musicoterapia na DP leve a moderada em 12 sessões e, embora não tenha utilizado nenhum incremento na cadência, apenas oferecendo igualmente o mesmo estímulo musical, observou efeitos benéficos sobre as variáveis tempo, número de passos e velocidade. Ressalta-se que benefícios ainda maiores podem ser obtidos mediante a individualização da sugestão rítmica para promover o incentivo e estímulo à melhoria de padrões funcionais (BELLA *et al.*, 2015; ESPAY *et al.*, 2010; KADIVAR *et al.*, 2011; LIM *et al.*, 2010; NOMBELA *et al.*, 2013).

Para individualização da frequência da EAR a ser ofertada, preconiza-se que seja realizada a medida da cadência confortável através de um TC10m ou um teste de caminhada de seis minutos (CAPATO *et al.*, 2015). Seguindo as recomendações, esta pesquisa optou pelo TC10m. Baseado nos achados da avaliação, houve a adequação da EAR com faixas musicais adaptadas às cadências de treino de cada indivíduo, personalizando o estímulo. Apesar disso, alguns pacientes se beneficiaram mais que outros com a estratégia terapêutica escolhida. Acredita-se que essa variabilidade na resposta dos pacientes tenha ocorrido em função de diferenças fenotípicas da expressão da doença e/ou da deterioração de habilidades rítmicas internas. Habilidades rítmicas internas relativamente poupadas para acompanhar a batida favorecem uma resposta positiva à sugestão acústica, enquanto habilidades rítmicas fracas desfavorecem ganhos (BELLA *et al.*, 2018).

Além da adequação da EAR às necessidades do paciente, julga-se importante a identificação do paciente com o estímulo fornecido. As músicas fornecidas pelo aplicativo desenvolvido são adequadas à preferência musical de pessoas da faixa etária média da população com DP. É possível que isso tenha servido como estímulo aos ganhos nos parâmetros espaço-temporais da marcha, bem como da mobilidade funcional. A EAR quando realizada com músicas familiares parece resultar em velocidade de marcha mais rápida e menor variabilidade de passada do que com músicas desconhecidas. Isso pode ser devido ao fato de uma menor demanda cognitiva ser exigida ao solicitar a sincronização dos passos com uma batida familiar, bem como da capacidade de envolver emoções e estimular o sistema de recompensa, atuando sobre o sistema dopaminérgico (COCHEN DE COCK *et al.*, 2018; ASHOORI; EAGLEMAN; JANKOVIC, 2015; LEOW; RINCHON; GRAHN, 2015).

Quanto ao comportamento da cadência dos pacientes após a intervenção, acreditamos que o seu aumento foi influenciado principalmente pela redução do tempo, pois o número de passos se manteve estável. Corroborando, estudo de Matsumoto *et al.* (2014) observou aumento da cadência após o uso de estímulo acústico rítmico em 10% acima da frequência confortável. Também, metanálise de Spaulding *et al.* (2013) não só mostrou que o uso da EAR promove o aumento da cadência, mas que, esse aumento pode indicar uma melhora geral na qualidade da marcha.

Através dos vídeos, constatamos uma melhora da qualidade da marcha. Foram principalmente observados: aumento do balanço dos braços, melhora da rigidez axial, da dissociação de cinturas, da velocidade, da postura corporal e, conseqüentemente, uma maior harmonia do movimento ao caminhar. Sinais auditivos podem ser considerados como um método promissor para melhorar

a rotação do tronco e as oscilações do braço durante o treinamento da marcha em pessoas com DP, refletindo na melhora da rigidez axial e da dissociação de cinturas e, conseqüentemente, no ganho de velocidade e da mobilidade funcional (ZAMPIER *et al.*, 2018; SON; KIM, 2015; PUNT *et al.*, 2015).

Da mobilidade funcional após a intervenção, houve uma redução do tempo para a realização do teste TUG. Na avaliação, quatro dos seis pacientes apresentaram um tempo superior a dez segundos, significando um maior risco de quedas. Já após a intervenção, todos obtiveram um tempo de execução do teste inferior a dez segundos, com redução do risco de quedas (PODSIADLO; RICHARDSON, 1991).

O uso de estímulos auditivos pode servir como uma nova estratégia para controle do movimento e da postura (BUKOWSKA *et al.*, 2016), influenciando positivamente a mobilidade funcional (SPAULDING *et al.*, 2013; NIEUWBOER *et al.*, 2007). Além dos benefícios promovidos pela EAR, acreditamos que o protocolo de fisioterapia utilizado tenha sido fundamental para os achados, pois consta de nove exercícios pensados estrategicamente para atuar sobre as necessidades do paciente com DP, impactando positivamente no ganho da mobilidade funcional (KEUS; HENDRIKS; BLOEM, 2004). Além disso, a intervenção promoveu o ganho na velocidade da marcha e, com o aumento da velocidade em indivíduos com DP, espera-se uma maior mobilidade, maior independência e melhor qualidade de vida (NIEUWBOER *et al.*, 2007).

Por fim, embora não seja o foco do estudo, foi observada a melhora no estado emocional dos pacientes, com uma maior socialização e repercussão na participação das AVDs e na qualidade de vida. Estímulos musicais ativam vários mediadores bioquímicos, como as endorfinas, dopamina e óxido nítrico (BOSO *et al.*, 2006). Estudo de Pires *et al.* (2014) ao investigar efeitos da associação de pistas auditivas musicais à fisioterapia regular na DP, observou uma tendência de melhoria clínica para atividade mental, cognição, comportamento e humor no grupo que recebeu a intervenção musical, enfatizando que os estímulos musicais têm a capacidade de relaxar e reduzir a ansiedade, resultando em respostas emocionais positivas como aumento da satisfação e prazer. Isso é fundamental, pois pode atuar como fator motivador durante a reabilitação e favorecer a adesão ao tratamento.

Como limitações, trata-se de uma série de casos, devendo-se ter cautela na extrapolação dos resultados. No mais, enfatiza-se a originalidade da pesquisa ao descrever os efeitos do uso de um novo aplicativo com EAR com música associado a um protocolo de fisioterapia sobre a marcha e a mobilidade funcional na DP moderada. Espera-se que, com esta, fomentem-se novos estudos de desenvolvimento tecnológico em saúde, bem como de investigação dos efeitos

destas novas tecnologias para um manejo mais eficiente das disfunções motoras na DP, favorecendo assim a melhora da qualidade de vida nesta população.

6 Conclusão

Trata-se de um estudo preliminar onde se observou que a utilização de um aplicativo com EAR com música associado a um protocolo de fisioterapia parece ser uma estratégia promissora e eficaz na melhoria dos parâmetros espaço-temporais da marcha e da mobilidade funcional na DP idiopática moderada. Além disso, o aplicativo tem baixo custo e poderá ser de fácil acesso, já que foi desenvolvido para uso em *smartphone*, possibilitando treinos lúdicos em vários ambientes. Destacamos como desafios futuros a limitação no repertório disponível e a não disponibilidade de interface com bibliotecas digitais de música.

EFFECTS OF USING AN APPLICATION WITH MUSIC-BASED RHYTHMIC AUDITORY STIMULATION ASSOCIATED WITH A PHYSIOTHERAPY PROTOCOL ON GAIT AND FUNCTIONAL MOBILITY IN PARKINSON'S DISEASE: A CASE SERIES

abstract

Introduction: studies report that rhythmic auditory stimulation (RAS) may provide the necessary temporal support for gait's synchronization and modulation in Parkinson's disease (PD). The RAS uses repeated isochronous sound (such as the metronome) or music with protruding beat structure. Purpose: to describe the effects of using an app with music-based RAS (ParkinSONS) associated with a physical therapy protocol on gait and functional mobility in PD. Methods: this is a series of cases with six people in the moderate stage of idiopathic PD, enrolled in a referral program of a university hospital in Northeastern Brazil. As such, we applied: 1) form for general and clinical data; 2) 10 meter walk test (10MWT); 3) Timed Up & Go (TUG) test. In the reevaluation, the dynamic tests were repeated. There were 10 sessions, 2 times a week of a physical therapy protocol associated with the RAS. For the RAS, we used an app with music-based associated with the metronome. The music was chosen for each patient based on the average increment of 10% of their comfortable cadence.

Results: an app with music-based RAS associated with a physical therapy protocol provided gains in the spatiotemporal gait parameters in 10MWT, as well as a reduction in TUG time. Conclusion: An app with music-based RAS associated with a physical therapy protocol improved gait and functional mobility in the studied population.

keywords

Gerontology. Parkinson disease. Acoustic stimulation. Music. Gait. Smartphone.

referências

- ASHOORI, Aidin; EAGLEMAN, David; JANKOVIC, Joseph. Effects of auditory rhythm and music on gait disturbances in Parkinson's disease. *Frontiers of Neurology*, Lausanne, v. 6, n. 234, p. 1-11, 2015.
- BELLA, Simone Dalla; BENOIT, Charles-Etienne; FARRUGIA, Nicolas; SCHWARTZE, Michael; KOTZ, Sonja. Effects of musically cued gait training in Parkinson's disease: beyond a motor benefit. *Annals of the New York Academy of Sciences*, New York, v. 1337, p. 77-85, 2015.
- BELLA, Simone Dalla; DOTOV, Dobromir; BARDY, Benoît; COCK, Valérie Cochen de. Individualization of music-based rhythmic auditory cueing in Parkinson's disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*, New York, v. 1423, n. 1, p. 308-317, 2018.
- BOSO, Marianna; POLITI, Pierluigi; BARALE, Francesco; ENZO, Emanuele. Neurophysiology and neurobiology of the musical experience. *Functional Neurology*, Roma, v. 21, n. 4, p. 187-91, 2006.
- BRASIL. *Portaria conjunta nº 10, de 31 de outubro de 2017*. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/sas/2017/poc0010_09_11_2017.html. Acesso em: 4 fev. 2019.
- BRUCKI, Sônia; NITRINI, Ricardo; CARAMELLI, Paulo; BERTOLUCCI, Paulo; OKAMOTO, Ivan. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, São Paulo, v. 61, n. 3-B, p. 777-781, 2003.
- BUKOWSKA, Ana; KRĘŻAŁEK, Piotr; MIREK, Elżbieta; BUJAS, Przemysław; MARCHEWKA, Anna. Neurologic music therapy training for mobility and stability rehabilitation with Parkinson's disease: a pilot study. *Frontiers in Human Neuroscience*, Lausanne, v. 16, p. 1-14, 2016.
- CAPATO, Tamine; TORNAL, Juliana; ÁVILA, Patrícia; BARBOSA, Egberto Reis; PIEMONTE, Maria Elisa Pimentel. Randomized controlled trial protocol: balance training with rhythmic cues to improve and maintain balance control in Parkinson's disease. *BMC Neurology*, London, v. 15, n. 162, 2015.
- CLEMENTS-CORTES, Amy; BARTEL, Lee. Are we doing more than we know? Possible mechanisms of response to music therapy. *Frontiers in Medicine*, Lausanne, v. 5, p. 255, 2018.
- COCHEN DE COCK, Valérie; DOTOV, Dobromir; IHALAINEN, Petra; BÉGEL, Valentin. Rhythmic abilities and musical training in Parkinson's disease: do they help? *npj Parkinson's Disease*, New York, v. 4, n. 8, 2018.
- DALTON, Dayana; CRUICKSHANKS, Karen; KLEIN, Ronald; WILEY, Terry; NONDALH, David. The impact of hearing loss on quality of life in older adults. *The Gerontologist*, Auckland, v. 43, n. 5, p. 661-668, 2003.

ESPAY, Alberto; BARAM, Yoram; DWIVEDI, Alok Kumar; SHUKLA, Rakesh; GARTNER, Maureen; GAINES, Laura; DUKER, Andrew; REVILLA, Fredy. At-home training with closed-loop augmented-reality cueing device for improving gait in patients with Parkinson disease. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, United States, v. 47, n. 6, p. 573-582, 2010.

FOLSTEIN, Marshal; FOLSTEIN Susan; MCHUGH Paul. Mini-mental state: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, Oxford, v. 12, n. 3, p. 189-198, 1975.

GHAJ, Shashank; GHAJ, Ishan; SCHMITZ, Gerd; EFFENBERG, Alfred. Effect of rhythmic auditory cueing on parkinsonian gait: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, London, v. 8, n. 506, 2018.

HOEHN, Margaret; YAHR, Melvin. Parkinsonism: onset, progression and mortality. *Neurology*, United States, v. 17, n. 5, p. 427-442, 1967.

KADIVAR, Zahra; CORCOS, Daniel; FOTO, James; HONDZINSKI, Jan. Effect of step training and rhythmic auditory stimulation on functional performance in Parkinson patients. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, United States, v. 25, n. 7, p. 626-635, 2011.

KEUS, Samyra; HENDRIKS, Erik; BLOEM, Bas. Guidelines for physical therapy in patients with Parkinson's disease. *Dutch Journal of Physiotherapy*, Amersfoort, v. 114, n.3, p. 1-92, 2004.

KOSHIMORI, Yuko; THAUT, Michael. Future perspectives on neural mechanisms underlying rhythm and music based neurorehabilitation in Parkinson's disease. *Ageing Research Reviews*, Oxford, v. 47, p. 133-139, 2018.

LANG, Jesse; KASSAN, Thomas; DEVANEY, Laurie Lee; COLON-SEMENZA, Cristina; JOSEPH, Michael. Test-retest reliability and minimal detectable change for the 10-meter walk test in older adults with Parkinson's disease. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, United States, v. 16, n. 39, p. 165-170, 2016.

LEOW, Li-Ann; RINCHON, Cricia; GRAHN, Jessica. Familiarity with music increases walking speed in rhythmic auditory cuing. *Annals of the New York Academy of Sciences*, United States, v. 1337, n. 1, p. 53-61, 2015.

LIM, Inge; WEGEN, Erwin van; JONES, Diana; ROCHESTER, Lynn; NIEUWBOER, Alice; WILLEMS, Anne-Marie; BAKER, Katherine; HETHERINGTON, Vicki; KWAKKEL, Gert. Does cueing training improve physical activity in patients with Parkinson's disease? *Neurorehabilitation and Neural Repair*, New York, v. 24, n. 5, p. 469-477, 2010.

LIRANI-SILVA, Ellen; LORD, Sue; MOAT, Dionne; ROCHESTER, Lynn; MORRIS, Rosie. Auditory cueing for gait impairment in persons with Parkinson disease: a pilot study of changes in response with disease progression. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, United States, v. 43, n. 1, p. 50-55, 2019.

MARTINS, Núbia Isabela; CALDAS, Priscila Romão; CABRAL, Etenildo Dantas; LINS, Carla Cabral dos Santos Accioly; CORIOLANO, Maria das Graças Wanderley de Sales. Instrumentos de avaliação cognitiva utilizados nos últimos cinco anos em idosos brasileiros. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 7, p. 2513-2530, 2019.

MATSUMOTO, Luize; MAGALHÃES, Glaucia; ANTUNES, Gisele; TORRIANI-PASIN, Camila. Effect of rhythmic auditory cue on gait in patients with Parkinson's disease. *Revista Neurociências*, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 404-409, 2014.

MOON, Yaejin; SUNG, JongHun; AN, Ruopeng; HERNANDEZ, Manuel; SOSNOFF, Jacob. Gait variability in people with neurological disorders: a systematic review and meta-analysis. *Human Movement Science*, Amsterdam, v. 47, p. 197-208, 2016.

MORRIS, Meg; IANSEK, Robert; MATYAS, Thomas; SUMMERS, Jeffrey. The pathogenesis of gait hypokinesia in Parkinson's disease. *Brain*, Oxford, v. 117, n. 5, p. 1169-1181, 1994.

NIEUWBOER, Alice; KWAKKEL, Gert; ROCHESTER, Lynn; JONES, Diana. Cueing training in the home improves gait-related mobility in Parkinson's disease: the RESCUE trial. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, London, v. 78, n. 2, p. 134-140, 2007.

NOMBELA, Cristina; HUGHES, Laura; OWEN, Adrian; GRAHN, Jessica. Into the groove: can rhythm influence Parkinson's disease? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, United States, v. 37, n. 10, p. 2564-2570, 2013.

PIRES, Sara; FESTAS, Maria-José; SOARES, Teresa; AMORIM, Hugo; SANTOALHA, José; HENRIQUES, Ana; PARADA, Fernando. Pistas auditivas musicais na fisioterapia em grupo de doentes com Parkinson. *Arquivos de Medicina*, Porto, v. 28, n. 6, 2014.

PODSIADLO, Diane; RICHARDSON, Sandra. The timed "up & go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, United States, v. 39, n. 2, p. 142-148, 1991.

POLSTON, James; HEATHER, Rubbinaccio, MORRA, Joshua; SELL, Elizabeth; GLICK, Stanley. Music and methamphetamine: conditioned cue-induced increases in locomotor activity and dopamine release in rats. *Pharmacology, Biochemistry, and Behavior*, United States, v. 98, n. 1, p. 54-61, 2011.

PUNT, Michiel; BRUIJN, Sjoerd; WITTINK, Harriet; DIEËN, Jaap van. Effect of arm swing strategy on local dynamic stability of human gait. *Gait Posture*, Oxford, v. 41, n. 2, p. 504-509, 2015.

SCALZO, Paula Luciana; TEIXEIRA-JUNIOR, Antônio Lúcio. Participação dos núcleos da base no controle do tônus e da locomoção. *Fisioterapia em Movimento*, Curitiba, v. 22, n. 4, p. 595-603, 2009.

SILVA, Renato Alves da; GONDIM, Ihana Thaís Guerra de Oliveira; SOUZA, Caroline de Cássia Batista de; SILVA, Kássia Maria Clemente da; SILVA, Liliane Pereira da; CORIOLANO, Maria das Graças Wanderley de Sales. Treino do passo e da marcha com estimulação auditiva rítmica na doença de Parkinson: um ensaio clínico randomizado piloto. *Fisioterapia Brasil*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 5, p. 589-597, 2017.

SON, Hohee; KIM, Eunjung. Kinematic analysis of arm and trunk movements in the gait of Parkinson's disease patients based on external signals. *Journal of Physical Therapy Science*, Japan, v. 27, n. 12, p. 3783-3786, 2015.

SPAULDING, Sandi; BARBER, Brittany; COLBY, Morgan; CORMACK, Bronwyn; MICK, Tanya; JENKINS, Mary. Cueing and gait improvement among people with Parkinson's disease: a meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, United States, v. 94, n. 3, p. 562-570, 2013.

YAMASHITA, Fernanda Correa; SAITO, Tane Cristine; ALMEIDA, Isabela Andreilino de; BARBOZA, Natália Mariano; SANTOS, Suhaila Mahmoud Smaili. Efetividade da fisioterapia associada à musicoterapia na doença de Parkinson. *ConScientiae Saúde*, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 677-684, 2012.

ZAMPIER, Vinicius; VITÓRIO, Rodrigo; BERETTA, Victor; JAIMES, Diego; ORCIOLI-SILVA, Diego; SANTOS, Paulo; GOBBI, Lilian. Gait bradykinesia and hypometria decrease as arm swing frequency and amplitude increase. *Neuroscience Letters*, Amsterdam, v. 687, p. 248-252, 2018.

Recebido:12/04/2020

Aceito:30/05/2020