

Análise do ganho de habilidades técnicas em laparoscopia em residentes de cirurgia usando simulador virtual

Assessment of laparoscopic technical skills among surgery residents using a virtual simulator

Caroline Petersen da Costa Ferreira¹ 

cacapetersen@gmail.com

Luiz Arnaldo Szutan¹ 

luizszutan1952@gmail.com

Maurício Alves Ribeiro¹ 

mauricio.ribeiro@me.com

RESUMO

Introdução: O ensino da cirurgia vem passando por mudanças e por questões éticas, econômicas e legais, a sala de cirurgia não é mais o único ambiente para seu aprendizado. O treinamento em simuladores cirúrgicos (TSC) vem emergindo como um método eficiente, possibilitando ganho de habilidades.

Objetivo: Este estudo teve como objetivos avaliar o ganho de habilidades técnicas (HT) em laparoscopia por residentes de cirurgia geral (CG) após treinamento em simulador virtual e verificar se há diferença quanto a essa aquisição em relação à duração das sessões de treinamento e entre residentes de anos diferentes (R1 *versus* R2) submetidos às mesmas oportunidades de treinamento.

Método: Realizou-se um estudo longitudinal prospectivo com residentes de CG utilizando o simulador Simbionix LapMentor®. Um teste com quatro tarefas laparoscópicas básicas essenciais (1. corte-padrão de gaze; 2. apreensão e clipagem; 3. manobra com duas mãos; e 4. eletrocauterização) foi realizado no pré e pós-treinamento nesse simulador. Compararam-se dois treinamentos: distribuído: quatro sessões de duas horas com intervalo de duas semanas entre elas e massivo: duas sessões de quatro horas, com intervalo de seis semanas.

Resultado: Para a realização das análises estatísticas, utilizaram-se os *softwares* SPSS 20.0 e Stata 17. Houve redução no tempo e no número de movimentos em todas as tarefas. Em relação ao tipo de treinamento, o distribuído foi mais veloz na tarefa 3 com a mão esquerda. Já o grupo massivo coletou mais bolas e perdeu menos bolas na tarefa 3; em contrapartida, ficou mais tempo com o cautério acionado sem o adequado contato com banda. Concernente ao ano de residência, R1s apresentaram uma redução da distância percorrida com o instrumento da mão esquerda na tarefa 4 após o TSC, ao passo que R2s não ($p = 0,029$).

Conclusão: Houve ganho de HT, com redução do tempo e do número de movimentos. Diferenças em relação ao tipo de treinamento foram observadas na velocidade da mão esquerda, no número de bolas coletadas e no número de bolas perdidas da tarefa 3, e no tempo acionado sem contato na tarefa 4. Houve diferença na aquisição de HT em relação ao ano de residência apenas na distância percorrida com instrumento da esquerda na tarefa 4.

Palavras-chave: Educação em Saúde; Treinamento por Simulação; Habilidades Motoras.

ABSTRACT

Introduction: The teaching of surgery has been undergoing changes and due to ethical, economic, and legal issues, the operating room is no longer the only setting for surgical education. Training with surgical simulators has emerged as an effective method, enabling skill development.

Objective: Assessment of laparoscopic technical skills among general surgery residents after training on a virtual simulator and to determine if there is a difference in this skill acquisition based on the duration of the training sessions and between residents at different levels (R1 vs. R2) who received the same training opportunities.

Method: A prospective longitudinal study was conducted with GS residents over 10 weeks using the Simbionix LapMentor® simulator. A test involving four basic laparoscopic tasks (Standard scissor cut, Grasping and clipping, Two-handed maneuver, and Electrocautery) was performed pre- and post-training on the simulator. Two training protocols were compared: Training 1 (distributed): four sessions of two hours each, with a two-week interval between them, and Training 2 (massive): two sessions of four hours, with a six-week interval between them.

Results: There was a reduction in time and number of movements in all tasks. Regarding the type of training, the distributed training was faster in Task 3 (left hand). On the other hand, the massive training group collected more balls and lost fewer balls in Task 3 but spent more time with the cautery activated without proper contact with any band. Concerning the year of residency, R1 residents showed a reduction in the distance traveled with the left-hand instrument in Task 4 after SS training, while R2 residents did not ($p=0.029$).

Conclusion: There was an improvement, with a reduction in both time and number of movements. Differences in training type were observed in left-hand speed, number of balls collected, number of balls lost in Task 3, and the time spent with the cautery activated without contact in Task 4. A difference in motor skills acquisition related to residency year was only observed in the distance traveled with the left-hand instrument in Task 4.

Keywords: Health Education; Simulation Training; Motor Skills.

¹ Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil.

Editora-chefe: Rosiane Viana Zuza Diniz.

Editor associado: Aristides Palhares Neto.

Recebido em 21/05/25; Aceito em 17/06/25.

Avaliado pelo processo de double blind review.

INTRODUÇÃO

O ensino da cirurgia vem passando por várias mudanças desde o modelo tradicional instalado por Halsted em 1904, no qual o residente permanece um período mínimo da residência médica trabalhando (e operando) paciente reais, sob supervisão de um tutor mais experiente, sob o adágio de “assistir uma, ajudar uma e operar uma”. Nesse modelo, a aquisição de habilidades técnicas cirúrgicas depende da *expertise* do tutor e do número de intervenções realizadas pelo aprendiz¹.

O aprendizado do cirurgião em formação enfrenta várias dificuldades: a diminuição das horas dedicadas ao centro cirúrgico devido à redução da carga horária laboral, as pressões para aumentar seu rendimento, a baixa incidência de algumas enfermidades, além do debate ético em relação a cirurgiões inexperientes que operam pacientes^{2,3}. Por questões éticas, econômicas e legais, a sala cirúrgica não é mais o único ambiente para o aprendizado do residente de cirurgia¹.

Os métodos tradicionais de educação médica não conseguem compensar a perda dessa experiência, e as habilidades perceptivas e psicomotoras, essenciais para uma cirurgia eficaz, não podem ser desenvolvidas em palestras e seminários⁴.

O treinamento em simuladores cirúrgicos (TSC) vem emergindo como um método eficiente de desenvolvimento⁵, possibilitando que os residentes de cirurgia possam iniciar seu processo de formação e adquirir habilidades cirúrgicas relevantes por meio dos simuladores antes mesmo de adentrarem a sala de cirurgia.

O intenso ambiente da sala cirúrgica focado no procedimento pode ser bom para a observação e o refinamento de habilidades, mas falha na desconstrução e no ensino de tarefas específicas. Cirurgiões especialistas frequentemente desconhecem as tarefas cognitivas que invocam automaticamente ao realizarem um procedimento e muitas vezes pecam na transferência da habilidade para o residente⁶.

Recentemente, a residência de cirurgia geral (CG) no Brasil sofreu uma mudança na grade curricular, aumentando de dois para três anos de formação. De acordo com a Resolução nº 48, de 28 de junho de 2018, da Comissão Nacional de Residência Médica, a matriz de competências em CG orienta que os residentes devem estar aptos a, no final do terceiro ano, dominar a indicação e a técnica operatória dos seguintes procedimentos laparoscópicos: histerorráfias; procedimentos antirrefluxo, esofagocardioplastias; esplenectomias e retossigmoidectomias⁷. Porém, mesmo em residências tradicionais, é difícil acreditar que todos os residentes de CG terão possibilidade de realizar esses diferentes procedimentos em paciente reais. Daí a imprescindibilidade da simulação.

Com base nas premissas da importância da simulação e impulsionados pela pandemia – que não só foi responsável

por diminuir sobremaneira o número de procedimentos e cirurgias eletivas e, portanto, o acesso dos residentes ao ensino cirúrgico, mas também por enfatizar a obsolescência do treinamento cirúrgico na nossa instituição – propusemo-nos primeiramente a avaliar o ganho de habilidades técnicas (HT) em laparoscopia com o uso de simulador virtual em residentes de CG e secundariamente a verificar se havia diferença na aquisição dessas habilidades em relação à duração das sessões de treinamento (tipo de treinamento) e em relação a residentes de anos diferentes (R1 *versus* R2) submetidos às mesmas oportunidades de treinamento.

MÉTODO

Aspectos éticos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo (FCMSCSP): CAAE nº 55366221.7.0000.5479. A documentação obtida foi utilizada exclusivamente para fins de aquisição de informações concernentes à pesquisa, sendo a confidencialidade um aspecto rigorosamente respeitado.

Desenho do estudo

Realizou-se um estudo longitudinal prospectivo com médicos residentes de CG da nossa instituição para analisar o ganho de HT em laparoscopia a partir da intervenção de treinamento em uma plataforma de simulação virtual laparoscópica. O simulador de cirurgia Simbionix LapMentor® (Simbionix Ltd., Israel) foi disponibilizado por um período de dez semanas pela empresa Endocompany para a realização desse projeto. Utilizou-se a plataforma educacional Mentor Learn. Um teste composto por quatro tarefas básicas que objetivavam testar HT essenciais em laparoscopia foi realizado no simulador imediatamente antes e depois de oito horas de treinamento. Dois modelos de treinamento com disposição de tempo diferentes foram comparados:

- Treinamento 1 (distribuído): quatro sessões de duas horas de treinamento com intervalo de duas semanas entre cada sessão.
- Treinamento 2 (massivo): duas sessões de treinamento de quatro horas cada, com intervalo entre elas de seis semanas.

Ambos os treinamentos ocorrem num período total de seis semanas.

Casuística

Todos os 50 residentes de CG foram convidados a participar do projeto: 25 R1 e 25 R2. Os residentes do primeiro ano foram divididos em grupo 1 e 2, e os residentes do segundo ano, divididos em grupos 3 e 4. Os grupos 1 e 3 realizaram o

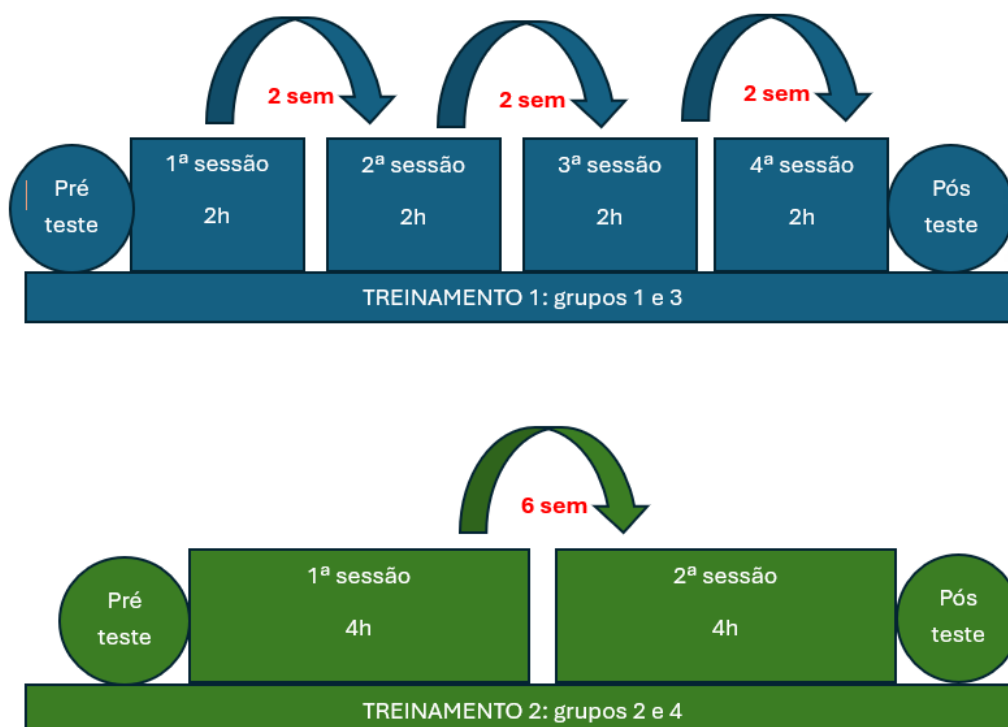
treinamento distribuído, e os grupos 2 e 4, o treinamento massivo (Figura 1).

Estas quatro tarefas foram escolhidas por testarem habilidades laparoscópicas essenciais:

- *Corte-padrão de gaze*: Esse exercício exige que o aluno corte o perímetro de uma gaze circular suspensa por cliques. Uma mão fornece tração na gaze e coloca-a no melhor ângulo possível em relação à mão cortante. Ele testa a utilização das duas mãos de maneira complementar. Teve as seguintes variáveis analisadas: o tempo de duração do exercício (TEMPO), número de movimentos (NUM_MOVIM), o número de movimentos realizados com o instrumento da mão direita (NUM_MOVIME_DIREITA), o número de movimentos realizados com o instrumento da mão esquerda (NUM_MOVIME_ESQUERDA), distância percorrida pelo instrumento da direita em centímetros – cm (DIST_PERC_INT_D, distância percorrida pelo instrumento da mão esquerda em cm (DIST_PERC_INST_E), velocidade média do instrumento da mão direita em cm por segundo – s (VELOCID_INST_D), velocidade média do instrumento da esquerda em cm/s (VELOCID_INST_E).
- *Preensão e clipagem*: O exercício demanda que os ductos com vazamento sejam apreendidos e clipados dentro dos segmentos especificados em cor diferente. Segmentos vermelhos aparecem

nos ductos que vazam no início da tarefa e ficam verdes apenas quando estabilizados corretamente por um instrumento. Assim que se tornam verdes, devem ser clipados para a interrupção de seu vazamento. A tarefa deve ser concluída antes que a piscina transborde. Esse exercício objetiva ensinar a manipulação do clipador, habilidade no manuseio de tecidos, habilidades bimanuais, orientação laparoscópica e coordenação olho-mão. As variáveis analisadas foram: o tempo de duração do exercício (TEMPO), o número de movimentos totais (NUM_MOVIM) o número de movimentos realizados com o instrumento da mão direita (NUM_MOVIME_DIREITA), o número de movimentos realizados com o instrumento da mão esquerda (NUM_MOVIME_ESQUERDA), distância percorrida total (DIST_TOTAL_PERCORRIDA), distância percorrida pelo instrumento da mão direita – clipador – em cm (DIST_PERC_INST_D), distância percorrida pelo instrumento da mão esquerda (um *grasper*) em cm (DIST_PERC_INST_E), velocidade média do instrumento da direita em cm/s, (VELOCID_MEDIA_D), velocidade média do instrumento da esquerda em cm/s (VELOCID_MEDIA_E), número de ductos clipados (NUM_DUCTOS_CLIPADOS), número de cliques perdidos (NUM_CLIPES_PERDIDOS).

Figura 1. Organização dos grupos e treinamentos.



Fonte: Elaborada pela autora.

- **Manobra com duas mãos:** Duas ferramentas de preensão são utilizadas para coletar bolas do interior de uma gelatina. O instrumento de uma das mãos mexe a gelatina para expor as bolas, que, quando expostas, mudam de coloração, tornando-se verdes. Enquanto a gelatina é controlada por essa mão, a ferramenta na outra mão é utilizada para agarrar a bola verde e colocá-la imediatamente acima da cesta. Caso contrário, as bolas são perdidas. O objetivo é fortalecer habilidades bimanuais avançadas, manipulação de instrumentos laparoscópicos, coordenação olho-mão e habilidade de manuseio de tecido. As variáveis analisadas foram: tempo de duração do exercício (TEMPO), o número total de movimentos (NUM_MOVIM), número de movimentos realizados com o instrumento da mão direita (NUM_MOVIME_DIREITA), número de movimentos realizados com o instrumento da mão esquerda (NUM_MOVIME_ESQUERDA), distância percorrida total (DISTANCIA_PERCORRIDA), distância percorrida pelo instrumento da direita em cm (DIST_PERC_INST_D), distância percorrida pelo instrumento da esquerda em cm – um *grasper* (DIST_PERC_INST_E), velocidade média do instrumento da direita em cm/s, (VELOC_MÉDIA_D), velocidade média do instrumento da esquerda em cm/s (VELOC_MÉDIA_E), número de bolas coletadas (NUM_BOLAS_COLETADAS) e número de bolas perdidas (NUM_BOLAS_PERDIDAS).
- **Eletrocauterização:** Ganchos em ambas as mãos são utilizados para cauterizar bandas que se encontram entre duas colunas. Inicialmente as bandas são azuis, e, a cada momento, uma banda se destaca, tornando-se verde. Nesse exercício, deve-se utilizar um gancho para expor e, com auxílio do pedal, cauterizar apenas a banda destacada. O objetivo desse exercício é versar sobre uso seguro de eletrocautério, coordenação olho-mão e habilidades manuais com instrumento único. As variáveis analisadas foram: tempo de duração do exercício (TEMPO) e tempo total de acionamento do pedal do cautério (TEMP_TOTAL_CAUTERIO); em relação à economia de parâmetros, analisaram-se as seguintes variáveis: número total de movimentos realizados (NUM_MOVIMENTOS), número de movimentos realizados com o instrumento da mão direita (NUM_MOVIME_DIREITA), número de movimentos realizados com o instrumento da mão esquerda

(NUM_MOVIME_ESQUERDA), distância percorrida (DISTA_PERCORRIDA), distância percorrida pelo instrumento da mão direita (DIST_PERC_INST_D), distância percorrida pelo instrumento da mão esquerda (DIST_PERC_INST_E), velocidade média do instrumento da mão direita em cm/s, (VELOCID_MEDIA_D), velocidade média do instrumento da esquerda em cm/s (VELOCID_MEDIA_E), número de bandas destacadas cortadas corretamente (NÚMERO_BANDAS_DESTACADAS_CORTADAS), tempo em que o cautério foi acionado sem o contato apropriado com bandas (TEMPO_ACIONADO_SEM_CONTATO), tempo de acionamento do pedal do cautério associado a contato do instrumento com banda não destacada (TEMP_ACIONADO_BANDA_ERRADA) e número de bandas não destacadas cortadas erroneamente (NUMERO_BANDAS_NAO_DESTACADAS_CORTADAS).

O *currículo* de treinamento compreendia: exercício básicos de laparoscopia como manipulação de câmera de 0° e 30°, exercícios de coordenação mão-olho, clipagem, clipagem e apreensão, manobras bimanuais, corte e eletrocauterização, e outras tarefas de HT essenciais para a laparoscopia, como transferência de objetos, corte-padrão e colocação de alça de ligadura. Além desses exercícios básicos, o treinamento continha ainda três tarefas de sutura e dois módulos de procedimento completo com os passos de uma cirurgia de herniorrafia inguinal transabdominal preperitoneal e colecistectomia. Todas as tarefas são ilustradas por vídeos instrutivos assistidos antes da realização do exercício (média de 30 s).

Durante o período do treinamento, os voluntários foram auxiliados pela pesquisadora ou por outro cirurgião ou por alunos da Faculdade de Medicina previamente treinados para tal. A despeito da diferença de experiência entre os monitores, houve padronização para o auxílio dos voluntários.

Não houve aleatorização na divisão dos grupos, pois realizou-se o treinamento durante a rotina da residência, e, portanto, foi necessária a adequação do dia do treinamento com o estágio em que o residente se encontrava. O cegamento não foi possível porque coube à pesquisadora a definição da escala baseada no estágio em que os residentes se encontravam. Devido à natureza da intervenção, eles também não estavam cegos para sua designação de grupo.

Análise estatística

Inicialmente os dados foram analisados de forma descritiva. Para as variáveis categóricas, apresentaram-se frequências absolutas e relativas, e, para as variáveis numéricas, medidas-resumo (média e desvio padrão). A existência de

associações entre duas variáveis categóricas foi verificada utilizando o teste de qui-quadrado ou teste exato de Fisher.

Para as comparações realizadas de duas médias, utilizou-se o teste t de Student que apresenta como um dos pressupostos a normalidade na distribuição dos dados que foi avaliada via teste de Kolmogorov-Smirnov.

Empregaram-se os modelos de regressões lineares mistos (ou com efeitos aleatórios) para avaliar o efeito do treinamento no desempenho de cada uma das tarefas (variáveis dependentes). O modelo de regressão linear misto⁸ incorpora o efeito de cada voluntário na forma de efeito aleatório, acomodando uma possível dependência entre as observações de um mesmo voluntário. Esse modelo apresenta também como pressuposto a normalidade nos dados. Entretanto, Gelman et al apontaram que a fuga da normalidade não acarreta viés nas estimativas. Foram realizados testes adicionais (teste de Wald) *ad hoc* após com

correção de Bonferroni sob o modelo estimado para identificar grupos com médias distintas.

RESULTADOS

Para todos os testes estatísticos, adotou-se um nível de significância de 5%. Para as análises estatísticas, utilizaram-se os *softwares* SPSS 20.0¹⁰ e Stata 17¹¹.

Dos 50 voluntários convidados para participar do projeto, 36 completaram o *curriculum* de treinamento proposto. Os dados de 14 participantes (28%) foram excluídos das análises por não preencherem os critérios de inclusão.

Avaliação global

A Tabela 1 demonstra as variáveis que tiveram significância estatística nas tarefas 1, 2, 3 e 4.

A avaliação global demonstrou redução no tempo de realização e no número de movimentos em todas as tarefas.

Tabela 1. Medidas-resumo dos desempenhos estatisticamente significantes das tarefas 1, 2, 3 e 4 por treinamento e momento de avaliação, níveis descritivos dos efeitos globais e individuais de tempo, e treinamento via modelos lineares mistos

	Pré	Pós	Modelo multinível	
			Δ (pós-pré)	Tempo
			Estimativa (IC95%)	p
T1_TEMPO				
TREINAMENTO 1	234,9 ± 72,7	160,6 ± 57,4	-78,49 (de -109,87 a -47,12)	< 0,001
TREINAMENTO 2	243,1 ± 52,4	149,9 ± 52,9	-92,77 (de -124,55 a -60,99)	
T1_NUM_MOVIM				
TREINAMENTO 1	514,9 ± 180,5	401,6 ± 148,9	-117,73 (de -231,71 a - 3,76)	0,018
TREINAMENTO 2	556,3 ± 229,4	447,6 ± 158,3	-108,72 (de -215,48 a -1,97)	
T1_NUM_MOVIME_ESQUERDA				
TREINAMENTO 1	195,3 ± 81,5	121,7 ± 58,5	-74,31 (de -138,30 a -10,32)	0,042
TREINAMENTO 2	203,4 ± 91,8	169,4 ± 149,0	-33,20 (de -94,14 a 27,74)	
T1_DIST_PERC_INST_D (CM)				
TREINAMENTO 1	358,7 ± 121,5	299,7 ± 131,3	-65,29 (de -163,56 a 32,98)	0,006
TREINAMENTO 2	488,8 ± 226,4	352,2 ± 127,7	-137,46 (de -228,87 a -46,05)	
T2_TEMPO				
TREINAMENTO 1	146,4 ± 34,0	101,9 ± 23,5	-44,50 (de -64,08 a -24,92)	< 0,001
TREINAMENTO 2	133,8 ± 49,1	102,2 ± 18,4	-31,63 (de -52,51 a -10,76)	
T2_NUM_MOVIM				
TREINAMENTO 1	187,4 ± 53,2	143,9 ± 41,9	-43,44 (de -74,92 a -11,96)	0,001
TREINAMENTO 2	188,7 ± 87,4	147,4 ± 23,1	-41,39 (de -75,04 a -7,75)	
T2_NUM_MOVIME_DIREITA				
TREINAMENTO 1	95,7 ± 31,2	71,2 ± 23,7	-24,56 (de -40,81 a -8,30)	< 0,001
TREINAMENTO 2	94,1 ± 43,5	73,8 ± 17,0	-20,62 (de -38,04 a -3,20)	

Continua...

Tabela 1. Continuação.

	Pré	Pós	Modelo multinível	
			Δ (pós-pré)	Tempo
			Estimativa (IC95%)	p
T2_NUM_MOVIME_ESQUERDA				
TREINAMENTO 1	91,7 ± 25,7	72,8 ± 20,7	-18,89 (de -36,31 a -1,47)	0,009
TREINAMENTO 2	94,6 ± 46,3	73,6 ± 11,8	-20,98 (de -39,52 a -2,44)	
T2_VELOC_MÉDIA_E				
TREINAMENTO 1	3,9 ± 0,5	4,9 ± 0,6	1,06 (de 0,56 a 1,55)	< 0,001
TREINAMENTO 2	4,1 ± 0,7	5,0 ± 1,6	0,93 (de 0,40 a 1,46)	
T2_NUM_DUCTOS CLIPADOS				
TREINAMENTO 1	7,4 ± 3,1	9,0 ± 0,0	1,56 (de 0,22 a 2,90)	0,007
TREINAMENTO 2	7,4 ± 2,9	9,0 ± 0,0	1,57 (de 0,14 a 3,00)	
T3_TEMPO				
TREINAMENTO 1	153,6 ± 36,8	105,3 ± 19,7	-47,37 (de -63,01 a -31,73)	< 0,001
TREINAMENTO 2	154,0 ± 43,5	122,6 ± 48,9	-29,39 (de -45,53 a -13,25)	
T3_NUM_MOVIM				
TREINAMENTO 1	175,3 ± 40,1	137,2 ± 34,3	-36,82 (de -59,05 a -14,60)	< 0,001
TREINAMENTO 2	194,1 ± 56,8	155,4 ± 30,1	-37,56 (de -59,97 a -15,15)	
T3_NUM_MOVIME_DIREITA				
TREINAMENTO 1	95,0 ± 19,6	92,2 ± 62,9	-14,40 (de -27,56 a -1,23)	0,003
TREINAMENTO 2	108,1 ± 35,3	88,6 ± 18,7	-18,50 (de -32,09 a -4,91)	
T3_NUM_MOVIME_ESQ				
TREINAMENTO 1	80,3 ± 24,2	74,0 ± 55,9	-15,39 (de -28,51 a -2,26)	< 0,001
TREINAMENTO 2	92,1 ± 27,2	66,8 ± 20,4	-23,42 (de -37,40 a -9,44)	
T3_VELOC_MÉDIA_D				
TREINAMENTO 1	3,2 ± 0,5	4,1 ± 0,6	0,84 (de 0,22 a 1,46)	0,027
TREINAMENTO 2	3,8 ± 1,9	3,9 ± 0,7	0,09 (de -0,55 a 0,72)	
T4_TEMPO				
TREINAMENTO 1	357,0 ± 88,1	199,0 ± 74,5	-158,00 (de -199,26 a -116,74)	< 0,001
TREINAMENTO 2	314,4 ± 96,1	181,7 ± 53,2	-132,71 (de -173,97 a -91,44)	
T4_NUM_MOVIMENTOS				
TREINAMENTO 1	385,2 ± 145,5	223,8 ± 102,2	-161,41 (de -219,49 a -103,33)	< 0,001
TREINAMENTO 2	319,6 ± 124,9	192,8 ± 80,2	-126,76 (de -184,85 a -68,68)	
T4_DISTA_PERCORRIDA				
TREINAMENTO 1	936,1 ± 351,2	602,3 ± 301,6	-333,81 (de -477,49 a -190,13)	< 0,001
TREINAMENTO 2	786,3 ± 325,8	531,5 ± 261,6	-254,83 (de -398,51 a -111,15)	
T4_NUM_MOVIME_DIREITA				
TREINAMENTO 1	228,8 ± 82,1	132,1 ± 54,3	-96,76 (de -130,26 a -63,27)	< 0,001
TREINAMENTO 2	206,3 ± 62,6	120,8 ± 46,5	-84,75 (de -118,93 a -50,57)	
T4_NUM_MOVIME_ESQ				
TREINAMENTO 1	156,4 ± 70,9	91,7 ± 56,5	-64,65 (de -94,47 a -34,83)	< 0,001
TREINAMENTO 2	133,3 ± 63,0	76,5 ± 42,5	-56,81 (de -87,55 a -26,07)	
T4_DIST_PERC_INST_D (CM)				
TREINAMENTO 1	566,7 ± 197,5	351,5 ± 165,1	-215,17 (de -296,43 a -133,91)	< 0,001
TREINAMENTO 2	530,3 ± 180,6	321,5 ± 147,6	-205,85 (de -288,97 a -122,73)	

Continua...

Tabela 1. Continuação.

	Pré	Pós	Modelo multinível	
			Δ (pós-pré)	Tempo
			Estimativa (IC95%)	p
T4_DIST_PERC_INST_E (CM)				
TREINAMENTO 1	368,7 ± 194,9	250,8 ± 180,6	-117,82 (de -201,31 a -34,34)	0,004
TREINAMENTO 2	305,1 ± 167,6	223,1 ± 138,9	-82,04 (de -168,10 a 4,01)	
T4_VELOC_MÉDIA_E				
TREINAMENTO 1	2,4 ± 0,5	3,0 ± 0,6	0,52 (de 0,19 a 0,84)	< 0,001
TREINAMENTO 2	2,6 ± 0,7	3,2 ± 0,9	0,57 (de 0,24 a 0,91)	
T4_NÚMERO_BANDAS_DESTACADAS_CORTADAS				
TREINAMENTO 1	20,8 ± 0,5	20,5 ± 0,8	-0,35 (de -0,73 a 0,02)	0,02
TREINAMENTO 2	20,4 ± 1,0	20,0 ± 1,4	-0,42 (de -0,80 a -0,03)	

Fonte: Elaborada pela autora.

Além disso, houve significância estatística:

- Tarefa 1, na redução da distância percorrida pelo instrumento da mão direita;
- Tarefa 2, no aumento da velocidade média da mão esquerda e no aumento no número de ductos clipados;
- Tarefa 3, no aumento da velocidade média da mão direita;
- Tarefa 4, na diminuição da distância percorrida, no aumento da velocidade média da mão esquerda e na diminuição do número de bandas destacadas cortadas.

É possível observar no Gráfico 1 o padrão de decréscimo de tempo e número de movimentos para todas as tarefas.

Avaliação por tipo de treinamento

Avaliou-se o impacto no desempenho com relação aos diferentes modelos de treinamento objetivando identificar se havia diferença no ganho de HT entre eles.

Verificou-se efeito de treinamento em quatro variáveis, como descrito a seguir (Tabela 2):

- T3_VELOC_MÉDIA_E (p = 0,019): O grupo do treinamento distribuído apresentou um aumento médio de velocidade na mão esquerda, enquanto o grupo massivo não apresentou variação.
- T3_NUM_BOLAS_COLETADAS (p = 0,012) e T4_TEMPO_ACIONADO_SEM_CONTATO (p = 0,007): O grupo de treinamento massivo apresentou um

aumento do número de bolas coletadas e do tempo de acionamento do eletrocautério sem o adequado contato com bandas, enquanto o grupo distribuído não apresentou variação.

- T3_NUM_BOLAS_PERDIDAS (p = 0,036): O grupo massivo apresentou uma redução média do número de bolas perdidas, enquanto o grupo distribuído não apresentou variação.

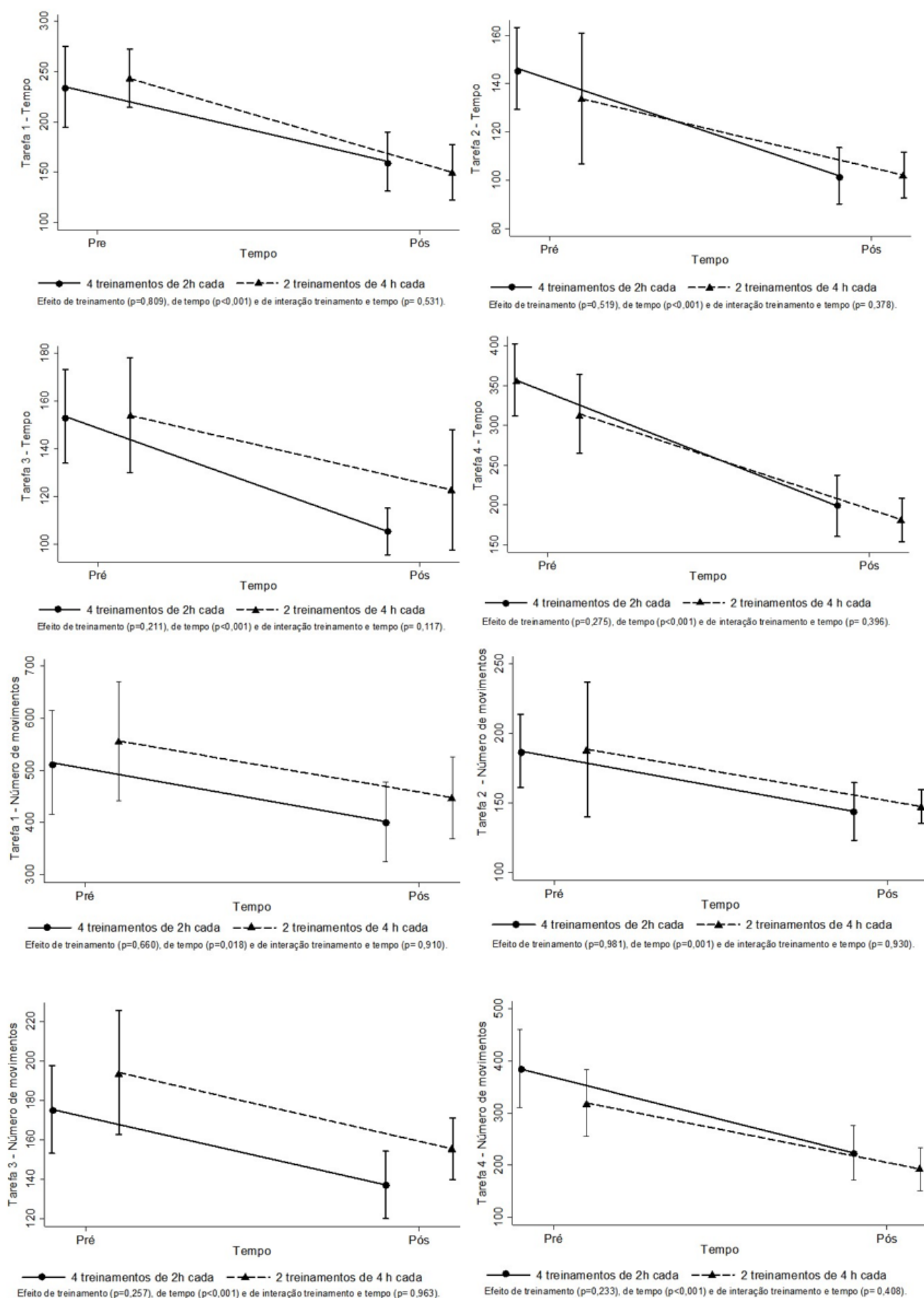
Avaliação por ano de residência

Objetivando identificar o impacto do treinamento nos residentes com diferentes experiências, foi comparado o desempenho das tarefas no pré-teste e no pós-teste por ano de residência e não mais por tipo de treinamento.

Neste estudo, foram consideradas as tarefas que não apresentaram efeitos médios distintos por tipo de treinamento, mas apresentaram efeito de treinamento.

Verificou-se o efeito de interação entre tempo e ano de residência apenas para T4_DIST_PERC_INST_E (p = 0,029).

Desse modo, como é possível ver na Tabela 3, em média, o grupo de alunos do primeiro ano de residência apresentou uma redução da distância percorrida com o instrumento da mão esquerda na tarefa 4 após o TSC, ao passo que o grupo do segundo ano não apresentou variação significativa. A média de distância no grupo R1 foi superior ao de R2 no pré-teste (p = 0,008), e, após o treinamento, não se observaram diferenças de médias entre os grupos (p = 0,678).

Gráfico 1. Médias e respectivos intervalos de confiança de 95% para tempo e número de movimentos por tipo de tarefa.

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 2. Medidas-resumo dos desempenhos nas tarefas por treinamento e tempo, e estimativas das variações médias via modelo linear misto.

		Modelo linear misto			
		Pré	Pós	Δ (pós-pré)	$\Delta_{2x4} - \Delta_{4x2}$
				Estimativa (IC95%)	Estimativa (IC95%)
					p
<i>TK_6_VELOC_MÉDIA_E</i>					
Treinamento 1		3,1 ± 0,5	4,1 ± 0,7	0,95 (de 0,51 a 1,39)	-0,77 (de -1,40 a -0,13)
Treinamento 2		3,6 ± 1,1	3,8 ± 0,7	0,18 (de -0,28 a 0,64)	
<i>TK_6_NUM_BOLAS_COLETADAS</i>					
Treinamento 1		7,9 ± 1,1	8,3 ± 0,8	0,46 (de -0,20 a 1,11)	1,21 (de 0,27 a 2,15)
Treinamento 2		6,8 ± 1,3	8,5 ± 0,8	1,67 (de 1,00 a 2,35)	
<i>TK_6_NUM_BOLAS_PERDIDAS</i>					
Treinamento 1		1,0 ± 1,0	0,6 ± 0,7	-0,44 (de -1,02 a 0,13)	-0,88 (de -1,71 a -0,06)
Treinamento 2		1,8 ± 1,1	0,5 ± 0,8	-1,33 (de -1,92 a -0,73)	
<i>TK_8_TEMPO_ACIONADO_SEM CONTATO</i>					
Treinamento 1		8,1 ± 6,3	6,5 ± 3,2	-1,65 (de -5,20 a 1,90)	6,88 (de 1,86 a 11,90)
Treinamento 2		10,8 ± 7,8	16,1 ± 8,1	5,24 (de 1,69 a 8,78)	

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 3. Medidas-resumo dos desempenhos estatisticamente significantes nas tarefas por ano de residência e tempo e estimativas das variações médias via modelo linear misto significante.

		Modelo multinível			
		Pré	Pós	Δ (pós-pré)	$\Delta_{R2} - \Delta_{R1}$
				Ano de residência	
				Estimativa (IC95%)	p
					Estimativa (IC95%)
					Ano de residência versus tempo
<i>TK_8_DIST_PERC_INST_E (CM)</i>					
R1	424,3 ± 229,1	250,9 ± 185,1	-173,39 (de -259,85 a -86,93)	0,008 [‡] < 0,678 [‡]	126,65 (de 12,70 a 240,59)
R2	274,2 ± 105,0	227,5 ± 142,9	-46,75 (de -120,97 a 27,47)		

[‡] Efeito de treinamento na pré-avaliação.
[‡] Efeito de treinamento na pós-avaliação.
Fonte: Elaborada pela autora.

DISCUSSÃO

A média de idade dos participantes foi de 27,4 anos, variando de 24 a 32 anos, 61,1% do sexo masculino, e 55,6% cursavam o segundo ano da residência de cirurgia e todos eram destros.

Vale ressaltar que apenas 14% dos residentes já haviam realizado algum tipo de treinamento simulado em laparoscopia, porém 100% já haviam participado como auxiliar e 54,3% já haviam participado como cirurgião/cirurgiã em algum procedimento laparoscópico, demonstrando como o ensino da laparoscopia encontra-se arraigado a um modelo ultrapassado, em que o primeiro contato com a laparoscopia se dá diretamente no centro cirúrgico.

Após o treinamento, evidenciou-se a redução no tempo e no número de movimentos em todas as tarefas. Esse resultado é consistente com os achados relatados em estudos anteriores, pois cirurgiões laparoscópicos com experiência e qualificação são mais econômicos em termos de tempo e número de movimentos, e mais precisos em termos de alvo/localização, e, portanto, usam caminhos mais curtos^{4,12}.

Além da diminuição do tempo e da economia de movimentos, tivemos em todas as tarefas algum resultado positivo após o treinamento com simulador, seja a menor distância percorrida (tarefas 1 e 4) ou o aumento de velocidade da mão não dominante (tarefas 2 e 4) ou da mão dominante (tarefa 3). Tivemos um resultado negativo

em relação ao número de bandas destacadas seccionadas corretamente na tarefa 4 (após o treinamento, tivemos menos bandas cortadas corretamente).

Aventamos a possibilidade de desatenção e cansaço associados a esse evento, uma vez que essa tarefa era a última do teste e a mais meticulosa, demandando maior controle motor fino (era preciso separar minuciosamente a banda destacada das demais e acionar o elétrico apenas nessa banda), após duas ou quatro horas de treinamento. Segundo Slack et al.¹³, a cada hora após a primeira hora de cirurgia, há uma queda na frequência média dos músculos do braço, que está associada a um índice de fadiga.

No intuito de avaliar o impacto, comparou-se o desempenho por tipo de treinamento (Tabela 2). É importante observar que, na avaliação do impacto que a distribuição de treinamento (massivo *versus* distribuído) teria na aquisição de habilidades cirúrgicas, o delta é o item mais importante a ser investigado. O fundamental é observar quanto o grupo evoluiu e não de que patamar ele saiu.

No que concerne à tarefa 3, quando comparados os tipos de treinamento, pode-se aventar a hipótese de que os membros do grupo de treinamento massivo não tenham ficado mais velozes com o instrumento da mão esquerda (não dominante) – enquanto o grupo distribuído teve aumento da velocidade – por estarem mais cansados após quatro horas de treinamento, com a diminuição do rendimento em comparação ao treinamento distribuído. Talvez seja mais fácil ver mudanças sutis na mão não dominante. A realização do pós-teste imediatamente ao fim do TSC pode ser uma limitação quando pensamos no cansaço do participante.

Em relação ao número de bolas coletadas, o grupo massivo teve uma média estatisticamente significativa maior após o TSC. Em relação ao número de bolas perdidas (bolas coletadas da gelatina, mas que não foram corretamente depositadas na cestinha), o treinamento massivo também foi melhor, perdendo menos bolas no pós-teste. Uma explicação possível é que realizar o pós-teste depois de quatro horas de treinamento, apesar de deixar o residente mais cansado, torna as estratégias utilizadas para coleta da bola mais refinadas, ficando mais fácil de memorizá-las. Na tarefa 3, apesar de não ter tido melhora na velocidade da mão esquerda, o grupo de treinamento 2 (massivo) foi mais eficaz na realização da tarefa, coletando mais bolas e as perdendo menos.

Já na tarefa 4, o grupo distribuído não teve alteração em relação ao tempo com o cautério acionado sem contato com nenhuma banda, enquanto o massivo teve esse tempo aumentado após oito horas de treinamento. Se extrapolarmos esse exercício para uma cirurgia *in vivo*, o acionamento do bisturi elétrico sem o contato com a estrutura que se deseja

queimar pode ser uma grave falha de segurança, uma vez que gera o risco de lesão inadvertida de estruturas próximas.

No Gráfico 1 é possível observar que as retas são quase paralelas ou coincidentes, evidenciando que não houve efeito de treinamento.

No nosso trabalho, não foi possível demonstrar superioridade de um tipo de treinamento sobre outro, uma vez que houve diferença estatística em apenas quatro variáveis. É importante ressaltar que o treinamento massivo aparentemente deixou o residente mais eficiente, mas gerou um risco mais elevado por aumentar o tempo de acionamento do cautério sem contato com a banda adequada. Em que pese o fato de que não houve diferença expressiva entre os treinamentos, as variáveis em que houve diferença são de extrema importância, pois pensar em eficiência sem segurança não faz sentido.

Baseando-se no princípio de aprendizagem de habilidades motoras da prática massiva *versus* distribuída encontrado nos domínios da psicologia e do atletismo, na literatura há evidências de que a prática intercalada com períodos de descanso (distribuída) leva a uma melhor aquisição e retenção de habilidades em comparação com a prática realizada em blocos contínuos com pouco ou nenhum descanso entre eles (massiva). De acordo com Moulton et al.¹⁴, a habilidade cirúrgica, adquirida sob condições de prática distribuída, é mais robusta e se mostra mais capaz de ser transferida a um modelo realista do que a habilidade cirúrgica adquirida em condições de prática massiva. Já Diesen et al.¹⁵ afirmam que a repetição de tarefas estruturadas em várias sessões em vez do treinamento em massa durante uma única sessão é um aspecto importante do treinamento motor que é fundamental para alcançar a aquisição proficiente de habilidades laparoscópicas e retenção em longo prazo.

Com o intuito de graduar se haveria um melhor momento durante a residência para a introdução de simulação em laparoscopia, avaliou-se a diferença na aquisição de habilidades entre residentes de anos diferentes (R1 *versus* R2) submetidos às mesmas oportunidades de treinamento.

Nessa nova análise por ano de residência, não se incorporou o tipo de treinamento, uma vez que, na análise anterior, ela já se mostrou similar.

Verificou-se o efeito de interação entre tempo e ano residência apenas para T4_DIST_PERC_INST_E (CM) ($p = 0,029$), indicando que os grupos apresentaram variações médias distintas, não sendo possível avaliar o efeito temporal global.

Para distância percorrida com instrumento da esquerda na tarefa 4, a média dos membros do grupo R1 foi superior (percorreram uma distância total maior, ou seja, foram menos econômicos) à média do grupo R2 no pré-teste ($p = 0,008$), e, após o treinamento, não se observaram diferenças de médias

entre eles ($p = 0,678$), demonstrando uma melhora no grupo R1. Após o treinamento, os R1 percorreram uma distância menor, enquanto os R2 não tiveram mudança. É importante observar em relação à distância percorrida que R1 e R2 saíram de postos bem diferentes, e, após o treinamento (apesar de terem evoluído de forma diferente), ambos atingiram patamares semelhantes, dando a ideia de homogeneização das habilidades por meio da simulação

Após o treinamento, os R1 percorreram uma distância 406,84 cm menor em comparação ao pré-teste para realizar as mesmas tarefas, enquanto os R2 percorreram uma distância 215,56 cm menor após o treinamento. Apesar de não estatisticamente significativa, houve um p marginal (0,058). Mannella et al.¹² já haviam demonstrado que a simulação melhora a habilidade técnica, especialmente em residentes mais novos.

Em relação à comparação entre residentes do primeiro e do segundo ano, intuitivamente, esperávamos que os residentes do primeiro ano – por terem tido menos experiência e contato com laparoscopia – tivessem um desempenho inicial inferior em comparação aos residentes do segundo ano e após o treinamento evoluíssem mais (por saírem de um platô inferior). Esse comportamento foi evidenciado em apenas uma variável, demonstrando a importância de implementar o TSC independentemente do momento da residência de CG.

CONCLUSÕES

Nas situações de realização deste estudo, houve ganho de HT, com redução do tempo e do número de movimentos necessários para a realização das atividades.

Diferenças na aquisição de habilidades em relação ao tipo de treinamento foram observadas na velocidade da mão esquerda e no número de bolas coletadas, no número de bolas perdidas da tarefa 3 e no tempo acionado sem contato na tarefa 4.

Diferença na aquisição de habilidades em relação ao ano de residência foi observada apenas na distância percorrida com instrumento da esquerda na tarefa 4.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Dr. Rodrigo Altenfelder, diretor do departamento de cirurgia da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo (ISC MSP) à época de realização do trabalho, aos residentes que participaram e aos alunos da faculdade que foram monitores, além da empresa Endocompany.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Caroline Petersen da Costa Ferreira foi responsável pela conceitualização do estudo, da metodologia, da investigação, da coleta e análise formal dos dados, da escrita, revisão e edição do manuscrito. Luiz Arnaldo Szutan participou da revisão do manuscrito. Maurício Alves Ribeiro participou da coleta dos dados.

CONFLITO DE INTERESSES

Declaramos não haver conflito de interesses.

FINANCIAMENTO

Declaramos não haver financiamento.

DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Os dados de pesquisa estão disponíveis no corpo do documento.
Research data is available in the body of the document.

REFERÊNCIAS

1. Hardon SF, Horeman T, Bonjer HJ, Meijerink WJHJ. Force-based learning curve tracking in fundamental laparoscopic skills training. *Surg Endosc*. 2018;32(8):3609-21. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-018-6090-7>.
2. Munz Y, Kumar BD, Moorthy K, Bann S, Darzi A. Laparoscopic virtual reality and box trainers: Is one superior to the other? *Surg Endosc Other Interv Tech*. 2004;18(3):485-94.
3. León Ferrufino F, Varas Cohen J, Buckel Schaffner E, Crovari Eulufi F, Pimentel Müller F, Martínez Castillo J, et al. Simulación en cirugía laparoscópica. *Cir Esp*. 2015;93(1):4-11.
4. Moorthy K, Munz Y, Sarker SK, Darzi A. Objective assessment of technical skills in surgery. *Br Med J*. 2003;327(7422):1032-7.
5. Edelman DA, Mattos MA, Bouwman DL. FLS skill retention (learning) in first year surgery residents. *J Surg Res*. 2010;163(1):24-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2010.03.057>.
6. Perry RE. Laying the foundation of surgical skills for trainees (residents). *ANZ J Surg*. 2009;79(3):122-6.
7. Comissão Nacional de Residência médica. Matriz de competências em cirurgia geral. *Diário da União*; 2018.
8. Goleman D, Boyatzis R, McKee A. Generalized Latent Variable. *J Chem Inf Model*. 2019;53:1689-99.
9. Gelman A., Hill J., 2007. *Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models*. Cambridge University Press, Cambridge.
10. IBM SPSS Statistics for Windows. IBM Corp. Released. Armonk, NY: IBM Corp; 2011.
11. Stata Statistical Software. StataCorp; 2021.
12. Mannella P, Malacarne E, Giannini A, Russo E, Caretto M, Papini F, et al. Simulation as tool for evaluating and improving technical skills in laparoscopic gynecological surgery. *BMC Surg*. 2019;19(1):1-9.
13. Slack PS, Coulson CJ, Ma X, Webster K, Proops DW. The effect of operating time on surgeons' muscular fatigue. *Ann R Coll Surg Engl*. 2008;90(8):651-7.
14. Moulton CAE, Dubrowski A, MacRae H, Graham B, Grober E, Reznick R. Teaching surgical skills: what kind of practice makes perfect? A randomized, controlled trial. *Ann Surg*. 2006;244(3):400-7.
15. Diesen DL, Erhunmwunsee L, Bennett KM, Ben-David K, Yurcisin B, Ceppa EP, et al. Effectiveness of laparoscopic computer simulator versus usage of box trainer for endoscopic surgery training of novices. *J Surg Educ*. 2011;68(4):282-9. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2011.02.007>.



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.