



Influência da gameterapia na intensidade da dor e seus impactos na qualidade de vida e equilíbrio em pacientes com neuropatia diabética

Influence of gametherapy on pain intensity and its impacts on quality of life and balance in patients with diabetic neuropathy

Influencia de la gameterapia en la intensidad del dolor y sus impactos en la calidad de vida y el equilibrio en pacientes con neuropatía diabética

Allan Mateus da Silva Lima¹, Diego Mansur Alfaia¹, Ana Clara Lima Serra¹, Emanuelle Mayane do Nascimento Oliveira¹, Livia Moreira Paes¹, Matheus Sodré de Ara jo², Larissa Salgado de Oliveira Rocha³.

RESUMO

Objetivo: Avaliar a influência da gameterapia sobre a intensidade da dor, equilíbrio e a qualidade de vida em pacientes com neuropatia diabética. **Métodos:** Participaram 4 voluntários, com diagnóstico de neuropatia diabética com idade de $60,5 \pm 7,50$ anos, submetidos ao tratamento com gameterapia durante 24 sessões, 3x/semana por 50 minutos e avaliados pr  e p s-interven o pelo questionário para rastreio de dor neuropática (DN4) e escala numérica de dor, escala de Tinetti, teste de Romberg, *Timed Up and Go* (TUG), e qualidade de vida pelo *Neuropathy-Specific Quality of Life* (NeuroQol). **Resultados:** Observou-se no pós-tratamento valores médios maiores para o teste de Romberg de Olhos Abertos (OA) e Olhos Fechados (OF) ($p < 0,001$ e $p = 0,016$) respectivamente, Escala de equilíbrio de Tinetti ($p = 0,003$) e qualidade de vida ($p < 0,001$) se comparados ao pré-tratamento, bem como valores menores para dor pela Escala Numérica de Dor (END) ($p = 0,007$) e para TUG ($p = 0,007$). **Conclusão:** A gameterapia se mostrou no presente estudo eficaz na melhora dos sintomas da Neuropatia diabética, a respeito dos quadros álgicos e de equilíbrio contribuindo conseqüentemente na melhora da qualidade de vida destes pacientes, visto que age diretamente sobre as questões funcionais, físicas e psicológicas.

Palavras-chave: Diabetes Mellitus, Fisioterapia, Dor, Exerc cio em Realidade Virtual, Qualidade de Vida.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the influence of game therapy on pain intensity, balance and quality of life in patients with diabetic neuropathy. **Methods:** 4 volunteers, diagnosed with diabetic neuropathy, aged 60.5 ± 7.50 years old, underwent treatment with game therapy for 24 sessions, 3x/week for 50 minutes, and were evaluated pre and post-intervention using a questionnaire to screen for neuropathic pain (DN4) and numerical pain scale, Tinetti scale, Romberg test, Timed Up and Go (TUG), and quality of life by Neuropathy-Specific Quality of Life (NeuroQol). **Results:** Post-treatment higher mean values were observed for the Romberg test for Eyes Open (OA) and Eyes Closed (OF) ($p < 0.001$ and $p = 0.016$) respectively, Tinetti Balance Scale ($p = 0.003$) and quality of life ($p < 0.001$) compared to pre-treatment, as well as lower values for pain on the Numerical Pain Scale (NPS) ($p = 0.007$) and for TUG ($p = 0.007$). **Conclusion:** In the present study, game therapy proved to be effective in improving the symptoms of diabetic neuropathy, regarding pain and balance, consequently contributing to the improvement of the quality of life of these patients, since it acts directly on functional, physical and psychological issues.

Keywords: Diabetes Mellitus, Physiotherapy, Pain, Exercise in Virtual Reality, Quality of life.

¹ Centro Universitário do Estado do Par  (CESUPA), Bel m - PA.

² Universidade do Estado do Par  (UEPA), Marab  - PA.

³ Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Piracicaba - SP.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la influencia de la terapia de juego en la intensidad del dolor, el equilibrio y la calidad de vida en pacientes con neuropatía diabética. **Métodos:** 4 voluntarios, diagnosticados de neuropatía diabética, con edad de $60,5 \pm 7,50$ años, fueron sometidos a tratamiento con juego terapia durante 24 sesiones, 3x/semana durante 50 minutos, y fueron evaluados pre y postintervención mediante un cuestionario de cribado de dolor neuropático (DN4) y escala numérica del dolor, escala de Tinetti, test de Romberg, Timed Up and Go (TUG), y calidad de vida por Neuropathy-Specific Quality of Life (NeuroQol). **Resultados:** Se observaron valores medios superiores postratamiento para el test de Romberg para Ojos Abiertos (OA) y Ojos Cerrados (OF) ($p < 0,001$ y $p = 0,016$) respectivamente, Escala de Equilibrio de Tinetti ($p = 0,003$) y calidad de vida ($p < 0,001$) en comparación con el pretratamiento, así como valores más bajos para el dolor en la Escala Numérica del Dolor (NPS) ($p = 0,007$) y para TUG ($p = 0,007$). **Conclusión:** En el presente estudio, la terapia de juego demostró ser eficaz en la mejora de los síntomas de la neuropatía diabética, en cuanto al dolor y el equilibrio, contribuyendo consecuentemente a la mejora de la calidad de vida de estos pacientes, ya que actúa directamente sobre los aspectos funcionales, físicos y psicológicos.

Palabras clave: Diabetes mellitus, Fisioterapia, Dolor, Ejercicio en Realidad Virtual, Calidad de vida.

INTRODUÇÃO

A neuropatia diabética (ND) é uma das complicações mais comuns em diabéticos, podendo manifestar-se em pessoas com Diabetes Mellitus (DM) do tipo 1 e tipo 2, sendo classificada em polineuropatias generalizadas simétricas, polineuropatia simétrica distal e neuropatia diabética periférica, que comprometem progressivamente os nervos periféricos, resultando, assim, em inúmeras disfunções dos sistemas orgânicos (PEDROSA HC, et al., 2014; HICKS CW e SELVIN E, 2019).

Dentre as perturbações causadas pela ND, a dor neuropática está presente em cerca de 13 a 26 % das pessoas diabéticas com polineuropatias generalizadas simétricas, que é caracterizada como uma dor secundária à uma lesão ou patologia envolvendo o sistema somatossensorial, apresentando como sintomas pontada, lancinante e choque nos dedos, pés e/ou perna (MACONE A e OTIS JAD, 2018). A presença de dor nos pacientes pode causar ansiedade, depressão e distúrbios do sono, em 43% deles, bem como interfere diretamente sua qualidade de vida, por comprometer atividades cotidianas (HICKS CW e SELVIN E, 2019).

Ademais, além da dor, a ND gera perda de força muscular principalmente em membros inferiores, somada a diminuição sensorial, principalmente em pés, o que acarreta alterações no controle do equilíbrio dinâmico e estático dos mesmos. Com isso, tais indivíduos tendem a adotar um padrão mais conservador da marcha, aumentando o tempo de duplo apoio, a fim de suprir a instabilidade nas fases de apoio unipodal, repercutindo em uma mudança no padrão postural dos mesmos (MONTEIRO RL, et al., 2018). Essas condições implicam em alterações quanto a localização do centro de massa, a qual reflete de forma negativa na manutenção do equilíbrio estático e dinâmico deste indivíduo, afetando, significativamente o ciclo adequado da marcha, visto que o controle do equilíbrio é uma ferramenta essencial para o bom desenvolvimento da deambulação (SEYEDIZADEH SH, et al., 2020).

O tratamento fisioterapêutico no contexto da ND trabalha na redução das disfunções motoras causadas por tal comorbidade. A mesma tem por objetivo melhorar o padrão postural, marcha, equilíbrio, coordenação e diminuição da dor deste indivíduo, auxiliando na melhora de sua qualidade de vida, por meio de diversos recursos. As intervenções através de exercícios físicos mostram-se muito eficientes, sobretudo na melhora do equilíbrio, força muscular e diminuição da fadiga, sendo que a combinação de exercícios aeróbicos e resistidos demonstra melhores resultados no tratamento de pessoas com ND (MARONESI CTP, et al., 2016).

Dentre os recursos utilizados pela fisioterapia destaca-se a gameterapia, como uma alternativa inovadora para atingir tal objetivo, visto que se utiliza a realidade virtual como um recurso terapêutico que visa a recuperação efetiva do paciente tanto a nível motor quanto psicológico, uma vez que o tratamento se torna mais dinâmico e atrativo para o paciente. Esse sistema realiza a criação de movimentos, pela imersão do paciente ao meio, criando uma simulação do corpo humano, favorecendo o aprendizado motor por conta muitas repetições, oferecendo assim um *feedback* positivo para as tarefas realizadas no cotidiano (CANO-MAÑAS MJ, et al., 2020).

Neste contexto, acredita-se que a gameterapia gere resultados positivos na melhora de indivíduos com déficits sensório-motores possibilitando melhora em sua funcionalidade, bem como o treinamento e aperfeiçoamento de tarefas motoras por meio do “feedback” fornecido pelo recurso de inteligência artificial (DA SILVA DIAS T, et al., 2017), conseqüentemente, ocasionando alívio do quadro algíco causado pela ND. Com isso, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da gameterapia sobre a intensidade da dor, equilíbrio e a qualidade de vida em pacientes com neuropatia diabética.

MÉTODOS

O estudo de caráter intervencional, longitudinal, prospectivo e quantitativo, foi desenvolvido na clínica escola de fisioterapia do CESUPA, após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da Universidade do Estado do Pará (UEPA), sob número de parecer 2.951.057, Certificado de Apreciação e Aprovação Ética (CAAE) de número 95650318.3.0000.5174 e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A amostra foi composta por 4 voluntários, de ambos os sexos, com diagnóstico clínico de DM do tipo 1 e 2, que apresentaram dor neuropática decorrente da diabetes, déficits de equilíbrio dinâmico e estático, com faixa etária igual ou superior a 40 anos e abaixo ou igual de 80 anos, que apresentassem pontuação maior que 23 e para classificação com analfabetos score de 20 no Mini Exame do Estado Mental (MEEM) e score maior que 4 no Questionário para diagnóstico de dor neuropática DN4.

Dentre os critérios de exclusão, estão indivíduos que apresentaram DM gestacional; patologia neurológica associada; alterações de sensibilidade não desencadeada pela ND; presença de deformidades em membros inferiores; amputação em qualquer nível de membros inferiores; indivíduos com dor neuropática desencadeada por fatores diferentes da DM, pessoas com diagnósticos de vestibulopatias, indivíduos dependentes de cadeira de rodas ou não deambulantes, como também, aqueles que se sentiram desconfortáveis e desistiram da pesquisa no decorrer da construção do estudo.

Para desenvolver a pesquisa foram utilizados vários questionários, incluindo o DN4, que serve para diagnóstico de dor neuropática, sendo composto por 10 itens, divididos em quatro seções, em que duas destas consistem na característica da dor e sintomas relatados, a partir da entrevista com o paciente; e as outras duas seções identificam a presença de hipoestesia e dor durante escovação, observado no exame físico. O score total é descrito sendo <4 tendo diagnóstico de dor nociceptiva e ≥ 4 tendo diagnóstico de dor neuropática (GUDALA K, et al., 2017).

Sobre a percepção do paciente diante da dor, foi utilizada a Escala Numérica de Dor (END), que consiste em uma régua numérica que varia de zero a dez, em que zero indica ausência de dor e dez a dor mais insuportável sentida. A END é uma escala unidimensional que avalia apenas um aspecto quantitativo da dor de acordo com a informação dada pelo paciente, não sendo possível analisar aspectos qualitativos da algia com esta escala (BARAVIEIRA PT, et al., 2016).

Outro instrumento utilizado foi o *Neuropathy-Specific Quality of Life* (NeuroQol), é um questionário traduzido e validado para língua portuguesa por Xavier ATF, et al. (2011) que avalia a partir de relato a qualidade de vida de indivíduos acometidos com desordens de origem neurológica. Ele avalia aspectos físicos, cognitivos, emocionais e sociais (GAUTHIER LV, et al., 2017). O questionário é composto por 35 itens, diferenciados em domínios de dor; perda e/ou redução de sensibilidade; sintomas difusos; limitação das atividades diárias; transtornos nas relações sociais e angústia emocional. Os escores do NeuroQol classificam a qualidade de vida com valores de 1-15 em cada pergunta, o que seria o pior resultado é 15 e o menor resultado 1, que demonstra maior e menor impacto da ND sobre a qualidade de vida.

Foi utilizada também a Escala de Equilíbrio e Marcha de Tinetti, composta por nove tópicos para avaliação do equilíbrio que consistem em equilíbrio sentado, levantando, tentativas de levantar, assim que levanta, equilíbrio em pé, teste dos três tempos, olhos fechados, girando 360° e se sentando; e sete tópicos para avaliação da marcha, os quais são o início da marcha, altura e comprimento dos passos, simetria dos passos, continuidade dos passos, direção, tronco e distância dos tornozelos.

A pontuação máxima para a marcha equivale a 12 pontos; e para equilíbrio 16 pontos, totalizando 28 pontos, sendo que resultados com pontuações menores que 19 pontos indicam habilidade física comprometida e, por conseguinte, maior risco de quedas (SCURA D e MUNAKOMI S, 2022).

Para complementar o teste de equilíbrio estático, foi utilizado o Teste de Romberg simples, que consiste no paciente permanecer em pé, com os pés juntos, os braços ao longo do corpo e com os olhos abertos e posteriormente fechados, que avalia também o aspecto proprioceptivo durante 60 segundos, caso o paciente demonstre desequilíbrio antes do tempo completo o teste é considerado positivo (ROSA TSM, et al., 2017).

O teste de *Timed Up and Go* (TUG) foi utilizado também para mensurar a velocidade da marcha, equilíbrio dinâmico e risco de quedas dos participantes através do tempo em que o indivíduo levanta de um cadeira se desloca por 3 metros à frente e retorna a posição inicial, quando o sujeito leva um tempo de até 10 segundos para realizar o teste, não apresenta risco de quedas, de 11-20 segundos baixo a médio risco de quedas e acima de 20 segundos apresenta alto risco para quedas (ANDRADE LCA, et al., 2021).

Após a realização das avaliações, o paciente dava início ao tratamento com gameterapia, com a utilização do videogame XBOX 360® com o *kinect*® que é um multisensor de movimentos compatível com o videogame que permite ao participante controlar e interagir com a aplicação sem a necessidade de tocar em um controle ou parte física do aparelho (KAMIŃSKA MS, et al., 2017). Foram utilizados os jogos Kinect Adventures® e Kinect Sports Two Season®, que oferecem treinos que estimulam o deslocamento multidirecional do tronco do participante e permitem estabilização do centro de massa corporal durante intervalo de tempo determinado.

Os pacientes foram submetidos a um protocolo de 24 sessões, durante 3 vezes por semana, tendo uma duração de 50 minutos e antes e após cada atendimento os sinais vitais eram aferidos como pressão arterial, frequência cardíaca e respiratória e saturação de oxigênio. A tabulação dos dados foi feita pelo software Excel 2016 e a análise estatística foi realizada pré e pós gameterapia utilizando o software SPSS versão 26, e para normalidade dos dados aplicou-se o teste de Shapiro Wilk seguido de Teste T para amostras pareadas, considerando $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

A amostra inicial do estudo foi de 6 voluntários, porém, a amostra remanescente foi de 4 voluntários devido à desistência de dois deles. Os indivíduos que participaram desta pesquisa, correspondem a 25% do sexo feminino e 75% do sexo masculino, com média de idade de $60,5 \pm 7,50$ anos, com diagnóstico de DM tipo 2, tendo média de tempo diagnóstico de $23,75 \pm 3,86$ anos e o diagnóstico médio da ND de $3,50 \pm 1,29$ anos. A **Tabela 1** expressa a caracterização dos pacientes durante a avaliação através do Mini exame do estado mental (MEEM) e na investigação da dor neuropática, dos pacientes avaliados, que representa os critérios de inclusão para a pesquisa, observando-se uma DN4 média de $7,5 \pm 0,5$ e MEEM com média de $27,25 \pm 1,47$ pontos.

Tabela 1 - Caracterização dos pacientes com dor neuropática e valores de rastreio cognitivo.

Pacientes	Idade (anos)	Sexo	DN4	MEEM
P1	57	Feminino	7	25
P2	65	Masculino	8	28
P3	68	Masculino	8	27
P4	52	Masculino	7	29

Legenda: DN4 - Questionário específico para rastreio de dor neuropática (DN4); MEEM - Mini Exame do Estado Mental.

Fonte: Lima AMS, et al., 2023.

A **Tabela 2** demonstra os valores médios e de desvio padrão das variáveis aplicadas na avaliação do equilíbrio estático, dinâmico e dor no pré e pós aplicação da gameterapia. Foi possível analisar a melhora no teste TUG para equilíbrio dinâmico, tendo diminuição no tempo médio para a realização da tarefa ($p=0,007$), enquanto as outras variáveis utilizadas para o equilíbrio foram possíveis observar aumento significativo no pré e pós intervenção, tendo Escala de Equilíbrio de Tinetti ($p=0,003$), Romberg OA $p<0,001$) e Romberg OF ($p= 0,016$), exceto em relação a marcha avaliada na escala de tinetti, que apresentou $p=0,06$. Com relação a dor, os resultados foram significativos expressando valores menores se comparados o pré e o pós-tratamento ($p= 0,007$).

Tabela 2 - Análise da comparação de diferenças entre as médias avaliadas nos pacientes com dor neuropática e déficits de equilíbrio estático e dinâmico.

Variáveis	Gameterapia		t	GL	p-valor
	Antes	Depois			
TUG	17,15±2,73	12,53±1,59	6,594	3	0,007*
Tinetti Equilíbrio	11,50±1,5	14,00±1,58	-8,66	3	0,003*
Tinetti Marcha	8,25±1,63	10,25±0,43	-2,828	3	0,066
Romberg OA	24,50±4,76	51,50±6,98	-20,914	3	<0,001*
Romberg OF	11,50±3,35	25,00±7,38	-4,957	3	0,016*
END	7,25±0,83	4,00±0,70	6,789	3	0,007*

Legenda: t - Teste-t pareado; GL - grau de liberdade. * $p\leq 0,05$.

TUG – Timed up and go; OA – Olhos abertos; OF – Olhos fechados; END – Escala numérica de dor.

Fonte: Lima AMS, et al., 2023.

Tabela 3 - Análise dos valores médios dos domínios do questionário NeuroQOL de pacientes com ND antes e após gameterapia. (n=4)

Domínios do NeuroQOL	Gameterapia		GL	p-valor
	Antes	Depois		
D1	9,21±3,78	3,00±1,17	6	<0,001*
D2	14,75±0,43	7,83±4,16		
D3	13,08±2,00	4,58±0,95		
D4	8,50±1,25	2,33±0,85		
D5	6,75±3,17	2,38±1,15		
D6	10,93±1,56	4,89±1,82		
D7	4,33±1,02	2,33±0,90		
Escore Total	67,55	25,01		

* $p\leq 0,05$; teste t para amostras pareadas. GL - graus de liberdade.

D1 - Dor, D2 - Perda/redução da sensibilidade, D3 - Sintomas difusos sensitivo-motores, D4 - Limitações das atividades na vida diária, D5 - Transtorno nas relações sociais, D6 - Angústia emocional, D7 - Qualidade de vida (QVRS). **Fonte:** Lima AMS, et al., 2023.

A **Tabela 3** expressa os valores médios e desvio padrão das variáveis e escore total do Questionário NeuroQol a respeito da qualidade de vida dos pacientes no pré e pós-intervenção. Observou-se que todos os domínios e escore total do questionário apresentaram diferença estatística considerável comparando o pré com o pós-tratamento ($p < 0,001$).

DISCUSSÃO

Com o envelhecimento da população e o aumento significativo do sedentarismo, acarretando maiores casos de obesidade acompanhando comorbidades como a DM no país e no mundo no estudo de Costa AF, et al. (2017) demonstraram que a prevalência de DM 2 em homens e mulheres de 30 a 59 anos ocupa o 2º lugar das comorbidades analisadas, e no Brasil, a prevalência foi de 16,8 milhões de diabéticos em 2019, com previsão de aumento de 55% até 2045 (IDF, 2019). Uma das principais complicações da DM é a ND que pode acometer o sistema nervoso periférico (SNP), sendo descrita como a degeneração avançada dos axônios encontrados nas fibras nervosas.

Pode-se relacionar à doença a perda de sensibilidade e diminuição da velocidade de condução nervosa, que segundo Selvarajah D, et al. (2019) pode também causar alterações tróficas da pele e acarretar a degeneração da estrutura osteoarticular do pé, levando ao pé diabético. No presente estudo, o tempo de diagnóstico da diabetes foi de $23,75 \pm 3,86$ anos e de ND foi de $3,50 \pm 1,29$ anos, porém apesar do tempo elevado destes diagnósticos e como critérios de exclusão na presente pesquisa os pacientes não apresentavam deformidades, mas pelo tempo de doença apresentavam alterações sensoriais, dores, instabilidades posturais e pé diabético.

Diante dos dados encontrados antes e após a intervenção com a gameterapia, pode-se observar a eficácia do tratamento nos sintomas da ND como controle da dor, melhora do equilíbrio, influenciando na qualidade de vida no pós-tratamento em relação ao pré-tratamento da ND. Estes dados do presente estudo corroboram com o estudo de Albuquerque VT, et al. (2020) que reforçaram que a gameterapia é uma abordagem positiva no tratamento fisioterapêutico, pois necessita de uma certa habilidade durante os jogos, levando o indivíduo à uma adaptação ao jogo, despertando motivação ao jogador e ofertando melhoras tanto a nível cognitivo quanto musculoesquelético e somatossensorial.

No estudo de Valenzuela PE, et al. (2018), demonstraram variados benefícios da gameterapia como tratamento, tendo como exemplo a capacidade física e funcional do idoso, assim como tornando o tratamento mais prazeroso, favorecendo os ganhos funcionais, bem como o mesmo foi descrito por KU J, et al. (2018), que avaliaram o uso da realidade virtual para o treino de equilíbrio e mostraram ganhos em relação à fisioterapia convencional nos testes de Romberg e TUG, além da melhora na funcionalidade para os membros inferiores.

Estes resultados correspondem aos encontrados na presente pesquisa, uma vez que os voluntários tiveram melhora do TUG, equilíbrio estático em Romberg e equilíbrio de Tinetti, haja vista os jogos utilizados como por exemplo vazamentos, bolha espacial e cume dos reflexos do pacote Kinect Adventures®, permitiram ganhos decorrentes de estímulos proprioceptivos, assim como deslocamentos do centro e linha de gravidade estimulando assim diversas estratégias motoras e sensoriais e deslocamentos laterais.

Ademais, constatou-se no estudo de Hung ESW, et al. (2019) que o treinamento físico através da gameterapia, voltado para o equilíbrio em pessoas com neuropatia diabética periférica demonstrou ser eficaz a partir de 6 semanas de intervenção, o que desencadeou melhora na escala de equilíbrio de Berg, diminuindo o risco de quedas e conseqüentemente obteve-se aumento da qualidade de vida dessa população, por apresentarem relatos que se tornaram mais confiantes em realizar atividades diárias.

Tais relatos se assemelham aos resultados do presente estudo, uma vez que realizou-se 24 sessões que correspondem a 8 semanas de tratamento com tempo médio de atendimento de 50 min, o que promove efeitos positivos pela repetição das atividades gerando aprendizagem motora, bem como possíveis adequações dos níveis de açúcares no sangue, devido ao aumento da captação de glicose para gerar energia durante o exercício, repercutindo positivamente no seu bem estar, motivação e qualidade de vida por

proporcionar indivíduos mais ativos (NASCIMENTO AAG e OLIVEIRA PK, 2020). O uso do xbox 360 no tratamento de repercussões do sistema nervoso periférico se mostrou benéfico no estudo de Ribeiro MCS, et al. (2021) para o equilíbrio durante uso da escala de equilíbrio e marcha de Tinetti, pelo fato das atividades produzidas pelos jogos estimularem a dupla tarefa pois, exigem constantemente as alterações posturais, deslocamento do centro de massa e essas reações proporcionam a melhora do equilíbrio e força muscular, observados no teste de três tempos e girando em 360° que estão inseridos na escala.

Da mesma forma, comprovou-se tais achados no estudo de Coelho FVB, et al. (2022) que a gameterapia por meio dos jogos Kinect Adventures® e Kinect Sports Two Season® utilizando de movimentos repetitivos e da estimulação visual e auditiva proporcionaram remodelamento da atividade neural em áreas pré motoras estimulando assim a aprendizagem motora pelo deslocamento corporal anterior e lateral, agachamento, saltos e movimentos com os membros superiores realizados durante os jogos. Assim, de acordo com os achados dos autores supracitados, supõe-se que os voluntários do presente estudo se favoreceram pelos mecanismos neuroplásticos gerados pelos estímulos dos jogos da gameterapia, promovendo a aprendizagem motora e rapidamente melhora em suas atividades que demandam equilíbrio. Além disto, foi possível observar no presente estudo que os ganhos de marcha avaliados pela escala de Tinetti não foram significativos quanto do equilíbrio, e isso se deve ao fato de que os jogos não possuem um foco específico para melhora das fases da marcha, principalmente nas variáveis de direção, continuidade e simetria dos passos.

O estudo de da Silva NCMA, et al. (2017) ratifica tal hipótese quando os autores relataram que a dificuldade da marcha em pacientes com neuropatias periféricas surge de uma coativação dos músculos agonistas e antagonistas de tornozelo, joelho e quadril, dificultando assim a estabilidade e velocidade da marcha, provocando os desvios e continuidade dos passos, e os jogos utilizados não simulam um treino específico para marcha. Outrossim, no presente estudo, enfatizou-se ajustes posturais que geram maior equilíbrio, contudo ainda necessitaria de um período de tempo maior para elucidar tal mobilidade sobre uma estabilidade pélvica adquirindo a etapa de controle motor mobilidade sobre estabilidade de forma consolidada, haja vista que apesar de diminuir a base de suporte, essa ainda permanece alargada.

Outra observação seria de inserir jogos que simulam estratégias em diferentes tipos de solo para reduzir *clearance* e base de suporte, melhorar a velocidade, além da ativação de reações antecipatórias e reativas para melhor resposta frente às demandas do ciclo de marcha. Na ND, o dano provocado nos nervos periféricos provocam respostas estruturais e funcionais desadaptativas no sistema somatossensorial, por isso os pacientes podem apresentar dor espontânea de caráter contínuo e uma hiperalgesia, com o mecanismo de perda sensorial pela diminuição da conexão do SNP e SNC, ocorre uma transecção de axônios de neurônios sensoriais primários e com isso os axônios distais morrem devido à degeneração Walleriana, afetando principalmente nociceptores, e a dor se origina em áreas com sensibilidade reduzida a estímulos térmicos e mecânicos, apresentando características de queimação e choque (ROSENBERGER DC, et al., 2020).

Outro dado relevante que mostrou efetividade do protocolo de gameterapia no presente estudo foi sobre a influência na dor apresentada pelos pacientes, e estes achados são reforçados pelo estudo de Peebles AT, et al. (2022) que confirmaram a redução da dor lombar em indivíduos através de um programa de intervenção com a realidade virtual, ao passo que também foi discutido por Matheve T, et al. (2020) que relataram uma melhora da dor através de um tratamento com a gameterapia, por meio da ludicidade provocada pela imersão do paciente no jogo.

Vale ressaltar, que ambos destacaram a importância dessa intervenção para o controle da dor na fisioterapia, apesar da fisiologia da dor ser explicada nestes estudos de forma diferenciada. Da mesma forma, para explicar sobre a possível modulação da dor neste estudo, o estudo de Sotomaio BB (2021) demonstrou que o exercício físico atua modulando a liberação de citocinas inflamatórias, neurotrofinas, neurotransmissores e opioides endógenos a nível de nervos periféricos, assim promovendo um relaxamento e diminuição da dor em pacientes com neuropatia diabética favorecendo a qualidade de vida desses indivíduos. Adicionalmente, à melhora das variáveis supracitadas com o protocolo de gameterapia na ND, a avaliação da qualidade de vida destes pacientes revelou considerável diminuição da dor, observada no

domínio 1 da escala Neuroqol, podendo observar também melhora expressiva nas atividades básicas (D4) desses pacientes, pelos outros domínios como nas relações pessoais (D5) que está intimamente ligada ao domínio 6 que retrata angústia emocional.

No presente estudo houve relato de dois pacientes que por sofrerem com relações próximas, se sentiram bastante angustiados, mas pôde ser amenizado no período pós intervenção, pelas possibilidades que a ferramenta permite trabalhar como a ludicidade deixando o ambiente mais tranquilo e divertido e facilitando a execução da tarefa motora frente a demanda solicitada no grupo, assim como tais estratégias podem proporcionar, o que se confirma no estudo de Magno LD, et al. (2017) em que o grupo de intervenção pelo *balance* apresentou melhora significativa nos domínios do NeuroQol de Limitação das atividades diárias e sintomas difusos sensorio-motores.

Portanto, supõe-se que os resultados promissores obtidos no presente estudo se devam à concentração requerida para a execução das tarefas, que obedeciam a uma sequência e ofereciam considerável grau de dificuldade para os indivíduos, gerando assim um aprendizado das habilidades treinadas decorrente de uma possível reorganização cortical uso dependente e assim ratificando a possibilidade da gameterapia ser atribuída dentro das estratégias terapêuticas para este tipo de população estudada.

Contudo, dentre as limitações que o presente estudo apresentou foi o pequeno número amostral devido complicações da própria patologia que dificultavam o deslocamento dos pacientes, a presença da pandemia causada pelo Coronavírus SARS-CoV-2 (Covid-19) também foi um dos fatores para a não adesão e as condições financeiras de alguns voluntários.

CONCLUSÃO

Dessa forma, conclui-se que, a gameterapia se mostrou no presente estudo eficaz para reduzir e melhorar os sintomas da Neuropatia diabética, no que se refere aos quadros álgicos e de equilíbrio contribuindo conseqüentemente na melhora da qualidade de vida destes pacientes, visto que age diretamente sobre as questões funcionais, físicas e psicológicas. Para tanto, faz-se necessário estudos com maiores amostras para verificar melhor os efeitos da gameterapia.

REFERÊNCIAS

1. ALBUQUERQUE VT, et al. O uso da realidade virtual no equilíbrio postural de idosos: revisão de literatura. *International Journal of Development Research*, 2020; 10(11): 41917-41924.
2. ANDRADE LCA, et al. Timed Up and Go teste na avaliação do risco de quedas em idosos: uma revisão de literatura. *Research, Society and Development*, 2021; 10(13): e321101321615.
3. BARAVIEIRA PB, et al. Análise perceptivo-auditiva de vozes rugosas e soprosas: correspondência entre a escala visual analógica e a escala numérica. In: *CoDAS*, 2016; 163-167.
4. CANO-MAÑAS MJ, et al. Effects of Video-Game Based Therapy on Balance, Postural Control, Functionality, and Quality of Life of Patients with Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Journal of healthcare engineering*, 2020.
5. COELHO FVB, et al. Realidade virtual na recuperação da marcha em pacientes pós acidente vascular encefálico: revisão sistemática. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 2022; 11(7): e55411730514.
6. COSTA AF, et al. Carga do diabetes mellitus tipo 2 no Brasil. *Cade de Saú Pública*, 2017; 33: 00197915.
7. DA SILVA DIAS T, et al. As contribuições da gameterapia no desempenho motor de indivíduo com paralisia cerebral. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, 2017; 25: 3.
8. GAUTHIER LV, et al. Video Game Rehabilitation for Outpatient Stroke (VIGoROUS): protocol for a multi-center comparative effectiveness trial of in-home gamified constraint-induced movement therapy for rehabilitation of chronic upper extremity hemiparesis. *BMC neurology*, 2017; 17(1): 109.
9. GUDALA K, et al. Hindi version of short form of douleur neuropathique 4 (S-DN4) questionnaire for assessment of neuropathic pain component: a cross-cultural validation study. *The Korean journal of pain*, 2017; 30(3): 197-206.
10. HICKS CW e SELVIN E. Epidemiology of Peripheral Neuropathy and Lower Extremity Disease in Diabetes. *Curr Diab Rep*, 2019; 19(10): 86.

11. HUNG ES, et al. Effects of Interactive Video Game-Based Exercise on Balance in Diabetic Patients with Peripheral Neuropathy: An Open-Level, Crossover Pilot Study. Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM, 2019.
12. INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. IDF Diabetes Atlas, 9th edn. Brussels, Belgium: 2019.
13. KAMIŃSKA MS, et al. The effectiveness of virtual reality training in reducing the risk of falls among elderly people. Clinical interventions in aging, 2018; 13: 2329-2338.
14. KU J, et al. Three-Dimensional Augmented Reality System for Balance and Mobility Rehabilitation in the Elderly: A Randomized Controlled Trial. Cyberpsychology, behavior and social networking, 2019; 22(2): 132-141.
15. MACONE A e OTIS JAD. Neuropathic Pain. Seminars in Neurology, 2018; 38(6): 644-653.
16. MAGNO LD, et al. Fisioterapia convencional versus conceito balance sobre alterações sensorio-motoras da neuropatia diabética. Reserch medical journal, 2017; 1(1): 1-9.
17. MARONESI CTP, et al. Exercícios físicos em portadores de neuropatia diabética: revisão sistemática e metanálise de ensaios clínicos randomizados. Fisioterapia e Pesquisa, 2016; 23(2): 216-223.
18. MATHEVE T, et al. Virtual reality distraction induces hypoalgesia in patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. Journal of neuroengineering and rehabilitation, 2020; 17(1): 55.
19. MONTEIRO RL, et al. Protocol for evaluating the effects of a foot-ankle therapeutic exercise program on daily activity, foot-ankle functionality, and biomechanics in people with diabetic polyneuropathy: a randomized controlled trial. BMC musculoskeletal disorders, 2018; 19: 400.
20. NASCIMENTO AAG e OLIVEIRA PK. Benefícios do exercício físico em portadores de diabetes. Monografia. (Educação Física) - Faculdade de Ciências da Educação e Saúde Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2020; 17 p.
21. PEDROSA HC, et al. Neuropatias e Pé Diabético. 1ª edição. São Paulo: AC Farmaceutica, 2014.
22. PEEBLES AT, et al. A Virtual Reality Game Suite for Graded Rehabilitation in Patients With Low Back Pain and a High Fear of Movement: Within-Subject Comparative Study. JMIR serious games, 2022; 10(1): e32027.
23. RIBEIRO MCS, et al. A gameterapia utilizada como ferramenta no equilíbrio de pacientes hemiparético espásticos. Revista UNIANDRADE, 2022; 22(1): 62-73.
24. ROSA TSM, et al. Avaliação do equilíbrio corporal em idosos institucionalizados com queixa de tontura. Revista Kairós-Gerontologia, 2017; 20(4): 345-366.
25. ROSENBERGER DC, et al. Challenges of neuropathic pain: focus on diabetic neuropathy. Journal of neural transmission (Vienna, Austria: 1996), 2020; 127(4): 589-624.
26. SCURA D e MUNAKOMI S. Tinetti Teste de Marcha e Equilíbrio. StatPearls. Ilha do Tesouro (FL): Publicação StatPearls; 2022.
27. SELVARAJAH D, et al. Diabetic peripheral neuropathy: advances in diagnosis and strategies for screening and early intervention. The lancet. Diabetes & endocrinology, 2019; 7(12): 938-948.
28. SEYEDIZADEH SH, et al. The Effects of Combined Exercise Training (Resistance-Aerobic) on Serum Kinesin and Physical Function in Type 2 Diabetes Patients with Diabetic Peripheral Neuropathy (Randomized Controlled Trials). Journal of diabetes research, 2020; 6978128.
29. SOTOMAIOR B. Efeito do treinamento de força na dor neuropática em modelo animal de diabetes. Dissertação (Mestrado em educação física) - Setor de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021; 94 p.
30. XAVIER ATF, et al. Adaptação cultural e validação do Neuropathy - and Foot Ulcer – Specific Quality of Life (NeuroQoL) para a língua portuguesa do Brasil - Fase 1. Rev. Latino-Am. Enfermagem, 2011; 19(6): 10.