

Изменения центральной гемодинамики при робот-ассистированной радикальной простатэктомии в зависимости от вида анестезии

© И.И. ЛУТФАРАХМАНОВ, Е.Ю. СЫРЧИН, И.Р. ГАЛЕЕВ, П.И. МИРОНОВ, В.Н. ПАВЛОВ

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Уфа, Россия

РЕЗЮМЕ

Роботическая тазовая хирургия отличается необходимостью интраоперационного применения комбинации пневмоперитонеума и крутого положения Тренделенбурга (ПТР). Эти манипуляции влияют на функционирование сердечно-сосудистой системы и могут быть причиной периоперационных осложнений.

Цель исследования. Оценить влияние вида анестезии, пневмоперитонеума и крутого ПТР на параметры центральной гемодинамики при робот-ассистированной радикальной простатэктомии у пациентов II и III функциональных классов по ASA.

Материал и методы. В группу ингаляционной анестезии севофлураном или группу тотальной внутривенной анестезии пропололом (ТВВА) включены 57 пациентов. Уровень среднего артериального давления (САД), частоту сердечных сокращений (ЧСС), сердечный индекс (СИ) и индекс системного сосудистого сопротивления (ИССС) у пациентов сравнивали между группами до индукции анестезии (T_1); после интубации трахеи (T_2); после наложения пневмоперитонеума (T_3); после перевода пациента в ПТР (T_4); при выделении дорзального венозного комплекса (25 мм рт.ст. пневмоперитонеум+30° ПТР, T_5); после перевода в горизонтальное положение (T_6); в конце операции (десуффляция газа и экстубация трахеи, T_7 и T_8 соответственно). Сравнение между группами проведено с помощью независимого t -критерия Стьюдента, внутри групп — двустороннего анализа Бонферрони.

Результаты. Сравнение параметров центральной гемодинамики между двумя группами показало сопоставимые значения, за исключением временной точки T_3 , когда уровень САД, ЧСС и ИССС у пациентов группы ТВВА были статистически значимо ниже, чем у пациентов группы ингаляционной анестезии ($p<0,01$, $p<0,05$ и $p<0,05$ соответственно). Во временной точке T_4 уровень САД не изменился, но увеличилась разница в ЧСС между группами ($p<0,01$). Случаев сердечно-сосудистых осложнений в интраоперационном и раннем послеоперационном периодах не было.

Выводы. Основные факторы риска развития нарушений гемодинамики при робот-ассистированной радикальной простатэктомии в интраоперационном и раннем послеоперационном периодах — это пневмоперитонеум и крутое положение Тренделенбурга. Вид общей анестезии не является фактором риска развития таких осложнений.

Ключевые слова: робот-ассистированная радикальная простатэктомия, сердечно-сосудистая система, центральная гемодинамика, общая анестезия.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Лутфаррахманов И.И. — <https://orcid.org/0000-0002-5829-5054>; e-mail: lutfarakhmanov@yandex.ru

Сырчин Е.Ю. — <https://orcid.org/0000-0002-0027-6491>

Галеев И.Р. — <https://orcid.org/0000-0002-6831-7050>

Миронов П.И. — <https://orcid.org/0000-0002-9016-9461>

Павлов В.Н. — <https://orcid.org/0000-0002-1197-1991>

Автор, ответственный за переписку: Лутфаррахманов И.И. — e-mail: lutfarakhmanov@yandex.ru

КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Лутфаррахманов И.И., Сырчин Е.Ю., Галеев И.Р., Миронов П.И., Павлов В.Н. Изменения центральной гемодинамики при робот-ассистированной радикальной простатэктомии в зависимости от вида анестезии. *Анестезиология и реаниматология*. 2020;6:69–76. <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202006169>

Central hemodynamic changes during robot-assisted radical prostatectomy depending on the type of anesthesia

© I.I. LUTFARAKHMANOV, E.YU. SYRCHIN, I.R. GALEEV, P.I. MIRONOV, V.N. PAVLOV

Bashkir State Medical University, Ufa, Russia

ABSTRACT

Objective. To evaluate the effect of various anesthetic approaches, pneumoperitoneum and steep Trendelenburg position on central hemodynamic parameters in patients with ASA class II–III undergoing robot-assisted radical prostatectomy (RARP).

Material and methods. Fifty-seven patients were included in the groups of inhalational anesthesia with sevoflurane or total intravenous anesthesia with propofol (TIVA). Mean blood pressure (MBP), heart rate (HR), cardiac index (CI), and systemic vascular resistance index (SVRI) were compared between both groups before induction of anesthesia (T_1), after tracheal intubation (T_2), applying pneumoperitoneum (T_3), transferring the patient to Trendelenburg position (T_4), during dissection of dorsal venous complex (pneumoperitoneum 25 mm Hg and Trendelenburg position +30°, T_5), after transferring to horizontal position (T_6) and at the end of surgery (gas desufflation and tracheal extubation, T_7 and T_8 , respectively). Between-group comparisons were made using independent Student's t -test, within-group comparison — two-sided Bonferroni test.

Results. Central hemodynamic parameters were similar in both groups, except for the time point T_3 , when MBP, HR and SVR were significantly lower in the TIVA group compared to the inhalational anesthesia group ($p < 0.01$, $p < 0.05$ and $p < 0.05$ respectively). At the time point T_4 , MBP was the same, but between-group differences in HR was greater ($p < 0.01$). There were no perioperative cardiovascular complications.

Conclusion. The main risk factors of perioperative hemodynamic disorders during RARP are pneumoperitoneum and steep Trendelenburg position. The type of general anesthesia is not a risk factor.

Keywords: robot-assisted radical prostatectomy, cardiovascular system, central hemodynamics, general anesthesia.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Lutfarakhmanov I.I. — <https://orcid.org/0000-0002-5829-5054>. e-mail: lutfarakhmanov@yandex.ru

Syrchin E.Yu. — <https://orcid.org/0000-0002-0027-6491>

Galeev I.R. — <https://orcid.org/0000-0002-6831-7050>

Mironov P.I. — <https://orcid.org/0000-0002-9016-9461>

Pavlov V.N. — <https://orcid.org/0000-0002-1197-1991>

Corresponding author: Lutfarakhmanov I.I. — e-mail: lutfarakhmanov@yandex.ru

TO CITE THIS ARTICLE:

Lutfarakhmanov II, Syrchin EYu, Galeev IR, Mironov PI, Pavlov VN. Central hemodynamic changes during robot-assisted radical prostatectomy depending on the type of anesthesia. *Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology = Anesteziologya I Reanimatologiya*. 2020;6:69–76. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202006169>

Рак предстательной железы — это наиболее распространенное злокачественное новообразование у мужчин в США, ежегодный прирост составляет 170 тыс. новых случаев заболевания и более 30 тыс. смертей [1]. В России распространенность рака предстательной железы достигает 150 случаев на 100 тыс. населения и занимает третье место после злокачественных новообразований молочной железы и тела матки [2]. В качестве основных методов хирургического лечения рака предстательной железы робот-ассистированная радикальная простатэктомия (РАРП) и цистпростатэктомия впервые зарегистрированы в 2000 г. [3–6] и 2003 г. [7] соответственно. Роботизированные лапароскопические хирургические вмешательства выполняются все чаще благодаря своим многочисленным преимуществам перед открытыми операциями, включая минимальную травму тканей, меньшую кровопотерю с меньшей потребностью в гемотрансфузии, меньшее количество хирургических осложнений и более раннее послеоперационное восстановление [8–13]. Хотя многие особенности РАРП сходны с таковыми при обычных лапароскопических урологических операциях, для обеспечения оптимальной визуализации операционного поля требуется высокое 16–18 мм рт.ст. давление пневмоперитонеума (ПП) и крутое 30–45° положение Тренделенбурга (ПТр). Кроме того, абдоминальный доступ увеличивает поглощение углекислого газа. Это может привести к значительным гемодинамическим последствиям, опасным для пациента и создающим трудности для анестезиолога. Ранее показана низкая частота тяжелых сердечно-сосудистых осложнений у пациентов I и II функциональных классов по классификации Американского общества анестезиологов (ASA) [14]. Однако накапливаются данные о случаях сердечно-легочной декомпенсации [15–17], включая тромбоэмболию легочной артерии, отек легких и фатальный инфаркт миокарда в процессе и после РАРП [18–20].

Ингаляционная анестезия севофлураном или десфлураном и тотальная внутривенная анестезия пропофолом (ТВВА) широко используются при РАРП [21, 22]. Н. Юпекура и соавт. (2016) впервые сравнили анестезиологическое обеспечение робот-ассистированной и лапароскопической простатэктомии: РАРП имела преимущества в мень-

шей кровопотере и потребности в крови, но ассоциирована с вдвое большей частотой послеоперационной тошноты и рвоты (ПОТР) [23]. Опубликованы результаты проспективных клинических исследований частоты ПОТР и изменений уровня внутриглазного давления у пациентов, которые подверглись РАРП под ингаляционной анестезией либо ТВВА [24–26]. Так, N. Kim и соавт. (2020) сравнивали отдаленные биохимические рецидивы рака предстательной железы после РАРП с точки зрения выбора анестетика между ТВВА и ингаляционной анестезии севофлураном или десфлураном [27]. Их результаты показали, что как ТВВА, так и ингаляционная анестезия оказывали сопоставимое влияние на онкологические исходы.

До недавнего времени РАРП проводили в основном пациентам I и II функциональных классов по ASA. Подходит ли эта операция для пожилых пациентов с нарушенной функцией сердечно-сосудистой системы, остается неясным. Чтобы правильно установить риск развития осложнений у этих пациентов, необходимо более детальное знание физиологических изменений.

Цель исследования — оценить влияние вида анестезии, ПП и крутого ПТр на параметры центральной гемодинамики при РАРП у пациентов II и III функциональных классов по ASA.

Гипотеза заключалась в том, что в зависимости от выбранного вида ингаляционной анестезии севофлураном или ТВВА центральная гемодинамика изменится по-разному при 25 мм рт.ст. ПП и 30° ПТр и тем самым спровоцирует или нет острую сердечную недостаточность и декомпенсацию кровообращения.

Материал и методы

Проспективное обсервационное исследование проведено в Центре роботической хирургии Клиники ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России (Уфа, Россия) со 2 мая 2018 г. по 2 февраля 2020 г. Протокол исследования одобрен этическим комитетом ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, и все участники предоставили письменное информированное согласие. В исследование включены 60 пациентов II или III функциональных классов по ASA в возраст-

Таблица 1. Интраоперационные переменные у обследованных пациентов (n=57)

Table 1. Intraoperative variables of patients (n=57)

Переменная	Ингаляционная анестезия, n=37	Тотальная внутривенная анестезия, n=20	p
Давление пневмоперитонеума, мм рт.ст.	17,1±3,3	16,0±3,6	0,250
Угол положения Тренделенбурга, град.	28,6±2,2	29,7±2,4	0,737
Длительность операции, мин	146±48	134±23	0,298
Оцененная кровопотеря, мл	234±179	260±82	0,542
Диурез, мл	219±144	200±65	0,579
Внутривенная инфузия, мл	950±463	1035±392	0,489
Гемотрансфузия, n (%)	2 (5,4)	1 (5,0)	0,949
Вазопрессоры, n (%)	12 (32,4)	7 (35)	0,844
Осложнения, n (%)	7 (18,9)	5 (25)	0,591

Примечание. Данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения $M \pm SD$ или абсолютных значений (%).

те до 80 лет, для которых запланирована операция РАРП под общей анестезией продолжительностью более 2 ч. Так, пациенты с сердечными заболеваниями, включая желудочковые аритмии, сердечную недостаточность III–IV классов Нью-Йоркской ассоциации сердца, фракцию выброса левого желудочка менее 40%, клапанную болезнь сердца, а также пациенты с индексом массы тела менее 18 или более 30 кг/м² не соответствовали критериям этого исследования. Все операции выполнены на хирургическом столе DIAMOND 60 BLK (Schmitz u Sohne GmbH & Co.KG, Германия) с помощью роботической системы da Vinci S HD Surgical System (Intuitive Surgical, Inc., США) одним опытным хирургом.

Премедикацию не проводили. Анестезию начинали внутривенным введением пропофола 1,5–2 мг на 1 кг массы тела (5 мкг/мл в случае ТВВА по целевой концентрации с использованием Diprifusor TCI Module (AstraZeneca, Великобритания) и фентанила 4 мкг на 1 кг массы тела. Введение анестетиков поддерживали и корректировали с учетом целевой концентрации пропофола 2–3,5 мкг/мл у пациентов группы ТВВА или 2,0–3,0 об% севофлурана у пациентов группы ингаляционной анестезии для получения значений биспектрального индекса (BIS VISTA, Aspect Medical System Inc., США) между 40 и 55. Миорелаксант рокуроний 0,5 мг на 1 кг массы тела использовали для оротрахеальной интубации и повторными болюсами 0,15 мг на 1 кг массы тела под контролем акселеромиографии - TOF-Watch SX (Organon Ltd, Ирландия). Уровень артериального давления в пределах $\pm 30\%$ от исходного уровня при необходимости поддерживали с помощью фенилэфрина или норэпинефрина. Искусственную вентиляцию легких (ИВЛ) проводили аппаратом Fabius GS (Dräger, Германия) в режиме контроля по объему смеси воздуха и кислорода: фракция вдыхаемого кислорода составляла 0,5, дыхательный объем 7 мл на 1 кг идеальной массы тела, положительное давление в конце выдоха 5 см вод.ст. Частоту дыхания регулировали таким образом, чтобы поддерживать конечное экспираторное давление углекислого газа в пределах 35–45 мм рт.ст. Гемодинамические переменные: уровень неинвазивного среднего артериального давления (САД), частоту сердечных сокращений (ЧСС), сердечный индекс (СИ), индекс системного сосудистого сопротивления (ИССС) измеряли непрямым методом (МПР6-03-«Тритон», ООО «Тритон-Электроникс», Россия) с интервалом 5 мин и фиксировали в восьми временных точках: T₁ — до индукции анестезии; T₂ — через 5 мин после интубации трахеи; T₃ — через 5 мин после наложе-

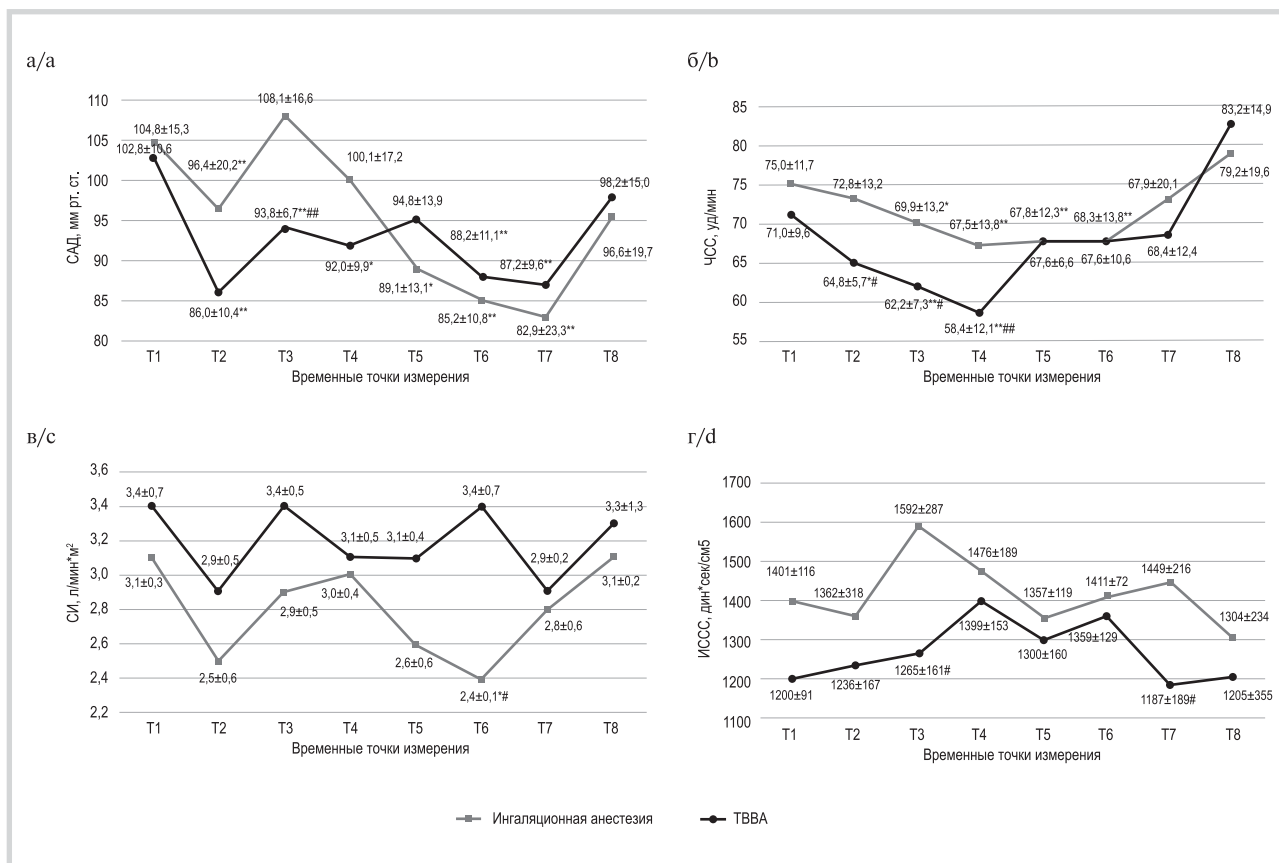
ния ПП с давлением углекислого газа 15 мм рт.ст.; T₄ — через 5 мин после перевода пациента в 30° ПТр; T₅ — при выделении дорзального венозного комплекса в условиях ПП с давлением углекислого газа 25 мм рт.ст. и 30° ПТр; T₆ — через 5 мин после перевода пациента в горизонтальное положение; T₇ — через 5 мин после десуффляции газа; T₈ — через 5 мин после экстубации трахеи.

Мы включили в список используемой литературы только изданные статьи, в которых описывалось влияние ПП и крутого ПТр на центральную гемодинамику при РАРП под различными видами общей анестезии. Поиск статей велся в электронных базах данных PubMed, Embase, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Web of Science, Google Scholar по май 2020 г. по следующим ключевым словам: prostatectomy, robotic surgery, robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy, pneumoperitoneum, Trendelenburg position, steep head-down tilt, hemodynamics, cardiac function. Статьи включали в исследование, если они удовлетворяли следующим критериям: 1) вид статьи: сравнительные исследования во всех публикуемых международных журналах без языковых или национальных ограничений; 2) субъекты: пациенты с раком простаты, подвергшиеся РАРП; 3) вмешательство: описание влияния ПП и крутого ПТр на центральную гемодинамику при РАРП при различных видах общей анестезии.

Статистический анализ выполнен с использованием программного продукта MedCalc Software (v 11.3.1.0, Бельгия). Нормальность распределения непрерывных переменных проверена с помощью теста Колмогорова—Смирнова. Непрерывные переменные представлены как среднее и стандартное отклонение $M \pm SD$, категоризованные переменные — как число (пропорция) пациентов. Сравнения между группами непрерывных переменных выполнены с помощью независимого *t*-критерия Стьюдента, категоризованных переменных — с помощью точного теста Фишера. Для сравнения повторных измерений использовали двусторонний анализ Бонферрони. Значение *p* менее 0,05 считали статистически значимым.

Результаты

Мы получили данные о 60 пациентах. Исключены из исследования 3 пациента из-за того, что у первого пациента развилась подкожная эмфизема, потребовалась смена режима ИВЛ; у второго пациента отмечалась длительная гипотензия с потребностью в инотропной/вазопрессорной поддержке; у третьего пациента развилась па-



Изменения уровня среднего артериального давления (а), частоты сердечных сокращений (б), сердечного индекса (в) и индекса системного сосудистого сопротивления (г) у обследованных пациентов (n=57).

Данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения $M \pm SD$. САД — среднее артериальное давление; СИ — сердечный индекс; ИССС — индекс системного сосудистого сопротивления; ТВВА — тотальная внутривенная анестезия; ЧСС — частота сердечных сокращений. * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$ по сравнению с базовым уровнем (T₁) в пределах одной группы пациентов. # — $p < 0,05$; ## — $p < 0,01$ между группами пациентов (ингаляционная анестезия по сравнению с ТВВА) в пределах одной временной точки измерения.

Perioperative changes of mean arterial pressure (A), heart rate (B), cardiac index (C), and systemic vascular resistance index (D) in study patients (n=57).

Values are expressed as mean \pm standard deviation. CI: cardiac index; HR: heart rate; MBP: mean blood pressure; SVRI: systemic vascular resistance index; TIVA: total intravenous anesthesia.

роксиэпидуральная фибрилляция предсердий во время операции. Средний возраст пациентов составил $64,1 \pm 6,5$ года, индекс массы тела — $29,3 \pm 4,6$ кг/м². Сопутствующие заболевания — артериальная гипертензия, сахарный диабет, инфаркт миокарда, инсульт, хронические обструктивные или рестриктивные болезни легких и другие были у 28 (49,1%) пациентов. Функциональный класс ASA II или III отмечен у 35 и 22 пациентов соответственно. Среднее время операции составило 142 минуты, кровопотеря около 240 мл. Случаи конверсии в открытую лапаротомию, неконтролируемого кровотечения в интраоперационном и раннем послеоперационном периодах, респираторного дистресс-синдрома или гемодинамически значимой брадикардии не отмечены (табл. 1).

Показатели центральной гемодинамики обобщены на рисунке. В течение интраоперационного и раннего послеоперационного периодов показатели САД, ЧСС, СИ, ИССС оставались сопоставимыми между двумя группами, за исключением временной точки T₃ (через 5 мин после наложения ПП с давлением углекислого газа 15 мм рт.ст.), когда показатели САД, ЧСС и ИССС были статистически значимо ниже у пациентов группы ТВВА по сравнению с исследуемыми группами ингаляционной анестезии. Перевод

больного в ПТр не изменил показатели САД, СИ и ИССС, но привел к дальнейшему увеличению разницы в ЧСС у пациентов разных групп ($p < 0,01$). После экстубации трахеи все показатели центральной гемодинамики возвратились к исходным значениям.

Мы нашли 13 полнотекстовых статей, описывающих влияние ПП и крутого ПТр на центральную гемодинамику при операции РАРП под различными видами общей анестезии (табл. 2). Включенные статьи состояли из 10 проспективных наблюдательных [28–37] и 3 сравнительных исследований; все были одноцентровыми. В качестве вмешательства рассматривали исследование гемодинамического ответа на жидкостную нагрузку 500 мл коллоидного раствора [38], рандомизированное клиническое исследование режимов ИВЛ с контролем давления и объема [39] и исследование эффективности низкого (8 мм рт.ст.) давления ПП [40]. В качестве временных точек сравнения переменных выбраны: до индукции анестезии в горизонтальном положении пациента и максимальные значения ПП и ПТр за время операции.

Во всех исследованиях, кроме одного [32], продемонстрировано увеличение уровня САД. В трех исследованиях [32, 33, 38] показано уменьшение ЧСС, в одном — уве-

Таблица 2. Результаты исследований влияния пневмоперитонеума и крутого положения Тренделенбурга на центральную гемодинамику при робот-ассистированных операциях под различными видами общей анестезии

Автор, страна, год	А. Falabella, США, 2007 [28]	С. Haas, Германия, 2011 [29]	У. Kadono, Япония, 2013 [30]	А. Kalmag, Бельгия, 2010 [31]	С. La Falce, Бельгия, 2017 [40]	Е. Matanes, Израиль, 2018 [32]	М. Oksar, Турция, 2014 [33]	Н. Ono, Япония, 2017 [34]	С. Rosendal, Германия, 2014 [35]	М. I. Lestar, Швеция, 2011 [36]	Д. Meiningner, Германия, 2008 [37]
Пациенты	n=35 ASA I-II	n=10 ASA II-III	n=12 ASA I-II	n=31	n=53 ASA I-III	n=18 ASA I-II	n=53 ASA 1,7±0,6	n=12 ASA I-II	n=31 ASA I-III	n=16 ASA I-II	n=10 ASA I-III
Анестезия	Севofлуран	Севofлуран	Севofлуран	Севofлуран	Севofлуран	Севofлуран	Севofлуран	Севofлуран	Десфлуран	ТВВА	ТВВА
Давление пневмоперитонеума, мм рт. ст.	15±5	15	12	10	8	10	18	12-15	15	11-12	12
Угол положения Тренделенбурга, САД, мм рт.ст.:	35	45	30	40	45	30	Указано как крутое	28	45	45	30
до	76	94	73	79	68	88	91	78	71	64	75
ПП+ПТР	87*	113*	87*	95*	97*	102	101*	89*	95*	86*	95*
ЧСС, уд / мин:											
до	63	79	60	62	57	66	67	60	52	56	Нет данных
ПП+ПТР	57*	79	59	63	58	55*	62*	59	61*	55	49
Сердечно-сосудистые осложнения	Не было	Не было	Не было	Не было	1 пациент	Не было	8 пациентов	Не было	Нет данных	Не было	Не было

Примечание. Данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения M±SD или абсолютных значений. ПП — пневмоперитонеум; ПТР — положение Тренделенбурга; САД — среднее артериальное давление; ЧСС — частота сердечных сокращений; ASA — функциональный класс по классификации Американского общества анестезиологов. Временные точки измерений: До — до применения пневмоперитонеума и положения Тренделенбурга; ПП+ПТР — во время применения пневмоперитонеума и положения Тренделенбурга. * — статистически значимые различия по сравнению с временной точкой измерения До.

личение [35], в остальных исследованиях не было изменений ЧСС. Эпизоды сердечной недостаточности и аритмии включали прогрессирование митральной дисфункции [27] и брадикардии [31].

Обсуждение

Длительная РАРП несет в себе факторы риска, которые могут влиять на сердечно-сосудистую систему. Цель нашего исследования — изучить влияние двух видов общей анестезии на гемодинамический ответ у пациентов II и III функциональных классов по ASA, оперируемых в условиях ПП и крутого ПТр. Мы обнаружили гемодинамические изменения, такие как статистически значимое снижение ЧСС после индукции анестезии, наложения ПП и перевода пациента в ПТр. В момент выделения дорзального венозного комплекса в условиях ПП с давлением 25 мм рт.ст. и 30° ПТр мы наблюдали статистически значимое снижение уровня САД. Эти гемодинамические показатели снижались по сравнению с исходным уровнем, но они находились в пределах физиологической нормы и вернулись к исходному уровню после устранения ПП. В нашем исследовании физиологические изменения, вызванные добавлением крутого ПТр к ПП в условиях общей анестезии, носили сложный характер и могли реализоваться через механизм повышения внутрибрюшного давления, сдавления аорты и увеличения постнагрузки, а также возможного усиления влияния нейрогуморальных факторов, вызванных системным всасыванием углекислого газа, но не влиянием вида общей анестезии. Статистически значимое снижение уровня САД после примерно двух часов нахождения пациентов в условиях ПП и ПТр по сравнению с исходным уровнем могло быть обусловлено сочетанным действием, во-первых, ограничения объема вводимой внутривенно жидкости для улучшения видимости при рассечении уретры и во избежание отека верхней половины тела, что случается у многих пациентов после таких операций. Во-вторых, в наше исследование мы включили пациентов с сердечно-легочными заболеваниями, в том числе с артериальной гипертензией и контролируруемыми болезнями сердца. У 26 пациентов была артериальная гипертензия, у 3 — сочетание гипертонической болезни и ишемической болезни сердца с потребностью в постоянном приеме бета-блокаторов и/или блокаторов кальциевых каналов. Возможно, это также способствовало нарушению инотропной реакции. В-третьих, это относительно высокий уровень базового внутрибрюшного давления 16—17 мм рт.ст. и выше в отдельные моменты операции.

Литературные данные указывают на то, что гипотензия при РАРП встречается нечасто, но может сигнализировать о серьезной гемодинамической нестабильности. Показано, что уменьшение ЧСС является относительно распространенным явлением, и что сердечные аритмии или остановка сердца могут возникать, но маловероятны. В нашем исследовании самыми частыми осложнениями, связанными с анестезией и положением тела, были отек конъюнктивы, срыгивание и состояние, сходное с обструкцией верхних дыхательных путей. Мы наблюдали увеличение и отек языка, затруднение вдоха, втягивание крыльев носа и участие вспомогательной мускулатуры в момент экстубации трахеи. Осложнения ПП и/или крутого ПТр ограничены ближайшим послеоперационным периодом у большинства пациентов без необходимости пе-

ревода в отделение реанимации. В нашем исследовании уменьшение ЧСС произошло непосредственно после наложения ПП и/или перевода в ПТр. Мы интерпретировали это увеличением стимуляции блуждающего нерва. Кроме того, вызванная введением фентанила симпатическая блокада могла сыграть определенную роль в случаях возникновения брадикардии. Пациенты с низким тонусом симпатической нервной системы, т.е. пожилые пациенты с сердечной недостаточностью, могут быть подвержены более высокому риску развития гемодинамических реакций в крутом ПТр вплоть до развития тяжелой брадикардии или остановки кровообращения.

Невысокий уровень внутрибрюшного давления вызывает венозный коллапс в условиях гиповолемии, что может привести к газовой эмболии. Высокий уровень внутрибрюшного давления может снизить риск развития газовой эмболии, но и вызвать гемодинамическую нестабильность. Особый автономный профиль, вызванный ПП и крутым ПТр в сочетании с общей анестезией, должен быть принят во внимание для объяснения гемодинамических изменений, которые происходят при РАРП. Таким образом, задача анестезиолога заключается в достижении оптимального уровня внутрибрюшного давления для балансировки между риском возникновения газовой эмболии и развития гемодинамической нестабильности при РАРП.

Ограничения исследования

В нашем исследовании имелось несколько ограничений. Во-первых, исследуемая популяция состояла из небольшого числа возрастных мужчин без грубой сердечно-сосудистой патологии, оперированных опытным хирургом. Во-вторых, мы оценили СИ неинвазивно. Показатель СИ может быть более важным в предотвращении гипоперфузии тканей, чем САД, однако его измерение с использованием катетеризации легочной артерии или чреспищеводной эхокардиографии является инвазивной и трудной процедурой в повседневной рутинной практике и должно быть выполнено врачом высокой квалификации. Поэтому мы измеряли СИ более просто и менее агрессивно. В-третьих, поскольку ПП поддерживался на уровне 16—17 мм рт.ст., наши результаты не могут быть экстраполированы на различные значения внутрибрюшного давления. В-четвертых, ограничение связано с использованием ИВЛ с контролем объема при РАРП. Различные настройки дыхательного объема и положительного давления в конце выдоха (ПДКВ), или использование ИВЛ с контролем давления, возможно, дали бы другие результаты.

Выводы

1. Наше исследование показало, что после одного и того же способа индукции пропофолом ингаляционная анестезия севофлураном или тотальная внутривенная анестезия вызывают аналогичные изменения центральной гемодинамики после наложения пневмоперитонеума у пациентов, подвергающихся операции робот-ассистированной радикальной простатэктомии под общей анестезией.

2. Основные факторы риска развития интраоперационных и ранних послеоперационных нарушений гемодинамики при робот-ассистированной радикальной простатэктомии — это пневмоперитонеум и крутое положение Тренделенбурга. Вид общей анестезии не является фактором риска развития этих осложнений.

3. Представленные данные обеспечивают только полную оценку центральной гемодинамики при робот-ассистированной радикальной простатэктомии и свидетельствуют о целесообразности дальнейших исследований с более длительным периодом наблюдения и большим массивом данных для определения клини-

ческой эффективности и безопасности общей анестезии при робот-ассистированной радикальной простатэктомии.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.**

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer statistics, 2019. *CA: a Cancer Journal for Clinicians*. 2019;69(1):7-34. <https://doi.org/10.3322/caac.21551>
- Каприн А.Д., Старински В.В., Петрова Г.В. *Состояние онкологической помощи населению России в 2017 году*. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; 2018. Каприн А.Д., Старински В.В., Петрова Г.В. *Состояние онкологической помощи населению России в 2017 году*. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; 2018. (In Russ.).
- Abbou CC, Hoznek A, Salomon L, Olsson LE, Lobontiu A, Saint F, Cicco A, Antiphon P, Chopin D. Laparoscopic radical prostatectomy with a remote controlled robot. *Journal of Urology*. 2001;165(6 Pt 1):1964-1966. <https://insights.ovid.com/article/00005392-200106000-00027>
- Binder J, Kramer W. Robotically-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *BJU International*. 2001;87(4):408-410. <https://doi.org/10.1046/j.1464-410x.2001.00115.x>
- Pasticier G, Rietbergen JB, Guillonnet B, Fromont G, Menon M, Vallancien G. Robotically assisted laparoscopic radical prostatectomy: feasibility study in men. *European Urology*. 2001;40(1):70-74. <https://doi.org/10.1159/000049751>
- Rassweiler J, Frede T, Seemann O, Stock C, Sentker L. Telesurgical laparoscopic radical prostatectomy. Initial experience. *European Urology*. 2001;40(1):75-83. <https://doi.org/10.1159/000049752>
- Menon M, Hemal AK, Tewari A, Shrivastava A, Shoma AM, El-Tabey NA, Shaaban A, Abol-Enein H, Ghoneim MA. Nerve-sparing robot-assisted radical cystoprostatectomy and urinary diversion. *BJU International*. 2003;92(3):232-236. <https://doi.org/10.1046/j.1464-410x.2003.04329.x>
- Díaz FJ, de la Peña E, Hernández V, López B, de La Morena JM, Martín MD, Jiménez-Valladolid I, Llorente C. Optimización de un programa de alta precoz tras prostatectomía radical laparoscópica. *Actas Urológicas Españolas*. 2014;38(6):355-360. <https://doi.org/10.1016/j.acuro.2013.12.004>
- Farnham SB, Webster TM, Herrell SD, Smith JA Jr. Intraoperative blood loss and transfusion requirements for robotic-assisted radical prostatectomy versus radical retropubic prostatectomy. *Urology*. 2006;67(2):360-363. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2005.08.029>
- Kordan Y, Barocas DA, Altamar HO, Clark PE, Chang SS, Davis R, Herrell SD, Baumgartner R, Mishra V, Chan RC, Smith JA Jr, Cookson MS. Comparison of transfusion requirements between open and robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *BJU International*. 2010;106(7):1036-1040. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410x.2010.09233.x>
- Novara G, Ficarra V, Rosen RC, Artibani W, Costello A, Eastham JA, Graefen M, Guazzoni G, Shariat SF, Stolzenburg JU, Van Poppel H, Zattoni F, Montorsi F, Mottrie A, Wilson TG. Systematic review and meta-analysis of perioperative outcomes and complications after robot-assisted radical prostatectomy. *European Urology*. 2012;62(3):431-452. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2012.05.044>
- Saito J, Noguchi S, Matsumoto A, Jinushi K, Kasai T, Kudo T, Sawada M, Kimura F, Kushikata T, Hirota K. Impact of robot-assisted laparoscopic prostatectomy on the management of general anesthesia: efficacy of blood withdrawal during a steep Trendelenburg position. *Journal of Anesthesia*. 2015;29:487-491. <https://doi.org/10.1007/s00540-015-1989-9>
- Tewari A, Srivastava A, Menon M, Members of the VIP Team. A prospective comparison of radical retropubic and robot-assisted prostatectomy: experience in one institution. *BJU International*. 2003;92(3):205-210. <https://doi.org/10.1046/j.1464-410x.2003.04311.x>
- D'Alonzo RC, Gan TJ, Moul JW, Albala DM, Polascik TJ, Robertson CN, Sun L, Dahm P, Habib AS. A retrospective comparison of anesthetic management of robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy versus radical retropubic prostatectomy. *Journal of Clinical Anesthesia*. 2009;21(5):322-328. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2008.09.005>
- Coelho RF, Palmer KJ, Rocco B, Moniz RR, Chauhan S, Orvieto MA, Coughlin G, Patel VR. Early complication rates in a single-surgeon series of 2500 robotic-assisted radical prostatectomies: report applying a standardized grading system. *European Urology*. 2010;57(6):945-957. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2010.02.001>
- Lasser MS, Renzulli J II, Turini GA III, Halebian G, Sax HC, Pareek G. An unbiased prospective report of perioperative complications of robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Journal of Urology*. 2010;75(5):1083-1089. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2009.09.082>
- Lebeau T, Roupêt M, Ferhi K, Chartier-Kastler E, Richard F, Bitker MO, Vaessen C. Assessing the complications of laparoscopic robot-assisted surgery: the case of radical prostatectomy. *Surgical Endoscopy*. 2011;25(2):536-542. <https://doi.org/10.1007/s00464-010-1210-z>
- Secin FP, Jiborn T, Bjartell AS, Fournier G, Salomon L, Abbou CC, Haber GP, Gill IS, Crocetto LE, Nelson RA, Cansino Alcaide JR, Martínez-Piñero L, Cohen MS, Tuerk I, Schulman C, Gianduzzo T, Eden C, Baumgartner R, Smith JA, Entezari K, van Velthoven R, Janetschek G, Serio AM, Vickers AJ, Touijer K, Guillonnet B. Multi-institutional study of symptomatic deep venous thrombosis and pulmonary embolism in prostate cancer patients undergoing laparoscopic or robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *European Urology*. 2008;53(1):134-145. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2007.05.028>
- Hong JY, Oh YJ, Rha KH, Park WS, Kim YS, Kil HK. Pulmonary edema after da Vinci-assisted laparoscopic radical prostatectomy: a case report. *Journal of Clinical Anesthesia*. 2010;22(5):370-372. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2009.05.010>
- Thompson J. Myocardial infarction and subsequent death in a patient undergoing robotic prostatectomy. *AANA Journal*. 2009;77(5):365-371.
- 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. *Journal of Robotic Surgery*. 2007;1(2):119-123. <https://doi.org/10.1007/s11701-007-0024-z>
- Gainsburg DM. Anesthetic concerns for robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Minerva Anestesiologica*. 2012;78(5):596-604.
- Yonekura H, Hirate H, Sobue K. Comparison of anesthetic management and outcomes of robot-assisted vs pure laparoscopic radical prostatectomy. *Journal of Clinical Anesthesia*. 2016;35:281-286. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2016.08.014>
- Лутфаракманов И.И., Лазарев С.Т., Здорик Н.А. Оценка частоты диспепсических расстройств при тотальной внутривенной анестезии пропофолом после робот-ассистированной радикальной простатэктомии. *Креативная хирургия и онкология*. 2018;8(2):130-135. Lutfarakhmanov II, Lazarev ST, Zdorik NA. Frequency of Dyspeptic Disorders with Total Intravenous Anaesthesia with Propofol Following Robot-Assisted Radical Prostatectomy. *Kreativnaya hirurgiya i onkologiya*. 2018;8(2):130-135. (In Russ.). <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2018-8-2-46-51>
- Yoo YC, Bai SJ, Lee KY, Shin S, Choi EK, Lee JW. Total intravenous anesthesia with propofol reduces postoperative nausea and vomiting in patients undergoing robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: a prospective randomized trial. *Yonsei Medical Journal*. 2012;53(6):1197-1202. <https://doi.org/10.3349/ymj.2012.53.6.1197>
- Yoo YC, Shin S, Choi EK, Kim CY, Choi YD, Bai SJ. Increase in intraocular pressure is less with propofol than with sevoflurane during laparoscopic surgery in the steep Trendelenburg position. *Canadian Journal of Anesthesia*. 2014;61(4):322-329. <https://doi.org/10.1007/s12630-014-0112-2>

27. Kim NY, Jang WS, Choi YD, Hong JH, Noh S, Yoo YC. Comparison of Biochemical Recurrence after Robot-assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy with Volatile and Total Intravenous Anesthesia. *International Journal of Medical Science*. 2020;17(4):449-456. <https://www.medsci.org/v17p0449.htm>
28. Falabella A, Moore-Jeffries E, Sullivan MJ, Nelson R, Lew M. Cardiac Function During Steep Trendelenburg Position and CO₂ Pneumoperitoneum for Robotic-Assisted Prostatectomy: A Trans-Oesophageal Doppler Probe Study. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*. 2007;3(4):312-315. <https://doi.org/10.1002/rcs.165>
29. Haas S, Haese A, Goetz AE, Kubitz JC. Haemodynamics and cardiac function during robotic-assisted laparoscopic prostatectomy in steep Trendelenburg position. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*. 2011;7(4):408-413. <https://doi.org/10.1002/rcs.410>
30. Kadono Y, Yaegashi H, Machioka K, Ueno S, Miwa S, Maeda Y, Miyagi T, Mizokami A, Fujii Y, Tsubokawa T, Yamamoto K, Namiki M. Cardiovascular and respiratory effects of the degree of head-down angle during robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*. 2013;9(1):17-22. <https://doi.org/10.1002/rcs.1482>
31. Kalmar AF, Foubert L, Hendrickx JFA, Motttrie A, Absalom A, Mortier EP, Struys MMRF. Influence of steep Trendelenburg position and CO₂ pneumoperitoneum on cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory homeostasis during robotic prostatectomy. *British Journal of Anaesthesia*. 2010;104(4):433-439. <https://doi.org/10.1093/bja/aeq018>
32. Matanes E, Weissman A, Rivlin A, Lauterbach R, Amit A, Wiener Z, Lowenstein L. Effects of Pneumoperitoneum and the Steep Trendelenburg Position on Heart Rate Variability and Cerebral Oxygenation during Robotic Sacrocolpopexy. *Journal of Minimally Invasive Gynecology*. 2018;25(1):70-75. <https://doi.org/10.1016/j.jmig.2017.07.009>
33. Oksar M, Akbulut Z, Ocal H, Balbay MD, Kanbak O. Robotic Prostatectomy: The Anesthetist's View for Robotic Urological Surgeries, a Prospective Study. *Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition)*. 2014;64(5):307-313. <https://doi.org/10.1016/j.bjan.2013.10.009>
34. Ono N, Nakahira J, Nakano S, Sawai T, Minami T. Changes in cardiac function and hemodynamics during robot-assisted laparoscopic prostatectomy with steep head-down tilt: a prospective observational study. *BMC Research Notes*. 2017;10(1):341. <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2672-z>
35. Rosendal C, Markin S, Hien MD, Motsch J, Roggenbach J. Cardiac and hemodynamic consequences during capnoperitoneum and steep Trendelenburg positioning: lessons learned from robot-assisted laparoscopic prostatectomy. *Journal of Clinical Anesthesia*. 2014;26(5):383-389. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2014.01.014>
36. Lestar M, Gunnarsson L, Lagerstrand L, Wiklund P, Odeberg-Wernerman S. Hemodynamic perturbations during robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy in 45 ° Trendelenburg position. *Anesthesia and Analgesia*. 2011;113(5):1069-1075. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3182075d1f>
37. Meininger D, Westphal K, Bremerich DH, Runkel H, Probst M, Zwissler B, Byhahn C. Effects of posture and prolonged pneumoperitoneum on hemodynamic parameters during laparoscopy. *World Journal of Surgery*. 2008;32(7):1400-1405. <https://doi.org/10.1007/s00268-007-9424-5>
38. Chin JH, Lee EH, Hwang GS, Hwang JH, Choi WJ. Prediction of Fluid Responsiveness Using Dynamic Preload Indices in Patients Undergoing Robot-Assisted Surgery with Pneumoperitoneum in the Trendelenburg Position. *Anaesthesia and Intensive Care*. 2013;41(4):515-522. <https://doi.org/10.1177/0310057X1304100413>
39. 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. *Journal of Clinical Anesthesia*. 2011;23(3):183-188. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2010.08.006>
40. La Falce S, Novara G, Gandaglia G, Umari P, De Naeyer G, D'Hondt F, Beresian J, Carette R, Penicka M, Mo Y, Vandenbroucke G, Motttrie A. Low Pressure Robot-assisted Radical Prostatectomy with the AirSeal System at OLV Hospital: Results From a Prospective Study. *Clinical Genitourinary Cancer*. 2017;15(6):e1029-e1037. <https://doi.org/10.1016/j.clgc.2017.05.027>

Поступила 08.06.2020

Received 08.06.2020

Принята к печати 24.07.2020

Accepted 24.07.2020