

## ESTUDO CLÍNICO

## Pressão intraocular durante a prostatectomia laparoscópica assistida por robô: um estudo observacional prospectivo

Yuriko Kondo<sup>a</sup>, Noriyuki Echigo<sup>a</sup>, Takahiro Mihara<sup>b,c,d,\*</sup>, Yukihide Koyama<sup>e</sup>,  
Kosuke Takahashi<sup>f,g</sup>, Kenta Okamura<sup>b</sup>, Takahisa Goto<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Yokohama Rosai Hospital, Department of Anesthesiology, Yokohama, Japan

<sup>b</sup> Yokohama City University, Graduate School of Medicine, Department of Anesthesiology and Critical Care Medicine, Yokohama, Japan

<sup>c</sup> YCU Center for Novel and Exploratory Clinical Trials, Yokohama City University Hospital, Education and Training Department, Yokohama, Japan

<sup>d</sup> Yokohama City University, Graduate School of Data Science, Department of Health Data Science, Yokohama, Japan

<sup>e</sup> Nippon Koukan Hospital, Department of Anesthesia, Kawasaki, Japan

<sup>f</sup> Nihon University, School of Dentistry at Matsudo, Department of Maxillofacial Surgery, Tokyo, Japan

<sup>g</sup> Yokohama Rosai Hospital, Department of Maxillofacial Surgery, Yokohama, Japan

Recebido em 14 de fevereiro de 2020; aceito em 27 de fevereiro de 2021

**PALAVRAS-CHAVE:**

Procedimentos  
cirúrgicos robóticos;  
Prostatectomia;  
Pressão intraocular;  
Posição de  
Trendelenburg

**RESUMO:**

**Justificativa e objetivos:** Embora relatórios anteriores tenham mostrado mudanças na pressão intraocular durante a prostatectomia laparoscópica assistida por robô, eles não discutiram o curso de tempo das mudanças ou o momento da maior mudança. Conduzimos este estudo para quantificar as mudanças de pressão ao longo do tempo em pacientes que assumiram a posição inclinada de Trendelenburg durante a prostatectomia laparoscópica assistida por robô.

**Métodos:** Vinte e um homens foram incluídos. A pressão intraocular foi medida antes da indução da anestesia em decúbito dorsal (T0); 30 (T1), 90 (T2) e 150 minutos após assumir a posição de Trendelenburg (T3); e 30 minutos após reassumir a posição supina (T4). O dióxido de carbono final e a pressão arterial também foram registrados. Para comparar a pressão intraocular entre os momentos, realizamos análise de variância de medidas repetidas. Uma análise de regressão multivariada de efeitos mistos foi conduzida para ajustar os fatores de confusão.

**Resultados:** A pressão intraocular média (desvio padrão) foi de 18,3 (2,4), 23,6 (3,0), 25,4 (3,1), 25,3 (2,2) e 18,1 (5,0) mmHg em T0, T1, T2, T3 e T4, respectivamente. A pressão intraocular média foi maior em T1, T2 e T3 do que em T0 ( $p < 0,0001$  para todos). Não houve diferença significativa entre T0 e T4 e entre T3 e T2 ( $p > 0,99$  para ambos).

**Conclusões:** A posição de Trendelenburg durante a prostatectomia laparoscópica assistida por robô aumentou a pressão intraocular. O aumento foi moderado 90 minutos após a posição ser assumida, com o valor sendo aproximadamente 7 mmHg maior do que o valor basal. A pressão intraocular basal foi restaurada 30 minutos após a posição supina ter sido aumentada. Registro de teste: UMIN ID 000014973 Data de registro: 27 de agosto de 2014

**Autor correspondente:**

E-mail: mihara.t@yokohama-cu.ac.jp (T. Mihara).

<https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.02.041>

© 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/>)

## Introdução

A prostatectomia laparoscópica assistida por robô (PLAR) é um dos procedimentos cirúrgicos mais novos e tecnicamente avançados. A técnica é cada vez mais realizada em todo o mundo devido às vantagens em diminuir a dor pós-operatória e a perda sanguínea.<sup>1</sup> A posição inclinada de Trendelenburg necessária para PLAR pode causar alta pressão intraocular (PIO), o que leva à baixa pressão de perfusão ocular. Pode causar oclusão da artéria central da retina, e várias complicações oculares foram relatadas.<sup>2</sup>

Alguns estudos relataram que a posição de Trendelenburg aumenta a PIO.<sup>3-5</sup> Esses relatórios mostraram a PIO elevada durante a PLAR, mas não discutiram o curso de tempo da alteração da PIO ou o momento da maior alteração da PIO. Awad et al relataram que a PIO estava mais alta no final da duração da posição inclinada de Trendelenburg do que na posição supina. Embora tenham medido a PIO em sete pontos de tempo, eles não a mediram durante a cirurgia (ou seja, entre o início e o final da posição de Trendelenburg).<sup>3</sup> Matsuyama et al mediram a PIO entre o início e o final da posição de Trendelenburg; especificamente, as medições foram feitas 15, 60 e 90 minutos após a posição ser assumida. Eles mostraram que a PIO era mais alta na posição de Trendelenburg do que na posição supina e aumentou de 15 a 90 minutos na posição de Trendelenburg. No entanto, eles não mediram a PIO após 90 minutos.<sup>4</sup> Hoshikawa et al. mediram a PIO a cada hora após a posição de Trendelenburg ser assumida e compararam o valor no início da posição com aqueles após a posição ter sido assumida. Eles descobriram que a PIO era mais alta em cada ponto de tempo durante a posição de Trendelenburg do que no início,<sup>5</sup> embora o momento em que o aumento foi maior não tenha sido determinado. Tomados em conjunto, embora esses relatórios tenham mostrado alterações na PIO durante a PLAR, eles não discutiram o curso de tempo das alterações da PIO ou o tempo da maior alteração da PIO.

Nossa hipótese é que a PIO não aumenta constantemente ao longo da posição de Trendelenburg e visamos determinar o padrão de elevação da PIO durante a cirurgia. Assim, quantificamos as mudanças da PIO ao longo do tempo em pacientes que assumem a posição de Trendelenburg acentuada durante a PLAR.

## Métodos

Este foi um estudo observacional, prospectivo e unicêntrico. O protocolo do estudo foi registrado na Rede de Informações Médicas de Hospitais Universitários (Número de Registro: UMIN ID000014973) antes do recrutamento dos pacientes. Após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa de nossa instituição (Aprovação n.º: 26-33), foi obtido consentimento informado por escrito. Os critérios de inclusão foram os seguintes: pacientes agendados para PLAR, idade > 18 anos, e um estado físico de anestesiológicos da American Society (ASA) de I-II. O recrutamento foi realizado em nossa instituição entre agosto de 2014 e março de

2015. O critério de exclusão foi a presença de glaucoma. Todos os pacientes consultaram um oftalmologista antes da cirurgia. Não excluímos pacientes com qualquer outra doença oftálmica. A anestesia geral foi induzida com propofol, rocurônio e fentanil e mantida com sevoflurano e remifentanil. Todos os pacientes receberam intubação traqueal e sua artéria radial foi cateterizada para monitoração contínua da pressão arterial. A ventilação mecânica foi fornecida a critério de cada anestesiológico. A posição de Trendelenburg foi padronizada em 30° da horizontal. O desfecho primário deste estudo foi a PIO durante a PLAR. Os desfechos secundários incluíram quaisquer complicações oculares, como cegueira, estreitamento do campo visual ou percepção visual prejudicada, que foram avaliadas na alta e 1 e 3 meses após a cirurgia.

## Medição e instrumentação

As medições da PIO foram realizadas com o tonômetro de rebote Icare PRO® (M.E. Technica, Tóquio, Japão). A PIO foi medida nos cinco pontos de tempo seguintes: T0: antes da indução da anestesia na posição supina, T1: 30 minutos após assumir a posição de Trendelenburg, T2: 90 minutos após assumir a posição de Trendelenburg, T3: 150 minutos após assumir a posição de Trendelenburg e T4: 30 minutos após reassumir a posição supina. O dióxido de carbono expirado e a pressão arterial também foram registrados em cada momento.

## Cálculo do tamanho da amostra

Presumindo uma diferença de 5 mmHg na PIO com um desvio padrão de 5 mmHg,<sup>4,5</sup> a análise de estimativa do tamanho da amostra sugeriu que 18 pacientes eram necessários. A potência foi definida em 80%. Para ajustar para as dez comparações de ponto de tempo (ou seja, cada par nos pontos de tempo T0, T1, T2, T3 e T4), o erro de tipo I foi definido em 0,005 (0,05 / 10). Recrutamos 21 pacientes considerando uma taxa de abandono de 10%.

## Análise estatística

A normalidade dos dados foi avaliada visualmente usando um gráfico Q-Q normal e testada usando o teste de Kolmogorov-Smirnov. A normalidade dos dados não foi rejeitada no gráfico Q-Q normal e no teste de Kolmogorov-Smirnov. Todos os valores contínuos são apresentados como média (desvio padrão). Para comparar a PIO em cada ponto de tempo (dados longitudinais), a análise de variância de medidas repetidas com o teste t de Student e a correção de Holm foi realizada para ajustes de comparação múltipla. Conduzimos o Teste de Esfericidade de Mauchly e adotamos a correção de Huynh-Feldt se a esfericidade não fosse confirmada. Além disso, usamos um modelo de regressão multivariada de efeitos mistos para ajustar os fatores de confusão. No modelo de efeitos mistos, o paciente individual foi definido como um efeito aleatório, enquanto a pressão arterial sistólica, o dióxido de carbono expirado e os pontos temporais foram definidos como efeitos fixos. Não incluímos a PIO medida em T0 para a análise de efeitos mistos porque os dados de dióxido de carbono expirado

**Tabela 1** Dados demográficos do paciente e variáveis operatórias

Idade (anos)	65,5 ± 6,7
Altura (cm)	168,5 ± 5,14
Peso (kg)	68,9 ± 7,6
IMC (kg / m <sup>2</sup> )	24,3 ± 2,6
Fluido intravenoso (mL)	2230 ± 460
Duração da operação (minutos)	263 ± 61
Duração do pneumoperitônio (minutos)	225 ± 62

IMC, índice de massa corporal. Todas as variáveis são apresentadas como média ± desvio padrão.

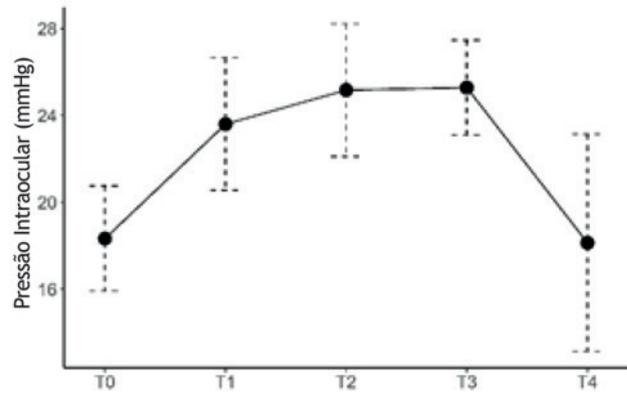
não estavam disponíveis neste momento. Valores de  $p < 0,05$  foram considerados estatisticamente significativos. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o pacote de software estatístico R, versão 3.3.0 (RFoundation for Statistical Computing, Viena, Áustria).

## Resultados

Vinte e um pacientes do sexo masculino foram incluídos nas análises. Os dados demográficos dos participantes do estudo estão resumidos na Tabela 1. Conforme mostrado na Figura 1, a PIO média (desvio padrão) foi de 18,3 (2,4) mmHg antes da indução da anestesia, 23,6 (3,0) mmHg em T1, 25,1 (3,1) mmHg em T2, 25,3 (2,2) mmHg em T3 e 18,1 (5,0) mmHg em T4. Temos evidências razoavelmente fortes de que a média da PIO foi maior em T1, T2 e T3 do que em T0 ( $p < 0,0001$  para todos). Não houve diferença significativa na PIO entre T0 e T4 ( $p > 0,99$ ). A PIO foi maior em T3 do que em T1 ( $p = 0,045$ ), mas não houve diferença significativa na PIO entre T1 e T2 ( $p = 0,05$ ) e entre T2 e T3 ( $p > 0,99$ ). A PIO foi superior a 30 mmHg em três pacientes (3/21 ou 14,3%), mas inferior a 35 mmHg em todos os pacientes durante a cirurgia. A análise de regressão multivariada de efeitos mistos indicou que os resultados não mudaram quando ajustados para a influência da pressão arterial sistólica e dióxido de carbono expirado (Tabela 2). Sem complicações oculares, como cegueira, estreitamento do campo visual ou deficiência visual percepção foram relatadas nos primeiros três meses de pós-operatório.

## Discussão

Os resultados do estudo mostraram que a PIO aumentou aproximadamente em 5 mmHg 30 minutos após assumir a posição de Trendelenburg. Este aumento da PIO nivelou 90 minutos após a posição de Trendelenburg ser assumida, em um valor de aproximadamente 7 mmHg maior do que o valor basal. A PIO 30 minutos após reassumir a posição supina estava no mesmo nível de antes da indução da anestesia. Estudos anteriores mostraram que a PIO aumenta de forma dependente do tempo após o posicionamento de Trendelenburg.<sup>4,5</sup> O presente estudo revelou um resultado semelhante ao comparar T0 com outros momentos, mas houve nenhuma diferença significativa na PIO entre 90 minutos



**Figura 1** Pressão intraocular (PIO) em cada momento. Gráfico linear mostrando a média e o desvio padrão da PIO. A PIO é maior em T3 do que em T0 e T1. Não há diferença significativa na PIO entre T2 e T3. A PIO é mais baixa em T4 do que em T3.

**Tabela 2** PIO após ajuste de PAS e EtCO<sub>2</sub>

	DM	95% IC	Valor P
Tempo (T1 vs T3)	-2,1	-4 to -0,29	0,027
Tempo (T2 vs T3)	-0,32	-2,09 to 1,45	0,72
Tempo (T4 vs T3)	-7,7	-9,66 to -5,75	<0,001
EtCO <sub>2</sub>	-0,15	-0,33 to 0,03	0,098
SBP	-0,006	-0,06 to 0,05	0,82

T1, 30 minutos após a posição de Trendelenburg. T2, 90 minutos após a posição de Trendelenburg. T3, 150 minutos após a posição de Trendelenburg. T4, 30 minutos após assumir a posição supina. MD, diferença média. IC, intervalo de confiança. EtCO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> expirado. PAS, pressão arterial sistólica.

e 150 minutos após assumir a posição de Trendelenburg. Embora a PIO tenha sido maior em 150 minutos do que em 30 minutos após o posicionamento de Trendelenburg, a diferença de PIO entre os dois pontos de tempo foi pequena. Esses achados sugerem que a magnitude do aumento da PIO é maior nos primeiros 30 minutos e estabiliza após 90 minutos. Para evitar complicações oculares, pode ser eficaz prestar atenção ao aumento da PIO, especialmente até 90 minutos após a posição de Trendelenburg.

Mostramos que a PIO 30 minutos após reassumir a posição supina voltou ao mesmo nível antes da indução da anestesia. Esse achado sugere que, quando a PIO está muito alta, o retorno à posição supina pode ser eficaz em evitar aumentos adicionais na PIO e reduzir complicações oculares. Um estudo anterior mostrou que a administração de infusão contínua de dexmedetomidina a um paciente submetido a cirurgia laparoscópica na posição de Trendelenburg é um método valioso para atenuar o aumento da PIO.<sup>6</sup> Outro relatório mostrou que o bloqueio neuromuscular profundo contínuo pode melhorar as condições cirúrgicas e facilitar PLAR em um pressão intra-abdominal baixa, resultando em atenuação significativa do aumento da PIO.<sup>7</sup> No entanto, esses estudos foram planejados para administrar medicamentos desde o início e não se sabe

se o mesmo efeito pode ser obtido se os medicamentos forem usados após a elevação da PIO. Pesquisas adicionais sobre como melhorar a PIO durante a cirurgia são necessárias. No outro estudo, as gotas de maleato de cloridrato de dorzolamida reduzem significativamente a PIO elevada de pacientes submetidos à cirurgia robótica laparoscópica na posição de Trendelenburg.<sup>8</sup> O medicamento reduz a PIO diminuindo a produção de humor aquoso pela inibição da anidrase carbônica II nos processos ciliares e por ação direta em 2 receptores adrenérgicos nos processos ciliares.<sup>9</sup> Pode ser útil no caso de PIO intraoperatória elevada, mas não pode ser usado em pacientes com asma brônquica e doença pulmonar obstrutiva crônica devido ao betabloqueador.

A PIO é expressa como uma divisão da produção do humor aquoso pela facilidade de fluxo mais a pressão da veia episcleral.<sup>10,11</sup> O fator mais influente que contribui para a PIO é a capacidade de fluxo pela veia. O aumento na pressão da veia episcleral não aumenta tanto a PIO quanto reduz a capacidade de fluxo. Em pacientes com glaucoma, a capacidade de fluxo é reduzida e, em alguns pacientes, se aproxima de zero. Nesses casos, a PIO aumenta em um grau elevado.<sup>10</sup> No entanto, em casos com fluxo venoso normal, é considerado raro que a PIO exceda 35 mmHg, mesmo que a pressão venosa escleral superior aumente para 20 mmHg. No presente estudo, os pacientes com glaucoma foram excluídos e assumiu-se que os pacientes tinham uma facilidade normal para o fluxo; nenhum dos pacientes apresentou uma PIO de 35 mmHg ou superior.

Acreditamos que a principal causa do aumento da PIO durante a PLAR seja a aumento na pressão venosa central que está relacionado à pressão da veia episcleral<sup>3</sup> e redução na drenagem venosa.<sup>12</sup> O aumento na pressão das vias aéreas causado pela posição de Trendelenburg, pressão expiratória final positiva e pressão de pneumoperitônio leva a um aumento na pressão venosa central em teoria, mas esse aumento é espera-se que seja limitado. Um estudo anterior mostrou que a pressão venosa central aumentou nos primeiros 5 minutos após assumir a posição de Trendelenburg, e na hora seguinte diminuiu modestamente.<sup>13</sup>

O presente estudo tem várias limitações. Primeiro, havia uma PIO relativamente alta registrada na linha de base (18,3 mmHg). A pressão intraocular média (desvio padrão) na população japonesa é relatada como 14,5 (2,5) mmHg.<sup>14</sup> A razão exata para a PIO relativamente alta não era clara, mas pode ser devido à natureza do tonômetro usado (ou seja, Icare PRO®). Pesquisas anteriores mostraram que a PIO medida era maior ao usar o tonômetro Icare PRO® do que ao usar o tonômetro de aplanção de Goldmann, embora houvesse uma forte correlação entre a PIO medida pelos dois tonômetros.<sup>15</sup> Em segundo lugar, não há evidência de uma causa direta relação entre PIO elevada e complicações oculares. Não se sabe o quanto a PIO influencia o nervo óptico e por quanto tempo um paciente pode suportar a posição de Trendelenburg. Pesquisas adicionais sobre este assunto são, portanto, necessárias. Terceiro, vários estudos relatando alterações de PIO durante a PLAR foram

publicados, e a novidade de nossos achados pode ser limitada. No entanto, acreditamos que nossos achados são úteis para confirmar a reprodutibilidade de achados anteriores em outras populações. Os estudos futuros devem agora se concentrar em medidas para prevenir ou mitigar o aumento da PIO durante a PLAR.

## Conclusões

A posição de Trendelenburg durante RALP leva a uma PIO alta. A PIO aumentou após assumir a posição de Trendelenburg e a magnitude do aumento da PIO tornou-se moderada 90 minutos após assumir a posição de Trendelenburg. A PIO 30 minutos após reassumir a posição supina estava no mesmo nível de antes da indução anestésica.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Agradecimentos

Agradecemos à Editage ([www.editage.jp](http://www.editage.jp)) pela edição em inglês.

## Referências

1. Rassweilera Jens, Hruzaa Marcel, Tebera Dogu, et al. Laparoscopic and robotic assisted radical prostatectomy - critical analysis of the results. *Eur Urol.* 2006;49:612-4.
2. Weber ED, Colyer MH, Lesser RL, et al. Posterior ischemic optic neuropathy after minimally invasive prostatectomy. *J Neuroophthalmol.* 2007;27:285-7.
3. Awad H, Santilli S, Ohr M, et al. The effects of steep Trendelenburg positioning on intraocular pressure during robotic radical prostatectomy. *Anesth Analg.* 2009;109:473-8.
4. Matsuyama K, Fujinaka W, Takatori M. Intra-ocular pressure during robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy (in Japanese with English abstract). *Jpn J Anesthesiol.* 2014;63:1366-8.
5. Hoshikawa Y, Tsutsumi N, Ohkoshi K, et al. The effect of steep Trendelenburg positioning on intraocular pressure and visual function during robotic-assisted radical prostatectomy. *Br J Ophthalmol.* 2014;98:305-8.
6. Joo J, Koh H, Lee K, et al. Effects of systemic administration of dexmedetomidine on intraocular pressure and ocular perfusion pressure during laparoscopic surgery in a steep Trendelenburg position: prospective, randomized, double-blind study. *J Kor Med Sci.* 2016;31:989-96.
7. Yoo Y-C, Kim NY, Shin S, et al. The intraocular pressure under deep versus moderate neuromuscular blockade during low-pressure robot assisted laparoscopic radical prostatectomy in a randomized trial. *PLoS One.* 2015;10:e0135412.
8. Molloy B, Cong X. Perioperative dorzolamide-timolol intervention for rising intraocular pressure during steep Trendelenburg positioned surgery. *AANA J.* 2014;82:203-11.
9. Yeh J, Kravitz D, Francis B. Rational use of the fixed combination of dorzolamide timolol in the management of raised intraocular pressure and glaucoma. *Clin Ophthalmol.* 2008;2:389-99.
10. Suzuki R. Intraocular smooth muscle physiology relating to pathogenesis and therapy of glaucoma. *J Smooth Muscle Res.* 1996;32:175-94.

11. Goel M, Picciani RG, Lee RK, et al. Aqueous humor dynamics: areview. *Open Ophthalmol J.* 2010;4:52-9.
12. Kelly DJ, Farrell SM. Physiology and role of intraocular pressurein contemporary anesthesia. *Anesth Analg.* 2018;126:1551-62.
13. Kalmar AF, Foubert L, Hendrickx JFA, et al. Influence ofsteep Trendelenburg position and CO(2) pneumoperitoneum oncardiovascular, cerebrovascular, and respiratory homeostasisduring robotic prostatectomy. *Br J Anaesth.* 2010;104:433-9.
14. Iwase A, Suzuki Y, Araie M, et al. The prevalence of primaryopen-angle glaucoma in Japanese: the Tajimi Study. *Ophthalmology.* 2004;111:1641-8.
15. Tsumura T. Clinical evaluation of the new rebound tonometericare PRO in the sitting and supine positions. *Atarashi-iganka.*2015;32:1022-6.