

## Efeitos do exercício físico de dupla tarefa sobre a instabilidade postural e parâmetros respiratórios em pacientes com doença de Parkinson

### Effects of dual-task exercise on postural instability and respiratory parameters in patients with Parkinson's disease

Hérica Salvaro Fernandes<sup>1</sup> , Talita Tuon<sup>2</sup> , Miguel Rosado<sup>1</sup> , Paulo Roberto Lino<sup>1</sup> ,  
Ricardo Aurinho Pinho<sup>3</sup> 

1. Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, SC, Brasil
2. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil
3. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

#### RESUMO

**Introdução:** A doença de Parkinson (DP) apresenta alterações fisiológicas que comprometem o comportamento físico diário do paciente alterando a instabilidade postural bem como agravos sobre o sistema respiratório. **Objetivo:** o objetivo do presente estudo foi verificar a qualidade de vida e os efeitos do exercício físico de dupla tarefa sobre a instabilidade postural e parâmetros respiratórios em pacientes com doença de Parkinson. **Métodos:** Quatorze pacientes com DP foram submetidos a exercícios de dupla-tarefa (vestibulares e respiratórios), 3 vezes por semana e duração de 45 minutos por um período de 60 dias. Indicadores de qualidade de vida, estadiamento da doença, respiratórios, aptidão física e parâmetros vestibulares foram avaliados antes e quarenta e oito horas após o período de intervenção. **Resultado:** Os indicadores de qualidade de vida de pacientes com DP como mobilidade, atividade de vida diária, bem-estar emocional, estigma, cognição, comunicação e desconforto corporal apresentaram diferença estatisticamente significativa quando comparadas aos dados basais. Dados de função pulmonar, de aptidão de física e do sistema vestibular, apresentaram melhora após o programa de intervenção. **Conclusão:** Os resultados obtidos sugerem que os efeitos do exercício físico de dupla tarefa em pacientes com DP exercem efeitos positivos sobre aspectos comportamentais e funcionais implicados na qualidade de vida de pacientes com DP, contribuem para a regulação do sistema vestibular.

**Palavras-chave:** doença de Parkinson; exercício físico; força muscular; equilíbrio; respiração.

#### ABSTRACT

**Introduction:** Parkinson's disease presents physiological changes that compromise the patient's daily physical behavior, altering postural instability as well as injuries on the respiratory system. **Objective:** The aim of the present study was to verify the quality of life and the effects of dual-task exercise on postural instability and respiratory parameters in patients with Parkinson's disease. **Methods:** Fourteen patients underwent dual-task exercises (vestibular and respiratory), 3 times a week and lasting 45 minutes for a period of 60 days. Quality of life, disease staging, respiratory indicators, physical fitness and vestibular parameters were evaluated before and 48 hours after the intervention period. **Results:** The quality of life indicators, such as mobility, activity of daily living, emotional well-being, stigma, cognition, communication and body discomfort, showed a statistically significant difference when compared to baseline data. Lung function, physical fitness and vestibular system data showed improvement after the intervention program. **Conclusion:** The results obtained suggest that the effects of dual-task physical exercise in PD patients with Parkinson's disease have positive effects on behavioral and functional aspects involved in the quality of life, contributing to the regulation of the vestibular system.

**Keywords:** parkinson's disease; physical exercise; muscle strength; balance; breath.

Recebido em 9 de abril de 2020; Aceito em 20 de julho de 2020.

Correspondência: Talita Tuon, Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Unidade Mato Alto, Rua Pedro João Pereira, 150 Mato Alto 88905-120 Araranguá SC, talitatuon@gmail.com

## Introdução

A doença de Parkinson (DP) é uma doença neurodegenerativa progressiva lenta e irreversível, com prevalência estimada em 1 a 3 % na população mundial com idade acima de 55 anos, sendo sua principal característica neuropatológica a perda de neurônios dopaminérgicos [1,2]. A redução dos neurônios dopaminérgicos pode estar associada a diferentes mecanismos, incluindo estresse oxidativo, excitotoxicidade, distúrbio homeostático do cálcio, inflamação, fatores genéticos, apoptose, fatores ambientais e agregação de proteínas [1,3,4] as quais comprometem o comportamento físico diário do paciente alterando a instabilidade postural [5], bem como promovem agravos sobre o sistema respiratório [6].

A instabilidade postural tem sido apontada como uma das principais queixas pelos portadores da DP em que distúrbios em informações sensoriais, processamento motor sensorial e coordenação motora prejudicadas afetam o controle postural do paciente [7]. Adicionalmente, a DP promove disfunções do sistema respiratório como dispneia, hipoventilação, atelectasias, retenção de secreções pulmonares, anormalidades associadas, principalmente a uma maior predisposição às infecções respiratórias, diminuição da mobilidade torácica e do pico do fluxo expiratório [8]. Estas disfunções estão associadas à rigidez muscular e isto induz a uma perda da flexibilidade da musculatura respiratória. As alterações posturais que, como padrão hipercifótico, influencia na menor expansão torácica resultando em menos volumes pulmonares e déficit restritivo na ventilação, alterações na ativação e coordenação muscular e envolvimento das vias aéreas superiores a nível de estruturas glóticas e supraglóticas [9].

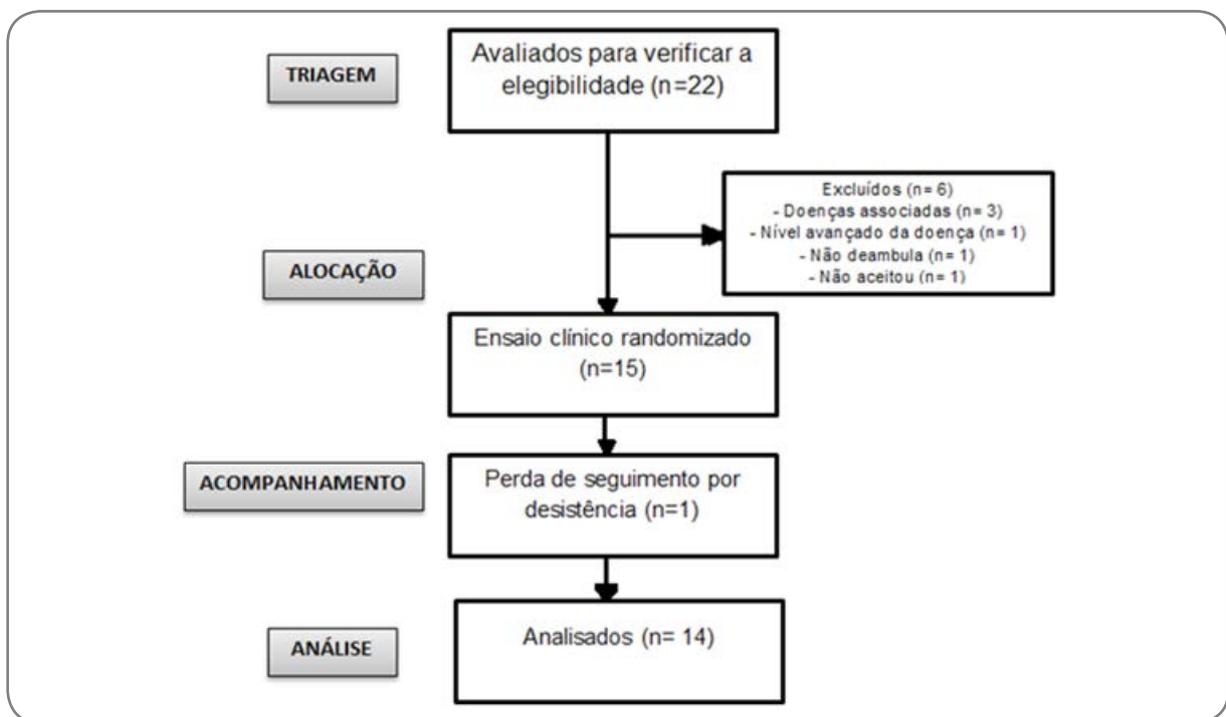
Nesse cenário, a prática regular de exercícios físicos contribui para o controle das desordens neurodegenerativas relacionadas com a DP [10]. Além de melhorar as funções motoras [11], os exercícios ajudam na melhora da capacidade ventilatória e taxa cardiorrespiratória em indivíduos com DP [12]. O exercício físico é capaz de provocar padrões de ativação cortical semelhantes aos alcançados com o uso de recursos farmacológicos nestes pacientes, o que sugere de suma importância para o alívio sintomático dos prejuízos motores da doença [13]. Embora as evidências apontem para a importância do exercício físico no controle da DP, ainda são inconclusivos os achados que revelam o papel de exercícios de dupla-tarefa sobre as alterações vestibulares e respiratórias. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi verificar a qualidade de vida e os efeitos do exercício físico de dupla tarefa sobre a instabilidade postural e parâmetros respiratórios em pacientes com doença de Parkinson.

## Métodos

### *Participantes e procedimentos éticos*

O recrutamento dos participantes foi conduzido através de divulgação por mídia local. Foram considerados como elegíveis os interessados que apresentavam

diagnóstico clínico de DP comprovado por laudo médico no mínimo 1 ano, residentes na cidade de Criciúma/SC e região e cadastrados no programa Farmácia Escola da UNESC. Todos os sujeitos atenderam aos seguintes critérios de inclusão: Nível de consciência preservado, estar entre os estágios de 1 e 4 da escala de Hoehn e Yahr, e fazer uso da mesma classe de medicamentos destinados ao tratamento da doença de Parkinson. Foram considerados como critérios de exclusão os sujeitos que faziam algum tipo de suplementação, que apresentavam limitações físicas que comprometessem a realização das atividades e/ou outras doenças degenerativas associadas e infringissem os critérios de inclusão. A presente proposta foi inserida na Plataforma Brasil e aprovada pelo comitê de ética da Instituição (CEP) sob protocolo no 1.425.772. Um total de 22 sujeitos do sexo masculino se interessaram em participar do estudo, porém apenas 15 se enquadraram dentro dos critérios de inclusão e 14 concluíram o período de intervenção, como observado no fluxograma abaixo (Figura 1).



**Figura 1** - Fluxograma referente ao recrutamento e seleção da amostra

Dados iniciais foram obtidos por meio de avaliação prévia dos pacientes durante visita domiciliar previamente realizada antes do protocolo de intervenção. Esses dados de caracterização da amostra estão descritos na tabela I.

### Intervenção

O estudo foi conduzido por um período de 60 dias, nos meses de outubro, novembro e dezembro, com frequência de treinamento de 3 vezes por semana e duração de 45 minutos conforme a recomendação da Diretriz Europeia de Fisioterapia para a doença de Parkinson. O protocolo de treinamento foi constituído de exercícios de aquecimento, exercícios de força e proprioceptivos. Os exercícios de reabilitação vestibular foram baseados nos protocolos de Cawthorne & Cooksey, de Herdman (2007).

Os exercícios respiratórios [12] foram realizados em associação aos demais exercícios.

**Tabela I** - Caracterização da amostra (n=14)

Variáveis	Média ± DP ou %
Idade (anos)	65,07±8,70
Tempo de doença (anos)	8,43 ± 4,18
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27,43 ± 3,19
Pressão arterial sistólica (mmHg)	126,43 ± 13,93
Pressão arterial diastólica (mmHg)	82,86 ± 11,38
Frequência cardíaca (bpm)	80,29 ± 12,80
Saturação de oxigênio (%)	97,64 ± 1,44
<b>Doenças associadas</b>	
Tonturas	64,3%
Hipertensão Arterial Sistêmica	35,7%
Cardiopatias	7,1%

Dados apresentados em média e desvio padrão ou percentual. Índice de massa corporal (IMC) milímetros de mercúrio (mmHg), batimentos por minutos (bpm), percentual (%)

### *Avaliações funcionais*

As avaliações foram realizadas antes e 48 horas após o programa de treinamento físico. Foram avaliados o estágio e a severidade da doença de Parkinson a partir da Escala de Estadiamento de Hoehn e Yahr modificado, qualidade de vida dos pacientes através do Parkinson's Disease Questionnaire-39 (PDQ-39), a aptidão funcional dos idosos pela bateria de testes Sênior Fitness Test proposta por Rikli e Jones [14], avaliação do equilíbrio estático através do teste de Romberg sensibilizado de olhos abertos e a perda proprioceptiva através do teste passos de Fukuda e a função pulmonar por espirometria a partir de uma manobra de respiração forçada usando o espirômetro modelo spiro USB (Carefusion, EUA).

### *Análise estatística*

Inicialmente os dados foram analisados pelo GraphPad, considerando um alfa = 0,05. Posteriormente o teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para verificar a normalidade dos dados obtidos. Os dados foram analisados pelo teste de Wilcoxon considerando uma diferença estatística quando o  $p < 0,05$ . Todos os dados foram expressos em média ± desvio padrão e porcentagem.

## **Resultados**

### *Qualidade de vida*

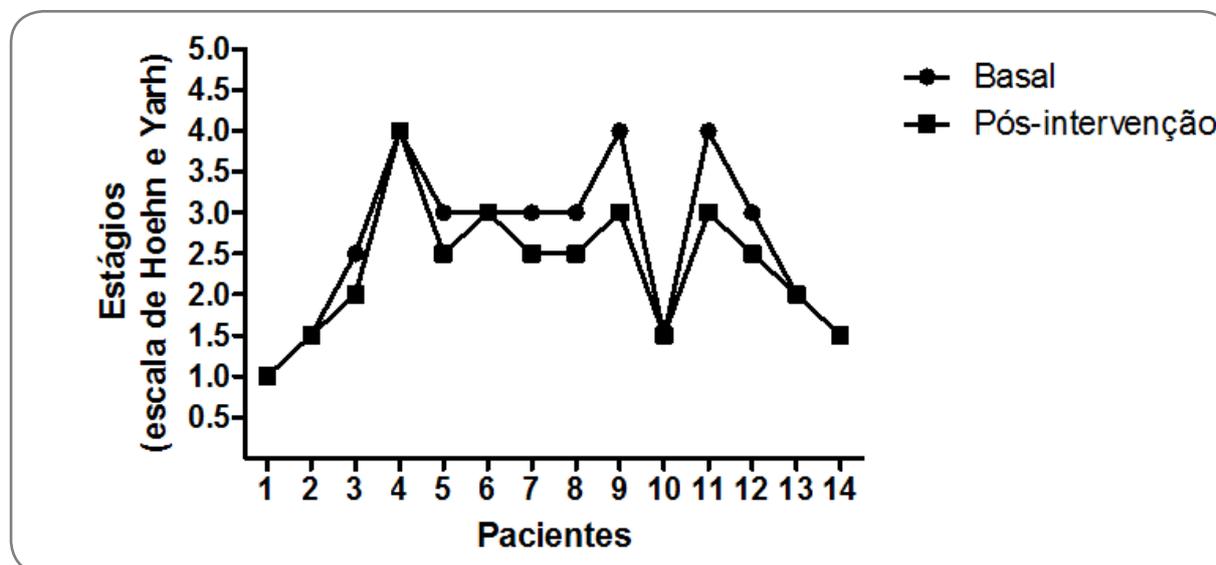
Como observadas na tabela II, os indicadores de qualidade de vida como atividade de vida diária, bem-estar emocional, estigma, cognição, comunicação e desconforto corporal apresentaram diferença estatisticamente significativa quando comparadas aos dados prévios ao programa de intervenção.

**Tabela II** - Indicadores de qualidade vida de pacientes com doença de Parkinson submetidos a um programa de exercícios físicos de dupla tarefa

	Escore (média ± desvio padrão)		Valor de p
	Basal	Pós-intervenção	
Mobilidade	25,78 ± 9,97	15,71 ± 9,47	<0,001*
Atividade de Vida Diária	14,64 ± 5,13	10,00 ± 5,32	<0,001*
Bem-estar emocional	11,07 ± 4,32	8,64 ± 3,85	<0,001*
Estigma	6,35 ± 2,49	4,85 ± 2,95	0,016*
Suporte social	8,92 ± 0,91	8,50 ± 1,09	0,084
Cognição	6,85 ± 1,95	5,64 ± 1,21	<0,001*
Comunicação	6,35 ± 1,64	4,92 ± 1,43	0,007*
Desconforto corporal	5,78 ± 1,84	4,64 ± 1,59	0,011*

Os dados são apresentados em média e desvio padrão considerando a pontuação máxima obtida nas questões do Parkinson's Disease Questionnaire. \*Valores obtidos após aplicação dos testes t de Student para amostras pareadas e T de Wilcoxon (n=14)

Estadiamento da DP: Não foram observadas diferenças estatísticas nos estágios de desenvolvimento da DP, no entanto, cabe ressaltar que alguns indivíduos apresentaram alterações após o programa de intervenção que podem exercer efeitos positivos no controle da DP, conforme observado na figura 2.



**Figura 2** - Estágios de desenvolvimento da DP conforme Escala de Estadiamento de Hoehn e Yahr. Valores basais comparados aos valores pós-intervenção

### Parâmetros respiratórios

A tabela III, mostra, em termos médios, que os pacientes apresentaram mudanças nos indicadores funcionais da respiração após o programa de intervenção. Embora esses valores não apresentem diferença estatística, podem representar importante mudança no padrão respiratório dos pacientes.

**Tabela III** - Dados de função pulmonar de pacientes com doença de Parkinson submetidos a um programa de treinamento físico de dupla tarefa

Variáveis	Basal (% predito)	Pós-intervenção (% predito)
VEF1 (L)	65,23 ± 5,7	71,44 ± 6,36
CVF (L)	74,92 ± 4,88	78,38 ± 5,60
PFE (L/s)	45,42 ± 5,44	54,25 ± 6,56
VEF1/CVF (%)	85,66 ± 4,10	91,29 ± 3,14

Valores estão expressos em média e desvio padrão com base no valor predito de cada paciente (n=10). Os valores de Volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), Capacidade vital forçada (CVF), Pico de fluxo expiratório (PFE) e a relação VEF1/CVF)

### Aptidão física

Como observado na tabela IV, os pacientes apresentaram importantes diferenças após o programa de intervenção. Somente o teste de sentar e alcançar os pés não apresentou resultado estatisticamente significativo. As demais variáveis como sentar e levantar da cadeira, flexão de antebraço, caminhar 2,44 metros, alcançar atrás das costas e caminhar 6 minutos apresentaram alterações significativas antes e após o programa de exercícios.

**Tabela IV** - Dados de aptidão de física de pacientes com doença de Parkinson submetidos a um programa de treinamento físico de dupla tarefa

	Escore (média ± DP)		Valor de p
	Basal	Pós-intervenção	
Senta-levanta 30s (nº de repetições)	8,14 ± 3,82	14,29 ± 4,42	<0,001*
Flexão antebraço 30s (no de repetições)	10,71 ± 5,46	16,64 ± 4,65	<0,001*
Sentar e alcançar o pé (distância cm)	5,86 ± 7,89	3,21 ± 6,37	0,017
Caminhar 2,44m (tempo segundos)	13,24 ± 10,47	7,05 ± 3,13	0,001*
Alcançar atrás das costas (distância cm)	24,71 ± 15,01	15,64 ± 9,63	0,001*
Caminhar 6 minutos (distância m)	278,57 ± 136,76	345,71 ± 130,36	<0,001*

Os dados são apresentados em média e desvio padrão considerando a pontuação máxima obtida nas questões do Senior Fitness Test. \*Valores obtidos após aplicação dos testes t de Student para amostras pareadas e T de Wilcoxon (n=14)

### Sistema vestibular

As variáveis da avaliação do sistema vestibular foram descritas na tabela V. A presença de nistagmo foi observada em 71,4% da população em amostra. O teste de Romberg, que avalia o equilíbrio corporal com olhos abertos, apresentou diferença estatisticamente significativa, mostrando que na avaliação inicial apenas 35,7% conseguiram realizar o teste e na avaliação final, após a intervenção, 78,6% conseguiram realizá-lo. O teste de Fukuda também apresentou resultados significativos tanto na angulação como nos metros deslocados antes e após intervenção.

**Tabela V** - Dados de parâmetros do sistema vestibular de pacientes com doença de Parkinson submetidos a um programa de treinamento físico de dupla tarefa

Variáveis	Média ± DP ou n (%)		Valor de p
	Basal	Pós-intervenção	
<b>Nistagmo</b>			
Sim	71,4%		
Não	28,6%		
<b>Teste de Romberg</b>			
Sim	64,3%	21,4%	0,031**
Não	35,7%	78,6%	
<b>Teste de Fukuda</b>			
Metros deslocados	0,78 ± 0,33	0,42 ± 0,19	0,001*
Ângulo (graus)	31,79 ± 17,17	16,43 ± 12,00	0,005*

Os dados são apresentados em média e desvio padrão ou percentual considerando a pontuação máxima obtida nos diferentes testes. \*Valores obtidos após aplicação dos testes t de Student para amostras pareadas e teste de Wilcoxon (n=14)

## Discussão

Mudanças comportamentais, como a adoção de um estilo de vida mais ativo ou a participação em programas de treinamentos físicos com fins específicos, tem sido apontado em diversos estudos como condição fundamental para a manutenção da saúde ou redução dos riscos associados a diversas doenças crônico-degenerativas. Nesse sentido, a DP que consiste em uma doença neurológica, crônica e progressiva afeta os movimentos corporais e é altamente susceptível aos efeitos do exercício. Estudos experimentais em modelos animais do nosso grupo [3,4] ou estudos em humanos [10,15] têm revelado que o exercício físico regular promove benefícios quantitativos e qualitativos às funções neurológicas. Apesar desses avanços e relatos científicos, os dados obtidos ainda são inconclusivos uma vez que o exercício físico se constitui por diferentes formas e características na sua execução como especificidade, frequência, intensidade, duração e tipo ou modelo.

Exercícios de dupla-função ou dupla-tarefa envolvem a execução de uma atividade principal, que é o principal foco de atenção, e uma atividade secundária realizada ao mesmo tempo [16]. Neste contexto, os sistemas motor e cognitivo atuam reciprocamente para garantir efeitos mais pronunciados decorrentes do exercício. Esse modelo de exercício, respeitando critérios de especificidade, intensidade, frequência e duração, pode ser uma estratégia relevante que contribui para melhorar os parâmetros comportamentais, funcionais e bioquímicos de pacientes portadores da DP. Desta forma, nosso estudo teve por objetivo verificar o potencial efeito de um programa de exercício físicos de dupla-tarefa sobre a instabilidade postural e parâmetros respiratórios em pacientes com DP.

A qualidade de vida dos pacientes com DP consiste em pelo menos três grandes domínios: físico, mental e social [17]. Vários instrumentos têm sido propostos a fim de identificar o papel de uma determinada intervenção sobre a qualidade de vida de um paciente. Nesse cenário, o Parkinson's Disease Questionnaire – 39 (PDQ-39) tem sido indicado como o instrumento mais apropriado para a avaliação da qualidade de vida de pacientes com DP [18]. Nossos resultados revelaram que a mobilidade e a atividade de vida diária foram os dois domínios que apresentaram níveis maiores de comprometimento pelos pacientes, principalmente no que se refere as tarefas de origem motora, envolvendo situações como andar, realizar atividades de lazer, tomar banho. Este resultado é condizente com estudos prévios nos quais ressaltam que os distúrbios relacionados com o desenvolvimento de atividades motoras são detectados como fatores que alteram negativamente a percepção da qualidade de vida [17,19,20].

Após o período de intervenção com exercícios físicos, observou-se uma melhora significativa em quase todos os domínios investigados, exceto o de suporte social. Isto está de acordo com Deane *et al.* [21], em que evidenciam a prática de exercícios físicos na reabilitação dos indivíduos com DP, diminuindo os efeitos debilitantes do comprometimento sensório-motor de maneira a melhorar a participação em atividades sociais e consequente melhoria na qualidade de vida.

A etiologia da DP é complexa e, portanto, os estágios de progressão da doença dependem de fatores psicossociais e biológicos que podem conter ou retardar os feitos deletérios e degenerativos durante a vida. Os resultados Escala de Estadiamento de Hoehn e Yahr (modificada) mostram que os pacientes apresentaram escores de 1 ao 4 na referida escala, entretanto a análise descritiva revela que alguns pacientes melhoraram o estágio da doença após o programa de intervenção. Estudos mostram que existe uma associação entre a gravidade da doença e a força superior e inferior do corpo. Possivelmente estes efeitos estão associados com a melhora nos indicadores de capacidade funcional ou aptidão física promovido pelo programa de treinamento. Nesse sentido, Wade e Tarsy *et al.* [22,23] sugerem que diversas modalidades de treinamento físico são provavelmente efetivas em melhorar o resultado funcional para pacientes com DP, mostrando a efetividade da intervenção diante da funcionalidade e estágio da doença dos pacientes investigados.

Um dos fatores aparentemente secundários à DP são as alterações na função respiratória, o que potencializa os efeitos degenerativos da doença e agrava o estado de saúde do paciente. Provavelmente, esse distúrbio permanece despercebido enquanto a doença se desenvolve, porque a incapacidade física na DP geralmente faz o paciente levar uma vida sedentária, consequentemente limitando-o das atividades onde os problemas respiratórios podem se tornar evidentes [24]. Os resultados observados no presente estudo revelam que os pacientes apresentam características espirométricas compatíveis com distúrbio ventilatório restritivo. Um aumento de 9,52%, nos valores de volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) e de 19,44% no pico de fluxo expiratório (PFE) foram observados. Embora não apresente diferença estatística sobre esses dados, essa diferença pode representar uma melhora clínica

importante para estes pacientes. O aumento de tais parâmetros em pacientes com característica funcional restritiva pode impactar no aumento da expansão torácica e reduzir o déficit de volume pulmonar, compatível com o padrão de restrição [24]. Nesse sentido, apesar da função respiratória não sofrer mudanças significativas, não exclui a importância do exercício de dupla-tarefa para o quadro clínico do paciente com DP.

A avaliação da capacidade funcional na DP tem sido cada vez mais relatada na literatura, destacando uma medida sensível que poderia ser usada como um possível preditor para a evolução da doença. Neste contexto, Gustafsson *et al.* [25] demonstram a importância da avaliação motora através de baterias de testes em indivíduos normais. Os autores observaram, a partir de um estudo prospectivo envolvendo 1317713 homens, déficits de força isométrica de membros superiores, três décadas antes dos primeiros sintomas de manifestações da DP. No presente estudo utilizamos a bateria do Senior Fitness Test que, segundo Rikli e Jones [14], mensura a aptidão física de idosos para realizar as atividades da vida diária na velhice e é composta por seis testes motores que avaliam a força dos membros superiores e inferiores, flexibilidade dos membros superiores e inferiores, agilidade/equilíbrio dinâmico e resistência aeróbia. Os resultados observados no presente estudo mostram importantes diferenças após o programa de intervenção. Em particular, as variáveis de sentar e levantar da cadeira, flexão de antebraço, caminhar 2,44 metros, alcançar atrás das costas e caminhar 6 minutos, apresentaram alterações significativas após o programa de exercícios. Esses resultados estão em conformidade com estudos anteriores em que demonstraram que uma intervenção através de exercícios pode melhorar a força, medidas de estabilidade postural estática e sintomas motores em pessoas com PD [11,26,27].

Segundo Christofolletti [28], entre os vários benefícios promovidos pelo treinamento físico, o aumento do tônus e força dos músculos envolvidos na marcha e também o equilíbrio promovem melhorias na mobilidade dos pacientes com DP. Os dados do presente estudo corroboram esses achados. Além de observar a melhora significativa da força de membros inferiores e superiores, o programa de treinamento promoveu o alinhamento biomecânico da postura, a diminuição do tempo de execução das tarefas motoras e a melhora da velocidade da marcha [22,25].

Segundo Colnat-Coulbois *et al.* [29], pacientes parkinsonianos apresentam uma inadequada interação dos sistemas responsáveis pelo equilíbrio corporal, sistema vestibular, visual e proprioceptivo devido a alterações de baixos níveis de dopamina que, ao levar ao controle ineficiente dos movimentos, afeta o processamento dos canais vestibulares, visuais e proprioceptivos responsável pela manutenção do equilíbrio corporal [22,26]. Os resultados desse estudo demonstram que 71,4% dos pacientes apresentaram nistagmo sendo completamente revertido após o programa de exercício. Somados a esses achados, o equilíbrio corporal dos pacientes também foi significativamente melhorado com a prática regular de exercícios físicos. Os possíveis efeitos do exercício sobre esses parâmetros posturais estão, possivelmente, associados a dupla-tarefa utilizado no protocolo de exercício. De acordo com Azadian *et al.* [15], quando o treinamento possui exercícios de dupla tarefa, observa-se efeitos positivos

em parâmetros espaço-temporais, como a velocidade da caminhada, o tamanho da passada, o equilíbrio dinâmico oscilatório e a simetria dos membros inferiores. Zeigelboim *et al.* [30] demonstram que a reabilitação vestibular pode induzir ou mesmo anular os sinais e sintomas desencadeados pela DP.

## Conclusão

Os resultados observados no presente estudo revelam que os pacientes com doença de Parkinson apresentam características espirométricas compatíveis com distúrbio ventilatório restritivo, porém apresentaram mudanças nos indicadores funcionais da respiração após o programa de intervenção. Embora não apresente diferença estatística sobre esses dados, essa diferença pode representar uma melhora clínica importante para estes pacientes. Tomados em conjunto, os resultados obtidos sugerem que os efeitos do exercício físico de dupla tarefa exercem efeitos positivos sobre aspectos comportamentais e funcionais implicados na qualidade de vida de pacientes com doença de Parkinson, bem como contribuem para a regulação do sistema vestibular.

### Agradecimentos

Agradecemos a todos os pacientes com doença de Parkinson que participaram deste estudo. Também agradecemos ao Curso de Fisioterapia da Universidade do Extremo Sul Catarinense pela cessão do espaço físico para a realização das atividades.

### Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

### Fontes de financiamento

Este estudo foi parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ).

### Vinculação acadêmica

Este estudo está vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – PPGCS, da Universidade do Extremo Sul Catarinense.

### Contribuição dos autores

**Concepção e desenho do estudo:** Fernandes HS, Tuon T, Pinho RA; **Coleta de dados:** Fernandes HS, Tuon T, Rosado M, Lino PR; **Análise e interpretação de dados:** Hérica S. Fernandes, Talita Tuon, Ricardo A. Pinho; **Escrita do manuscrito:** Fernandes HS, Tuon T, Pinho RA; **Revisão crítica do conteúdo intelectualmente importante:** Tuon T.

## Referências

1. Emborg, M. E. Evaluation of animal models of Parkinson's disease for neuroprotective strategies. *J Neurosci Methods* 2004;139(2):121-43. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2004.08.004>
2. Protter D, Lang C, Cooper AA.  $\alpha$  Synuclein and mitochondrial dysfunction: a pathogenic partnership in Parkinson's disease? *Parkinson's Disease* 2012;1-12. <https://doi.org/10.1155/2012/829207>
3. Tuon T, Souza OS, Santos MF, Pereira FT, Pedroso GS, Luciano TF *et al.* Physical training regulates mitochondrial parameters and neuroinflammatory mechanisms in an experimental model of Parkinson's disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2015;1-10. <https://doi.org/10.1155/2015/261809>

4. Tuon T, Valvassori SS, Lopes-Borges J, Luciano T, Trom CB, Silva LA *et al.* Physical training exerts neuroprotective effects in the regulation of neurochemical factors in an animal model of Parkinson's disease. *Neuroscience* 2012;227:305-12. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2012.09.063>
5. Ni M, Signorile JF, Mooney K, Balachandran A, Potiaumpai M. Comparative effect of power training and high-speed yoga on motor function in older patients with Parkinson disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2016;97(3):345-54. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.10.095>
6. Ramos ML, Neves DR, Lima VP, Orsini M, Machado D, Bastos VH, Santos AP. Análise de parâmetros pneumofuncionais em pacientes com doença de Parkinson: estudo piloto. *Rev Bras Neurol* 2014;50(2):38-43
7. Suarez H, Dario G, Ferreira ED, Nogueira S, Arocena S, San Roman C, Suarez A. Balance in Parkinson's disease patients changing the visual input. *Braz J Otorhinolaryngol* 2011;77(5):651-5. <https://doi.org/10.1590/S1808-86942011000500019>
8. Sallem AF, Sapienza CM, Okun MS. Respiratory muscle strength training: treatment and response duration in a patient with early idiopathic Parkinson's disease. *Neuro Rehabilitation* 2005;20:323-33
9. Ferreira FV, Cielo CA, Trevisan ME. Aspectos respiratórios, posturais e vocais da doença de Parkinson: considerações teóricas. *Rev CEFAC* 2011;13(3):534-40. <https://doi.org/10.1590/S1516-18462010005000135>
10. Zigmond M, Cameron JL, Hoffer BJ, Smeyne RJ. Neurorestoration by physical exercise: moving forward. *Parkinsonism Relat Disord* 2012;18(Suppl1):147-50. [https://doi.org/10.1016/S1353-8020\(11\)70046-3](https://doi.org/10.1016/S1353-8020(11)70046-3)
11. Kurtais Y, Kutlay S, Tur BS, Gok H, Akbostanci C. Does treadmill training improve lower-extremity tasks in Parkinson disease? A randomized controlled trial. *Clin J Sport Med* 2018;18(3):289-91. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e318170626d>
12. Pelosin E, Faelli E, Lofrano F, Avanzino L, Marinelli L, Bove M, Ruggeri P, Abbruzzese G. Effects of treadmill training on walking economy in Parkinson's disease: a pilot study. *Neurol Sci* 2009;30(6):499-504. <https://doi.org/10.1007/s10072-009-0141-8>
13. Alberts JL, Phillips M, Lowe MJ, Frankemolle A, Thota A, Beall EB, *et al.* Cortical and motor responses to acute forced exercise in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2016;24:56-62. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2016.01.015>
14. Rikli Re, Jones CJ. Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. *J Aging Phys Act* 1999;7:162-81. <https://doi.org/10.1123/japa.7.2.162>
15. Azadian E, Torbati HR, Kakhki AR, Farahpour N, Azadian E. The effect of dual task and executive training on pattern of gait in older adults with balance impairment: A Randomized controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr* 2016;62:83-9. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2015.10.001>
16. Christofolletti G, Andrade LP, Beinotti F, Borges G. Cognition and dual-task performance in older adults with Parkinson's and Alzheimer's disease. *Int J Gen Med* 2014;7:383-8. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S65803>
17. Assumpção FB, Kuczynski E, Sporovieri MH, Aranha EMG. Escalas de avaliação de qualidade de vida. *Arq Neuropsiquiatr* 2000;58:119-27. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2000000100018>
18. Marinus J, Ramaker C, Van Hilten JJ, Stiggelbout AM. Health related quality of life in Parkinson's disease: a systematic review of disease specific instruments. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002;72(2):241-8. <https://doi.org/10.1136/jnnp.72.2.241>
19. Hoehn MM, Yahr MD. Parkinsonism: onset, progression and mortality. *Neurology* 1967;17(5):427-42.
20. Lana RC, Álvares LMRS, Nasciutti-Prudente C, Goulart FRP, Teixeira-Salmela LF, Cardoso FE. Percepção da qualidade de vida de indivíduos com doença de Parkinson através do PDQ-39. *Rev Bras Fisioter* 2007;11(5):397-402. <https://doi.org/10.1590/S1413-3552007000500011>
21. Deane KH, Jones D, Playfor DED, Ben-Shlomo Y, Clarke CE. Physiotherapy for patients with Parkinson's Disease: a comparison of techniques. *Cochrane Database Syst Rev* 2001;3.CD002817. <https://doi.org/10.1002/14651858>
22. Wade DT, Gage H, Owen C, Trend P, Grossmith C, Kaye J. Multidisciplinary rehabilitation for people with Parkinson's disease: a randomised controlled study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003;74(2):158-62. <https://doi.org/10.1136/jnnp.74.2.158>
23. Tarsy D, Hurtig HI, Dashe JF. Nonpharmacologic management of Parkinson disease. Uptodate: last literature review 2008;1-5.

24. Torsney KM, Forsyth D. Respiratory dysfunction in Parkinson's disease. *J R Coll Physicians Edinb* 2017;47(1):35-39. <https://doi.org/10.4997/JRCPE.2017.108>
25. Gustafsson H, Strahle JAS, Nordstrom A, Nordstrom P. Low muscle strength in late adolescence and Parkinson disease later in life. *Neurology* 2015;84(18):1862-9. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000001534>
26. Jöbges EM, Spittler-Schneiders H, Renner CI, Hummelsheim H. Clinical relevance of rehabilitation programs for patients with idiopathic Parkinson syndrome. II: Symptom-specific therapeutic approaches. *Parkinsonism Relat Disord* 2007;13(4):203-13. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2006.07.018>
27. Goodwin VA, Richards SH, Taylor RS, Taylor AH, Campbell JL. The effectiveness of exercise interventions for people with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Mov Disord* 2008;23(5):631-40. <https://doi.org/10.1002/mds.21922>
28. Christofolletti G, Freitas RT, Cândido ER, Cardoso CS. Eficácia de tratamento fisioterapêutico no equilíbrio estático e dinâmico de pacientes com doença de Parkinson. *Fisioter Pesqui* 2010;17(3):259-63. <https://doi.org/10.1590/S1809-29502010000300013Colnat>
29. Colnat-Coulbois S, Gauchard GC, Maillard L, Barroche G, Vespignani H, Auque J, Perrin PHP. Bilateral subthalamic nucleus stimulation improves balance control in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2015;76:780-7. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2004.047829>
30. Zeigelboim BS, Klagenberg KF, Teive HA, Munhoz RP, Martins-Bassetto J. Vestibular rehabilitation: clinical benefits to patients with Parkinson's disease. *Arq Neuro-Psiquiatr* 2009;67(2):219-23. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2009000200009>