

*RESPOSTA DOS PARÂMETROS DO ANDAR
APÓS INTERVENÇÃO COM DICAS AUDITIVAS
RÍTMICAS EM IDOSOS COM DOENÇA DE
PARKINSON*

Tamires Vicente Silva¹
Diego Orcioli-Silva²
Victor Spiandor Beretta³
Lilian Teresa Bucken Gobbi⁴
Rodrigo Vitorio⁵

1 Graduada em Educação Física (licenciatura). Mestrado em Ciências da Motricidade. Doutoranda na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), no Laboratório de Biologia e Envelhecimento (LABEN), vinculado ao departamento de Ciências Fisiológicas. E-mail: tamiresvs@estudante.ufscar.br.

2 Graduado em Educação Física (licenciatura e bacharel). Mestre e Doutor em Ciências da Motricidade. Pesquisador de Pós-doutorado no Laboratório de Fisiologia Aplicada ao Esporte (LAFAE) na Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), campus Limeira. E-mail: diego_orcioli@hotmail.com.

3 Graduado em Educação Física (bacharel). Mestrado em Ciências da Motricidade. Doutorando em Ciências do Movimento na Universidade Estadual Paulista (UNESP) no campus de Rio Claro, vinculado ao Departamento de Educação Física. E-mail: victor_beretta@hotmail.com.

4 Graduada em Educação Física (licenciatura plena). Doutora em *Kinesiology*. Professora titular da Universidade Estadual Paulista (UNESP) campus de Rio Claro, vinculada ao Departamento de Educação Física. E-mail: lilian.gobbi@unesp.br.

5 Graduado em Educação Física (bacharel). Doutor em Ciências da Motricidade. Pesquisador da Northumbria University, vinculado ao departamento de Sport, Exercise and Rehabilitation (Reino Unido), e Docente Colaborador do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento da Universidade Estadual Paulista (UNESP). E-mail: rodrigo.vitorio@northumbria.ac.uk.

resumo

Introdução: os comprometimentos do andar em idosos com doença de Parkinson (DP) estão associados à elevada ocorrência de quedas e à redução dos níveis de independência. O objetivo do estudo foi comparar a resposta dos parâmetros do andar em idosos com doença de Parkinson (DP), durante, imediatamente após e até uma hora após o término de uma sessão de treinamento do andar com e sem dicas auditivas rítmicas, utilizando três ritmos diferentes para o grupo dica (10% abaixo da cadência preferida, cadência preferida e 10% acima) e um ritmo diferente para o grupo controle (velocidade usual de cada participante). Métodos: vinte e nove idosos foram aleatoriamente distribuídos em dois grupos: "controle" e "dica". As sessões de intervenção tiveram 30 minutos de duração e a diferença entre os grupos foi a utilização de dicas auditivas rítmicas oferecidas por um metrônomo no grupo dica. O andar foi avaliado antes, durante e até uma hora após a sessão de intervenção. Resultados: os grupos apresentaram desempenhos similares ao longo das avaliações, com aumento do comprimento do passo e redução da variabilidade da duração do passo. Conclusão: a sessão de intervenção com dicas auditivas rítmicas apresentou efeitos similares aos da sessão de treino sem dica para o andar de idosos com DP.

palavras-chave

Doenças neurodegenerativas. Ritmo. Dicas externas. Locomoção.

1 Introdução

Com o aumento da população idosa no mundo, houve um aumento nas doenças neurodegenerativas (LAUFER, 2005; LEE e GILBERT, 2016). Estudos apontam a doença de Parkinson (DP) como a segunda desordem neurodegenerativa mais comum, após a doença de Alzheimer, e seu surgimento apresenta relação com idade, com maiores taxas de incidência e prevalência a partir dos 50 anos (EEDEN *et al.*, 2003; LAUFER, 2005; LEE e GILBERT, 2016). No mundo há uma prevalência de 100 a 200 casos por 100.000 habitantes e, no Brasil, ela afeta 3,3% dos idosos acima de 64 anos, o que evidencia a relevância social de estudos com a população de idosos com DP (BARBOSA *et al.*, 2006).

A DP é caracterizada por uma degeneração gradativa dos neurônios dopaminérgicos localizados na substância negra, parte compacta, responsável pela

produção de dopamina. Dentre outras funções, a dopamina é um neurotransmissor regulador da atividade do córtex motor (SAITO *et al.*, 2000; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003; LEE; GILBERT, 2016). A diminuição de dopamina leva ao desequilíbrio da atividade inibitória/excitatória da circuitaria entre os núcleos da base e o córtex motor (SAITO *et al.*, 2000; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003; ASHOORI; EAGLEMAN; JANKOVIC, 2015). Os sinais motores da DP incluem: tremor em repouso, rigidez muscular, dificuldade de iniciar o movimento (acinesia), instabilidade postural, alterações no andar, dentre outros (FERNÁNDEZ-DEL OLMO; ARIAS; MAZAIRA, 2004; YANG *et al.*, 2008; LEE; GILBERT, 2016).

Alterações no andar são comuns em idosos com DP e estão associadas com maior risco de quedas nessa população (FASANO *et al.*, 2017). Idosos com DP demonstram maior variabilidade temporal, instabilidade postural e menor comprimento e velocidade da passada (FASANO *et al.*, 2017; WEISS *et al.*, 2014; LORD *et al.*, 2016; KLEINER *et al.*, 2018). Essas alterações afetam a realização das atividades diárias e contribuem para um maior nível de dependência e morbidade (ASHBURN *et al.*, 2008; FASANO *et al.*, 2017). Como a medicação específica para a DP melhora apenas parcialmente, os parâmetros do andar dos idosos e seus efeitos diminuem ao longo do tempo (JANKOVIC, 2015), terapias não farmacológicas e treinos específicos, como o uso de estímulos (dicas) sensoriais externos, devem ser vinculados ao tratamento para melhora do andar (ASHOORI; EAGLEMAN; JANKOVIC, 2015; BELLA *et al.*, 2015; RODGER; CRAIG, 2016; BELLA *et al.*, 2017).

As dicas auditivas rítmicas (DAR) têm sido amplamente utilizadas com o intuito de melhorar a ritmicidade do andar de pessoas com DP (ASHOORI; EAGLEMAN; JANKOVIC, 2015; BELLA *et al.*, 2015; DE ICCO *et al.*, 2015; RODGER; CRAIG, 2016; THAUT *et al.*, 2019). A aplicação de DAR consiste no andar sincronizado com batidas de uma música ou de um marcador de ritmo (ex.: metrônomo). Os pacientes são instruídos a realizar, durante o andar, o contato do pé com o chão no momento do estímulo auditivo, que geralmente é ajustado de acordo com a cadência do andar usual ($\pm 20\%$) de cada paciente (ASHOORI; EAGLEMAN; JANKOVIC, 2015; BELLA *et al.*, 2015; DE ICCO *et al.*, 2015; RODGER; CRAIG, 2016; THAUT *et al.*, 2019). A aplicação de DARs é comum em programas de exercício e/ou fisioterapia para pacientes com DP e pode promover a melhora no *timing* interno e em diferentes parâmetros do andar na DP, como comprimento do passo, variabilidade temporal dos passos e velocidade do andar (ASHOORI; EAGLEMAN; JANKOVIC, 2015; BELLA *et al.*, 2015; DE ICCO *et al.*, 2015; RODGER; CRAIG, 2016; THAUT *et al.*, 2019).

Uma explicação para tais melhorias é que os circuitos cerebelo-tálamo-corticais, que suportam a detecção e sincronização de eventos perceptivos regulares, são relativamente preservados na DP (BELLA *et al.*, 2015). Outra possibilidade é que as DAR ajudem os idosos com DP a desviar o controle do andar das vias comprometidas dos núcleos da base, com aumento da participação de regiões corticais, tais como a área motora suplementar, o córtex pré-motor e o córtex cingulado (ASHOORI; EAGLEMAN; JANKOVIC, 2015; FASANO *et al.*, 2017). Ainda, o feedback sensorio-motor oferecido pelas DAR contribui para a recalibração do *pace*⁶ interno (ASHOORI; EAGLEMAN; JANKOVIC, 2015). Estes circuitos seriam capazes de incorporar as DAR externas ao controle do andar e de favorecer um padrão motor com passos maiores e mais estáveis (NOMBELA *et al.*, 2013).

As pesquisas existentes sobre os efeitos de dicas DAR no andar de idosos com DP apresentam duas lacunas principais. Primeiro, as respostas dos parâmetros do andar ao longo de uma sessão de treinamento com DAR ainda não foram descritas. Segundo, não existem evidências sobre a duração dos efeitos após o término da sessão de treinamento. Informações dessa natureza podem contribuir para o delineamento de intervenções. Diante disto, o objetivo do estudo foi comparar a resposta dos parâmetros do andar de idosos com DP, durante, imediatamente após e até uma hora após o término de uma única sessão de treinamento do andar com e sem DAR.

1.1 Hipótese

Esperava-se que uma única sessão de treinamento do andar com DAR promovesse benefícios superiores para o andar dos idosos com DP em comparação com a sessão de treinamento do andar sem dica, especialmente em relação à redução da variabilidade do andar. Ainda, era esperado que os benefícios observados fossem mantidos em até uma hora após o fim da sessão de treino.

2 Materiais e método

2.1. Delineamento experimental

O desenho experimental consistiu em um ensaio clínico, controlado e randomizado, de uma única sessão de treino (com e sem dica auditiva rítmica).

6 *Pace*: ritmo do andar.

Todos os procedimentos foram realizados no Laboratório de Estudos da Postura e da Locomoção, da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Rio Claro. Os procedimentos experimentais descritos a seguir foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da referida Universidade (CAAE: 63969317.1.0000.5465). Após o consentimento, os idosos foram convidados a participar das avaliações e do treino descrito a seguir.

2.2 Participantes

Todos os participantes foram selecionados a partir do banco de dados do Laboratório de Estudos da Postura e da Locomoção (UNESP Rio Claro). Vinte e nove idosos com DP idiopática participaram desse estudo. Os participantes foram distribuídos randomicamente em dois grupos: o grupo controle (GC, n = 14), que participou da sessão de treino sem dicas rítmicas; e o grupo dica (GD, n = 15), que participou da sessão de treino com DAR. Para compor a amostra, os participantes deveriam estar entre os Estágios 1 e 3 da escala de HOEHN & YAHR (H&Y), fazer uso regular de medicamento específico para a doença e não apresentar episódios de *freezing* (HOEHN e YAHR, 1967; versão adaptada por SCHENKMAN *et al.*, 2001). Os critérios de exclusão estabelecidos foram: déficits cognitivos que prejudicassem o entendimento do protocolo de avaliação e das tarefas propostas, problemas auditivos e visuais não corrigidos e problemas músculo esqueléticos que impossibilitassem a realização do protocolo experimental.

2.3 Coleta de dados e sessões de treino

A coleta de dados incluiu avaliações clínicas, cognitivas e do andar, que foram realizadas no estado ON da medicação da DP (i.e., aproximadamente 60 minutos após a ingestão de uma dose da medicação). Cada participante realizou duas visitas ao local, sendo que na primeira visita foram realizadas as avaliações clínicas e cognitivas e, na segunda, a avaliação do andar (nos momentos antes, durante e após a sessão de treino).

2.4 Avaliação clínica e cognitiva (visita #1)

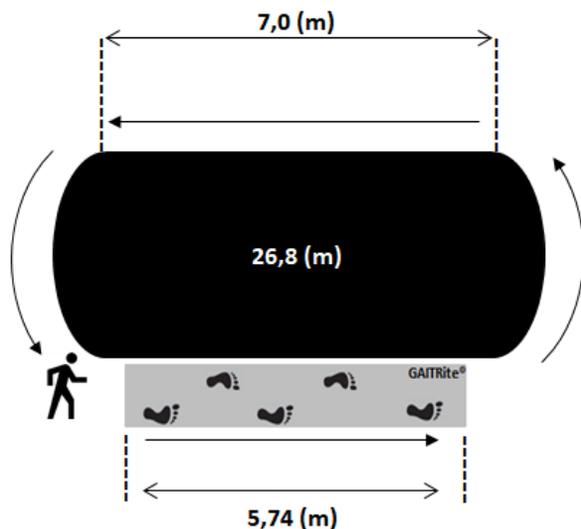
Os testes clínicos e cognitivos foram aplicados por um avaliador com formação em Educação Física e com experiência em pesquisas envolvendo os

testes descritos a seguir. O grau de comprometimento da doença e o estágio evolutivo da DP foram analisados por meio da *Unified Parkinson's Disease Rating Scale* (FAHN; ELTON, 1987) e pela escala de H&Y (HOEHN; YAHR, 1967; SCHENKMAN *et al.*, 2001), respectivamente. A função cognitiva global foi avaliada por meio do Mini Exame do Estado Mental (BRUCKI *et al.*, 2003). A memória foi avaliada por meio dos subtestes – Pares Verbais Associados da Escala Wechsler de Memória – Revisada – WMS-R (WECHSLER, 1997) e dígitos na ordem direta e indireta da Escala de Wechsler de Inteligência para Adultos – revisada WAIS-III (WECHSLER e NASCIMENTO, 2004). Ainda, foram avaliadas a atenção, por meio do teste de procurar símbolos de Wechsler (2004) e a função executiva, através dos testes do desenho do relógio – CLOX I (ROYALL; CORDES; POLK, 1998) e da versão modificada do teste Wisconsin de Classificação de Cartas - TWCC (NELSON, 1976).

2.5 Sessão de treino (visita #2)

A sessão de treino foi realizada em um circuito de 26,8 metros, com duas retas paralelas de sete metros, que possibilitou o andar contínuo durante as tentativas de prática (Figura 1).

Figura 1 – Circuito utilizado para a sessão de treino e a avaliação do andar.



Fonte: Elaborada pelos autores.

A sessão de treino com DAR teve foco na melhora do ritmo do andar, buscando diminuir a variabilidade temporal passo a passo, e teve a duração total de 31,5 minutos. Inicialmente, os participantes foram convidados a andar por 30 segundos ao redor do circuito em velocidade preferida para observação da cadência do andar obtida por meio do sistema GAITRite® (descrito na seção abaixo). As DAR foram oferecidas por meio de um metrônomo e personalizadas para cada indivíduo a partir da cadência do andar em velocidade preferida. A sessão de treino foi dividida em três blocos, sendo que cada bloco teve duração de 10,5 minutos. Cada bloco consistiu no andar com dicas em três diferentes ritmos: 10% abaixo da cadência preferida, cadência preferida e 10% acima da mesma (ROERDINK *et al.*, 2011). Os valores de modulação da cadência foram adotados porque o acoplamento ótimo entre o andar e as batidas do metrônomo é perdido quando valores mais extremos são adotados (ROERDINK *et al.*, 2011).

Nove tentativas de um minuto de duração da execução do andar com dicas foram realizadas em cada bloco. Além disso, em cada bloco foram realizados períodos de repouso de 30 segundos (sentado) a cada três tentativas. A ordem de apresentação das condições foi randomizada a cada três tentativas, sem a possibilidade de repetição de uma determinada condição de cadência em um mesmo conjunto de três tentativas.

Os participantes foram instruídos a andar no ritmo do metrônomo, buscando sincronizar o toque do calcanhar no solo com o momento de cada batida do metrônomo. O aplicativo Cifra Club (metrônomo gratuito) foi utilizado por meio de um celular para a sessão de treino. Um profissional de Educação Física forneceu feedback a todos os participantes de forma a facilitar a sincronização dos passos com as batidas do metrônomo. Para o GC, o número de tentativas e a duração da tentativa e do descanso foram os mesmos que os descritos para o GD. Porém, foi solicitado ao mesmo andar em velocidade preferida em todas as tentativas e blocos (sem dicas auditivas).

2.6 Avaliação do andar (visita #2)

Os participantes foram convidados a andar em velocidade preferida (e sem as dicas auditivas) pelo circuito durante 30 segundos. A avaliação do andar foi realizada para ambos os grupos nos seguintes momentos: antes (pré), após cada bloco da sessão de treino (pós-bloco1, pós-bloco2 e pós-bloco3) e após 5, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos do término da sessão de treino.

Um tapete com 5,74 metros de comprimento, com sensores de pressão com 200Hz (GAITRite®, CIR Systems Inc., Sparta, NJ, USA), foi posicionado

na área central de uma das retas do circuito para a aquisição dos parâmetros espaço-temporais do andar. Todos os passos registrados no carpete eletrônico durante os 30 segundos de cada momento da avaliação do andar foram considerados para o cálculo das variáveis dependentes nos domínios *pace*, ritmo, variabilidade, controle postural e assimetria (LORD *et al.*, 2013).

Os domínios compreendem as seguintes variáveis dependentes: *pace* (velocidade do passo, comprimento do passo, variabilidade da duração do passo, duração da fase de balanço do passo, duração da fase de apoio do passo), ritmo (duração do passo, duração da fase de balanço do passo, duração da fase de apoio do passo), variabilidade (variabilidade da velocidade do passo, variabilidade do comprimento do passo, variabilidade da largura do passo), controle postural (largura do passo e assimetria do comprimento do passo) e assimetria (assimetria da duração do passo, assimetria da duração da fase de balanço do passo, assimetria da duração da fase de apoio do passo).

2.7 Análise estatística

A estatística descritiva (média \pm desvio padrão) foi empregada para a apresentação das variáveis de caracterização dos grupos e das variáveis dependentes. O programa SPSS 18.0 (SPSS, Inc.) foi utilizado para o tratamento estatístico e o nível de significância foi mantido em 0,05 para todas as análises. Os testes de Shapiro Wilk e de Levene foram empregados para verificar a normalidade e a homogeneidade dos dados. Das 16 variáveis dependentes calculadas no presente estudo, 9 apresentaram distribuição não-normal. Dessa forma, os métodos de transformações aplicados foram: transformação pela raiz quadrada (assimetria da duração do passo, assimetria da duração da fase de balanço e assimetria da duração da fase de apoio), transformação logarítmica (variabilidade da velocidade do passo, variabilidade do comprimento do passo e variabilidade da largura do passo) e transformação pela décima potência (variabilidade da duração do passo, variabilidade da duração da fase de balanço e variabilidade da duração da fase de apoio).

Testes *t* para amostras independentes (idade, massa corporal e estatura) e testes *U* de Mann-Whitney (variáveis clínicas e cognitivas) foram empregados para a comparação entre os grupos (GC versus GD). As variáveis do andar foram analisadas por meio de ANOVAs *two-way* (2 grupos versus 11 momentos), com medidas repetidas para o último fator. Quando interação entre os fatores ou efeito principal de momento foram revelados, testes *post hoc* de Bonferroni ajustados (0,05 / número de comparações) foram utilizados.

3 Resultados

A Tabela 1 apresenta as variáveis de caracterização dos grupos e os valores de significância estatística da comparação entre os grupos. Nenhuma variável de caracterização apresentou diferença significativa entre os grupos. Para as variáveis clínicas, os grupos apresentaram acometimento geral da DP entre leve e moderado. Além disso, as variáveis cognitivas mostraram preservação da memória, atenção, função executiva e cognição global (Tabela 1).

A Tabela 2 apresenta os valores de média e desvio padrão das variáveis dependentes do andar de ambos os grupos em cada momento. A ANOVA evidenciou interação entre os fatores apenas para a velocidade do passo (Tabela 3). Porém, os testes *post hoc* não indicaram diferenças significativas nas comparações por pares. Efeito principal de momento foi evidenciado para comprimento do passo, duração do passo, duração da fase de apoio, variabilidade da duração do passo e largura do passo (Tabela 3, Figura 2). Ainda, foi evidenciada tendência de efeito principal de momento para a velocidade do passo.

Testes *post hoc* indicaram que, independente de grupo, os participantes apresentaram: maior comprimento do passo no momento pós-bloco3 do que no momento pré ($p < 0,005$); menor variabilidade da duração do passo nos momentos pós-bloco1 ($p < 0,001$), pós-10 minutos ($p = 0,001$), pós-40 minutos ($p < 0,001$), pós-50 minutos ($p < 0,001$) do que no momento *baseline*; maior largura do passo nos momentos pós-bloco1 ($p = 0,002$) e pós-bloco2 ($p = 0,007$) do que no momento pré.

Nenhum outro resultado significativo foi observado. Os valores estatísticos de todas as análises envolvendo variáveis dependentes (efeitos principais de momento e de grupo e interação entre os fatores grupo e momento) estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 1 – Caracterização dos grupos e valor de significância (p) da comparação entre os grupos.

Variáveis	GD (n=15)	GC (n=14)	Valor-p
Variáveis demográficas			
Sexo (M/F)	6/9	7/7	0,588
Massa corporal (kg)	71,3±12,52	71,4±11,54	0,983
Estatura (cm)	161,3±8,37	164,1±10,00	0,419
Idade (anos)	70,5±8,24	70,2 ± 9,93	0,941

Variáveis	GD (n=15)	GC (n=14)	Valor-p
Variáveis clínicas			
Hoehn & Yahr (estágio)	1,5=2; 2=7; 2,5=5; 3=1	1,5=0; 2=7; 2,5=4; 3=3	0,278
UPDRS I (pontos)	2,66±2,02	3,3±1,89	0,352
UPDRS II (pontos)	10,0±4,91	11,2±4,20	0,554
UPDRS III (pontos)	26,3±10,3	27,4±7,91	0,793
UPDRS TOTAL (pontos)	39,00±14,7	41,7±8,93	0,743
Cognição global			
MEEM (pontos)	27,73±1,75	27,92±1,70	0,505
Memória			
PVA fácil	3,66±0,62	3,57±0,64	0,628
PVA difícil	2,06±1,38	1,80±1,36	0,547
Função executiva			
CLOX I (pontos)	7,46±4,80	8,35±6,02	0,306
Categorias- TWCC	2,06±1,16	3,07±1,59	0,116
Erros perseverativos- TWCC	9,13±5,06	7,85±6,19	0,554
Falha no set- TWCC	0,73±0,96	0,57±0,75	0,734
Atenção			
PS acertos	20,3±8,24	20,2±9,85	0,497
PS erros	4,13±2,94	3,85±2,47	0,982

Fonte: Elaborada pelos autores.

Legenda: *Unified Parkinson's Disease Rating Scale* (UPDRS) – atividade mental, comportamento e humor (UPDRS I), atividade de vida diária (UPDRS II), exame das funções motoras (UPDRS III), complicações do tratamento (UPDRS total); Mini Exame do Estado Mental (MEEM); Pares Verbais Associados (PVA); Teste Wisconsin de Classificação de Cartas (TWCC); Procurando Símbolos (PS).

Tabela 2 – Valores de médias e desvios-padrão das variáveis dependentes do andar de ambos os grupos em cada momento.

Características do andar	Pré		Pós-bloco 1		Pós-bloco 2		Pós-bloco 3	
	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC
Pace								
Velocidade do passo (cm/s)	108,4±19,9	108,0±21,3	107,9±16,2	112,0±23,0	106,4±17,0	112,6±23,0	105,4±19,5	113,1±23,6
Comprimento do passo (cm)	54,9±8,43	55,2±10,0	55,5±7,37	56,6±10,4	55,3±7,49	57,8±10,3	55,3±8,53	57,8±10,8
Variabilidade da duração do passo (s)	0,67±0,02	0,68±0,03	0,65±0,02	0,65±0,39	0,67±0,02	0,65±0,04	0,68±0,05	0,66±0,04
Variabilidade da fase de balanço (s)	0,67±0,04	0,67±0,03	0,65±0,02	0,66±0,05	0,68±0,05	0,66±0,05	0,68±0,06	0,66±0,05
Variabilidade da fase de suporte (s)	0,68±0,05	0,67±0,03	0,66±0,02	0,68±0,04	0,69±0,04	0,67±0,06	0,70±0,07	0,67±0,05
Ritmo								
Duração do passo (s)	0,51±0,05	0,51±0,02	0,51±0,05	0,50±0,03	0,52±0,05	0,50±0,03	0,53±0,05	0,51±0,30
Duração da fase de balanço (s)	0,37±0,03	0,37±0,03	0,38±0,03	0,36±0,03	0,38±0,03	0,37±0,35	0,38±0,03	0,37±0,03
Duração da fase de apoio (s)	0,64±0,08	0,65±0,03	0,65±0,06	0,64±0,04	0,66±0,07	0,65±0,05	0,67±0,08	0,64±0,05
Assimetria								
Assimetria da duração do passo (s)	0,12±0,04	0,15±0,08	0,10±0,03	0,11±0,08	0,13±0,05	0,13±0,08	0,14±0,80	0,13±0,07
Assimetria da duração da fase de balanço(s)	0,11±0,06	0,13±0,06	0,08±0,04	0,13±0,06	0,11±0,05	0,10±0,04	0,13±0,07	0,10±0,06

Assimetria da duração da fase de apoio (s)	0,12±0,06	0,13±0,06	0,09±0,03	0,13±0,05	0,12±0,05	0,11±0,04	0,13±0,07	0,10±0,07
Variabilidade								
Variabilidade da velocidade do passo (cm/s)	0,85±0,17	0,87±0,14	0,81±0,12	0,80±0,17	0,85±0,13	0,82±0,14	0,91±0,21	0,82±0,14
Variabilidade do comprimento do passo (cm)	0,50±0,11	0,58±0,18	0,50±0,10	0,55±0,12	0,47±0,10	0,53±0,15	0,49±0,14	0,58±0,12
Variabilidade da largura do passo (cm)	0,47±0,09	0,44±0,08	0,45±0,08	0,45±0,08	0,44±0,07	0,48±0,13	0,45±0,10	0,44±0,10
Controle postural								
Largura do passo (cm)	8,79±2,23	8,83±4,48	9,64±2,42	9,35±2,42	9,44±2,65	9,47±4,61	9,74±2,50	9,12±4,86
Assimetria do comprimento do passo (cm)	2,11±1,11	3,59±3,13	1,82±1,52	2,52±2,38	1,90±1,37	2,61±2,96	2,42±1,87	3,30±3,26

Características do andar	5 minutos		10 minutos		20 minutos		30 minutos	
	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC
Pace								
Velocidade do passo (cm/s)	105,2±18,0	111,1±22,1	106,2±17,2	111,8±23,1	104,2±16,4	111,0±21,6	105,5±14,4	110,4±22,1
Comprimento do passo (cm)	54,6±8,21	56,1±10,2	54,6±7,71	56,2±10,5	53,9±6,91	56,2± 9,96	54,3±7,24	55,7±9,92
Variabilidade da duração do passo (s)	0,67±0,03	0,66±0,05	0,66±0,02	0,65±0,47	0,66±0,02	0,67±0,04	0,66±0,02	0,66±0,03
Variabilidade da duração da fase de balanço (s)	0,66±0,02	0,67±0,05	0,66±0,04	0,65±0,37	0,66±0,23	0,67±0,07	0,65±0,02	0,67±0,39
Variabilidade da duração da fase de suporte (s)	0,68±0,04	0,68±0,05	0,68±0,46	0,65±0,04	0,66±0,02	0,68±0,06	0,67±0,02	0,67±0,04
Ritmo								
Duração do passo (s)	0,52±0,05	0,50±0,02	0,51±0,05	0,50±0,03	0,52±0,06	0,50±0,03	0,51±0,04	0,50±0,02
Duração da fase de balanço (s)	0,38±0,03	0,36±0,03	0,37±0,03	0,37±0,03	0,38±0,03	0,36±0,03	0,38±0,03	0,37±0,02
Duração da fase de suporte (s)	0,66±0,07	0,64±0,03	0,65±0,07	0,63±0,04	0,66±0,08	0,64±0,04	0,65±0,06	0,64±0,04
Assimetria								
Assimetria da duração do passo (s)	0,12±0,05	0,12±0,03	0,11±0,46	0,11±0,08	0,12±0,05	0,14±0,08	0,13±0,03	0,12±0,07
Assimetria da duração da fase de balanço (s)	0,11±0,05	0,14±0,08	0,10±0,06	0,11±0,07	0,11±0,03	0,11±0,07	0,11±0,03	0,12±0,05
Assimetria da duração da fase de suporte (s)	0,11±0,05	0,14±0,10	0,10±0,05	0,10±0,08	0,10±0,05	0,11±0,08	0,11±0,03	0,10±0,07

Características do andar	5 minutos		10 minutos		20 minutos		30 minutos	
	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC
Variabilidade								
Variabilidade da velocidade do passo (cm/s)	0,83±0,14	0,85±0,18	0,81±0,10	0,79±0,13	0,82±0,12	0,80±0,14	0,80±0,15	0,86±0,16
Variabilidade do comprimento do passo (cm)	0,50±0,11	0,57±0,14	0,47±0,93	0,57±0,15	0,48±0,09	0,52±0,15	0,45±0,12	0,59±0,14
Variabilidade da largura do passo (cm)	0,45±0,09	0,50±0,15	0,45±0,08	0,43±0,12	0,49±0,11	0,48±0,10	0,45±0,07	0,50±0,14
Controle postural								
Largura do passo (cm)	9,39±2,49	9,35±4,59	9,45±2,56	9,53±4,90	9,04±2,58	9,19±4,47	8,96±2,60	9,15±4,13
Assimetria do comprimento do passo (cm)	1,86±1,41	4,01±3,47	2,09±1,26	3,66±4,01	1,81±1,65	3,41±3,28	1,94±1,61	3,84±2,10

Características do andar	40 minutos		50 minutos		60 minutos	
	GD	GC	GD	GC	GD	GC
Pace						
Velocidade do passo (cm/s)	105,5±15,4	109,0±23,3	107,8±13,6	112,5±23,1	106,8±15,5	114,0±21,7
Comprimento do passo (cm)	54,1±7,12	55,2±10,3	55,1±6,81	56,9±10,6	54,9±7,70	56,8±9,75
Variabilidade da duração do passo (s)	0,67±0,18	0,65±0,04	0,66±0,02	0,65±0,05	0,68±0,03	0,66±0,04
Variabilidade da duração da fase de balanço (s)	0,66±0,02	0,66±0,04	0,66±0,04	0,66±0,05	0,66±0,04	0,66±0,06
Variabilidade da duração da fase de suporte (s)	0,67±0,02	0,67±0,04	0,67±0,05	0,66±0,50	0,68±0,05	0,68±0,06
Ritmo						
Duração do passo (s)	0,51±0,05	0,50±0,03	0,51±0,04	0,50±0,03	0,51±0,04	0,50±0,03
Duração da fase de balanço (s)	0,40±0,03	0,30±0,03	0,40±0,03	0,37±0,03	0,40±0,03	0,36±0,02
Duração da fase de suporte (s)	0,65±0,07	0,65±0,05	0,65±0,06	0,64±0,04	0,65±0,06	0,63±0,05
Assimetria						
Assimetria da duração do passo (s)	0,13±0,03	0,11±0,08	0,11±0,04	0,12±0,08	0,13±0,05	0,12±0,07
Assimetria da duração da fase de balanço (s)	0,10±0,05	0,09±0,08	0,11±0,04	0,13±0,07	0,11±0,05	0,10±0,08
Assimetria da duração da fase de suporte (s)	0,11±0,04	0,10±0,07	0,11±0,05	0,13±0,07	0,10±0,04	0,12±0,07
Variabilidade						
Variabilidade da velocidade do passo (cm/s)	0,82±0,14	0,81±0,10	0,79±0,13	0,74±0,15	0,83±0,19	0,80±0,17
Variabilidade do comprimento do passo (cm)	0,48±0,12	0,55±0,15	0,45±0,13	0,51±0,16	0,45±0,12	0,53±0,15

Características do andar	40 minutos		50 minutos		60 minutos	
	GD	GC	GD	GC	GD	GC
Variabilidade da largura do passo (cm)	0,49±0,13	0,48±0,11	0,44±0,09	0,43±0,11	0,42±0,09	0,47±0,09
Controle postural						
Largura do passo (cm)	9,03±2,79	9,27±4,88	8,85±2,83	8,73±4,83	8,74±2,52	8,57±4,55
Assimetria do comprimento do passo (cm)	1,83±1,77	3,35±3,53	1,71±1,66	3,37±2,98	1,86±1,27	3,21±2,96

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nota: Os valores reportados para as variáveis que passaram por transformação são os valores transformados.

Tabela 3 – Valores estatísticos da ANOVA para cada variável dependente do andar.

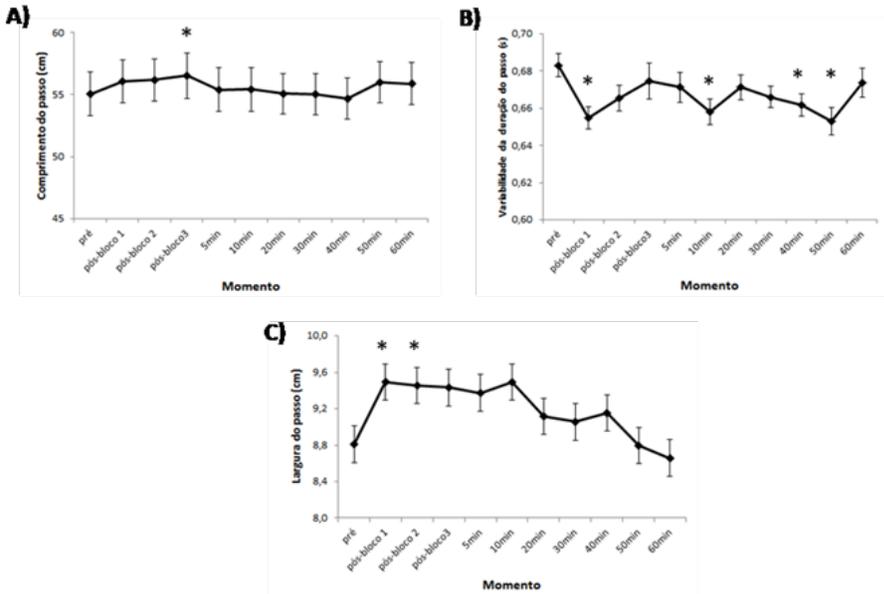
Características do andar	Grupo	Momento	Grupo*Momento
Pace			
Velocidade do passo	F= 0,475; p = 0,497	F= 1,856; p = 0,052 ¹	F= 1,935; p = 0,041*
Comprimento do passo	F= 0,214; p = 0,647	F= 4,886; p < 0,001*	F= 1,329; p = 0,215
Variabilidade da duração do passo	F= 0,463; p = 0,503	F= 3,646; p < 0,001*	F= 1,332; p = 0,214
Variabilidade da duração da fase de balanço	F= 0,056; p = 0,816	F= 0,443; p = 0,924	F= 0,642; p = 0,777
Variabilidade da duração da fase de suporte	F= 0,187; p = 0,669	F= 0,913; p = 0,521	F= 1,167; p = 0,314

Características do andar	Grupo	Momento	Grupo*Momento
Ritmo			
Duração do passo	F= 0,507; p = 0,483	F= 2,157; p = 0,021*	F= 1,170; p = 0,311
Duração da fase de balanço	F= 0,810; p = 0,377	F= 0,792; p = 0,636	F= 0,819; p = 0,611
Duração da fase de suporte	F= 0,294; p = 0,592	F= 2,286; p = 0,014*	F= 1,540; p = 0,126
Assimetria			
Assimetria da duração do passo	F= 0,005; p = 0,944	F= 1,316; p = 0,222	F= 0,831; p = 0,599
Assimetria da duração da fase de balanço	F= 0,219; p = 0,644	F= 1,133; p = 0,338	F= 1,370; p = 0,195
Assimetria da duração da fase de suporte	F= 0,099; p = 0,755	F= 0,892; p = 0,541	F= 1,476; p = 0,149
Variabilidade			
Variabilidade da velocidade do passo	F= 0,132; p = 0,720	F= 1,544; p = 0,124	F= 0,678; p = 0,744
Variabilidade do comprimento do passo	F= 3,350; p = 0,079	F= 1,743; p = 0,072	F= 0,774; p = 0,653
Variabilidade da largura do passo	F= 0,110; p = 0,743	F= 1,721; p = 0,076	F= 1,149; p = 0,326
Controle postural			
Largura do passo	F= 0,001; p = 0,974	F= 3,427; p <0,001*	F= 0,555; p = 0,849
Assimetria do comprimento do passo	F= 2,750; p = 0,110	F= 1,701; p = 0,081	F= 1,354; p = 0,202

Fonte: Elaborada pelos autores.

*: indica diferença significativa; t: tendência

Figura 2 – Médias e desvios-padrão do efeito principal de momento observado para comprimento do passo (A), variabilidade da duração do passo (B) e largura do passo (C).



Fonte: Elaborada pelos autores.

* indica diferença significativa em relação ao momento baseline.

4 Discussão

O presente estudo investigou se a aplicação de DAR em uma sessão de treino de marcha promove efeitos superiores (durante e até uma hora após a intervenção) sobre os parâmetros do andar de idosos com DP quando comparada com uma sessão sem DAR. Os grupos, que treinaram com e sem DAR, apresentaram desempenhos similares ao longo das avaliações, com alterações significativas entre as avaliações para comprimento do passo, variabilidade da duração do passo e largura do passo. Estes resultados sugerem que a sessão de treino com DAR não apresentou efeitos superiores à sessão de treino sem dica, o que não confirma a hipótese do estudo. Cabe também ressaltar que as melhoras observadas com as sessões de treino foram pequenas (o comprimento do passo aumentou 2,7% após o bloco3 e a variabilidade da duração do passo diminuiu 4,4% após 50 minutos). Os aspectos que podem explicar a rejeição da hipótese do presente estudo são discutidos a seguir.

A experiência prévia com música e/ou ritmo por parte dos idosos com DP pode interferir na incorporação e na aderência da DAR durante o treinamento. Por exemplo, estudos anteriores mostraram que idosos com DP sem experiência prévia com DAR podem não se beneficiar de um treinamento com DAR (BELLA *et al.*, 2017; DOTOV *et al.*, 2017; DAUVERGNE *et al.*, 2018). O estudo de Bella e colaboradores (2017) testou a influência da capacidade de sincronizar movimentos às DAR (tarefa de toque ritmado dos dedos) nos efeitos observados no andar de participantes com DP. Os efeitos das DAR no andar foram bastante variados entre os participantes, sendo que alguns participantes melhoraram enquanto outros pioraram o andar após um treino com dicas rítmicas (BELLA *et al.*, 2017). Os autores também identificaram que a resposta positiva às DAR no andar foi predita pelo desempenho na tarefa de sincronização de movimentos dos dedos às dicas rítmicas (BELLA *et al.*, 2017; BELLA *et al.*, 2018; BÉGEL *et al.*, 2018).

A presença de três ritmos diferentes na mesma sessão de treino com DAR pode ter dificultado a incorporação dos benefícios do ritmo para o andar usual (a avaliação foi feita sem as dicas). O uso de uma única cadência poderia ter favorecido benefícios de uma sessão de treino no andar por não necessitar diferentes ajustes no ritmo durante o mesmo, possibilitando a diminuição da variabilidade do andar (CHAWLA *et al.*, 2020).

Tanto a sessão de treino com aplicação de DAR como a sessão sem DAR promoveram mudanças no andar de idosos com DP. Observamos aumento do comprimento do passo no momento pós-bloco3 e redução da variabilidade da duração do passo nos momentos pós-bloco1, pós-10 minutos, pós-40 minutos e pós-50 minutos em relação ao momento *baseline*. Estes resultados sugerem que uma única sessão de treino de caminhada, com ou sem dica rítmica, pode contribuir para a melhora do andar na DP. Cabe destacar que os parâmetros melhorados têm sido considerados alvos de pesquisadores e terapeutas por estarem associados com o risco de quedas na DP – pacientes com reduzido comprimento de passo e grande variabilidade passo a passo apresentam maior risco de quedas (WARLOP *et al.*, 2016; FASANO *et al.*, 2017).

Apesar de estatisticamente significativas, as melhoras observadas com as sessões de treino foram pequenas em magnitude (2,7% a 4,4%). Portanto, os resultados do presente estudo devem ser interpretados com cautela. É possível que maiores benefícios sejam obtidos com maior número de seções de treino e com progressão de ritmo em treinamento com a DAR. Além disso, as melhoras observadas com as sessões de treino apresentaram diferentes retenções. Enquanto o aumento do comprimento do passo foi observado apenas

no momento imediatamente após o fim da sessão (pós-bloco3), a redução da variabilidade da duração do passo durou até 50 minutos após o fim da sessão.

A principal limitação do presente estudo foi a ausência de uma avaliação de habilidades temporais sensório-motoras. É possível que experiência prévia com habilidades rítmicas influencie a resposta de parâmetros do andar às dicas rítmicas na DP. Atualmente, a literatura vem explorando testes e jogos que avaliam habilidades de percepção de tempo e *timing* sensório-motor em idosos com DP (BELLA *et al.*, 2017; BELLA *et al.*, 2018; DAUVERGNE *et al.*, 2018). Testes desta natureza podem indicar, previamente à intervenção, se um indivíduo deve ou não ser direcionado para um programa envolvendo DAR. Idosos com DP e com dificuldades na percepção do ritmo podem não se beneficiar de um treino com dicas rítmicas e, portanto, devem receber outro tipo de intervenção ou treinar a percepção do ritmo antes de um subsequente treino com dicas rítmicas.

O presente estudo avança o conhecimento sobre os efeitos de DAR no andar de idosos com DP e sugere que estudos futuros considerem a individualidade biológica dos indivíduos, buscando destacar características que são responsivos ou não a esse tipo de treinamento (BELLA *et al.*, 2017; BELLA *et al.*, 2018; DAUVERGNE *et al.*, 2018; CHAWLA *et al.*, 2020).

5 Conclusão

Uma única sessão de treino com DAR não apresentou efeitos superiores aos da sessão de treino sem dicas para o andar de idosos com DP. Benefícios similares no comprimento do passo e na variabilidade da duração do passo foram observados em ambas as sessões de treino. Portanto, uma sessão única de treino, com ou sem DAR, pode ser utilizada para melhorar os padrões do andar em idosos com DP.

RESPONSE OF GAIT PARAMETERS AFTER INTERVENTION WITH RHYTHMIC AUDITORY CUES IN OLDER PEOPLE WITH PARKINSON'S DISEASE

abstract

Introduction: Gait impairments in older people with Parkinson's disease (PD) are associated with a high occurrence of falls and reduced levels of patients' independence. The objective of the study was to compare the response of gait parameters in older people with Parkinson's disease (PD), during, immediately after, and up to 1h after the end of a single locomotion training session with and without rhythmic auditory cues, using 3 different rhythms for the tip group (10% below the preferred cadence, preferred cadence and 10% above) and 1 different rhythm for the control group (usual speed of each participant). Materials and method: 29 older people were randomly assigned to two groups: Control and "Cue". The intervention sessions lasted 30 minutes and the difference between the groups was the use of rhythmic auditory cues offered by a metronome in the Cue group. Gait was assessed before, during, and up to 1 hour after the intervention session. Results: The groups showed similar performances throughout the assessments, with increased step length and reduced step time variability in response to the intervention (compared to the baseline assessment). Conclusion: The intervention session with rhythmic auditory cues had similar effects on gait as the session without cues in older people with PD.

key words

Neurodegenerative diseases. Rhythm. External cues. Locomotion.

referências

- ASHBURN, A. *et al.* The circumstances of falls among people with Parkinson's disease and the use of Falls Diaries to facilitate reporting. *Disability and Rehabilitation*, [s. l.], v. 30, n. 16, p. 1205-1212, 2008.
- ASHOORI, A.; EAGLEMAN, D. M.; JANKOVIC, J. Effects of auditory rhythm and music on gait disturbances in Parkinson's disease. *Frontiers in Neurology*, New York, v. 6, p. 234, 2015.
- BARBOSA, M. T. *et al.* Parkinsonism and Parkinson's Disease in the Elderly: A Community-Based Survey in Brazil (the Bambuí Study). *Movement Disorders*, Belo Horizonte, v. 21, n. 6, p. 800-808, 2006.
- BÉGEL, V. *et al.* Test-retest reliability of the battery for the assessment of auditory sensorimotor and timing abilities (BAASTA). *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, [s. l.], v. 61, n. 6, p. 395-400, 2018.
- BELLA, S. D. *et al.* Effects of musically cued gait training in Parkinson's disease: beyond a motor benefit. *Annals of The New York Academy of Sciences*, Montpellier, v. 1337, n. 1, p. 77-85, 2015.
- BELLA, S. D. *et al.* Gait improvement via rhythmic stimulation in Parkinson's disease is linked to rhythmic skills. *Scientific Reports*, [s. l.], v. 7, p. 42005, 2017.
- BELLA, S. *et al.* Individualization of music-based rhythmic auditory cueing in Parkinson's disease. *Annals of The New York Academy of Sciences*, [s. l.], v. 1423, n. 1, p. 308-317, 2018.
- BRUCKI, S. M. D. *et al.* Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, São Paulo, v. 61, n. 3, p. 777-781, 2003.
- CHAWLA, G. *et al.* Individuals with Parkinson's disease retain spatiotemporal gait control with music and metronome cues. *Motor Control*, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 33-43, 2020.
- DAUVERGNE, C. *et al.* Home-based training of rhythmic skills with a serious game in Parkinson's disease: usability and acceptability. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, Montreal, v. 61, n. 6, p. 380-385, 2018.
- DE ICCO, R. *et al.* Acute and Chronic Effect of Acoustic and Visual Cues on Gait Training in Parkinson's Disease: a randomized, controlled study. *Parkinson's Disease*, Pavia, v. 2015, p. 978590, 2015.
- DOTOV, D. G. *et al.* Biologically-variable rhythmic auditory cues are superior to isochronous cues in fostering natural gait variability in Parkinson's disease. *Gait & Posture*, Ciudad de México, v. 51, p. 64-69, 2017.
- EEDEN, S. K. V. D. *et al.* Incidence of Parkinson's Disease: variation by age, gender, and race/ethnicity. *American Journal of Epidemiology*, Oakland, v. 157, n. 11, p. 1015-1022, 2003.
- FAHN, S.; ELTON, R. Members of the UPDRS. Development Committee. The Unified Parkinson's disease rating scale. In: FAHN, S. *et al.* *Recent Developments in Parkinson's Disease*. New Jersey: Mcmillan Health Care Information, 1987. p.153-163. (V. 2).
- FASANO, A. *et al.* Falls in Parkinson's Disease: A Complex and Evolving Picture. *Movement Disorders*, Toronto, v. 32, n. 11, p. 1524 - 1536, 2017.

FERNÁNDEZ-DEL OLMO, M.; ARIAS, R. P. MAZAIRA, F. J. C. Facilitación de la actividad motora por estímulos sensoriales en la enfermedad de Parkinson [Motor activity enablement by sensory stimuli in Parkinson's disease]. *Revista de Neurología*, [s. l.], v. 39, n. 9, p. 7-841, 2004.

HOEHN, M. M.; YAHR, M. D. Parkinsonism: onset, progression, and mortality.: onset, progression, and mortality. *Neurology*, [s. l.], v. 17, n. 5, p. 427-427, May 1967.

JANKOVIC, J. Gait Disorders. *Neurologic Clinics*, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 249-268, 2015.

KLEINER, A. F. R. *et al.* Analyzing gait variability and dual-task interference in patients with Parkinson's disease and freezing by means of the word-color Stroop test. *Aging clinical and experimental research*, [s. l.], v. 30, n. 9, p. 1137-1142, 2018.

LAUFER, Y. Effect of Age on Characteristics of Forward and Backward Gait at Preferred and Accelerated Walking Speed. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, [s. l.], v. 60, n. 5, p. 627-632, 2005.

LEE, A.; GILBERT, R. M. Epidemiology of Parkinson Disease. *Neurologic Clinics*. [s. l.], v. 34, n. 4, p. 955-965, 2016.

LORD, S. *et al.* Independent Domains of Gait in Older Adults and Associated Motor and Nonmotor Attributes: validation of a factor analysis approach. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, Newcastle Upon Tyne, v. 68, n. 7, p. 820-827, 2013.

LORD, S. *et al.* Predicting first fall in newly diagnosed Parkinson's disease: insights from a fall-naïve cohort. *Movement Disorders*, Newcastle Upon Tyne, v. 31, n. 12, p. 1829-1836, 2016.

NELSON, H. E. A Modified Card Sorting Test Sensitive to Frontal Lobe Defects. *Cortex*, [s. l.], v. 12, n. 4, p. 313-324, 1976.

NOMBELA, C. *et al.* Into the groove: Can rhythm influence Parkinson's disease? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, [s. l.], v. 37, n. 10, p. 2564-2570, 2013.

RODGER, M. W. M.; CRAIG, C. M. Beyond the Metronome: auditory events and music may afford more than just interval durations as gait cues in Parkinson's disease. *Frontiers in Neuroscience*, [s. l.], v. 10, p. 272, 2016.

ROERDINK, M. *et al.* Walking to the beat of different drums: practical implications for the use of acoustic rhythms in gait rehabilitation. *Gait & Posture*, Netherland, v. 33, n. 4, p. 690-694, 2011.

ROYALL, D. R.; CORDES, J. A.; POLK, M. CLOX: an executive clock drawing task. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, [S. l.], v. 64, n. 5, p. 588-594, 1998.

SAITO, M. *et al.* Autosomal recessive juvenile parkinsonism. *Brain and Development*, Japão, v. 22, p. S115-117, set. 2000.

SCHENKMAN, M. L. *et al.* Spinal movement and performance of standing reach task in participants with and without Parkinson's disease. *Physical Therapy*, [s. l.], v. 81, n. 8, p.1400-1411, 2001.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M.H. *Controle motor: Teoria e Aplicações práticas*. [S. l.]: Ed. Manole, 2003.

THAUT, M. H. *et al.* Rhythmic auditory stimulation for reduction of falls in Parkinson's disease: a randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation*, Toronto, v. 33, n. 1, p. 34-43, 2019.

WARLOP, T. *et al.* Temporal organization of stride duration variability as a marker of gait instability in Parkinson's disease. *Journal of Rehabilitation Medicine*, [s. l.], v. 48, n. 10, p. 865-871, 2016.

WEISS, A. *et al.* Objective Assessment of Fall Risk in Parkinson's Disease Using a Body-Fixed Sensor Worn for 3 Days. *Plos One*, [s. l.], v. 9, n. 5, p. 96675, 2014.

WECHSLER, D. *The Wechsler Memory Scale: III Revised (Manual)*. Texas: Psychological Corporation, 1997.

WECHSLER, D. *WAIS-III: Escala de Inteligência Wechsler para Adultos (Manual/ David Wechsler)*. Tradução de Maria Cecília de Vilhena Moraes Silva. Adaptação e padronização de uma amostra brasileira Elizabeth do Nascimento. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2004.

YANG, Y. R. *et al.* Relationships between gait and dynamic balance in early Parkinson's disease. *Gait & Posture*, Taiwan, v. 27, n. 4, p. 611-615, 2008.

Data de Submissão: 16/04/2020

Data de Aprovação: 14/10/2021