

INVESTIGAÇÃO ORIGINAL

Jogo digital como ferramenta para avaliação de funções cognitivas comparado a testes neuropsicológicos normatizados atuais

Ananaira Alves Goulart^{a,*}, André Lucatelli^a, Paulo Sergio Panse Silveira^{b,e}, José de Oliveira Siqueira^e, Valéria Fontanelle Angelim Pereira^{a,d,f}, Maria José Carvalho Carmona^c, Livia Stocco Sanches Valentin^d, Joaquim Edson Vieira^c

^aUniversidade de São Paulo, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Anestesiologia, Ciências Cirúrgicas e Medicina Perioperatória, São Paulo, SP, Brasil

^bUniversidade de São Paulo, Faculdade de Medicina, Departamento de Patologia, São Paulo, SP, Brasil

^cUniversidade de São Paulo, Faculdade de Medicina, Departamento de Cirurgia, Disciplina de Anestesiologia, São Paulo, SP, Brasil

^dAssociação MentalPlus, Barueri, SP, Brasil

^eUniversidade de São Paulo, Faculdade de Medicina, Departamento de Medicina Legal, Ética Médica e Medicina Social e do Trabalho, São Paulo, SP, Brasil.

^fInstituto do Coração (InCor), São Paulo, SP, Brasil.

Recebido em 13 de janeiro de 2020; aceito em 26 de junho de 2021

PALAVRAS-CHAVE:

Neuropsicologia;
Testes neuropsicológicos;
Videogames;
Função cognitiva;
Disfunção cognitiva;
Anestesia.

RESUMO:

Objetivo: A disfunção cognitiva pós-operatória (DCPO) é um evento que pode ocorrer após um procedimento cirúrgico. Avaliar essa disfunção de forma rápida e eficiente pode minimizar perdas na qualidade de vida e, portanto, um estudo comparativo de um jogo digital como teste neuropsicológico para avaliação de DCPO com testes normatizados para avaliar funções executivas, mnemônicas e atencionais é relevante para pesquisa e para aplicabilidade clínica. **Métodos:** Uma bateria de testes padronizados e um jogo digital (MentalPlus®) foram aplicados a 60 pacientes do Instituto Central do Hospital das Clínicas de São Paulo (36 mulheres e 24 homens), com idades entre 29 e 82 anos, antes e depois de procedimento cirúrgico sob anestesia. A comparação foi realizada por meio de correlação e modelo de regressão linear entre as pontuações dos testes padronizados e as pontuações de seis funções executivas e cognitivas avaliadas no jogo (memória de curto e longo prazo, atenção seletiva e alternada, controle inibitório e visuopercepção).

Resultados: Resultados de análise de correlação foi estatisticamente significativa para a correlação entre a fase de percepção visual do jogo digital e os pranchas A e B do Teste de Stroop ($p < 0,001$, $r = 0,99$ e $r = 0,64$, respectivamente) e com TMTA ($p = 0,0046$, $r = 0,51$). Também foi encontrada correlação intermediária entre a fase de memória de curto prazo do jogo e o VVLT ($p < 0,001$, $r = 0,41$). Para as demais funções avaliadas não foram encontradas correlações estatisticamente significativas.

Autor correspondente:

E-mail: ananaira@usp.br (A.A. Goulart).

<https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.06.027>

© 2021 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND licence (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Conclusão: O jogo digital forneceu escores de acordo com testes padronizados para avaliação da percepção visual e possivelmente das funções cognitivas da memória de curto prazo. Mais estudos são necessários para verificar a associação de outras fases do jogo com testes padronizados de avaliação de funções cognitivas.

Introdução

A neuropsicologia, ramo da psicologia clínica, estuda as funções cognitivas buscando compreender suas influências e inter-relações no comportamento humano. É interessante notar que tais funções são integradas, sendo difícil encontrar limites rígidos para suas delimitações (1, 2). Consequentemente, é trabalhoso avaliá-las em um paciente, e várias horas podem ser necessárias para a avaliação completa de todos os domínios (3-5). Os modelos de avaliação, no entanto, são aplicáveis para diversos contextos clínicos e de pesquisa e podem ser adaptados para cada contexto pela seleção dos testes e seus tempos de avaliação.

Atenção, memória (implícita e explícita) e percepção, bem como funções expressivas e executivas estão entre os resultados obtidos em testes comercialmente disponíveis, aplicados por meio de questionários e desenhos ou “papel e caneta”. Resumidamente, os principais aspectos a serem testados para verificar a higidez de um paciente são: atenção seletiva – capacidade de selecionar e manter um foco; atenção dividida – capacidade de focar estímulos simultâneos; atenção alternada – que permite alternar e voltar ao estímulo inicial (4, 6); memória – que integra, codifica, armazena e recupera informações para emprego imediato ou de longo prazo, em que o conteúdo é significativo; e percepção – da qual atenção e memória são dependentes (pela visão, por exemplo), que é acionada por funções denominadas executivas, das quais linguagem e desenho são dois exemplos concretos, enquanto planejamento e solução de problemas são exemplos mais refinados no desenvolvimento de habilidades produtivas (4-6).

A memória alcança ainda mais complexidade em seu estudo ao se considerar que envolve consciência ativa, que pode ser comunicada (explícita) ou implícita, sem depender de uma consciência ativa para a execução de tarefas (4, 5). A literatura sugere a utilização de testes computadorizados, com vantagens na padronização da aplicação, correção e extração dos dados (5). No entanto, procedimentos teóricos, elaboração de itens e evidências de validade do conteúdo ainda são tópicos de investigação (7). A utilização de jogos de videogame aponta para um melhor desempenho cognitivo, notadamente das funções de atenção e percepção visual, bem como ferramenta para estimulação da neuroplasticidade (8-12). Estudos sobre o uso dessa ferramenta digital como instrumento de avaliação ainda são escassos.

Neste contexto, o jogo digital MentalPlus® foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as funções de atenção, memória e executiva, reduzindo o tempo para sua

empregabilidade em cerca de 25 minutos. Estudo com 163 voluntários saudáveis sugere sua utilidade como ferramenta de avaliação das funções cognitivas para um público sem alterações cognitivas (13, 14). O racional do presente estudo é a comparabilidade para avaliação de disfunção cognitiva pós-operatória (DCPO), condição que pode ocorrer após um procedimento cirúrgico sob anestesia geral, em que o grau de alteração é variável (15-17).

Aqui, buscamos comparar os escores obtidos por meio de testes neuropsicológicos habituais com seus equivalentes do MentalPlus®, ambos aplicados sob orientação profissional. Os resultados obtidos por meio desse jogo digital como ferramenta de avaliação neuropsicológica da DCPO mostra-se relevante para suporte a futuros estudos de validação e aplicabilidade clínica.

Métodos

Este estudo aplicou instrumentos para avaliação de funções cognitivas por instrumentos neuropsicológicos habituais e pelo jogo MentalPlus®. A coleta de dados foi feita com pacientes do Instituto Central do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, com aprovação do comitê de ética da referida instituição (CAPPesq - projeto de pesquisa no: 14086 CAAE: 49463315.5.1001.0068) e registrada no Clinicaltrial.gov sob o número NCT02551952. Os pacientes selecionados eram atendidos nos setores de ginecologia, urologia, gastroenterologia e cirurgia de cabeça e pescoço entre outubro de 2017 e agosto de 2018.

Os instrumentos foram aplicados por profissionais treinados. Os pacientes selecionados eram candidatos a cirurgias eletivas não cardíacas sob qualquer procedimento anestésico com idade entre 20 e 80 anos, sem limitações de mobilidade dos membros superiores ou acuidade visual que impossibilitasse a visualização dos testes ou do jogo. A bateria de testes neuropsicológicos e o jogo foram aplicados antes da cirurgia e repetidos em leito de enfermaria quando o paciente já havia retornado da recuperação anestésica ou após passagem pela terapia intensiva.

A bateria de testes físicos foi selecionada com base no estudo referenciado do ISPOCD (18) e no de validação de uma bateria adaptada para a DCPO na população brasileira (19). Foi composta dos seguintes testes:

Telephone Interview Cognitive Status (TICS): questionário de 14 questões para avaliação do cognitivo global;

Visual Verbal Learning Test (VVLT): leitura de uma lista de quinze palavras com evocação imediata (três repetições seguidas) e tardia (após 20 minutos) para avaliação da memória verbal de curto e longo prazo;

Brief Visuospatial Memory Test Revised (BVMTR): apresentação de uma prancha com seis figuras geométricas por 10 segundos com evocação escrita imediata (três repetições seguidas), tardia (após 20 minutos) e reconhecimento para a avaliação da memória verbal de curto e longo prazo;

Stroop Test – versão Victoria: apresentação de três pranchas para leitura sendo a primeira com nomes de cores para avaliação da atenção seletiva, a segunda apenas com cores para a nomeação e avaliação da visuopercepção e a terceira com o nome de cores escrita com cores distintas para avaliação de controle inibitório;

Trail Making Test (TMT): tarefa A para ligar, por meio de um traço contínuo, números em ordem crescente para avaliação da atenção seletiva e visuopercepção; e a tarefa B para ligar, por meio de um traço contínuo, letras e números alternadamente, sendo as letras em ordem alfabética e números em ordem crescente, para avaliação de atenção alternada e visuopercepção;

Patient Health Questionnaire 9 (PHQ-9): questionário com 9 perguntas a respeito de sintomas ansiosos e depressivos;

Short Form 8 Health Survey (SF 8): questionário para avaliação da qualidade de vida;

Escala de Dor: escala de 0 a 10, sendo 0 sem dor e 10 dor intensa, para avaliação do nível de dor do paciente no momento da avaliação.

O MentalPlus® é um jogo que foi desenvolvido para avaliar e estimular as funções neuropsicológicas patenteadas e registrado na Fundação Biblioteca Nacional de acordo com a Lei nº 9.610/98, sob direito autoral nº 663.707. Sua aplicação leva cerca de 25 minutos; obtém os dados sociodemográficos do jogador e oferece seis fases de jogo em ordem variada a cada sessão. Avalia memória de curto prazo (MCP_MP), memória de longo prazo (MLP_MP), atenção seletiva (AS_MP), atenção alternada (AA_MP), controle inibitório (CI_MP) e visuopercepção (VP_MP). Uma noção sobre como o jogo funciona pode ser encontrada em <https://www.youtube.com/watch?v=aJqvYb7jeHA&feature=youtu.be>.

Com o objetivo de apresentar dados que elucidassem o potencial comparativo entre os testes físicos e o jogo, optou-se por utilizar os dados obtidos nas avaliações pré-operatórias e pós-operatórias, verificando-se se a correspondência era persistente nas duas situações. São elas:

VVLT₁₃ (somatória das três listas de memória de curto prazo) e BVMTR₁₃ (somatória das três pranchas de memória de curto prazo) com a fase de memória de curto prazo do MentalPlus® (MCP_MP);

VVLT₄ (lista quatro de evocação tardia) e BVMTR₄ (reconhecimento) com a fase de memória de longo prazo do MentalPlus® (MLP_MP);

TMTA (TMT parte A) e STROOPA (Stroop Test prancha A) com a fase de atenção seletiva do MentalPlus® (AS_MP);

TMTB (TMT parte B) com a fase de atenção alternada do MentalPlus® (AA_MP);

STROOPC (Stroop Test prancha C) com a fase de controle inibitório do MentalPlus® (CI_MP);

STROOPA e STROOPB (Stroop Test, pranchas A e B) e TMTA com a fase de visuopercepção do MentalPlus® (VP_MP).

A análise estatística foi desenvolvida em R versão 3.6.3 (released 29/02/2020 – “Holding the Windsock”). Análise de correlação e regressão linear simples pelo método dos mínimos quadrados foram utilizadas para as comparações entre os testes físicos e as fases respectivas e correspondentes do MentalPlus® utilizando os dados brutos. É esperado não encontrar regressão linear que seja próxima à bissetriz, pois os métodos físicos e do jogo não utilizam as mesmas unidades de medida. No entanto, como é conhecido, o coeficiente de determinação (R^2 , igual ao quadrado do coeficiente de correlação de Pearson, r) permite avaliar se há ou não associação linear entre os dois tipos de teste. Adicionalmente, a força da correlação pode ser classificada de acordo com o coeficiente de correlação de Pearson (20) como negligível ($r < 0,1$, $r^2 < 0,01$), pequena ($0,1 \leq r < 0,3$, $0,01 \leq r^2 < 0,09$), média ($0,3 \leq r < 0,5$, $0,09 \leq r^2 < 0,25$) ou grande ($0,5 \leq r \leq 1$, $0,25 \leq r^2 < 1$). O tamanho da amostra foi computado com base no pacote *pwr*, o qual implementa a análise de poder de acordo com Cohen (21). Para o nível de significância de 5% e poder de 80%, buscando-se a detecção de correlação pelo tamanho de efeito pelo menos médio obtivemos uma amostra sugerida em 67 pacientes. Para não interferir no tratamento dos pacientes, o recrutamento foi planejado para seguir o agendamento das cirurgias. Como a medição dos métodos tradicionais demanda algumas horas de interação, os entrevistadores somente podiam abordar um paciente por dia, escolhendo o primeiro paciente apto que concordasse em participar do estudo.

Resultados

Considerando a possibilidade de perdas, 112 pacientes foram entrevistados antes das cirurgias. Como esse trabalho fazia parte de um projeto maior com delineamento pré-pós para verificar se havia queda do desempenho das funções cognitivas após o procedimento cirúrgico com aplicação de anestesia, tivemos acesso aos dados somente dos pacientes com dados completos (i.e., com medidas repetidas no pré e pós-operatório); portanto, foram incluídos neste estudo os 60 pacientes que aceitaram repetir as medidas no pós-operatório, número próximo à meta do cálculo amostral. O intervalo entre as avaliações pré e pós-operatória variou entre 1 e 12 dias, respeitando-se as condições de recuperação dos pacientes: 65,5% foram reavaliados até o segundo dia do pós-operatório, 27,6% entre o terceiro e sétimo dias e 6,9% na segunda semana.

No total, foram 36 mulheres e 24 homens com idade entre 29 e 82 anos, sendo que cerca de 70% desses com idade entre 40 e 70 anos, mediana de 54 anos e média de 52,7 anos. Verificou-se que apenas 5 pacientes tinham menos que 3 anos de educação formal, mas mesmo entre eles, os entrevistadores não julgaram haver dificuldade

Tabela 1 Regressões lineares pelo método de mínimos quadrados ordinários, adotando a medida do teste em papel como variável independente (VI) e a do jogo digital como variável dependente (VD) avaliadas antes (pré) e após (pós) a intervenção cirúrgica (ver texto para a descrição dos testes). Registra-se média + desvio-padrão, coeficiente angular das regressões lineares, significância estatística da inclinação das retas (H0: ca=0, hipótese nula para coeficiente angular nulo), e a significância prática (tamanho de efeito) de acordo com Ellis, 2010 (ver texto). Verificou-se a correlação entre a idade e a significância prática (H0: r=r', hipótese nula de que a correlação foi mantida).

	VI média+dp	VD média+dp	Coef. ang.	H0: ca=0p	R ²	Tamanho de efeito	H0: r=r'p
Memória de curto prazo							
VVLT13 x MCP_MP	pre	16.47+4.69	7.92+2.35	0.149	0.0012*	0.166	0.0099*
	pos	11.95+4.44	4.87+2.24	0.104	0.0037*	0.137	0.0107*
BVMTR13 x MCP_MP	pre	35.12+8.44	7.92+2.35	0.051	0.0537	0.063	0.0440*
	pos	28.55+8.08	4.87+2.24	0.047	0.0666	0.057	0.0036*
Memória de longo prazo							
VVLT4 x MLP_MP	pre	8.03+3.48	8.43+2.35	0.115	0.1815	0.031	0.0083*
	pos	5.80+3.47	6.15+2.36	0.068	0.4333	0.011	0.0012*
BVMTR4 x MLP_MP	pre	10.62+1.61	8.43+2.35	0.297	0.1216	0.041	0.0567
	pos	10.80+2.03	6.15+2.36	-0.023	0.8796	0.000	
Atenção seletiva							
TMTA x AS_MP	pre	63.23+33.41	25.67+3.08	-0.005	0.6671	0.003	0.0077*
	pos	60.28+32.94	18.07+4.45	-0.036	0.0547	0.062	
STROOPA x AS_MP	pre	31.00+13.58	25.67+3.08	-0.002	0.9560	0.000	0.0378*
	pos	32.30+12.80	18.07+4.45	-0.096	0.0578	0.061	
Atenção alternada							
TMTB x AA_MP	pre	161.57+130.18	23.47+3.88	-0.006	0.0923	0.048	0.2923
	pos	150.92+106.46	20.40+4.57	-0.017	0.0025*	0.147	
Controle inibitório							
STROOPC x CI_MP	pre	69.90+29.33	24.57+3.77	-0.027	0.0997	0.046	0.1739
	pos	73.25+32.32	17.78+5.49	-0.002	0.9206	0.000	
Visuopercepção							
STROOPA x VP_MP	pre	31.00+13.58	30.70+13.44	0.981	<0.0001*	0.986	0.2115
	pos	32.30+12.80	31.20+10.79	0.925	<0.0001*	0.960	0.4184
STROOPB x VP_MP	pre	36.90+19.95	30.70+13.44	0.453	<0.0001*	0.443	0.1335
	pos	35.87+15.07	31.20+10.79	0.469	<0.0001*	0.369	0.1241
TMTA x VP_MP	pre	63.23+33.41	30.70+13.44	0.217	<0.0001*	0.272	0.1362
	pos	60.28+32.94	31.20+10.79	0.179	<0.0001*	0.264	0.2129

VVLT: Visual Verbal Learning Test; BVMTR: Brief Visuospatial Memory Test Revised; STROOP: Stroop Test, versão Vitória; TMT: Trail Making Test; Etapas do MentalPlus (sufixo _MP): MCP: memória de curto prazo, MLP: memória de longo prazo, AS: atenção seletiva, AA: atenção alternada, CI: controle inibitório, VP: visuopercepção.

com as respostas ou com o entendimento do jogo. Em virtude de o recrutamento dos pacientes depender da disponibilidade da agenda do centro cirúrgico, foram entrevistados pacientes que estavam internados em diferentes clínicas. Eles estavam internados nas clínicas de gastroenterologia (26 pacientes), ginecologia (11 pacientes), urologia (8 pacientes), cirurgia geral (9 pacientes) e cirurgia de cabeça e pescoço (5 pacientes). Perdeu-se a informação de um paciente.

A comparação entre os testes convencionais e as fases correspondentes do jogo MentalPlus® está sumarizada na Tabela 1. Considerando-se que as unidades de medida dos escores vindos dos testes em “papel e caneta” e do jogo são diferentes, não se trata de equivalência entre os métodos de medida, mas de associação entre eles. Interessa, aqui, verificar se o coeficiente angular da regressão linear é estatisticamente diferente de zero ($H_0: \text{ca} = 0$ representa a hipótese nula de que a inclinação da reta, dada pelo coeficiente angular, é nula) e a intensidade do tamanho de efeito, obtida pela classificação do coeficiente de correlação de Pearson de acordo com Ellis, 2010 (20).

As regressões lineares e correlações foram computadas para os momentos pré e pós-cirúrgicos considerando os testes em papel e seus supostos correspondentes das etapas dos jogos. Observa-se na Tabela 1 que as correlações mais fortes ocorreram entre a fase de visuopercepção do MentalPlus® (VP) e três dos testes em papel, STROOPA (pré: $R^2 = 0,986$; pós: $R^2 = 0,960$), STROOPB (pré: $R^2 = 0,443$; pós: $R^2 = 0,369$), TMTA (pré: $R^2 = 0,272$; pós: $R^2 = 0,264$). Secundariamente, encontrou-se correlação entre a fase que supostamente avalia a memória de curto prazo do jogo de intensidade média com os escores de VVLT₁₃ (pré: $R^2 = 0,166$; pós: $R^2 = 0,137$) e de fraca com BVMTR₁₃ (pré: $R^2 = 0,063$; pós: $R^2 = 0,057$). Para as demais medidas das funções cognitivas, as associações são fracas ou negligíveis (Tabela 1).

A Figura 1 ilustra alguns casos exemplares das regressões lineares. Destacam-se as de tamanho de efeito grande, na associação da etapa de visuopercepção do jogo com STROOPA (Figura 1A), STROOPB (Figura 1B) e TMTA (Figura 1C) e com tamanho de efeito médio entre a fase que avalia a memória de curto prazo do jogo com os escores VVLT₁₃ (Figura 1D). Como exemplos negativos, algumas associações esperadas não foram confirmadas neste estudo. A Figura 1E, mostra a associação entre a fase de atenção alternada e TMTB na qual, apesar do valor de R^2 sugerir associação fraca ou intermediária, a inclinação da reta de regressão foi inesperadamente negativa e significativa apenas para as medidas pós-operatórias (Tabela 1). Na Figura 1F vê-se a regressão entre a fase de controle inibitório do jogo e STROOPC. Nela, além da associação oscilar de fraca a negligível, as inclinações das retas de regressão sequer são significantes, o que pode ser validado numericamente pela Tabela 1 ou graficamente (pois é possível acomodar uma reta horizontal dentro das bandas de confiança 95% dessa regressão, delimitadas pelas linhas

pontilhadas a partir das várias retas de regressão feitas por *bootstrapping* e que coalescem como um sombreado ao fundo da figura).

Um problema potencial com esses resultados é a variabilidade das idades dos pacientes avaliados, pois não foi considerada como critério de exclusão. É possível cogitar que a grande amplitude das idades dos pacientes (29 a 82 anos) poderia fazê-la comportar-se como variável de confusão. A significância estatística do teste de comparação das correlações (correlação de primeira ordem com a correlação parcial controlada pela idade) aparece na última coluna da Tabela 1. Observa-se que a comparação das correlações de primeira ordem e as parciais controladas pela idade não mostram efeito da idade para as correlações com tamanho de efeito grande (visuopercepção), indicando que a idade não alterou as associações observadas nesses casos. Houve efeito significativo de idade na correlação entre VVLT₁₃ e a fase de memória de curto prazo, pois há correlações significantes e negativas entre idade e os escores de ambos os testes (Idade *vs.* VVLT₁₃[pre]: $r = -0,404$, $p = 0,0014$; VVLT₁₃[pos]: $r = -0,310$, $p = 0,0169$; MCP_MP[pre]: $r = -0,307$, $p = 0,0170$; MCP_MP[pos]: $r = -0,308$, $p = 0,0176$). Nos demais casos em que a correlação se alterou, o tamanho de efeito já era pequeno ou negligível, portanto, eles não têm importância prática.

Adicionalmente, a Figura 2 mostra as modificações dos coeficientes de correlação de Pearson quando a correlação parcial controlada pela idade foi computada, mostrando que as variações foram pequenas para as correlações mais fortes e, portanto, a idade não interfere importantemente com as conclusões deste estudo.

Discussão

Os escores de testes sobre função cognitiva utilizados neste estudo demonstraram boa comparabilidade entre aqueles de “papel e caneta” e o jogo digital somente para a função de percepção visual. As demais funções avaliadas pelo jogo digital, memória de curto e longo prazo, atenção seletiva e alternada e controle inibitório, encontraram correlação intermediária, fraca ou ausente com suas supostas contrapartidas das fases do jogo digital.

Tantas correlações fracas ou não encontradas não eram esperadas quando o estudo foi planejado, pois as etapas do jogo foram especificamente projetadas para avaliar determinados domínios cognitivos. Uma possível interpretação a partir dos resultados obtidos é que o jogo digital pode ter mérito próprio, mas sua dinâmica diferenciada não corresponde bem aos testes supostamente equivalentes, feitos em papel. Para a memória de curto prazo, por exemplo, a correlação teve intensidade pequena com BVMTR₁₃. Ocorre, porém, que BVMTR₁₃ não exige tempo para a evocação da memória, o que difere do jogo, em que o paciente tem que evocar a memória em 1 minuto (22).

Outro exemplo de dinâmica diferente entre os métodos é a memória de longo prazo. No VVLT₄, apresenta-se por três vezes uma lista ao paciente e, depois de 20 minutos,

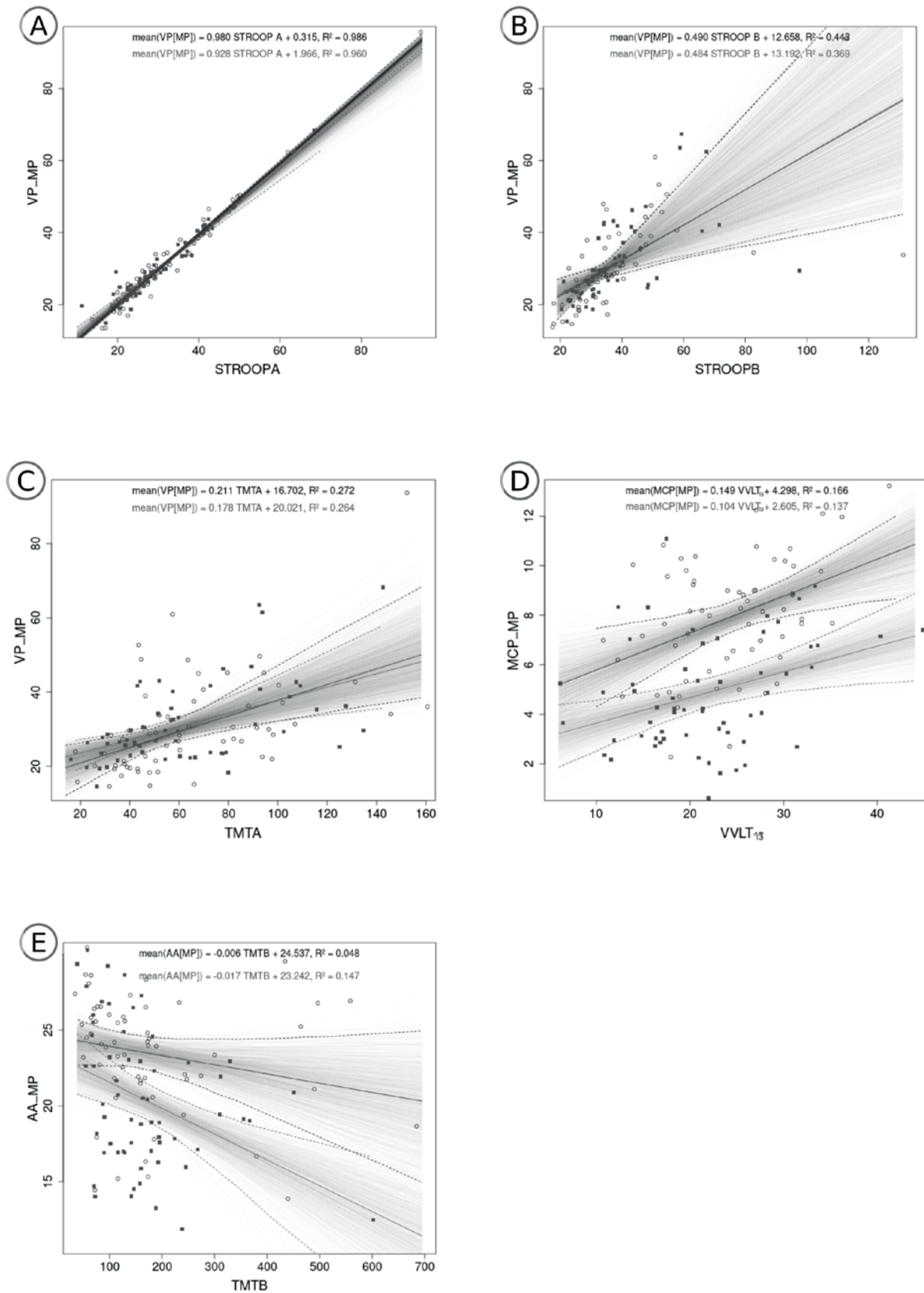


Figura 1 Casos de regressões lineares. Em destaque: efeito tamanho grande (A) STROOPA (B) STROOPB e (C) TMTA; efeito de tamanho médio (D) VVLT. Dentro das associações esperadas não confirmadas, (E) mostra a associação entre fase de atenção alternada e TMTB com inclinação da linha de regressão significativa e negativa e para medidas pós-operatórias, e (F), regressão entre fase de controle inibitório do jogo STROOPC.

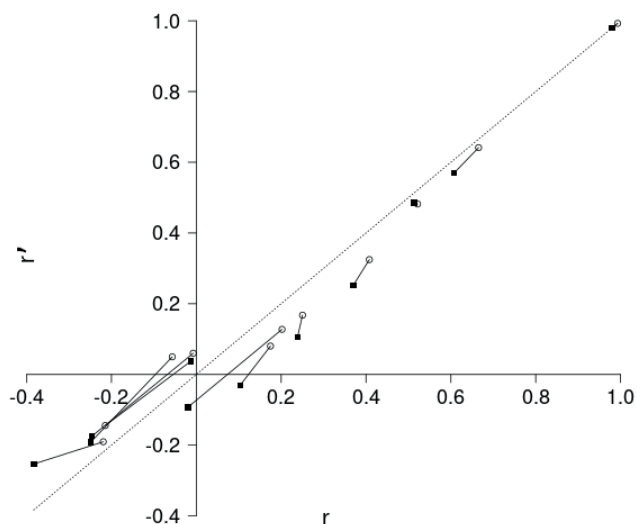


Figura 2 Mudanças nos coeficientes de correlação de Pearson mostrando que a idade não interfere nas conclusões do estudo.

é exigida a evocação da memória, o que não ocorre no jogo, em que o paciente é exposto visualmente a figuras e isso acontece apenas uma vez, sendo solicitada a evocação após 20 minutos (22).

Há, também, exigências que devem trazer habilidades que dependam de diferentes processos cognitivos. Para atenção seletiva, STROOPA exige leitura de palavras, enquanto a atenção seletiva do jogo digital exige habilidade motora e velocidade de processamento. Para atenção alternada, TMTB testa alternância de conceito (números e letras) enquanto o jogo pede alternância de posição das figuras. Para controle inibitório, STROOPC depende, além da função citada, de leitura de palavras e do conhecimento de cores, e o jogo exige simultaneamente as funções memória de curto prazo e habilidade motora (23).

Menos explicável é a ausência de correlação entre TMTA e AS_MP, pois ambos os testes medem atenção seletiva com influência da coordenação motora e velocidade do processamento, de forma que a exigência parecia similar aos pesquisadores. Segundo os dados obtidos, porém, os dois métodos de medida não se mostraram consistentemente equivalentes (24).

Os resultados mais coerentes ocorreram entre os testes físicos STROOPA, STROOPB e TMTA com a fase que foi desenhada para avaliar visuopercepção do jogo. Neste caso, os dois métodos dependem da busca visual de figuras e esperava-se que as exigências fossem similares, como foi encontrado (23).

Interessante notar que a função da visuopercepção pelo jogo digital se dá pela busca visual de figuras que aparecem sequencialmente na tela. Desta forma, o avaliando deve selecionar aquela que apareceu por último, o que claramente parece envolver, além da tarefa visual principal, a memória de curto prazo sobre a posição das figuras. Pode-se aventar a abrangência do jogo digital para

a percepção visual e memória de curto prazo como duas das funções mais estimuladas (8-12).

Estudo anterior mensurou testes neuropsicológicos com aplicação por meio digital comparados à oferta em “papel e lápis” na mesma população de pacientes. A confiabilidade mostrou-se somente moderada. O resultado obtido nesta investigação parece confirmar a dificuldade em se obter fortes correlações, mas aponta a percepção visual e memória de curto prazo como funções a que o jogo digital se mostrou sensível (25).

A avaliação da disfunção cognitiva não se faz rotineiramente. Um estudo em cirurgia cardíaca comparou triagem por meio do minimal e desenho do relógio com testes sobre atenção, função executiva e fluência verbal. O estudo sugere o benefício da utilização desses testes específicos com resultados significativamente alterados até seis meses de pós-operatório nas funções executivas (26). Ainda, exames de triagem cognitiva autoadministrados podem ser instrumentos para avaliação cognitiva existente no pré-operatório (27).

Embora no presente estudo os demais pares de comparação (memória de curto e longo prazo, atenção seletiva e alternada, e controle inibitório) não tenham apresentado boa correlação com seus supostos equivalentes em papel, isto não significa que as fases do MentalPlus® não estejam medindo função alguma, ou talvez estejam medindo parcialmente as mesmas funções. Os dois métodos não utilizam a mesma unidade de medida, e esclarecer exatamente quais são as funções e suas correspondências é um problema em aberto.

O delírio pós-operatório recebeu muita atenção de pesquisas recentes, além de revisões e recomendações, ainda sem evidências robustas. A necessidade de identificar pacientes de alto risco, informá-los e iniciar avaliações de rotina, bem como técnicas para reduzir esse risco, oferecem suporte para essa investigação, notadamente para a possibilidade de intervenções não farmacológicas multidisciplinares (28). Em pacientes idosos, tem-se preconizado considerar a anestesia como critério para a decisão de proceder ou não com a cirurgia, dado o risco de DCPO, além de se buscar alternativa à anestesia geral (29). Ainda mais frequente em idosos, a disfunção cognitiva parece ser exacerbada por efeitos tóxicos dos fármacos utilizados em anestesia geral, observada em várias áreas do funcionamento visuoespacial, persistentes e de provável origem em comprometimentos vasculares subcorticais – com pequenas diferenças entre anestesia geral e regional (30).

Esta investigação tem algumas importantes limitações. O jogo digital requer a validação de seu construto sobre as tarefas para as identidades e correlações com a avaliação neuropsicológica objetiva. Os testes adotados devem ser medidas que capturem mudanças sutis em intervalos relativamente curtos. Em que pesem as comparações deste estudo, os resultados sugerem uma razoável correlação e, dada sua aplicabilidade (tempo e usabilidade de jogos digitais), pode servir de base para o conceito de recuperação cognitiva, contribuindo para

afastar as conceituações de diagnóstico “tudo ou nada” desta condição (31). Uma segunda limitação está relacionada à idade dos participantes, que não foi considerada entre os critérios de inclusão ou exclusão do estudo. Consequentemente, seu recrutamento ocorreu por oportunidade, seguindo sequencialmente a agenda das cirurgias. Com isso, os resultados trouxeram pacientes de idade variada submetidos a procedimentos variados, e pouco controle sobre o momento pós-operatório em que houve oportunidade para nova medida. Adicionalmente, a tentativa de comparar o jogo com os métodos tradicionais em papel tornaram as sessões de medida muito longas.

Embora não tenhamos elementos para inferir sobre o que pode ter feito com que apenas 60 de 112 pacientes aceitassem repetir a sessão de avaliação no período pós-operatório, podemos especular sobre a menor disposição que qualquer pessoa tem enquanto se recupera de uma intervenção associada à experiência de ter se submetido a uma avaliação demorada antes da cirurgia. No entanto, como o objetivo deste trabalho não foi a avaliação clínica, mas apenas se os escores obtidos pelos instrumentos tradicionais e pelo jogo digital seguiam em uma mesma direção, a ausência da segunda avaliação não deve ter trazido prejuízo (embora possam ter deixado de obter algum ganho) aos pacientes que a recusaram.

Embora os testes cognitivos, validados e em investigação, forneçam uma estimativa da habilidade ou função, este estudo, dentro das limitações apresentadas, avaliou bem a função de visuopercepção em um contexto de DCPO. No entanto, o jogo digital MentalPlus® ainda precisa de novos estudos para sua validação. As associações obtidas apontam para um instrumento com potencial, notadamente por reduzir o tempo de avaliação neuropsicológica, oferecer resultados simples dados pela quantidade de acertos nos jogos e pelo fato de ser autoexplicativo para os pacientes. Sendo um método rápido e acessível para monitorar DCPO, portanto, seu uso pode ser encorajado.

Conflito de interesse

Os autores declaram que não têm conflito de interesse.

Referências

- Luria AR. Fundamentos de Neuropsicologia: Tradução de Juarez Ricardo Aranha - Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo; 1981.
- Mader MJ. Avaliação neuropsicológica: aspectos históricos e situação atual. *Psicologia, ciência, profissão* [Internet]. 1996 [cited 2019 Dec 5];16(3):12-18. <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-98931996000300003>.
- Capovilla AGS. Contribuições da neuropsicologia cognitiva e da avaliação neuropsicológica à compreensão do funcionamento cognitivo humano. *Cadernos de Psicopedagogia* [online]. 2007; 6(11).
- Lesak MD. *Neuropsychological Assessment*. 5th ed. New York: Oxford University Press; 2012.
- Strauss E, Sherman EMS, Spreen O. *A Compendium of Neuropsychological Tests: Administration, Norms and Commentary*. 3rd ed. New York: Oxford University Press; 2006.
- Malloy-Diniz LF, Fuentes D, Mattos P, Abreu N. *Avaliação Neuropsicológica*. 2nd ed. Porto Alegre: Artmed Editora; 2018.
- Reppold CT, Gurgel LG, Hutz CS. O processo de construção de escalas psicométricas. *Avaliação Psicológica*. 2014;13(2):307-310.
- Rivero TS, Querino EHG, Starling-Alves I. Videogame: seu impacto na atenção, percepção e funções executivas. *Neuropsicologia Latinoamericana*. 2012;4(3): 38-52.
- Green CS, Li R, Bavelier D. Perceptual learning during action video game playing. *Top Cogn Sci*. 2010 Apr;2(2):202-16. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2009.01054.x>.
- Blumberg FC, Fisch SM. Introduction: digital games as a context for cognitive development, learning, and developmental research. *New Dir Child Adolesc Dev*. 2013; 2013 (139): 1-9. <https://doi.org/10.1002/cad.20026>.
- Merabet LB, Connors EC, Halko MA, Sánchez J. Teaching the blind to find their way by playing video games. *PLoS One*. 2012; 7(9): e44958. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044958>.
- 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. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-060909-152832>.
- Valentin LSS, Pereira VFA. Digital game: a scale to evaluate the perioperative cognitive function (MentalPlus®), https://www.mnkjournals.com/journal/ijlrst/pdf/Volume_6_1_2017/10705.pdf [accessed 18 January, 2021]
- Valentin LSS, Pereira VFA. MentalPlus® digital game is reliable to measure cognitive function in healthy adults. A future accessible tool to assess postoperative cognitive dysfunction and rehabilitation. *International Journal of Psychiatry*. 2017;2(1):1-6. <https://doi.org/10.33140/IJP/02/01/00003>.
- Canet J, Reader J, Rasmussen LS, et al. Cognitive dysfunction after minor surgery in the elderly. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2003;47(10):1204-10. <https://doi.org/10.1046/j.1399-6576.2003.00238.x>.
- Steinmetz J, Funder KS, Dahl BT, Rasmussen LS. Depth of anaesthesia and post-operative cognitive dysfunction. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2010; 54(2): 162-8. <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2009.02098.x>.
- Rasmussen LS; ISPOCD2 investigators. Post-operative cognitive dysfunction in the elderly. *Acta Anaesthesiologica Scand*. 2005; 49(10): 1573. <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2005.00860.x>.
- Silverstein JH, Steinmetz J, Reichenberg A, Harvey PD, Rasmussen LS. Postoperative cognitive dysfunction in patients with preoperative cognitive impairment: which domains are most vulnerable? *Anesthesiology*. 2007; 106(3): 431-5. <https://doi.org/10.1097/0000542-200703000-00006>.
- LSS, Pietrobon R, Aguiar Junior W, et al. Definition and application of neuropsychological test battery to evaluate postoperative cognitive dysfunction. *Einstein (São Paulo)*. 2015; 13(1): 20-26. <https://dx.doi.org/10.1590/S1679-45082015AO3152>.
- Ellis PD. *The Essential Guide to Effect Sizes*, 1st ed., Cambridge University Press, 2010.
- Cohen, J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, 2nd ed.. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1988.
- Benedict RHB, Schretlen D, Groninger L, Dobraski M, Shpritz B. Revision of the Brief Visuospatial Memory Test: Studies of normal performance, reliability, and validity. *Psychological Assessment* 1996; 8(2): 145-53. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.8.2.145>.

23. Scarpina F, Tagini S. The Stroop Color and Word Test. *Front Psychol.* 2017; 8: 557. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00557>.
24. Llinàs-Reglà J, Vilalta-Franch J, López-Pousa S, Calvó-Perxas L, Torrents Rodas D, Garre-Olmo J. The Trail Making Test. *Assessment.* 2017; 24(2): 183-96. <https://doi.org/10.1177/1073191115602552>.
25. Radtke FM, Franck M, Papkalla N, et al. Postoperative cognitive dysfunction: computerized and conventional tests showed only moderate inter-rater reliability. *J Anesth.* 2010; 24(4): 518-25. <https://doi.org/10.1007/s00540-010-0952-z>.
26. Pérez-Belmonte LM, Florido-Santiago M, Osuna-Sánchez J, et al. Screening Versus Brief Domain-specific Tests to Assess Long-term Postoperative Cognitive Dysfunction After Concomitant Aortic Valve Replacement and Coronary Artery Bypass Grafting. *J Cardiovasc Nurs.* 2019; 34(6): 511-6. <https://doi.org/10.1097/JCN.0000000000000596>.
27. Stoicea N, Koehler KN, Scharre DW, Bergese SD. Cognitive self-assessment scales in surgical settings: Acceptability and feasibility. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2018; 32(3-4): 303-9. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2018.08.001>.
28. Hughes CG, Boncyk CS, Culley DJ, et al. American Society for Enhanced Recovery and Perioperative Quality Initiative Joint Consensus Statement on Postoperative Delirium Prevention. *Anesth Analg.* 2020; 130(6): 1572-90. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004641>.
29. Cottrell JE, Hartung J. Anesthesia and Cognitive Outcome in Elderly Patients: A Narrative Viewpoint. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2020; 32(1): 9-17. <https://doi.org/10.1097/ANA.0000000000000640>.
30. Ancelin ML, de Roquefeuil G, Scali J, et al. Long-term post-operative cognitive decline in the elderly: the effects of anesthesia type, apolipoprotein E genotype, and clinical antecedents. *J Alzheimers Dis.* 2010; 22 Suppl 3: 105-13. <https://doi.org/10.3233/JAD-2010-100807>.
31. Piggitt LH, Newman SP. Measuring and monitoring cognition in the postoperative period. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2020; 34(1): e1-e12. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2018.11.002>.