

Benefícios da realidade virtual no tratamento de pacientes com doença de Parkinson: revisão de literatura

Benefits of virtual reality in the treatment of patients with Parkinson's disease: literature review

Beneficios de la realidad virtual en el tratamiento de pacientes con enfermedad de Parkinson: revisión de la literatura

Recebido: 27/04/2022 | Revisado: 05/05/2022 | Aceito: 12/05/2022 | Publicado: 16/05/2022

Sara Ferreira Lobato de Brito

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8207-7906>
Centro Universitário Uninovafapi, Brasil
E-mail: Saraflbrito99@gmail.com

Suellen Pereira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7021-0607>
Centro Universitário Uninovafapi, Brasil
E-mail: Suellenp163@gmail.com

Matheus Rodrigues da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0370-9966>
Centro Universitário Uninovafapi, Brasil
E-mail: matheus.rodrigues.97.mr@gmail.com

Maria Eugênia Macedo Teixeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6754-4446>
Centro Universitário Unifacid Wyden, Brasil
E-mail: mariaeugenia.teixeira@hotmail.com

Amanda Sérgio Salazar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3222-7803>
Centro Universitário Uninovafapi, Brasil
E-mail: amandaservios@gmail.com

Fernanda Eloí Oliveira Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6792-1969>
Centro Universitário Unifacid Wyden, Brasil
E-mail: fernanda.saoroberto@gmail.com

Francisco Tássio Azevedo Teixeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8994-8249>
Centro Universitário Unifacid Wyden, Brasil
E-mail: tassioazevedo@hotmail.com

Gilderlene Alves Fernandes Barros Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9426-7889>
Universidade Estadual do Vale do Paraíba, Brasil
E-mail: gilderlene@yahoo.com.br

Francisco Valmor Macedo Cunha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7927-7747>
Centro Universitário Uninovafapi, Brasil
E-mail: Orfeuyeuridice@gmail.com

Resumo

Introdução: A doença de Parkinson (DP) é uma doença neurodegenerativa do sistema nervoso central, de caráter crônico e progressivo, o diagnóstico da DP é clínico, tendo como principal característica a combinação de sintomas motores que incluem bradicinesia, rigidez, tremor e instabilidade postural. **Objetivos:** O objetivo deste estudo foi de revisar os dados da literatura acerca dos benefícios do tratamento por realidade virtual na DP. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão de literatura, de caráter qualitativa, realizada entre o período de janeiro a abril de 2022, utilizando-se artigos originais, estudo de casos e relato de experiência, publicados em periódicos indexados nas bases de dados *online*: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), PubMed e SciELO. **Resultados:** Os estudos analisados encontraram resultados variados quanto à utilização de TARV e seus benefícios no tratamento da DP, que se relacionavam entre temas como a memória prospectiva, ativação cerebral e, com maior frequência, treino de marcha e equilíbrio. Com isso, os resultados mais significativos quanto ao uso de as tecnologias assistivas de realidade virtual (TARV) foram relacionados ao treino de marcha e equilíbrio. **Conclusão:** A utilização de TARV pode trazer benefícios no tratamento da doença de Parkinson visto que tem demonstrado resultados significativos no treino de marcha, na melhora do equilíbrio e na diminuição do risco de quedas.

Palavras-chave: Fisioterapia; Terapia de exposição à realidade virtual; Doença de Parkinson; Ensino em saúde.

Abstract

Introduction: Parkinson's disease (PD) is a neurodegenerative disease of the central nervous system, with a chronic and progressive character, the diagnosis of PD is clinical, having as main characteristic the combination of motor symptoms that include bradykinesia, rigidity, tremor and postural instability. **Objectives:** The objective of this study was to review literature data on the benefits of virtual reality treatment in PD. **Methodology:** This is qualitative literature review, carried out between January and April 2022, using original articles, case studies and experience reports, published in journals indexed in online databases. **Line:** Virtual Health Library (VHL), Pubmed and SciELO. **Results:** The analyzed Studies found varied results regarding the use of virtual reality assistive technologies (ART) and its benefits in the treatment of PD, which were related to topics such as prospective memory, brain activation and, more frequently, gait and balance training. Thus, the most significant results regarding the use of ART were related to gait and balance training. **Conclusion:** The use of ART can bring benefits in the treatment of Parkinson's disease as it has shown significant results in gait training, improving balance and reducing the risk of falls.

Keywords: Physiotherapy; Virtual reality exposure therapy; Parkinson's disease; Health teaching.

Resumen

Introducción: La enfermedad de Parkinson (EP) es una enfermedad neurodegenerativa del sistema nervioso central, de carácter crónico y progresivo, el diagnóstico de la EP es clínico, teniendo como principal característica la combinación de síntomas motores que incluyen bradicinesia, rigidez, temblor e inestabilidad postural. **Objetivos:** El objetivo de este estudio fue revisar los datos de la literatura sobre los beneficios del tratamiento de realidad virtual en la EP. **Metodología:** Se trata de una revisión cualitativa de la literatura, realizada entre enero y abril de 2022, utilizando artículos originales, estudios de caso y relatos de experiencia, publicados en revistas indexadas en bases de datos en línea: Biblioteca Virtual en Salud (BVS), Pubmed y SciELO. **Resultados:** Los estudios analizados encontraron resultados variados en cuanto al uso de las tecnologías de asistencia de realidad virtual (TARV) y sus beneficios en el tratamiento de la EP, los cuales se relacionaron variados en cuanto al uso de la TARV y sus beneficios en el tratamiento de la EP, los cuales se relacionaron con temas como la memoria prospectiva, la activación cerebral y, con mayor frecuencia, el entrenamiento de la marcha y el equilibrio. Por lo tanto, los resultados más significativos con respecto al uso de ART, estuvieron relacionados con el entrenamiento de la marcha y el equilibrio. **Conclusión:** EL uso de ART puede traer beneficios en el entrenamiento de la marcha, mejorando el equilibrio y reduciendo el riesgo de caídas.

Palabras clave: Fisioterapia; Terapia de exposición a la realidad virtual; Enfermedad de Parkinson; Enseñanza en salud.

1. Introdução

A doença de Parkinson (DP) é uma doença neurodegenerativa do sistema nervoso central, de caráter crônico e progressivo, desencadeada pela diminuição na síntese de dopamina, um neurotransmissor que participa da neuromodulação dos movimentos voluntários de forma automática (Arufe-Giráldez, et al. 2021), com predomínio em homens, com idade entre 50 a 70 anos (Ayele et al, 2021).

O diagnóstico da DP é clínico, tendo como principal característica a combinação de sintomas motores que incluem bradicinesia, rigidez, tremor e instabilidade postural (Severiano, 2017) e exames como o eletroencefalográfico (Gálvez et al, 2018).

A DP apesar de não ser avaliada como uma doença de notificação compulsória, tem alto impacto sobre a saúde pública, uma vez que, por manifestar-se de forma precoce, intervém na independência motora dos afetados, em especial pelo comprometimento vestibular, que acarreta na perda do equilíbrio, quedas e dependência funcional (Severiano, 2017)

É uma doença auto degenerativa e crônica tendo sua percussão no sistema nervoso central, envolvendo os gânglios da base, sendo causada pela deficiência da dopamina (neurotransmissor), que vai interferir principalmente no sistema motor (Radhakrishnan & Goyal 2018). Mas com tratamento fisioterapêutico, há uma melhora na qualidade de vida dos pacientes e tendem a "atrasar" a evolução da doença (Radder et al, 2020).

Dentro deste cenário, as tecnologias assistivas de realidade virtual (TARV) vêm ganhando destaque, como uma nova ferramenta promissora para a reabilitação de pacientes com Parkinson (Dockx et al, 2016).

As atividades são realizadas por meio de jogos de computador e sistemas comerciais, tais como Nintendo Wii ou Xbox Kinect, com exercícios desenvolvidos para lidar com os sintomas desenvolvidos pela DP, esses exercícios apresentam

vantagens quando comparados ao exercício regular, pois promove a prática de habilidades em diversos ambientes com mais interação e motivação (Dockx et al, 2016).

Apesar da TARV não substituir a fisioterapia dentro da reabilitação dos pacientes com doenças neurológicas, ela vem crescer dentro do arsenal de possibilidades de intervenção junto ao paciente. Segundo Medeiros (2012), a reabilitação em pacientes com DP com auxílio de TARV, permite intervir junto aos *déficits* de deambulação, coordenação e equilíbrio. O tratamento por meio de dispositivos virtuais possibilita a união de áreas visuais, mecânicas e proprioceptivas melhorando a autonomia dos indivíduos e potencializando os efeitos no sistema nervoso central (Brandín-de La Cruz et. al, 2020).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi de revisar os dados da literatura acerca dos benefícios do tratamento por realidade virtual na DP.

2. Metodologia

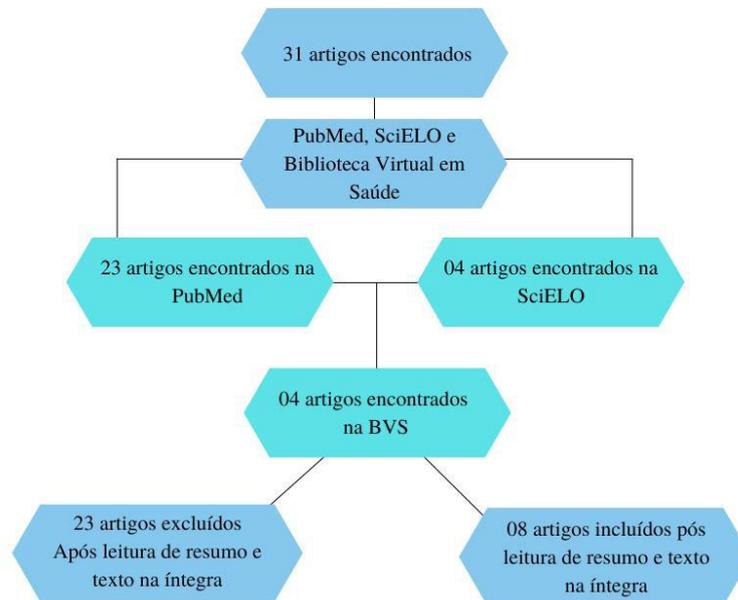
Trata-se de uma revisão de literatura, de caráter qualitativa, realizada entre o período de janeiro a abril de 2022, utilizando-se artigos originais, estudo de casos e relato de experiência, publicados em periódicos indexados nas bases de dados *on-line*: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), PubMed e SciELO. Foram utilizados como descritores de busca com base nos DECS: “fisioterapia”, “Terapia de exposição à realidade virtual”, “doença de Parkinson”, e MeSH (Medical Subject Headings): “physiotherapies techniques”, “Virtual reality exposure therapy”, “Parkinson's disease”, de forma individual ou combinada, associadas ao afixo *-and*, escritos em inglês e português, baseados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) da Biblioteca Virtual em Saúde.

Os artigos foram selecionados, inicialmente, pela leitura do título e resumo do trabalho, em seguida, os estudos potencialmente relevantes para a revisão foram analisados por meio da leitura do texto completo a fim de se confirmarem os critérios de elegibilidade.

Utilizou-se como critérios de inclusão: ensaios clínicos, estudos de caso e relatos de experiência, publicados no período entre 2016 e 2022, que documentaram a aplicação da terapia de exposição à realidade virtual em pacientes com a DP e seus benefícios, nos idiomas inglês e português (Figura 1). Os critérios de exclusão foram artigos que não se enquadram nos critérios de inclusão como revisões sistemáticas e integrativas, bem como artigos que não possuíam dois dos três descritores.

Os artigos selecionados são apresentados do Quadro 1, onde descrevem a caracterização dos artigos selecionados e as intervenções utilizadas, seguidas dos resultados sobre os TARV. Em seguida do Quadro 1, o significado das siglas e abreviações.

Figura 1 - Fluxograma de seleção de artigos.



Fonte: Autoria própria (2022).

3. Resultados e Discussão

A busca resultou em 31 estudos, dos quais, apenas 8 contemplavam os critérios de elegibilidade, conforme apresentado na Tabela 1.

Quadro 1 - Síntese dos estudos incluídos na revisão, segundo autores, ano de publicação, tipo de estudo, tipo de amostragem, quantidade de participantes, critérios de seleção, intervenção e resultados. Teresina, Brasil, PI, 2021

Autor/Ano	Tipo de Estudo	Tipo de amostragem	Quantidade participantes	Critério de seleção	Intervenção	Resultados
Brandín-De la Cruz, N et al. (2020)	Estudo piloto	Aleatória	Doze participantes foram distribuídos entre homens e mulheres com idade entre 68 e 70 anos.	Diagnóstico de DP por neurologista; distúrbio da marcha, mas capaz de deambular independentemente uma distância de pelo menos 10 m, uma altura superior a 150 cm e maior de 18 anos.	12 sessões de 30 minutos com caminhada na esteira associado a simulação com equipamento de RV.	Diferenças significativas foram observadas ao comparar os valores pré e pós para distância no TC6, para velocidade, no TC10, para equilíbrio na escala de Tinetti, e para funcionamento físico, função física e dor corporal em SF-36.
Feng, Hao et al.(2019)	Estudo simples-cego, randomizado e controlado	Aleatório	Vinte e oito pacientes com DP.	Melhor classificação de Hoehn-Yahr grau 2,5-4, em que há disfunção do equilíbrio, mas deambulação independente; (2) idade de 50 a 70 anos; (3) consentimento informado assinado.	G1: treinamento com RV. G2: tratamento convencional.	Os escores do BBS, TUGT, UPDRS3 e FGA no grupo experimental foram melhores do que aqueles no grupo controle.
Foster, Erin R et al.(2018)	Ensaio clínico randomizado controlado de	Aleatório	62 participantes com DP	Idade mínima de 50 anos, diagnóstico de DP idiopática, e classificado como estágio I-III de	G(II): intenções de implementação. G(RR): estratégia de	O desempenho da memória prospectiva foi melhor com o uso de ambas as

	base laboratorial.			Hoehn & Yahr.	codificação.	estratégias em relação às instruções padrão
Maidan, Inbal et al.(2017)	Estudo controlado randomizado.	Aleatório	Trinta e quatro participantes divididos em 2 grupos iguais (n=17 para cada grupo)	DP idiopática, 60-90 anos, Hoehn & Yahr estágio II-III, capaz de caminhar pelo menos 5 minutos sem ajuda e tomando medicação antiparkinsoniana	G1: Treinamento em esteira + RV. G2: Treinamento em esteira.	Mudanças na frequência de queda e ativação cerebral foram correlacionadas no braço TT + RV.
Kim, Aram et al.(2017)	Protocolo experimental	Aleatório	Trinta e três participantes (11 jovens saudáveis, 11 idosos saudáveis e 11 indivíduos com DP)	Capazes de caminhar por 30 minutos em uma esteira, tivessem um escore de Montreal Cognitive Assessment (MoCA) entre 19 e 30, o que corresponde a não ter mais de comprometimento cognitivo leve [48], e não outros distúrbios neurológicos.	Caminhada de 20 minutos com simulação através de HMD.	As medidas de estresse diminuíram em todos os grupos, enquanto o grupo DP também aumentou o nível de excitação após a exposição.
Del Din, Silvia et al.(2020)	Estudo controlado e randomizado.	Aleatório	275 participantes.109 participantes idosos com déficit de equilíbrio, 38 com comprometimento cognitivo leve (CCL) e 128 com doença de Parkinson (DP)	Foram incluídos participantes com idade entre 60-90, capazes de andar por pelo menos 5 minutos sem assistência, com medicação estável durante o mês anterior a seleção, e autorrelato de duas ou mais quedas nos 6 meses anteriores à triagem.	G1: Pessoas idosas; G2: Pessoas com CCL; G3: Pessoas com DP. Foram designados aleatoriamente para treinamento em esteira ou treinamento em esteira + RV.	A atividade de caminhada não mudou após a intervenção para os grupos, mas o índice FRA diminuiu significativamente para todos os grupos
de Melo, Gileno Edu Lameira et al. (2018)	Ensaio clínico prospectivo, randomizado e controlado.	Aleatória	37 participantes divididos em 3 grupos.	Diagnóstico de DP idiopática em fase 1, 2 ou 3 na Escala Hoehn & Yahr (H&Y), (Hoehn & Yahr, 1967); em terapia dopaminérgica estável; capacidade de caminhar por seis minutos; visão adequada (com ou sem óculos) e audição (com ou sem auxílio); auto-identificada como sedentário	G1: Treinamento convencional; G2: Treino de marcha em esteira; G3: Treino de marcha no XboxTM.	O treino com RV se mostrou tão eficaz quanto o treinamento em esteira nos ganhos da distância e melhoria de variáveis temporais em indivíduos com DP.
Ferraz DD et al. (2018)	Estudo piloto randomizado, controlado, simples-cego	Aleatória	62 participantes divididos em três grupos.	Idosos (≥ 60 anos; N=62) com DP idiopática (estágio 2 a 3 da escala de estadiamento de Hoehn e Yahr modificada) de acordo com o London Brain Bank.	Os participantes foram distribuídos aleatoriamente em três grupos. Grupo 1 (G1) participou de treinamento funcional (n = 22); o grupo 2 (G2) realizou exercício de bicicleta (n = 20) e o grupo 3 (G3) treinou com exergames Kinect Adventures (Microsoft, Redmond, WA) (n = 20).	Todos os grupos mostraram melhorias significativas no TC6 (G1 P = 0,008; G2 P = 0,001; G3 P = 0,005), SRT (G1 P <0,001; G2 P = 0,001; G3 P = 0,003), e WHODAS 2.0 (G1 P = 0,018; G2 P = 0,019; G3 P = 0,041). Apenas o G3 melhorou a velocidade da marcha no 10MWT (P = 0,11). G1 (P = 0,014) e G3 (P = 0,004) melhoraram a qualidade de vida. Nenhuma diferença foi encontrada entre os grupos.

Notas: DP: doença de Parkinson; TC6: Teste de Caminhada de 6 minutos; TC10: Teste de caminhada de 10 minutos; RV: realidade virtual; FRA: Fall Rates Relative; N: Número; CCL: Comprometimento Cognitivo Leve; HMD: Head-Mounted Displays; XboxTM: console; TT: Treinamento em esteira; BBS: Escala de Equilíbrio de Berg; TUGT: Timed Up and Go Test, UPDRS3 Terceira Parte da Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson; FGA: Functional Gait Assessment. Fonte: Autoria Própria (2022)

Os estudos analisados encontraram resultados variados quanto à utilização de TARV e seus benefícios no tratamento da DP, que se relacionavam entre temas como a memória prospectiva, ativação cerebral e, com maior frequência, treino de marcha e equilíbrio. Com isso, os resultados mais significativos quanto ao uso de TARV foram relacionados ao treino de marcha e equilíbrio.

O desenvolvimento tecnológico vem buscando alcançar uma melhor interação entre o homem e a máquina, chamada de interação natural. A Realidade Virtual é um sistema computacional usado para criar um ambiente artificial, no qual o

usuário tem a impressão de não somente estar dentro deste ambiente, mas também habilitado, com a capacidade de navegar no mesmo, interagindo com seus objetos de maneira intuitiva e natural (Castro, 2012). Os jogos ajudam na circulação e movimentação dos músculos, o que é algo essencial para a manutenção do trofismo, permitindo ao paciente a capacidade ativa de realizar suas atividades (Nascimento et al, 2008).

De acordo com Feng, Hao et al., (2019) a aplicação das tecnologias assistivas de realidade virtual em um programa de reabilitação por 12 semanas em pacientes com DP apresentou melhora da marcha e do equilíbrio. De forma similar, Melo, Gileno, et al., (2018) e Ferraz et al., (2018) ao utilizarem exergames do tipo Kinect Adventures (Microsoft, Redmond, WA) relataram que apenas os pacientes submetidos a terapia com TARV obtiveram melhora na velocidade da marcha.

O tratamento com TARV, também mostrou eficácia na diminuição do risco de quedas, com diminuição do índice de fall rates relative (FRA) desenvolvido no estudo de Del Din, Silvia et al., (2020) e na melhora da avaliação da escala de equilíbrio de Berg em Feng et al., (2019). Além disso, no estudo de Brandín-De et al., (2020), 9 de 12 pacientes relataram satisfação com o programa de treinamento utilizando RV associada ao treino de marcha com esteira. Entretanto, dois pacientes desistiram por sentirem náuseas e um por falta de motivação. O que corrobora com o estudo realizado por Pedroso (2022), A terapia de exposição a realidade virtual mostrou-se como uma ferramenta eficaz na melhora do equilíbrio corporal e da capacidade funcional, demonstrando potencial na redução do risco de quedas, aumentando a autoconfiança e melhorando a qualidade de vida dos pacientes.

Os principais desafios encontrados foram a busca de artigos dentro dos descritores selecionados, estima-se que futuramente sejam realizados novos estudos comparativos e que tenham resultados satisfatórios para o tratamento por realidade virtual na doença de Parkinson.

4. Conclusão

A utilização de TARV pode trazer benefícios no tratamento da doença de Parkinson visto que tem demonstrado resultados significativos no treino de marcha, na melhora do equilíbrio, coordenação motora e na diminuição do risco de quedas. É necessário mais estudo do tipo ensaio clínico/estudo de caso, randomizados/controlados/duplo-cegos para uma melhor efetividade da técnica de TARV e seguridade do terapeuta quanto a aplicação da técnica no paciente.

Referências

- Arufe-Giráldez, V. et al. (2021). Music Therapy and Parkinson's Disease: A Systematic Review from 2015–2020. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21)
- Ayele, B.A., Zewde, Y. Z., Tafesse A., Sultan, A., Friedman, J. H., & Bower, J. H. (2021). Non-Motor Symptoms and Associated Factors in Parkinson's Disease Patients in Addis Ababa, Ethiopia: A Multicenter Cross-Sectional Study. *Ethiop J Health Sci*, 31(4):837-846. [d10.4314/ejhs.v31i4.19](https://doi.org/10.4314/ejhs.v31i4.19).
- Brandín-de la Cruz, N., Secorro, N., Calvo, S., Benyoucef, Y., Herrero, P., Bellosta-López, P. (2020). Immersive virtual reality and antigravity treadmill training for gait rehabilitation in Parkinson's disease: a pilot and feasibility study. *Rev Neurol*, Dec 16;71(12):447-454. Spanish, English. [10.33588/rn.7112.2020352](https://doi.org/10.33588/rn.7112.2020352).
- Castro, R, H, A. (2012). Desenvolvimento de Aplicações com uso de Interação Natural: Um Estudo de Caso voltado para Vídeo Colaboração em Saúde. João Pessoa – PB: *Universidade Federal da Paraíba*.
- De Melo, G., Kleiner, A., Lopes, J., Dumont, A., Lazzari, R. D., Galli, M., & Oliveira, C. S. (2018). Effect of virtual reality training on walking distance and physical fitness in individuals with Parkinson's disease. *Neurorehabilitation*, 42(4), 473–480. <https://doi.org/10.3233/NRE-172355>
- Del Din, S., Galna, B., Lord, S., Nieuwboer, A., Bekkers, E., Pelosin, E., Avanzino, L., Bloem, B. R., Olde Rikkert, M., Nieuwhof, F., Cereatti, A., Della Croce, U., Mirelman, A., Hausdorff, J. M., & Rochester, L. (2020). Falls Risk in Relation to Activity Exposure in High-Risk Older Adults. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 75(6), 1198–1205. <https://doi.org/10.1093/gerona/glaa007>
- Dockx, K., Bekkers, E. M., Van den Bergh, V., Ginis, P., Rochester, L., Hausdorff, J. M., Mirelman, A., & Nieuwboer, A. (2016). Virtual reality for rehabilitation in Parkinson's disease. *The Cochrane database of systematic reviews*, 12(12), CD010760. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010760.pub2>

- Feng, H., Li, C., Liu, J., Wang, L., Ma, J., Li, G., Gan, L., Shang, X., & Wu, Z. (2019). Virtual Reality Rehabilitation Versus Conventional Physical Therapy for Improving Balance and Gait in Parkinson's Disease Patients: A Randomized Controlled Trial. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 25, 4186–4192. <https://doi.org/10.12659/MSM.916455>
- Foster, E. R., McDaniel, M. A., & Rendell, P. G. (2017). Improving Prospective Memory in Persons With Parkinson Disease: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabilitation and neural repair*, 31(5), 451–461. <https://doi.org/10.1177/1545968317690832>
- Ferraz, D. D., Trippo, K. V., Duarte, G. P., Neto, M. G., Bernardes Santos, K. O., & Filho, J. O. (2018). The Effects of Functional Training, Bicycle Exercise, and Exergaming on Walking Capacity of Elderly Patients With Parkinson Disease: A Pilot Randomized Controlled Single-blinded Trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 99(5), 826–833. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.12.014>
- Gálvez, G., Recuero, M., Canuet, L., & Del-Pozo, F. (2018). Short-Term Effects of Binaural Beats on EEG Power, Functional Connectivity, Cognition, Gait and Anxiety in Parkinson's Disease. *International journal of neural systems*, 28(5), 1750055. <https://doi.org/10.1142/S0129065717500551>
- Lopes J. M. (2018). Is virtual reality really effective in Parkinson's disease? *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 76(9), 642–643. <https://doi.org/10.1590/0004-282X20180079>
- Maidan, I., Rosenberg-Katz, K., Jacob, Y., Giladi, N., Hausdorff, J. M., & Mirelman, A. (2017). Disparate effects of training on brain activation in Parkinson disease. *Neurology*, 89(17), 1804–1810. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000004576>
- Medeiros, Anna Carolina Soares. (2012). Interação Natural baseada em Gestos como Interface de Controle para Modelos Tridimensionais. João Pessoa – PB: *Universidade Federal da Paraíba*.
- Nascimento, D. B.; Carvalho, G. F. J.; & Costa, R. M. E. M. (2008). ReabRA: Reabilitação Cognitiva através de uma aplicação de Realidade Aumentada. Rio de Janeiro: *UERJ*.
- Pedroso, P. C. S., Ferreira, J. M. da S., & Sá, M. dos A. F. de. (2022). Analysis of the effectiveness of virtual reality exposure therapy on the balance of Parkinson's patients: integrative review. *Research, Society and Development*, 11(3), e55311326987. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26987>
- Radhakrishnan, D. M., & Goyal, V. (2018). Parkinson's disease: A review. *Neurology India*, 66(Supplement), S26–S35. <https://doi.org/10.4103/0028-3886.226451>
- Radder, D., Lígia Silva de Lima, A., Domingos, J., Keus, S., van Nimwegen, M., Bloem, B. R., & de Vries, N. M. (2020). Physiotherapy in Parkinson's Disease: A Meta-Analysis of Present Treatment Modalities. *Neurorehabilitation and neural repair*, 34(10), 871–880. <https://doi.org/10.1177/1545968320952799>
- Severiano, M., Zeigelboim, B. S., Teive, H., Santos, G., & Fonseca, V. R. (2018). Effect of virtual reality in Parkinson's disease: a prospective observational study. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 76(2), 78–84. <https://doi.org/10.1590/0004-282X20170195>
- Steidl, E.M.S., Ziegler, J.R., e Ferreira, F.V., (2007). Doença de Parkinson: Revisão Bibliográfica., *Disc. Scientia. Série: Ciências da Saúde*, 8(1), 115-129.
- Kim, A., Darakjian, N., & Finley, J. M. (2017). Walking in fully immersive virtual environments: an evaluation of potential adverse effects in older adults and individuals with Parkinson's disease. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 14(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0225-2>