Verônica Neves Fialho Queiroz

**AVALIAÇÃO DO MANEJO VENTILATÓRIO DURANTE ANESTESIA
GERAL PARA CIRURGIA ROBÓTICA E SEUS EFEITOS EM
COMPLICAÇÕES PULMONARES NO PÓS-OPERATÓRIO (AVATaR):
um estudo observacional prospectivo multicêntrico**

Tese apresentada à Faculdade Israelita de
Ciências da Saúde Albert Einstein para
obtenção do Título de Doutor em Ciências
da Saúde.

São Paulo

2020

Verônica Neves Fialho Queiroz

**AVALIAÇÃO DO MANEJO VENTILATÓRIO DURANTE ANESTESIA
GERAL PARA CIRURGIA ROBÓTICA E SEUS EFEITOS EM
COMPLICAÇÕES PULMONARES NO PÓS-OPERATÓRIO (AVATaR):
um estudo observacional prospectivo multicêntrico**

Tese apresentada à Faculdade Israelita de
Ciências da Saúde Albert Einstein para
obtenção do Título de Doutor em Ciências
da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Ary Serpa Neto

São Paulo
2020

Q3a

Queiroz, Verônica Neves Fialho

Avaliação do manejo ventilatório durante anestesia geral para cirurgia robótica e seus efeitos em complicações pulmonares no pós-operatório (AVATaR) : um estudo observacional prospectivo multicêntrico / Verônica Neves Fialho Queiroz. -- São Paulo, 2020.
xv, 68 f.

Tese (Doutorado) – Faculdade Israelita de Ciências da Saúde Albert Einstein. Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa Albert Einstein. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde.

Título em inglês: *Assessment of ventilatory management during general anesthesia for robotic surgery and its effects on postoperative pulmonary complications (AVATaR): a prospective, observational and multicenter study.*

1. Respiração artificial. 2. Procedimentos cirúrgicos robóticos. 3. Lesão pulmonar induzida por ventilação mecânica.

NLM – WF 145

FACULDADE ISRAELITA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE ALBERT EINSTEIN

Coordenador do Curso de Pós-Graduação: Prof. Dr. Luiz Vicente Rizzo

Verônica Neves Fialho Queiroz

**AVALIAÇÃO DO MANEJO VENTILATÓRIO DURANTE ANESTESIA
GERAL PARA CIRURGIA ROBÓTICA E SEUS EFEITOS EM
COMPLICAÇÕES PULMONARES NO PÓS-OPERATÓRIO (AVATaR):
um estudo observacional prospectivo multicêntrico**

Presidente da banca: Prof. Dr. Ary Serpa Neto

BANCA EXAMINADORA

Membros titulares:

Prof. Dr. Thiago Domingos Correa

Profa. Dra. Karina Tavares Timenetsky

Profa. Dra. Maria José Carvalho Carmona

Membros suplentes:

Prof. Dr. Eduardo Juan Troster

Dr. João Manoel Silva Júnior

Dra. Cláudia Marquez Simões

Aprovada em: 14/07/2020.

Dedicatória

Ao meu amado pai, Olavo Antônio Gilaberte Fialho (*in memorian*), pelo amor incondicional e pelos nobres exemplos de força e honestidade.

À minha amada mãe, Maria Cristina Neves, pela vida.

Ao meu amado esposo, Thiago Thomasin Queiroz, pelo incentivo, parceria e compreensão.

Aos meus queridos irmãos, Viviane Neves Fialho, Paulo Victor Neves Fialho e David Waichemberg Fialho, pelo carinho e parceria.

À minha querida amiga, Daniele Werner Catalão, pela amizade e apoio.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Ary Serpa Neto, meu orientador, pela oportunidade, pelo ensino paciente e generoso, pela confiança e pelo exemplo de ética e compromisso com a pesquisa.

Ao Dr. Flávio Takaoka, responsável pela residência médica em anesthesiologia do Hospital Israelita Albert Einstein, pelas oportunidades, incentivo e suporte.

Aos meus preceptores da residência médica e demais anestesistas do grupo da Takaoka Anestesia, pelo ensino do ofício da especialidade e suporte durante a execução desta tese.

Aos meus amigos do antigo grupo de anestesia institucional do Hospital Israelita Albert Einstein, sob liderança do Dr. Daniel Sousa Cesar, por todo apoio e ajuda na execução dos créditos desta Pós-Graduação, em especial, à Dra. Priscila Nigro e Dra. Amália Del Toro Mosqueiro.

Aos anesthesiologistas do Hospital Israelita Albert Einstein e do Hospital Nove de Julho, pela generosa colaboração com a coleta de dados deste estudo.

À toda equipe de bibliotecárias do Hospital Israelita Albert Einstein, em especial Adriana Meneguelo e Priscila Souza, pela ajuda na execução desta tese.

À Jaciele Conceição da Silva e Laudiceia Almeida, pelo suporte na execução da Pós-Graduação.

Sumário

Dedicatória	v
Agradecimentos.....	vi
Lista de figuras	ix
Lista de tabelas	xi
Lista de abreviaturas e símbolos	xii
Resumo	xiv
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos.....	6
2 REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1 Complicação pulmonar no pós-operatório de cirurgia robótica.....	7
2.2 Particularidades da cirurgia robótica	8
2.2.1 Posicionamento cirúrgico e pressão de insuflação de pneumoperitônio	8
2.2.2 Posicionamento cirúrgico, pneumoperitônio e alterações no sistema respiratório	9
2.3 Manejo ventilatório na cirurgia robótica	10
2.4 Determinantes da ventilação mecânica relacionados com lesão pulmonar	12
3 MÉTODOS	15
3.1 Desenho do estudo	15
3.2 Organização do estudo.....	15
3.3 Elegibilidade dos pacientes	15
3.4 Critérios de inclusão e exclusão	16
3.5 Coleta dos dados.....	16
3.6 Manejo dos dados	18
3.6.1 Limpeza e bloqueio do banco de dados	18
3.7 Desfechos.....	18
3.8 Outras definições.....	19
3.9 Tamanho amostral.....	20
3.10 Análise estatística.....	20
4 RESULTADOS	23
4.1 População do estudo e centros participantes	23
4.2 Características do intraoperatório.....	27
4.3 Prática ventilatória e mecânica pulmonar	28

4.4 Desfechos clínicos.....	35
4.5 Impacto da ventilação mecânica no desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório	40
4.6 População do estudo de acordo com o uso ou não do Trendelenburg	43
4.7 Características do intraoperatório de acordo com o uso do Trendelenburg	45
4.8 Parâmetros ventilatórios de acordo com o uso ou não do Trendelenburg	46
4.9 Desfechos clínicos de acordo com o uso ou não do Trendelenburg	53
5 DISCUSSÃO	57
6 CONCLUSÕES	62
7 REFERÊNCIAS	63
Abstract	
Apêndice	

Lista de figuras

Figura 1. Esquema representativo do estudo	17
Figura 2. Recrutamento dos pacientes no estudo	23
Figura 3. Comportamento do volume corrente, P_{plat} , P_{pico} e <i>driving pressure</i> em quatro momentos específicos entre os grupos sem e com complicações pulmonares no pós-operatório	32
Figura 4. Comportamento da PEEP, SpO_2/FiO_2 , FiO_2 e $etCO_2$ em quatro momentos específicos entre os grupos sem e com complicações pulmonares no pós-operatório	33
Figura 5. Comportamento da Crs, Cdyn, pressão arterial média e frequência cardíaca em quatro momentos específicos entre os grupos sem e com complicações pulmonares no pós-operatório	34
Figura 6. Incidência de complicações pulmonares no pós-operatório durante o seguimento do estudo	37
Figura 7. Tempo até a alta hospitalar entre os grupos sem e com complicações pulmonares no pós-operatório	38
Figura 8. Incidência do tipo de complicações pulmonares no pós-operatório estratificado por dia de internação hospitalar	39
Figura 9. Modelo multivariado para as variáveis ventilatórias e covariáveis e o risco de desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório	42
Figura 10. Comportamento do volume corrente, P_{plat} , P_{pico} e <i>driving pressure</i> em quatro momentos específicos entre os grupos sem e com Trendelenburg	47
Figura 11. Comportamento da PEEP, SpO_2/FiO_2 , FiO_2 e $etCO_2$ em quatro momentos específicos entre os grupos sem e com Trendelenburg	48
Figura 12. Comportamento da Crs, Cdyn, pressão arterial média e frequência cardíaca em quatro momentos específicos entre os grupos sem e com Trendelenburg	49
Figura 13. Interação entre as variáveis ventilatórias (valores médios) e o uso ou não de Trendelenburg durante a cirurgia	50
Figura 14. Interação entre as variáveis ventilatórias (valores mais altos) e o uso ou não de Trendelenburg durante a cirurgia	51
Figura 15. Distribuição cumulativa para o volume corrente, pressão de pico, platô e <i>driving pressure</i> , de acordo com o posicionamento cirúrgico	52

Figura 16. Distribuição cumulativa para a PEEP, FiO₂, SpO₂ e complacência estática, de acordo com o posicionamento cirúrgico53

Figura 17. Curva de sobrevivência de Kaplan-Meier para A) desenvolvimento de CPP nos cinco primeiros dias de pós-operatório, e B) tempo de internação hospitalar de acordo com o uso ou não de Trendelenburg durante a cirurgia56

Lista de tabelas

Tabela 1. Fatores de risco para o desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório	3
Tabela 2. O escore ARISCAT	4
Tabela 3. Características dos centros pacientes dos estudo	24
Tabela 4. Características dos pacientes incluídos de acordo com o desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório	25
Tabela 5. Características do intraoperatório de acordo com o desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório	27
Tabela 6. Parâmetros ventilatórios no intraoperatório em quatro períodos específicos	30
Tabela 7. Desfechos clínicos	36
Tabela 8. Variáveis ventilatórias nos pacientes que desenvolveram e não desenvolveram complicações pulmonares no pós-operatório	40
Tabela 9. Modelos univariado e multivariado na avaliação do impacto das variáveis ventilatórias e covariáveis na incidência de complicações pulmonares no pós-operatório	41
Tabela 10. Características dos pacientes incluídos de acordo com o uso do Trendelenburg	43
Tabela 11. Características do intraoperatório de acordo com o uso ou não do Trendelenburg	45
Tabela 12. Desfechos clínicos de acordo com o uso ou não do Trendelenburg	55

Lista de abreviaturas e símbolos

AaDO ₂	Diferença da tensão de oxigênio alvéolo-arterial
ARISCAT	Assess Respiratory Risk in Surgical Patients in Catalonia risk score for PPCs
ASA	<i>American Society of Anesthesiologists</i>
BNM	Bloqueador neuromuscular
C _{dyn}	Complacência dinâmica
CEP-HIAE	Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Israelita Albert Einstein
CO ₂	Dióxido de carbono
CPP	Complicações pulmonares no pós-operatório
CRF	<i>Case Report Form</i>
C _{rs}	Complacência do sistema respiratório
CV	Capacidade vital
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
DRGE	Doença do refluxo gastro-esofágico
ESA	Sociedade Europeia de Anestesia (European Society of Anaesthesiology)
EUA	Estados Unidos da América
FDA	Food and Drug Administration
FEV1	Volume expiratório forçado no primeiro minuto
FiO ₂	Fração inspirada de oxigênio
FVC	Capacidade vital forçada
Hb	Hemoglobina
I:E	Relação entre o tempo inspiratório e expiratório
ICC	Coeficiente de correlação intraclasse (<i>intraclass correlation coefficient</i>)
IMC	Índice de massa corpórea
MR	Manobras de recrutamento alveolar
PaO ₂	Pressão arterial de oxigênio
PBW	Peso predito (<i>Predicted body weight</i>)
PCV	Modo ventilatório controlado a pressão (<i>Pressure-controlled ventilation</i>)
PCV-VG	Modo ventilatório controlado a pressão com volume garantido
PEEP	Pressão positiva ao final de expiração
P _{media}	Pressão média das vias aéreas

P _{pico}	Pressão de pico
P _{pl}	Pressão pleural
P _{plat}	Pressão de platô
RAS	Cirurgia robótica assistida (<i>Robotic assisted surgery</i>)
REDCap [®]	<i>Research electronic data capture</i>
RPA	Recuperação pós-anestésica
SDRA	Síndrome do desconforto respiratório agudo
SPO ₂	Saturação periférica de oxigênio
TOF	<i>Train of four</i>
UTI	Unidade de terapia intensiva
VCV	Modo ventilatório controlado a volume (<i>Volume-controlled ventilatio</i>)
VEF ₁	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
VILI	Lesão pulmonar induzida pela ventilação mecânica (<i>Ventilator induced lung injury</i>)
VM	Ventilação mecânica

Resumo

Introdução: A cirurgia robótica é uma modalidade cirúrgica recente que frequentemente demanda a associação do posicionamento em Trendelenburg acentuado com o pneumoperitônio. Essa combinação pode impactar negativamente a mecânica respiratória e favorecer o desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório, resultando em aumento da mortalidade, da morbidade e do tempo de internação hospitalar. Entretanto, nessa modalidade cirúrgica, a incidência e os determinantes das complicações pulmonares no pós-operatório não estão bem estabelecidos. **Objetivos:** Investigar a incidência de complicações pulmonares no pós-operatório de pacientes submetidos a cirurgia robótica abdominal, caracterizar a prática ventilatória atual e avaliar a associação entre parâmetros ventilatórios e o desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório, após ajuste para variáveis prognósticas. **Métodos:** Estudo internacional, multicêntrico, prospectivo e observacional que incluiu pacientes maiores de idade e submetidos a ventilação mecânica para cirurgia robótica abdominal. Foram excluídos pacientes gestantes e procedimentos realizados fora da sala cirúrgica. Os dados referente as complicações pulmonares no pós-operatório, foram coletados no dia 0 (final da cirurgia até 23:59h) e nos dias 1, 2, 3, 4 e 5 no pós-operatório (cada dia indo das 00:00h até as 23:59h). A coleta de dados era finalizada no dia da alta hospitalar ou no quinto dia de pós-operatório, o que acontecesse primeiro. A coleta de dados ocorreu durante o período de 1 mês por cada centro participante. **Resultados:** Um total de 905 pacientes foram incluídos no estudo. A incidência de complicações pulmonares no pós-operatório foi de 19%, sendo 1,2% de complicações severas. O modo ventilatório controlado a volume foi o mais usado, o volume corrente foi consistentemente inferior à 8mL/kg do peso predito e a pressão positiva ao final de expiração variou de 5 a 7cmH₂O. Apneia do sono, aumento da pressão de pico, dessaturação, necessidade não planejada de drogas vasoativas e duração da anestesia foram associados com maior incidência de complicações pulmonares no pós operatório. O desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório associou-se com prolongamento da internação hospitalar, maior necessidade de admissão a unidade de terapia intensiva e de uso de ventilação mecânica no pós-operatório. **Conclusão:** Na cirurgia robótica abdominal, fatores como apneia do sono, e no intraoperatório, a dessaturação, a necessidade não planejada de drogas vasoativas, duração da anestesia e aumento da pressão de pico

associam-se com maior risco para o desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório. A necessidade não planejada de oxigênio foi a principal complicação verificada e apesar de muitas vezes ser negligenciada, associa-se com aumento da morbidade.

Identificador ClinicalTrials.gov: NCT 02989415

Descritores: Respiração artificial; Procedimentos cirúrgicos robóticos; Lesão pulmonar induzida por ventilação mecânica

1 INTRODUÇÃO

O advento da cirurgia roboticamente assistida (RAS – *robotic assisted surgery*) representou um avanço tecnológico no campo das cirurgias minimamente invasivas. Aproximadamente há duas décadas, a primeira versão do sistema cirúrgico robótico foi aprovado pela Food and Drug Administration (FDA) e batizado de DaVinci®.⁽¹⁾ Em 2016, foram realizados 563.000 procedimentos com assistência robótica nos Estados Unidos da América (EUA), sendo 44% em ginecologia, 33% em cirurgia geral e 19% em urologia. No restante do mundo foram realizados 190.000 procedimentos robóticos, majoritariamente em urologia. A ginecologia, urologia, cirurgia cardiotorácica, cabeça e pescoço e cirurgia geral são as principais disciplinas cirúrgicas que se beneficiam dessa tecnologia.⁽²⁾ Dentre os aspectos inovadores da RAS, destacam-se a visualização magnificada e tridimensional do campo cirúrgico, instrumentais com sete níveis de liberdade de movimento, capacidade de abolir o tremor manual e duplicar o movimento do cirurgião, que opera remotamente, com ergonomia e precisão.^(2,3) Os resultados são desfechos cirúrgicos superiores, redução do sangramento e da morbidade, minimização da dor no pós-operatório, alta hospitalar mais precoce além de maior satisfação do paciente.⁽⁴⁻⁷⁾

A RAS é considerada uma evolução da cirurgia laparoscópica⁽⁸⁾ e, a depender do tipo e sítio cirúrgico, a exposição otimizada do campo operatório demanda a combinação de pneumoperitônio com cefalodeclive (ou Trendelenburg) profundo. Essa associação pode impactar negativamente a mecânica respiratória do paciente.⁽⁶⁾ O pneumoperitônio consiste na insuflação de dióxido de carbono (CO_2) na cavidade peritoneal objetivando a criação de um espaço de trabalho entre os órgãos e a parede abdominal.⁽⁹⁾ A insuflação desse gás promove aumento da pressão intra-abdominal e elevação cefálica do diafragma resultando em diminuição da complacência do sistema respiratório (C_{rs}) e da capacidade residual funcional.⁽¹⁰⁾ Ainda, ocorre um aumento da pressão de pico (P_{pico}) e platô (P_{plat}), hipercapnia e risco de injúria de reperfusão após a desinsuflação da cavidade.^(11,12) As espécies reativas de oxigênio, decorrentes da lesão por isquemia-reperfusão, podem, por sua vez, gerar danos em órgãos distantes, particularmente nos pulmões.⁽¹³⁾ Além disso, pode ocorrer inflamação pulmonar secundária a acidose proveniente da absorção sistêmica do CO_2 .⁽¹⁴⁾

O posicionamento em cefalodeclive acentuado promove o deslocamento cefálico dos órgãos pélvicos e abdominais, restringindo a movimentação diafragmática e a expansão torácica, levando ao aumento das pressões em vias aéreas, redução da capacidade residual funcional, prejuízo na troca gasosa e maior risco de atelectasia.⁽¹⁰⁾ Além disso, esse posicionamento pode aumentar a probabilidade de regurgitação, um fator de risco para pneumonia aspirativa.⁽¹⁵⁾ Acrescenta-se ainda as alterações decorrentes da anestesia geral no sistema respiratório, tais como a atelectasia, hipoxemia, hipercapnia, redução da capacidade residual funcional e alterações da relação ventilação/perfusão.^(16,17) O resultado dessa combinação é o aumento da P_{pico} e da P_{plat} , redução considerável da C_{rs} e prejuízos na troca gasosa.^(18,19) Notadamente, o aumento das pressões nas vias aéreas e a atelectasia⁽²⁰⁾ são fatores com reconhecido potencial para ocasionar a lesão pulmonar induzida pela ventilação mecânica (VILI – *ventilator induced lung injury*). Diante das alterações respiratórias mencionadas e dos relatos na literatura acerca da ocorrência de eventos respiratórios em pacientes submetidos à RAS, tais como o edema pulmonar súbito,⁽²¹⁾ desenvolvimento de insuficiência respiratória após a extubação,⁽²²⁾ hipoxemia, hipercapnia e dificuldades no manejo ventilatório,⁽¹⁹⁾ surge uma preocupação sobre um possível aumento no risco do desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório (CPP) em pacientes submetidos a RAS.

O termo CPP abrange praticamente qualquer aspecto patológico envolvendo o sistema respiratório após o ato anestésico-cirúrgico.⁽¹⁶⁾ A definição na literatura é variável, entretanto, a mais utilizada descreve a ocorrência de insuficiência respiratória aguda, síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA), pneumonia, ventilação mecânica prolongada ou não planejada, re-intubação, hipoxemia, atelectasia, broncoespasmo, derrame pleural, pneumotórax e depressão respiratória no período de 5 a 7 dias após a cirurgia.⁽²³⁾ Aproximadamente 5 a 11% dos pacientes submetidos a anestesia geral para cirurgia desenvolvem CPP,^(24,25) resultando em aumento da mortalidade, da morbidade e do tempo de internação hospitalar.⁽²⁶⁾ Além disso, um a cada cinco pacientes que desenvolve uma CPP morre no período de 30 dias após a cirurgia.⁽²⁴⁾ Dentre os fatores associados com esse agravo, existem aspectos relacionados com a saúde do paciente, com o tipo de cirurgia e àqueles decorrentes das alterações que a anestesia geral impõe ao sistema respiratório. Ainda, podemos classificar os fatores de risco como modificáveis e não modificáveis⁽¹⁶⁾ e os principais estão descritos na tabela 1.

Tabela 1. Fatores de risco para o desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório

Fatores do paciente	Fatores do procedimento	Testes laboratoriais
Não modificáveis	Não modificáveis	
Idade	Tipo de cirurgia	Ureia > 7,5mmol/litro ⁻¹
Sexo masculino	Cirurgia abdominal alta	Aumento na creatinina
ASA ≥ II	Aneurisma de aorta abdominal	SpO ₂ baixa no pré-operatório
Dependência funcional	Torácica	Função hepática alterada
Infecção respiratória aguda (último mês)	Neurocirurgia	Teste de tosse positivo
Alteração cognitiva	Cabeça e pescoço	RX tórax alterado no pré-operatório
Alteração do sensorio	Vascular	Anemia no pré-operatório (<100g litro ⁻¹)
Acidente cerebrovascular	Cirurgia de emergência (<i>versus</i> eletiva)	Albumina baixa
Malignidade	Duração do procedimento	Captação máxima predita de oxigênio
Perda de peso >10% (últimos 6 meses)	Reoperação	FEV ₁ : FVC < 0,7 e FEV ₁ < 80% do predito
Uso prolongado de esteróides	Múltiplas anestésias gerais na admissão	
Hospitalização prolongada		
Modificáveis	Modificáveis	
Tabagismo	Estratégias de VM protetora	
DPOC	Anestesia geral (<i>versus</i> regional)	
Asma	Bloqueio neuromuscular residual	
Insuficiência cardíaca congestiva	BNM de ação intermediária com tempo cirúrgico <2hrs, não antagonizado	
IMC >27kgm ⁻²	Neostigmine	
Hipertensão	Ausência de monitorização do BNM	
Doença hepática crônica	Cirurgia abdominal aberta (<i>versus</i> laparoscópica)	
Insuficiência renal	Tubo nasogástrico no perioperatório	
Ascite	Transfusão de sangue no intraoperatório	
Diabetes mellitus		
Alcoolismo		
DRGE		
Sepse no pré-operatório		
Choque no pré-operatório		

CPP: complicações pulmonares no pós-operatório; ASA: classificação de estado físico da American Society of Anesthesiologists; SPO₂: saturação periférica de oxigênio; FEV₁: volume expiratório forçado no primeiro minuto; FVC: capacidade vital forçada; VM: ventilação mecânica; DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica; BNM: bloqueador neuromuscular; TOF: *train of four*; RPA: recuperação pós-anestesia; IMC: índice de massa corporal; DRGE: doença do refluxo gastro-esofágico.

Fonte: Traduzido e adaptado de Miskovic A, Lumb AB. Postoperative pulmonary complications. Br J Anaesth. 2017;118(3):317-34.⁽¹⁶⁾

A estratificação de risco pré-operatória para o desenvolvimento de CPP têm sido proposta através de alguns escores e, dentre eles, o *Assess Respiratory Risk in Surgical Patients in Catalonia risk score for PPCs* (ARISCAT)⁽²⁴⁾ é o mais consagrado, e está evidenciado na tabela 2.

Tabela 2. O escore ARISCAT

Variáveis prognósticas	Pontuação
Idade	
≤50	0
51 – 80	3
>80	16
SpO ₂ no pré-operatório	
≥96%	0
91 – 95%	8
≤90%	24
Infecção respiratória no último mês	
Não	0
Sim	17
Anemia pré-operatória (Hb ≤10g/dL)	
Não	0
Sim	11
Incisão cirúrgica	
Periférica	0
Abdominal alta	15
Torácica	24
Duração da cirurgia (horas)	
<2	0
2 – 3	16
>3	23
Procedimento de emergência	
Não	0
Sim	8

Hb: hemoglobina; SpO₂: oximetria de pulso em ar ambiente.

Fonte: Traduzido de Canet J, Gallart L, Gomar C, Paluzie G, Valles J, Castillo J, et al. Prediction of postoperative pulmonary complications in a population-based surgical cohort. *Anesthesiology*. 2010;113(6):1338-50.⁽²⁴⁾

Essa ferramenta é composta por sete itens avaliados no pré-operatório e que são prognósticos para o desenvolvimento de CPP. De acordo com a pontuação obtida, os pacientes são classificados em baixo (0 a 25), intermediário (26 a 44) ou alto risco (45 a 123) para o desenvolvimento desta complicação. Os pacientes com escore ARISCAT ≥26 são considerados de risco aumentado para o desenvolvimento de CPP.⁽²⁵⁾ Dentre os itens constituintes desse escore e que são fatores de risco independentes para CPP, encontram-se: 1) saturação periférica de

oxigênio (SpO₂) no pré-operatório menor que 96%; 2) presença de infecção respiratória no último mês; 3) idade avançada; 4) diagnóstico de anemia no pré-operatório; 5) cirurgia intratorácica ou abdominal alta; 6) duração do procedimento maior que 2 horas; e 7) cirurgia de emergência.⁽²⁴⁾ Medidas como a cessação do tabagismo, analgesia adequada, otimização terapêutica das comorbidades cardíacas e pulmonares, tratamento da apneia do sono, correção da anemia, manejo volêmico adequado no intraoperatório, uso adequado de bloqueadores neuromusculares e estratégias de ventilação mecânica protetora, figuram entre as ações com maior potencial de reduzir a ocorrência de CPP.^(17,24)

A ventilação mecânica é um suporte indispensável durante a anestesia geral e evidências acerca do papel da ventilação protetora na redução da CPP,^(27,28) conferem ao anestesista um papel central na prevenção desse agravo. O conceito atual de ventilação protetora consiste na combinação de redução no volume corrente (6 a 8mL/kg de peso predito [PBW – *predicted body weight*]), utilização de níveis moderados de pressão positiva ao final da expiração (PEEP) (6 a 8cmH₂O) e manobras periódicas de recrutamento alveolar.⁽²⁷⁾ À despeito da literatura disponível sobre o assunto, um estudo recente demonstrou que a maioria dos pacientes de alto risco para o desenvolvimento do CPP são ventilados de forma não protetora, com uso de volume corrente alto,⁽²⁹⁾ fator relacionado com o aumento da incidência de CPP.⁽³⁰⁾

A RAS é uma modalidade cirúrgica considerada recente e poucas informações estão disponíveis acerca da incidência de CPP nessa população cirúrgica. A prática ventilatória mais utilizada e a relação entre os parâmetros ventilatórios com desfechos respiratórios também não é bem estabelecida. Dada a importância da estratégia ventilatória protetora na prevenção de CPP e tendo em vista as alterações que a RAS promove no sistema respiratório, faz-se necessário um melhor entendimento sobre a incidência de CPP, a prática ventilatória atual e os determinantes relacionados com o desenvolvimento das CPP nessa população cirúrgica.

Hipotetizamos que a incidência de CPP em pacientes submetidos a RAS abdominal é alta, que a prática ventilatória não segue o que é entendido hoje como ventilação protetora e que a mesma associa-se ao desenvolvimento de CPP.

1.1 Objetivos

1. Investigar a incidência de complicações pulmonares no pós-operatório em pacientes submetidos a cirurgia roboticamente assistida;
2. Caracterizar a prática ventilatória atual durante cirurgia roboticamente assistida;
3. Avaliar a associação entre parâmetros ventilatórios e o desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório após ajuste para variáveis prognósticas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Complicação pulmonar no pós-operatório de cirurgia robótica

Até o presente momento, não existe um estudo prospectivo que reporte a incidência de CPP incluindo as diversas modalidades de RAS abdominal. Dentre a evidência disponível, apenas um estudo retrospectivo incluindo 296 pacientes submetidos a RAS ginecológica reportou uma taxa de 2% de CPP. Nesse estudo a pressão média das vias aéreas ($P_{\text{média}}$) e a P_{pico} foram os parâmetros associados com alto risco para o desenvolvimento de CPP. O estudo não avaliou nenhum escore de risco para CPP, nem descreveu a definição utilizada de CPP. Ainda, também não foi evidenciada a prática ventilatória utilizada e o estudo claramente teve uma incidência muito baixa de CPP para avaliar o impacto independente das variáveis ventilatórias.⁽³¹⁾

Outro estudo retrospectivo, investigou a taxa de complicações pulmonares no perioperatório de 1.032 pacientes obesas, com índice de massa corporal médio (IMC) de 37kg/m^2 , submetidas também à RAS ginecológica. Esse estudo reportou uma taxa de 3% de complicações pulmonares no perioperatório (e não exclusivamente no pós-operatório). Ainda, os parâmetros ventilatórios foram investigados, mas apenas a idade foi o fator associado com maior risco para o desenvolvimento de complicações pulmonares no perioperatório.⁽³²⁾

Um estudo retrospectivo recente, também em ginecologia, investigou os desfechos perioperatórios em 201 pacientes submetidos à histerectomia aberta e 351 pacientes submetidos à histerectomia robótica. O estudo não evidenciou diferença significativamente no que concerne à ocorrência de pneumonia, atelectasia, reintubação, necessidade de ventilação não invasiva e intervenções terapêuticas respiratórias entre os grupos. No entanto, o grupo submetido à cirurgia robótica apresentou valores maiores de P_{pico} e o subgrupo de pacientes obesas foram ventiladas com P_{pico} superior a $30\text{ cmH}_2\text{O}$. O autor destaca que nessa modalidade cirúrgica, a realização de ventilação mecânica protetora é um desafio e talvez uma impossibilidade.⁽³³⁾

Como demonstrado, a evidência atual sobre a incidência de CPP em pacientes submetidos a RAS é restrito a estudos retrospectivos, realizados em poucas instituições, em procedimentos exclusivamente ginecológicos e com importantes

limitações metodológicas no que concerne a definição de CPP, padronização na coleta de dados e informações disponíveis quanto a prática ventilatória.

2.2 Particularidades da cirurgia robótica

2.2.1 Posicionamento cirúrgico e pressão de insuflação de pneumoperitôneo

A RAS urológica, ginecológica e algumas abdominais necessitam do posicionamento em cefalodeclive (ou Trendelenburg) acentuado. Este posicionamento configura uma particularidade dessa modalidade cirúrgica em relação às demais cirurgias laparoscópicas,⁽³⁴⁾ e a literatura reporta uma variação de 20° a 45° de angulação do cefalodeclive.^(10,35-37) Alguns autores não descrevem a angulação, mas o qualificam com expressões como “profundo”,⁽¹⁹⁾ “íngreme”⁽³⁸⁾ ou “extremo”.⁽³⁹⁾ Conforme descrito acima, o posicionamento em cefalodeclive, principalmente quando acentuado, promove o deslocamento cefálico dos órgãos pélvicos e abdominais, restringindo a movimentação diafragmática e a expansão torácica, levando ao aumento das pressões na via aérea, maior risco de atelectasia, redução da capacidade residual funcional e prejuízo na troca gasosa.⁽¹⁰⁾

A realização de cirurgias laparoscópicas abdominais e pélvicas demandam a criação do pneumoperitôneo com CO₂ e, usualmente, a pressão de insuflação requerida é de 12-15mmHg.⁽⁴⁰⁾ A necessidade do pneumoperitôneo é justificada pela criação de um espaço de trabalho entre os órgãos e a parede abdominal.⁽⁹⁾ Conforme discutido acima, o pneumoperitôneo promove aumento da pressão intra-abdominal e elevação cefálica do diafragma resultando em diminuição da C_{rs} e da capacidade residual funcional.⁽¹⁰⁾ Nas RAS este cenário pode ser ainda mais dramático, uma vez que os valores de pressão de insuflação de pneumoperitôneo muitas vezes são mais altos que aqueles utilizados na cirurgia laparoscópica variando entre 10 e 20mmHg.^(9,36)

2.2.2 Posicionamento cirúrgico, pneumoperitônio e alterações no sistema respiratório

Um estudo randomizado⁽³⁵⁾ avaliou o efeito de diferentes angulações do Trendelenburg (20°, 25° e 30°) em pacientes submetidos à prostatectomia robótica e evidenciou aumento da P_{pico} e redução da complacência dinâmica (C_{dyn}) do sistema respiratório proporcionais com o aumento da angulação do cefalodeclive. Um outro estudo observacional,⁽³⁶⁾ também em prostatectomia robótica, investigou os efeitos do Trendelenburg de 40° e do pneumoperitônio com 10mmHg de CO₂. Nesse estudo, após a realização do posicionamento em Trendelenburg houve queda da C_{rs} e aumento da P_{plat} . Ainda, após o fim do Trendelenburg e do pneumoperitônio, a C_{rs} e a P_{plat} não retornaram aos valores iniciais e essas alterações são provavelmente decorrentes de atelectasia basal, restrição da mobilidade diafragmática e deslocamento cefálico residual do diafragma.⁽⁴¹⁾

Ainda, a avaliação das alterações respiratórias após o término da cirurgia foi estudada em pacientes com e sem doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) submetidos a prostatectomia robótica.⁽⁴²⁾ O estudo reportou a existência de dois aspectos distintos: 1) aumento da resistência das vias aéreas superiores, provocado por edema e com resolução em até 24 horas e independente da presença ou não de DPOC; e 2) alterações sustentadas da capacidade vital (CV) e do volume expiratório forçado no 1º segundo (VEF₁), observadas por até cinco dias após o término da cirurgia, e mais pronunciadas nos pacientes com DPOC. Por fim, um estudo observacional⁽⁴³⁾ também evidenciou o aumento de edema das vias aéreas superiores através da mensuração com ultrassom em 55 pacientes submetidos à RAS com Trendelenburg acentuado. Este estudo demonstrou um aumento significativo da espessura da língua e da circunferência do pescoço, além de piora do score de Mallampati no pós-operatório imediato. As alterações persistiram por duas horas após o término da cirurgia.

De forma geral, o posicionamento cirúrgico e o uso do pneumoperitônio influenciam de forma importante a mecânica respiratória e até a anatomia respiratória de pacientes submetidos a RAS. Entretanto, o impacto destas alterações nos desfechos clínicos dos pacientes ainda é desconhecido.

2.3 Manejo ventilatório na cirurgia robótica

A estratégia ventilatória ideal para a população cirúrgica submetida a RAS ainda não é bem estabelecida e as descrições encontradas na literatura sobre o manejo ventilatório são variáveis. A preocupação com a acidose respiratória é citada em muitos estudos e é um parâmetro utilizado para guiar o ajuste de parâmetros ventilatórios como o volume corrente,^(19,36,44) a frequência respiratória^(10,45,46) e, conseqüentemente, o volume minuto.⁽⁴⁷⁾ Alguns estudos descrevem o uso de volumes correntes mais altos, de até 10ml/Kg,^(35,45) e também é frequente o uso de zero de PEEP.^(35,37,39,46)

Em relação ao modo ventilatório, um estudo⁽¹⁰⁾ randomizado com 34 pacientes submetidos à prostatectomia robótica comparou as estratégias ventilatórias com o modo ventilatório controlado a pressão (PCV – *pressure-controlled ventilation*) e controlado a volume (VCV – *volume-controlled ventilation*). Esse estudo evidenciou que o uso do PCV resulta em valores maiores de C_{dyn} e menores de P_{pico} comparado ao VCV, sem diferenças na oxigenação. Outro estudo randomizado⁽⁴⁸⁾ com 60 pacientes submetidos à RAS pélvica também comparou VCV com PCV e em consonância com o estudo anterior, evidenciou valores menores de P_{pico} com melhor C_{dyn} no grupo PCV. É importante ressaltar que em ambos os estudos os outros parâmetros ventilatórios, incluindo o volume corrente, foram similares entre os grupos. Estes estudos demonstram uma preferência para o modo PCV, ainda que não tenha sido demonstrado superioridade em termos de oxigenação ou desfechos clínicos robustos.

Modos ventilatórios mais novos também foram investigados nesta população cirúrgica. O modo ventilatório controlado à pressão com volume garantido (PCV-VG – *pressure control ventilation–volume guaranteed*), parece ser uma solução para a manutenção do volume corrente e das pressões de via aérea frente às mudanças de volume abdominal que ocorrem nas RAS. Um estudo⁽⁴⁹⁾ realizado durante a prostatectomia robótica, randomizou 80 pacientes para receber PCV-VG ou VCV com relação do tempo inspiratória e expiratório (I:E) de 1:1. Nesse estudo, não houve diferença na pressão arterial de oxigênio (PaO_2) entre os dois modos ventilatórios e a P_{pico} também foi comparável entre os grupos. Entretanto, a P_{media} foi maior no grupo VCV com relação I:E de 1:1 do que do grupo PCV-VG e tal fato pode estar relacionado com a oxigenação similar entre os grupos, já que o prolongamento do

tempo inspiratório promove aumento da P_{media} que relaciona-se com o recrutamento alveolar e melhor oxigenação.⁽⁵⁰⁾

Além da investigação do modo ventilatório, a inversão da relação I:E têm sido avaliada como estratégia para promover melhora da oxigenação, da hipercapnia e redução da P_{pico} em RAS com Trendelenburg.⁽⁵¹⁾ Um estudo randomizado⁽⁵²⁾ incluindo 32 pacientes e avaliando o efeito do prolongamento do tempo inspiratório durante as RAS urológicas, não evidenciou melhora da mecânica respiratória durante a primeira hora de inversão da relação I:E, assim como não houve benefício na troca gasosa. Resultados opostos foram descritos por outro estudo⁽⁴⁶⁾ randomizado que alocou 80 pacientes submetidos à prostatectomia robótica para serem ventilados com relação I:E de 1:1 ou 1:2. Nesse estudo, a P_{pico} foi menor no grupo 1:1 do que no grupo 1:2, mas também não houve superioridade quanto a oxigenação entre os grupos pesquisados. O autor desse estudo sugere uma possível vantagem do modo ventilatório de VCV com relação I:E de 1:1 em comparação ao modo PVC, pois considera que os valores de P_{pico} nos pacientes ventilados com relação I:E de 1:1 são equiparáveis àqueles descritos na literatura para os pacientes ventilados em PCV, mas com a vantagem de assegurar um volume corrente adequado.

Em relação ao uso da PEEP, um estudo⁽⁵³⁾ buscou determinar a PEEP ideal durante a prostatectomia robótica e randomizou 100 pacientes a serem ventilados com 0, 3, 5, 7 e 10cmH₂O de PEEP. Esse estudo descreve que o uso de 10cmH₂O de PEEP resulta em maiores níveis de PaO_2 quando comparado com PEEP baixa, mas às custas de níveis mais elevados de P_{pico} . No grupo de 10cmH₂O de PEEP, durante a insuflação do pneumoperitônio, a P_{pico} ultrapassou 45cmH₂O em seis pacientes e um deles apresentou enfisema de subcutâneo no intraoperatório. A PaO_2 e a diferença da tensão de oxigênio alvéolo-arterial (AaDO_2) foi superior nos pacientes ventilados com PEEP em comparação com àqueles ventilados sem PEEP. Segundo o estudo, o uso de 7cmH₂O de PEEP resulta em oxigenação adequada sem causar excessivo aumento na P_{pico} e foi considerado a PEEP ideal.

A eficácia das manobras de recrutamento alveolar (MR) em prevenir a ocorrência de complicações pulmonares no perioperatório de pacientes idosos, submetidos à prostatectomia robótica, foi sugerida por um estudo randomizado.⁽¹⁸⁾ Nesse estudo, que incluiu 60 pacientes idosos, os indivíduos ventilados somente com PEEP (grupo controle) desenvolveram dessaturação no intraoperatório e atelectasia no pós-operatório em número maior do que àqueles do grupo intervenção, ventilados com

PEEP e MR. Outro estudo prospectivo e randomizado⁽⁵⁴⁾ investigou os efeitos da MR em 60 pacientes submetidos à prostatectomia robótica. O grupo intervenção foi randomizado para receber MR (aplicação única de pressão positiva contínua de 40cmH₂O, 15min após ter sido posicionado em Trendelenburg) e o grupo controle foi randomizado para receber ventilação mecânica sem MR. Ambos os grupos foram ventilados com 15cmH₂O de PEEP. Os resultados desse estudo apontam para uma melhor oxigenação no grupo submetido à MR, entretanto o benefício não foi sustentado e também não resultou em uma melhor mecânica respiratória.

De forma geral, todos os estudos randomizados avaliaram somente desfechos intermediários e, principalmente, de mecânica respiratória ou oxigenação. Até o presente momento nenhum estudo avaliou estratégias de ventilação mecânica tendo como desfecho as variáveis clínicas centradas no paciente.

2.4 Determinantes da ventilação mecânica relacionados com lesão pulmonar

A ventilação mecânica é uma terapia de suporte indispensável para anestesistas, entretanto tem potencial para promover ou mesmo agravar uma lesão pulmonar pré-existente. Esse fenômeno, denominado VILI, é ocasionado por pelo menos quatro mecanismos: barotrauma, volutrauma, atelectrauma e biotrauma.⁽⁵⁵⁾ O barotrauma é a lesão resultante da utilização de altas pressões inspiratórias na via aérea enquanto o volutrauma é a consequência do alto volume corrente utilizado durante a ventilação mecânica. Ambos os mecanismos podem provocar distensão alveolar excessiva e uma vez que o stress mecânico ultrapasse a capacidade elástica alveolar, a VILI poderá ocorrer. Por conseguinte, ocorre ruptura da interface alvéolo-capilar, promovendo inflamação, translocação proteica e edema.⁽⁵⁶⁾ O atelectrauma envolve a abertura e fechamento cíclico das unidades alveolares durante o ciclo respiratório, lesando a barreira alvéolo-capilar e fragmentando a matriz extracelular circunjacente.⁽⁵⁷⁾ No âmbito celular, o estímulo físico da ventilação mecânica promove a ativação do sistema imunológico e a liberação de mediadores pró-inflamatórios decorrentes da lesão celular direta ou indireta. Essa interação entre as forças mecânicas sobre as estruturas pulmonares (células epiteliais tipo I e tipo II, células endoteliais, macrófagos, e matriz extracelular), com a transformação do estímulo mecânico em sinalização intracelular, promove apoptose e fibroproliferação e os

mediadores inflamatórios secundários podem provocar disfunção orgânica à distância, em um processo denominado de biotrauma.⁽⁵⁸⁾

O *stress* ao qual o pulmão é exposto durante a ventilação mecânica é quantificado através da pressão transpulmonar e este é linearmente correlacionado com o conceito de *strain* através de uma constante denominada elastância pulmonar específica ($stress = K \times strain$). Por *strain* entende-se o estiramento do pulmão, secundário ao volume corrente, em relação ao seu tamanho basal, determinado pela capacidade residual funcional.⁽⁵⁹⁾ Assim, o volutrauma, causado por *strain* excessivo, está estritamente conectado ao barotrauma.⁽⁵⁵⁾ Ainda, a VILI pode decorrer do aumento da pressão transpulmonar, que consiste na diferença entre a pressão na via aérea e a pressão pleural (P_{pl}) e representa a força realmente atuante nos pulmões durante a ventilação (*stress*). A pressão na via aérea, por sua vez, é a pressão necessária para distender o sistema respiratório como um todo (parede torácica e pulmões), mas somente a pressão que atua no parênquima pulmonar está relacionada com VILI.⁽⁵⁵⁾ Deste conceito, depreende-se que a maior resistência à expansão da parede torácica, como àquela que pode ocorrer nas RAS com cefalodeclive acentuado e pneumoperitônio, irá resultar em maiores pressões na via aérea, mas consequente aumento também da P_{pl} , resultando em uma pressão transpulmonar potencialmente dentro de limites aceitos para proteção pulmonar. Na prática clínica, a P_{pl} pode ser estimada através do uso de um balão esofágico e mensuração da pressão esofágica.⁽⁶⁰⁾

Durante a prática clínica, o uso do balão esofágico não é muito realizado e outras formas de estimar a pressão realmente exercendo impacto no parênquima pulmonar e excluindo-se o componente resistivo da caixa torácica são necessárias. Na ausência de fluxo pulmonar, através de uma pausa e oclusão da válvula inspiratória ao final da inspiração, o impacto das forças resistivas diminui e a pressão na via aérea aproxima-se da verdadeira pressão alveolar, e a pressão mensurada ao final dessa pausa é denominada P_{plat} .⁽⁶¹⁾ A P_{plat} pode ser medida na maioria dos ventiladores mecânicos através de uma pausa ao final da inspiração de aproximadamente 0,5 a 2 segundos.⁽⁵⁹⁾ Em cenários como o da RAS, onde existe grande aumento da elastância da caixa torácica devido ao posicionamento cirúrgico e uso do pneumoperitônio, a P_{pico} pode não refletir a pressão alveolar e a mensuração da P_{plat} pode ajudar no manejo ventilatório e proteção pulmonar.

Outro conceito importante sobre a relação entre a mecânica

respiratória e o dano pulmonar, refere-se ao fato da C_{rs} estar diretamente relacionada com a capacidade residual funcional do pulmão ventilado. Assim, foi proposto que o volume corrente normalizado por essa C_{rs} seria um melhor preditor de VILI do que o simples volume corrente normalizado pelo PBW, conforme normalmente utilizado. A razão entre o volume corrente e a C_{rs} é denominada de *driving pressure* e pode ser obtido rapidamente também pela diferença entre a P_{plat} e a PEEP.⁽⁶²⁾ Em pacientes cirúrgicos, uma metanálise recente demonstrou existir associação entre valores altos de *driving pressure* e uma incidência aumentada de CPP.⁽⁶³⁾ Até o presente momento, nenhum estudo avaliou o quanto é mensurada em pacientes submetidos a RAS e nem o impacto do posicionamento cirúrgico e do pneumoperitônio na *driving pressure*.

3 MÉTODOS

3.1 Desenho do estudo

Este é um estudo internacional, multicêntrico, prospectivo e observacional. O *Case Report Form* (CRF) do estudo está disponível no apêndice 1. O protocolo do estudo com o plano de análise estatística foi escrito e publicado antes do fechamento do banco de dados.⁽⁶⁴⁾ O Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Israelita Albert Einstein (CEP-HIAE), centro coordenador, aprovou o estudo (CAAE: 67113817,2,1001,0071). A aprovação em cada centro participante, bem como a necessidade de obtenção do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi determinada de acordo com as regulações locais. A escolha desses centros se deu pela participação dos mesmos em estudos prévios como o LAS VEGAS, o PROVENET e afiliação na Sociedade Europeia de Anestesia (ESA – *European Society of Anaesthesiology*). O estudo foi registrado no ClinicalTrial.gov (NCT 02989415).

3.2 Organização do estudo

O comitê diretor do estudo incluiu o investigador principal (ASN), a coordenadora do estudo (VNFQ) e especialistas em suporte ventilatório em pacientes cirúrgicos. O coordenador do estudo e o investigador principal foram responsáveis pela condução do estudo, comunicação com os investigadores locais, assistência clínica aos centros participantes e manejo dos dados. Os investigadores locais foram responsáveis por prover a liderança estrutural e científica e por garantir a integridade da coleta dos dados e o preenchimento adequado das fichas eletrônicas de coleta.

3.3 Elegibilidade dos pacientes

Os pacientes submetidos a ventilação mecânica durante a anestesia geral para RAS foram consecutivamente avaliados durante o período de um mês completo. Os coordenadores locais de cada centro selecionaram o período exato para a coleta, conforme melhor disponibilidade.

3.4 Critérios de inclusão e exclusão

O estudo incluiu pacientes que preencheram os seguintes critérios de inclusão: 1) idade ≥ 18 anos; e 2) RAS de qualquer tipo realizados com anestesia geral em centro cirúrgico. Foram excluídos os pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos durante a gestação ou fora da sala cirúrgica. Como um critério de inclusão adicional, e conforme descrito no plano de análise estatística e protocolo,⁽⁶⁴⁾ somente pacientes submetidos a procedimentos abdominais foram considerados na presente análise. Por fim, como um critério de exclusão adicional, e conforme descrito no plano de análise estatística e protocolo,⁽⁶⁴⁾ pacientes em que a cirurgia foi convertida para abordagem aberta ou laparoscópica não robótica, foram excluídos da presente análise.

3.5 Coleta dos dados

Os investigadores locais de cada centro participante selecionaram os pacientes submetidos a ventilação mecânica durante anestesia geral para RAS durante o período pré-definido de um mês. Cada centro escolheu o mês de coleta conforme a conveniência. As CPP foram coletadas no dia 0 (final da cirurgia até 23:59h) e nos dias 1, 2, 3, 4 e 5 no pós-operatório (cada dia indo das 00:00h até as 23:59h). A coleta de dados era finalizada no dia da alta hospitalar ou no quinto dia de pós-operatório, o que acontecesse primeiro (Figura 1).

Figura 1. Esquema representativo do estudo

As variáveis no intraoperatório foram coletadas a cada hora durante as primeiras seis horas de procedimento e em quatro períodos pré-especificados: 1) cinco minutos após a indução anestésica e início da ventilação mecânica (T_1); 2) cinco minutos após a insuflação da cavidade com CO_2 , se utilizado (T_2); 3) cinco minutos após o posicionamento cirúrgico definitivo e imediatamente antes do início da cirurgia (T_3); e 4) cinco minutos após a desinsuflação da cavidade e retorno para a posição supina para término do procedimento (T_4).

A coleta de dados foi realizada através de fichas de coleta estruturadas no *Research Electronic Data Capture* (REDCap[®], Estados Unidos da América, EUA), hospedado no Hospital Israelita Albert Einstein. O sistema tem as seguintes funções: registro dos pacientes, entrada de dados, limpeza dos dados, trilhas de auditoria e exportação dos dados para análise estatística. Os investigadores locais alimentaram o sistema diretamente com os dados. Durante todo o estudo, os investigadores locais tiveram acesso ao centro coordenador para esclarecimento de dúvidas e orientações. Os documentos eletrônicos estão arquivados no Hospital Israelita Albert Einstein, em um servidor com ambiente seguro e controlado por senha para manter a confidencialidade e segurança dos mesmos, de acordo com as melhores práticas clínicas.

3.6 Manejo dos dados

O objetivo do manejo dos dados foi prover dados de alta qualidade através da adoção de procedimentos padronizados para minimizar o número de erros e a perda de dados e consequentemente gerar uma base de dados acurada para a análise. A monitorização remota foi realizada para sinalizar de modo precoce padrões aberrantes dos dados e problemas com consistência, credibilidade ou outras anomalias, de acordo com regras predefinidas criadas no sistema eletrônico de coleta. Qualquer dado ausente ou fora do padrão (*outlier*) foi revisado e completado ou corrigido.

3.6.1 Limpeza e bloqueio do banco de dados

O banco de dados foi bloqueado assim que todos os dados foram preenchidos e todas as questões em relação a dados discrepantes ou perdidos foram resolvidas ou justificadas. Após esta etapa, o banco de dados foi exportado para a análise estatística. Neste estágio, a permissão para o acesso ao banco de dados foi removida de todos os investigadores e o banco de dados foi arquivado.

3.7 Desfechos

O desfecho primário do estudo foi a incidência de CPP, definido como um desfecho composto que contempla: 1) necessidade não planejada de oxigênio (definida como uso de oxigênio suplementar devido a $\text{PaO}_2 < 60\text{mmHg}$ ou $\text{SpO}_2 < 92\%$ em ar ambiente em indivíduo sem doença pulmonar prévia ou $\text{SpO}_2 < 88\%$ em indivíduos com doença pulmonar prévia), excluindo-se a suplementação de oxigênio como parte do tratamento padrão em unidades de recuperação de anestesia; 2) desenvolvimento de insuficiência respiratória aguda (definido como $\text{PaO}_2 < 60\text{mmHg}$ ou $\text{SpO}_2 < 92\%$ à despeito do tratamento com oxigênio, ou necessidade de ventilação não invasiva, ou continuação não planejada da ventilação mecânica após a cirurgia); 3) desenvolvimento de pneumonia (definido pela presença radiográfica de um infiltrado pulmonar novo ou progressivo em adição a pelo menos dois dos seguintes critérios

clínicos: febre $>38^{\circ}\text{C}$, e/ou leucocitose ou leucopenia [contagem de leucócitos $>12.000\text{cels/L}$ ou $<4.000\text{cels/L}$, respectivamente], e/ou secreção purulenta, e/ou necessidade de antibiótico);⁽⁶⁵⁾ 4) desenvolvimento de SDRA (definido segundo os critérios de Berlin);⁽⁶⁶⁾ e/ou 5) desenvolvimento de pneumotórax (definido pela presença de ar entre a pleura visceral e parietal com o diagnóstico podendo ser feito pelo exame clínico ou radiografia de tórax).⁽⁶⁷⁾

Os desfechos secundários incluíram: 1) prática ventilatória durante o procedimento cirúrgico; 2) incidência de CPP severa (todas as CPP, excluindo-se a necessidade não planejada de oxigênio, considerada uma CPP de menor gravidade); 3) incidência de complicações no intraoperatório (incluindo dessaturação [definido como $\text{SpO}_2 <92\%$ por 3 minutos ou mais], necessidade de manobras de recrutamento alveolar não planejadas, necessidade de redução da pressão de via aérea durante a ventilação, hipotensão [definido como pressão arterial sistólica $<90\text{mmHg}$ ou pressão arterial média $<65\text{mmHg}$ por 3 minutos ou mais, e/ou necessidade de droga vasoativa], necessidade não planejada de droga vasoativa [definido como a necessidade não planejada previamente e/ou uso em infusão contínua] e/ou nova arritmia de início agudo [definido como fibrilação atrial, taquicardia ventricular sustentada, taquicardia supraventricular e/ou fibrilação ventricular]); 4) necessidade de ventilação mecânica não planejada após a cirurgia (incluindo re-intubação); 5) necessidade de admissão na unidade de terapia intensiva (UTI); 6) tempo de internação hospitalar; e 7) mortalidade hospitalar.

3.8 Outras definições

A *driving pressure* foi calculada como a diferença entre a P_{plat} (quando disponível) e a PEEP. O volume corrente foi corrigido pelo PBW, calculado através da fórmula: $50 + 0,91 * (\text{altura em centímetros} - 152,4)$ para homens e $45,5 + 0,91 * (\text{altura em centímetros} - 152,4)$ para mulheres. A C_{rs} foi calculada como $V_T / P_{\text{plat}} - \text{PEEP}$ e a C_{dyn} como $V_T / P_{\text{pico}} - \text{PEEP}$. A duração da anestesia foi definida como o tempo entre a intubação orotraqueal e a saída do centro cirúrgico enquanto a duração da cirurgia foi definida como o tempo entre a inserção do primeiro trocarte e o fechamento da pele. O tempo de internação hospitalar foi definido como a diferença entre a data de admissão e a data de alta hospitalar (ou óbito, quando presente).

3.9 Tamanho amostral

Todos pacientes submetidos à ventilação mecânica durante anestesia para RAS foram consecutivamente incluídos, durante o período de um mês, em uma amostra de conveniência.

3.10 Análise estatística

O plano de análise estatística completo foi publicado previamente.⁽⁶⁴⁾ O número de dados faltantes é mínimo, desta forma, somente análise de dados completos foi realizada. Para todos os dados descritivos, os pacientes foram divididos de acordo com o desenvolvimento ou não de CPP ao final do seguimento. As variáveis contínuas foram comparadas entre os grupos com o teste *t de Student* ou Mann-Whitney, a depender da distribuição e as variáveis categóricas com o teste do qui-quadrado. As características basais foram expressas como contagens e porcentagens, médias $\pm$ desvio-padrão ou mediana (quartil 25% – quartil 75%). A comparação dos parâmetros ventilatórios e de outras variáveis ao longo do procedimento cirúrgico e dos quatro períodos pré-definidos e descritos acima foi realizada através de um modelo misto linear com a variável de interesse como variável dependente, uma interação entre o tempo cirúrgico e o desenvolvimento ou não de CPP como efeito fixo e o paciente e o centro participante como efeito randômico.

O número de pacientes que desenvolveu o desfecho primário foi reportado como número absoluto e percentual. Ainda, o tempo até o desenvolvimento da primeira CPP foi reportado através de uma curva de Kaplan-Meier. A incidência de desfechos secundários e complicações intraoperatórias de acordo com a presença ou não de CPP foram reportadas e as diferenças de risco entre os grupos para desfechos binários foram calculadas com um modelo linear generalizado misto com distribuição binomial e um *link* de identidade considerando os centros como efeito randômico e como diferença média para desfechos contínuos com um modelo linear generalizado misto com distribuição gaussiana e considerando os centros como efeito randômico. Além disso, a incidência do tipo de CPP por dia de seguimento foi reportada.

O impacto da presença de CPP no tempo de permanência hospitalar foi avaliado usando curvas de Kaplan-Meier e reportado como *hazard ratio* e intervalo

de confiança de 95% estimado a partir de um modelo de risco proporcional de Cox (de fragilidade compartilhada) com centros como efeito randômico. Para levar em conta os desequilíbrios e extrair o verdadeiro impacto da CPP, o modelo foi ajustado para possíveis diferenças entre os grupos e por variáveis conhecidas por influenciar o desfecho dos pacientes, a saber: 1) variáveis pré-operatórias (idade, ASA, ARISCAT, procedimento cirúrgico e presença de apnéia obstrutiva do sono); 2) variáveis intraoperatórias (infusão total de líquidos, duração da anestesia, uso de monitorização do bloqueio neuromuscular); 3) complicações intraoperatórias (dessaturação, necessidade de manobras de recrutamento não planejadas, hipotensão e necessidade não planejada de drogas vasoativas); e 4) variáveis pós-operatórias (necessidade de internação na UTI). Os pacientes foram censurados no dia 28, com pacientes que receberam alta antes sendo considerados vivos no dia 28. Os residuais de Schoenfeld *versus* o tempo transformado foram utilizados para avaliar a proporcionalidade do modelo.

O impacto das variáveis ventilatórias no desenvolvimento de CPP foi avaliado com um modelo linear generalizado misto parcimonioso com os centros como efeito randômico. As variáveis foram selecionadas para inclusão no modelo univariado quando sabidamente conhecidas por influenciar o desenvolvimento de CPP, quando desbalanceadas entre os grupos (CPP *versus* não CPP) e foram: 1) variáveis pré-operatórias (idade, ASA, ARISCAT, procedimento cirúrgico e presença de apnéia obstrutiva do sono); 2) variáveis intraoperatórias (infusão total de líquidos, duração da anestesia, uso de monitorização do bloqueio neuromuscular); e 3) complicações intraoperatórias (dessaturação, necessidade de manobras de recrutamento não planejadas, hipotensão e necessidade não planejada de drogas vasoativas). As variáveis ventilatórias foram inseridas em um modelo como a média dos quatro principais períodos intraoperatórios avaliados e em outro como o maior valor durante estes quatro períodos. Como uma alta multicolinearidade é esperada entre P_{pico} , *driving pressure* e PEEP, um modelo considerou apenas a *driving pressure* e outro considerou apenas a P_{pico} e PEEP. Nos modelos multivariados, todas as variáveis contínuas foram inseridas após a padronização para alcançar uma melhor convergência. As variáveis com $p < 0,1$ nos modelos univariados foram consideradas para inclusão no modelo multivariado. Por fim, o coeficiente de correlação intraclasse (ICC – *intraclass correlation coefficient*) foi calculado para avaliar o modelo. O ICC representa a razão da variância entre os centros e da variância total e varia de 0 a 1, com valores maiores

representando um maior efeito cluster.

Como uma análise *post-hoc*, os pacientes foram divididos em dois grupos de acordo com o uso ou não de posicionamento em Trendelenburg durante o procedimento cirúrgico e todas as análises descritas acima foram reavaliadas neste novo grupo de pacientes. Todos os testes de hipótese foram bicaudais com um nível de significância estatística de 0,05. Não foi realizado nenhum ajuste do valor-p para múltiplas comparações. Ainda, como o montante de dados faltantes é mínimo, nenhum tipo de imputação foi realizada. As análises foram realizadas utilizando o *software* R v3,4,1 (R Core Team, 2016, Vienna, Austria).

4 RESULTADOS

4.1 População do estudo e centros participantes

Entre 03 de abril de 2017 a 05 março de 2019, foram incluídos 34 centros participantes no estudo AVATaR. Um total de 1.167 pacientes foram rastreados para elegibilidade, 1.015 pacientes foram recrutados e finalmente 905 pacientes foram incluídos no presente estudo. O posicionamento intraoperatório em Trendelenburg foi utilizado em 715 pacientes, enquanto 190 pacientes não foram submetidos a tal posicionamento. Questões administrativas foram as principais causas de exclusão do estudo. O recrutamento dos pacientes e as razões para exclusão do estudo estão detalhadas na figura 2.

^a: Falta de pesquisador para a inclusão ou seguimento, problema com coleta de dados e outros.

Figura 2. Recrutamento dos pacientes no estudo

A tabela 3 apresenta os centros participantes com os respectivos países e a quantidade de pacientes recrutados em cada centro.

Tabela 3. Características dos centros pacientes dos estudo

Centros participantes do estudo	País	Quantidade de pacientes recrutados
Hospital Israelita Albert Einstein	Brasil	102
Hospital Nove de Julho	Brasil	67
Hospital Clinic Barcelona	Espanha	22
Hospital Clinico San Carlos	Espanha	11
East Kent & Canterbury Hospital	Reino Unido	14
University of Foggia	Itália	11
La Fondazione Policlinico Universitario Agostino Gemelli	Itália	22
University of Genoa	Itália	17
Hull and East Yorkshire Hospitals	Reino Unido	14
Kliniken Essen-Mitte	Alemanha	17
Maasstad Hospital Rotterdam	Holanda	49
Mayo Clinic	EUA	140
MD Anderson Cancer Center	EUA	82
Massachusetts General Hospital	EUA	27
Rabin Medical Center	Israel	20
Royal Surrey Hospital	Reino Unido	44
Tel Aviv Medical Center	Israel	16
University of Dusseldorf	Alemanha	8
University of California at San Francisco	EUA	47
Consortio Hospital General Universitario de Valencia	Espanha	24
Cambridge University Hospitals NHS Foundation Trust	Reino Unido	12
Wirral University Teaching Hospital NHS Foundation Trust	Reino Unido	14
Citta Dellasalute e Della Scienza	Itália	21
Royal Berkshire Hospital	Reino Unido	38
Bradford Royal Infirmary	Reino Unido	19
City Hospitals Sunderland	Reino Unido	15
Ospedale Civile Salvatore	Itália	15
East Lancashire	Reino Unido	19
St George's University Hospitals NHS Foundation Trust	Reino Unido	33
The Christie NHS Foundation Trust	Reino Unido	18
Careggi Hospital	Itália	153
Maria Middelaes	Bélgica	41
Royal Liverpool University Hospital	Reino Unido	8
Royal Hallamshire	Reino Unido	7
Total		1167

EUA: Estados Unidos da América.

A tabela 4 demonstra os dados demográficos, clínicos e cirúrgicos dos participantes do estudo de acordo com o desenvolvimento de CPP. A amostra estudada foi composta majoritariamente homens (73,6%) com idade de $61,6 \pm 11,5$

anos, IMC de $28,0 \pm 5,4$ e ASA 2 (2 - 2). A média do score ARISCAT foi de $28,1 \pm 10,2$ e 68,6% dos pacientes foram classificados como moderado a alto risco para CPP. A neoplasia ativa foi a comorbidade mais frequente (68,3%), seguida da hipertensão arterial sistêmica (40,4%). A prostatectomia correspondeu por 55,1% dos procedimentos, seguido pela histerectomia (11,5%). O desenvolvimento de CPP ocorreu em 19% dos casos. O grupo que desenvolveu CPP era formado por pacientes mais idosos, com valores maiores de ARISCAT e creatinina no pré-operatório, além de maior percentual de cirurgias com incisão cirúrgica no abdômen superior. Nesse grupo, as comorbidades mais frequentes foram a insuficiência cardíaca, diabetes mellitus, apneia obstrutiva do sono, neoplasia ativa e doença hematológica. Não houve diferença entre o escore de ASA e SPO_2 no pré-operatório entre os grupos.

Tabela 4. Características dos pacientes incluídos de acordo com o desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório

Características dos pacientes e do procedimento	Todos pacientes (N=905)	CPP (n=172)	Sem CPP (n=733)	Valor-p
Idade, anos	$61,6 \pm 11,5$	$63,9 \pm 9,8$	$61,1 \pm 11,8$	0,003
Sexo feminino	239 (26,4)	38 (22,1)	201 (27,4)	0,183
IMC, kg/m^2	$28,0 \pm 5,4$	$28,6 \pm 4,9$	$27,8 \pm 5,4$	0,091
ASA	2 (2 - 2)	2 (2 - 2)	2 (2 - 2)	< 0,001
1	191 (21,1)	22 (12,8)	169 (23,1)	< 0,001
2	590 (65,2)	116 (67,4)	474 (64,7)	
3	119 (13,1)	29 (16,9)	90 (12,3)	
4	5 (0,6)	5 (2,9)	0 (0,0)	
ARISCAT	$28,1 \pm 10,2$	$30,6 \pm 10,2$	$27,5 \pm 10,0$	< 0,001
<26	217 (31,4)	32 (22,7)	185 (33,6)	0,044
26 - 44	443 (64,0)	101 (71,6)	342 (62,1)	
≥ 45	32 (4,6)	8 (5,7)	24 (4,4)	
Status funcional				
Independente	887 (98,0)	168 (97,7)	719 (98,1)	0,793
Parcialmente dependente	17 (1,9)	4 (2,3)	13 (1,8)	
Totalmente dependente	1 (0,1)	0 (0,0)	1 (0,1)	
Comorbidades				
Neoplasia ativa	618 (68,3)	141 (82,0)	477 (65,1)	< 0,001
Hipertensão	366 (40,4)	78 (45,3)	288 (39,3)	0,170
Tabagismo	204 (22,5)	48 (27,9)	156 (21,3)	0,077
Diabetes mellitus	120 (13,3)	33 (19,2)	87 (11,9)	0,015
Doença coronariana	55 (6,1)	11 (6,4)	44 (6,0)	0,987
Asma	52 (5,7)	8 (4,7)	44 (6,0)	0,615
Apneia obstrutiva do sono	40 (4,4)	16 (9,3)	24 (3,3)	0,001
Fibrilação atrial / flutter	35 (3,9)	11 (6,4)	24 (3,3)	0,091
DPOC	27 (3,0)	7 (4,1)	20 (2,7)	0,496
Anemia (Hb <10g/dL)	25 (3,6)	5 (3,5)	20 (3,6)	1,000

continua...

...continuação

Doença renal crônica	24 (2,7)	8 (4,7)	16 (2,2)	0,121
Insuficiência cardíaca	10 (1,1)	5 (2,9)	5 (0,7)	0,035
Doença hematológica	7 (0,8)	4 (2,3)	3 (0,4)	0,036
Uso de imunossupressores	3 (0,3)	1 (0,6)	2 (0,3)	1,000
Cirrose hepática	2 (0,2)	1 (0,6)	1 (0,1)	0,829
Complicações ≤30 dias				
Infecção respiratória	11 (1,2)	1 (0,6)	10 (1,4)	0,648
Uso de ventilação mecânica	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	---
Transfusão de hemocomponentes	3 (0,3)	1 (0,6)	2 (0,3)	1,000
Sinais vitais				
Frequência respiratória, mpm	14,9 ± 2,5	15,1 ± 2,6	14,9 ± 2,5	0,320
Frequência cardíaca, bpm	72,4 ± 12,2	73,0 ± 12,2	72,3 ± 12,2	0,474
Pressão arterial média, mmHg	97,5 ± 15,0	97,5 ± 13,1	97,5 ± 15,4	0,960
SpO ₂ , %	97 ± 1,8	97 ± 1,8	97 ± 1,7	< 0,001
Testes laboratoriais				
Hemoglobina, g/dL	14,1 ± 1,7	14,3 ± 1,7	14,1 ± 1,7	0,215
Leucócitos, cells/mm ³	6839 ± 2216	7084 ± 1832	6776 ± 2303	0,165
Creatinina, mg/dL	0,98 ± 0,79	1,13 ± 1,60	0,94 ± 0,36	0,001
Condição do procedimento				
Eletivo	899 (99,3)	170 (98,8)	729 (99,5)	
Urgência	5 (0,6)	1 (0,6)	4 (0,5)	0,118
Emergência	1 (0,1)	1 (0,6)	0 (0,0)	
Duração esperada da cirurgia				
≤2 horas	68 (7,5)	8 (4,7)	60 (8,2)	
2 – 3 horas	378 (41,8)	79 (45,9)	299 (40,8)	0,195
>3 horas	459 (50,7)	85 (49,4)	374 (51,0)	
Incisão *				
Abdômen inferior	754 (83,3)	137 (79,7)	617 (84,2)	0,187
Abdômen superior	261 (28,8)	67 (39,0)	194 (26,5)	0,002
Periférica	28 (3,1)	5 (2,9)	23 (3,1)	1,000
Procedimento cirúrgico				
Prostatectomia	499 (55,1)	93 (54,1)	406 (55,4)	
Histerectomia	104 (11,5)	13 (7,6)	91 (12,4)	
Nefrectomia	77 (8,5)	20 (11,6)	57 (7,8)	
Colorretal	52 (5,7)	13 (7,6)	39 (5,3)	
Hérnia	32 (3,5)	3 (1,7)	29 (4,0)	
Cistectomia	23 (2,5)	10 (5,8)	13 (1,8)	
Outras ginecológicas	19 (2,1)	0 (0,0)	19 (2,6)	
Outras urológicas	18 (2,0)	5 (2,9)	13 (1,8)	
Bariátrica	16 (1,8)	3 (1,7)	13 (1,8)	
Pieloplastia	14 (1,5)	0 (0,0)	14 (1,9)	< 0,001
Colecistectomia	13 (1,4)	2 (1,2)	11 (1,5)	
Sacrocolpopexia	10 (1,1)	1 (0,6)	9 (1,2)	
Linfadenectomia	8 (0,9)	0 (0,0)	8 (1,1)	
Gastrectomia	6 (0,7)	2 (1,2)	4 (0,5)	
Pancreatectomia	5 (0,6)	3 (1,7)	2 (0,3)	
Outras	4 (0,4)	1 (0,6)	3 (0,4)	

continua...

...continuação

Esofagectomia	2 (0,2)	2 (1,2)	0 (0,0)
Hepatectomia	2 (0,2)	1 (0,6)	1 (0,1)
Piloroplastia	1 (0,1)	0 (0,0)	1 (0,1)

Dados estão expressos em média $\pm$ desvio padrão ou N (%). IMC: índice de massa corporal; ASA: American Society of Anesthesiology; ARISCAT: Assess Respiratory Risk in Surgical Patients in Catalonia; DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica; Hb: hemoglobina; SpO₂: oximetria de pulso * mais de um tipo de incisão é permitida.

4.2 Características do intraoperatório

A tabela 5 representa as características do intraoperatório de acordo com o desenvolvimento de CPP. Em relação ao manejo anestésico, a anestesia intravenosa total foi mais frequente no grupo de pacientes que desenvolveu CPP. Ainda, não houve diferença significativa quanto ao desenvolvimento de CPP e uso de Trendelenburg durante a cirurgia e o mesmo ocorreu para os valores de insuflação do pneumoperitônio. A monitorização do bloqueio neuromuscular foi mais frequente em pacientes que não desenvolveram CPP. Por fim, o total de fluidos administrados, o balanço hídrico, e a duração da cirurgia e da anestesia foram significativamente superiores no grupo que desenvolveu CPP.

Tabela 5. Características do intraoperatório de acordo com o desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório

Características do intraoperatório	Todos os pacientes (N=905)	CPP (n=172)	Sem CPP (n=733)	Valor-p
Tipo de anestesia				
Balanceda	426 (47,1)	77 (45,0)	349 (47,6)	0,020
Intravenosa total	304 (33,6)	71 (41,5)	233 (31,8)	
Inalatória	174 (19,2)	23 (13,5)	151 (20,6)	
Uso de profilaxia antibiótica	858 (94,9)	164 (95,6)	694 (94,7)	0,642
Uso de bloqueio neuroaxial	180 (19,9)	44 (25,6)	136 (18,6)	0,050
Espinhal	147 / 180 (81,7)	32 / 44 (72,7)	115 / 136 (84,5)	0,738
Epidural	30 / 180 (17,7)	10 / 44 (22,7)	20 / 136 (14,7)	
Combinada	3 / 180 (1,7)	2 / 44 (4,5)	1 / 136 (0,7)	
Uso de Trendelenburg durante a cirurgia	715 (79,0)	138 (80,2)	577 (78,7)	0,912
Normal	363 / 715 (50,8)	68 / 138 (49,3)	295 / 577 (51,1)	0,343
Acentuado ($\geq 40^\circ$ de cefalodeclive)	343 / 715 (48,0)	68 / 138 (49,3)	275 / 577 (47,7)	
Reverso	9 / 715 (1,2)	2 / 138 (1,4)	7 / 577 (1,2)	
Pneumoperitônio	13,0 $\pm$ 2,1	13,1 $\pm$ 2,1	12,9 $\pm$ 2,1	
Uso de opióides				

continua...

...continuação

Curta duração	562 (62,2)	107 (62,2)	455 (62,2)	
Longa duração	89 (9,9)	12 (7,0)	77 (10,5)	0,466
Ambos	220 (24,4)	47 (27,3)	173 (23,7)	
Uso de bloqueadores neuromusculares	897 (99,2)	172 (100,0)	725 (99,0)	0,421
Monitorização do bloqueio neuromuscular	553 (61,2)	88 (51,2)	465 (63,5)	0,004
Reversão do bloqueio neuromuscular	745 (82,8)	141 (82,5)	604 (82,4)	1,000
Paralisia residual	24 (2,7)	4 (2,3)	20 (2,7)	0,966
Total de fluidos administrados, mL	1624 ± 948	1834 ± 935	1575 ± 945	0,001
Cristalóides, mL	1601 ± 927	1813 ± 913	1551 ± 924	0,001
Albumina, mL	534 ± 363	325 ± 366	714 ± 267	0,058
Colóide sintético, mL*	15 ± 136	10 ± 68	17 ± 148	0,371
Débito urinário, mL	247 ± 362	258 ± 401	244 ± 352	0,635
Perda sanguínea, mL	186 ± 239	215 ± 334	179 ± 211	0,082
Balanço hídrico, mL	1191 ± 926	1361 ± 907	1152 ± 927	0,008
Temperatura ao final da cirurgia, °C	36,3 ± 0,5	36,3 ± 0,6	36,3 ± 0,5	0,639
Transfusão de produtos do sangue	2 (0,2)	1 (0,6)	1 (0,1)	0,829
Concentrado de hemácias	1 (0,1)	1 (0,6)	0 (0,0)	0,429
Plasma fresco congelado	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	---
Plaquetas	1 (0,1)	0 (0,0)	1 (0,1)	1,000
Crioprecipitado	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	---
Duração da cirurgia, minutos	187 ± 80	210 ± 102	182 ± 73	< 0,001
Duração da anestesia, minutos	232 ± 87	256 ± 113	226 ± 78	< 0,001

Dados estão expressos em média ± desvio padrão ou N (%); CO₂: Dióxido de carbono; mL: mililitros.

* considerado somente os pacientes que receberam.

4.3 Prática ventilatória e mecânica pulmonar

A tabela 6 refere-se a prática ventilatória no intraoperatório nos quatro períodos investigados. O modo ventilatório em VCV foi o mais utilizado, seguindo-se do modo PCV. O volume corrente não variou significativamente entre os momentos e permaneceu abaixo 8mL/kg PBW. A PEEP apresentou variação discreta nos períodos avaliados, tendo seu maior valor ao final da cirurgia. A fração inspirada de oxigênio (FiO₂) foi significativamente mais alta em T₁, com queda em T₂ e T₃ e discreto incremento em T₄. Em comparação aos valores basais em T₁, após a insuflação do pneumoperitônio, todas as pressões ventilatórias se elevaram, com importante aumento na P_{pico}, P_{plat} e *driving pressure* em T₂. Em T₃, ocorreu um novo incremento nesses valores, mas de modo mais discreto ao período anterior. Em T₄, as pressões ventilatórias apresentaram queda, mas continuaram superiores à T₁. O uso de manobras de recrutamento foram mais frequentes em T₂. As figuras 3, 4 e 5

demonstram o comportamento dos parâmetros respiratórios e hemodinâmicos ao longo do tempo entre os grupos sem e com CPP. Não houve diferença entre os grupos quanto ao volume corrente, P_{plat} e *driving pressure*. Houve diferença entre os grupos quanto a P_{pico} , que ao longo do tempo, teve valores mais altos no grupo que desenvolveu CPP (Figura 3). Não houve diferença entre os grupos quanto a PEEP, $\text{SPO}_2 / \text{FiO}_2$ e EtCO_2 , já a FiO_2 foi diferente entre os grupos, sendo superior no grupo que desenvolveu CPP no momento antes da extubação (Figura 4). Não houve diferença entre os grupos quanto a C_{rs} , C_{dyn} , pressão arterial média e frequência cardíaca (Figura 5).

Tabela 6. Parâmetros ventilatórios no intraoperatório em quatro períodos específicos

Posicionamento e parâmetros ventilatórios	Cinco minutos após indução e início da ventilação	Cinco minutos após a insuflação de CO ₂	Cinco minutos após o posicionamento definitivo	Cinco minutos após a desinsuflação e retorno à posição supina	Valor-p*
	Pacientes	Pacientes	Pacientes	Pacientes	
Posicionamento cirúrgico					
Decúbito dorsal		343 (42,0)	80 (8,9)		
Trendelenburg	---	259 (31,7)	617 (69,1)	---	---
Litotomia		117 (14,3)	74 (8,3)		
Decúbito lateral		86 (10,5)	95 (10,6)		
Trendelenburg reverso		9 (1,1)	25 (2,8)		
Modo ventilatório					
Pressão controlada	222 (24,6)	253 (31,0)	281 (31,5)	285 (33,3)	
Volume controlado	452 (50,1)	367 (44,9)	359 (40,2)	324 (37,9)	---
PCVG	217 (24,0)	190 (23,2)	246 (27,5)	236 (27,6)	
Outros	11 (12,2)	7 (0,8)	7 (0,8)	10 (1,2)	
Pressão de pico, cmH ₂ O	17,5 ± 4,2	24,3 ± 5,6	26,0 ± 6,6	19,8 ± 5,4	< 0,001
Pressão de platô, cmH ₂ O	15,6 ± 3,6	22,3 ± 5,2	23,9 ± 5,9	18,0 ± 4,6	< 0,001
Driving pressure, cmH ₂ O	10,2 ± 3,7	16,6 ± 5,2	18,0 ± 5,9	12,0 ± 4,3	< 0,001
PEEP, cmH ₂ O	5,2 ± 2,1	5,8 ± 2,0	5,9 ± 2,1	6,1 ± 2,3	< 0,001
Volume corrente (V _T), mL/kg PBW	7,7 ± 1,7	7,5 ± 1,6	7,5 ± 1,6	7,7 ± 1,8	0,245
Frequência respiratória, mpm	12,4 ± 1,6	12,7 ± 2,0	13,0 ± 2,4	13,8 ± 2,9	< 0,001
FiO ₂ , %	62,3 ± 21,7	48,8 ± 13,5	48,9 ± 14,0	52,8 ± 18,6	< 0,001
C _{RS} estática, mL/cmH ₂ O	56,1 ± 22,8	34,7 ± 17,5	32,1 ± 14,3	48,2 ± 21,8	< 0,001
C _{RS} dinâmica, mL/cmH ₂ O	44,8 ± 15,2	29,0 ± 11,8	27,3 ± 11,4	41,2 ± 16,8	< 0,001
Manobras de recrutamento	83 (9,2)	119 (14,0)	79 (9,7)	77 (8,7)	0,001
Aumento na PEEP	50 (5,6)	51 (6,2)	51 (5,7)	53 (6,2)	
Aumento V _T e PEEP	17 (1,9)	12 (1,5)	9 (1,0)	18 (2,1)	
Insuflação manual/bolsa	11 (1,2)	8 (1,0)	11 (1,2)	39 (4,6)	
Aumento V _T	4 (0,4)	6 (0,7)	5 (0,6)	8 (1,0)	
CPAP	1 (0,1)	2 (0,2)	1 (0,1)	1 (0,1)	
SpO ₂ , %	99 ± 1,2	98 ± 1,9	98 ± 1,8	98 ± 1,7	< 0,001
etCO ₂ , mmHg	34,8 ± 5,6	34,9 ± 5,2	35,8 ± 5,0	38,3 ± 6,5	< 0,001

continua...

...continuação

Pressão arterial média, mmHg	82,7 ± 18,5	88,7 ± 17,4	89,0 ± 16,6	80,5 ± 13,9	0,007
Frequência cardíaca, bpm	70,4 ± 14,5	66,4 ± 12,3	65,0 ± 12,3	67,4 ± 12,6	< 0,001
SpO ₂ / FiO ₂	181,3 ± 70,7	215,8 ± 63,5	216,1 ± 55,8	206,8 ± 58,0	< 0,001
Pressão de insuflação CO ₂ , mmHg	---	13,6 ± 2,7	12,9 ± 2,5	---	< 0,001

Dados estão expressos em média ± desvio padrão ou N (%). PCVG: pressão controlada com volume garantido; PEEP: pressão positiva ao final da expiração; PBW: peso corporal predito; mpm: movimentos por minuto; FiO₂: fração inspirada de oxigênio; CRS: complacência do sistema respiratório; CPAP: pressão positiva contínua em vias aéreas; SpO₂: oximetria de pulso; etCO₂: dióxido de carbono ao final da expiração; bpm: batimentos por minuto; VT: Volume corrente. * valor-p derivado de um modelo linear de efeito misto considerando pacientes e centros com efeito randômico.

Figura 3. Comportamento do volume corrente, P_{plat} , P_{pico} e *driving pressure* em quatro momentos específicos entre os grupos sem e com complicações pulmonares no pós-operatório

Figura 4. Comportamento da PEEP, SpO₂/FiO₂, FiO₂ e etCO₂ em quatro momentos específicos entre os grupos sem e com complicações pulmonares no pós-operatório

Figura 5. Comportamento da Crs, Cdyn, pressão arterial média e frequência cardíaca em quatro momentos específicos entre os grupos sem e com complicações pulmonares no pós-operatório

4.4 Desfechos clínicos

A tabela 7 descreve os desfechos clínicos dos pacientes. O desfecho primário, desenvolvimento de CPP, ocorreu em 172 pacientes (19%) com grande parte dos casos tendo ocorrido até o segundo dia de seguimento (Figura 6). A CPP severa ocorreu em 1,2% dos pacientes. Entre os componentes das CPP, a necessidade não planejada de oxigênio foi o mais frequente (18,7%), seguido de falência respiratória aguda (0,8%), pneumonia (0,4%) e SDRA (0,1%). Os pacientes com CPP apresentaram maior necessidade de uso de ventilação mecânica no pós-operatório, maior necessidade de admissão a UTI e maior tempo de permanência hospitalar, mesmo após ajuste para diversos fatores prognósticos (Figura 7). A estratificação do desenvolvimento da CPP de acordo com o tempo de seguimento, evidenciou que o uso não planejado de oxigênio foi o principal componente da CPP em todos os cinco dias investigados. Além disso, observamos uma redução aproximada de 50% da ocorrência desse desfecho do pós-operatório imediato para o primeiro dia de seguimento (Figura 8). Na tabela 7, está evidenciado que os pacientes com CPP apresentaram uma chance aumentada para terem desenvolvido dessaturação e hipotensão no intraoperatório e também para terem precisado de uma manobra de recrutamento alveolar ou de droga vasoativa não planejada anteriormente.

Tabela 7. Desfechos clínicos

Desfechos clínicos	Todos pacientes (n=905)	CPP (n=172)	Sem CPP (n=733)	Efeito estimado (95% CI)	Valor-p
Desfecho primário					
Complicações pulmonares no pós-operatório	172 (19,0)	172 (19,0)			
Necessidade não planejada de oxigênio	169 (18,7)	169 (18,7)			
Falência respiratória aguda	7 (0,8)	7 (0,8)			
Pneumonia	4 (0,4)	4 (0,4)	---	---	---
SDRA	1 (0,1)	1 (0,1)			
Pneumotórax	0 (0,0)	0 (0,0)			
Desfechos secundários					
Complicações pulmonares severas no pós-operatório	11 (1,2)	11 (1,2)	---	---	---
Complicações intraoperatórias					
Hipotensão	195 (21,5)	51 (29,7)	144 (19,6)	10,1 (4,8 a 17,8) ^a	< 0,001
Droga vasoativa não planejada	109 (12,1)	32 (18,6)	77 (10,5)	8,1 (5,5 a 15,3) ^a	< 0,001
Manobra de recrutamento não planejada	50 (5,5)	17 (9,9)	33 (4,5)	5,4 (0,4 a 8,1) ^a	0,030
Dessaturação	34 (3,8)	18 (10,5)	16 (2,2)	8,3 (5,3 a 11,6) ^a	< 0,001
Redução da pressão ventilatória	19 (2,1)	6 (3,5)	13 (1,8)	1,7 (- 1,2 a 3,7) ^a	0,315
Arritmia aguda nova	9 (1,0)	3 (1,7)	6 (0,8)	0,9 (-0,6 a 2,7) ^a	0,216
Ventilação não planejada após cirurgia	4 (0,4)	2 (1,2)	2 (0,3)	0,9 (-0,0 a 2,1) ^a	0,072
Continuação	3 / 4 (75,0)	2 / 2 (100,0)	1 / 2 (50,0)	---	---
Reintubação	1 / 4 (25,0)	0 / 2 (0,0)	1 / 2 (50,0)	---	---
Novo uso de ventilação mecânica	2 (0,2)	2 (1,2)	0 (0,0)	1,2 (0,4 a 1,9) ^a	0,003
Admissão na unidade de terapia intensiva	63 (7,0)	32 (18,6)	31 (4,2)	14,4 (12,7 a 20,5) ^a	< 0,001
Tempo de permanência hospitalar	3,5 ± 4,3	5,1 ± 6,1	3,2 ± 3,6	1,9 (1,1 a 2,5) ^b	< 0,001
Mediana (IQR)	2 (1 – 4)	4 (2 – 5)	2 (1 – 4)		
Mortalidade hospitalar	13 (1,4)	1 (0,6)	12 (1,6)	-1,0 (-2,6 a 1,5) ^a	0,588

Dados estão expressos em média ± desvio padrão ou N (%). SDRA síndrome do desconforto respiratório agudo, IQR: intervalo interquartil. a: efeito estimado é a diferença de risco e o valor-p calculado por um modelo linear generalizado com distribuição binomial e um *identity-link* e com efeito randômico entre os centros. b: efeito estimado é a diferença média e o valor-p calculado através de um modelo linear generalizado com distribuição Gaussiana e com efeito randômico entre os centros.

Figura 6. Incidência de complicações pulmonares no pós-operatório durante o seguimento do estudo

Figura 7. Tempo até a alta hospitalar entre os grupos sem e com complicações pulmonares no pós-operatório

Figura 8. Incidência do tipo de complicações pulmonares no pós-operatório estratificado por dia de internação hospitalar

4.5 Impacto da ventilação mecânica no desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório

A diferença entre os parâmetros ventilatórios nos pacientes que desenvolveram e não desenvolveram CPP está exposta na tabela 8, e a única diferença foi uma maior P_{pico} nos pacientes que desenvolveram CPP. A tabela 9 apresenta o impacto das variáveis ventilatórias e outras covariáveis no risco de desenvolvimento de CPP no modelo univariado e no modelo multivariado. Após os ajustes, a idade, a apnéia obstrutiva do sono, a duração da anestesia, a presença de dessaturação, a necessidade não planejada de drogas vasoativas e a P_{pico} (tanto como valor médio nos quatro períodos como o valor mais alto nos mesmos) foram as variáveis estatisticamente associadas com aumento do risco para o desenvolvimento de CPP (Figura 9).

Tabela 8. Variáveis ventilatórias nos pacientes que desenvolveram e não desenvolveram complicações pulmonares no pós-operatório

Variáveis ventilatórias	CPP (n=172)	Não CPP (n=733)	Diferença média (95% CI) ^a	Valor-p*
Valor médio				
Volume corrente, mL/kg PBW	7,6 ± 1,2	7,6 ± 1,6	-0,0 (-0,3 to 0,2)	0,563
Pressão de pico, cmH ₂ O	22,8 ± 4,3	21,6 ± 4,4	1,2 (0,6 to 2,0)	< 0,001
PEEP, cmH ₂ O	6,1 ± 1,8	5,7 ± 1,8	0,4 (-0,0 to 0,5)	0,108
<i>Driving pressure</i> , cmH ₂ O	14,3 ± 3,7	13,9 ± 3,9	0,4 (-0,1 to 1,5)	0,110
Frequência respiratória, mpm	13,1 ± 1,8	12,9 ± 1,8	0,2 (-0,0 to 0,5)	0,077
FiO ₂ , %	52,7 ± 12,6	53,8 ± 13,3	-1,1 (-0,7 to 2,5)	0,281
Valores mais altos				
Volume corrente, mL/kg PBW	8,3 ± 1,3	8,3 ± 1,9	-0,0 (-0,4 to 0,2)	0,424
Pressão de pico, cmH ₂ O	28,4 ± 6,1	26,9 ± 6,3	1,5 (0,9 to 2,8)	< 0,001
PEEP, cmH ₂ O	7,0 ± 2,5	6,6 ± 2,4	0,4 (-0,0 to 0,7)	0,068
<i>Driving pressure</i> , cmH ₂ O	19,0 ± 5,5	18,6 ± 5,7	0,4 (-0,2 to 2,2)	0,116
Frequência respiratória, mpm	14,5 ± 2,4	14,4 ± 2,7	0,1 (-0,1 to 0,7)	0,224
FiO ₂ , %	66,2 ± 21,1	67,4 ± 21,6	-1,2 (-0,8 to 5,0)	0,163

Dados expressos em média ± desvio padrão ou N (%). PEEP: pressão positiva ao final da expiração; PBW: peso corporal predito; mpm: movimentos por minuto; FiO₂: fração inspirada de oxigênio. A diferença média e o valor-p foram calculados através de um modelo linear generalizado com distribuição Gaussiana e com os centros com efeito randômico.

Tabela 9. Modelos univariado e multivariado na avaliação do impacto das variáveis ventilatórias e covariáveis na incidência de complicações pulmonares no pós-operatório

Variáveis ventilatórias e covariáveis	Modelo univariado		Modelo multivariado	
	Odds ratio (95% IC)	Valor-p	Odds ratio (95% CI)	Valor-p
Preoperatório				
Idade, anos	1,03 (1,01 - 1,05)	< 0,001	1,29 (1,00 - 1,67)	0,045
ASA	2,36 (1,68 - 3,33)	< 0,001	1,19 (0,91 - 1,55)	0,188
ARISCAT	1,03 (1,02 - 1,06)	< 0,001	1,22 (0,95 - 1,57)	0,116
Apneia obstrutiva do sono	3,76 (1,79 - 7,89)	< 0,001	3,99 (1,60 - 9,93)	0,002
Intraoperatório				
Total de fluidos administrados, mL	1,03 (1,01 - 1,05) ^a	< 0,001	1,10 (0,85 - 1,43)	0,435
Duração da anestesia, minutos	1,12 (1,07 - 1,16) ^b	< 0,001	1,45 (1,12 - 1,88)	0,004
Monitorização do bloqueio neuromuscular	0,80 (0,47 - 1,36)	0,423	---	---
Complicações				
Dessaturação	6,99 (3,11 - 15,68)	< 0,001	4,02 (1,27 - 12,69)	0,017
Manobras de recrutamento não planejadas	1,94 (0,99 to 3,81)	0,052	1,25 (0,50 - 3,09)	0,621
Hipotensão	2,18 (1,40 - 3,38)	< 0,001	1,38 (0,74 - 2,60)	0,304
Necessidade não planejada de drogas vasoativas	3,51 (1,92 - 6,41)	< 0,001	3,10 (1,35 - 7,12)	0,007
Ventilação (média)				
Volume corrente, mL/kg PBW	0,96 (0,84 - 1,10)	0,579	---	---
Pressão de pico, cmH ₂ O	1,09 (1,04 - 1,14)	< 0,001	1,40 (1,05 - 1,85)	0,019
Driving pressure, cmH ₂ O	1,04 (0,98 - 1,11)	0,173	---	---
PEEP, cmH ₂ O	1,10 (0,98 - 1,24)	0,074	0,93 (0,69 - 1,24)	0,627
Frequência respiratória, mpm	1,11 (0,99 - 1,25)	0,073	1,08 (0,83 - 1,40)	0,533
FiO ₂ , %	1,00 (0,98 - 1,02)	0,461	---	---
Ventilação (valores mais altos)**				
Volume corrente, mL/kg PBW	0,95 (0,85 - 1,07)	0,415	---	---
Pressão de pico, cmH ₂ O	1,06 (1,03 - 1,10)	< 0,001	1,49 (1,12 - 1,98)	0,005
Driving pressure, cmH ₂ O	1,03 (0,98 - 1,08)	0,201	---	---
PEEP, cmH ₂ O	1,09 (1,00 - 1,18)	0,045	0,88 (0,65 - 1,18)	0,410
Frequência respiratória, mpm	1,04 (0,97 - 1,12)	0,214	---	---
FiO ₂ , %	1,00 (0,99 - 1,01)	0,290	---	---

* Considerado variáveis com $p < 0,1$ no modelo univariado. Todas variáveis contínuas foram padronizadas antes da inclusão no modelo, ^a odds ratio por 100mL aumenta, ^b odds ratio por 20 minutos aumenta, ** um modelo secundário não considerando os valores médios e considerando somente os valores mais altos. Coeficiente de correlação intraclasse para modelos considerando os valores médios: 0,368. Coeficiente de correlação intraclasse para modelos considerando os valores mais altos: 0,378. ASA: American Society of Anesthesiologists; ARISCAT: Assess Respiratory Risk in Surgical Patients in Catalonia; PEEP: pressão positiva ao final da expiração; PBW: peso corporal predito; FiO₂: fração inspirada de oxigênio.

Figura 9. Modelo multivariado para as variáveis ventilatórias e covariáveis e o risco de desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório

4.6 População do estudo de acordo com o uso ou não do Trendelenburg

A tabela 10 demonstra que a população de indivíduos com uso de Trendelenburg era formada por pacientes mais velhos, com escore ARISCAT inferior, maior prevalência de neoplasia ativa e expectativa de serem submetidos a cirurgias mais longas (>3 horas) em relação ao grupo sem Trendelenburg. O grupo sem o uso de Trendelenburg apresentou maior proporção de pacientes com ASA 3 e ARISCAT ≥ 45 . A prostatectomia foi o procedimento mais realizado no grupo com Trendelenburg (66,6%), enquanto a nefrectomia foi mais frequente no grupo sem Trendelenburg (38,9%). Esse grupo contemplou outras cirurgias de alta morbidade como a pancreatectomia e esofagectomia. A incisão em abdômen superior foi mais frequente no grupo sem Trendelenburg.

Tabela 10. Características dos pacientes incluídos de acordo com o uso do Trendelenburg

Características dos pacientes e do procedimento	Trendelenburg (n=748)	Sem Trendelenburg (n=157)	Valor-p
Idade, anos	62,7 $\pm$ 10,1	56,6 $\pm$ 15,7	< 0,001
Sexo feminino	160 (21,4)	79 (50,3)	< 0,001
IMC, kg/m ²	27,9 $\pm$ 5,0	28,1 $\pm$ 6,9	0,782
ASA	1,9 $\pm$ 0,6	2,0 $\pm$ 0,6	0,433
1	155 (20,7)	36 (22,9)	0,024
2	500 (66,8)	90 (57,3)	
3	88 (11,8)	31 (19,7)	
4	5 (0,7)	0 (0,0)	
ARISCAT	27,5 $\pm$ 9,7	31,1 $\pm$ 11,7	0,003
<26	183 (31,4)	34 (30,9)	0,013
26 – 44	378 (64,9)	65 (59,1)	
≥ 45	21 (3,6)	11 (10,0)	
Status funcional			0,716
Independente	734 (98,1)	153 (97,5)	
Parcialmente dependente	13 (1,7)	4 (2,5)	
Totalmente dependente	1 (0,1)	0 (0,0)	
Comorbidades			0,284
Hipertensão	309 (41,3)	57 (36,3)	
Doença coronariana	48 (6,4)	7 (4,5)	
Fibrilação atrial / flutter	26 (3,5)	9 (5,7)	
Insuficiência cardíaca	10 (1,3)	0 (0,0)	
Diabetes mellitus	96 (12,8)	24 (15,3)	
DPOC	22 (2,9)	5 (3,2)	
Asma	42 (5,6)	10 (6,4)	

continua...

...continuação

Tabagismo	166 (22,2)	38 (24,2)	0,658
Apnéia obstrutiva do sono	37 (4,9)	3 (1,9)	0,142
Neoplasia ativa	557 (74,5)	61 (38,9)	< 0,001
Cirrose hepática	0 (0,0)	2 (1,3)	0,031
Anemia (Hb <10g/dL)	18 (3,1)	7 (6,3)	0,164
Doença renal crônica	19 (2,5)	5 (3,2)	0,854
Doença hematológica	5 (0,7)	2 (1,3)	0,775
Uso de imunossupressores	3 (0,4)	0 (0,0)	0,975
Complicações ≤30 dias antes da cirurgia			
Infecção respiratória	8 (1,1)	3 (1,9)	0,635
Uso de ventilação mecânica	0 (0,0)	0 (0,0)	---
Transfusão de hemocomponentes	2 (0,3)	1 (0,6)	1,000
Sinais vitais			
Frequência respiratória, mpm	14,9 ± 2,5	15,0 ± 2,6	0,422
Frequência cardíaca, bpm	72,2 ± 12,2	73,5 ± 12,2	0,228
Pressão arterial média, mmHg	98,4 ± 15,2	93,4 ± 12,9	< 0,001
SpO ₂ , %	97,2 ± 1,8	97,3 ± 1,6	0,309
Exames laboratoriais			
Hemoglobina, g/dL	14,2 ± 1,7	13,5 ± 2,0	< 0,001
Leucócitos, cells/mm ³	6801 ± 2177	7039 ± 2412	0,330
Creatinina, mg/dL	0,99 ± 0,85	0,92 ± 0,32	0,357
Condição da cirurgia			
Eletiva	744 (99,5)	155 (98,7)	
Urgência	3 (0,4)	2 (1,3)	0,367
Emergência	1 (0,1)	0 (0,0)	
Duração esperada da cirurgia			
≤2 horas	42 (5,6)	26 (16,6)	
2 – 3 horas	310 (41,4)	68 (43,3)	< 0,001
>3 horas	396 (52,9)	63 (40,1)	
Incisão*			
Periférica	24 (3,2)	4 (2,5)	0,856
Abdômen inferior	676 (90,4)	78 (49,7)	< 0,001
Abdômen superior	160 (21,4)	101 (64,3)	< 0,001
Procedimento cirúrgico			
Prostatectomia	498 (66,6)	1 (0,6)	< 0,001
Nefrectomia	16 (2,1)	61 (38,9)	
Histerectomia	104 (13,9)	0 (0,0)	
Bariátrica	0 (0,0)	16 (10,2)	
Sacrocolpopexia	9 (1,2)	1 (0,6)	
Colecistectomia	1 (0,1)	12 (7,6)	
Colorretal	43 (5,7)	9 (5,7)	
Hérnia	16 (2,1)	16 (10,2)	
Cistectomia	22 (2,9)	1 (0,6)	
Piloroplastia	0 (0,0)	1 (0,6)	
Pieloplastia	4 (0,5)	10 (6,4)	
Gastrectomia	2 (0,3)	4 (2,5)	
Esofagectomia	0 (0,0)	2 (1,3)	

continua...

...continuação

Pancreatectomia	0 (0,0)	5 (3,2)
Linfadenectomia	7 (0,9)	1 (0,6)
Hepatectomia	1 (0,1)	1 (0,6)
Outras ginecológicas	16 (2,1)	3 (1,9)
Outras urológicas	9 (1,2)	9 (5,7)
Outras	0 (0,0)	4 (2,5)

Dados estão expressos em média $\pm$ desvio padrão ou N (%). IMC: índice de massa corporal; ASA: American Society of Anesthesiology; ARISCAT: Assess Respiratory Risk in Surgical Patients in Catalonia; DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica; Hb: hemoglobina; SpO₂: oximetria de pulso.

* mais de um tipo de incisão é permitida.

4.7 Características do intraoperatório de acordo com o uso do Trendelenburg

A tabela 11 representa as características do intraoperatório de acordo com o posicionamento. As diferenças observadas foram o uso superior do bloqueio neuroaxial, maior perda sanguínea e maior duração da cirurgia e da anestesia no grupo com Trendelenburg.

Tabela 11. Características do intraoperatório de acordo com o uso ou não do Trendelenburg

Características do intraoperatório	Trendelenburg (n=748)	Sem Trendelenburg (n=157)	Valor-p
Tipo de anestesia			
Intravenosa total	240 (32,1)	64 (40,8)	0,073
Inalatória	151 (20,2)	23 (14,6)	
Balanceada	356 (47,7)	70 (44,6)	
Uso de profilaxia antibiótica	712 (95,3)	146 (93,0)	0,316
Uso de bloqueio neuroaxial	159 (21,3)	21 (13,5)	0,035
Epidural	25 (15,7)	5 (23,8)	0,546
Espinhal	131 (82,4)	16 (76,2)	
Combinado	3 (1,9)	0 (0,0)	
Tipo de Trendelenburg			
Normal	405 (54,1)	0 (0,0)	< 0,001
Acentuado ($\geq 40^\circ$ de cefalodeclive)	343 (45,9)	0 (0,0)	
Uso de opióides			
Curta ação	454 (60,8)	108 (69,2)	0,094
Longa ação	81 (10,8)	8 (5,1)	
Ambos	184 (24,6)	36 (23,1)	
Uso de bloqueadores neuromusculares	742 (99,3)	155 (98,7)	0,776
Monitorização do bloqueio neuromuscular	457 (61,2)	96 (61,1)	1,000
Reversão do bloqueio neuromuscular	614 (82,2)	131 (83,4)	0,797
Paralisia residual	22 (3,0)	2 (1,3)	0,365
Total de fluidos administrados, mL	1623 $\pm$ 947	1632 $\pm$ 958	0,915
Cristalóides, mL	1598 $\pm$ 924	1618 $\pm$ 946	0,805
Colóide sintético, mL*	17 $\pm$ 147	10 $\pm$ 69	0,539

continua...

...continuação

Albumina, mL*	8 ± 82	4 ± 41	0,560
Débito urinário, mL	241 ± 344	275 ± 440	0,278
Perda sanguínea, mL	197 ± 244	134 ± 208	0,003
Balanço hídrico, mL	1185 ± 929	1223 ± 913	0,642
Temperatura ao final da cirurgia, °C	36,3 ± 0,5	36,3 ± 0,5	0,991
Transfusão de produtos de sangue	1 (0,1)	1 (0,6)	0,775
Concentrado de hemácias	1 (0,1)	0 (0,0)	1,000
Plasma fresco congelado	0 (0,0)	0 (0,0)	---
Plaquetas	0 (0,0)	1 (0,6)	0,388
Crioprecipitado	0 (0,0)	0 (0,0)	---
Duração da cirurgia, minutos	191 ± 76	171 ± 94	0,004
Duração da anestesia, minutos	235 ± 82	217 ± 104	0,018

Dados estão expressos em média ± desvio padrão ou N (%). mL: mililitros; SD: desvio padrão.

*considerando somente pacientes que receberam.

4.8 Parâmetros ventilatórios de acordo com o uso ou não do Trendelenburg

As figuras 10, 11 e 12 demonstram o comportamento dos parâmetros respiratórios e hemodinâmicos ao longo do tempo entre os grupos com e sem Trendelenburg. O volume corrente foi o único parâmetro ventilatório diferente entre os grupos e foi significativamente inferior no grupo com Trendelenburg. As figuras 13 e 14 demonstram a interação entre o posicionamento cirúrgico e as variáveis respiratórias na probabilidade predita de desenvolvimento de CPP. De acordo com essa análise, não observamos interação entre a P_{pico} , a PEEP e a frequência respiratória (valores médios) e da P_{pico} e PEEP (valores mais altos) na probabilidade predita do desenvolvimento de CPP de acordo com o uso do Trendelenburg. Nas figuras 15 e 16, observamos os parâmetros respiratórios de acordo com a insuflação do pneumoperitônio e o posicionamento cirúrgico definitivo nos grupos sem e com uso de Trendelenburg. Observamos uma diferença significativa quanto aos valores de volume corrente entre os grupos, sendo inferior nos pacientes com uso de Trendelenburg. O gráfico da P_{pico} , P_{plat} e *driving pressure*, para uma fração cumulativa de 50% dos pacientes, apresentaram resultados similares com valores mais altos no grupo com Trendelenburg após a insuflação do pneumoperitônio com valores incrementais após o posicionamento cirúrgico definitivo. Quanto a PEEP e a FiO_2 , não houve diferença entre os grupos. A SpO_2 foi superior no grupo sem Trendelenburg e quanto a complacência estática do sistema respiratório, houve significância estatística para a diferença de valores somente após o posicionamento e o grupo sem Trendelenburg apresentou valores mais altos.

Figura 10. Comportamento do volume corrente, P_{plat} , P_{pico} e *driving pressure* em quatro momentos específicos entre os grupos sem e com Trendelenburg

Figura 11. Comportamento da PEEP, SpO₂/FiO₂, FiO₂ e etCO₂ em quatro momentos específicos entre os grupos sem e com Trendelenburg

Figura 12. Comportamento da Crs, Cdyn, pressão arterial média e frequência cardíaca em quatro momentos específicos entre os grupos sem e com Trendelenburg

Valores estão representados em média $\pm$ desvio padrão. Valor-p para interação entre pressão de pico e posicionamento (0,803); PEEP e posicionamento (0,982); e frequência respiratória e posicionamento (0,47). Valores derivados de um modelo multivariado considerando os valores médios.

Figura 13. Interação entre as variáveis ventilatórias (valores médios) e o uso ou não de Trendelenburg durante a cirurgia

Valores estão representados em média $\pm$ desvio padrão. Valor-p para interação entre pressão de pico e posicionamento (0,888); PEEP e posicionamento (0,859); Valores derivados da análise de um modelo multivariado considerando os valores mais altos.

Figura 14. Interação entre as variáveis ventilatórias (valores mais altos) e o uso ou não de Trendelenburg durante a cirurgia

Figura 15. Distribuição cumulativa para o volume corrente, pressão de pico, platô e *driving pressure*, de acordo com o posicionamento cirúrgico

Figura 16. Distribuição cumulativa para a PEEP, FiO_2 , SpO_2 e complacência estática, de acordo com o posicionamento cirúrgico

4.9 Desfechos clínicos de acordo com o uso ou não do Trendelenburg

A tabela 12 descreve os desfechos clínicos de acordo com o uso do Trendelenburg. O desfecho primário, desenvolvimento de CPP, ocorreu em 138 pacientes (18,4%) do grupo com Trendelenburg e em 34 pacientes (21,7%) do grupo sem Trendelenburg, mas não houve significância estatística para a diferença de risco entre os grupos ($p=0,95$). Em relação aos desfechos secundários, o grupo com Trendelenburg apresentou maior risco para a necessidade de redução da pressão ventilatória e manobras de recrutamento não planejadas e o grupo sem Trendelenburg apresentou maior risco para novo uso de VM e admissão na unidade de terapia intensiva.

As figuras 17A e 17B ilustram respectivamente a incidência de CPP nos cinco primeiros dias de internação hospitalar e o tempo de internação hospitalar de

acordo com o uso ou não do posicionamento em trendelenburg. Não foi verificado correlação entre os desfechos investigados e o posicionamento da mesa operatória, tanto no modelo simples como no ajustado.

Tabela 12. Desfechos clínicos de acordo com o uso ou não do Trendelenburg

Desfechos clínicos	Trendelenburg (n=748)	Sem Trendelenburg (n=157)	Efeito estimado (95% CI)	Valor-p
Desfecho primário				
Complicações pulmonares no pós-operatório	138 (18,4)	34 (21,7)	-3,1 (-6,8 a 6,4) ^a	0,951
Necessidade não planejada de oxigênio	136 (18,2)	33 (21,0)	-2,8 (-6,3 a 6,8) ^a	0,951
Falência respiratória aguda	5 (0,7)	2 (1,3)	-0,6 (-2,1 a 0,9) ^a	0,432
Pneumonia	2 (0,3)	2 (1,3)	-1,0 (-2,1 a 0,1) ^a	0,084
ARDS	1 (0,1)	0 (0,0)	0,1 (-0,4 a 0,7) ^a	0,629
Pneumotórax	0 (0,0)	0 (0,0)	---	---
Desfechos secundários				
Complicações pulmonares severas no pós-operatório	8 (1,1)	3 (1,9)	-0,8 (-2,7 a 1,0) ^a	0,382
Complicações intraoperatórias				
Dessaturação	31 (4,1)	3 (1,9)	2,2 (-0,0 a 6,4) ^a	0,056
Manobras de recrutamento não planejadas	45 (6,0)	5 (3,2)	2,8 (0,1 a 7,9) ^a	0,042
Necessidade de redução de pressão ventilatória	19 (2,5)	0 (0,0)	2,5 (0,2 a 5,1) ^a	0,035
Hipotensão	161 (21,5)	34 (21,7)	-0,2 (-4,6 a 8,5) ^a	0,563
Necessidade não planejada de droga vasoativa	82 (11,0)	27 (17,2)	-6,2 (-8,9 a 1,0) ^a	0,122
Arritmia aguda nova	8 (1,1)	1 (0,6)	0,4 (-1,3 a 2,1) ^a	0,645
Ventilação não planejada após a cirurgia	3 (0,4)	1 (0,6)	-0,2 (-1,3 a 0,9) ^a	0,730
Continuação	3 / 3 (100,0)	0 / 1 (0,0)	---	---
Reintubação	0 / 3 (0,0)	1 / 1 (100,0)	---	---
Novo uso de ventilação mecânica	0 (0,0)	2 (1,3)	-1,3 (-2,1 a -0,5) ^a	0,001
Admissão na unidade de terapia intensiva	48 (6,4)	15 (9,6)	-3,2 (-9,6 a -0,1) ^a	0,007
Tempo de internação hospitalar, dias	3,5 ± 4,3	3,8 ± 4,4	-0,3 (-1,0 a 0,4) ^b	0,462
Mediana (IQR)	2 (1 – 4)	2 (1 – 5)		
Mortalidade hospitalar	12 (1,6)	1 (0,6)	1,0 (-1,2 a 2,9) ^a	0,402

Dados estão expressos em média ± desvio padrão ou N (%). ARDS: síndrome do desconforto respiratório agudo; IQR: intervalo interquartil. ^a efeito estimado é a diferença de risco e o valor-p calculado por um modelo linear generalizado com distribuição binomial e um *identity-link* e com efeito randômico entre os centros.

^b efeito estimado é a diferença média e o valor-p calculado através de um modelo linear generalizado com distribuição Gaussiana e com efeito randômico entre os centros.

Razões de risco e intervalo de confiança de 95% estimado a partir de um modelo de risco proporcional de Cox (fragilidade compartilhada) com centros como efeito aleatório. Modelo ajustado por: 1) variáveis pré-operatórias (idade, ASA, ARISCAT, procedimento cirúrgico e presença de apneia obstrutiva do sono); 2) variáveis intraoperatórias (ingestão total de líquidos, duração da anestesia, uso de monitoramento do bloqueio neuromuscular); 3) complicações intraoperatórias (dessaturação, necessidade de manobras não planejadas de recrutamento, hipotensão e necessidade não planejada de drogas vasoativas); e 4) variáveis pós-operatórias (necessidade de admissão na UTI). Os pacientes foram censurados no dia 28, com alta hospitalar antes de serem considerados vivos no dia 28.

Figura 17. Curva de sobrevivência de Kaplan-Meier para A) desenvolvimento de CPP nos cinco primeiros dias de pós-operatório, e B) tempo de internação hospitalar de acordo com o uso ou não de Trendelenburg durante a cirurgia

5 DISCUSSÃO

O AVATaR é o primeiro estudo prospectivo, observacional e multicêntrico que buscou avaliar o manejo ventilatório, as características do paciente e do intraoperatório e o impacto desses fatores na incidência de CPP na RAS abdominal. Os resultados do presente estudo estão sumarizados a seguir: 1) a incidência de CPP nessa população cirúrgica é alta; 2) quanto a prática ventilatória, o modo ventilatório VCV foi o mais utilizado, com volume corrente inferior a 8mL/kg PBW, PEEP variando entre 5 e 7cmH₂O e manobras de recrutamento mais usadas em T₂ e em 14% dos casos; 3) a P_{pico} foi o único parâmetro ventilatório associado com CPP; 4) o desenvolvimento da CPP está associado com prolongamento no tempo de internação hospitalar, maior necessidade de admissão à UTI e de uso de ventilação mecânica no pós-operatório; 5) outros fatores não relacionados com a ventilação e associados com a CPP foram a idade, a apnéia obstrutiva do sono, a duração da anestesia, a presença de dessaturação e a necessidade não planejada de drogas vasoativas; e 6) não houve diferença quanto a incidência de CPP e tempo de internação hospitalar de acordo com o uso do posicionamento em Trendelenburg.

Na prática clínica do anesthesiologista, a RAS abdominal com Trendelenburg impõe desafios relacionados ao sistema respiratório.⁽⁶⁸⁾ Apesar da crescente quantidade de publicações neste tema, aspectos envolvendo as CPP e a mecânica respiratória ainda carecem de elucidação. Embora o desenho do estudo AVATaR não possibilite inferências de causalidade, ele permite a geração de hipóteses e fornecerá substrato para novas pesquisas. Algumas publicações em revistas científicas respeitadas citaram a importância dos resultados do AVATaR para auxiliar na compreensão do impacto do manejo ventilatório nessa modalidade cirúrgica.^(29,69)

A comparação dos resultados do presente estudo com a população cirúrgica geral pode ser feita através da avaliação do estudo LAS VEGAS:⁽²⁹⁾ um grande estudo prospectivo, multicêntrico e internacional, de desenho similar ao AVATaR e que incluiu 9.865 pacientes submetidos a diversas modalidades cirúrgicas (exceto cirurgias com *bypass* cardiopulmonar e com ventilação monopulmonar). A incidência de 19% de CPP no AVATaR foi superior àquela reportada no LAS VEGAS,⁽²⁹⁾ que descreveu uma incidência geral de 10,4% de CPP, com maior incidência de CPP severa (2,8 *versus* 1,2%) e menor incidência de CPP leve (8,5

versus 18,75%). Nenhum estudo prospectivo em cirurgia robótica abdominal investigou a incidência de CPP. Um estudo⁽³¹⁾ retrospectivo em RAS ginecológica reportou uma incidência de 2% desse desfecho, mas a necessidade não planejada de oxigênio não foi investigada. Outro estudo⁽⁷⁰⁾ retrospectivo incluindo 2.208 pacientes submetidos a prostatectomia robótica reportou uma incidência de 30,9% de CPP. Nesse estudo, a necessidade de oxigenioterapia em pacientes com saturação arterial inferior a 90% foi um desfecho incluído como CPP. Os fatores relacionados com o desenvolvimento de CPP foram a idade aumentada, IMC mais alto, hipoalbuminemia e ausência de uso de PEEP no intraoperatório. Similar aos nossos achados, os pacientes que desenvolveram CPP apresentaram aumento da incidência de admissão em UTI e do tempo de permanência na UTI.

No presente estudo, o principal componente da CPP foi a necessidade não planejada de oxigênio. Apesar de ser considerado um evento de menor gravidade e eventualmente negligenciado, demonstramos a associação com o prolongamento do tempo de internação hospitalar, maior necessidade de admissão à UTI e de uso de ventilação mecânica no pós-operatório. A importância desse desfecho também foi o achado de um estudo⁽⁷¹⁾ prospectivo que incluiu 1.202 pacientes em cirurgia não cardíaca. Neste estudo, verificou-se a associação entre a CPP leve (necessidade de uso de oxigênio no pós-operatório) e o aumento da necessidade de admissão em UTI e prolongamento no tempo de internação hospitalar. Outro estudo retrospectivo⁽⁷²⁾ que analisou 71.025 indivíduos submetidos à cirurgia não cardíaca, reportou associação entre a dessaturação logo após a extubação e o aumento no risco para o desenvolvimento de complicações respiratórias, prolongamento no tempo de internação hospitalar e maior necessidade de admissão em UTI. Ainda, quando estratificamos o tipo de CPP de acordo com o tempo de internação hospitalar, demonstramos que a necessidade não planejada de oxigênio foi o principal componente da CPP durante todos os dias de seguimento, com queda de 50% do pós-operatório para o primeiro dia de seguimento. Tal achado pode refletir, dentre outros, a influência de fatores como a sedação residual, paralisia neuromuscular residual não diagnosticada, mas principalmente de uma melhora no edema de vias aéreas e da atelectasia, que são eventos com potencial para ocorrer em maior grau na RAS do que nas outras modalidades cirúrgicas, devido as peculiaridades da RAS.

A presença de edema de vias aéreas foi o resultado de um estudo⁽⁴²⁾ que investigou o efeito do Trendelenburg acentuado nas vias aéreas intra e extra-

torácicas em pacientes submetidos a prostatectomia robótica. Nesse estudo,⁽⁴²⁾ a resolução do aumento da resistência em vias aéreas intratorácicas ocorreu em até cinco dias, enquanto para as vias aéreas superiores, a resolução ocorreu em 24 horas, período de tempo aproximado que observamos queda de 50% da incidência de CPP. Ainda nesse estudo,⁽⁴²⁾ verificou-se redução significativa da saturação arterial de oxigênio após a cirurgia, que somente após 24hrs, atingiu valores acima de 92%, com recuperação aos valores pré-operatórios em 5 dias. Considerando que a saturação abaixo de 92% foi o valor de corte que utilizamos para definir a necessidade não planejada de oxigênio em pacientes sem DPOC, podemos supor que o edema de vias aéreas superiores tenha um papel na alta porcentagem de necessidade não planejada de oxigênio na RAS. O edema de vias aéreas é a principal complicação reportada por anestesiológicos em cirurgias com Trendelenburg⁽⁶⁸⁾ e outro estudo⁽⁷³⁾ sobre complicações na RAS, reportou uma incidência de edema de vias aéreas de 0,7 a 26%, cujo principal evento decorrente foi a reintubação, seguida de atraso na extubação.

A atelectasia persistente também pode estar relacionada com a necessidade não planejada de oxigênio. Um estudo⁽⁷⁴⁾ em pacientes submetidos a prostatectomia robótica demonstrou, através de tomografia por impedância elétrica, a presença de áreas pulmonares pouco ventiladas, sugestivas de atelectasia, mesmo após o final da cirurgia. Apesar de não mensurarmos objetivamente a atelectasia, observamos a queda persistente da complacência pulmonar em relação aos valores iniciais, mesmo após o fim do Trendelenburg e do pneumoperitônio, sugerindo também a atelectasia persistente. As consequências da atelectasia incluem a redução da complacência pulmonar, hipoxemia, aumento da resistência vascular pulmonar, risco de infecção no pós-operatório e até insuficiência respiratória.⁽⁷⁵⁾ Nossos resultados demonstram associação entre o maior risco de desenvolvimento de CPP com o aumento do tempo anestésico e cirúrgico e presença de apnéia do sono, fatores que podem contribuir para maior atelectasia e edema de vias aéreas.

Quanto aos parâmetros ventilatórios, após a análise multivariada, a P_{pico} média, assim como a maior P_{pico} durante os momentos chaves da RAS abdominal, foram os únicos parâmetros ventilatórios associados com maior risco para o desenvolvimento de CPP. Na RAS com Trendelenburg, a restrição de mobilidade torácica pelo posicionamento e transmissão da pressão abdominal para o tórax são causas para o aumento da P_{pico} . O pneumoperitônio e a posição em Trendelenburg elevam a P_{pl} contrabalanceando o aumento da P_{pico} , o que poderia manter o alvéolo

submetido a um gradiente pressórico adequado. Nessa população cirúrgica, a elastância da parede torácica aumenta em maior grau do que a elastância pulmonar, assim o aumento da pressão transpulmonar (que promove a lesão pulmonar) representaria uma fração inferior a *driving pressure* total que o pulmão está sendo submetido.⁽⁷⁶⁾ Em parte, isso poderia explicar a incidência inferior de CPP severa do AVATaR em comparação ao estudo LAS VEGAS. Outro dado encontrado em nosso estudo e que corrobora tal hipótese, foi a ausência de associação estatística entre a *driving pressure* e a P_{plat} com o desenvolvimento de CPP. Provavelmente, os pacientes submetidos a RAS com Trendelenburg estariam sob maior risco de desenvolver CPP leve e menor risco de desenvolver CPP severa.

Quanto a prática ventilatória, observamos que o volume corrente não variou significativamente entre os momentos investigados e permaneceu abaixo de 8mL/kg de PBW. Tal achado pode refletir a preferência pelo uso do modo VCV durante a cirurgia, confirmado pela importante variação das pressões nas vias aéreas mas manutenção do volume corrente. Na presença de um volume corrente constante durante a cirurgia, a redução encontrada na complacência do sistema respiratório reflete verdadeiramente a influência do posicionamento e do pneumoperitônio, não por uma questão intrínseca ao parênquima pulmonar, mas por impedimento mecânico ao deslocamento torácico. A preferência pelo modo ventilatório em VCV pode ser devido também a necessidade de garantir uma troca gasosa adequada, mesmo que a garantia de volume corrente resulte em altas pressões ventilatórias.

Em relação ao manejo anestésico, a anestesia intravenosa total foi mais frequente no grupo que desenvolveu CPP. Apesar de não existirem estudos correlacionando a técnica anestésica com a incidência de CPP na RAS, a literatura aponta para um provável benefício da anestesia inalatória na redução desse agravo em cirurgia não cardíaca⁽⁷⁷⁾ e cardíaca.⁽⁷⁸⁾ Ainda, a monitorização do bloqueio neuromuscular ocorreu em apenas 61,2% dos pacientes e foi realizada mais frequentemente no grupo que não apresentou CPP. Esta associação pode ser reflexo indireto de uma maior incidência de bloqueio neuromuscular residual não diagnosticado em pacientes não monitorizados. É sabido que o bloqueio neuromuscular residual promove disfunção da musculatura respiratória e é um fator de risco estabelecido para o desenvolvimento de CPP.⁽⁷⁹⁾ Um estudo recente⁽⁸⁰⁾ em 22.803 pacientes, evidenciou uma associação independente entre a monitorização, o tipo de reversor, a extubação com *train of four* superior a 0,9, e o uso de bloqueador neuromuscular com o

desenvolvimento de CPP. O autor desse estudo incentiva evitar o uso dessa medicação sempre que possível. Na RAS abdominal, a imobilidade do paciente é imperativa e o uso do bloqueio neuromuscular não pode ser dispensado. O papel da monitorização do bloqueio neuromuscular na prevenção da CPP é incerto, mas recomendações da sociedade italiana de anestesia orientam o uso desta monitorização na RAS abdominal.⁽⁸¹⁾

O total de fluidos administrados e o balanço hídrico foram discretamente superiores no grupo que desenvolveu CPP, mas após o ajuste multivariado não foi verificada associação com a incidência de CPP. A estratégia ideal acerca do manejo volêmico não está estabelecida, mas recomendações sugerem hidratação cautelosa e balanço hídrico próximo a zero na RAS abdominal.⁽⁸¹⁾ Devido ao posicionamento em Trendelenburg, a incidência de edema em vias aéreas pode ocorrer em 0,7-26% dos casos⁽⁷³⁾ e existe correlação entre a quantidade de fluidos administrados e também do tempo cirúrgico com o edema das vias aéreas.⁽⁴³⁾

Na análise *post-hoc* também não verificamos significância estatística quanto ao desfecho primário e aos desfechos secundários para CPP leve e grave de acordo com o uso do Trendelenburg. Esse resultado pode dever-se ao fato que o grupo sem uso de Trendelenburg apresentou maior proporção de cirurgias com maior morbidade, além de apresentar superioridade quantitativa quanto aos pacientes com ASA 3 e ARISCAT ≥ 45 .

Este estudo possui algumas limitações. Primeiro, o desenho do estudo permitiu apenas o registro de dados coletado como parte do tratamento padrão e, portanto, não foram solicitados exames laboratoriais ou radiográficos adicionais. Segundo, não foi registrado o modo de fixação do paciente na mesa cirúrgica (faixa torácica ou anteparo de ombros). Terceiro, os anestesiologistas podem mudar ativamente a prática ventilatória e o manejo anestésico pelo conhecimento da participação do estudo (efeito Hawthorne). Quarto, pode ocorrer um viés de seleção pois pressupõe-se que os centros participantes tem interesse acadêmico nesse assunto e podem realizar a ventilação mecânica protetora mais frequentemente. Quinto, é possível uma diferença de qualidade no relatório de dados entre os centros, apesar da extensa limpeza de dados. Sexto, a natureza observacional não permite inferir relação causal entre os fenômenos investigados.

6 CONCLUSÕES

1. Na cirurgia robótica abdominal o desenvolvimento de complicações pulmonares no pós-operatório está associado com prolongamento da internação hospitalar, maior necessidade de admissão em unidade de terapia intensiva e de uso de ventilação mecânica no pós operatório;
2. No cuidado pré-operatório, esforços devem ser direcionados para otimização terapêutica dos pacientes com apneia do sono;
3. No cuidado intraoperatório, o manejo anestésico deve buscar evitar a ocorrência de dessaturação, uso não planejado de drogas vasoativas e aumento da pressão de pico ventilatória. Além disso, a redução da duração da anestesia e consequentemente do tempo cirúrgico, devem ser encorajadas;
4. No cuidado pós-operatório, atenção especial deve ser direcionada aos pacientes com necessidade não planejada de oxigênio;
5. A identificação dos fatores associados com o desenvolvimento de complicações pulmonares no pós operatório nessa população investigada, representa uma importante ferramenta para o aprimoramento do cuidado anestésico em todo perioperatório.

7 REFERÊNCIAS

1. Pugin F, Bucher P, Morel P. History of robotic surgery: from AESOP^(R) and ZEUS^(R) to da Vinci^(R). *J Visc Surg*. 2011;148(5 Suppl):e3-8.
2. Intuitive Surgical. Annual Report 2016 [Internet]. Sunnyvale: Sunnyvale; 2016 cited 2020 Feb 11]. Available from: http://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/i/NASDAQ_ISR_2016.pdf
3. Danic MJ, Chow M, Alexander G, Bhandari A, Menon M, Brown M. Anesthesia considerations for robotic-assisted laparoscopic prostatectomy: a review of 1,500 cases. *J Robot Surg*. 2007;1(2):119-23.
4. Novara G, Ficarra V, Rosen RC, Artibani W, Costello A, Eastham JA, et al. Systematic review and meta-analysis of perioperative outcomes and complications after robot-assisted radical prostatectomy. *Eur Urol*. 2012;62(3):431-52.
5. Trinh QD, Sammon J, Sun M, Ravi P, Ghani KR, Bianchi M, et al. Perioperative outcomes of robot-assisted radical prostatectomy compared with open radical prostatectomy: results from the nationwide inpatient sample. *Eur Urol*. 2012;61(4):679-85.
6. Lee JR. Anesthetic considerations for robotic surgery. *Korean J Anesthesiol*. 2014;66(1):3-11.
7. Tan A, Ashrafi H, Scott AJ, Mason SE, Harling L, Athanasiou T, et al. Robotic surgery: disruptive innovation or unfulfilled promise? A systematic review and meta-analysis of the first 30 years. *Surg Endosc*. 2016;30(10):4330-52.
8. Lavoue V, Gotlieb W. Benefits of minimal access surgery in elderly patients with pelvic cancer. *Cancers*. 2016;8(1):1-11.
9. Modi PK, Kwon YS, Patel N, Dinizo M, Farber N, Zhao PT, et al. Safety of robot-assisted radical prostatectomy with pneumoperitoneum of 20 mm hg: a study of 751 patients. *J Endourol*. 2015;29(10):1148-51.
10. Choi EM, Na S, Choi SH, An J, Rha KH, Oh YJ. Comparison of volume-controlled and pressure-controlled ventilation in steep Trendelenburg position for robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *J Clin Anesth*. 2011;23(3):183-8.
11. Sharma KC, Brandstetter RD, Brensilver JM, Jung LD. Cardiopulmonary physiology and pathophysiology as a consequence of laparoscopic surgery. *Chest*. 1996;110(3):810-5.
12. Sahin DA, Haliloglu B, Sahin FK, Akbulut G, Fidan H, Koken G, et al. Stepwise rising CO2 insufflation as an ischemic preconditioning method. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2007;17(6):723-9.
13. Karapolat S, Gezer S, Yildirim U, Dumlu T, Karapolat B, Ozaydin I, et al. Prevention of pulmonary complications of pneumoperitoneum in rats. *J Cardiothorac Surg*. 2011;6:14.
14. Davarci I, Karcioğlu M, Tuzcu K, Inanoglu K, Yetim TD, Motor S, et al. Evidence for negative effects of elevated intra-abdominal pressure on pulmonary mechanics and oxidative stress. *ScientificWorldJournal*. 2015;2015:612642.

15. Karadag MA, Cecen K, Demir A, Bagcioglu M, Kocaaslan R, Kadioglu TC. Gastrointestinal complications of laparoscopic/robot-assisted urologic surgery and a review of the literature. *J Clin Med Res.* 2015;7(4):203-10.
16. Miskovic A, Lumb AB. Postoperative pulmonary complications. *Br J Anaesth.* 2017;118(3):317-34.
17. Canet J, Mazo V. Postoperative pulmonary complications. *Minerva Anesthesiol.* 2010;76(2):138-43.
18. Choi ES, Oh AY, In CB, Ryu JH, Jeon YT, Kim HG. Effects of recruitment manoeuvre on perioperative pulmonary complications in patients undergoing robotic assisted radical prostatectomy: a randomised single-blinded trial. *PloS one.* 2017;12(9):e0183311.
19. Oksar M, Akbulut Z, Ocal H, Balbay MD, Kanbak O. [Robotic prostatectomy: the anesthetist's view for robotic urological surgeries, a prospective study]. *Rev Bras Anesthesiol.* 2014;64(5):307-13.
20. Valenza F, Chevallard G, Fossali T, Salice V, Pizzocri M, Gattinoni L. Management of mechanical ventilation during laparoscopic surgery. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2010;24(2):227-41.
21. Hong JY, Oh YJ, Rha KH, Park WS, Kim YS, Kil HK. Pulmonary edema after da Vinci-assisted laparoscopic radical prostatectomy: a case report. *J Clin Anesth.* 2010;22(5):370-2.
22. Phong SV, Koh LK. Anaesthesia for robotic-assisted radical prostatectomy: considerations for laparoscopy in the Trendelenburg position. *Anaesth Intensive Care.* 2007;35(2):281-5.
23. Jammer I, Wickboldt N, Sander M, Smith A, Schultz MJ, Pelosi P, et al. Standards for definitions and use of outcome measures for clinical effectiveness research in perioperative medicine: European Perioperative Clinical Outcome (EPCO) definitions: a statement from the ESA-ESICM joint taskforce on perioperative outcome measures. *Eur J Anaesthesiol.* 2015;32(2):88-105.
24. Canet J, Gallart L, Gomar C, Paluzie G, Valles J, Castillo J, et al. Prediction of postoperative pulmonary complications in a population-based surgical cohort. *Anesthesiology.* 2010;113(6):1338-50.
25. Neto AS, Costa LGV, Hemmes SNT, Canet J, Hedenstierna G, Jaber S, et al. The LAS VEGAS risk score for prediction of postoperative pulmonary complications: an observational study. *Eur J Anaesthesiol.* 2018;35(9):691-701.
26. Shander A, Fleisher LA, Barie PS, Bigatello LM, Sladen RN, Watson CB. Clinical and economic burden of postoperative pulmonary complications: patient safety summit on definition, risk-reducing interventions, and preventive strategies. *Crit Care Med.* 2011;39(9):2163-72.
27. Guldner A, Kiss T, Serpa Neto A, Hemmes SN, Canet J, Spieth PM, et al. Intraoperative protective mechanical ventilation for prevention of postoperative pulmonary complications: a comprehensive review of the role of tidal volume, positive end-expiratory pressure, and lung recruitment maneuvers. *Anesthesiology.* 2015;123(3):692-713.
28. Hemmes SN, Serpa Neto A, Schultz MJ. Intraoperative ventilatory strategies to prevent postoperative pulmonary complications: a meta-analysis. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2013;26(2):126-33.

29. Investigators. LV. Epidemiology, practice of ventilation and outcome for patients at increased risk of postoperative pulmonary complications: LAS VEGAS - an observational study in 29 countries. *Eur J Anaesthesiol*. 2017;34(8):492-507.
30. Serpa Neto A, Hemmes SN, Barbas CS, Beiderlinden M, Biehl M, Binnekade JM, et al. Protective versus conventional ventilation for surgery: a systematic review and individual patient data meta-analysis. *Anesthesiology*. 2015;123(1):66-78.
31. Burks C, Nelson L, Kumar D, Fogg L, Saha C, Guirguis A, et al. Evaluation of Pulmonary Complications in Robotic-Assisted Gynecologic Surgery. *Journal of minimally invasive gynecology*. 2017;24(2):280-5.
32. Wysham WZ, Kim KH, Roberts JM, Sullivan SA, Campbell SB, Roque DR, et al. Obesity and perioperative pulmonary complications in robotic gynecologic surgery. *American journal of obstetrics and gynecology*. 2015;213(1):33.e1-.e7.
33. Gali B, Bakkum-Gamez JN, Plevak DJ, Schroeder D, Wilson TO, Jankowski CJ. Perioperative outcomes of robotic-assisted hysterectomy compared with open hysterectomy. *Anesth Analg*. 2018;126(1):127-33.
34. Takmaz O, Asoglu MR, Gungor M. Patient positioning for robot-assisted laparoscopic benign gynecologic surgery: a review. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2018;223:8-13.
35. Kadono Y, Yaegashi H, Machioka K, Ueno S, Miwa S, Maeda Y, et al. Cardiovascular and respiratory effects of the degree of head-down angle during robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Int J Med Robot*. 2013;9(1):17-22.
36. Kalmar AF, Foubert L, Hendrickx JF, Mottrie A, Absalom A, Mortier EP, et al. Influence of steep Trendelenburg position and CO(2) pneumoperitoneum on cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory homeostasis during robotic prostatectomy. *Br J Anaesth*. 2010;104(4):433-9.
37. Lestar M, Gunnarsson L, Lagerstrand L, Wiklund P, Odeberg-Wernerman S. Hemodynamic perturbations during robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy in 45 degrees Trendelenburg position. *Anesth Analg*. 2011;113(5):1069-75.
38. Lebowitz P, Yedlin A, Hakimi AA, Bryan-Brown C, Richards M, Ghavamian R. Respiratory gas exchange during robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *J Clin Anesth*. 2015;27(6):470-5.
39. Tomescu DR, Popescu M, Dima SO, Bacalbasa N, Bubenek-Turconi S. Obesity is associated with decreased lung compliance and hypercapnia during robotic assisted surgery. *J Clin Monit Comput*. 2017;31(1):85-92.
40. Hypolito OH, Azevedo JL, de Lima Alvarenga Caldeira FM, de Azevedo OC, Miyahira SA, Miguel GP, et al. Creation of pneumoperitoneum: noninvasive monitoring of clinical effects of elevated intraperitoneal pressure for the insertion of the first trocar. *Surg Endosc*. 2010;24(7):1663-9.
41. Gutt CN, Oniu T, Mehrabi A, Schemmer P, Kashfi A, Kraus T, et al. Circulatory and respiratory complications of carbon dioxide insufflation. *Dig Surg*. 2004;21(2):95-105.
42. Kilic OF, Borgers A, Kohne W, Musch M, Kropfl D, Groeben H. Effects of steep Trendelenburg position for robotic-assisted prostatectomies on intra- and extrathoracic airways

in patients with or without chronic obstructive pulmonary disease. *Br J Anaesth*. 2015;114(1):70-6.

43. Reddy S, Jain D, Jain K, Gandhi K, Mohan R, Kang M. Changes in airway dimensions after robot assisted surgeries in steep Trendelenburg position. *J Robot Surg*. 2018.

44. La Falce S, Novara G, Gandaglia G, Umari P, De Naeyer G, D'Hondt F, et al. Low pressure robot-assisted radical prostatectomy with the airseal system at OLV hospital: results from a prospective study. *Clin Genitourin Cancer*. 2017;15(6):e1029-e37.

45. Choi DK, Lee IG, Hwang JH. Arterial to end-tidal carbon dioxide pressure gradient increases with age in the steep Trendelenburg position with pneumoperitoneum. *Korean J Anesthesiol*. 2012;63(3):209-15.

46. Kim MS, Kim NY, Lee KY, Choi YD, Hong JH, Bai SJ. The impact of two different inspiratory to expiratory ratios (1:1 and 1:2) on respiratory mechanics and oxygenation during volume-controlled ventilation in robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: a randomized controlled trial. *Can J Anaesth*. 2015;62(9):979-87.

47. Oksar M, Akbulut Z, Ocal H, Balbay MD, Kanbak O. Anesthetic considerations for robotic cystectomy: a prospective study. *Braz J Anesthesiol*. 2014;64(2):109-15.

48. Jaju R, Jaju PB, Dubey M, Mohammad S, Bhargava AK. Comparison of volume controlled ventilation and pressure controlled ventilation in patients undergoing robot-assisted pelvic surgeries: an open-label trial. *Indian J Anaesth*. 2017;61(1):17-23.

49. Kim MS, Soh S, Kim SY, Song MS, Park JH. Comparisons of pressure-controlled ventilation with volume guarantee and volume-controlled 1:1 equal ratio ventilation on oxygenation and respiratory mechanics during robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: a randomized-controlled trial. *Int J Med Sci*. 2018;15(13):1522-9.

50. Yanos J, Watling SM, Verhey J. The physiologic effects of inverse ratio ventilation. *Chest*. 1998;114(3):834-8.

51. Kim WH, Hahm TS, Kim JA, Sim WS, Choi DH, Lee EK, et al. Prolonged inspiratory time produces better gas exchange in patients undergoing laparoscopic surgery: a randomised trial. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2013;57(5):613-22.

52. Hur M, Park SK, Jung DE, Yoo S, Choi JY, Kim WH, et al. Effect of prolonged inspiratory time on gas exchange during robot-assisted laparoscopic urologic surgery. *Anaesthesist*. 2018;67(11):859-67.

53. Lee HJ, Kim KS, Jeong JS, Shim JC, Cho ES. Optimal positive end-expiratory pressure during robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Korean J Anesthesiol*. 2013;65(3):244-50.

54. Ahn S, Byun SH, Chang H, Koo YB, Kim JC. Effect of recruitment maneuver on arterial oxygenation in patients undergoing robot-assisted laparoscopic prostatectomy with intraoperative 15 cmH₂O positive end expiratory pressure. *Korean J Anesthesiol*. 2016;69(6):592-8.

55. Gattinoni L, Protti A, Caironi P, Carlesso E. Ventilator-induced lung injury: the anatomical and physiological framework. *Crit Care Med*. 2010;38(10 Suppl):S539-48.

56. Haitsma JJ, Slutsky AS. Ventilator-induced lung injury. In: Papadakos PJ, Lachmann B, editors. Mechanical ventilation: clinical applications and pathophysiology. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2008. p. 615-623.
57. Davidovich N, DiPaolo BC, Lawrence GG, Chhour P, Yehya N, Margulies SS. Cyclic stretch-induced oxidative stress increases pulmonary alveolar epithelial permeability. *Am J Respir Cell Mol Biol*. 2013;49(1):156-64.
58. Silva PL, Negrini D, Rocco PR. Mechanisms of ventilator-induced lung injury in healthy lungs. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2015;29(3):301-13.
59. Hess DR. Respiratory mechanics in mechanically ventilated patients. *Respir Care*. 2014;59(11):1773-94.
60. Stenqvist O, Persson P, Lundin S. Can we estimate transpulmonary pressure without an esophageal balloon?-yes. *Ann Transl Med*. 2018;6(19):392.
61. Grieco DL, Chen L, Brochard L. Transpulmonary pressure: importance and limits. *Ann Transl Med*. 2017;5(14):285.
62. Amato MB, Meade MO, Slutsky AS, Brochard L, Costa EL, Schoenfeld DA, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2015;372(8):747-55.
63. Neto AS, Hemmes SN, Barbas CS, Beiderlinden M, Fernandez-Bustamante A, Futier E, et al. Association between driving pressure and development of postoperative pulmonary complications in patients undergoing mechanical ventilation for general anaesthesia: a meta-analysis of individual patient data. *Lancet Respir Med*. 2016;4(4):272-80.
64. Queiroz VNF, da Costa LGV, Barbosa RP, Takaoka F, De Baerdemaeker L, Cesar DS, et al. International multicenter observational study on assessment of ventilatory management during general anaesthesia for robotic surgery and its effects on postoperative pulmonary complication (AVATaR): study protocol and statistical analysis plan. *BMJ open*. 2018;8(8):e021643.
65. American Thoracic Society. Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005;171(4):388-416.
66. Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, Fan E, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. *JAMA*. 2012;307(23):2526-33.
67. Sharma A, Jindal P. Principles of diagnosis and management of traumatic pneumothorax. *J Emerg Trauma Shock*. 2008;1(1):34-41.
68. Souki FG, Rodriguez-Blanco YF, Polu SR, Eber S, Candiotti KA. Survey of anesthesiologists' practices related to steep Trendelenburg positioning in the USA. *BMC Anesthesiology*. 2018;18(1):117.
69. Ashrafian H, Clancy O, Grover V, Darzi A. The evolution of robotic surgery: surgical and anaesthetic aspects. *BJA: British Journal of Anaesthesia*. 2017;119(suppl_1):i72-i84.
70. Yu J, Park JY, Kim DH, Kim S, Hwang JH, Seo H, et al. Incidence and risk factors of pulmonary complications after robot-assisted laparoscopic prostatectomy: a retrospective observational analysis of 2208 patients at a large single center. *J Clin Med*. 2019;8(10).

71. Fernandez-Bustamante A, Frendl G, Sprung J, Kor DJ, Subramaniam B, Martinez Ruiz R, et al. Postoperative Pulmonary Complications, Early Mortality, and Hospital Stay Following Noncardiothoracic Surgery: A Multicenter Study by the Perioperative Research Network Investigators. *JAMA surgery*. 2017;152(2):157-66.
72. Rostin P, Teja BJ, Friedrich S, Shaefi S, Murugappan KR, Ramachandran SK, et al. The association of early postoperative desaturation in the operating theatre with hospital discharge to a skilled nursing or long-term care facility. *Anaesthesia*. 2019;74(4):457-67.
73. Maerz DA, Beck LN, Sim AJ, Gainsburg DM. Complications of robotic-assisted laparoscopic surgery distant from the surgical site. *Br J Anaesth*. 2017;118(4):492-503.
74. Ukere A, Marz A, Wodack KH, Trepte CJ, Haese A, Waldmann AD, et al. Perioperative assessment of regional ventilation during changing body positions and ventilation conditions by electrical impedance tomography. *Br J Anaesth*. 2016;117(2):228-35.
75. Restrepo RD, Braverman J. Current challenges in the recognition, prevention and treatment of perioperative pulmonary atelectasis. *Expert review of respiratory medicine*. 2015;9(1):97-107.
76. Brandao JC, Lessa MA, Ribeiro G, Hashimoto S, Paula LF, Torsani V, et al. Global and regional respiratory mechanics during robotic-assisted laparoscopic surgery: a randomized study. *Anesth Analg*. 2019.
77. Grabitz SD, Farhan HN, Ruscic KJ, Timm FP, Shin CH, Thevathasan T, et al. Dose-dependent protective effect of inhalational anesthetics against postoperative respiratory complications: a prospective analysis of data on file from three hospitals in New England. *Critical care medicine*. 2017;45(1):e30-e9.
78. Uhlig C, Bluth T, Schwarz K, Deckert S, Heinrich L, De Hert S, et al. Effects of Volatile Anesthetics on Mortality and Postoperative Pulmonary and Other Complications in Patients Undergoing Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *Anesthesiology*. 2016;124(6):1230-45.
79. Fuchs-Buder T, Nemes R, Schmartz D. Residual neuromuscular blockade: management and impact on postoperative pulmonary outcome. *Current opinion in anaesthesiology*. 2016;29(6):662-7.
80. Kirmeier E, Eriksson LI, Lewald H, Jonsson Fagerlund M, Hoeft A, Hollmann M, et al. Post-anaesthesia pulmonary complications after use of muscle relaxants (POPULAR): a multicentre, prospective observational study. *The Lancet Respiratory medicine*. 2019;7(2):129-40.
81. Corcione A, Angelini P, Bencini L, Bertellini E, Borghi F, Buccelli C, et al. Joint consensus on abdominal robotic surgery and anesthesia from a task force of the SIAARTI and SIC. *Minerva anestesologica*. 2018;84(10):1189-208.

Abstract

Introduction: Robotic surgery is a recent surgical option that often requires combining the Trendelenburg position with pneumoperitoneum. This combination may negatively impact respiratory mechanics and may lead to postoperative pulmonary complications. The development of postoperative pulmonary complications results in an increase of mortality, morbidity and length of hospital stay. **Purpose:** To investigate the incidence of pulmonary complications in patients who underwent robotic abdominal surgery, to characterize the current ventilatory practice during robotic abdominal surgery, and to evaluate the association between ventilatory parameters, and the development of postoperative pulmonary complications after adjustment of prognostic variables. **Methods:** This was an international, multicenter, prospective and observational study including adult patients who underwent mechanical ventilation for robotic abdominal surgery. Postoperative pulmonary complication data were collected at day 0 (end of the surgery up to 11:59pm) and at days 1, 2, 3, 4, and 5 after the surgery (each day from 00:00 am to 11:59pm). Data collection ended in the day after hospital discharge or at day 5 after the surgery, whichever occurred first. Data were collected for 1-month at each participating center. **Results:** A total of 905 patients were included in the study. The incidence of postoperative pulmonary complications was 19%. Of these, 1.2% were severe complications. The volume-controlled ventilation mode was the most used, tidal volume was below 8mL/kg of predicted weight, and positive end-expiratory pressure ranged from 5 to 7cmH₂O. The development of postoperative pulmonary complications was associated with longer hospitalization, increased need for admission to the intensive care unit, and the use of mechanical ventilation during the postoperative period. **Conclusions:** In robotic abdominal surgery, factors such as sleep apnea, intraoperative desaturation, the unplanned need for vasoactive drugs, duration of anesthesia and an increase in peak pressure are associated with a higher risk of developing postoperative pulmonary complications. The unplanned need for oxygen was the main complication observed and although this complication is often neglected, it is associated with an increased morbidity.

ClinicalTrials.gov Identifier: NCT 02989415

Keywords: Respiration, artificial; Robotic surgical procedures; Ventilator-induced lung injury

Apêndice

Apêndice 1. Protocolo do estudo – Case Report Form

VENTILAÇÃO MECÂNICA DURANTE CIRURGIA ROBÓTICA (AVATaR)

Avaliação do Manejo Ventilatório Durante Anestesia Geral para
Cirurgia Robótica e seus Efeitos em Complicações Pulmonares no
Pós-Operatório: Um estudo observacional prospectivo multicêntrico

Número Serial do Paciente

centro			paciente			

Investigador Local 1

**Investigador principal: Prof. Ary Serpa Neto, Departamento de Terapia Intensiva,
Hospital Israelita Albert Einstein**

**Contato: Veronica Neves Fialho Queiroz, Anestesiologia, Hospital Israelita Albert
Einstein, veronicanfialho@gmail.com**

**Paciente Submetido a Ventilação Mecânica
Durante Anestesia Geral para Cirurgia Robótica**

Inclusão no Estudo

Aquisição dos Dados no Dia -1 ou 0 (CRF 1)
Demográficos e Pré-Operatórios

Aquisição dos Dados no Dia 0 (CRF 2)
*Parâmetros de Ventilação Mecânica
Variáveis e Complicações Intra-operatórias
Complicações Pulmonares no Pós-Operatório*

Aquisição dos Dados nos Dias 1 a 5 (CRF 3)
Complicações Pulmonares no Pós-Operatório

1. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO, EXCLUSÃO E CONSENTIMENTO

	Sim	Não
Críticos de Inclusão		
Idade > 18 anos	☐	☐
Ventilação mecânica para cirurgia robótica	☐	☐
Críticos de Exclusão		
Procedimento durante gestação	☐	☐
Procedimento realizado fora do centro cirúrgico	☐	☐
Paciente incluído no estudo (todos critérios de inclusão "sim" e todos critérios de exclusão "não")	☐	☐
Consentimento informado necessário	☐	☐
Data de assinatura do consentimento	____ / ____ / 20____	

2. DETALHES DO PACIENTE E PROCEDIMENTO

Dados demográficos			
Idade (anos): _____	Genêro:	homem ☐ mulher ☐	
Altura (cm): _____	Peso (kgs): _____		
Raça: caucasiano ☐ negro ☐	ASA:	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	
hispânico ☐ asiático ☐ outro ☐			
Status funcional:			
Independente ☐ parcialmente dependente ☐ totalmente dependente ☐			
Co-morbidades			
Hipertensão	sim ☐ não ☐		
Doença coronariana	sim ☐ não ☐		
Fibrilação / flutter atrial	sim ☐ não ☐	se sim	Aguda ☐ paroxística ☐ crônica ☐
Insuficiência cardíaca	sim ☐ não ☐	se sim	NYHA escore (1-4): _____
Diabetes mellitus	sim ☐ não ☐	se sim	Dieta ☐ med, oral ☐ insulina ☐
DPOC	sim ☐ não ☐	se sim	Terapia inalatória ☐ corticoide ☐
Asma	sim ☐ não ☐		
Infecção respiratória < 30 dias	sim ☐ não ☐	se sim	Alta ☐ Baixa ☐
Tabagismo	sim ☐ não ☐	se sim	Atual ☐ Prévio (parou > 3 meses) ☐
Apnéia obstrutiva do sono	sim ☐ não ☐		
Câncer ativo	sim ☐ não ☐	se sim	Tipo: _____
Cirroose hepática	sim ☐ não ☐		
Uso de VM < 30 dias	sim ☐ não ☐		
Transfusão de CH < 30 dias	sim ☐ não ☐		
Anemia (Hb < 10 g/dL)	sim ☐ não ☐		
Insuficiência renal crônica	sim ☐ não ☐	se sim	Hemodiálise ☐ Conservador ☐
Função orgânica atual			
Frequência respiratória (/min)	_____		
Frequência cardíaca (/min)	_____		
Pressão arterial média (mmHg)	_____		
SpO ₂ em ar ambiente e supino (%)	_____		
Hemoglobina (se disponível)	mmol/l ☐ g/dL ☐	_____	
Leucócitos (se disponível)	x10 ⁹ ☐ cel/mm ³ ☐	_____	
Creatinina (se disponível)	mmol/l ☐ mg/dL ☐	_____	
Características do procedimento e anestesia			
Condição do procedimento	Eletivo ☐	Urgência ☐	Emergência ☐
Duração prevista	≤ 2 horas ☐	2 a 3 horas ☐	>3 horas ☐
Incisão cirúrgica	Periférica ☐	Abdominal baixa ☐	Abdominal alta ☐
	Torácica ☐	Outra ☐	_____
Procedimento cirúrgico	Prostatectomia ☐	Nefrectomia ☐	Histrectomia ☐
	Bariátrica ☐	Sacrocolpopexia ☐	Colecistectomia ☐

Cirurgia cardíaca ☐ Colo-retal ☐ Reparo de hérnia ☐
Cabeça e pescoço ☐ Ressecção pulmonar ☐ Outro ☐: _____

3. DEFINIÇÕES

Cm: centímetros

Kgs: kilogramas

DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica

VM: ventilação mecânica

CH: concentrado de hemácias

Hb: hemoglobina

SpO₂: oximetria de pulso

Status funcional:

Independente: não necessita de qualquer auxílio para atividades diárias

Parcialmente dependente: necessita de algum auxílio para atividades diárias

Totalmente dependente: necessita de total auxílio para atividades diárias

ASA (American Society of Anesthesiologist):

1: Paciente sadio sem alterações orgânicas

2: Paciente com alteração sistêmica leve ou moderada

3: Paciente com alteração sistêmica grave com limitação funcional

4: Paciente com alteração sistêmica grave que representa risco de vida

5: Paciente moribundo que não é esperado sobreviver sem cirurgia

NYHA (New York Heart Association Functional Classification)

1: doença cardíaca sem sintomas ou limitações em atividades cotidianas (sem dispneia)

2: sintomas leves e limitação pequena para atividades cotidianas (dispneia aos esforços)

3: sintomas e limitações moderadas para atividades cotidianas (dispneia aos mínimos esforços)

4: sintomas e limitações graves para atividades cotidianas (dispneia em repouso)

Condição do procedimento

Emergência: cirurgia realizada quando a vida do paciente está em perigo

Urgência: cirurgia necessária em 48 horas

Eletiva: cirurgia que é programada com antecedência, pois não se trata de uma emergência médica

1. CARACTERÍSTICAS DO INTRA-OPERATÓRIO

Características da anestesia e do procedimento

Tipo de prótese traqueal	simples ☐	duplo-lúmen ☐	nasotraqueal ☐
	bloqueador brônquico ☐	endobrônquico ☐	
Tipo de anestesia	venosa total ☐	inalatória ☐	balanceada ☐
Antibioticoprofilaxia	sim ☐	não ☐	
Ventilação mono-pulmonar	sim ☐	não ☐	se sim pulmão ventilado: D ☐ E ☐ duração (min): _____
Bloqueio do neuroeixo	sim ☐	não ☐	se sim peridural ☐ raquianestesia ☐ duplo bloqueio ☐
Monitorização neuromuscular	sim ☐	não ☐	se sim EMG ☐ MMG ☐ AMG ☐
Uso de Trendelenburg	sim ☐	não ☐	se sim normal ☐ acentuado ($\geq 40^\circ$) ☐
Mudança para técnica aberta	sim ☐	não ☐	
Mudança para laparoscopia	sim ☐	não ☐	
Insuflação de CO ₂	sim ☐	não ☐	se sim abdominal ☐ torácica ☐ mediastino ☐
Duração da anestesia (min): _____ da intubação a extubação (ou saída do centro cirúrgico se em ventilação mecânica)			
Duração da cirurgia (min): _____ da incisão ao fechamento			

Drogas, fluidos e transfusão

Cristaloide	sim ☐	não ☐	se sim quantidade total (ml): _____
Coloide sintético	sim ☐	não ☐	se sim quantidade total (ml): _____
Albumina	sim ☐	não ☐	se sim quantidade total (ml): _____
Concentrado de hemácias	sim ☐	não ☐	se sim quantidade total (un): _____
Opióides	sim ☐	não ☐	se sim curta duração ☐ longa duração ☐
Bloqueador neuromuscular	sim ☐	não ☐	se sim Rocurônio ☐ Vecurônio ☐ Atracúrio ☐ Cisatracúrio ☐ Pancurônio ☐
Reversão farmacológica do bloqueio neuromuscular	sim ☐	não ☐	se sim Sugammadex ☐ Neostigmine ☐ Piridostigmine ☐ Fisostigmine ☐

Final da anestesia

Perda sanguínea estimada	sim ☐	não ☐	se sim quantidade total (ml): _____
Débito urinário	sim ☐	não ☐	se sim quantidade total (ml): _____
Curarização residual	sim ☐	não ☐	
Temperatura	sim ☐	não ☐	se sim valor (°C): _____
Peridural pós-operatória	sim ☐	não ☐	

Complicações no intra-operatório

Dessaturação (SpO ₂ < 92% por 3 minutos ou mais)	sim ☐	não ☐
Manobra de recrutamento não planejada previamente	sim ☐	não ☐
Redução de pressão na via aérea	sim ☐	não ☐
Hipotensão (PAs < 90 mmHg ou PAm < 65 mmHg por 3 minutos ou mais)	sim ☐	não ☐
Arritmia aguda (FA, TV, TSV ou FV)	sim ☐	não ☐
Necessidade de droga vasoativa não prevista e de forma contínua	sim ☐	não ☐

2. DEFINIÇÕES

Pulmão ventilado: D (direito) ou E (esquerdo)

EMG: eletromiografia

MMG: mecanografia

AMG: aceleromiografia

ml: mililitros

UN: unidades

SpO₂: oximetria de pulso

PAs: pressão arterial sistólica

PAm: pressão arterial média

FA: fibrilação atrial

TV: taquicardia ventricular

TSV: taquicardia supraventricular

FV: fibrilação ventricular

°C: graus Celsius

Min: minutos

Curarização residual

definido como uma taxa de estimulação no train-of-fours (TOF) < 0,9 ou diagnosticada clinicamente

Opióides

Curta duração: alfentanil, fentanil, sufentanil, remifentanil, morfina

Longa duração: opióides em formulação de liberação estendida ou prolongada

Dessaturação

definida como SpO₂ < 92% por 3 minutos ou mais

Hipotensão

definida como pressão arterial sistólica < 90 mmHg ou pressão arterial média < 65 mmHg por 3 minutos ou mais

Arritmia

Fibrilação atrial (FA): definida por irregularidade absoluta de intervalos R-R e perda simultânea de ondas P identificáveis nas gravações do ECG

Taquicardia ventricular sustentada (TV): caracterizada por ≥ 3 complexos QRS consecutivos com um complexo QRS largo a uma FC > 100 batimentos/min e duração > 30 segundos

Taquicardia supraventricular (TSV): identificada como um complexo QRS estreito (< 0,12 segundos) e uma FC > 180 batimentos/min

Fibrilação ventricular (FV): definida como a descarga eléctrica ventricular caótica, com acentuada variabilidade de morfologia, amplitude e ciclo de QRS

Necessidade de droga vasoativa

Qualquer necessidade de droga vasoativa não prevista e de forma contínua, Drogas consideradas: fenilefrina, vasopressina, dopamina, norepinefrina, epinefrina, dobutamina, efedrina, atropina e/ou milrinone

3. PARÂMETROS VENTILATÓRIOS

	T ₁	T ₂	T ₃	T _{4,1}	T _{4,2}	T _{4,3}	T _{4,4}	T _{4,5}	T _{4,6}	T _{4,7}	T _{4,8}	T _{4,9}	T _{4,10}	T ₅
Parâmetros ventilatórios														
Modo	PC ☐ VC ☐	PC ☐ VC ☐	PC ☐ VC ☐	PC ☐ VC ☐	PC ☐ VC ☐	PC ☐ VC ☐	PC ☐ VC ☐	PC ☐ VC ☐	PC ☐ VC ☐	PC ☐ VC ☐	PC ☐ VC ☐	PC ☐ VC ☐	PC ☐ VC ☐	PC ☐ VC ☐
Ppico (cmH ₂ O)														
Pplato (cmH ₂ O)														
Pmedia (cmH ₂ O)														
PEEP (cmH ₂ O)														
V _T inspirado (mL)														
FR (/min)														
I:E														
FiO ₂ (%)														
MR	PEEP ☐ V _T ☐ Dupla ☐ Bag ☐ CPAP ☐ Não ☐	PEEP ☐ V _T ☐ Dupla ☐ Bag ☐ CPAP ☐ Não ☐	PEEP ☐ V _T ☐ Dupla ☐ Bag ☐ CPAP ☐ Não ☐	PEEP ☐ V _T ☐ Dupla ☐ Bag ☐ CPAP ☐ Não ☐	PEEP ☐ V _T ☐ Dupla ☐ Bag ☐ CPAP ☐ Não ☐	PEEP ☐ V _T ☐ Dupla ☐ Bag ☐ CPAP ☐ Não ☐	PEEP ☐ V _T ☐ Dupla ☐ Bag ☐ CPAP ☐ Não ☐	PEEP ☐ V _T ☐ Dupla ☐ Bag ☐ CPAP ☐ Não ☐	PEEP ☐ V _T ☐ Dupla ☐ Bag ☐ CPAP ☐ Não ☐	PEEP ☐ V _T ☐ Dupla ☐ Bag ☐ CPAP ☐ Não ☐	PEEP ☐ V _T ☐ Dupla ☐ Bag ☐ CPAP ☐ Não ☐	PEEP ☐ V _T ☐ Dupla ☐ Bag ☐ CPAP ☐ Não ☐	PEEP ☐ V _T ☐ Dupla ☐ Bag ☐ CPAP ☐ Não ☐	PEEP ☐ V _T ☐ Dupla ☐ Bag ☐ CPAP ☐ Não ☐
Parâmetros vitais														
SpO ₂ (%)														
etCO ₂ (mmHg)														
PAm (mmHg)														
FC (/min)														
Outros														
Ppneumo (mmHg) Maior valor na hora														
Posicionamento	DDH ☐ DVH ☐ DL ☐ LIT ☐ CDV ☐ CAV ☐ CP ☐	DDH ☐ DVH ☐ DL ☐ LIT ☐ CDV ☐ CAV ☐ CP ☐	DDH ☐ DVH ☐ DL ☐ LIT ☐ CDV ☐ CAV ☐ CP ☐	DDH ☐ DVH ☐ DL ☐ LIT ☐ CDV ☐ CAV ☐ CP ☐	DDH ☐ DVH ☐ DL ☐ LIT ☐ CDV ☐ CAV ☐ CP ☐	DDH ☐ DVH ☐ DL ☐ LIT ☐ CDV ☐ CAV ☐ CP ☐	DDH ☐ DVH ☐ DL ☐ LIT ☐ CDV ☐ CAV ☐ CP ☐	DDH ☐ DVH ☐ DL ☐ LIT ☐ CDV ☐ CAV ☐ CP ☐	DDH ☐ DVH ☐ DL ☐ LIT ☐ CDV ☐ CAV ☐ CP ☐	DDH ☐ DVH ☐ DL ☐ LIT ☐ CDV ☐ CAV ☐ CP ☐	DDH ☐ DVH ☐ DL ☐ LIT ☐ CDV ☐ CAV ☐ CP ☐	DDH ☐ DVH ☐ DL ☐ LIT ☐ CDV ☐ CAV ☐ CP ☐	DDH ☐ DVH ☐ DL ☐ LIT ☐ CDV ☐ CAV ☐ CP ☐	DDH ☐ DVH ☐ DL ☐ LIT ☐ CDV ☐ CAV ☐ CP ☐

4. DEFINIÇÕES

Ppico: pressão de pico	PEEP: pressão positiva ao final da expiração
Pmedia: pressão média	FR: frequência respiratória
V _T : volume corrente	FiO ₂ : fração inspirada de oxigênio
I:E: relação inspiração : expiração	SpO ₂ : oximetria de pulso
etCO ₂ : CO ₂ exalado ao final da expiração	PAm: pressão arterial média
FC: frequência cardíaca	Ppneumo: pressão do pneumoperitônio
Pplatô: pressão de platô A pressão de platô deverá ser medida com o uso de uma pausa inspiratória de pelo menos 0,5 segundos	MR: manobra de recrutamento alveolar PEEP: aumento gradual da PEEP com volume corrente constante V _T : aumento gradual do volume com PEEP constante Dupla: PEEP e volume corrente são ambos gradual aumentados Bag: hiperinflação manual com balão / saco CPAP: pressão positiva nas vias aéreas superior a 30 cmH ₂ O aplicada durante 10 a 30 segundos
Modo: modo ventilatório PC: pressão controlada VC: volume controlado	Posicionamento: posicionamento durante o ato cirúrgico DDH: decúbito dorsal horizontal (supino) DVH: decúbito ventral horizontal (prona) DL: decúbito lateral LIT: litotomia CDV: cefalodeclive (Trendelenburg) CAV: cefaloactive (Trendelenburg reverso) CP: sentado
T: momentos cirúrgicos 1: 5 minutos após início da ventilação mecânica 2: 5 minutos após realização do pneumoperitônio (não preencher se não realizado) 3: 5 minutos após posicionamento intra-operatório definitivo 4,1: 60 minutos após T ₃ 4,2 – 4,10: a cada 60 minutos 5: 5 minutos após desinsuflação do pneumoperitônio (se realizado) e posicionamento final	

1. VISITA PÓS-OPERATÓRIA NO DIA 0 (FINAL DA CIRURGIA ATÉ AS 23:59H)

Recuperação

Perda de <i>follow-up</i>	sim ☐ não ☐ se sim	alta ☐ óbito ☐ transferência ☐ outro ☐ : _____
Continuação de VM após cirurgia	sim ☐ não ☐ se sim	planejada ☐ não planejada (contínua) ☐ não planejada (reintubação) ☐
Se reintubação, causa	IRpA ☐ RNC ☐ Instabilidade hemodinâmica ☐	
Admissão a UTI após cirurgia	sim ☐ não ☐ se sim	planejada ☐ não planejada ☐
Complicações Pulmonares no Pós-Operatório		
Necessidade de oxigênio PaO ₂ < 60 mmHg ou SpO ₂ < 90% em AA	sim ☐ não ☐ se sim	FiO ₂ (%) ofertada: _____
Insuficiência respiratória aguda PaO ₂ < 60 mmHg ou SpO ₂ < 90% com oxigênio ou necessidade de VNI	sim ☐ não ☐ se sim	Uso de VNI: sim ☐ não ☐ se sim Interface: máscara ☐ helmet ☐
Pneumonia novo/piora infiltrado + 2: febre, leucocitose/leucopenia, secreção purulenta, antibiótico	sim ☐ não ☐	
SDRA de acordo com os critérios de Berlin	sim ☐ não ☐ se sim	leve ☐ moderada ☐ grave ☐
Pneumotórax ar entre a pleura visceral e parietal	sim ☐ não ☐	

2. DEFINIÇÕES

VM: ventilação mecânica	UTI: unidade de terapia intensiva
FiO ₂ : fração inspirada de oxigênio	VNI: ventilação não invasiva
PaO ₂ : pressão parcial de oxigênio	SpO ₂ : oximetria de pulso
AA: ar ambiente	SDRA: síndrome do desconforto respiratório agudo
IRpA: insuficiência respiratória aguda	RNC: rebaixamento do nível de consciência
Necessidade de oxigênio definido como oxigênio suplementar utilizado devido a PaO ₂ < 60 mmHg ou SpO ₂ < 92% em ar ambiente (em indivíduos sem doença pulmonar prévia) ou SpO ₂ < 88% (em indivíduos com doença pulmonar prévia)	
Insuficiência respiratória aguda definida como PaO ₂ < 60 mmHg ou SpO ₂ < 92%, apesar da terapia com oxigênio, ou necessidade de ventilação mecânica não-invasiva (VNI)	
Pneumonia definida pela presença de um infiltrado radiográfico novo ou progressivo além de pelo menos duas das quatro características clínicas: febre > 38 °C, leucocitose ou leucopenia (contagem de leucócitos > 12,000 células/mm ou < 4000 células/mm ³), secreção purulenta ou uso de antibiótico	
Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA) Tempo: dentro de uma semana de um insulto clínico conhecido ou piora dos sintomas respiratórios Imagem: opacidades bilaterais não explicadas totalmente por derrames pleurais, colapso pulmonar ou lobar ou nódulos (radiografia de tórax ou tomografia computadorizada) Origem do edema: Insuficiência respiratória não explicada totalmente por falência cardíaca ou sobrecarga volêmica, Necessita de avaliação objetiva (ex: ecocardiograma) para excluir edema hidrostático se não houver nenhum fator de risco presente	
Oxigenação: Leve: 200 mmHg < PaO ₂ / FiO ₂ ≤ 300 mmHg com PEEP ou CPAP ≥ 5 cmH ₂ O (pode ser via VNI) Moderada: 100 mmHg < PaO ₂ / FiO ₂ ≤ 200 mmHg com PEEP Grave: 100 mmHg ≤ PaO ₂ / FiO ₂ com PEEP	
Pneumotórax definido como a presença de ar entre a pleura visceral e parietal, o diagnóstico pode ser feito por exame clínico e RX tórax	

1. VISITA PÓS-OPERATÓRIA NO DIA 1 (DA 00:00H ATÉ AS 23:59H)

Recuperação

Perda de *follow-up* sim ☐ não ☐ se sim alta ☐ óbito ☐ transferência ☐
outro ☐: _____

Necessidade de VM nova sim ☐ não ☐

Necessidade de admissão a UTI sim ☐ não ☐

Complicações Pulmonares no Pós-Operatório

Necessidade de oxigênio
PaO₂ < 60 mmHg ou SpO₂ < 90% em AA sim ☐ não ☐ se sim FiO₂ (%) ofertada: _____

Insuficiência respiratória aguda
PaO₂ < 60 mmHg ou SpO₂ < 90% com oxigênio ou necessidade de VNI sim ☐ não ☐ se sim
Uso de VNI: sim ☐ não ☐
se sim Interface: máscara ☐ helmet ☐

Pneumonia
novo/piora infiltrado + 2: febre, leucocitose/leucopenia, secreção purulenta, antibiótico sim ☐ não ☐

SDRA
de acordo com os critérios de Berlin sim ☐ não ☐ se sim leve ☐ moderada ☐ grave ☐

Pneumotórax
ar entre a pleura visceral e parietal sim ☐ não ☐

2. DEFINIÇÕES

VM: ventilação mecânica UTI: unidade de terapia intensiva

FiO₂: fração inspirada de oxigênio VNI: ventilação não invasiva

PaO₂: pressão parcial de oxigênio SpO₂: oximetria de pulso

AA: ar ambiente SDRA: síndrome do desconforto respiratório agudo

Necessidade de oxigênio
definido como oxigênio suplementar utilizado devido a PaO₂ < 60 mmHg ou SpO₂ < 92% em ar ambiente (em indivíduos sem doença pulmonar prévia) ou SpO₂ < 88% (em indivíduos com doença pulmonar prévia)

Insuficiência respiratória aguda
definida como PaO₂ < 60 mmHg ou SpO₂ < 92%, apesar da terapia com oxigênio, ou necessidade de ventilação mecânica não-invasiva (VNI)

Pneumonia
definida pela presença de um infiltrado radiográfico novo ou progressivo além de pelo menos duas das quatro características clínicas: febre > 38 °C, leucocitose ou leucopenia (contagem de leucócitos > 12,000 células/mm ou < 4000 células/mm³), secreção purulenta ou uso de antibiótico

Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA)

Tempo: dentro de uma semana de um insulto clínico conhecido ou piora dos sintomas respiratórios

Imagem: opacidades bilaterais não explicadas totalmente por derrames pleurais, colapso pulmonar ou lobar ou nódulos (radiografia de tórax ou tomografia computadorizada)

Origem do edema: Insuficiência respiratória não explicada totalmente por falência cardíaca ou sobrecarga volêmica, Necessita de avaliação objetiva (ex: ecocardiograma) para excluir edema hidrostático se não houver nenhum fator de risco presente

Oxigenação:

Leve: 200 mmHg < PaO₂ / FiO₂ ≤ 300 mmHg com PEEP ou CPAP ≥ 5 cmH₂O (pode ser via VNI)

Moderada: 100 mmHg < PaO₂ / FiO₂ ≤ 200 mmHg com PEEP

Grave: 100 mmHg ≤ PaO₂ / FiO₂ com PEEP

Pneumotórax

definido como a presença de ar entre a pleura visceral e parietal, o diagnóstico pode ser feito por exame clínico e RX torax

1. VISITA PÓS-OPERATÓRIA NO DIA 2 (DA 00:00H ATÉ AS 23:59H)

Recuperação

Perda de *follow-up* sim ☐ não ☐ se sim alta ☐ óbito ☐ transferência ☐
outro ☐: _____

Necessidade de VM nova sim ☐ não ☐

Necessidade de admissão a UTI sim ☐ não ☐

Complicações Pulmonares no Pós-Operatório

Necessidade de oxigênio sim ☐ não ☐ se sim FiO_2 (%) ofertada: _____
 $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ ou $\text{SpO}_2 < 90\%$ em AA

Insuficiência respiratória aguda sim ☐ não ☐ se sim Uso de VNI: sim ☐ não ☐
 $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ ou $\text{SpO}_2 < 90\%$ com se sim
oxigênio ou necessidade de VNI Interface: máscara ☐ helmet ☐

Pneumonia novo/piora infiltrado + 2: febre, sim ☐ não ☐
leucocitose/leucopenia, secreção
purulenta, antibiótico

SDRA de acordo com os critérios de Berlin sim ☐ não ☐ se sim leve ☐ moderada ☐ grave ☐

Pneumotórax ar entre a pleura visceral e parietal sim ☐ não ☐

2. DEFINIÇÕES

VM: ventilação mecânica UTI: unidade de terapia intensiva

FiO_2 : fração inspirada de oxigênio VNI: ventilação não invasiva

PaO_2 : pressão parcial de oxigênio SpO_2 : oximetria de pulso

AA: ar ambiente SDRA: síndrome do desconforto respiratório agudo

Necessidade de oxigênio
definido como oxigênio suplementar utilizado devido a $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ ou $\text{SpO}_2 < 92\%$ em ar ambiente (em indivíduos sem doença pulmonar prévia) ou $\text{SpO}_2 < 88\%$ (em indivíduos com doença pulmonar prévia)

Insuficiência respiratória aguda
definida como $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ ou $\text{SpO}_2 < 92\%$, apesar da terapia com oxigênio, ou necessidade de ventilação mecânica não-invasiva (VNI)

Pneumonia
definida pela presença de um infiltrado radiográfico novo ou progressivo além de pelo menos duas das quatro características clínicas: febre $> 38^\circ\text{C}$, leucocitose ou leucopenia (contagem de leucócitos $> 12,000$ células/mm ou < 4000 células/mm³), secreção purulenta ou uso de antibiótico

Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA)

Tempo: dentro de uma semana de um insulto clínico conhecido ou piora dos sintomas respiratórios

Imagem: opacidades bilaterais não explicadas totalmente por derrames pleurais, colapso pulmonar ou lobar ou nódulos (radiografia de tórax ou tomografia computadorizada)

Origem do edema: Insuficiência respiratória não explicada totalmente por falência cardíaca ou sobrecarga volêmica, Necessita de avaliação objetiva (ex: ecocardiograma) para excluir edema hidrostático se não houver nenhum fator de risco presente

Oxigenação:

Leve: $200 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mmHg}$ com PEEP ou CPAP $\geq 5 \text{ cmH}_2\text{O}$ (pode ser via VNI)

Moderada: $100 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 200 \text{ mmHg}$ com PEEP

Grave: $100 \text{ mmHg} \leq \text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$ com PEEP

Pneumotórax

definido como a presença de ar entre a pleura visceral e parietal, o diagnóstico pode ser feito por exame clínico e RX torax

1. VISITA PÓS-OPERATÓRIA NO DIA 3 (DA 00:00H ATÉ AS 23:59H)

Recuperação

Perda de *follow-up* sim ☐ não ☐ se sim alta ☐ óbito ☐ transferência ☐
outro ☐: _____

Necessidade de VM nova sim ☐ não ☐

Necessidade de admissão a UTI sim ☐ não ☐

Complicações Pulmonares no Pós-Operatório

Necessidade de oxigênio sim ☐ não ☐ se sim FiO_2 (%) ofertada: _____
 $\text{PaO}_2 < 60$ mmHg ou $\text{SpO}_2 < 90\%$ em AA

Insuficiência respiratória aguda sim ☐ não ☐ se sim Uso de VNI: sim ☐ não ☐
 $\text{PaO}_2 < 60$ mmHg ou $\text{SpO}_2 < 90\%$ com se sim
oxigênio ou necessidade de VNI Interface: máscara ☐ helmet ☐

Pneumonia novo/piora infiltrado + 2: febre, secreção
leucocitose/leucopenia, purulenta, antibiótico sim ☐ não ☐

SDRA de acordo com os critérios de Berlin sim ☐ não ☐ se sim leve ☐ moderada ☐ grave ☐

Pneumotórax ar entre a pleura visceral e parietal sim ☐ não ☐

2. DEFINIÇÕES

VM: ventilação mecânica UTI: unidade de terapia intensiva

FiO_2 : fração inspirada de oxigênio VNI: ventilação não invasiva

PaO_2 : pressão parcial de oxigênio SpO_2 : oximetria de pulso

AA: ar ambiente SDRA: síndrome do desconforto respiratório agudo

Necessidade de oxigênio definido como oxigênio suplementar utilizado devido a $\text{PaO}_2 < 60$ mmHg ou $\text{SpO}_2 < 92\%$ em ar ambiente (em indivíduos sem doença pulmonar prévia) ou $\text{SpO}_2 < 88\%$ (em indivíduos com doença pulmonar prévia)

Insuficiência respiratória aguda definida como $\text{PaO}_2 < 60$ mmHg ou $\text{SpO}_2 < 92\%$, apesar da terapia com oxigênio, ou necessidade de ventilação mecânica não-invasiva (VNI)

Pneumonia definida pela presença de um infiltrado radiográfico novo ou progressivo além de pelo menos duas das quatro características clínicas: febre $> 38^\circ\text{C}$, leucocitose ou leucopenia (contagem de leucócitos $> 12,000$ células/mm ou < 4000 células/mm³), secreção purulenta ou uso de antibiótico

Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA)

Tempo: dentro de uma semana de um insulto clínico conhecido ou piora dos sintomas respiratórios

Imagem: opacidades bilaterais não explicadas totalmente por derrames pleurais, colapso pulmonar ou lobar ou nódulos (radiografia de tórax ou tomografia computadorizada)

Origem do edema: Insuficiência respiratória não explicada totalmente por falência cardíaca ou sobrecarga volêmica, Necessita de avaliação objetiva (ex: ecocardiograma) para excluir edema hidrostático se não houver nenhum fator de risco presente

Oxigenação:

Leve: $200 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mmHg}$ com PEEP ou CPAP $\geq 5 \text{ cmH}_2\text{O}$ (pode ser via VNI)

Moderada: $100 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 200 \text{ mmHg}$ com PEEP

Grave: $100 \text{ mmHg} \leq \text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$ com PEEP

Pneumotórax

definido como a presença de ar entre a pleura visceral e parietal, o diagnóstico pode ser feito por exame clínico e RX torax

1. VISITA PÓS-OPERATÓRIA NO DIA 4 (DA 00:00H ATÉ AS 23:59H)

Recuperação

Perda de *follow-up* sim ☐ não ☐ se sim alta ☐ óbito ☐ transferência ☐
outro ☐: _____

Necessidade de VM nova sim ☐ não ☐

Necessidade de admissão a UTI sim ☐ não ☐

Complicações Pulmonares no Pós-Operatório

Necessidade de oxigênio sim ☐ não ☐ se sim FiO_2 (%) ofertada: _____
 $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ ou $\text{SpO}_2 < 90\%$ em AA

Insuficiência respiratória aguda sim ☐ não ☐ se sim Uso de VNI: sim ☐ não ☐
 $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ ou $\text{SpO}_2 < 90\%$ com se sim
oxigênio ou necessidade de VNI Interface: máscara ☐ helmet ☐

Pneumonia novo/piora infiltrado + 2: febre, sim ☐ não ☐
leucocitose/leucopenia, secreção
purulenta, antibiótico

SDRA de acordo com os critérios de Berlin sim ☐ não ☐ se sim leve ☐ moderada ☐ grave ☐

Pneumotórax ar entre a pleura visceral e parietal sim ☐ não ☐

2. DEFINIÇÕES

VM: ventilação mecânica UTI: unidade de terapia intensiva

FiO_2 : fração inspirada de oxigênio VNI: ventilação não invasiva

PaO_2 : pressão parcial de oxigênio SpO_2 : oximetria de pulso

AA: ar ambiente SDRA: síndrome do desconforto respiratório agudo

Necessidade de oxigênio definido como oxigênio suplementar utilizado devido a $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ ou $\text{SpO}_2 < 92\%$ em ar ambiente (em indivíduos sem doença pulmonar prévia) ou $\text{SpO}_2 < 88\%$ (em indivíduos com doença pulmonar prévia)

Insuficiência respiratória aguda definida como $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ ou $\text{SpO}_2 < 92\%$, apesar da terapia com oxigênio, ou necessidade de ventilação mecânica não-invasiva (VNI)

Pneumonia definida pela presença de um infiltrado radiográfico novo ou progressivo além de pelo menos duas das quatro características clínicas: febre $> 38^\circ\text{C}$, leucocitose ou leucopenia (contagem de leucócitos $> 12,000$ células/mm ou < 4000 células/mm³), secreção purulenta ou uso de antibiótico

Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA)

Tempo: dentro de uma semana de um insulto clínico conhecido ou piora dos sintomas respiratórios

Imagem: opacidades bilaterais não explicadas totalmente por derrames pleurais, colapso pulmonar ou lobar ou nódulos (radiografia de tórax ou tomografia computadorizada)

Origem do edema: Insuficiência respiratória não explicada totalmente por falência cardíaca ou sobrecarga volêmica, Necessita de avaliação objetiva (ex: ecocardiograma) para excluir edema hidrostático se não houver nenhum fator de risco presente

Oxigenação:

Leve: $200 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mmHg}$ com PEEP ou CPAP $\geq 5 \text{ cmH}_2\text{O}$ (pode ser via VNI)

Moderada: $100 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 200 \text{ mmHg}$ com PEEP

Grave: $100 \text{ mmHg} \leq \text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$ com PEEP

Pneumotórax

definido como a presença de ar entre a pleura visceral e parietal, o diagnóstico pode ser feito por exame clínico e RX torax

1. VISITA PÓS-OPERATÓRIA NO DIA 5 (DA 00:00H ATÉ AS 23:59H)

Recuperação

Perda de *follow-up* sim ☐ não ☐ se sim alta ☐ óbito ☐ transferência ☐
outro ☐: _____

Necessidade de VM nova sim ☐ não ☐

Necessidade de admissão a UTI sim ☐ não ☐

Complicações Pulmonares no Pós-Operatório

Necessidade de oxigênio sim ☐ não ☐ se sim FiO_2 (%) ofertada: _____
 $\text{PaO}_2 < 60$ mmHg ou $\text{SpO}_2 < 90\%$ em AA

Insuficiência respiratória aguda sim ☐ não ☐ se sim Uso de VNI: sim ☐ não ☐
 $\text{PaO}_2 < 60$ mmHg ou $\text{SpO}_2 < 90\%$ com se sim
oxigênio ou necessidade de VNI Interface: máscara ☐ helmet ☐

Pneumonia novo/piora infiltrado + 2: febre, sim ☐ não ☐
leucocitose/leucopenia, secreção
purulenta, antibiótico

SDRA de acordo com os critérios de Berlin sim ☐ não ☐ se sim leve ☐ moderada ☐ grave ☐

Pneumotórax ar entre a pleura visceral e parietal sim ☐ não ☐

2. DEFINIÇÕES

VM: ventilação mecânica UTI: unidade de terapia intensiva

FiO_2 : fração inspirada de oxigênio VNI: ventilação não invasiva

PaO_2 : pressão parcial de oxigênio SpO_2 : oximetria de pulso

AA: ar ambiente SDRA: síndrome do desconforto respiratório agudo

Necessidade de oxigênio
definido como oxigênio suplementar utilizado devido a $\text{PaO}_2 < 60$ mmHg ou $\text{SpO}_2 < 92\%$ em ar ambiente (em indivíduos sem doença pulmonar prévia) ou $\text{SpO}_2 < 88\%$ (em indivíduos com doença pulmonar prévia)

Insuficiência respiratória aguda
definida como $\text{PaO}_2 < 60$ mmHg ou $\text{SpO}_2 < 92\%$, apesar da terapia com oxigênio, ou necessidade de ventilação mecânica não-invasiva (VNI)

Pneumonia
definida pela presença de um infiltrado radiográfico novo ou progressivo além de pelo menos duas das quatro características clínicas: febre $> 38^\circ\text{C}$, leucocitose ou leucopenia (contagem de leucócitos $> 12,000$ células/mm ou < 4000 células/mm³), secreção purulenta ou uso de antibiótico

Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA)

Tempo: dentro de uma semana de um insulto clínico conhecido ou piora dos sintomas respiratórios

Imagem: opacidades bilaterais não explicadas totalmente por derrames pleurais, colapso pulmonar ou lobar ou nódulos (radiografia de tórax ou tomografia computadorizada)

Origem do edema: Insuficiência respiratória não explicada totalmente por falência cardíaca ou sobrecarga volêmica, Necessita de avaliação objetiva (ex: ecocardiograma) para excluir edema hidrostático se não houver nenhum fator de risco presente

Oxigenação:

Leve: $200 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mmHg}$ com PEEP ou CPAP $\geq 5 \text{ cmH}_2\text{O}$ (pode ser via VNI)

Moderada: $100 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 200 \text{ mmHg}$ com PEEP

Grave: $100 \text{ mmHg} \leq \text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$ com PEEP

Pneumotórax

definido como a presença de ar entre a pleura visceral e parietal, o diagnóstico pode ser feito por exame clínico e RX torax

3. VISITA DE ALTA (DIA DA ALTA)

Desfechos

Data da Admissão: ____ / ____ / ____ Data da Alta: ____ / ____ / ____

Tempo de Internação: ____ dias

Óbito durante internação sim ☐ não ☐ se sim Data do Óbito: ____ / ____ / ____

Comentários: