

Realidade Virtual e Reabilitação neurocognitiva da lesão cerebral adquirida – estudo exploratório

Liliana Mendes¹, Fernando Barbosa², & Luís Paulo Reis³

¹. Laboratório Reabilitação Psicossocial, FPCEUP/ESTSP-IPP, Porto

². Laboratório de Neuropsicofisiologia, FPCEUP

³. Escola de Engenharia, Universidade do Minho - DSI, LIACC – Laboratório de Inteligência Artificial e Ciências da Computação, Universidade do Porto

Resumo: Ao longo de décadas várias têm sido as tentativas de estudar a utilidade de ambientes virtuais ecológicos na reabilitação neurocognitiva de sujeitos com lesão cerebral adquirida. Com o presente estudo pretendemos verificar a aplicabilidade de ambientes virtuais ecológicos não-imersivos na remediação de défices cognitivos. Metodologia: Oito participantes com lesão cerebral adquirida, foi sujeito a 40 sessões de RN com recurso a uma plataforma de RV não-emersivo disponível on-line (VICERAVI – Virtual Centre for the Rehabilitation of Road Accident Victims). Os participantes realizaram uma avaliação neuropsicológica pré e pós-teste de distintos domínios atenção, memória, linguagem e funcionamento executivo. Nos testes D2, TMT A&B, Stroop (interferência palavra-cor), HVLT-R e WMS-III, encontramos diferenças estatisticamente significativas entre o primeiro e o segundo momento de avaliação. Discussão: a reabilitação neurocognitiva on-line pode ser favorável à compensação de défices cognitivos.

Palavras-chave: realidade virtual; reabilitação neurocognitiva; lesão cerebral adquirida.

INTRODUÇÃO

O traumatismo cranioencefálico (TCE) é definido como uma condição neurológica crónica associada a sequelas neuropsicológicas significativas. Em consequência da lesão cerebral perdem-se indivíduos produtivos, aumentando os custos económicos quer para a vítima, como para a família e sociedade. Sabemos que parte destes impactos podem ser minorados através da disponibilização de programas de reabilitação neuropsicológica.

Estudos referem que a lesão cerebral adquirida (LCA) pode alterar significativamente a vida do sobrevivente, em termos físicos e psicológicos. O próprio défice cognitivo que frequentemente resulta da LCA, pode representar um considerável *handicap* para o quotidiano da pessoa (Meulemans & Seron, 2004). Segundo Cicerone e colaboradores (2000) o processo de cognição inclui percepção, compreensão, retenção e aplicação do conhecimento a determinada situação. Perante uma incapacidade cognitiva, o desempenho e funcionamento eficaz são reduzidos, estando consequentemente diminuída a capacidade de adaptação às atividades da vida diária.

A reabilitação neurocognitiva tem sido evidenciada como uma componente importante na intervenção após traumatismo cranioencefálico (Rohling, Faust, Beverly, & Demakis, 2009). A reabilitação neurocognitiva é parte integrante de programas de reabilitação neuropsicológica, que se define como um processo sistemático, orientado para atividades terapêuticas que podem seguir distintas abordagens, nomeadamente: (1) reforço e restabelecimento de padrões de comportamento; (2) criação de novos padrões de atividade cognitiva através da compensação de mecanismos do défice; (3) estabelecimento de mecanismos externos de compensação ou estruturação ambiental; (4) adaptação e compreensão dos atuais défices cognitivos. Adicionalmente, a reabilitação pode ser direcionada para vários domínios cognitivos, como a atenção/concentração, memória, funcionamento executivo, auto monitorização de comportamento, consciencialização, linguagem, resolução problemas (Rath, Hradil, Litke, & Diller, 2011), entre outros.

Independentemente da abordagem, a reabilitação neuropsicológica tem como principal objetivo melhorar o funcionamento global do indivíduo (Cicerone et al., 2000). Na prática a reabilitação neuropsicológica pode contribuir para alcançar esse objetivo ajudando na compreensão dos défices e limitações (incluindo aos membros da família e cuidadores), promovendo a remediação cognitiva dos défices (atenção/concentração, disfuncionamento executivo, memória, funções espaciais), auxiliando na compensação de alterações comportamentais e, também, na tomada de decisões com vista à melhoria da qualidade de vida (Prigatano, 2005).

Com o desenvolvimento da tecnologia e da investigação na LCA, tornou-se crescente o interesse em identificar formas de interação social e de reabilitação neurocognitiva à distância, como forma de ultrapassar barreiras geográficas, sociodemográficas e económicas. De facto, nos últimos anos vimos aumentado o número de investigações referentes a novas abordagens de intervenção, de entre as quais destacamos a reabilitação neurocognitiva com recurso a jogos e ambientes virtuais ecológicos não-imersivos (Rizzo, Schultheis, Kerns, & Mateer, 2004), que visam minimizar os prejuízos na atenção/concentração, memória, auto monitorização de comportamento (inibição de comportamentos indesejados), capacidades espaciais e funcionamento executivo (LoPresti, Mihailidis, & Kirsch, 2004; Rose, Brooks, & Rizzo, 2005).

A realidade virtual (RV) tem sido objeto de estudo nas últimas décadas devido à usabilidade demonstrada no tratamento de perturbações psicopatológicas e/ou comportamentais, tais como perturbações de ansiedade (Parsons & Rizzo, 2007; Walshe, Lewis, Kim, O'Sullivan, & Wiederhold, 2003), fobias (Bullinger, Roessler, & Mueller-Spahn, 2000; Côté & Bouchard, 2008; Vincelli, Choi, Molinari, Wiederhold, & Riva, 2000); perturbação de stress pós-traumático (Kenny et al., 2008; Kenny et al., 2009; Wiederhold & Wiederhold, 2008), perturbações alimentares (Riva, Bacchetta, Baruffi, & Molinari, 2002); ou perturbação do espectro autista (Pioggia et al., 2008).

Esta evolução tecnológica também está a permitir o desenvolvimento de novos métodos de avaliação neuropsicológica e a reabilitação cognitiva (Schultheis, Himmelstein, & Rizzo, 2002). Por exemplo, LoPresti e colaboradores (2004) concluíram que a intervenção tecnológica pode facilitar a participação em atividades que exigem capacidades cognitivas complexas, como a atenção, funcionamento executivo, memória, auto monitorização e a alteração ou inibição de comportamentos. Referem também que pode melhorar o envolvimento do indivíduo na terapêutica e, naturalmente, a eficiência das práticas de reabilitação, estendendo a gama de contextos em que essas tarefas podem ser exercitadas. A título ilustrativo, vários ambientes virtuais (AV) ecológicos foram desenvolvidos para a reabilitação de défices de atenção, tais como salas de aula (Rizzo et al., 2002), postos de condução (Lengenfelder et al., 2002) e escritórios virtuais (Schultheis & Rizzo, 2002), permitindo o treino da atenção em situações quotidianas (Katz et al., 2005). Outros AV, como apartamentos (Brooks, Rose, Potter, Jayawardena, & Morling, 2004) e supermercados (Klinger, Chemin, Lebreton, & Marié, 2004), permitem a deteção e intervenção em défices envolvendo a orientação temporal, organização e planificação da ação, atos repetitivos (Brooks & Rose, 2003), bem como a memória, ou o reconhecimento de objetos e a sua utilização (LoPriore, Castelnovo, Liccione, & Liccione, 2003). Na prática, estes ambientes são utilizados em situações tão diversas como o treino de atividades de rotina na doença de parkinson (Albani et al., 2002), o treino de habilidades sociais em pessoas com esquizofrenia (Baker, Kurtz, & Astur, 2006; Kim et al., 2008), a avaliação da capacidade de condução após lesão cerebral adquirida (Lengenfelder, Schultheis, Al-Shihabi, Mourant, & DeLuca, 2002; Léon-Carrion, Dominguez-Morales, & Martin, 2005; Pietrapiana et al., 2005), entre outras.

Sendo o principal objetivo da reabilitação neuropsicológica melhorar o funcionamento do indivíduo na vida quotidiana, a RV pode ser um auxílio relevante no treino neurocognitivo (Rizzo, Schultheis, Kerns, & Mateer, 2004) e providenciar vantagens na reabilitação de distintos domínios (Kang et al., 2008): oferece fatores motivacionais lúdicos; permite o recurso a distintas atividades virtuais de simulação da vida real em situações de boa validade ecológica e ajustadas à realidade de cada indivíduo; faculta um ambiente terapêutico seguro, ao alcance de distintas populações e níveis sócio-

económicos (Costa, Carvalho, & Aragon, 2000); possibilita a interação com os objetos do AV em tempo real (Courtney, Dawson, Schell, Iyer, & Parsons, 2010), induzindo uma sensação de presença nos ambientes (Slater, Khanna, Mortensen, & Yu, 2009), o que, por sua vez, induz respostas emocionais similares às da própria realidade (Baños et al., 2008; Gorini et al., 2009).

Além de todas as vantagens acima descritas e comparativamente com os métodos tradicionais, os AV podendo ser integrados na Internet e disponibilizadas à distância (telerreabilitação), facilitando as relações interpessoais e tornando-se acessíveis a comunidades isoladas (Costa et al., 2000; Forducey et al., 2003), onde podem ser utilizadas de forma eficaz e intensiva mesmo por adultos sem experiência no manuseamento de computadores (Kueider, Parisi, Gross, & Rebok, 2012). Com efeito, uma das maiores dificuldades da pessoa com TCE prende-se com o isolamento e problemas de interação, seja devido à diminuição da auto confiança, seja devido às sequelas físicas comumente associadas, que frequentemente envolvem limitações da mobilidade, dos acessos e da comunicação. Assim, a telerreabilitação permite o desenvolvimento de autonomia e comunicação entre a pessoa, os seus pares e os clínicos, que podem gerir a reabilitação à distância, com as necessárias alterações na abordagem terapêutica (Riva et al., 2006).

De notar que existem, atualmente, ambientes não-imersivos em *open-source* (e.g. OpenSimulator) que constituem espaços on-line, cujos utilizadores são representados por avatares. Estes espaços, além de serem frequentemente utilizados no ensino de certas competências e conhecimentos (Jarmon, Traphagan, & Mayrath, 2008), permitem simulações aplicáveis em áreas clínicas e sociais como as atrás ilustradas (Riva, 2009). Ao possibilitar que os avatares estabeleçam comunicação verbal e não-verbal (gestos, expressões faciais) com outros utilizadores, estes cenários tornam-se particularmente interessantes para a reabilitação de competências envolvidas na interacção social. Justamente por isso, os avatares têm sido utilizados como meio de terapia para perturbações de ansiedade ou fobias específicas, como falar em público (Pertaub, Slater, & Barker, 2002), utilizando-se os AV como espaços de encontro face-a-face, ou para atividades de grupo com populações clínicas. Porém, a eficácia da sua utilização para a prestação de cuidados clínicos é questionada e encontra-se actualmente sob escrutínio científico (Rizzo, 2008).

Na linha desta preocupação, com o presente estudo pretendemos analisar a aplicabilidade de ambientes virtuais ecológicos não-imersivos na remediação de défices neurocognitivos (telerreabilitação) decorrentes de TCE e explorar indicadores de eficácia deste modo de intervenção.

METODOLOGIA

Participantes

Foi investigado um único grupo constituído por 8 participantes, todos do sexo masculino e nacionalidade portuguesa, com uma média de idades de 37 anos (Min = 21 ; Max = 57). Todos os participantes sofreram um TCE clinicamente classificado como grave na sequência de acidente rodoviário. Encontravam-se de baixa médica no período em que decorreu o estudo, frequentando um centro de reabilitação físico-funcional na região Centro do País, onde foram recrutados. Os participantes apresentavam uma escolaridade vertical média de 10 anos de ensino (Min = 5 ; Max = 17) e a maioria trabalhava como operário, artífice ou em actividades similares. Os próprios participantes e/ou os seus familiares, quando apropriado, declararam o seu interesse e aderiram voluntariamente ao estudo, mediante consentimento informado.

Materiais e procedimentos

Inicialmente, este grupo foi avaliado por um conjunto de instrumentos de avaliação neurocognitiva, mais propriamente, o *Montreal Cognitive Assessment* - MoCA, o *Token Test*, o *Trails Making Test*

(Formas A&B), D2, Teste *Stroop*, *Wisconsin Sorting Card Test* – WSCT, *Hopkins Verbal Learning Test* – HVLT e *Wechsler Memory Scale* – WMS-III (Localização espacial, sequência letras e números).

Posteriormente o grupo iniciou um programa de 48 sessões de treino cognitivo, de desenho individualizado, incidindo sobre a atenção, memória, linguagem e funcionamento executivo (raciocínio abstrato e planeamento). Além de uma sessão presencial inicial e outra no final do programa, envolvendo o conjunto dos participantes e a Psicóloga responsável, todo o treino cognitivo foi administrado por via de uma plataforma de realidade virtual - *Virtual Centre for the Rehabilitation of Road Accident Victims* (VICERAVI) - com a periodicidade de três sessões por semana e com duração de 50 minutos por sessão. Para que as condições técnicas e logísticas fossem equivalentes para todos os participantes, as sessões tiveram lugar nos computadores do centro de reabilitação que se encontravam a frequentar à data do estudo.

O VICERAVI (figura 1) é uma plataforma de simulação de ambiente e de utilizador com um sistema não imersivo; foi desenvolvida em *OpenSimulator* por uma equipa multidisciplinar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e especificamente concebida para acolher tarefas de reabilitação neuropsicológica holística, em grupo e individual, para pessoas com TCE. Trata-se de um centro de reabilitação virtual, com conexão ao *Neuropsychological Enrichment Program* – Universidade do Minho (NEP-UM), onde foram programados jogos sérios de treino específico do funcionamento executivo, linguagem, atenção e memória.



Figura 1: Virtual Centre do the Rehabilitation of Road Accident Victims - VICERAVI

A NEP-UM é destinada a profissionais e “pacientes” envolvidos no processo de reabilitação cognitiva, no contexto de diversas neuropatologias e psicopatologias. A mesma permite prescrever, por parte do clínico, sessões e exercícios específicos para cada participante, monitorizar o desempenho ao longo das tarefas e elaborar relatórios de progresso. Além de realizar as tarefas, também é permitido ao “paciente” consultar as instruções para a sessão e repeti-la, caso necessário e se o clínico o permitir, assim como obter *feedback* em tempo real e relatórios do seu desempenho na sessão.

Para efeitos deste estudo, foram concebidas e desenvolvidas tarefas de treino cognitivo da atenção, memória, linguagem e funcionamento executivo, com diferentes graus de dificuldade, e foram seleccionadas as tarefas ajustadas às necessidades de cada participante, em função dos resultados da avaliação neuropsicológica prévia.

Finalizado o treino, procedeu-se à reavaliação neurocognitiva com recurso aos mesmos instrumentos, afim de se verificar a evolução dos participantes nos domínios cognitivos trabalhados.

Para análise comparativa entre os resultados da avaliação neuropsicológica pré e pós reabilitação, recorreremos ao teste Wilcoxon.

RESULTADOS

O Quadro 1 representa a mediana e o intervalo de variação dos valores obtidos em medidas de cada teste nos dois momentos de avaliação, bem como a comparação entre eles. Encontraram-se diferenças significativas entre o primeiro e o segundo momento de avaliação no que diz respeito ao resultado bruto ($Z = -2.521, p = .012$) e líquido ($Z = -2.521, p = .012$) do teste D2, às partes A ($Z = -2.386, p = .017$) e B ($Z = -1.960, p = .050$) do *Trail Making Test*, ao índice de interferência palavra-cor do Stroop ($Z = -2.524, p = .012$), à medida de recordação total ($Z = 2.401, p = .016$) do HVLT e, ainda, à prova de seqüências de letras e números da WMS ($Z = -2.136, p = .033$). Encontrou-se, também, uma diferença marginalmente não significativa entre o primeiro e o segundo momento de avaliação para o resultado global do MoCA ($Z = -1.753, p = .080$) e, sobretudo, para o Índice de Reconhecimento discriminativo da HVLT ($Z = 1.930, p = .054$). Os efeitos encontrados vão todos no sentido da melhoria do desempenho após a reabilitação neurocognitiva.

Quadro 1

Comparação dos resultados nos testes antes e após a intervenção

Instrumentos avaliação	1.º momento		2.º momento		Teste Wilcoxon	
	Mdn	Min-Máx	Mdn	Min-Máx	Z	p
MoCA	22.50	[12 – 28]	24.13	[21 – 28]	-1.753	.080
Token Test	154.00	[135 – 157]	153.50	[143 – 160]	-1.136	.256
D2 resultado bruto	306.00	[153 – 423]	370.88	[206 – 440]	-2.521	.012
D2 resultado líquido	289.50	[137 – 409]	346.38	[190 – 429]	-2.521	.012
Trail A (tempo seg.)	53.50	[30 – 122]	49.63	[19 – 109]	-2.386	.017
Trail B (tempo seg.)	177.50	[65 – 320]	115.75	[33 – 164]	-1.960	.050
Stroop Palavra-cor	25.00	[3 – 36]	37.13	[22 – 52]	-2.524	.012
Hopkins recordação total	22.50	[10 – 30]	24.00	[13 – 35]	2.401	.016
Hopkins recordação retardada	8.50	[1 – 12]	8.63	[3 – 12]	-1.561	.119
Hopkins IRD	10.00	[3 – 12]	10.38	[7 – 12]	1.930	.054
WMS (LE direta)	8.00	[6 – 11]	8.00	[7 – 9]	-.577	.564
WMS (LE indireta)	6.50	[4 – 9]	7.00	[5 – 9]	-1.518	.129
WMS (LE total)	14.50	[10 – 20]	15.00	[13 – 18]	-.425	.671
WMS (SLN)	6.00	[2 – 13]	8.38	[5 – 15]	-2.136	.033
WSCT (erros persever.)	11.50	[2 – 94]	10.50	[2 – 26]	-.676	.499

Mdn = Mediana; Min-Máx = Mínimo-Máximo; seg. = Segundos; Hopkins = *Hopkins Verbal Learning Test*; Hopkins IRD = Índice de Reconhecimento discriminativo do teste de Hopkins; WMS = *Wechsler Memory Scale* (Escala de Memória de Wechsler); LE = localização Espacial; SLN = Sequência letras e números; WSCT = *Wisconsin Sorting Card Test*; persever. = perseverativo.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A utilização de tarefas informatizadas em programas de treino cognitivo é uma prática corrente nas últimas décadas, à qual se tem somado o recurso a novas tecnologias, incluindo as que possibilitam que as tarefas de reabilitação tenham lugar em ambientes virtuais. Contudo, pouco se sabe sobre as condições de aplicabilidade deste tipo de programas à distância e, sobretudo, são praticamente inexistentes os estudos da sua eficácia. Este trabalho visou explorar ambos os aspectos.

Apesar da reduzida dimensão da amostra e, especialmente, da ausência de um grupo de controlo, estes resultados exploratórios sugerem que o programa de reabilitação administrado pode contribuir para melhorar a atenção sustentada, a velocidade de processamento, a flexibilidade mental, a capacidade para lidar com a interferência cognitiva e a memória.

Após revisão das principais publicações sobre as aplicações clínicas dos ambientes virtuais para acomodar intervenções à distância e, tendo em conta os resultados deste estudo exploratório, salientam-se três principais ideias: (1) o recurso às tecnologias de RV pode desempenhar um papel importante na reabilitação neurocognitiva de pessoas com TCE; (2) esta tecnologia pode ser aplicada para disponibilizar programas de reabilitação à distância, favorecendo a redução de custos e a disponibilização deste tipo de serviços a pessoas que de outro modo não poderia deles beneficiar, mesmo sem prévios conhecimentos da utilização de computadores; (3) a construção destes ambientes, em termos de estrutura e conteúdos, requer equipas multidisciplinares, envolvendo psicólogos, designers e engenheiros, bem como estudos de validade para cada uma das populações clínicas a que se destinam, o que pode tornar o processo do seu desenvolvimento bastante demorado e oneroso.

Em suma o VICERAVI afigura-se como uma ferramenta promissora para fazer chegar a reabilitação neurocognitiva a pessoas com lesão cerebral adquirida que, por qualquer razão, não possam beneficiar de programas de reabilitação neuropsicológica presencial.

Em estudos futuros com vista a confirmar estes resultados preliminares, procurar-se-á aumentar a amostra e desenvolver métodos semi-automatizados de desenho e acompanhamento dos programas individuais de reabilitação em função dos resultados da avaliação neuropsicológica e dos relatórios de progresso, reservando para o clínico a introdução de ajustes finos e a supervisão do processo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos colegas Adriana Sampaio, Rosana Magalhães e Jorge Alves, pertencentes ao Laboratório de Neuropsicofisiologia da Universidade do Minho, a cedência do NEP-UM para efeitos deste estudo e de investigações mais vastas que ainda se encontram em curso.

CONTACTO PARA CORRESPONDÊNCIA

Liliana Mendes, Laboratório Reabilitação Psicossocial, FPCEUP/ESTSP-IPP,
lilianaventuramendes@gmail.com.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albani, G., Pignatti, R., Bertella, L., Priano, L., Semenza, C., Molinari, E., Riva, G. & Mauro, A. (2002). Common daily activities in the virtual environment: a preliminary study in parkinsonian patients. *Neurological Sciences*, 23, 49-50.
- Baker, E.K., Kurtz, M.M., & Astur, R.S. (2006). Virtual Reality Assessment of Medication Compliance in Patients with Schizophrenia. *Cyberpsychology & Behavior*, 9(2), 224-229.

- Baños, R., Botella, C., Rubió, I. Quero, S., García-Palacios, A., & Alcañiz, M. (2008). Presence and Emotions in Virtual Environments: The Influence of Stereoscopy. *CyberPsychology & Behavior*, 11, 1-8. doi: 10.1089/cpb.2007.9936.
- Brooks, B.M., & Rose, F.D. (2003). The use of virtual reality in memory rehabilitation: Current findings and future directions. *NeuroRehabilitation*, 18, 147-157.
- Brooks, B.M., Rose, F.D., Potter, J., Jayawardena, S., & Morling, A. (2004). Assessing stroke patients prospective memory using virtual reality. *Brain Injury*, 18(4), 391-401.
- Bullinger, A.H., Roessler, A., & Mueller-Spahn, F. (2000). Threedimensional virtual reality as a tool in cognitive-behavioral therapy of claustrophobic patients. *Cyberpsychology and Behavior*, 3, 387-392.
- Cicerone, K.D., Dahlberg, C., Kalmar, K., Langenbahn, D.M., Malec, J.F., Bergquist, T.F., Felicetti, T., Giacino, J.T., Harley, J.P., Harrington, D.E., Herzog, J., Kneipp, S., Laatsch, L., & Morse, P.A. (2000). Evidence-Based Cognitive Rehabilitation: Recommendations for Clinical Practice. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81, 1596-1615.
- Costa, R.M.E.M., Carvalho, L.A.V., & Aragon, D.F. (2000). Virtual city for cognitive rehabilitation. In: *Proceedings 3rd of the Internacional Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technology*.
- Côté, S. & Bouchard, S. (2008). Virtual reality exposure for phobias: a critical review. *Journal of CyberTherapy & Rehabilitation*, 1, 75-92.
- Courtney, G., Dawson, E., Schell, M., Iyer, A., & Parsons, D. (2010). Better than the real thing: Eliciting fear with moving and static computer-generated stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 78, (107-114). doi:10.1016/j.ijpsycho.2010.06.02.
- Forducey, P.G., Ruwe, W.D., Dawson, S.J., Scheideman-Miller, C., McDonald, N.B., & Hantla, M.R. (2003). Using telerehabilitation to promote TBI recovery and transfer of knowledge. *NeuroRehabilitation*, 18, 103-111.
- Gorini, A., Mosso, J., Pineda, E., Ruíz, N., Ramírez, M., Morales, J., & Riva, G. (2009). Emotional Response to Virtual Reality Exposure across Different Cultures: The Role of the Attribution Process. *CyberPsychology & Behavior*, 12, 699-705. doi:10.1089/cpb.2009.0192.
- Jarmon, L., Traphagan, T., & Mayrath, M. (2008). Understanding project-based learning in Second Life with pedagogy, training, and assessment trio. *Educational Media International*, 45(3), 157-176.
- Kang, Y.J., Ku, J., Han, K., Kim, S.I., Yu, T.W., Lee, J.H. & Park, C.I. (2008). Development and Clinical Trial of Virtual Reality-Based Cognitive Assessment in People with Stroke: Preliminary Study. *CyberPsychology & Behavior*, 11(3), 329-339.
- Katz, N., Ring, H., Naveh, Y., Kizony, R., Feintuch, U., & Weiss, P.L. (2005). Interactive virtual environment training for safe street crossing of right hemisphere stroke patients with Unilateral Spatial Neglect. *Disability and Rehabilitation*, 29(2), 177 – 181.
- Kenny, P., Parsons, T.D., Pataki, C., Pato, M., St-George, C., Sugar, J., & Rizzo, A.A. (2008). Virtual Justina: A PTSD Virtual Patient for Clinical Classroom Training. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine*, 6 (1), 113-118.
- Kenny, P., Parsons, T.D., Rothbaum, B., Difede, J., Reger, G., & Rizzo, A.A. (2009). Optimizing Clinical Training for the Treatment of PTSD Using Virtual Patients. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine*, 264-268. doi: 10.3233/978-1-60750-017-9-264.
- Kim, S.I., Ku, J., Han, K., Lee, H., Park, J., Kim, J.J., & Kim, I.Y. (2008). Virtual reality applications for patients with schizophrenia. *Journal of CyberTherapy & Rehabilitation*, 1, 101-112.
- Klinger, E., Chemin, I., Lebreton, S., Marié, R.M. (2004). A Virtual Supermarket to Assess Cognitive Planning. *Cyberpsychology and Behavior*, 7(3), 292-293.
- Kuider, A.M., Parisi, J.M., Gross, A.L., & Rebok, G.W. (2012). Computerized Cognitive Training with Older Adults: A Systematic Review. *PLoS One*. 7 (7), e40588. doi:10.1371.
- Lengenfelder, J., Schultheis, M.T., Al-Shihabi, T., Mourant, R.R., & DeLuca, J. (2002). Divided attention and driving: a pilot study using virtual reality technology. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 17, 26-37.

- Leon-Carrion, J., Dominguez-Morales, M.R., & Martin, J.M.B. (2005). Driving with cognitive deficits: neurorehabilitation and legal measures are needed for driving again after severe traumatic brain injury. *Brain Injury*, 19(3), 213-219. doi: 10.1080/02699050400017205.
- LoPresti, E.F., Mihailidis, A., & Kirsch, N. (2004). Assistive technology for cognitive rehabilitation: State of the art. *Neuropsychological Rehabilitation*, 14 (1/2), 5-39. doi:10.1080/09602010343000101.
- Lo Priore, C., Castelnovo, G., Liccione, D., & Liccione D. (2003). Experience with V-STORE: considerations on presence in virtual environments for effective neuropsychological rehabilitation of executive functions. *Cyberpsychology and Behavior*, 6(3), 281-287.
- Meulemans, T. & Seron, X. (2004). *L'examen neuropsychologique dans le cadre de l'expertise médico-légale*. Belgique: Pierre Mardaga.
- Parsons, T.D. & Rizzo, A.A. (2007). Affective outcomes of virtual reality exposure therapy for anxiety and specific phobias: A meta-analysis. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 39, 250-261. doi: 10.1016/j.btep.2007.07.007.
- Pertaub, D., Slater, M., & Barker, C. (2002). An experiment on public speaking anxiety in response to three different types of virtual audience. *Presence-Teleoperators and Virtual Environments*, 11, 68-71.
- Pioggia, G., Igliozzi, R., Sica, M.L., Ferro, M., Muratori, F., Ahluwalia, A. & Rossi, D. (2008). Exploring Emotional and Imitational Android-Based Interactions in Autistica Spectrum Disorders. *Journal of Cybertherapy & Rehabilitation*, 1(1), 49-61.
- Prietapiana, P., Tamietto, M., Torrini, G., Mezzanato, T., Rago, R., & Perino, C. (2005). Role of premorbid factors in predicting safe return to driving after severe TBI. *Brain Injury*, 19 (3), 197-211.
- Prigatano, G. P. (2005). Disturbances of self-awareness and rehabilitation of patients with traumatic brain injury: A 20-year perspective. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 20(1), 19-29.
- Rath, J.F., Hradil, A.L., Litke, D.R., & Diller, L. (2011). Clinical Applications of Problem-Solving Research in Neuropsychological Rehabilitation: Addressing the Subjective Experience of Cognitive Deficits in Outpatients With Acquired Brain Injury. *Rehabilitation Psychology*, 56 (4), 320-328. doi: 10.1037/a0025817.
- Riva, G. (2009). Virtual reality: an experiential tool for clinical psychology. *British Journal of Guidance & Counselling*, 37 (3), 337-345. doi:10.1080/03069880902957056.
- Riva, G., Bacchetta, M., Baruffi, M., & Molinari, E. (2002). Virtual-reality-based multidimensional therapy for the treatment of body image disturbances in binge eating disorders: a preliminary controlled study. *The IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 6(3), 224-234.
- Riva, G., Botella, C., Castelnovo, G., Gaggioli, A., Mantovani, F., & Molinari, E. (2006). Cybertherapy in Practice: The VEPSY Updated Project. *Cybertherapy, Internet and Virtual Reality as Assessment and Rehabilitation Tools for Clinical Psychology and Neuroscience*, in: Riva, G., Botella, C., Légeron, P., & Optale, G. (Eds.).
- Rizzo, A.A. (2008). Virtual Reality in psychology and rehabilitation: the last ten years and the next! In: *Proceedings 7th of the International Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Technology with ArtAbilitation*.
- Rizzo, A.A., Bowerly, T., Buckwalter, J.G., Schulteis, M.T., Matheis, R., Shahabi, C., Neumann, U., Kim, L., & Sharifzadeh, M. (2002). Virtual Environments for the Assessment of Attention and Memory Processes: The Virtual Classroom and Office. In: *Proceedings of the International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technology*, 3-12.
- Rizzo, A.A., Schultheis, M., Kerns, K.A., & Mateer, C. (2004). Analysis of assets for virtual reality applications in neuropsychology. *Neuropsychological Rehabilitation*, 14(1/2), 207-239. doi:10.1080/09602010343000183.
- Rohling, M.L., Faust, M.E., Beverly, B., & Demakis, G. (2009). Effectiveness of Cognitive Rehabilitation Following Acquired Brain Injury: A Meta-Analytic Re-Examination of Cicerone et al.'s (2000, 2005). *Neuropsychology*, 23 (1), 20-39. doi: 10.1037/a0013659.
- Rose, F.D., Brooks, B.M., & Rizzo, A.A. (2005). Virtual Reality in Brain Damage Rehabilitation: Review. *Cyberpsychology & Behavior*, 8 (3), 241-262.

- Schultheis, M.T., Himmelstein, J., & Rizzo, A.A. (2002). Virtual reality and neuropsychology: upgrading the current tools. *Journal of Head Trauma Rehabilitation, 17*(5), 378-394.
- Schultheis, M.T. & Rizzo, A.A. (2002). The Virtual Office: Assessing & Re-training Vocationally Relevant Cognitive Skills. *Paper presented at the 10th Annual Medicine Meets Virtual Reality Conference, 7*(5), 378-394.
- Slater, M., Khanna, P., Mortensen, J., & Yu, I. (2009). Visual Realism Enhances Realistic Response in an Immersive Virtual Environment. *IEEE Computers Graphics, 29*, 76-84. doi: 10.1109/MCG.2009.55.
- Vincelli, F., Choi, Y.H., Molinari, E., Wiederhold, B., & Riva, G. (2000). Experiential cognitive therapy for the treatment of panic disorder with agoraphobia: Definition of a clinical protocol. *Cyberpsychology and Behavior, 3*, 387-392.
- Walshe, D.G., Lewis, E.J., Kim, S.I., O'Sullivan, K. & Wiederhold, B.K. (2003). Ar of driving: Exploring the use of computer games and virtual reality in exposure therapy for following a motor vehicle accident. *CyberPsychology & Behaviour, 6* (3), 329-334.
- Wiederhold, B.K., & Wiederhold, M.D. (2008). Virtual Reality for posttraumatic stress disorder and stress inoculation training. *Journal of CyberTherapy & Rehabilitation, 1*, 23-35.