

# Avaliação do uso de macarrão japonês para treinamento microcirúrgico: análise objetiva da melhora na performance

## *Evaluation of konjac noodle as a microsurgery training model: learning curve analysis*

TIAGO MARQUES AVELAR<sup>1</sup> ; RENAN MAXIMILIAN LOVATO<sup>1</sup> ; THIAGO GOMES BARBOSA<sup>1</sup> ; PAULO ADOLFO WESSEL XANDER<sup>1</sup> ; LEONARDO HENRIQUE DA SILVA RODRIGUES<sup>1</sup> ; ADRIANA JOSE BRITO CAMPOS<sup>1</sup> ; RICARDO SALEMI RIECHELMANN<sup>1</sup> ; JUAN ANTONIO CASTRO FLORES<sup>1</sup> ; GUILHERME BRASILEIRO DE AGUIAR TCBC-SP<sup>1</sup> ; JEAN GONÇALVES DE OLIVEIRA<sup>1</sup> ; JOSÉ CARLOS ESTEVES VEIGA TCBC-SP<sup>1</sup> .

### R E S U M O

**Introdução:** modelos tradicionais de treinamento de anastomose microcirúrgica costumam ter custos elevados e implicações éticas de aquisição e manutenção, buscando-se alternativas que reúnam baixo custo e facilidade de armazenamento. Existem diferentes propostas, porém há poucas evidências de que conhecimentos adquiridos com o treinamento nessas plataformas se traduza em melhora na performance, quando estes são comparados a modelos consagrados. Este projeto objetiva avaliar a viabilidade do macarrão de konjac como modelo confiável de treinamento microcirúrgico. **Métodos:** 10 residentes de neurocirurgia realizaram uma anastomose término-terminal em artéria placentária humana de 2-3mm. As anastomoses foram avaliadas quantitativamente, registrando-se o tempo de confecção e qualitativamente, aplicando-se um escore validado (Anastomosis Lapse Index – ALI) por neurocirurgiões experientes e verificando-se a presença de vazamento grosseiro através da visualização no modo fluorescente injetando-se fluoresceína. Subsequentemente, realizaram 10 sessões de treinamento não consecutivos de anastomose término-terminal no modelo de konjac. Por fim, uma anastomose final foi realizada no modelo placentário e os mesmo parâmetros reavaliados. **Resultados:** observamos uma redução de 17 min no tempo médio de confecção da anastomose no modelo de placenta após os treinos no modelo do macarrão ( $p < 0.05$ ). Houve uma redução não significativa de 20% no vazamento grosseiro. As sessões de treino no macarrão não foram capazes de melhorar consistentemente o score ALI. **Conclusão:** o treinamento em modelo de macarrão konjac é capaz de reduzir o tempo para realização das anastomoses no modelo em placenta humana, mostrando-se alternativa viável de baixo custo e manutenção, útil em serviços que disponham de microscópio apenas no ambiente cirúrgico.

**Palavras-chave:** Curva de Aprendizado. Microcirurgia. Treinamento por Simulação. Anastomose Cirúrgica.

### INTRODUÇÃO

Ainda no século XVIII, Lambert, após discussão de um caso, escreveu em uma carta: “Se fosse possível encontrar, através da experimentação, que uma grande artéria, após lesada, pudesse ser curada por um tipo de sutura, sem se tornar impérvia, isso seria uma importante descoberta na área cirúrgica (tradução livre do inglês)”<sup>1</sup>. Levou décadas, porém, para que esse objetivo fosse alcançado, com o primeiro registro de uma sutura venosa ocorrendo em 1816. Mesmo pertencendo ao plano teórico em seu tempo, essa citação evidencia uma importante característica das anastomoses vasculares – a patência – a qual apenas cirurgiões adequadamente treinados são capazes de realizar com sucesso. Atualmente, essa técnica é utilizada em diversas especialidades, incluindo oftalmologia, cirurgias plástica, vascular e de mão, apenas para citar algumas. Em especial, os residentes de neurocirurgia necessitam adquirir habilidades microcirúrgicas.

Algumas questões, porém, vêm limitando o acesso que jovens cirurgiões têm aos casos complexos. Dentre elas, podemos elencar o número crescente de pacientes tratados por abordagens endovasculares e a concentração dos casos vasculares desafiadores em pouquíssimas instituições. Nestes termos, o desenvolvimento de modelos de treinamento que simulem as condições reais encontradas no campo cirúrgico é fundamental. Para atingir este objetivo, os cirurgiões buscam diferentes metodologias, desde aperfeiçoar o uso de modelos clássicos, como treinamento em cadáver<sup>2</sup>, passando pela utilização de modelos biológicos vivos (principalmente ratos)<sup>3</sup> e, mais recentemente, a simulação em modelos em realidade virtual<sup>4,5</sup>. Todos esses exemplos têm vantagens e desvantagens. Questões éticas, alto custo e logística complexa podem ser mencionados como as maiores limitações para os dois primeiros. A falta de feedback tátil, essencial para o desenvolvimento motor fino, e o alto nível de artificialidade são os maiores senões do último. Consequentemente, um modelo mais

1 -Faculdade de Ciências Médicas, Santa Casa de São Paulo, Departamento de Cirurgia, Divisão de Neurocirurgia - São Paulo - SP - Brasil

próximo do ideal deveria reunir baixo custo, facilidade de armazenamento, ausência de conflitos éticos e a indispensável experiência tátil.

Neste cenário, um tipo de macarrão utilizado na culinária japonesa, feito a partir de um tubérculo conhecido como *konjac* (*Amorphophallus konjac*)<sup>6</sup> tem sido descrito como um modelo de treinamento microcirúrgico<sup>7,8</sup>, possuindo as vantagens citadas anteriormente. Entretanto, a transferência teórica das habilidades adquiridas a partir do treinamento nesse método em relação a outros extensivamente validados não foi previamente testada. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade do macarrão *konjac* como método de treinamento em microcirurgia vascular, verificando se as habilidades adquiridas em seu uso como modelo seriam confirmadas na melhora da confecção da anastomose em um modelo já bem estabelecido – a placenta humana.

## MÉTODOS

Trata-se de pesquisa experimental, prospectiva, realizada no laboratório da disciplina de Neurocirurgia da Santa Casa de São Paulo. Foram incluídos de forma voluntária residentes em treinamento do serviço de neurocirurgia da Santa Casa de São Paulo, do primeiro ao quinto ano, totalizando um n=10 indivíduos. Nenhum dos residentes tinha treinamento prévio em anastomose vascular microcirúrgica.

Os participantes receberam uma aula teórica introdutória sobre técnica cirúrgica de anastomoses vasculares de forma a uniformizar o conhecimento básico na realização de suturas microcirúrgicas. Inicialmente, treinaram apenas a confecção dos pontos em material sintético como látex e silicone<sup>9</sup> a fim de obterem familiaridade com o instrumental e a confecção de suturas microcirúrgicas.

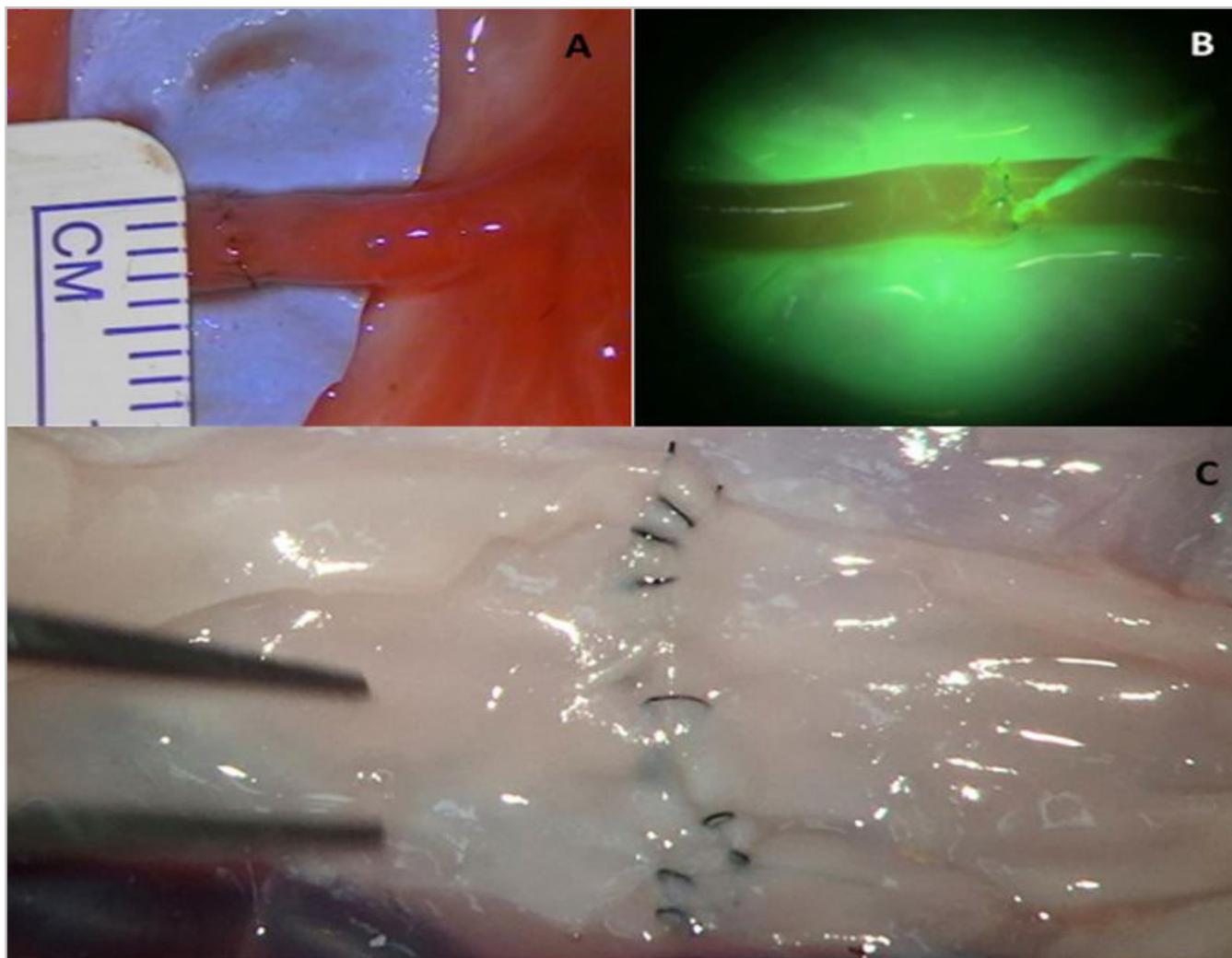
A partir de então, cada residente realizou uma primeira anastomose término-terminal em artérias de 2-3mm em placenta humana (Figura 1A) – as placentas foram obtidas no departamento de Ginecologia e Obstetrícia da Santa Casa de São Paulo, após obtenção de termo de consentimento de parturientes sob cuidados deste serviço. As placentas foram preparadas como previamente descrito<sup>10</sup> e mantidas refrigeradas por até 72h, sendo descartadas apropriadamente. O método

microcirúrgico utilizou suturas simples de anastomose, com Nylon 10-0 de agulha redonda, 3/8 de círculo, sob microscópio (OPMI® Pico, Zeiss). Essa primeira anastomose (A0) foi devidamente documentada (através de fotos) e cronometrado o tempo para sua confecção.

Para análise qualitativa, foram empregados dois critérios. Primeiramente, através do score Anastomosis Lapse Index (ALI) julgado por dois neurocirurgiões com experiência clínica (pelo menos 10 anos) em microcirurgia vascular<sup>11</sup>. Em resumo, esse score provê uma forma simples de avaliar o nível de proficiência na confecção da anastomose, classificando o indivíduo como iniciante, intermediário ou avançado de acordo com a frequência de ocorrência de determinados erros. Para tanto, a face luminal é avaliada através de aumento em x25, visualizada a partir de um corte longitudinal do vaso após a confecção da anastomose (Figura 1C).

Em segundo lugar, foram avaliadas a permeabilidade da linha de sutura quanto ao vazamento grosseiro pela anastomose através de angiografia com fluoresceína (Figura 1B). Para isso, utilizamos 10 mL de uma solução a partir da diluição de fluoresceína em pó, instilados a partir da cateterização da artéria a nível de cordão umbilical, e a visualização do modo fluorescente através de um filtro de luz amarelo (Spring Yellow Rosco, Stamford, Connecticut, USA) e iluminação ultravioleta (lanterna UV, 2950000 lumens, 980000w, JYX®).

Após registrada essa anastomose índice, cada participante realizou 10 sessões não consecutivas (dias separados) de anastomose em um modelo tubular preparado em macarrão de konjac de aproximadamente 3mm de diâmetro (Figura 2A-C). Para confecção do modelo tubular que simule a parede de um vaso, modificamos a técnica originalmente descrita<sup>7</sup>, perfurando a extremidade do macarrão através de um cateter venoso periférico mais calibroso que o utilizado no estudo original (BD INSYTE™ 20G). Dois desses segmentos foram posicionados um de frente para o outro e fixados com cliques de aneurisma (Vicca™ Neuroclips para uso laboratorial) e presos através de alfinetes em uma base de isopor, de uma forma tal que os segmentos livres estivessem móveis para permitir a anastomose e a alguns centímetros de distância suas porções fixas simulavam os vasos encontrados aderidos à superfície placentária (Figura 2D). O tempo de cada sessão foi registrado.



**Figura 1.** (A) Anastomose término-terminal em artéria de placenta; (B) Sob modo de fluorescência, após injeção de 10mL de fluoresceína, pode-se visualizar o vazamento grosseiro através de falha na linha de anastomose; (C) um exemplo de visualização aumentada (x25) da face luminal da linha de sutura para análise do ALI.

Após essa fase, os residentes voltaram a realizar a anastomose na placenta e novamente os parâmetros registrados (tempo, ALI, patência). O ALI score foi avaliado apenas após a realização de Af, de forma a cegar os neurocirurgiões avaliadores.

Para verificar o efeito do treinamento em modelo tubular preparado em macarrão de *konjac* no tempo médio para execução da anastomose nós utilizamos o método de plot pareado proposto por Gardner-Altman. Nesse caso, a diferença pareada entre as médias e seu respectivo intervalo de confiança de 95% nos dois grupos foram obtidas após 5000 bootstrap. Já para verificar se havia diferença na proporção de procedimentos com a presença de jato visível antes e após a realização do treinamento nós utilizamos o teste McNemar. Por fim, para verificar se houve alteração

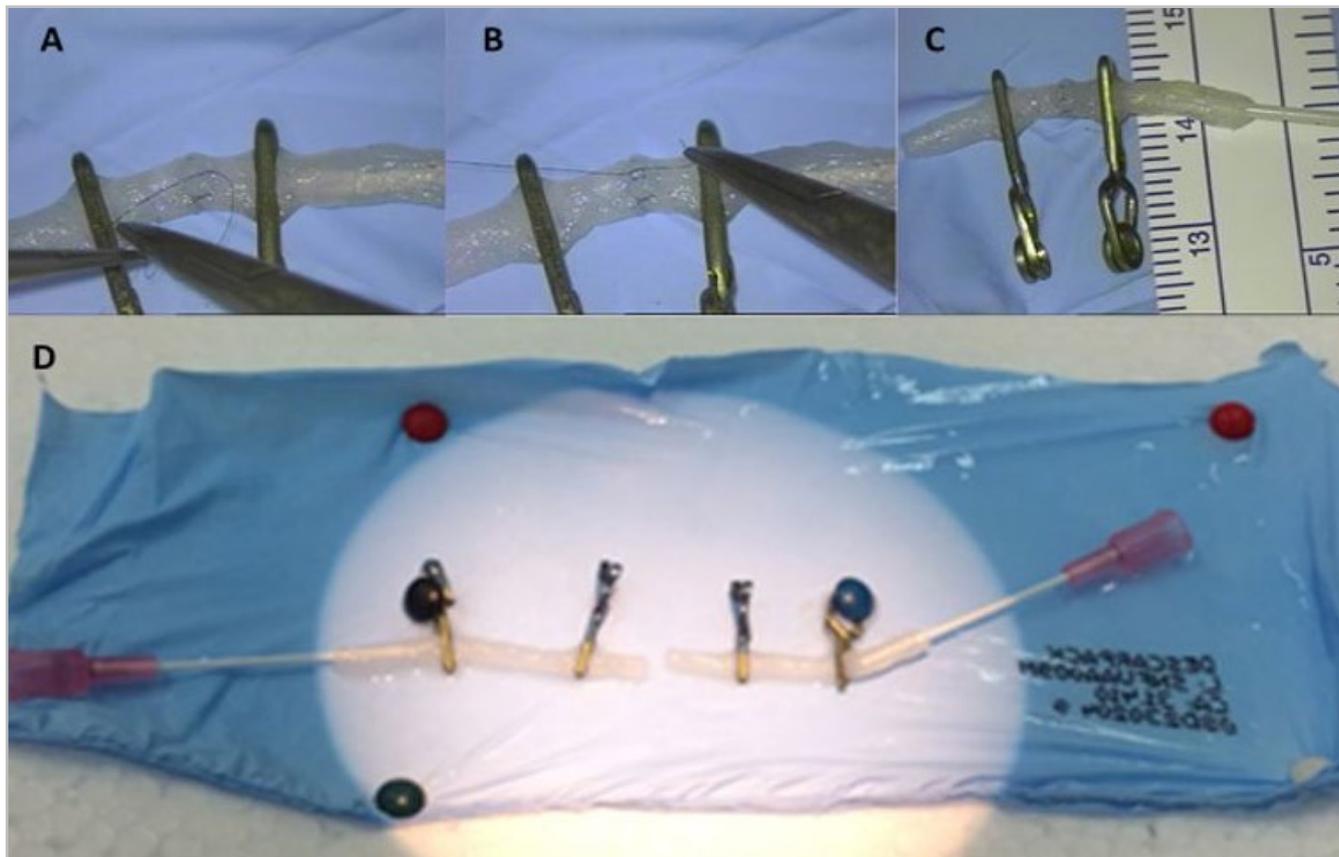
no score ALI dos residentes antes e depois da realização do treinamento nós utilizamos o teste de Cochran. Independente do desfecho analisado nós consideramos nosso alpha como sendo 5%. Vale ressaltar que os métodos que selecionamos são utilizados para amostras pareadas, isto é, comparação de medidas realizadas em um mesmo indivíduo em momentos diferentes. Todas as análises foram realizadas utilizando o software gratuito Python 3.9 e utilizando os pacotes statsmodels, dabest, pandas e matplotlib.

## **RESULTADOS**

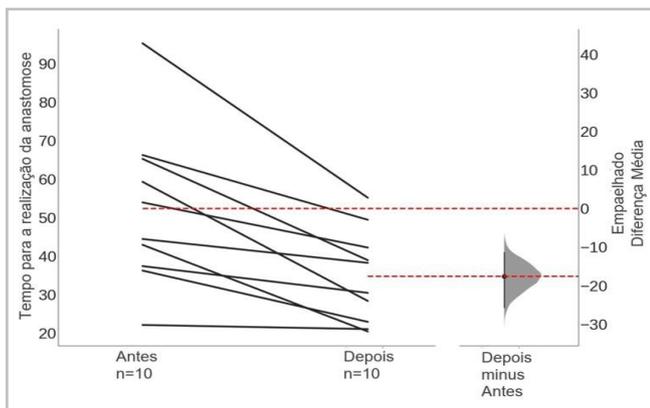
Quando consideramos o tempo para a realização de A0 é possível observar que, antes de receber o treinamento, os residentes executaram esse

procedimento em um tempo médio de 52,37 (SD=20.5) minutos. Já após a realização das dez sessões de treinamento no modelo konjac os mesmos residentes executaram Af em um tempo médio de 34,8 (SD=20.5)

minutos. Nesse caso a diferença média pareada entre antes e depois foi de uma redução de 17 minutos (95% CI redução de 25.7 a 11.3 minutos), sendo essa diferença considerada significativa ( $p < 0.05$ ) (Figura 3).



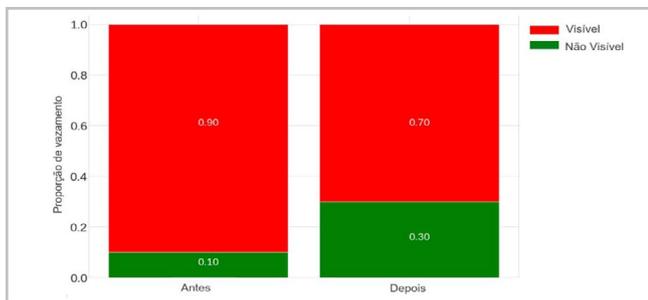
**Figura 2.** (A-B) Passo a passo de um ponto sendo realizado no modelo em macarrão. (C) Aspecto final da anastomose. Notar o diâmetro do macarrão, aproximadamente o mesmo da artéria placentária. (D) Exemplo da base conceitual preparada para as sessões de treinamento.



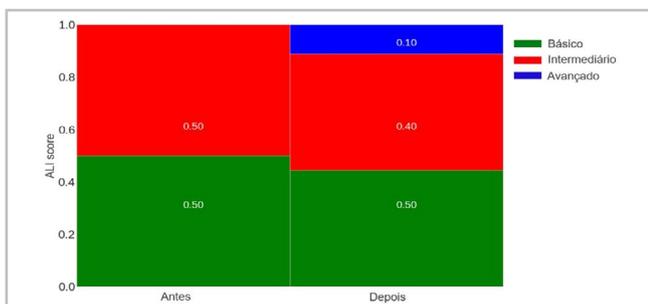
**Figura 3.** A diferença pareada no tempo médio para execução da anastomose comparando antes e depois de receber o treinamento está apresentada no plot de Gardner-Altman acima. Ambos os grupos estão plotados no eixo a esquerda como gráfico de inclinação: cada par de diferença observada está conectada por uma linha. A diferença média observada está plotada no eixo a direita com sua respectiva distribuição e intervalo de confiança após bootstrap.

Com relação à presença de vazamento nós observamos que antes de receber o treinamento o mesmo foi visível na anastomose realizada por 9 dos 10 residentes. Já após a realização das sessões de treinamento houve uma redução de 20% nesse número, entretanto essa redução não foi considerada estatisticamente significativa ( $\chi^2=3$ ,  $p\text{-value}=0,14$ ) (Figura 4).

Por fim, quando comparado o ALI, observamos que, antes do treinamento e após a realização de A0, 5 residentes tiveram um score básico e 5 intermediário. Já após a realização do experimento nós observamos que 4 residentes apresentaram um score classificado como básico, 4 como intermediário e 1 como avançado. Nesse caso, a alternância entre as classes não se mostrou significativa (T de Cochran=3,  $p=0,22$ ) (Figura 5).



**Figura 4.** Gráfico de barras complementares com a proporção de vazamento visível antes e depois da realização do treinamento.



**Figura 5.** Gráfico de mosaico com o ALI score dos residentes ao realizar anastomose no modelo placentário antes e depois da realização do treinamento no konjac.

## DISCUSSÃO

O treinamento cirúrgico em geral é longamente baseado em uma forma de aprendizagem a qual consiste na orientação de um aprendiz a partir de um cirurgião sênior, com base em casos e situações que aparecem na prática clínica de forma aleatória<sup>12</sup>. Entretanto, o aumento nos custos hospitalares, questões médico-jurídicas e a preocupação com a segurança do paciente – para nomear algumas – têm desafiado este modelo de treinamento.

Nesse contexto, novos métodos têm sido avaliados para que se atinja a necessária destreza cirúrgica antes de sua aplicação no contexto clínico. Tradicionalmente, modelos vivos (principalmente ratos) são considerados o padrão-ouro. O próprio Yasargil, precursor da neurocirurgia microcirúrgica<sup>13</sup>, escreveu que para dominar a técnica em microcirurgia, uma grande quantidade de tempo em prática preliminar laboratorial em animais seria necessário, sugerindo um período de treino diário durante pelo menos 6 meses<sup>1</sup>. Entre outros prós, os modelos vivos permitem ao cirurgião em treinamento experimentar o processo de coagulação in vivo bem como o teste tardio das anastomoses a partir

do seguimento da saúde do animal<sup>7,14</sup>. Contudo, alguns desafios como a questão de regulação do uso de cobaias animais em pesquisa, o processo de avaliação ética cada vez mais criterioso e detalhado e o alto custo de manutenção de biotérios, consistem em entraves para o uso abrangente desse modelo<sup>14</sup>.

Com isso em mente, seguindo o princípio dos 3 “R’s” – do inglês replacement, reduction, and refinement – modelos alternativos aos animais em pesquisa experimental têm sido buscados<sup>15</sup>. No caso particular do treinamento microcirúrgico de anastomoses vasculares, além de possuir as qualidades descritas anteriormente, o modelo ideal deve possuir similaridades à parede vascular real<sup>7</sup>. Essa é uma desvantagem dos métodos iniciais frequentemente utilizados nos estágios iniciais dos cursos de microcirurgia, como tubos de látex ou silicone<sup>16</sup>. O macarrão de konjac adquire essa propriedade quando confeccionado um lúmen de forma apropriada em sua estrutura cilíndrica. O método previamente descrito para realizar esta tarefa<sup>7</sup> utilizou um cateter venoso periférico 24G (0,7mm). Neste estudo, no entanto, a tentativa de uso deste calibre resultou infrutífera, gerando um lúmen muito estreito, apesar de bem mais fácil de executar. Uma razão plausível é o fato de o macarrão utilizado em nosso estudo ser mais calibroso (~3mm, Figura 2C) que o descrito no estudo citado (1,5mm). Assim, preferimos a utilização de um cateter venoso de 1,1mm (20G), com o qual consegue-se criar uma razão parede:lúmen adequada, apesar de mais difícil de preparar por ser mais fácil romper a estrutura do macarrão durante introdução do jelco, necessitando-se cuidado e realização sob microscopia, o que em nossa visão constitui um benefício e método adicional para treinamento e familiarização com os trejeitos sob o microscópio. O macarrão é mantido em uma solução que vem em sua embalagem, que confere umidade à sua parede, conferindo maior semelhança ao aspecto encontrado nos modelos biológicos.

Até onde pudemos constatar na literatura, este é o primeiro trabalho desenhado para 1) analisar prospectivamente a curva de aprendizado de residentes de neurocirurgia treinando no modelo konjac e 2) avaliar a tradução das habilidades adquiridas com o treinamento nesse modelo na melhora dos parâmetros de uma anastomose término-terminal realizada em outro mais consagrado e já estabelecido (artéria de placenta).

Podemos perceber uma melhora no tempo de realização das anastomoses na placenta após as sessões de treinamento em konjac (Figura 3). Essa tendência foi detectada similarmente em outros protocolos de treinamento<sup>17</sup>. Analisando a curva completa, incluindo as sessões de treinamento (não mostradas, disponíveis em material suplementar), verifica-se um aumento no Tf comparativamente ao tempo realizado na última sessão no macarrão. Em um estudo comparando as similaridades entre o *konjac* e a artéria de rato, isso também foi observado, com os tempos registrados no macarrão sendo mais rápidos que os provenientes do modelo animal<sup>7</sup>. Apesar dessa informação, o Tf médio foi mais rápido que o T0 refletindo uma tradução, pelo menos em termos de melhora no tempo, da prática no modelo *konjac* para o modelo de artéria da placenta.

Não observamos uma diferença significativa na melhoria da classificação ALI após o treino nesse método alternativo. 5 residentes tiveram seu ALI0 considerados como iniciantes e 5 como intermediários. Após as dez sessões de treinamento, o ALI1 de três residentes melhorou, cinco permaneceram no mesmo e 2 pioraram. O tamanho de efeito provavelmente não foi grande o suficiente para gerar significância estatística. Entretanto um dado é digno de nota: o erro mais comum achado no trabalho original do ALI foi o desalinhamento da linha de sutura<sup>11</sup>, o qual também foi o mais frequente em nosso estudo entre os A0. Esse erro básico foi corrigido, não sendo verificado nas Af.

Como já introduzido nesse texto, qualidades de fluxo (patência, vazamento) são críticas para anastomoses vasculares, desde sua idealização conceitual. Essas características importantes são consideradas como uma etapa limitante da transição para o cenário clínico, com alguns autores propondo um limite mínimo (tão alto como 80%) de resultados exitosos alcançados no modelo animal *in vivo* antes de iniciar a execução na prática cirúrgica<sup>9</sup>. Em modelos inanimados, essas variáveis são avaliadas por diferentes metodologias, como a utilização de meios corantes, dentre os quais podemos citar a clorexidina alcóolica colorida<sup>7</sup>, látex líquido colorido<sup>17</sup>, e de forma mais avançada a angiografia com indocianina verde (ICG, do inglês)<sup>18</sup>. O uso da fluoresceína foi recentemente descrito no uso específico em treinamento de anastomoses vasculares<sup>19</sup>. Ambos, ICG e fluoresceína,

são utilizados no intraoperatório<sup>20</sup>. Assim, o uso dessas modalidades ao invés das mais básicas desde a fase de treinamento laboratorial tem o benefício teórico de familiarizar o futuro neurocirurgião com tais métodos. No caso da fluoresceína, há o benefício adicional de ter um custo bem mais acessível que o ICG propriamente, bem como o aparato necessário para o modo de visualização fluorescente.

Em nosso trabalho, a grande maioria das A0 evidenciou um vazamento grosseiro no teste da fluoresceína, refletindo possivelmente a qualidade pobre dessas anastomoses iniciais. A melhora modesta verificada com esse teste (apenas 20% de redução no vazamento verificado) após as sessões de treinamento no *konjac*, pode revelar a dificuldade em se obter anastomoses de boa qualidade nos modelos biológicos, mais ainda na prática clínica. Cirurgiões que realizam *by-passes* vasculares cerebrais normalmente se dedicam a anos adicionais de treinamento em programas de *felllows*hip, após concluída a residência médica, dedicando muitas horas ao trabalho em laboratório. Por razões pedagógicas, no entanto, devemos ter em mente que o valor objetivo intrínseco à avaliação encerrada no score ALI – que proporciona um feedback corretivo para erros de técnica – não pode ser substituído pelas metodologias de testagem de patência/vazamento dos métodos de infusão colorimétricos<sup>17</sup>. Creemos que estudos futuros avaliando especificamente a correlação entre o ALI score e o método de verificação de patência/vazamento (como a fluoresceína) irão contribuir para melhora da qualidade do ensino de treinamento de anastomoses vasculares.

Por fim, apesar de outros métodos mais disseminados como cortes de frango (coxa, asa) e a própria placenta serem considerados uma alternativa intermediária mais próxima do ponto de vista biológico do modelo animal, não podemos esquecer que seu uso requer serviços que disponham de laboratório fora do centro cirúrgico por questões de manutenção do ambiente estéril. Muitos centros de treinamento e residência dispõem apenas do microscópio existente no bloco cirúrgico, limitando assim o uso de cortes animais como treinamento nesse ambiente. O modelo em *konjac* já foi testado sob esse ponto de vista, mantendo-se estéril na análise bacteriológica e fúngica até próximo ao D14, com o comitê de infecção hospitalar liberando seu uso

no centro cirúrgico<sup>7</sup>. Quanto ao uso em microscópios mais simples, domiciliares, o custo benefício em sua utilização é assegurado, uma vez que um pacote pode proporcionar mais de 100 anastomoses e o desperdício alimentar é menos impactante que o relacionado ao descarte de proteína animal após utilização da asa/coxa de frango.

Algumas limitações de nosso estudo podem ser pontuadas. Com relação a amostra, foram incluídos residentes do 1º ao 5º ano de neurocirurgia. Apesar da relativa heterogeneidade, todos são considerados inexperientes do ponto de vista de confecção de anastomoses, uma vez que esta não é uma habilidade incluída rotineiramente no treinamento prático da especialidade.

Como já mencionado, o número de residentes participantes (n=10) pode não ter sido suficiente para demonstrar, do ponto de vista estatístico, a tendência de melhora observada nas análises qualitativas (vazamento da fluoresceína e ALI). De forma análoga, o número de sessões de treino no macarrão também pode ter influenciado no resultado qualitativo do produto final na placenta. Não havia na literatura à época do desenho metodológico do projeto um consenso sobre qual o número ideal de anastomoses deve ser realizado em treinamento antes de se considerar o aprendiz apto para avançar para o cenário clínico. Uma publicação recente, a partir de um consenso internacional sobre os requisitos mínimos para cursos de anastomose microcirúrgica, estabeleceu como critério 55 anastomoses realizadas em laboratório<sup>15</sup>. Não houve, porém, consenso a respeito da proporção ideal entre a prática em modelos não vivos em relação ao vivos<sup>15</sup>.

## ABSTRACT

**Background:** classical models of microsurgical anastomosis training are expensive and have ethical implications. Some alternatives join low cost and easiness to store. However, the translation of knowledge acquired by training in these methods into the traditional ones is not clear. This project aims to assess the feasibility of konjac noodles as a reliable microsurgery-training model. **Methods:** 10 neurosurgery residents performed an end-to-end anastomosis in a 2-3mm placenta artery. The anastomoses were evaluated quantitatively, recording time; and qualitatively, applying a validated score (Anastomosis Lapse Index – ALI) by three experienced neurosurgeons and verifying the presence of gross leakage through the infusion of fluorescein. Subsequently, they performed 10 non-consecutive sessions of anastomosis training in the konjac noodle. Eventually, a final anastomosis in the placenta model was performed and the same parameters were scored. **Results:** we observed a 17min reduction in the mean time to perform the anastomosis in the placenta model after the training in the konjac ( $p<0.05$ ). There was a non-significant 20% reduction in gross leakage, but the training sessions were not able to consistently improve the ALI score. **Conclusions:** we demonstrate a reduction in anastomosis performing time in placental arteries after training sessions in the konjac noodle model, which can be regarded as a feasible low-cost method, particularly useful in centers with surgical microscopes only in the operation room.

**Keywords:** Learning Curve. Microsurgery. Simulation Training. Anastomosis. Surgical.

Desta forma, à época de concepção do estudo, por se tratar de um estudo inicial, considerou-se 10 sessões apropriadas. O aumento no número de treinos poderia em teoria beneficiar as anastomoses finais. Assim, futuros estudos que consigam recrutar um número maior de participantes e/ou aumentar a quantidade de sessões de treinamento podem dirimir esta questão

## CONCLUSÃO

O treinamento microcirúrgico no modelo de macarrão de konjac foi associado a melhora no tempo para realizar uma anastomose microcirúrgica término-terminal em modelo de placenta humana. Outros parâmetros, como um escore de verificação de erros técnicos (ALI) e vazamento pela anastomose não foram alterados de forma significativa. Novos estudos, com uma amostra maior, serão necessários para aprofundar nossa compreensão do modelo proposto. Entretanto, o baixo custo, a facilidade para o armazenamento do konjac, e o feedback tátil similar a outros modelos biológicos, são características promissoras, que o qualificam como opção para o treinamento em microcirurgia, notadamente nos ciclos iniciais.

## AGRADECIMENTOS

À Fabiola D. C. Bernardi, chefe do departamento de patologia que disponibilizou o espaço necessário para instalação do laboratório de Neurocirurgia da Santa Casa de São Paulo junto ao necrotério.

À Vicca™ que realizou a doação de neuroclipes e aplicador para uso em laboratório

## REFERÊNCIAS

1. Yasargil MG, Krayenbühl HA, Donaghy RMP. *Microsurgery: Applied to Neurosurgery*. 1a ed. Stuttgart: Thieme; 1969. 247p.
2. Aboud E, Al-Mefty O, Yaşargil MG. New laboratory model for neurosurgical training that simulates live surgery. *J Neurosurg*. 2002;97(6):1367-72. Doi: 10.3171/jns.2002.97.6.1367.
3. Yonekawa Y, Frick R, Roth P, Taub E, Imhof HG. Laboratory training in microsurgical techniques and microvascular anastomosis. *Op Tech Neurosurg*. 1999;3(2):149-58. doi:10.1016/S1092-440X(99)80007-3.
4. Malone HR, Syed ON, Downes MS, D'Ambrosio AL, Quest DO, Kaiser MG. Simulation in neurosurgery: a review of computer-based simulation environments and their surgical applications. *Neurosurgery*. 2010;67(4):1105-16. doi: 10.1227/NEU.0b013e3181ee46d0.
5. Oliveira LM, Figueiredo EG. Simulation training methods in neurological surgery. *Asian J Neurosurg*. 2019;14(2):364. doi:10.4103/ajns.AJNS\_269\_18.
6. Yu AHM, Phoon PY, Ng GCF, Henry CJ. Physicochemical characteristics of green banana flour and its use in the development of konjac-green banana noodles. *J Food Sci*. 2020;85(10):3026-33. doi:10.1111/1750-3841.15458.
7. Prunières GJC, Taleb C, Hendriks S, et al. Use of the Konnyaku Shirataki noodle as a low fidelity simulation training model for microvascular surgery in the operating theatre. *Chir Main*. 2014;33(2):106-11. doi:10.1016/j.main.2013.12.003.
8. Shimizu T, Yoshida A, Omokawa S, Tanaka Y. A microsurgery training model using konjac flour noodles. *Microsurgery*. 2019;39(8):775-6. doi:10.1002/micr.30463.
9. Lima DA, Galvão MSL, Cardoso MM, Leal PRA. Laboratory training program in microsurgery at the National Cancer Institute. *Rev Bras Cir Plást*. 2012;27:141-9. doi:10.1590/S1983-51752012000100024.
10. Oliveira Magaldi M, Nicolato A, Godinho JV, et al. Human placenta aneurysm model for training neurosurgeons in vascular microsurgery. *Neurosurgery*. 2014;10 Suppl 4:592-600; discussion 600-601. doi:10.1227/NEU.0000000000000553.
11. Ghanem AM, Al Omran Y, Shatta B, Kim E, Myers S. Anastomosis Lapse Index (ALI): A Validated End Product Assessment Tool for Simulation Microsurgery Training. *J Reconstr Microsurg*. 2016;32(3):233-41. doi:10.1055/s-0035-1568157.
12. Tolba RH, Czigány Z, Osorio Lujan S, et al. Defining Standards in Experimental Microsurgical Training: Recommendations of the European Society for Surgical Research (ESSR) and the International Society for Experimental Microsurgery (ISEM). *Eur Surg Res*. 2017;58(5-6):246-62. doi:10.1159/000479005.
13. Yaşargil MG. Personal considerations on the history of microneurosurgery. *J Neurosurg*. 2010;112(6):1163-75. doi:10.3171/2009.7.JNS091124.
14. Leung CCM, Ghanem AM, Tos P, Ionac M, Froschauer S, Myers SR. Towards a global understanding and standardisation of education and training in microsurgery. *Arch Plast Surg*. 2013;40(4):304-11. doi:10.5999/aps.2013.40.4.304.
15. Ghanem A, Kearns M, Ballestín A, et al. International microsurgery simulation society (IMSS) consensus statement on the minimum standards for a basic microsurgery course, requirements for a microsurgical anastomosis global rating scale and minimum thresholds for training. *Injury*. 2020;51 Suppl 4:S126-S130. doi:10.1016/j.injury.2020.02.004.
16. Byvaltsev VA, Akshulakov SK, Polkin RA, et al. Microvascular anastomosis training in neurosurgery: a review. *Minim Invasive Surg*. 2018;2018:e6130286. doi:10.1155/2018/6130286.
17. Pafitanis G, Serrar Y, Raveendran M, Ghanem A, Myers S. The chicken thigh adductor profundus free muscle flap: a novel validated non-living microsurgery simulation training model. *Arch Plast Surg*. 2017;44(4):293-300. doi:10.5999/aps.2017.44.4.293.
18. Cikla U, Sahin B, Hanalioglu S, Ahmed AS, Niemann D, Baskaya MK. A novel, low-cost, reusable, high-fidelity neurosurgical training simulator for cerebrovascular bypass surgery. *J Neurosurg*. 2018:1-9. doi:10.3171/2017.11.JNS17318.
19. Lovato RM, Campos Paiva AL, Pesente FS, et al.

- An Affordable Stereomicroscope for Microsurgery Training with Fluorescence Mode. World Neurosurg. 2019;130:142-5. doi:10.1016/j.wneu.2019.06.199.
20. Lovato RM, Vitorino Araujo JL, Esteves Veiga JC. Low-Cost Device for Fluorescein-Guided Surgery in Malignant Brain Tumor. World Neurosurg. 2017;104:61-7. doi:10.1016/j.wneu.2017.04.169.

Recebido em: 18/01/2023

Aceito para publicação em: 11/04/2023

Conflito de interesses: não.

Fonte de financiamento: nenhuma.

**Endereço para correspondência:**

Tiago Marques Avelar

E-mail: tiago.avelar@aluno.fcmsantacasasp.edu.br

