

## Análise da plasticidade neuronal com o uso de jogos eletrônicos

Analysis of neuronal plasticity with the use of electronic games

Análisis de la plasticidad neuronal con el uso de juegos electrónicos

Rodrigo Antonio Pessini<sup>1</sup>, Rafael de Menezes Reis<sup>2</sup>, Hilton Vicente César<sup>3</sup>, Luciano Gamez<sup>4</sup>

### RESUMO

**Descritores:** Jogos de vídeo; Neurônios; Plasticidade neuronal

**Objetivo:** Analisar os trabalhos da literatura que abordam o estudo da plasticidade neuronal com o uso de jogos eletrônicos. **Método:** Realizar uma revisão sistemática onde foram revisados artigos em inglês publicados no período de 2006 a 2016 nas bases de dados BVS e PUBMED. **Resultados:** O treinamento com jogos eletrônicos proporcionou aumento de atividade em regiões cerebrais como córtex pré-frontal, córtex cingulado anterior, rede fronto parietal, lobo temporal e regiões insulares. Os efeitos dos jogos estimularam funções mentais de atenção, movimento, emoções, memória, planejamento e tomada de decisões. Houve benefícios nas funções cognitivas e de aprendizado com melhorias da arquitetura neuronal e diminuição da distração. **Conclusão:** A prática regular de jogos eletrônicos mostrou ser eficiente na reabilitação física e contra o envelhecimento devido ao estímulo e melhorias das funções mentais. Foram verificados benefícios em várias funções cerebrais em geral, podendo ter contribuído com maior plasticidade funcional e neuronal.

### ABSTRACT

**Keywords:** Video games; Neurons; Neuronal plasticity

**Objective:** To analyze the works of the literature that approach the study of the neuronal plasticity with the use of electronic games. **Method:** Conduct a systematic review in which articles in English published in the period 2006 to 2016 were reviewed in the VHL and PUBMED databases. **Results:** Electronic game training provided increased activity in brain regions such as the prefrontal cortex, anterior cingulate cortex, frontal parietal network, temporal lobe and island regions. The effects of the games stimulated mental functions of attention, movement, emotions, memory, planning and decision making. There were benefits in cognitive and learning functions with neuronal architecture improvements and decreased distraction. **Conclusion:** The regular practice of electronic games has shown to be efficient in physical rehabilitation and against aging due to the stimulation and improvements of the mental functions. Benefits were verified in several brain functions in general, and may have contributed with greater functional and neuronal plasticity.

### RESUMEN

**Descriptores:** Juegos de vídeo; Neuronas; Plasticidad neuronal

**Objetivo:** Analizar los trabajos de la literatura que abordan el estudio de la plasticidad neuronal con el uso de juegos electrónicos. **Método:** Realizar una revisión sistemática donde fueron revisados artículos en inglés publicados en el período de 2006 a 2016 en las bases de datos BVS y PUBMED. **Resultados:** El entrenamiento con juegos electrónicos proporcionados aumento de la actividad en las regiones cerebrales como la corteza prefrontal, la corteza cingulada anterior, la red fronto parietal, lóbulo temporal y las regiones insulares. Los efectos del juego estimula las funciones mentales de la atención, el movimiento, las emociones, la memoria, la planificación y la toma de decisiones. No hubo beneficios en las funciones cognitivas y de aprendizaje para mejorar la arquitectura neuronal y la disminución de la distracción. **Conclusión:** La práctica regular de juegos electrónicos que demostraron su eficacia en la rehabilitación física y contra el envejecimiento debido al estímulo y la mejora de las funciones mentales. No se observaron beneficios en varias funciones cerebrales, en general, puede haber contribuido a una mayor plasticidad neuronal y funcional.

<sup>1</sup> Oficial Administrativo - Pesquisador do Centro de Imagens e Física Médica - CCIFM do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - HCFMRP da Universidade de São Paulo - USP, Ribeirão Preto (SP), Brasil.

<sup>2</sup> Professor da Faculdade de Talentos Humanos - EACTHUS, Uberaba (MG) Brasil. Pesquisador do Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da FMRP-USP, Ribeirão Preto (SP), Brasil.

<sup>3</sup> Doutorando do Programa de Bioengenharia, Universidade de São Paulo - USP, Ribeirão Preto (SP), Brasil.

<sup>4</sup> Professor Adjunto na Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP. Docente de Psicologia pelo Departamento de Fonoaudiologia da Escola Paulista de Medicina. Pesquisador na Unidade de Psiquiatria da Infância e Adolescência, no Departamento de Psiquiatria da UNIFESP. São Paulo (SP), Brasil.

## INTRODUÇÃO

A plasticidade neuronal é considerada a habilidade do cérebro em recuperar funções através de proliferação neuronal, migração e interações sinápticas<sup>(1)</sup>. Através de treinamento em atividades é possível estimular o cérebro a desenvolver novas conexões que possibilitem a reabilitação de funções nervosas e motoras. Atividades de movimentação e raciocínio realizadas com prazer podem contribuir para uma maior atividade cerebral, assim como atividades esportivas e jogos eletrônicos.

Os jogos eletrônicos são programas interativos para fins recreativos, acoplados a um dispositivo de entrada de dados para exibição visual de dados, permitindo interação com o usuário<sup>(2)</sup>. Eles são divertidos e criam ambientes ricos em novos desafios para tirar os jogadores das zonas de conforto, criando uma experiência gratificante que promove aprendizagem que pode ser aplicada em situações reais.

Pesquisas mostram que praticar jogos eletrônicos melhora diversas habilidades cognitivas como aprendizagem e atenção. Pessoas que se divertem regularmente com jogos de ação demonstram maior capacidade de concentração em detalhes visuais. Também possuem mais habilidade para contrastes visuais e giram objetos mentalmente com maior precisão. Conferem também capacidade de tomar melhores decisões sob pressão<sup>(3)</sup>.

Estudos também mostram que dependendo do gênero do jogo os benefícios para o cérebro são diferentes.

Por exemplo: jogos de ação demonstraram benefícios cognitivos; jogos de estratégia produziram melhorias em flexibilidade cognitiva com mudanças rápidas de tarefas; jogos de quebra-cabeça 3D proporcionaram melhorias na solução de problemas, habilidade espacial e persistência; jogos sociais colaboraram com interações sociais reais<sup>(3)</sup>. Os jogos eletrônicos são consagrados pelas pessoas, apesar de ainda persistirem preocupações se eles promovem agressões ou jogatinas compulsivas. Devido a maior popularidade na área da saúde, aumentou-se a produção de jogos não violentos utilizados como terapia de reabilitação. As regiões do cérebro mais estimuladas com os jogos são o córtex pré-frontal (controle de atenção), córtex parietal (mudança de foco) e córtex cingulado (funções comportamentais)<sup>(3)</sup>.

Existem muitos estudos na literatura sobre as influências das atividades físicas na plasticidade neuronal<sup>(4-6)</sup>. Estas pesquisas analisam os benefícios das atividades físicas para a formação cerebral, com destaque para a influência motora, aprendizado e memória e doenças degenerativas como Parkinson.

É reconhecida na literatura a utilização de jogos eletrônicos para a reabilitação física e motora<sup>(7-9)</sup>. Os estudos em geral mostram a atuação de jogos eletrônicos no restabelecimento físico de doenças como Acidente Vascular Cerebral (AVC), lesões de nervos periféricos e também no bem estar físico e mental de idosos. Existem poucos estudos relacionando jogos eletrônicos com plasticidade neuronal<sup>(10-12)</sup>. Geralmente estes estudos retratam déficits cognitivos e de atenção para determinadas

**Quadro I** – Artigos localizados nas bases de dados BVS e PUBMED (2006-2016), sobre plasticidade neuronal com a utilização de jogos eletrônicos.

| Artigo                           | Periódico/Fator de Impacto (FI) | Objetivo  | Resultados   |
|----------------------------------|---------------------------------|---|--|
| Bavelier D et al <sup>(13)</sup> | Neuroscience<br>FI: 3.42        | Revisão sobre os efeitos dos jogos eletrônicos nas funções cerebrais de aprendizagem.   | Este trabalho revisa ambientes de treinamento como complexos, tais como se jogos eletrônicos de ação podem realmente fomentar a plasticidade do cérebro e da aprendizagem. Esta capacidade de aprendizagem reforçada foi considerada aprender a aprender. À luz das suas necessidades computacionais e mecanismos neurais putativos.   |
| Voss MW et al <sup>(14)</sup>    | Neuroimage<br>FI: 5.83          | Aplicação de treinamento de jogo de vídeo para analisar o aprendizado das redes neurais.  | Os resultados fornecem a primeira evidência de diferenças na interação de redes cerebrais em grande escala quando se aprende com diferentes estratégias de formação. A abordagem e os resultados também fornecem uma base para explorar a plasticidade do cérebro envolvida na transferência de habilidades treinadas para novas tarefas do mundo real tais como a condução, esporte, ou neuroreabilitação.  |
| Gong D et al <sup>(15)</sup>     | Scientific Reports<br>FI: 2.59  | Exame dos efeitos relacionados com jogos eletrônicos de ação sobre a plasticidade das sub-regiões insulares e redes funcionais. | Ao comparar os especialistas e amadores em vídeo games de ação (VGA) descobriram que especialistas VGA melhoraram a conectividade funcional e volume de massa cinzenta em sub-regiões insulares. Além disso, os especialistas VGA apresentaram maior conectividade funcional entre as redes de atenção e sensorio-motores, e o aprimoramento relacionadas com a experiência foi predominantemente evidente na ínsula esquerda, uma área do cérebro pouco estudada. Assim, VGA podem reforçar a integração funcional das sub-regiões insulares e as redes pertinentes nele. |
| Anguera JA et al <sup>(16)</sup> | Nature<br>FI: 40.13             | Análise de desempenho multitarefa e controle cognitivo utilizando um jogo eletrônico tridimensional.                            | Os resultados destacam a plasticidade robusta do sistema de controle cognitivo pré-frontal no cérebro de envelhecimento e fornecem a primeira evidência, ao nosso conhecimento, de como um vídeo game de <i>design</i> personalizado pode ser usado para avaliar habilidades cognitivas em toda a vida, avaliar os mecanismos neurais subjacentes, e servir como uma ferramenta poderosa para a melhoria cognitiva.  |

|                                 |                                       |   |   |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| Mayas J et al <sup>(17)</sup>   | PLoS One<br>FI: 4.41                  | Estudar os estados de alerta em idosos através do treinamento em jogos eletrônicos e os efeitos sobre a distração.                                    | Os resultados mostraram uma redução significativa da distração e um aumento do estado de alerta no grupo experimental e nenhuma variação no grupo de controle. Estes resultados sugerem a plasticidade cognitiva no cérebro humano do idoso como treinamento melhorou o desempenho cognitivo em funções de atenção.   |
| Omiyale O et al <sup>(18)</sup> | Journal of Motor Behavior<br>FI: 1.68 | Exame da influência do treinamento de equilíbrio baseado no Wii na excitabilidade do córtex motor do membro inferior em sobreviventes de AVC crônico. | Os participantes mostraram melhorias no tempo de reação, tempo para realizar o <i>test-and-Go Up</i> dupla <i>Timed</i> , e equilibrar confiança. O saldo induzido por treinamento em corticomotor excitabilidade sugere que este paradigma do equilíbrio treinamento baseado em Wii tem o potencial de influenciar a plasticidade neuronal e a recuperação desse modo funcional. |

doenças neurodegenerativas como Esclerose Múltipla (EM).

O problema de pesquisa é a carência de estudos dos efeitos de jogos eletrônicos na plasticidade neuronal por ser relativamente recente, existindo pouca literatura e geralmente voltada para funções e regiões específicas do cérebro. Como as atividades físicas prazerosas já colaboram com a plasticidade neuronal e os jogos eletrônicos são reconhecidamente divertidos e utilizados em reabilitação, é possível que possam também contribuir com a plasticidade neuronal.

O objetivo deste estudo foi analisar os trabalhos da literatura por meio de uma revisão sistemática de artigos sobre a plasticidade neuronal devido à utilização de jogos eletrônicos através da seguinte pergunta: De que forma o uso de jogos eletrônicos interfere no comportamento neuronal? Os resultados foram analisados e discutidos de forma a verificar como os comportamentos neuronais constatados contribuem para a plasticidade neuronal.

## MÉTODOS

Este estudo consistiu em uma revisão sistemática da literatura sobre plasticidade neuronal devido à utilização de jogos eletrônicos, com artigos publicados no período de 2006 a 2016 coletados nas seguintes bases de dados: BVS e PUBMED, através da seguinte combinação de descritores e palavras-chave “*eletronic games*” OR “*video game*” AND “*neurons*” OR “*neural network*”. Após executadas as buscas, os resumos dos artigos retornados foram lidos e organizados, segundo os seguintes critérios de inclusão: terem sido publicados entre o período de 2006 e 2016; serem estudos observacionais ou descritivos; ser um estudo secundário, com modalidade de pesquisa bibliográfica, forma de abordagem qualitativa e objetivo de pesquisa exploratória; artigos nos idiomas inglês e texto disponível na íntegra. Além disso, visando a seleção de trabalhos com boa qualidade metodológica, os artigos deveriam estar publicados em periódicos com fator de impacto maior que 1.0. Os critérios de exclusão considerados foram: excluir artigos que não apresentassem a versão completa para leitura, que não fossem da língua inglesa e os publicados em periódicos sem fator de impacto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos artigos selecionados foram analisados com base na proposta da pesquisa e segundo

os critérios de inclusão e exclusão definidos anteriormente. Foram selecionados seis estudos que são mostrados no Quadro I.

A análise dos estudos mostrou que em quase todos os artigos foram realizados experimentos no treinamento de jogos eletrônicos<sup>(14-18)</sup>. Foram recrutados grupos experimentais e controles que treinaram determinados tipos de jogos e foram avaliados através de exames pré e pós-treinamento. Geralmente o grupo experimental foi formado por idosos<sup>(16-17)</sup> e por pacientes que sofreram AVC<sup>(18)</sup>, que são indivíduos mais debilitados pelas condições da idade ou patologia. Outras metodologias adotadas foram pesquisas entre indivíduos experientes e inexperientes<sup>(14)</sup> com treinamento em jogos e revisão sobre o tema<sup>(13)</sup>. Os gêneros de jogos utilizados foram de ação<sup>(13-15)</sup>, de esportes<sup>(15,18)</sup> e de treinamento cerebral<sup>(17)</sup>. Observou-se que a região córtex pré-frontal é fundamental em comportamentos mais complexos do cérebro e que jogos de ação alteram liberação de neuromoduladores, causando ligações em regiões corticais. Houve um aumento de recrutamento com a rede frontoparietal, aumentando a atenção em grupos de jogadores e ficando estável em não jogadores<sup>(13)</sup>. Verificou-se um aumento da conectividade funcional entre o sistema e regiões frontoexecutivo, incluindo várias regiões do lobo temporal e controle motor<sup>(14)</sup>.

O treinamento de jogadores experientes levou a melhorias da conectividade funcional e volume de substância cinzenta em sub-regiões insulares<sup>(15)</sup>. Os pacientes apresentaram aumento na simetria da excitabilidade córticomotor do músculo tibial anterior em pacientes pós AVC, responsável por fazer a flexão dorsal do pé durante a caminhada, melhorando a aprendizagem motora e aumentando a confiança para atividades de equilíbrio<sup>(18)</sup>. Constatou-se melhoria na aprendizagem devido a melhor inferência probabilística e que jogadores experientes possuem melhor arquitetura neuronal para resolver situações do jogo<sup>(13)</sup>.

Os principais benefícios são observados nas funções cerebrais de atenção e cognição. Os jogos de ação melhoraram a atenção em tarefas de rastreamento de objetos permitindo representação mais precisa de movimentos e características. Melhoraram também a atenção seletiva sobre espaço, tempo e objetos, focando melhor a atenção e ignorando melhor fontes de distração. Através da análise de testes percebeu-se que jogadores aprimoraram seus sentidos de direção e interpretação de maiores quantidades de informação sobre movimentos,

além do aumento da tomada de decisões<sup>(13)</sup>. Verificou-se uma interação entre o sistema de aprendizagem com uma rede frontoparietal implicando no controle da atenção e memória de trabalho<sup>(14,16)</sup>. Os jogadores experientes apresentaram maior conectividade funcional entre as redes de atenção e sensorio motoras, com melhorias nas regiões insulares posteriores e inferior<sup>(15)</sup>.

Os resultados mostraram um aumento no estado de alerta e uma redução da distração do grupo experimental, evidenciando um aumento no tempo de resposta das funções cerebrais<sup>(17)</sup>. Também se sugere que novas conexões permitem desenvolver uma arquitetura mais eficiente para determinadas tarefas, melhorando a capacidade de discernir uma informação relevante e suprimir fontes irrelevantes de distração<sup>(13)</sup>. A maior plasticidade funcional esteve presente nos indivíduos que apresentaram um aprendizado mais comportamental. Houve maior interação entre as redes frontoparietal e frontoexecutivo associadas a um aumento da rede de aprendizagem<sup>(14)</sup>.

Verificou-se que quando ocorre à realização de diversas tarefas simultaneamente, o idoso apresenta dificuldade no controle cognitivo. Os jogos eletrônicos contribuíram para melhorar este desempenho dos indivíduos nessas multitarefas, consequentemente gerando benefícios cognitivos. O treinamento trouxe melhorias de habilidade no controle cognitivo que são prejudicados com o avanço da idade, sendo verificadas várias tendências estatísticas de melhorias na plasticidade cognitiva pós-treino como melhoras de atenção e memória, depressão e demência<sup>(16)</sup>. Neste caso, como os jogos foram projetados para treinar habilidades mentais (velocidade de processamento e rotação mental), memória e concentração, os resultados mostram que houve aumento no desempenho em termos de precisão bem como em termos de conclusão das atividades.

As regiões mais impactadas no cérebro pelo

treinamento com jogos eletrônicos são mostradas na Figura I. O lobo frontal contém a maior parte das regiões, pois coordena o planejamento de ações, movimentos e pensamentos abstratos muito exigidos nos jogos.

Observou-se que os treinamentos com jogos foram usados como estímulo das funções cerebrais e não apenas como uma ferramenta de reabilitação. Através de exames por ressonância magnética, verificou-se um aumento das atividades de determinadas regiões do cérebro após este tipo de intervenção<sup>(17)</sup>. Acreditamos que isso ocorra em decorrência dos jogos criarem uma atmosfera de novos desafios, tirando os jogadores da zona de conforto, criando uma experiência gratificante que gera prazer. Estas experiências e estímulos visuais causaram ativação, recrutamentos e conexões em regiões como o córtex pré-frontal (atenção e tomada de decisões), rede frontoparietal e executivo, amígdalas (emoções e memória), córtex cingulado anterior (comportamento), córtex parietal (movimento) e lobotemporal<sup>(13-14)</sup>. A resolução de tarefas com ganho de recompensas leva o usuário a muito empenho no jogo, elevando seus potenciais de algumas funções cerebrais. O lobo frontal é bem estimulado com os jogos devido sua importância para planejamento de ações, movimentos e pensamentos abstratos, os quais são muito exigidos do jogador.

Embora a idade seja acompanhada pela deterioração cortical, especialmente na região pré-frontal, existem evidências de neuroplasticidade na velhice e não somente nos primeiros anos de vida, através do treinamento do cérebro<sup>(17)</sup>. Foi constatado um equilíbrio induzido pelo treinamento da excitabilidade córticomotor, sugerindo circuitos corticais envolvidos em alterações plásticas, influenciando a plasticidade neuronal e recuperação funcional<sup>(18)</sup>. Assim sendo, praticar jogos eletrônicos pode ser um fator contra o envelhecimento devido a melhorias nas funções mentais.

### Regiões do cérebro impactadas pelos jogos eletrônicos

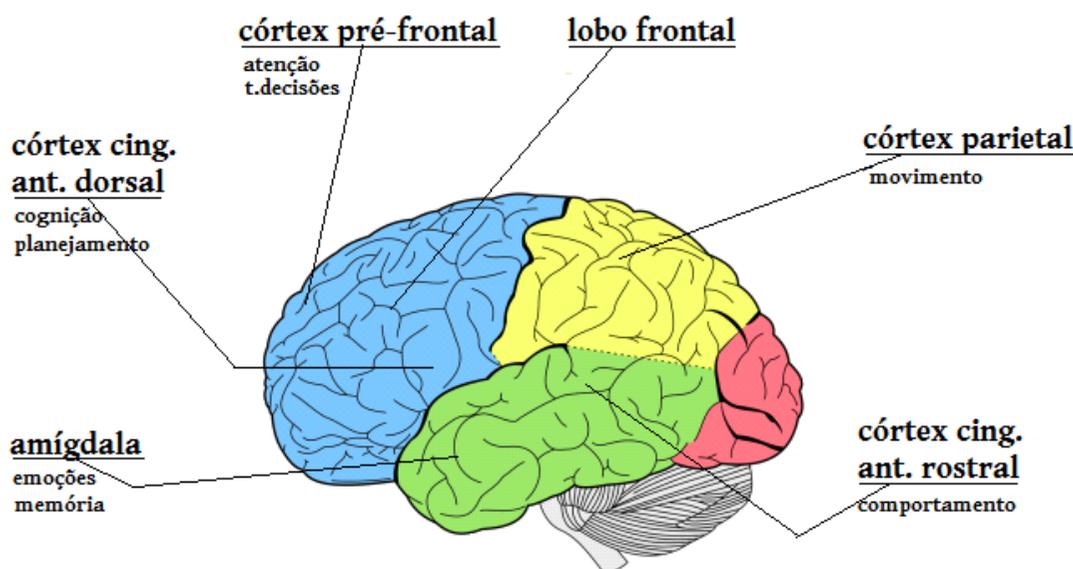


Figura I – Regiões do cérebro impactadas por jogos eletrônicos (Adaptado de Powlett M., 2016)<sup>(19)</sup>.

## CONCLUSÃO

Este estudo permite concluir que o treinamento com jogos eletrônicos proporciona aumento de atividade em várias regiões cerebrais como córtex pré-frontal, córtex cingulado anterior, rede frontoparietal e executivo, lobo temporal, amígdala e regiões insulares. Observam-se também benefícios nas funções cognitivas como atenção e

memória devido à intensa atividade cerebral com os jogos. Os efeitos também contribuem com funções de aprendizado e melhorias na arquitetura neuronal com melhor exploração das informações e diminuição das fontes de distração. O treinamento com os jogos pode ser um fator contra o envelhecimento e eficiente na reabilitação física devido à melhoria nas funções mentais, o que pode contribuir com as plasticidades funcionais e neuronais.

## REFERÊNCIAS

1. Filippo TRM, Alfieri FM, Cichon FR, Imamura M, Battistella LR. Neuroplasticidade e recuperação funcional na reabilitação pós-acidente vascular encefálico. *Acta Fisiatr.* 2015;22(2):93-6.
2. Maahs L. A publicidade no universo dos videogames: Mario Bros – Um fenômeno de vendas [trabalho de conclusão de curso]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Curso de Graduação em Comunicação Social; 2008.
3. Bavelier D, Green CS. O poder dos games para turbinar o cérebro. *Sci Am.* 2016 Jul;315(1):26-31.
4. Cassilhas RC, Tufik S, de Mello MT. Physical exercise, neuroplasticity, spatial learning and memory. *Cell Mol Life Sci.* 2016 Mar;73(5):975-83.
5. Hirsch MA, Iyer SS, Sanjak M. Exercise-induced neuroplasticity in human Parkinson's disease: what is the evidence telling us? *Parkinsonism Relat Disord.* 2016 Jan;22(1):S78-81.
6. Pin-Barre C, Laurin J. Physical exercise as a diagnostic, rehabilitation, and preventive tool: Influence on neuroplasticity and motor recovery after stroke. *Neural Plast.* 2015;2015:608581.
7. Vogiatzaki E, Krukowski A. Serious games for stroke rehabilitation employing immersive user interfaces in 3D virtual environment. *J. Health Inform.* 2014;6(N. esp):105-13.
8. Andrade ECS, Melo W, Dini PD, Pinheiro HA. A utilização do Nintendo Wii no treinamento de equilíbrio de idosos institucionalizados: estudo piloto. *Fisiot Bras.* 2013;14(4):264-7.
9. De Grande AAB, Galvão FRO, Gondim LCA. Reabilitação virtual através do videogame: relato de caso no tratamento de um paciente com lesão alta dos nervos medianos e ulnar. *Acta Fisiatr.* 2011;18(3):157-62.
10. Prosperini L, Piattella MC, Gianni C, Pantano P. Functional and structural brain plasticity enhanced by motor and cognitive rehabilitation in multiple sclerosis. *Neural Plast.* 2015;2015:481574.
11. Appelbaum LG, Cain MS, Darling EF, Mitroff, SR. Action video game playing is associated with improved visual sensitivity, but not alterations in visual sensory memory. *Atten Percept Psychophys.* 2013;75(6):1161-7.
12. Zickefoose S, Hux K, Brown J, Wulf K. Let the games begin: a preliminary study using attention process training-3 and Lumosity brain games to remediate attention deficits following traumatic brain injury. *Brain Inj.* 2013;27(6):707-16.
13. Bavelier D, Green CS, Pouget A, Schrater P. Brain plasticity through the life span: learning to learn and action video games. *Annu Rev Neurosci.* 2012;35:391-416.
14. Voss MW, Prakash RS, Erickson KI, Boot WR, Basak C, Neider MB, Simons DJ, Fabiani M, Gratton G, Kramer AF. Effects of training strategies implemented in a complex videogame on functional connectivity of attentional networks. *Neuroimage.* 2012 Jan; 59(1):138-48.
15. Gong D, He H, Liu D, Ma W, Dong L, Luo C, Yao D. Enhanced functional connectivity and increased gray matter volume of insula related to action video game playing. *Sci Rep.* 2015 Apr;5:9763.
16. Anguera JA, Boccanfuso J, Rintoul JL, Al-Hashimi O, Faraji F, Janowich J, Kong E, Larraburo Y, Rolle C, Johnston E, Gazzaley A. Video game training enhances cognitive control in older adults. *Nature.* 2013 Set; 501(7465):97-101.
17. Mayas J, Parmentier FBR, Andrés P, Ballesteros S. Plasticity of attentional functions in older adults after non-action video game training: a randomized controlled trial. *PLoS One.* 2014 Mar;9(3):e92269.
18. Omiyale O, Crowell CR, Madhavan S. Effect of Wii-based balance training on corticomotor excitability post stroke. *J Mot Behav.* 2015;47(3):190-200.