







EFICIÊNCIA CLÍNICA E FÍSICA DE JOGOS DE REALIDADE VIRTUAL EM JOGADORES DE FUTEBOL COM DOR LOMBAR

CLINICAL AND PHYSICAL EFFICIENCY OF VIRTUAL REALITY GAMES IN SOCCER PLAYERS WITH LOW BACK PAIN

EFICIENCIA DE LOS JUEGOS DE REALIDAD VIRTUAL EN JUGADORES DE FUTBOL CON DOLOR DE ESPALDA BAJA

Gopal Nambi¹ 
(Fisioterapeuta)
Walid Kamal Abdelbasset^{1,2} 
(Fisioterapeuta)
Shereen H. Elsayed^{3,4} 
(Fisioterapeuta)
Anju Verma Msc¹ 
(Fisioterapeuta)
Julie Saji George Msc¹ 
(Fisioterapeuta)
Ayman K. Saleh MD^{5,6} 
(Cirurgião Ortopedista)

1. Prince Sattam bin Abdulaziz University, Faculdade de Ciências Médicas Aplicadas, Departamento de Fisioterapia e Reabilitação da Saúde, Al-Kharj, Arábia Saudita.
2. Cairo University, Hospital Kasr Al-Aini, Departamento de Fisioterapia, Gizé, Egito.
3. Princess Nourah bint Abdulrahman University, Faculdade de Ciências da Saúde e Reabilitação, Departamento de Ciências da Reabilitação, Riade, Arábia Saudita.
4. Cairo University, Departamento de Fisioterapia para Distúrbios Cardiovasculares/Respiratórios e Geriátricos, Faculdade de Fisioterapia, Gizé, Egito.
5. Prince Sattam Bin Abdulaziz University, Faculdade de Medicina, Departamento de Cirurgia, Al-Kharj, Arábia Saudita.
6. Al-Azhar University, Faculdade de Medicina para Moças, Departamento de Ortopedia, Cairo, Egito.

Correspondência

Gopal Nambi
Gopal Nambi. Depto. de Fisioterapia e Reabilitação da Saúde, Prince Sattam Bin Abdulaziz University, Al-Kharj, Arábia Saudita.
physio_gopal@rediffmail.com



RESUMO

Introdução: O treinamento com realidade virtual (TRV) é uma tecnologia avançada que cria jogos virtuais para computador por meio de software específico. É um tipo de treinamento de reabilitação comumente usado em problemas de equilíbrio no tratamento de doenças musculoesqueléticas. **Objetivo:** Determinar e comparar os efeitos dos jogos de realidade virtual com o treinamento de estabilização central na eficiência física de jogadores de futebol com dor lombar crônica. **Métodos:** Estudo randomizado, duplo-cego e controlado realizado com 60 participantes com lombalgia em um hospital universitário. O primeiro grupo (n = 20) recebeu treinamento de realidade virtual (RV), o segundo grupo (n = 20) recebeu treinamento de estabilização central (EC) e o terceiro grupo (n = 20) recebeu exercícios de treinamento convencional por quatro semanas. Os escores de desempenho clínico e esportivo foram medidos no início do estudo e depois de 4 semanas, 8 semanas e 6 meses. **Resultados:** As características demográficas e clínicas basais não mostraram diferença significativa (p > 0,05) na análise estatística, o que indica população homogênea. Quatro semanas depois do treinamento, o grupo RV mostrou mudanças mais significativas nos escores clínicos do que os grupos EC e controle (p ≤ 0,001). Os escores de desempenho esportivo também mostraram melhora significativa no grupo RV do que nos outros dois grupos (p ≤ 0,001). As mesmas mudanças benéficas de desempenho clínico e esportivo foram observadas em 8 semanas e 6 meses de acompanhamento no grupo RV em comparação com os outros dois grupos (p ≤ 0,001). **Conclusão:** Este estudo sugere que o treinamento com jogos de realidade virtual resulta em melhora do desempenho clínico e esportivo a longo prazo do que outras formas de treinamento em jogadores de futebol com dor lombar crônica. **Nível de evidência Ib; Estudos terapêuticos, Investigação dos resultados de tratamentos.**

Descritores: Jogos virtuais; Estabilização do núcleo; Jogos; Futebol; Dor lombar.

ABSTRACT

Introduction: Virtual reality training (VRT) is an advanced technology that creates virtual games by a computer through specific software. It is a type of rehabilitation training commonly used in balance problems to treat musculoskeletal conditions. **Objective:** To determine and compare the effects of virtual reality games with those of core stabilization training on physical efficiency in soccer players with chronic low back pain. **Methods:** A randomized, double-blinded, controlled study was conducted on 60 LBP participants at a university hospital. The first group (n=20) received virtual reality (VR) training; the second group (n=20) received core stabilization (CS) training; and the third group (n=20) received conventional training exercises for four weeks. Scores of clinical and sports performance were measured at baseline, and after 4 weeks, 8 weeks and 6 months. **Results:** The baseline demographic and clinical characters did not show any significant differences (p>0.05) in the statistical analysis, which shows a homogenous population. Four weeks following the training, the VR training group showed more significant changes in clinical scores than the CS training and control groups (p≤0.001). The scores for sports performance also showed more significant improvement in the VR training group than in the other two groups (p≤0.001). The same improved clinical and sports performance changes were seen at 8 weeks and 6 months of follow-up in the VR training group, when compared to the other two groups (p≤0.001). **Conclusion:** This study suggests that training through virtual reality games results in long-term improvement in clinical and sports performance compared to other forms of training in soccer players with chronic low back pain. **Level of evidence Ib; Therapeutic studies – Investigation of treatment results.**

Keywords: Virtual games; Core stabilization; Games; Soccer; Low back pain.

RESUMEN

Introducción: El entrenamiento de realidad virtual (VRT) es una tecnología avanzada, que crea juegos virtuales por computadora a través de un software específico. Es un tipo de entrenamiento de rehabilitación que se usa comúnmente en problemas de equilibrio para tratar afecciones musculoesqueléticas. **Objetivo:** Encontrar y comparar los efectos de los juegos de realidad virtual sobre el entrenamiento de estabilización central sobre la eficiencia física en jugadores de fútbol con dolor lumbar crónico. **Métodos:** Se realizó un estudio controlado, aleatorizado, doble ciego

em 60 participantes com dor lumbar em um hospital universitário. El primer grupo (n = 20) recibió entrenamiento de realidad virtual (VR), el segundo grupo (n = 20) recibió entrenamiento de estabilización central (CS) y el tercer grupo (n = 20) recibió ejercicios de entrenamiento convencionales durante cuatro semanas. Los puntajes de rendimiento clínico y deportivo se midieron al inicio del estudio, después de 4 semanas, 8 semanas y 6 meses. Resultados: Los caracteres demográficos y clínicos basales no mostraron ninguna diferencia significativa (p. 0,05) en el análisis estadístico lo que indica una población homogénea. Cuatro semanas después del entrenamiento, el grupo de entrenamiento de RV mostró cambios más significativos en las puntuaciones clínicas que los de entrenamiento de CS y los grupos de control (p≤0,001). Las puntuaciones de rendimiento deportivo también mostraron una mejora significativa en el grupo de entrenamiento de RV comparadas con los otros dos grupos (p≤0,001). Hubo los mismos cambios clínicos y de rendimiento deportivo a las 8 semanas y 6 meses de seguimiento en el grupo de entrenamiento de RV y en los otros dos grupos (p≤0,001). Conclusión: Nuestro estudio sugirió que el entrenamiento a través de juegos de realidad virtual mejoró el rendimiento clínico y deportivo más que otros entrenamientos en jugadores de fútbol con dolor lumbar crónico a largo plazo. **Nivel de evidencia Ib; Estudios terapéuticos, investigación de los resultados del tratamiento.**

Descritores: Juegos virtuales; Estabilización central; Juegos; Fútbol; Dolor lumbar.

DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1517-8692202127062021_0034

Artigo recebido em 04/02/2021 aprovado em 26/04/2021

INTRODUÇÃO

O futebol é mais comum na América e é um esporte coletivo de alta prioridade para todas as faixas etárias. Além disso, o aumento de jogos e sessões de treinamento tende a ampliar o número de lesões esportivas. A região lombar é o local mais comum e contribui com 47% dessas lesões.¹ A dor lombar (DL) é um problema comum observado nesse esporte e está diretamente relacionada com o equilíbrio do tronco.² Estudos relatam que a ruptura dos tecidos moles na região das costas durante a partida de futebol tem impacto direto sobre o equilíbrio do tronco e em seus mecanismos de controle.³ Os outros fatores que podem alterar o equilíbrio do tronco são o uso de técnicas erradas e prejudiciais durante o jogo, mau condicionamento físico e movimentos anormais do corpo.^{4,5} Além disso, participar de qualquer esporte sem treinamento adequado também leva à DL, o que, por fim, afeta o desempenho esportivo geral do jogador.⁶ Portanto, foram elaborados diferentes protocolos de treinamento com exercícios preventivos e restauradores de lesões esportivas para superar esses problemas.⁷⁻⁹ Normalmente, terapeutas experientes e treinadores esportivos empregam esses protocolos de treinamento para os jogadores dentro e fora do campo.¹⁰

Recentemente, Nambi G. *et al.* constataram que os procedimentos de treinamento avançado substituíram os tradicionais e mostram resultados favoráveis no desempenho esportivo.¹¹ O exercício de realidade virtual (RV) é um procedimento de vanguarda, que é criado por um software. É um tipo de treinamento usado com frequência nos distúrbios de equilíbrio em pacientes com patologias neurológicas, mas falta estabelecer seu efeito sobre problemas musculoesqueléticos, como DL. O princípio do exercício virtual é ativar os sinais visuais e auditivos por meio de diferentes jogos. Além disso, o exercício virtual aumenta a capacidade funcional dos pacientes por meio da seleção de atividades adequadas para sua aptidão.^{12,13} Isso torna o treinamento mais divertido e diminui suas dificuldades durante a reabilitação. O mecanismo subjacente aos exercícios de RV é que essa tecnologia ativa o domínio sensorial através de alterações neuroplásticas e organizações neurais. Essas alterações no sistema nervoso ativam os músculos para um novo processo de aprendizagem motora.

O exercício de estabilização central (EC) do tronco é outro conjunto de exercícios aplicado ao tratamento da DL. Este treinamento normalmente usa bola terapêutica para reabilitar os músculos centrais do tronco. A EC proporciona um meio para o paciente manter o equilíbrio, controlando o centro de gravidade. A bola terapêutica aumenta o recrutamento ativo dos músculos do tronco e melhora os estabilizadores globais e locais do tronco. Ela também proporciona motivação e prazer nos

movimentos, o que potencializa o recrutamento da musculatura da coluna.¹⁶ Assim como o exercício de RV, a EC também ativa o sistema nervoso para facilitar a atividade da unidade motora.^{17,18} Observa-se também que, grandes diferenças clínicas foram notadas entre o exercício de estabilização e o exercício tradicional em pacientes com DL.^{19,20}

Todavia, faltam discernimento e julgamento quanto à aplicação adequada dos exercícios de RV e EC, e sua eficiência clínica e física em jogadores de futebol com DL. Portanto, o objetivo deste estudo foi encontrar e comparar a eficiência do exercício virtual com relação ao exercício de estabilização na eficiência clínica e física em jogadores de futebol com DL. O amplo e elaborado entendimento desses protocolos de treinamento promove a reabilitação esportiva de forma positiva.

MATERIAIS E MÉTODOS

Desenho do estudo

Este estudo é prospectivo, randomizado, paralelo e de controle ativo e sessenta (n = 60) participantes foram randomizados por meio de tabela de números aleatórios de computador em grupo de treinamento de realidade virtual (RV; n = 20), grupo de treinamento de estabilização central (EC; n = 20) e grupo controle ativo (CA; n = 20). O Comitê de Ética em Pesquisa aprovou o estudo (RHPT/019/045), que foi realizado de acordo com a Declaração de Helsinque 1975. O estudo teve um único centro e foi executado no ambulatório de fisioterapia da Prince Sattam bin Abdulaziz University, Al-Kharj, Arábia Saudita. Os participantes com diagnóstico ortopédico de DL crônica foram encaminhados de um hospital universitário. Um terapeuta do ambulatório avaliou todos os participantes encaminhados para inclusão no estudo.

Participantes

Os participantes que leram e deram o consentimento livre e esclarecido para participar do estudo foram autorizados para o próximo nível de avaliação. Para tanto, os participantes precisaram satisfazer os critérios de inclusão: jogadores de futebol do sexo masculino entre 18 e 25 anos, mais de três meses de dor e dor na Escala de Avaliação Numérica da Dor (NPRS) entre 4 e 6. Os critérios de exclusão foram: outra lesão associada, deformidade associada, doença sistêmica, espera por cirurgia, cirurgia anterior, envolvimento em outro protocolo de treinamento e uso de medicação.

Intervenções

Os participantes do grupo RV realizaram os respectivos exercícios para os músculos centrais do tronco com sistema Pro-Kin PK 252 N

Techno Body, Itália. As informações sobre esse aplicativo foram dadas em instruções pessoais. O participante foi convidado a sentar-se na plataforma virtual que oferece desafios na movimentação do tronco. O jogo de tiro foi selecionado para este estudo e foram seguidas as instruções. O jogo foi executado com movimentos de tronco (flexão, extensão e flexão lateral) dentro das limitações da dor. O nível de dificuldade do jogo pôde ser alterado aumentando ou diminuindo os seus parâmetros. O participante podia progredir para o próximo nível, ao finalizar o nível anterior e os exercícios foram feitos por 30 minutos por dia.²⁰

O grupo EC realizou o treinamento com bola terapêutica (Pro Serious, Índia) como estabilizador da coluna. Diferentes séries de exercícios foram realizadas na bola, como elevação do braço (quadrúpede/), gato e camelo, inclinação pélvica, prancha lateral e exercícios de extensão. Esses exercícios foram realizados 15 vezes em 3 séries, com manutenção de cada postura por 15 segundos.²¹ O grupo CA fez o exercício tradicional de equilíbrio ativo para os músculos abdominais e das costas. O autoalongamento foi feito em todos os músculos dos membros inferiores por 30 segundos. Os três grupos realizaram o treinamento 5 vezes por semana durante quatro semanas. Além disso, todos os participantes dos três grupos receberam modalidades de calor por 20 minutos e ultrassom terapêutico por 5 minutos.²²

Medidas dos desfechos:

Estado de dor: A dor foi avaliada com a Escala de Avaliação Numérica da Dor (NPRS), com graduação de 0 a 10. O participante foi solicitado a apontar sua percepção na linha, sendo que '0' denota 'nenhuma dor' e '10' denota 'dor máxima'. O escore foi medido pelo número indicado e mostrou ser uma boa ferramenta para medir a intensidade da DL.²³

Qualidade de vida: A qualidade de vida do participante foi avaliada pelo índice de aptidão física. É composto por cinco itens e o participante foi instruído a citar seu estado na escala de cinco pontos. O item 1 indica "muito ruim" e o ponto 5 indica "muito boa". Dessa forma, obteve-se um escore total entre 5 e 25 para calcular o grau de bem-estar.²⁴

Desempenho em corrida

Sprint de 40 metros: Corrida de 40 metros na velocidade máxima e tempo de percurso cronometrado em segundos.

Sprint em zigue-zague: Corrida de 20 metros em zigue-zague com mudança de direção de 90° a cada 5 metros. O tempo total gasto para concluir a tarefa foi medido em segundos.²⁵

Corrida de ir e vir submáxima: Corrida de 10 metros durante 6 minutos em velocidade de 6 km/h. A carga corporal frontal-traseira, direita-esquerda e perpendicular foi medida com um dispositivo microeletromecânico.²⁶

Desempenho no salto

Salto com contramovimento (CJ): Salto mantendo as mãos nos quadris sem flexionar o quadril e os joelhos.

Salto vertical (SJ): O participante foi solicitado a pular mantendo as mãos nos quadris com flexão de quadril e joelhos, medindo-se a distância, força e velocidade.²⁷

Tamanho da amostra

O tamanho da amostra foi calculado em um estudo preliminar, que resultou em 54 participantes necessários para este estudo. Esse tamanho foi obtido de acordo com o poder do estudo de 80%, com diferença de 20% no estado de dor (NPRS) e desvio padrão (DP) presumido de dois com alfa de 5%. No total, 60 participantes foram incluídos no estudo, considerando 10% de abandono.

Análise estatística

Todas as características demográficas e clínicas basais dos participantes foram registradas para verificar a homogeneidade da amostra com

o teste de Kolmogorov-Smirnov. Os dados do estudo foram expressos como média e DP e o teste ANOVA de medidas repetidas foi usado para encontrar a diferença em períodos diferentes. A diferença entre os grupos foi testada por ANOVA de uma via e o nível de significância foi $p < 0,05$.

RESULTADOS

Participantes

Foram excluídos deste estudo seis participantes com intensidade de dor superior a 6 na NPRS, oito com outras lesões associadas e dois que aguardavam cirurgia de coluna (Figura 1). Sessenta participantes elegíveis (N = 60) foram selecionados do total de 85 e foram randomizados em três grupos. Um participante do grupo RV e um do grupo EC não concluíram o estudo e a intenção de tratar foi usada na análise dos dados. As características demográficas e clínicas basais não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$) entre os grupos, o que indica população homogênea (Tabela 1). As características clínicas foram coletadas para medir o nível de aptidão para os programas de exercício.

Estado de dor e qualidade de vida

Os valores do pré-escore do estado de dor (NPRS) e da qualidade de vida (índice de aptidão física) dos grupos RV, EC e CA não mostraram diferença estatística ($p > 0,05$), indicando homogeneidade da amostra.

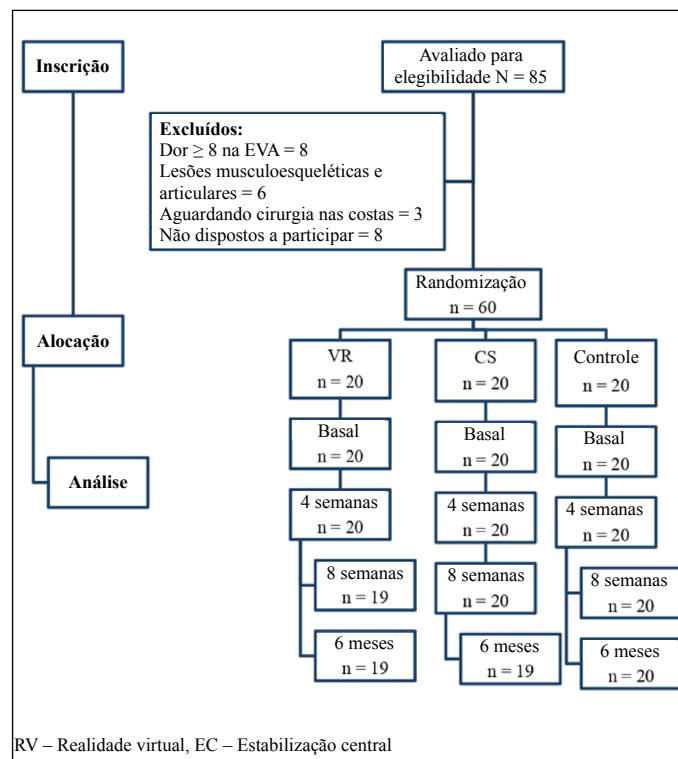


Figura 1. Fluxograma mostrando os detalhes do estudo.

Tabela 1. Média e desvio padrão das variáveis demográficas dos grupos RV, EC e controle.

Nº	Variável	RV	EC	Controle	Valor de p
1	Idade (anos)	21,45 ± 1,5	21,39 ± 1,4	20,97 ± 1,5	0,533*
2	Estatura (m)	1,67 ± 0,15	1,66 ± 0,17	1,68 ± 0,16	0,925*
3	Peso (kg)	68,3 ± 2,5	67,4 ± 2,6	68,9 ± 2,7	0,194*
4	IMC (kg/m ²)	23,8 ± 1,4	23,5 ± 1,5	22,9 ± 1,6	0,164*
5	VO2máx (ml/kg/min)	38,2 ± 3,7	37,9 ± 3,6	38,4 ± 3,1	0,900*
6	FC (batimentos/min)	167 ± 5,7	169 ± 5,8	168 ± 5,4	0,536*
7	Anos de jogo	3,9 ± 1,7	4,1 ± 1,8	3,8 ± 1,5	0,846*
8	Duração da lesão (m)	4,8 ± 0,5	5,2 ± 0,6	4,9 ± 0,5	0,056*

* = Não significativo, RV – Realidade virtual, EC – Estabilização central.

Depois de quatro semanas de treinamento esportivo, os escores da NPRS e do índice de aptidão física nos grupos RV, EC e controle em vários pontos do tempo mostraram diferença clínica e estatística ($p < 0,001$). Além disso, a análise intragrupo com ANOVA de medidas repetidas ($p < 0,001$) mostrou melhora substancial em cada grupo do estado de dor e da qualidade de vida (Tabela 2). O teste *post hoc* de Bonferroni mostrou melhora maior do estado da dor (Figura 2) e melhora superior da qualidade de vida no grupo RV do que nos grupos EC e CA.

Desempenho em corrida

As corridas de 40 m, 4 x 5 m e de ir e vir submáxima foram qualificadas no basal e em diversos pontos do tempo nos três grupos. Os escores iniciais de todas as corridas nos grupos RV, EC e controle não mostraram diferença estatística ($p > 0,05$), o que indicou homogeneidade da amostra. Depois de quatro semanas de treinamento esportivo diferente, os escores de corrida nos grupos RV, EC e CA em vários pontos do tempo mostraram diferença estatística ($p \leq 0,001$). Além disso, a análise intragrupo com ANOVA de medidas repetidas em vários pontos do tempo ($p \leq 0,001$) mostrou melhora substancial em todos os grupos (Tabela 2). O teste *post hoc* de Bonferroni mostrou mais mudanças estatísticas nos escores de corrida (Figura 2) e aumentou mais a aptidão física no grupo RV do que nos grupos EC e CA.

Tabela 2. Comparação do estado de dor, qualidade de vida e desempenho de sprint dos grupos RV, EC e controle.

Nº Sr.	Variável		RV	EC	Controle	Valor de p
1	Estado de dor	Basal	7,2 ± 0,6	7,3 ± 0,5	7,4 ± 0,5	0,501*
		4 semanas	4,1 ± 0,3	4,9 ± 0,5	6,1 ± 0,5	0,001**
		8 semanas	1,8 ± 0,4	3,2 ± 0,4	5,5 ± 0,3	0,001**
		6 meses	1,1 ± 0,3	2,8 ± 0,3	4,5 ± 0,4	0,001**
		Valor de p	0,001**	0,001**	0,001**	
2	Qualidade de vida	Basal	8,59 ± 1,4	8,56 ± 1,3	8,43 ± 1,4	0,925*
		4 semanas	13,48 ± 1,3	12,22 ± 1,5	9,98 ± 1,3	0,001**
		8 semanas	18,31 ± 1,8	16,315 ± 1,6	11,22 ± 1,5	0,001**
		6 meses	21,32 ± 2,1	18,79 ± 1,3	13,38 ± 1,5	0,001**
		Valor de p	0,001**	0,001**	0,001**	
3	sprint de 40 m	Basal	15,92 ± 1,4	15,23 ± 1,5	15,48 ± 1,4	0,312*
		4 semanas	11,54 ± 0,9	12,89 ± 0,8	13,44 ± 0,9	0,001**
		8 semanas	8,43 ± 0,4	9,82 ± 0,4	11,21 ± 0,6	0,001**
		6 meses	4,21 ± 0,2	6,33 ± 0,3	9,89 ± 0,5	0,001**
		Valor de p	0,001**	0,001**	0,001**	
3	Sprint em zigue-zague (s)	Basal	23,92 ± 1,9	23,12 ± 1,8	23,76 ± 1,6	0,326*
		4 semanas	17,68 ± 0,8	15,12 ± 0,5	19,778 ± 0,6	0,001**
		8 semanas	10,48 ± 0,6	11,38 ± 0,5	16,78 ± 0,5	0,001**
		6 meses	7,81 ± 0,3	9,19 ± 0,3	14,26 ± 0,4	0,001**
		Valor de p	0,001**	0,001**	0,001**	
4	Corrida de ir e vir submáxima Frente/Costas	Basal	8,56 ± 1,8	8,47 ± 1,6	7,97 ± 1,5	0,475*
		4 semanas	19,38 ± 1,5	19,29 ± 1,4	11,83 ± 1,5	0,001**
		8 semanas	26,48 ± 1,8	24,05 ± 1,5	16,28 ± 1,3	0,001**
		6 meses	33,69 ± 2,2	29,52 ± 2,3	19,18 ± 1,8	0,001**
		Valor de p	0,001**	0,001**	0,001**	
	Direita/esquerda	Basal	11,32 ± 2,1	11,21 ± 2,3	10,93 ± 2,2	0,846*
		4 semanas	19,21 ± 2,2	20,17 ± 2,5	13,08 ± 2,3	0,001**
		8 semanas	26,04 ± 2,4	27,58 ± 2,5	16,03 ± 2,4	0,001**
		6 meses	34,23 ± 2,6	30,23 ± 2,2	18,06 ± 1,8	0,001**
		Valor de p	0,001**	0,001**	0,001**	
	Perpendicular	Basal	16,89 ± 2,8	17,23 ± 2,7	17,32 ± 2,5	0,865*
		4 semanas	32,29 ± 3,1	29,12 ± 3,2	22,47 ± 3,1	0,001**
		8 semanas	46,72 ± 3,7	42,05 ± 3,2	27,64 ± 3,0	0,001**
		6 meses	62,98 ± 4,2	55,21 ± 3,8	34,12 ± 3,1	0,001**
		Valor de p	0,001**	0,001**	0,001**	

* = Não significativo, ** = Significativo, RV – Realidade virtual, EC – Estabilização central.

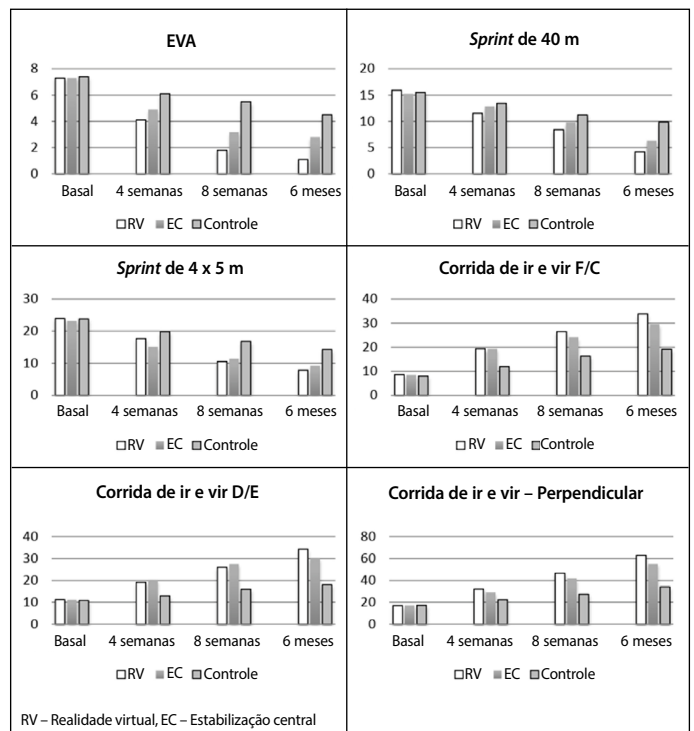


Figura 2. Valores médios do estado de dor, corrida de 40 m, corrida 4 x 5, pontuações de corrida nos grupos RV, EC e controle.

Desempenho no salto

O CJ e o SJ em geral foram avaliados depois de reabilitação esportiva em diversos pontos do tempo para determinar o nível de aptidão dos participantes. Os escores iniciais do salto com contramovimento e do salto vertical dos grupos RV, EC e controle não mostraram melhora estatística ($p > 0,05$), o que indicou homogeneidade da amostra. Depois de quatro semanas de diferentes treinamentos esportivos, os escores de CJ e SJ nos grupos RV, EC e controle em diferentes pontos do tempo apresentaram diferença estatística ($p \leq 0,001$). Além disso, a análise intragrupo por meio de ANOVA de medidas repetidas em vários momentos ($p \leq 0,001$) mostrou melhora substancial em todos os grupos (Tabela 3) nas variáveis CJ e SJ. O teste *post hoc* de Bonferroni mostrou mais mudanças estatísticas nos escores de CJ e SJ (Figura 3) e melhora geral da aptidão física no grupo RV do que nos grupos EC e CA.

DISCUSSÃO

Este estudo verificou que os jogos de realidade virtual reduziram mais o estado de dor no grupo RV, alterando o mecanismo inflamatório do que os grupos EC e CA. Foram constatados percentuais maiores de citocinas inflamatórias na DL. Os jogos virtuais aumentaram o consumo de energia com uma ampla gama de movimentos sem dor, que foi comparativamente menor nos outros dois grupos. Esse mecanismo induziu alterações positivas nas citocinas pró-inflamatórias como PCR, TNF- α e IL-6.²⁸ Esses exercícios também liberaram citocinas anti-inflamatórias como IL-2 e IL-4, que reduzem grandemente a dor, conforme relatado por Gleeson, M *et al.*²⁹ Nambi, G *et al.*³⁰ observaram que o treinamento virtual facilitou o sistema sensorial por meio de sinais visuais e auditivos. Essa estimulação ativou o sistema motor que, por sua vez, melhorou a força e a potência dos músculos envolvidos.

Os jogos de RV basearam-se no princípio do *feedback* em tempo real, que garantia que jogador concluísse o estágio e o motivava a passar rapidamente para os próximos estágios. Esse processo ativou e coordenou diretamente os músculos centrais do tronco, melhorando a aptidão física.^{14,31} Os diferentes jogos de RV mudaram o ambiente externo do participante e ativaram a neuroplasticidade do cérebro. D'hooge R. *et al.*³² afirmaram que alterar o estágio de dificuldade em

Tabela 3. Comparação salto com contramovimento e do salto vertical dos grupos RV, EC e controle.

Nº Sr.	Variável		RV	EC	Controle	Valor de p
1	Salto com contra-movimento Distância (cm)	Basal	21,22 ± 1,8	21,38 ± 1,7	21,27 ± 1,7	0,954*
		4 semanas	32,23 ± 2,1	31,34 ± 2,3	23,01 ± 2,1	0,001**
		8 semanas	42,21 ± 2,2	37,04 ± 2,4	25,12 ± 2,5	0,001**
		6 meses	47,21 ± 2,4	42,21 ± 2,2	27,32 ± 2,1	0,001**
		Valor de p	0,001**	0,001**	0,001**	
	Força (N)	Basal	918,2 ± 112	912,5 ± 113	920,2 ± 114	0,975*
		4 semanas	1076,8 ± 122	1054,7 ± 121	963,3 ± 117	0,009**
		8 semanas	1238,5 ± 132	1192,3 ± 130	1082,2 ± 128	0,001**
		6 meses	1392,7 ± 144	1225,6 ± 132	1136,4 ± 112	0,001**
		Valor de p	0,001**	0,001**	0,001**	
	Velocidade (m.s ⁻¹)	Basal	0,93 ± 0,03	0,94 ± 0,02	0,93 ± 0,03	0,408*
		4 semanas	1,36 ± 0,02	1,47 ± 0,02	1,09 ± 0,03	0,001**
		8 semanas	2,23 ± 0,03	1,97 ± 0,03	1,85 ± 0,02	0,002**
		6 meses	2,92 ± 0,03	2,25 ± 0,03	1,19 ± 0,02	0,001**
		Valor de p	0,001**	0,001**	0,001**	
2	Salto vertical Distância (cm)	Basal	17,72 ± 2,6	17,68 ± 2,4	17,92 ± 2,5	0,948*
		4 semanas	26,93 ± 1,8	26,38 ± 1,6	22,38 ± 1,5	0,193*
		8 semanas	38,23 ± 1,9	32,11 ± 1,7	24,56 ± 1,3	0,002**
		6 meses	44,02 ± 2,2	39,24 ± 1,9	25,46 ± 1,2	0,001**
		Valor de p	0,001**	0,001**	0,001**	
	Força (N)	Basal	935,21 ± 89	931,642 ± 85	932,57 ± 86	0,990*
		4 semanas	1092,32 ± 101	1092,18 ± 105	976,21 ± 103	0,193*
		8 semanas	1373,83 ± 114	1267,38 ± 106	1053,2 ± 102	0,002**
		6 meses	1460,43 ± 126	1326,57 ± 112	1092,4 ± 102	0,001**
		Valor de p	0,001**	0,001**	0,001**	
	Velocidade (m.s ⁻¹)	Basal	0,69 ± 0,03	0,67 ± 0,02	0,68 ± 0,03	0,073*
		4 semanas	1,38 ± 0,02	1,05 ± 0,02	0,92 ± 0,02	0,193*
		8 semanas	1,92 ± 0,02	1,32 ± 0,02	1,11 ± 0,02	0,002**
		6 meses	2,53 ± 0,03	2,03 ± 0,03	1,23 ± 0,02	0,001**
		Valor de p	0,001**	0,001**	0,001**	

* = Não significativo, ** = Significativo, RV – Realidade virtual, EC – Estabilização central.

jogos de realidade virtual foi benéfico para a qualidade de vida geral, melhorando a atenção, concentração e a memória. Contudo, Danneels L.A. *et al.* contestaram essa afirmação, afirmando que as mudanças foram devidas ao efeito Hawthorne.³³

Este estudo também analisou os efeitos do exercício de estabilização central sobre o estado de dor em participantes com DL. O estudo indicou nível moderado de redução da dor no grupo EC, que foi devido ao efeito da ativação muscular local. Constatou-se que a resposta dos músculos do tronco na DL crônica foi baixa, e que os exercícios de estabilização central facilitaram a ativação do recrutamento muscular mais do que nos grupos RV e controle. Essas mudanças acabaram levando ao aumento da força dos músculos centrais. O aumento da ativação dessas fibras musculares deveu-se à resistência proporcionada pela bola terapêutica. Todos os procedimentos foram realizados com a supervisão de profissional treinado. Verificou-se que as mudanças positivas nas propriedades dos músculos centrais foram a causa raiz das mudanças do estado de dor. O treinamento de estabilidade ativou o sistema nervoso e melhorou a resposta muscular que, por sua vez, melhorou a aptidão física.²⁸ Os exercícios ativos realizados no grupo controle melhoraram a atividade muscular do tronco, alterando a resistência, frequência, modo

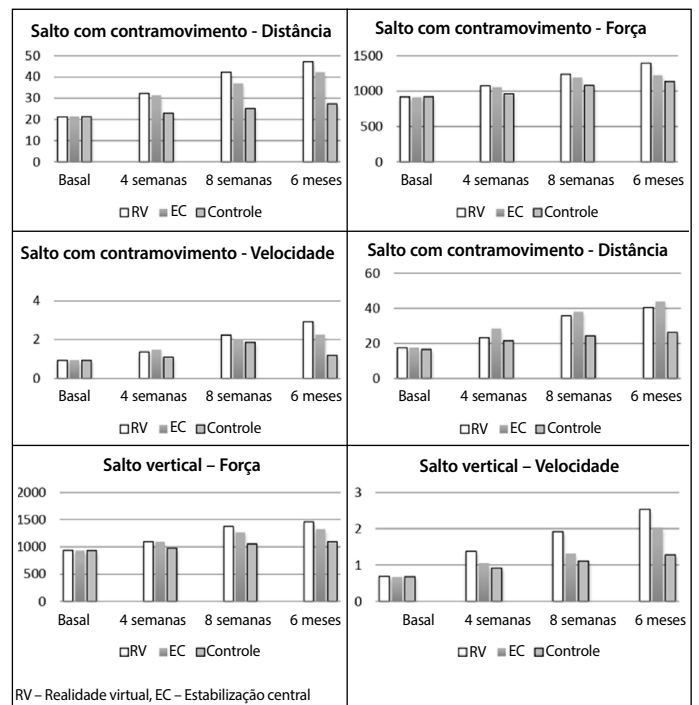


Figura 3. Valores médios dos escores de salto com contramovimento e salto vertical nos grupos RV, EC e controle.

e duração. No entanto, o mecanismo exato subjacente às mudanças no estado de dor e aptidão física na DL não ficou claramente definido.²⁹

A vantagem deste estudo foi sua metodologia e população homogênea; assim sendo, os relatos do estudo podem ser usados universalmente para os jogadores de futebol com DL. Os jogadores altamente motivados e treinados que são familiarizados com os recursos eletrônicos e virtuais obteriam o máximo benefício com este tipo de treinamento virtual. Porém, o estudo apresentou algumas limitações. Em primeiro lugar, não se encontrou a relação entre estado de dor, qualidade de vida e aptidão física na DL. Segundo, não foram feitas as medições nem análises possíveis dos desfechos a longo prazo. Portanto, estudos futuros devem concentrar-se na análise da relação entre estado de dor, qualidade de vida e aptidão física depois de diferentes protocolos de treinamento, realizando a medição dos efeitos a longo prazo na DL.

CONCLUSÃO

Os relatos de nosso estudo demonstraram que os exercícios de realidade virtual têm um papel surpreendente na melhora de estado de dor, qualidade de vida e aptidão física em comparação com os exercícios de estabilização e outros exercícios tradicionais em jogadores de futebol com dor lombar. Assim, o exercício de realidade virtual pode ser adicionado como um novo tipo de abordagem de treinamento na gestão esportiva.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Decanato de Pesquisa Científica da Princess Nourah bint Abdulrahman University, que fomentou esta pesquisa, por meio do Programa de Financiamento de Pesquisa Fast-track.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES: GN, WK, SE, AV, JG, AK; Análise e interpretação dos dados: GN, WK, SE, AV, JG, AK; Versão preliminar do artigo: GN, WK, JG, AK; Revisão crítica: (AM), AK; Aprovação final: GN, WK, SE, AV, JG, AK; Provisão dos materiais do estudo: GN, WK, JG, AK; Especialidade estatística: GN, SE; Obtenção de financiamento: GN, WK, SE, AV; Suporte administrativo, técnico ou logístico: GN, WK, SE, AV, JG, AK; Coleta e agrupamento de dados: GN, WK, SE, AV.

REFERÊNCIAS

1. Micheli LJ, Wood R. Back pain in young athletes. Arch Pediatr Adolesc Med. 1995; 149(1):15-8.
2. Vos T, Allen C, Arora M, et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with

disability for 310 diseases and injuries, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. Lancet. 2015;388:1545-602.

3. Ruhe A, Fejer R, Walker B. Is there a relationship between pain intensity and postural sway in patients with non-specific low back pain? *BMC Musculoskelet Disord.* 2011;12:162.
4. Ferreira ML, Sherrington C, Smith K, Carswell P, Bell R, Bell M, et al. Physical activity improves strength, balance and endurance in adults aged 40–65 years: a systematic review. *J Physiother.* 2012;58(3):45–56.
5. Silsupadol P, Siu KC, Shumway-Cook A, Woollacott MH. Training of balance under single- and dual-task conditions in older adults with balance impairment. *Phys Ther.* 2006;86(2):269–81.
6. Frobelt RB, Roos HP, Roos EM, Roemer EM, Ranstam J, Lohmander LS. Treatment for acute anterior cruciate ligament tear: five-year outcome of randomised trial. *BMJ.* 2013;346:f232.
7. Emery CA, Meeuwisse WH. The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2010;44(8):555–62.
8. Thorborg K, Krommes KK, Esteve E, Clausen MK, Bartels EM, et al. **Effect of specific exercise-based football injury prevention programmes on the overall injury rate in football: a systematic review and meta-analysis of the FIFA 11 and 11+ programmes.** *Br J Sports Med.* 2017;51(7):562–71.
9. Waldén M, Atroshi I, Magnusson H, Wagner P, Hagglund M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2012;344:e3042.
10. Finch CF, Doyle TL, Dempsey AR, Elliott BC, Twomey DM, White P, et al. What do community football players think about different exercise training programmes? Implications for the delivery of lower limb injury prevention programmes. *Br J Sports Med.* 2014;48(8):702–7.
11. **Nambi G, Kamal W, Shanmugananath ES, Siddhart J, Trivedi P. Spinal manipulation plus laser therapy versus laser therapy alone in the treatment of chronic non-specific low back pain: a randomized controlled study.** *Eur J Phy Rehabil Med.* 2018;54(6):880–9.
12. Gil-Gomez JA, Llorens R, Alcaniz M, et al. Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaVIR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. *J Neuroeng Rehabil.* 2011;8:30.
13. Lange BS, Requejo P, Flynn SM, Rizzo AA, Valero-Cuevas FJ, Baker L, et al. The potential of virtual reality and gaming to assist successful aging with disability. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2010;21(2):339–56.
14. Mao Y, Chen P, Li L, Huang D. Virtual reality training improves balance function. *Neural Regen Res.* 2014;9(17):1628–34.
15. Yesilyaprak SS, Yildirim, MS, Tomruk M, Ertekin O, Algun Z. Comparison of the effects of virtual reality-based balance exercises and conventional exercises on balance and fall risk in older adults living in nursing homes in Turkey. *Physiother Theory Practice.* 2016;32(3):191–201.
16. Lehman GJ, Hoda W, Oliver S. Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a Swiss ball. *Chiropr Osteopat.* 2005;13:14.
17. Hides JA, Jull GA, Richardson CA. Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 2011;26(11):E243–8.
18. Marshall PW, Murphy BA. Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(2):242–9.
19. Escamilla RF, Lewis C, Bell D, Bramblett G, Daffron J, Lambert S, et al. Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(5):265–76.
20. Sam-yeol Wi, Jong-ho Kang. The Effects of Virtual Reality Interactive Games on the Balance Ability of Elderly Women with Knee Osteoarthritis. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine.* 2012;7(3):387–93.
21. **Nambi G, Abdelbasset WK, Alqahtani BA, Alrawaili SM, Abodonya A, Saleh AK. Isokinetic back training is more effective than core stabilization training on pain intensity and sports performances in football players with chronic low back pain: A randomized controlled trial.** *Medicine.* 2020;99(21):e20418.
22. Shahbandar L, Press J. Diagnosis and Nonoperative Management of Lumbar Disk Herniation. *Oper Tech Sports Med.* 2005;13(2):114–21.
23. Ferraz MB, Quaresma MR, Aquino LR, Atra E, Tugwell P, Goldsmith CH. Reliability of pain scales in the assessment of literature and illiterate patients with rheumatoid arthritis. *J Rheumatol.* 1990;17(8):1022–4.
24. Hooper SL, Mackinnon LT. Monitoring overtraining in athletes. *Sports Med.* 1995;20:321–7.
25. Sporis G, Jukic I, Milanovic L, Vucetic V. Reliability and factorial validity of agility tests for soccer players. *J Strength Cond Res.* 2010;24(3):679–86.
26. Boyd LJ, Ball K, Aughey RJ. The reliability of Minimax accelerometers for measuring physical activity in Australian football. *Int J Sports Physiol Perform.* 2011;6(3):311–21.
27. Glatthorn JF, Gouge S, Nussbaumer S, Stauffacher S, Impellizzeri FM, Maffiuletti NA. Validity and reliability of opto jump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *J Strength Cond Res.* 2011;25(5):556–60.
28. Almuzaini KS, Potteiger JA, Green SB. Effects of split exercise sessions on excess post exercise oxygen consumption and resting metabolic rate. *Can J Appl Physiol.* 1998;23(5):433–43.
29. Gleeson M, Bishop NC, Stensel DJ, Lindley MR, Mastana SS, Nimmo MA. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nat Rev Immunol.* 2011;11(9):607–15.
30. **Nambi G, Abdelbasset WK, Alrawaili SM, Alsubaie SF, Abodonya AM, Saleh AK. Virtual reality or isokinetic training: its effect on pain, kinesiophobia and serum stress hormones in chronic low back pain: A randomized controlled trial.** *Technol Health Care.* 2021;29(1):155–66.
31. McConville KMV, Virk S. Evaluation of an electronic video game for improvement of balance. *Virtual Reality.* 2012;16:315–23.
32. D'hooge R, Cagnie B, Crombez G, Vanderstraeten G, Dolphens M, Danneels L. Increased intramuscular fatty infiltration without differences in lumbar muscle cross sectional area during remission of unilateral recurrent low back pain. *Man Ther.* 2012;17(6):584–8.
33. Danneels LA, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, Cuyper HJ. CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects. *Eur Spine J.* 2000;9(4):266–72.