



**UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA
FCS/ESS**

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

PROJETO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II
Ano letivo 2016/2017

**A realidade virtual na reabilitação funcional:
uma revisão bibliográfica**

Paul Hugues Feliciano Nieto
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde – UFP
31033@ufp.edu.pt

Luísa Maria de Jesus Amaral
Professor Auxiliar
Escola Superior de Saúde – UFP
lamaral@ufp.edu.pt

Porto, Março de 2017

Resumo:

Objetivo: Averiguar diversos protocolos sobre os efeitos da realidade virtual (RV) e da observação geral do seu uso na reabilitação funcional (fisioterapia). **Metodologia:** Foi realizada uma pesquisa computadorizada nas bases de dados *PuBMed*, *PEDro* e *SciELO* para identificar estudos randomizados controlados que avaliaram os efeitos da realidade virtual na reabilitação funcional. **Resultados:** Nesta revisão foram incluídos 7 estudos, com um total de 373 indivíduos, e com uma classificação média de 6,1 na escala de *PEDro*. A realidade virtual foi considerada mais efetiva quando comparada com o tratamento convencional nos domínios da dor, fobia, cognição, qualidade de vida, condição física e equilíbrio. **Conclusão:** Os resultados demonstraram consenso na maioria dos autores, considerando a RV como um adjuvante ao tratamento convencional, com uma melhoria significativa na morbidade funcional. Mas a heterogeneidade dos protocolos, o viés de seleção não permite de obter uma conclusão segura quanto à estandardização dos seus efeitos.

Palavras-chave: Realidade virtual; Reabilitação funcional; fisioterapia; exercício físico; *Exergames*

Abstract:

Objective: Investigate various protocols about the virtual reality (VR) effects and general observation in its use in functional rehabilitation (physiotherapy). **Methodology:** Research computerized on databases *PuBMed*, *PEDro* and *SciELO* to identify randomized controlled trials that evaluate the effectiveness of VR in functional rehabilitation. **Results:** In this review were included 7 studies, with a total of 373 participants and an average score of 6,1 on the *PEDro* scale. VR was considered more effective when compared to conventional treatment in the fields of pain, phobia, cognition, quality of life, physical condition and balance. **Conclusion:** results have shown consensus among the majority of the authors, considering VR as an adjuvant to conventional treatment, with a significant improvement in functional morbidity. But the heterogeneity of the studies, the bias of selection do not allow to have a firm conclusion regarding the standarising effects.

Key words: *Virtual reality; rehabilitation functional; physiotherapy; physical exercise; exergames.*

Introdução

A realidade virtual (RV) possibilita a criação de um ambiente estandardizado, reproduzível e controlável, adaptando-se, assim, a muitas áreas (Morel, Bideau, Lardy e Kulpa, 2015). A RV é uma simulação informática de ambiente real, reproduz os estímulos sensoriais de um contexto estabelecido, e quanto maior for a gama de reprodução sensorial, visual, auditiva, háptica, melhor será a imersão do utilizador. No mundo virtual, os sentidos são utilizados para obter informações relativas a este novo ambiente através de uma interface homem-máquina (Holden, 2005). A interação depende do cálculo da atividade do utilizador e da sua transcrição. A qualidade da experiência do indivíduo está ligada à sua percepção do ambiente virtual. A evolução rápida das tecnologias na miniaturização e capacidade de cálculo oferece um ambiente virtual de qualidade (Piette e Pasquier, 2012). A RV permite várias possibilidades na reabilitação, tal como a medida imparcial do comportamento num ambiente seguro, ecológico e estimulante, embora mantendo o controlo experimental sobre os estímulos fornecidos. A RV também permite uma adaptação às necessidades dos utilizadores, aumentando o protocolo *standard* (Schultheis e Rizzo, 2001).

O ambiente virtual criado pode determinar, avaliar e tratar as aptidões cognitivas e funcionais através de cenários interativos, específicos às necessidades do paciente, utilizando simulações realistas ou tarefas análogas (Schultheis e Rizzo, 2001). O controlo, a estandardização e a segurança são características adaptadas ao tratamento das ansiedades e fobias (Morel, Bideau, Lardy e Kulpa, 2015). A RV permite focalizar numa tarefa sem sofrer as distrações do mundo real (Holden, 2005).

A reabilitação, em inúmeros casos, é uma experiência muito longa e complicada. Assim sendo, os clínicos procuram meios estimulantes e atrativos para facilitar este processo (Rand, Kizony e Weiss, 2004). O ensino através da realidade funcional é utilizado desde os anos 70. As imagens computadorizadas aparecem nesse período e são utilizadas pelos futuros pilotos de avião (Holden, 2005). Um dos principais objetivos da reabilitação é proporcionar uma melhoria quantitativa e/ou qualitativa nas atividades diárias, assim como aumentar a qualidade da independência funcional através do treino de tarefas orientadas e da intensidade das repetições (Malouin et al., 2003). Portanto, a RV apresenta uma série de vantagens no processo de aprendizagem, tais como a disponibilidade e a personalização dos ambientes que permitem uma adaptação ao ritmo do utilizador, o registo das datas e das medidas dos desempenhos ao longo das sessões que facilitam a análise dos dados, concedendo a

possibilidade de proceder a eventuais correções, e, também, o facto de os riscos serem diminuídos na simulação. Por outro lado, os efeitos hápticos podem, por vezes, ser complicados de produzir (Schultheis e Rizzo, 2001). E podem provocar distúrbios como perturbação do equilíbrio, náuseas ou intolerância psicológica (Piette e Pasquier, 2012). Algumas interfaces podem estar na origem de conflitos sensoriais. A visão dá uma informação de deslocamento e aceleração, enquanto o ouvido interno constata a imobilidade do corpo. A diminuição do tempo de reposta entre a imagem e o movimento pretende corrigir o problema (Sveistrup, 2004). Um dos pontos-chave dos benefícios da RV é o realismo do seu ambiente, o qual ajuda na imersão do utilizador e na abstração do parâmetro virtual, permitindo obter condições mais naturais e aproximar as ações ao típico comportamento individual (Wilson, 1993). Neste contexto seguro, os estudos demonstram um resultado positivo de satisfação dos participantes às sessões de reeducação com RV, tanto nas pessoas idosas como nos jovens. Pelo contrário, se as capacidades dos pacientes forem muito fracas, pode ocorrer um sentimento de frustração muito acrescido. Por esta razão, a adequação às capacidades dos pacientes só funciona a partir de um nível mínimo de motricidade (Piette e Pasquier, 2012).

Ultimamente, os *vídeo games* começaram a envolver uma interação de movimentos gerais humanos e interfaces com os computadores na melhoria do domínio da saúde (Smith e Schoene, 2012). A indústria do jogo de vídeo evoluiu rapidamente com a criação de sistemas de baixo custo, como o *microsoft kinect*, *nintendo wii* or *playstation eye toy*, e com a criação de uma série de jogos direcionados para o treino/atividade física, ou para o domínio da reabilitação, os *exergames* (McGuire, 1984; Rand, Kizony e Weiss, 2004) Para além da utilização de *exergames* na reabilitação, a tecnologia do *exergames* é direcionada para o treino de habilidade funcional, como o equilíbrio. Nos idosos, o equilíbrio está envolvido num problema importante de instabilidade postural e nas quedas. Para muito adultos, um défice de independência é associado, igualmente, à diminuição da mobilidade, que pode decorrer de várias condições clínicas, como fraturas da anca, artrose, acidentes vasculares cerebrais (AVC), ou outros danos, podendo ser potenciado pela idade fisiológica e pela inatividade. Uma mobilidade comprometida pode levar ao aumento do risco de doença, e consequentemente provocar maior imobilidade, redução da acessibilidade aos cuidados dos idosos, diminuição da qualidade da vida e uma mortalidade precoce (Smith e Schoene, 2012). Finalmente, mesmo que os estudos não ofereçam vantagens nas performances em comparação ao treino no mundo real, a realidade virtual continua a ser um instrumento poderoso que pode

ser utilizado na prática do treino motor, com diferentes possibilidades de feedback, permitindo a comparação de protocolos e a sua respetiva eficácia (Holden, 2005).

O objetivo da presente revisão bibliográfica é averiguar a efetividade da intervenção da realidade virtual num contexto *standard* de reabilitação funcional e analisar os efeitos e os diferentes protocolos de utilizações.

Metodologia

As bases de dados numéricas *PubMed*, *PEDRO* e *Scielo* foram utilizadas para efetuar a presente revisão da bibliografia científica sobre a presença da realidade virtual na prática geral da fisioterapia, referente aos últimos cinco anos. O levantamento bibliográfico foi realizado no mês de fevereiro 2017. A pesquisa foi efetuada com as seguintes palavras-chave: *Virtual reality; rehabilitation functional; physiotherapy; physical exercise; exergames*, utilizando o operador de lógica (*AND*) e as seguintes conjugações: *Virtual reality AND rehabilitation functional; Virtual reality AND physiotherapy; Virtual reality AND física exercise; Exergames AND rehabilitation functional; Exergames AND physiotherapy, Exergames AND physical exercise*. Foram escolhidos os artigos mais relevantes na prática de realidade virtual na reabilitação funcional. Todos os estudos foram submetidos a critérios de inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão são compostos de estudos randomizados controlados (RCT) e de artigos de livre acesso. Como critérios de exclusão considerou-se artigos que incluíssem participantes com distúrbios neurológicos, patologias específicas, protocolos de estudo fora do domínio de competência e duplicação.

A elegibilidade aos critérios foi determinada após leitura dos resumos e, em caso de dúvida, da totalidade dos artigos.

O fluxograma referente à pesquisa bibliográfica realizada está representado na Figura 1.

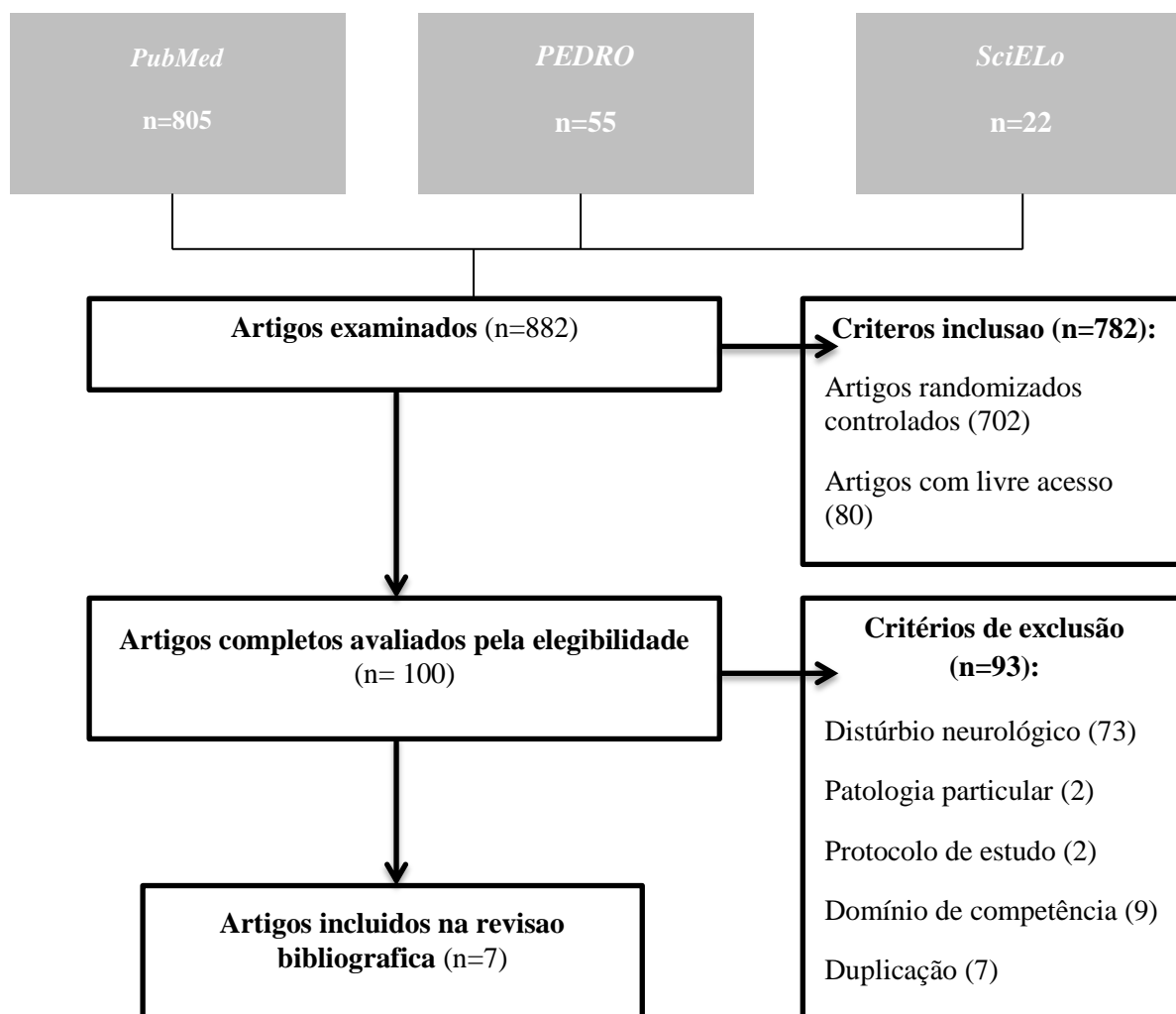


Figura 1 : Fluxograma da pesquisa bibliográfica

A qualidade metodológica dos estudos incluídos nesta revisão já se encontra avaliada através da escala de *PE德罗* (*Physiotherapy Evidence Database Scoring Scale*). A escala de *PE德罗*, segundo de Morton (2009), é uma medida válida da qualidade metodológica para ensaios clínicos. A pontuação metodológica dos estudos, de acordo com esta escala, é variável, a mais alta é de nível 7, o que corresponde a uma boa força de evidência e a mais baixa de nível 5. Os critérios de avaliação da escala de *PE德罗* foram verificados para cada artigo (Tabela 1).

Autores	Crítérios <i>PEDro</i>	Total
<i>Duque et al.</i>	2, 4, 7, 10, 11	5/10
<i>Kim et al.</i>	2, 4, 7, 8, 9, 10, 11	7/10
<i>Lee et al.</i>	2, 4, 7, 8, 9, 10, 11	7/10
<i>Park e Yim.</i>	2, 4, 8, 10, 11	5/10
<i>Treml et al.</i>	2, 4, 8, 9, 10, 11	6/10
<i>Tsang e Fu.</i>	2, 4, 5, 8, 9, 10,11	7/10
<i>Yelvar et al.</i>	2, 4, 7, 8, 10, 11	6/10

Nota : O critério 1 não entro no cálculo; o valor final refere-se ao número de criterios presentes entres os 10 critérios da escala que entram no cálculo.

Tabela 1. Qualidade metodológica dos artigos em estudo segundo a escala de *PEDro*.

Resultados:

Foram observados 882 artigos, sendo 805 resultantes da pesquisa na *Pubmed*, 55 na *PEDRO* e 22 na *SciELO*. Do total, 7 artigos encontravam-se de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, artigos dos últimos cinco anos (Tabela 2). Nos estudos incluídos na presente revisão participaram 373 indivíduos (79 homens e 262 mulheres), tendo desistido 15 pessoas durante o *follow-up*. A idade média dos participantes foi de 70.52 anos.

Tabela 2. Sumula dos estudos RCT incluídos

Autor/ ano	Características demográficas	Objetivo do estudo	Protocolo de intervenção	Parâmetros avaliados	Resultados
Park e Yim (2016)	n=72 4M; 68F Idade média: 73.54 anos IMC	Investigar se um programa de kayak em realidade virtual 3D aumenta as funções cognitivas, força muscular e equilíbrio.	2x/semana durante 6 semanas. CG: 30min programa de exercício convencional. GE: 30min programa de exercício convencional e 20min de kayak em realidade virtual 3D.	-Funções cognitivas -Força muscular -Equilíbrio ortostático e sentado	As funções cognitivas, força muscular, e equilíbrio mostraram aumentos significativos no EG em comparação ao CG (p<0.05)
Tsang e Fu (2016)	n=79 31M; 48F Idade média: 82.15 anos IMC=22.55	Comparar o treino de equilíbrio <i>Wii Fit</i> com o treino de equilíbrio convencional	1h/semana durante 6 semanas GC: treino convencional do equilíbrio GE: treino do equilíbrio com <i>Wii Fit</i>	-BBS - <i>Timed-up-and-go test</i> - <i>Limits of stability test</i>	No GE o BBS, <i>Timed-up-and-go test</i> e <i>Limits of stability test</i> aumentaram significativamente (p<0.01). No GC, unicamente o BBS aumentou significativamente (p<0.01)
Yelvar et al. (2016)	n=44 16M; 28F Idade média: 49.55 anos IMC = 28.14	Investigar o efeito a curto prazo da realidade virtual na dor, funcionalidade e cinesiofobia em doentes com dor lombar inespecífica.	5x/semana na clinica e 3x/dia na casa de autotratamento durante 2 semanas. GC e GE: <i>hotpack</i> 15min; TENS 15min; US 5min e exercícios terapêuticos. GE: ver passivamente o vídeo de marcha virtual durante a aplicação de <i>hotpacks</i>	-Dor -Cinesiofobia -Capacidade funcional -Deficiência - <i>Health related quality of life</i>	Após tratamento, ambos os grupos melhoram em todos os parâmetros. No VAS;TKS;TUG e 6MWT observamos uma diferença significativa a favor do GE.
Lee et al. (2015)	n=54 0M; 54F Idade média: 68.22 IMC = 23.35Kg/m ²	Estudar o efeito do exercício com IFVR em mulheres idosas.	60min 3x/semana durante 8 semanas.	-SF-36 -PCS -MCS -2MST -30SCT -8FUGT	GE: Melhoria do estado mental (p<0.029) e da força do membro inferior (p<0.042); melhoria em todos os parâmetros do HRQoL. Ambos os grupos: melhoria do 30SCST, 2MST, 8FUGT (p<0.001).

Tabela 2. Sumula dos estudos RCT incluídos (continuação)

Duque et al. (2013)	n=60 23M; 37F Idade média: 77.15 anos IMC médio = 26.5	Avaliar os efeitos do <i>Balance rehabilitation unit [BRU]</i> no equilíbrio, queda, e medo de cair numa população idosa.	Ambos grupos: tratamento convencional durante 9 meses GE: BRU, treino 20min 2x/semana durante as 6 primeiras semanas	-LOS -COP -VCC	GE: Equilíbrio aumentou significativamente (p<0.01) Redução das quedas e do medo de cair (p<0.01)
Kim et al. (2013)	n=32 5M; 27F Idade média: 68.05 anos IMC =24.79	Avaliar o efeito de um programa de exercícios de realidade virtual não supervisionado sobre a força muscular da anca e o equilíbrio.	GE: 3x/semana durante 8semanas GC: rotina diária durante 8semanas	-Força muscular da anca -Reações às forças do chão	Após 8 semanas: GE mostrou um aumento significativo da força muscular da anca (p<0.01) no <i>backward stepping test</i> (p<0.005) e <i>crossover stepping test</i> (p<0.001)
Treml et al. (2013)	n=32 Idade média: 67.2 anos IMC =	Avaliar os efeitos de um protocolo com a utilização de <i>videogame</i> em indivíduos idosos, em relação ao equilíbrio, mobilidade, flexibilidade e quedas.	10 sessões 30min 2x/semana	-Berg -Escala unipodal -POMA -Alcance funcional Anterior -Alcance funcional Lateral	GE: diferença significativa na escala POMA (p=0.043); Unipodal (p=0.018); teste de alcance funcional anterior e lateral (p=0.012). GC: Poma (p=0.43) e escala unipodal (p=0.43) apresentam diferenças significativas

Legenda: **BBS:** Berg Balance Scale; **BRU:** Balance rehabilitation Unit; **COP:** Center of pressure; **F:** Feminino; **GC:** Grupo de Controlo; **GE:** Grupo Experimental; **HRQoL:** Health Related Quality of Life; **IFVR:** Individual Feedback-based Virtual Reality; **IMC:** Índice de Massa Corporal; **LOS:** Limit Of Stability; **M:** Masculino; **MCS:** Mental Component Summary; **PCS:** Physical Component Summary; **POMA:** Performance Oriented Mobility Assesment; **SF-36:** Short-form health Survey; **TKS:** TAMPA Kinesophobia Test; **TUG:** Timed-up and GO Test; **VCC:** Visual Vestibular Condition; **2MST:** 2-minute Step Test; **30SCT:** 30-second Chair Stand Test; **8FUGT:** 8-Foot Up-and-Go Test

Discussão

A realidade virtual (RV) é um sistema utilizado em múltiplos domínios e composto de vários equipamentos, *hardware* e *software*. Na presente revisão bibliográfica foram utilizados diferentes sistemas de realidade virtual. Sete artigos foram analisados qualitativamente para investigar os efeitos da RV na reabilitação funcional. Nos artigos incluídos, os resultados mostram que o equilíbrio é a área de investigação mais solicitada. Os estudos observados abordam diferentes aspetos tais como a dor, a fobia, a qualidade de vida, as funções cognitivas, a força muscular e o equilíbrio.

A presente revisão excluiu estudos que referissem determinadas doenças ou condições específicas de pacientes para que fosse possível estabelecer uma observação mais geral do uso da RV na reabilitação funcional (fisioterapia).

Análise dos efeitos sobre a dor:

No estudo de Yelvar et al. (2016) foi comparado a eficácia entre um tratamento convencional e um outro combinado com a visualização passiva de um vídeo com o objetivo de verificar se existe uma melhoria da dor, avaliada através da escala visual analógica. No momento inicial do estudo não houve diferenças em ambos os grupos relativamente à dor, e no final do tratamento verificou-se que o grupo submetido ao tratamento com RV teve uma diminuição significativa da dor ($p=0.031$). Sabendo que a dor é uma medida subjetiva fica difícil de estabelecer uma origem fisiopatológica na influência da RV nesta variável.

Análise dos efeitos na fobia

Foram abordadas dois tipos de fobia: o medo do movimento e o medo de cair. Yelvar et al (2016) usaram a *Tampa Kinesiophobia scale* (TKS) para confirmar se a RV tem um papel na melhoria do medo do movimento, verificando uma melhoria significativa neste parâmetro ($p=0.023$) com uma redução na TKS de 43.72 para 29.56.

Na TKS a dor também é avaliada e pode-se, conseqüentemente, relacionar a dor com o medo do movimento, e suspeitar que a diminuição da dor ajuda na melhoria da fobia.

Por outro lado, Duque et al. (2013) queriam avaliar o medo de cair através do uso da *Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly score* (SAFFE score). Fizeram um estudo a partir de dois grupos, ou seja, um grupo de controlo submetido a um tratamento convencional e um grupo submetido ao protocolo de *Balance rehabilitation Unit* (BRU). No final do

período de estudo de 9 meses foi constatado que em ambos os grupos houve uma diminuição significativa da incidência das quedas ($p < 0.05$). Mas, o uso da RV minimiza significativamente o risco de queda ($p < 0.01$) com uma redução significativa do SAFFE score, e implicitamente uma diminuição do medo de cair ($p < 0.01$).

Depois da análise destes dois estudos, os resultados salientam a influência da RV no tratamento da fobia. No entanto, uma forte correlação entre o estudo de Duque et al. (2013) e de Yelvar et al. (2016) é complicada de se estabelecer, tendo em conta os diferentes sistemas aplicados (um passivo e ou outro ativo), tal como o tema de fobia e a sua subjetividade.

Análise dos efeitos na função cognitiva

Com o uso de um programa de Kayak virtual em 3D, Park e Yim (2016) optaram pela avaliação da função cognitiva através do uso do *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA). Neste estudo, observou-se uma melhoria significativa no pós-tratamento com programa de Kayak virtual ($p < 0.05$), contrariamente ao agravamento obtido pelo outro grupo. Na avaliação inter-grupo constatou-se igualmente que a função cognitiva melhorou significativamente no grupo que realizou o programa de RV ($p < 0.05$).

Através do uso da *Short-form health Survey* (SF-36), Lee et al. (2015) mediram o estado de saúde mental comparando o *Individualized feedback-based virtual reality* (IFVRG) (*exergame* usando o *Kinnect*) a um treino convencional e foi constatado que houve uma melhoria significativa no grupo experimental ($p = 0.029$).

Apesar dos sistemas de aplicação da RV serem diferentes, os resultados são concordantes quanto à eficácia da RV sobre a função cognitiva.

Análise dos efeitos na qualidade de vida

Paralelamente à análise da dor e da fobia, Yelvar et al. (2016) também avaliaram a *Health Related Quality of Life* (HRQoL), usando a *Nottingham Health profile* (NHP). No início do tratamento houve uma diferença significativa entre os dois grupos ($p = 0.036$) que não se observou pós-tratamento. Mas, verificou-se que houve uma diferença significativa da qualidade de vida intra-grupos entre o pré pós-tratamento ($p < 0.05$). Ou seja, o tratamento convencional associado à RV (visualização passiva) mostra-se mais efetivo na melhoria da qualidade de vida dos indivíduos.

Por outro lado, no estudo de Lee et al. (2015) o HRQoL foi medido através do SF-36 cuja componente “saúde mental” como já foi anteriormente abordada. Nos resultados do SF-36 constatou-se um aumento significativo na melhoria dos parâmetros além das funções físicas, o *Physical component summery* (PCS) e da função social. Enquanto o grupo de controlo apresentou um aumento significativo no *Role-physical* ($p=0.022$), *general health* ($p=0.023$), *social functioning* ($p=0.023$) e PCS ($p=0.003$). Lee et al. (2015) sugeriram que o fraco efeito na componente social poderia ser devido a necessidade de ter um feedback individual, o que não proposta o IFVRG. Também no seu estudo Lee et al. (2015) usaram a RV com uma interação direta, ao contrário de Yelvar et al. (2016). Esta diferença notória pode explicar a heterogeneidade dos resultados.

Análise dos efeitos sobre a condição física

Três estudos abordaram o efeito da RV na condição física (Lee et al., 2015; Park e Yim, 2016 e Kim et al., 2013).

No estudo de Kim et al. (2013), um grupo de indivíduos foi submetido ao uso do *Kinnect XBOX360* com o *software the your shape fitness evolved* com uso de sensores de movimento que capturam 20 segmentos corporais em contínuo, e com uma visualização do indivíduo no espaço digitalizado através de um avatar. E, um outro grupo não foi submetido a nenhum tratamento, com a única indicação de continuar a sua rotina diária. A força muscular da anca foi o parâmetro avaliado neste estudo. No fim do período observacional, após 8 semanas, foi constatado um aumento significativo da força do quadril no grupo submetido a RV ($p<0.001$) comparando ao grupo de controlo.

Posto isto, Lee et al. (2015) através do *30-second Chair Stand Test* (30SCST) verificaram que a RV promove melhorias na força em mulheres idosas que realizaram exercício com IFVRG, comparando com as que não o fizeram ($p=0.042$). Esta diferença de resultado obtida no 30SCST pode ser explicada pelo feedback visual e auditivo, referidos pelos autores.

Já no *2-minute Step Test* (2MST) e no *8-Foot Up-and-go test* (8FUGT) houve uma melhoria significativa em ambos os grupos durante o follow-up ($p<0.001$) (Lee et al., 2015).

Nesta mesma linha de raciocínio, Park e Yim (2016) usaram o *arm curl test* (ACT) e o *Handgrip Strenght* e mostraram que o programa de Kayak 3D permitiu um aumento significativo de força no grupo que efetuou exercícios convencionais e o programa experimental ($p=0.000$), e uma diminuição significativa no grupo que apenas realizou o

programa de exercícios convencionais ($p=0.000$). Neste mesmo estudo notou-se igualmente uma diferença significativa entre os dois grupos ($p=0.000$). No que concerne o *Handgrip Strength*, verificou-se um aumento significativo na força de preensão após implementação do programa de RV em ambos os membros superiores ($p=0.009$ no direito e $p=0.000$ no esquerdo). Ao contrário, no outro grupo houve uma diminuição significativa da força em ambos os braços ($p=0.002$ no direito e $p=0.000$ no esquerdo) no fim do período de estudo. Os autores salientaram que existe uma ligação entre o aspeto cognitivo e a melhoria da força.

Análise dos efeitos no equilíbrio

O equilíbrio, sendo o principal défice em idosos, foi o parâmetro mais avaliado nos artigos incluídos na presente revisão bibliográfica, na qual foram estudados indivíduos com uma média de idade de 70.52 anos.

Park e Yim (2016) avaliaram o equilíbrio ortostático e o equilíbrio sentado em ambos dos grupos no pré e pós tratamento. E depois de 6 semanas os resultados mostraram uma melhoria significativa em ambos os parâmetros ($p<0.05$) no grupo que efetuou o programa de kayak em RV 3D. No entanto, no grupo que fez apenas exercícios convencionais houve uma diminuição significativa do equilíbrio de forma geral ($p<0.05$). Finalmente, uma diferença entre os dois grupos no fim do tratamento com uma melhoria significativa no grupo experimental comparando ao grupo de controlo ($p<0.05$). Os autores consideraram a importância da musculatura do tronco que é solicitada nesta simulação de kayak virtual pelo movimento da remada.

À semelhança do estudo anterior, Tsang e Fu (2016) utilizaram a *Wii Fit* através de *exergames* (*Soccer Heading*, *Table Tilt* e *Balance Bubble*) para avaliar o equilíbrio em oposição a um treino convencional supervisionado por um fisioterapeuta incluindo exercícios de fortalecimentos do membro inferior (*tandem standing exercise* e *tandem walking* em barras paralelas, caminhar e andar, *stepping*, levantar-sentar e *mini squat*). No grupo que utilizou a *Wii Fit*, ao fim de 6 semanas, os resultados da escala de Berg melhoraram ($p<0.001$), assim como o *limit of stability reaction time anterior* ($p=0.003$), e todos os parâmetros da *limits of stability end-point excursion* e *limits of stability maximum excursion* ($p<0.001$). Podemos observar também que o *score* da *Berg Balance Scale* (BBS), *timed-up-and-go test*, *end point and maximum excursion* nos quatro direções do *limit of stability test* aumentaram significativamente ($p<0.01$). Ao contrário, no grupo que apenas realizou um treino convencional de equilíbrio observou-se que só o *score* da BBS e o *Timed-up-and-go*

test aumentaram significativamente ($p < 0.01$). Neste estudo, os autores referiam o feedback em tempo real como possível explicação dos resultados.

No momento final do estudo de Yelvar et al. (2016) não houve diferença significativa entre o grupo de tratamento convencional (calor húmido, TENS, ultra sons e exercício terapêuticos) e o grupo que para além deste tratamento fez visualização passiva. Contudo, no seio de cada grupo constatou-se uma melhoria significativa do equilíbrio no final do tratamento comparando com o momento inicial ($p < 0.05$ em ambos os grupos). A abordagem passiva do sistema de RV usada poderia explicar a diferença de resultados obtidos entre os estudos abordados anteriormente.

O estudo de Duque et al. (2013) avaliou o efeito do *Balance rehabilitation Unit* (BRU) numa população idosa. O protocolo BRU foi administrado só nas seis primeiras semanas no grupo experimental. Depois, no restante período de estudo foi efetuado um tratamento convencional, até aos nove meses. Três avaliações foram efetuadas. Uma no início, uma outra depois das seis semanas e a última aos nove meses. Às seis semanas, os resultados mostraram uma melhoria significativa nos parâmetros do equilíbrio ($p < 0.01$) no grupo intervencionado. Aos nove meses, os resultados do GE demonstraram uma melhoria significativa de *limits of stability* (LOS), uma diminuição da área do *centre of pressure* (COP) nos estímulos optocinético e nas vertical e horizontal *Visual Vestibular Condition* (VCC) ($p < 0.01$). Pelo contrário, a área elíptica com olhos aberto e fechado, em superfície sólida e mole diminuíram no estágio inicial, ou seja, no pré treino BRU no grupo experimental. A manutenção ou aumento dos ganhos adquiridos poderiam estar afetados por paragem do tratamento de RV).

Por outro lado, Kim et al. (2013) avaliaram a eficácia da RV através do uso do Kinect. Foi medido a força de reação ao chão com a *force state*, e concluiu-se que a força de reação ao chão melhorou em todos parâmetros no pós tratamento co RV ($p < 0.05$). Foi constatado igualmente que a RV é eficaz e permite melhorar o *backward stepping test eyes closed* e o *cross over stepping test eyes closed* que melhoram significativamente ($p = 0.028$ e $p = 0.013$, respetivamente). Segundo os autores, o feedback visual pode ser um factor influenciando sobre o equilíbrio.

Treml et al (2013) pretenderam determinar o efeito do *Balance Board* com uso de videogame em indivíduos idosos. Dividiram a sua amostra em 2 grupos, um grupo teve um treino propriocetivo sem modificações com um circuito composto de um balanço com apoio inicial bipodal e depois unipodal, tábua de *freeman* redonda e quadrada, um trampolim, *skate* e disco

twist. Por outro lado, um outro grupo seguiu um treino proprioceptivo modificado com olhos fechados e orientado por um fisioterapeuta. O percurso foi composto por obstáculos colocados no chão e dentro das barras paralelas. No grupo experimental, os resultados obtidos na escala de Berg não melhoraram significativamente comparando com o grupo de controlo. Porém, os outros parâmetros avaliados como a escala unipodal, a *performance oriented mobility assessment* (POMA), teste de alcance funcional (TAF) obtiveram diferenças significativa ($p < 0.05$). Na ausência de resultados significativos, os autores mencionaram que houve uma diferença no *input* proprioceptivo entre os dois grupos. O *input* no grupo de controlo é eferente, através do trabalho ativo dinâmico, contrariamente ao grupo experimental onde o *input* é aferente. Ou seja, a informação é transmitida visualmente e o paciente tem que simular, através do jogo, a oscilação que ativa a informação proprioceptiva.

As limitações desta revisão estão ligadas à dificuldade de obtenção de estudos randomizados controlados. No seio dos estudos, a diversidade de protocolo e da duração dos follow-ups afetam a pertinência das comparações. Assim como o viés de seleção, tendo em conta a faixa etária representada, tornando complicado a generalização dos resultados. Também por razões deontológicas é complicado comparar os efeitos da realidade virtual com uma ausência de intervenção/tratamento. Finalmente, uma outra potencial limitação poderá ser o tamanho amostral restrito que limita a força dos resultados obtidos.

Poderia ser interessante estudar os efeitos da RV numa patologia específica, com a finalidade de aprofundar a sua influência nos aspetos biopsicossociais.

Conclusão

A presente revisão bibliográfica demonstra consenso da maioria dos autores, considerando a RV como um adjuvante ao tratamento convencional, com benefícios da RV na reabilitação funcional.

Em síntese, todos os parâmetros avaliados nestes estudos foram melhorados nos grupos submetidos ao tratamento com RV. De notar que o equilíbrio é o parâmetro cuja eficácia foi sublinhada pela maioria dos estudos.

A RV é uma tecnologia relativamente recente e o mundo numérico evolui numa velocidade exponencial. O aspeto háptico é um domínio recente, rico de inovação e parece ser um dos critérios da realidade virtual mais sujeito à mudança.

Bibliografia

de Morton, N.A. (2009). The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy*, 55, 129–133.

Duque, G., Boersma, D., Loza-Diaz, G., Hassan, S., Suarez, H., Geisinger, D., Suriyaarachchi, P., Sharma, A., Demontiero, O. (2013). Effects of balance training using a virtual-reality system in older fallers. *Clinical Interventions in Aging*, 8, 257–263.

Holden, M.K. (2005). Virtual environments for motor rehabilitation: review. *Cyberpsychology & Behavior* 8, 187-211-219.

Kim, J., Son, J., Ko, N., Yoon, B. (2013). Unsupervised virtual reality-based exercise program improves hip muscle strength and balance control in older adults: a pilot study. *Archive of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94, 937–943.

Lee, M., Son, J., Kim, J., Yoon, B. (2015). Individualized feedback-based virtual reality exercise improves older women's self-perceived health: a randomized controlled trial. *Archive of Gerontology and Geriatrics*, 61, 154–160.

Malouin, F., Richards, Carol L., McFadyen, B., Doyon, J. (2003). Nouvelles perspectives en réadaptation motrice après un accident vasculaire cérébral. *Medecine/Sciences*, n° 10, vol. 19.

McGuire, F.A. (1984). Improving the Quality of Life for Residents of Long Term Care Facilities Through Video Games. *Activities, Adaptation & Aging* 6, 1–7.

Morel, M., Bideau, B., Lardy, J., Kulpa, R. (2015). Advantages and limitations of virtual reality for balance assessment and rehabilitation. *Neurophysiologie Clinique*, 45, 315–326.

Park, J., Yim, J. (2016). A New Approach to Improve Cognition, Muscle Strength, and Postural Balance in Community-Dwelling Elderly with a 3-D Virtual Reality Kayak Program. *The Tohoku journal of experimental medicine*, 238, 1–8.

- Piette, P., Pasquier, J. (2012). Réalité virtuelle et rééducation. *Kinésithérapie, la Revue*, 12(128–129):38–41
- Rand, D., Kizony, R., Weiss, P.L. (2004) Virtual reality rehabilitation for all: Vivid GX versus Sony PlayStation II EyeToy . Proc. 5th Intl Conf. Disability, Virtual Reality & Assoc. Tech., Oxford, UK.
- Schultheis, M.T., Rizzo, A.A. (2001). The application of virtual reality technology in rehabilitation. *Rehabilitation Psychology*, 46, 296–311.
- Smith, S.T., Schoene, D. (2012). The use of exercise-based videogames for training and rehabilitation of physical function in older adults: current practice and guidelines for future research. *Aging Health*, 8, 243–252.
- Sveistrup, H. (2004). Motor rehabilitation using virtual reality. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 1, 10.
- Treml, C.J., Filho, K., Abrão, F., Ciccarino, R.F.L., Wegner, R.S., Saita, C.Y. de S., Corrêa, A.G., Treml, C.J., Filho, K., Abrão, F., Ciccarino, R.F.L., Wegner, R.S., Saita, C.Y. de S., Corrêa, A.G. (2013). The Balance Board platform used as a physiotherapy resource in elderly. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, 16, 759–768.
- Tsang, W.W.N., Fu, A.S.N. (2016). Virtual reality exercise to improve balance control in older adults at risk of falling. *Hong Kong Medical Journal*, 22 Suppl 2, S19-22.
- Wilson, B.A. (1993). Ecological validity of neuropsychological assessment: Do neuropsychological indexes predict performance in everyday activities? *Applied and Preventive Psychology*, 2, 209–215.
- Yelvar, G.D.Y., Çırak, Y., Dalkılıç, M., Demir, Y.P., Guner, Z., Boydak, A. (2017). Is physiotherapy integrated virtual walking effective on pain, function, and kinesiophobia in patients with non-specific low-back pain? Randomised controlled trial. *European spine journal*, 26, 538–545.

